



کاملترین بانک دانلود
فایل و کتاب HSE

HSEfans.IR

مهندسی محیط زیست
(قسمت اول)

مهندسی محیط زیست

(قسمت اول)

فهرست مطالب

20	مقدمه
21	چرخه هیدرولوژیک و کیفیت آب
21	جدول توزیع آبهای جهان
22	طبقه بندی منابع آب با توجه به منشاء:
22	1- منابع آب جوی
23	طبق قانون دالتون:
23	2- آبهای زیرزمینی
24	معایب آبهای زیرزمینی:
24	3- آبهای سطحی
24	علل تصفیه آب:
25	تعریف آب سالم:
25	تاریخچه استاندارد:
25	معیارها:
25	استانداردها:
25	اهداف:
26	خصوصیات فیزیکی:
26	انواع سیستم‌های کلونیدی
27	کدورت ضعیف:
27	کدورت شدید:
28	تعریف قدیمی واحد کدورت:
28	تعریف جدید واحد کدورت:
28	اهمیت کدورت از نظر بهسازی:
28	روش‌های اندازه گیری کدورت:
29	مقدمه:
29	ریشه‌های رنگ آب
29	انواع رنگ:
29	اندازه گیری رنگ:
30	اثرات رنگ
30	طعم و بو:
30	اندازه گیری میزان طعم و بوی آب:
31	روشهای حذف طعم و بو:

32	..... استفاده از سولفات مس $CUSO_4, 7H_2O$
33	..... حذف طعم و بو در تصفیه خانه
35	..... اشکال مختلف کربن فعال.....
37	..... خوردگی $corrosion$
39	..... خوردگی باکتریولوژیکی:
39	..... 1- تعریف
39	..... 2- اثرات خوردگی باکتریولوژیکی بر آب مشروب:
39	..... 3- روشهای کنترل:.....
39	..... انواع باکتریهای عامل خوردگی و چگونگی عمل آنها:.....
40	..... اثرات و مشکلات باکتریهای آهن:
40	..... مهمترین انواع باکتریهای آهن
41	..... روشهای جلوگیری از رشد این باکتریها در فاضلاب:.....
41	..... خوردگی فیزیکی:.....
41	..... خوردگی شیمیایی:
43	..... واکنشهای الکتروشیمیایی.....
44	..... انواع خوردگی
44	..... 1- خوردگی یکنواخت:.....
45	..... 2- خوردگی گالوانیکی یا دو فلزی:
46	..... 3- خوردگی شیاری:
47	..... ویژگیهای شیمیایی آب:
47	..... سخت گیری و نمک زدایی آب:
49	..... واحدهای سختی
50	..... ارتباط واحدهای سختی:
50	..... طبقه بندی آبها از لحاظ سختی:
50	..... سختی گیری از آب:.....
51	..... 1- روش شیمیایی:
55	..... تعویض یون:.....
55	..... تاریخچه:.....
56	..... ساختمان رزینها:.....
56	..... تقسیم بندی رزینها:.....
56	..... 1- رزینهای کاتیونی
59	..... 1- رزینهای آنیونی:
60	..... انواع مبادله کنندهها
62	..... موارد استفاده مبادله کنندهها:.....
63	..... قدرت یک مبادله کننده:.....
63	..... روش پر کردن و آماده کردن ستونهای مبادله کننده:.....
64	..... مبادله کنندههای مخصوص:
65	..... ضریب تصحیح سختی برای محاسبه دستگاههای مبادله کننده:.....

66	مثالی از طراحی ژئولیت نرم کننده:
67	نوسازی
69	ضوابط انتخاب زمین برای تصفیه خانه آب:
70	تصفیه آبهای سطحی
70	مقدمه و هدف:
73	روشهای اصلاح کیفیت آب در مخازن:
75	آبگیری:
76	انواع آبگیرها:
77	کاربرد:
79	آشغالگیری
80	افت انرژی در آشغالگیر:
81	انواع آشغالگیر:
82	آشغالگیری:
87	ساختمانهای اندازه گیری آب:
88	فرمول طراحی حوضچه متعادل کننده جریان:
112	عملکرد کلی اکسیلاتورها
113	ت- محاسن و معایب اکسیلاتورها:
113	ت-2- معایب
114	1-4-7- صافسازی:
119	صافی‌های ماسه‌ای کند:
120	مخزن:
120	مواد به کار رفته در زیر بستر پایه:
120	اندازه شن:
120	سیستم زهکشی زیر بستر
120	محل‌های ورودی و خروجی:
121	عملکرد و تمیز کردن:
122	سرعت صاف کردن:
122	راندمان صافی:
122	صافی‌های تحت فشار:
123	طرز کار یا عمل صافی:
123	سرعت تصفیه صافی:
124	راندمان ونتایج:
124	مزایا و معایب صافی‌های تحت فشار:
124	مزایا:
124	تصفیه آب
124	سرفصل
124	تعریف تصفیه آب:
124	هدف از تصفیه آب:

125	هدف:
125	پارامترهای کیفیت آب:.....
125	نحوه مطالعات:
125	ضوابط مطالعه:
126	ظرفیت
126	بهره برداری:.....
127	استاندارد کیفیت:
127	کیفیت:
128	از نظر میکروبی:.....
128	ناخالصی‌های آب:
128	میکروارگانسیم‌ها
129	تأثیر واحدهای مختلف تصفیه خانه بروی آب تصفیه شده:
131	انتخاب زمین برای تصفیه خانه:
132	دسترسی به زمین بیشتر و ارزانتر
134	واحدهای مختلف تصفیه خانه:
136	ته نشینی ذرات مستقل DESCRET PARTICLE.....
137	ته نشینی ذرات مستقل:
139	انواع کلاسهای ته نشینی:
141	ریتیم گراف به عنوان نمونه
143	نتیجه گیری:
144	روشهای جمع کردن آشغالها از آشغالگیر:
145	درباره‌ی کلاس ته نشینی اول:.....
145	انعقاد و لخته بندی:
145	انواع مواد منعقد کننده:
146	آلومینات سدیم $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$:.....
147	کمک منعقد کننده‌ها مثل آهک و پلیمرها
148	واحد تزریق FEEDING DEVICES:
148	فاکتورهای موثر در انتخاب نوع تزریق:
149	انواع حوضچه اختلاط:.....
150	حوضچه اختلاط با موانع دیواری (هیدرولیکی) نوع عمودی:
151	حوضچه اختلاط سریع:.....
151	عوامل موثر در طراحی حوضچه اختلاط:
152	انواع صافی‌ها:.....
152	کاربرد صافیها
153	تئوری عمل صاف کردن
153	مواد تشکیل دهنده‌ی صافی:
153	خواص ماسه‌های مصرفی:.....
153	خواص شن:.....

153	اندازه ماسه مصرفی:
156	صافی ماسه‌ای تند:
157	مقطعی از یک صافی شنی تند:
157	صافی‌های تحت فشار:
158	سختی گیری یا سبک کردن آب:
158	روشهای مختلف سختی گیری:
159	درباره‌ی صافی شنی تند:
160	درباره‌ی سختی گیری:
160	انتخاب واحد تصفیه و دیاگرام تصفیه:
161	واحد‌های مختلف تصفیه:
163	روش تبادل یون:
163	انواع تبادل کننده‌های یونی:
163	خواص یک تبادل کننده یونی:
164	مراحل فعال کردن:
165	تصفیه فاضلاب قسمت سوم:
166	روشهای جمع آوری آبهای سطحی:
169	چندروش کاهش حجم و شدت فاضلاب:
170	فاکتورهای آلوده کننده ناشی از فاضلاب های صنعتی تخلیه شده:
172	کمیت فاضلاب:
173	تعیین میزان جریان فاضلاب:
173	فاکتورهایی که مصرف آب را تحت تاثیر قرار می‌دهند:
174	فاضلاب صنعتی برای ورود به شبکه شهری:
175	مزایای تخلیه فاضلابهای صنعتی به فاضلاب‌های شهری:
175	مشخصات فاضلاب: کمیت فاضلاب - کیفیت فاضلاب:
175	مشخصات فیزیکی:
176	مواد معلق:
177	مشخصات شیمیایی:
179	Flow E qualization: یکنواخت سازی جریان
179	فواید یکنواخت سازی:
179	FLOCCULATION در فاضلاب
181	انواع تصفیه بی هوازی:
183	انواع لجن فعال:
185	کیفیت و بهسازی آب:
186	تغییرات آب:
187	خصوصیات ذرات کلوئیدی:
188	خواص فیزیکی - شیمیایی آب:
189	کیفیت رودخانه:
190	DRAIN AGE و زهکشی کردن DRAINING:

190	..... علل فرسایش خاک:
191	..... منابع آب آشامیدنی:
194	..... پارامترهایی برای تشخیص کیفیت آب از نظر مواد غذایی:
195	..... PH (پتانسیل هیدروژن) OSITINE POTENTIAL OF HYDROGEN ION
200	..... کیفیت آب WATER QUALITY:
207	..... THEMAL STRATIFICATION لایه بندی حرارتی در دریاچه‌ها و مخازن رو باز
217	..... PREVENTING EUTROPHICATION راههای پیشگیری از اوتروفیکاسیون
220	..... دفع زباله و فاضلاب
220	..... دفع زباله
221	..... اهمیت بهداشت زباله
222	..... جمع‌آوری و دفع زباله در کارخانجات
223	..... انواع زباله
223	..... منابع تولید زباله‌های شهری
223	..... ترکیب فیزیکی زباله:
224	..... دور ریزهای صنعتی
224	..... مواد زائد خطرناک
225	..... مدیریت روزانه جمع‌آوری زباله
225	..... زمان جمع‌آوری زباله
226	..... تعداد دفعات جمع‌آوری
226	..... کلیاتی از مشخصات وسایل جمع‌آوری
227	..... انواع سیستم جمع‌آوری زباله
228	..... مسیرهای جمع‌آوری زباله
229	..... ایستگاههای حمل و نقل
229	..... انواع عملیات حمل و نقل
229	..... تعیین محل ایستگاههای حمل و نقل
230	..... روش‌ها و وسائط حمل و نقل
231	..... Land fill روش دفن زباله
233	..... سیستم‌های مهندسی برای منابع و بازیابی انرژی
233	..... تکنیک‌های فرآیندی
234	..... تغییر اندازه به روش مکانیکی
234	..... جداسازی اجزاء به روش مکانیکی
235	..... جداسازی به روش الکترومکانیکی و مغناطیسی
235	..... خشک کردن و آگیری
235	..... سیستم بازیافت مواد
235	..... بازیابی مواد حاصل از تبدیل بیولوژیکی
235	..... تولید کود ترکیبی (تبدیل هوازی)
238	..... شناخت ترکیبات بیوگاز
240	..... اهمیت و فواید بیوگاز

241	مصارف بیوگاز:
241	جنبه‌های بهداشتی
241	مزایای توسعه دستگاههای بیوگاز
242	استفاده از سوختهای حاصل از مواد زائد (RDF)
243	تجزیه مواد به کمک حرارت (پیرولیز)
243	فهرست منابع برای مطالعه بیشتر
243	فاضلاب و دفع بهداشتی آن
246	جمع آوری و دفع فاضلاب
246	سیستم‌های فاضلابرو
247	الگوهای شبکه فاضلابرو
247	ساختمان مجاری فاضلابرو
248	مقاطع فاضلابرو
249	اتصالات فاضلابروها
249	متعلقات شبکه فاضلابرو
249	تهویه کننده فاضلابروها
250	طراحی فاضلابروها
250	آلوده کننده‌های فاضلاب
250	میکروارگانسیم‌ها
251	مواد مصرف کننده اکسیژن
252	مواد مؤثر در رشد بیش از حد گیاهان آبی (جلبکها)
252	مواد آلی محلول
252	مواد معدنی محلول
253	مواد روغنی شناور
253	مواد معلق و کلوئیدها
253	مواد رادیواکتیو
254	آلودگی حرارتی
254	میزان جریان فاضلاب خانگی
256	کیفیت فاضلاب
256	جامدات
257	بو
258	دما
258	چگالی
258	رنگ
259	کدورت
259	مواد آلی
260	مواد معدنی
260	قلیابیت
261	ازت و فسفر

261.....	گوگرد.....
261.....	مواد معدنی سمی و فلزات سنگین.....
261.....	گازهای محلول.....
261.....	خصوصیات بیولوژیکی.....
262.....	آکارپوتها: ویروسها.....
262.....	اصول کلی تصفیه فاضلاب.....
263.....	تقسیم بندی روشهای تصفیه.....
263.....	فرایندهای تصفیه فاضلاب.....
264.....	مکانیسمهای تصفیه فاضلاب.....
264.....	توضیح اصطلاحات مهم:.....
264.....	متعادل سازی Equalisation.....
265.....	خنثی سازی Neutralisation.....
265.....	شناورسازی FLOATATION.....
265.....	شناورسازی به کمک هوای محلول (DAF)Dissolved Air Floatation.....
266.....	ته نشین سازی مواد معلق Sedimentation.....
266.....	انعقاد و لخته سازی:.....
267.....	تصفیه مرحله دوم - تصفیه بیولوژیکی.....
268.....	فرایندهای هوازی رشد چسبیده.....
268.....	فیلتر بیولوژیکی یا صافی چکنده BIOLOGICAL FILTER.....
269.....	تماس دهندههای بیولوژیکی گردان (RBC) Rotating Biological Contactor.....
270.....	واحدهای تصفیه شیمیایی.....
270.....	رسوب دهی شیمیایی.....
270.....	جذب سطحی.....
271.....	گندزدایی.....
271.....	تصفیه بیولوژیکی فاضلاب.....
271.....	اصول تصفیه بیولوژیکی.....
271.....	بر اساس منبع کربن مورد استفاده:.....
272.....	بر اساس منبع انرژی.....
272.....	فرایندهای هوازی رشد معلق.....
272.....	لجن فعال.....
273.....	راکتورهای ناپیوسته متوالی.....
273.....	فرایندهای هوازی رشد چسبیده.....
273.....	صافی چکنده.....
274.....	صافیهای آماده ساز.....
274.....	تماس دهندههای بیولوژیکی گردان.....
274.....	راکتور بستر آکنده.....
274.....	فرایندهای بی هوازی رشد معلق.....
274.....	هضم بی هوازی.....

275	فرآیند تماس بی هوازی
275	فرآیند بستر لجن بی هوازی با جریان رو به بالا
276	تصفیه پیشرفته فاضلاب
276	حذف ازت
276	روش‌های بیولوژیکی
277	جذب
277	نیتریفیکاسیون
277	دنیتریفیکاسیون
278	روشهای شیمیایی
278	کلریناسیون تا نقطه شکست
278	سایر روشها
278	روشهای فیزیکی
279	روشهای حذف فسفر
279	حذف بیولوژیکی
279	حذف شیمیایی
279	حذف مواد آلی مقاوم
280	حذف مواد معدنی محلول
280	تصفیه فاضلاب اجتماعات کوچک
280	چاه جاذب
282	سپتیک تانک
282	انتخاب محل مخزن سپتیک
283	فاضلابروهای ساختمان
283	شکل مخزن و ابعاد آن
284	تخلیه لجن و دفع پساب
284	مخزن ایمهاف
285	فاضلاب صنعتی و دفع آن
288	عملیات مقدماتی
288	تغلیظ
288	تشبیت
289	هضم بی هوازی لجن
289	هضم هوازی لجن
290	اصلاح
291	تصفیه طبیعی
291	Lagoon - Stabilisation Ponds لاگون یا برکه تصفیه
292	استخرهای فاکولتاتیو (Facultative) و یا مختلط و یا (اختیاری)
294	Aerobic Lagoon (استخرهای هوازی)
295	Anaerobic Ponds (استخرهای غیر هوازی)
296	Soil - absed سیستم‌های بر پایه خاک

296	بازیافت و استفاده مجدد
297	فهرست منابع برای مطالعه بیشتر
319	پاسخ‌های تشریحی
339	نمونه‌برداری:
339	عنوان نمونه‌برداری:
339	اهداف نمونه‌برداری:
339	روشهای نمونه‌برداری:
340	کلر باقی‌مانده - PH - تاریخ و ساعت نمونه‌برداری - نام محل نمونه‌برداری
341	محافظت‌کننده:
341	آزمایش جار تست: jarrest
342	انواع داروهای مورد استفاده:
344	تعیین جامدات:
346	«خلاصه جامدات»
346	تعیین حرارت:
347	دریاچه‌ها بر اساس دما:
347	تعیین PH:
348	تعیین هدایت الکتریکی:
349	روش تعیین هدایت الکتریکی
349	چند نکته درباره‌ی دستگاه هدایت الکتریکی:
350	تعیین کدورت:
352	اهمیت کدورت:
352	کلر و تعیین آن:
354	تعیین سولفات:
356	فرمول محاسبه قلیاییت:
357	محاسبه روابط قلیاییت
358	قلیاییت کل - کلسیم - حرارت و PH
359	سختی:
360	انواع سختی بر اساس آنیون:
362	رابطه سختی و خوردگی:
362	روش تیتراسیون با EDTA: (اتیل دی آمین تترا استیک)
364	تعیین سدیم و پتاسیم:
366	پتاسیم:
367	راه‌اندازی دستگاه فلم فتومتر:
368	اثرات تغییرات پتاسیم و سدیم در پلاسمای خون:
368	اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (Chemical Oxygen Remand(COD)
369	برای استاندارد کردن نرمالیده محلول فروآمونیم سولفات به روش زیر عمل کرد: F.A.S
370	تعیین اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (Biochemical Oxygen Demand(BOD)
370	کنترل آزمایش توسط محلول گلوکز گلوتامیک:

371	پیش تصفیه نمونه‌های فاضلاب:
371	روش آزمایش تعیین BOD بدون بارو کننده:
372	تعیین اکسیژن:
373	محاسبه اکسیژن محلول:
374	رنگ:
375	بو و مزه:
376	روش تعیین CO ₂ آزاد: (فنتل فتالین)
377	نکات مهم و کنکوری درس شیمی آب و فاضلاب:
377	معرفه‌های شیمیایی لازم برای آزمایش کلرور:
377	معرفه‌های شیمیایی لازم برای آزمایش سولفات:
377	محلله‌های شیمیایی لازم برای آزمایش سختی کل:
378	3- اندیکاتورها:
378	4- تیترانت استاندارد 0/01 M EDTA:
378	5- محلول کلسیم استاندارد:
378	محلله‌های شیمیایی لازم برای آزمایش کلسیم:
378	محلله‌های شیمیایی لازم برای آزمایش سدیم:
379	محلله‌های شیمیایی لازم برای آزمایش پتاسیم:
379	معرفه‌های شیمیایی لازم برای آزمایش COD:
379	معرفه‌های شیمیایی لازم برای آزمایش BOD:
380	معرفه‌های شیمیایی لازم برای آزمایش Do:
380	5- محلول نشاسته:
384	حداکثر مجاز سموم شیمیایی و حشره کش ها:
384	جدول حداکثر مجاز مواد رادیو اکتیو:
385	بهداشت پرتوها:
390	نکات مهم:
390	طبقه بندی آزمایشگاهها:
391	جدول مواد شیمیایی ناسازگار:
395	تعاریف:
396	فرمول و ترکیب آب:
396	قانون اثر جرم:
397	مواد قابل یونیزاسیون:
397	شرایط مواد قابل یونیزاسیون:
398	قلیابیت و اسیدیته آب:
399	مقدار قلیابیت:
399	تعریف اسیدیته آب:
399	رابطه متیل من:
400	شیمی کلریناسیون:
400	عامل موثر در کلرزنی:

401	.....	انواع کلریناسیون
401	.....	منحنی نقطه شکست:
402	.....	عوامل شیمیایی حذف کلر باقی مانده:
402	.....	عوامل فیزیکی:
402	.....	انواع کلر در آب تصفیه شده:
403	.....	ازن زنی:
404	.....	رابطه COD و BOD:
404	.....	تعریف نالکترولیت و الکترولیت:
405	.....	روش حذف مواد آلی و شیمیایی مواد:
405	.....	انواع کلونیدها:
405	.....	حالات کلونید:
406	.....	مختصری درباره‌ی بیماری‌های ناشی از آب:
406	.....	یون NO_3^-
406	.....	تفاوت آب زیر زمینی و آب سطحی:
407	.....	فرمول چندماده شیمیایی:
408	.....	میکروبیولوژی آب و فاضلاب
408	.....	مختصری درباره‌ی تاریخچه‌ی پیدایش باکتریولوژی آب:
408	.....	شاخص‌های آلودگی آب:
408	.....	ویژگی‌های اشرشیاکلی:
409	.....	نمونه‌برداری از آب برای آزمایشات میکروبی:
411	.....	وسایل موردنیاز برای آزمایش‌های میکروبی:
413	.....	آزمایشات باکتریولوژیکی آب برای کلی فرم‌ها:
417	.....	1- تست آندول:
418	.....	2- تست متیل رد:
419	.....	3- تست سدیم سیترات:
419	.....	ویژگی‌های باکتریولوژی آب:
420	.....	شناسنامه‌ی اشرشیاکلی و آنروباکترآئروژنز:
420	.....	رنگ آمیزی:
420	.....	سیر آزمایشات آلوده بودن به مدفوع انسان:
421	.....	مراحل رنگ آمیزی
421	.....	طرز تهیه ویوله دوزانسین:
422	.....	طرز تهیه لوگل:
422	.....	طرز تهیه الکل - استن:
422	.....	طرز تهیه فوشین و سافرائین:
422	.....	تشخیص آنروباکتریاسه از یکدیگر:
423	.....	جدول تشخیص کلی باسیل و کلبسلد:
423	.....	طبقه‌بندی آب‌های آشامیدنی از نظر آلودگی آب‌ها:
423	.....	کیفیت باکتریولوژیک آب آشامیدنی:

424	کیفیت باکتریولوژیک آب آشامیدنی:.....
426	خلاصه آزمایش تشخیص گروه کلی فرم‌ها به روش تخمیر در لوله‌های چندگانه:.....
428	میکروبیولوژی آب و فاضلاب
428	مقدمه:
428	تعریف سلول و انواع آن:.....
429	نقش میکروبها در طبیعت:
429	باکتریها
429	1- تعریف باکتری:.....
430	2- مرفولوژی:.....
435	ویروسها
435	1- مرفولوژی ویروس:
436	2- آناتومی:.....
436	3- کشت ویروس ها
436	4- اساس طبقه بندی ویروس ها
436	تفاوت ویروس ها و سایر موجودات:
436	5- گروه‌های اصلی ویروس‌های جانوری:.....
438	6- طبقه بندی ویروس ها:
438	پروتوزوئرها:.....
439	2-انواع پروتوزوئرها:.....
442	تک‌یاخته‌های مهم بیماریزا در آب و فاضلاب:.....
443	کرمها:
444	انواع کرمها:
444	1-نماتودها:.....
444	2-کرمهای کم‌تار:
445	3-کرم مسطح:
445	4-آکانتاسفالا(Acanthocephala):.....
445	5-نماتومورفا(Phylum Nematomorpha):.....
445	6-آنه‌لیده(Annaelida):.....
445	تقسیم بندی کرمها از نظر بیماریزایی از نظر WHO:
446	اپیدمیولوژی کرمهای منتقله به وسیله خاک:.....
447	متابولیسم:
447	1-کاتابولیسم:
447	2-آنابولیسم:.....
447	عوامل موثر در رشد میکروارگانیسم ها:
448	1-فاکتورهای رشد:
448	تقسیم بندی میکروبها از نظر متابولیسم:
450	2-هوا:.....
450	3-اثر دما:.....

451	4- اثر نور:
451	اثر PH محیط:
452	قارچها
452	تولید مثل قارچها:
452	باکتری‌های مزاحم در آب و فاضلاب:
454	بیماری‌های منتقله به وسیله آب:
454	1- مخاطرات بهداشتی مربوط به بیولوژیکی در بدن
454	بیماری‌های با منشأ آب:
455	لژیونلا:
456	2- بیماری‌هایی که توسط تماس انسان با آب سرایت می‌کند:
458	موجودات مزاحم:
458	موجودهای مزاحم در آب‌های آشامیدنی:
459	الف: بیماری‌های باکتریایی
460	ب: بیماری‌های پروتوزوئری:
461	تک‌یاخته‌های منتقله توسط آب و اهمیت آنها در منابع آب آشامیدنی
461	پ- بیماری‌های ویروسی:
461	1- بیماری‌های ناشی از ویروس‌های کوکساکسی:
461	2- بیماری‌های ناشی از اکو ویروس‌ها:
461	3- گاسترو آنتریت ویروس:
462	4- پولیومیلیت:
462	5- هپاتیت:
462	عوامل مؤثر در حذف ویروس‌های آب:
463	جلبکها:
464	طبقه‌بندی جلبک‌ها از نظر کروماتوفورها:
464	انواع جلبک‌ها از نظر محل رویش:
464	طبقه‌بندی جلبک‌ها براساس رنگدانه (پیگمان)
464	دسته‌بندی جلبک‌ها از نظر تغییراتی که در آب ایجاد می‌کنند:
465	انواع جلبک‌ها:
468	نقش جلبک‌ها:
469	مشکلات ناشی از جلبک‌ها
470	کنترل جلبک‌ها:
470	جلبک‌ها و برکه تثبیت:
470	انواع برکه تثبیت:
471	فواید جلبک‌ها:
472	آلودگی‌های آب
472	1- آلودگی شدید (منطقه‌ی پلی ساپروبیک).
472	2- آلودگی متوسط (منطقه مزوساپروبیک)
473	3- منطقه آب خالص (اولیگوساپروبیک).

473	..... باکتری‌های سولفور ه رنگی
474	..... سخت پوستان:
475	..... باکتری‌های نیتروبیوسون کننده
476	..... جدول نواحی عمومی وجود فیتوپلانکتونها و ویژگی‌های انواع مختلف آبها در ارتباط با آنها
477	..... ویژگی‌های برخی از تخم کرم‌هایی که از نظر عفونت‌زایی مهم هستند
478	..... ویژگی‌های کرم‌هایی که در انسان ایجاد عفونت می‌کند:
479	..... رهنمودهایی برای شناخت و حذف ارگانسیم‌های مسئله‌ساز آب:
481	..... انواع میکروارگانسیم‌ها:
482	..... از نظر منبع انرژی و کربن به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:
482	..... ویژگی‌های میکروارگانسیم‌های فتوتروف:
483	..... انواع ویروس‌های مدفوعی - دهانی:
483	..... ویژگی‌های متابولیسمی باکتریهای مزاحم:
484	..... ویژگی‌های باکتری‌های سولفور ه:
484	..... واکنش‌های مختلف آنروباکتریاسه:
485	..... تک یاخته‌های پاتوژن انسانی:
486	..... میزان کلر باقیمانده برای از بین بردن کیست‌ها و باکتری‌ها:
486	..... اسامی باکتریهای تولید کننده متان و مشخصات آن:
487	..... انواع گروه‌های میکروارگانسیم براساس منابع آنها:
487	..... محدوده حرارتی برای میکروارگانسیم‌های مختلف:
488	..... منابع:

مقدمه

آب سرچشمه زندگی و یکی از فراوانترین ترکیبات زمین است، ضرورت آب برای بقا و حیات انکار ناپذیر است چرا که هیچ موجود زنده‌ای از جمله انسان بدون وجود آن قادر به ادامه حیات نیست.

کلیه اجتماعات اولیه و تمدنهای قدیمی بشری در کنار رودخانه‌هایی از جمله دجله، فرات، نیل، گنگ و غیره شکل گرفته است و انسانهای اولیه توانسته‌اند با بهره‌گیری از آب این رودخانه‌ها و به کمک روشهای ابتدایی، نیازهای اولیه خود را برآورده سازند.

همسو با ایجاد تحولات بشری و افزایش مصرف و به تبع آن افزایش آلودگی‌های زیست محیطی بالاخص آلودگی آب، و از طرفی با پیشرفت تکنولوژی و بهداشت و پی بردن به نقش آب در انتقال بیماریهای مختلف، خصوصیات و کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن نیز مطرح شد و به تجربه ثابت شد که نمی‌توان هر آبی را برای هر منظوری به کار برد. از این رو آب آشامیدنی را آبی سالم، گوارا و قابل دسترس تعریف کردند.

از مجموع 1357760 هزار کیلومتر مکعب آبهای کره برای زمین حدود 97/2 درصد در اقیانوسها، دریاها، دریاچه‌ها و باتلاقها جاری است که به علت وجود مقدار زیادی مواد کانی، ارزش چندانی برای مصارف شرب و یا کشاورزی ندارد، از 2/8 درصد بقیه که آبهای شیرین را تشکیل می‌دهد فقط 0/3 درصد (4100 هزار کیلومتر مکعب) که شامل آبهای سطحی و زیرزمینی است به سهولت قابل دسترس و بهره‌برداری است که متاسفانه این مقدار هم بطور یکنواخت در نقاط مختلف کره زمین توزیع نشده بطوریکه سرانه افرادبومی نواحی خشک جهان فقط به چندمتر مکعب محدود می‌شود.

از آنجا که بخش عمده‌ای از آبهای شیرین مورد اشاره را نمی‌توان مستقیماً به مصرف آشامیدن رساند لذا باید کیفیت آنها را پیش از مصرف و بر حسب نیاز با به‌کارگیری تکنیکهای تصفیه بهبودبخشید، بالاخص آبهای سطحی جاری که بنا به ماهیتشان محتوی ناخالصی‌های محلول و غیر محلول هستند و یا اینکه توسط بشر آلوده می‌شوند.

از اینرو با عنایت به تغییر الگوهای مصرف و از طرفی آلودگی روز افزون آبها، اهمیت صنعت تصفیه آب روز به روز آشکارتر می‌شود و توسعه فن و دانش اینکار در جهان هر روز آهنگی سریعتر می‌یابد.

در کشور ما نیز به موازات رشد توسعه اقتصادی، اجتماعی و تامین خدمات بهداشتی درمانی و در کنار آن سیاست تامین آب آشامیدنی سالم و همچنین لزوم بهره‌گیری بهینه از منابع آب موجود، ضرورت استفاده از روشهای تصفیه آب بیش از پیش احساس می‌شود و در این راستا شاهد گسترش روز افزون دانش تصفیه آب در سطح کشور می‌باشیم، بطوریکه

خوشبختانه در این زمینه از به‌کارگیری شرکتهای خارجی در مطالعه، طراحی و نیز اجرای بخش قابل توجهی از تاسیسات تصفیه خانه‌های آب در سطح کشور بی‌نیاز شده‌ایم.

چرخه هیدرولوژیک و کیفیت آب

آب یکی از فراوانترین ترکیباتی است که در طبیعت یافت می‌شود و تقریباً $\frac{3}{4}$ سطح زمین را در برمی‌گیرد. علی‌رغم این وفور چندین عامل باعث کمبود آب برای استفاده انسانها می‌شود. همانطور که در جدول دیده می‌شود بیش از 97 درصد کل منابع آب جهان در آبهای شور قرار گرفته و برای بیش‌تر مقاصد بسادگی قابل استفاده نیست، از 3 درصد باقیمانده کمی بیش از 2 درصد در یخهای قطبی شمال، یخچالها و رطوبت هوا و خاک واقع شده و غیر قابل دسترسی است، به همین دلیل ادامه حیات و نیازهای تکنیکی و کشاورزی انسانها به $\frac{1}{62}$ درصد باقیمانده‌ای که در دریاچه‌ها، و رودخانه‌ها و دریاچه‌های شیرین و آبهای شیرین زیرزمینی قرار دارند وابسته می‌باشد.

جدول توزیع آبهای جهان

موقعیت	حجم (10^{12} m^3)	درصد از کل
دریاچه‌های آب شیرین سطح زمین	125	0/009
دریاچه‌های نمک و دور از دسترس	104	0/008
رودخانه‌ها	1/25	0/0001
رطوبت خاک	67	0/005
آبهای زیرزمینی	8/35	0/61
توده و پوشش یخ	29/200	2/14
کل سطح زمین	37/800	2/8
جو	13	0/001
اقیانوسها	1320000	97/3
کل موقعیت	1360000	100

چرخه هیدرولوژیکی آب به‌طور دایم در حال حرکت است، آب موجود در فضا متراکم شده به شکل برف، باران یا شکل دیگری بر زمین می‌ریزد. در سطح زمین آب به رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و سرانجام به اقیانوس‌ها میریزد یا در خاک نفوذ کرده به آبهای زیر زمینی می‌رسد و در پایان به آبهای سطحی وارد می‌شود. مولکولهای آب از طریق تبخیر آبهای سطحی یا تعرق گیاهان به هوا رفته و گردش مجددی را شروع می‌کنند اگر چه حرکت در برخی نقاط این چرخه نسبتاً سریع است ولی گردش کامل آبهای زیرزمینی اغلب با مقیاسهای زمان ژئولوژیکی اندازه‌گیری می‌شود.

آب در طبیعت در حالت بخار تقریباً خالص است. از آنجایی که عمل تراکم معمولاً به سطح یا هسته نیاز دارد لذا ممکن است آب ناخالصی‌هایی را در حین تراکم به دست آورد. ناخالصیهای دیگر هنگام عبور آب از قسمت‌های دیگر چرخه هیدرولوژیکی در هنگام تماس آب با مواد موجود در هوا و زیر سطح زمین افزوده می‌شود.

فعالیت‌های انسان نیز به نوبه خود از راه مواد زائد صنعتی و خانگی، مواد شیمیایی کشاورزی و دیگر مواد آلود، ناخالصی‌های را به آب اضافه می‌کند و سرانجام این آبهای ناخالص چرخه هیدرولوژیکی را کامل کرده و به صورت نسبتاً خالص به هوا برمی‌گردد.

در عین حال کیفیت آب در مراحل میانی چرخه مورد توجه است، زیرا در این مراحل است که استفاده انسانها از آب صورت می‌گیرد. ناخالصی‌های اضافه شده در طول چرخه هیدرولوژیکی ممکن است به دو صورت معلق و محلول باشد که مسبب آلودگی آب می‌باشد.

طبقه بندی منابع آب با توجه به منشاء:

- 1- جوی
 - 2- سطحی (رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، و دریاها)
 - 3- زیرزمینی (چشمه‌ها و چاهها)
- البته دسته بندی آنها کار صحیحی نمی‌باشد، چون هر سه این منابع با هم در ارتباط کامل می‌باشند. حرکت پیوسته بخار آب به هوا و برگشت به زمین را گردش آب در طبیعت گویند.

1- منابع آب جوی

دمای خورشید باعث تبخیر (EVAPORATION) آب اقیانوسها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود. حرکت توده‌های ابر، بخار آب را در هوا نگهداشته و می‌توان آن را بعنوان انبار ابر (COLD STORAGE) در نظر گرفت. ریشه گیاهان آب خاک را جذب کرده و از طریق سوراخهای تنفسی برگها به هوا می‌فرستد (تعرق) بخار آب ذخیره در ابرها تحت شرایط معینی بصورت قطرات ریز آب یا کریستالهای ریز یخ در می‌آیند و وقتی به اندازه کافی سنگین شوند به صورت نزولات جوی (PRECIPITATION) مانند باران، تگرگ و برف به سطح زمین می‌رسد بعد از مرطوب شدن زمین قسمتی از نزولات جوی بداخل زمین نفوذ می‌نمایند (INFILTRATION) که بیشتر آب در ناحیه گیاهان که چند سانتی متر تا چند متر عمق دارد نگهداشته می‌شود.

گیاهان مقداری از آب را جذب و بقیه را از راه تعرق به جو می‌فرستند و بقیه آب به لایه آبهای زیر زمینی می‌رود، این حرکت عمودی آب را پرکولاسیون PERCOLATION می‌نامند.

عوامل موثر در شرایط تبخیر عبارتند از:

- 1- گرما
- 2- سطح تبخیر
- 3- جریان باد
- 4- کیفیت آب
- 5- فشار جو

در میزان تبخیر دو عامل دخالت دارند:

- 1- هوا
- 2- منبع آب

طبق قانون دالتون:

(فشار بخار آب - در هوا - فشار بخار آب در محیط) = F = میزان تبخیر

روشهای اندازه گیری تبخیر

استفاده از طشتک تبخیر

میزان تبخیر از طشتک / میزان تبخیر از منبع آب اصلی = ضریب طشتک

در بیش تر پروژهها ضریب تبخیر را 0/97 در نظر می گیرند و در شرایط بسیار نادر مقدار آن بزرگتر از 1 می باشد.

سطح کل منبع × ضریب تبخیر × میزان تبخیر = حجم کل تبخیر

2- آبهای زیرزمینی

در بیش تر موارد عبور آبهای زیرزمینی از طبقات مختلف زمین که در حقیقت مانند صافی های مختلف عمل می نمایند سبب حذف عوامل میکروبی و فیزیکی آب می شود. به همین برای آبهای زیرزمینی (مانند چاه) چنانچه از اعماق برداشته شوند در بیش تر موارد فاقد میکروارگانیسم و کدورت و رنگ می باشند، به عبارت ساده تر چنین آبی نیاز به تصفیه ندارد و فقط بخاطر حصول اطمینان و آینده نگری مقداری کلر به آب اضافه می شود تا کلر باقیمانده آن به 0/3-0/5 PPM برسد.

پس همانطور که ذکر شد آبهای زیرزمینی دارای مزایای زیر می باشند:

- 1- احتمال ارتباط با آلودگیهای باکتریایی آن کمتر است

- 2- معمولاً هیچ گونه تصفیه‌ای نیاز ندارند
- 3- مشکل جلبک در آنها نداریم
- 4- مشکل طعم و بو را نداریم
- 5- به علت عدم دسترسی فاضلاب به آنها میزان املاح در این آبها بیش از حد مجاز نمی‌باشد.
- 6- بهره برداری از آن آسانتر از آبهای سطحی است.
- 7- در ارتباط با اهداف خنک سازی مزیت بهتری دارد چون حرارت آن ثابت تر است و معمولاً اختلاف آن در تابستان و زمستان 2 تا 3 درجه تفاوت می‌کند.

معایب آبهای زیرزمینی:

- 1- پمپاژ
- 2- در برخی مواقع وجود املاح بیش از حد استاندارد
- 3- در مکانهایی که بدون پروانه، حفاری صورت می‌گیرد، افت زیاد است.

3- آبهای سطحی

آب سطحی، آب حاصل از بارندگی می‌باشد و کیفیت آن بستگی به جنس زمینی دارد که آب در آن جریان دارد. علاوه بر آن؛ سرعت و شدت حرکت آب و تلاطم آن از عواملی هستند که می‌توانند اکسیژن محلول را از طریق هوا به آب اضافه نمایند.

بالا بردن اکسیژن محلول از نقطه نظر حیات آبریان حائز اهمیت می‌باشد. کیفیت آب سطحی ممکن است در هر لحظه به وسیله عوامل آلوده کننده‌ای که به نحوی در آن وارد می‌شوند تغییرات فاحشی می‌نماید، که در هر صورت کیفیت این آب با نوع عوامل آلوده کننده مرتبط می‌باشد.

علل تصفیه آب:

- 1- بهداشت عمومی:
- مصرف آبهای آلوده باعث ایجاد بیماری در مصرف کنندگان می‌شود، بنابراین هدف اصلی از تصفیه آب پیشگیری از بیماری‌ها می‌باشد.

تعریف آب سالم:

آبی که دارای کیفیت (خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی)، کمیت (دبی و فشار) و توزیع مطلوب باشد را آب سالم می‌گویند.

2- اقتصاد آب:

بسیاری از عوامل کیفی آب مسائل اقتصادی خاصی را به دنبال دارند، مانند آبهای سخت، مصرف صابون را بالا می‌برند و یا موجب گرفتگی تاسیسات حرارتی می‌شوند و هزینه‌های اصلاحی و مصرف سوخت را بالا می‌برند.

3- صنعت

هر صنعتی، آب مخصوص به خود را لازم دارد و نوع تصفیه بستگی به این نیاز دارد.

تاریخچه استاندارد:

اولین استاندارد در باره‌ی آب شرب در سال 1914 وضع شد که مربوط به کلیفرماها بود. بطور خلاصه اینکه قانون کیفی آب سه فاز را در خود جا می‌دهد که عبارتند از معیارها، استانداردها و اهداف.

معیارها:

عبارت از اعداد و ارقامی برای تعیین کیفیت بدون در نظر گرفتن بعد اقتصادی و فرهنگی می‌باشند، که متأسفانه معیارها پشتوانه قانونی ندارد و فقط مرجع علمی هستند.

استانداردها:

استانداردها باید با توجه به امکانات و مسائل فنی، اقتصادی و اجتماعی هر کشور نوشته شوند تا پشتوانه قانونی پیدا کنند.

اهداف:

اهداف، دقیقتر از استاندارد است و ملاک رسیدن به حداکثر مطلوب می‌باشد. مثلاً اگر در سال 62 کدورت 10 واحد بوده و در سال 76، برابر با 5 واحد شود و در سال 77 یک واحد و هدف مطلوب رسیدن به 0/1 واحد می‌باشد.

در اینجا لازم است دو تعریف را از نظر بگذرانیم:

1- حداکثر مطلوب:

عبارت است از حداکثر غلظتی از مواد که برای آب آشامیدنی مناسب تشخیص داده می‌شوند. چنانچه آب حاوی موادی در غلظت بالاتر از حداکثر مطلوب باشد از نظر کیفیت در حد پایین‌تری قرار دارد اما هنوز قابل آشامیدن است.

2- حداکثر مجاز:

عبارت است از حدی که اگر غلظت مواد موجود در آب از آن تجاوز کند آب مزبور برای آشامیدن مناسب نمی‌باشد و مصرف آن در دراز مدت اثرات زیان بخشی بر سلامت مصرف کننده باقی خواهد گذاشت.

خصوصیات فیزیکی:

1- کدورت:

کلمه کدر به آب‌هایی گفته می‌شود که مواد معلق در آن وجود داشته باشد که مانع از عبور کامل نور از آب شده و یا عمق قابل رویت آب را محدود می‌سازد.

کدورت ممکن است توسط انواع گوناگون مواد معلق در آب به وجود آمده باشد. اندازه این مواد از ذرات کلوئیدی تا دانه‌های درشت مواد معلق متغیر است که بستگی به قسمت متلاطم آب دارد و این ذرات به سادگی ته نشین نمی‌شوند و در دسته کلوئیدها قرار می‌گیرند.

بر حسب تعریف، کلوئیدها ذراتی هستند که اندازه آنها بین یک میلی میکرون تا یک میکرون می‌باشد. به عبارت دیگر کلوئیدها ذراتی هستند که اندازه آنها بین 10^{-3} تا 10^{-8} میلی متر و یا 1000 میلی میکرون تا یک میلی میکرون و یا 10000 آنگستروم تا 10 آنگستروم می‌باشند.

انواع سیستم‌های کلوئیدی

هرسیستم کلوئیدی از دو فاز یا از دو بخش تشکیل شده است

1- فاز پیوسته

2- فاز پراکنده

مهمترین سیستم‌های کلوئیدی عبارتند از:

مثال	نام	فاز پیوسته	در	فاز پراکنده
کدورت آب	SO	مایع	در	جامد
روغن در آب	EMULSION	مایع	در	مایع
کف صابون در آب	FOAM	مایع	در	گاز
MIST	اُتروسِل FOG	گاز	در	مایع
گرد و خاک - دود	DUST	گاز	در	جامد
ژله	ژل	جامد	در	مایع
(سنگ پا)	pumice پپی بومایس	جامد	در	گاز

ذرات کلوئیدی دارای خاصیت الکتریکی می‌باشند و این بار الکتریکی است که در رفتار آنها موثر است. بیش‌تر ذرات کلوئیدی موجود در آب دارای بار الکتریکی منفی می‌باشند و این بار الکتریکی چنانچه به طریقی آن را کاهش داده و یا از بین ببریم، ذرات درشت شده و تحت تاثیر نیروی ثقل ته نشین خواهند شد.

بار الکتریکی ذرات کلوئیدی در مجاورت آب تحت عنوان پتانسیل زتا نامیده می‌شوند. موادی که دارای بار الکتریکی مثبت می‌باشند نظیر آهن سه ظرفیتی و یا آلومینیم تحت شرایط معینی (یعنی pH و دز معین) می‌توانند پتانسیل را کاهش داده و یا از بین ببرند و با ذرات کلوئید موجود در آب که دارای بار منفی هستند ملحق شده و تشکیل توده درشت‌تری به نام فلوک داده و با کاهش سرعت آب تحت نیروی ثقل، ته نشین شوند. کلروفریک و سولفات آلومینیوم را به عنوان منعقد کننده و عمل را عمل انعقاد گویند.

کدورت ضعیف:

اندازه‌ی ذرات آنها بین یک میکرون تا 0/1 میکرون بوده و در حقیقت حد یا دامنه فعالیت، اولترا میکروسکوپ می‌باشند.

کدورت شدید:

اندازه ذرات آنها بین یک میکرون تا ده میکرون می‌باشند که در واقع دامنه فعالیت میکروسکوپ آزمایشگاهی می‌باشد و حال آنکه باکتریها بین 0/1 تا 10 میکرون و جلبکها غالباً بیش از یک میکرون قطر دارند. باید توجه داشت ذراتی که 10^{-4} میلی متر و بزرگتر از آن می‌باشند باعث ایجاد کدورت در آب می‌شوند و ذراتی که کوچکتر از 10^{-4} میلی‌متر باشند ایجاد رنگ، بو و طعم می‌کنند.

قسمت اعظم ذرات در آبهای طبیعی سیلیس است که وزن مخصوص آن $2/65 \text{ gr/cm}^3$ می‌باشد. ذرات سیلیس به فرم سنگ با قطر 2 تا 0/1 میلی متر به سرعت در آب ته نشین می‌شوند ولی ذرات ریز به تنهایی ته نشین نمی‌شوند. برای درک بهتر مطلب به نکات زیر اشاره می‌شود:

ذراتی با قطر 10^{-3} میلی متر با سرعت معادل یک میلی متر در ساعت ته نشین می‌شوند و ذراتی با قطر 10^{-4} میلی متر با سرعتی معادل یک میلی متر در روز ته نشین می‌شوند و ذراتی با قطر 10^{-5} میلی متر با سرعتی معادل یک میلی متر در سال ته نشین می‌شوند.

عمل انعقاد درباره‌ی ذراتی صورت می‌گیرد که قطر آنها در حدود 10^{-3} میلیمتر می‌باشد.

تعریف قدیمی واحد کدورت:

با حل نمودن یک میلی گرم سیلیس استاندارد در یک لیتر آب یک واحد کدورت به دست می‌آید.

تعریف جدید واحد کدورت:

این تعریف براساس N.T.U می‌باشد، محلول A شامل یک گرم هیدرازین سولفات به فرمول $(\text{NH}_2)\text{SO}_4\text{H}_2$ در یک بالن ژوژه 100 میلی لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم 100 میلی لیتر می‌رسانیم. محلول B شامل 10 گرم هگزا استیلین تترآمین $(\text{CH}_2) 6\text{N}_4$ در یک بالن ژوژه 100 میلی لیتر ریخته و با آب مقطر به حجم 100 میلی لیتر می‌رسانیم. چنانچه 5 میلی لیتر از محلول A و 5 میلی لیتر از محلول B را در یک بالن ژوژه 100 میلی لیتر ریخته. حجم آن را با آب مقطر به 100 میلی لیتر برسانیم، دارای کدورت می‌باشد. کدورت را بر حسب F.T.M, J.T.U, N.T.U میلی گرم در لیتر گزارش می‌دهند.

اهمیت کدورت از نظر بهسازی:

آ- زیبایی: (غبت مردم به استفاده‌ی آب کم می‌شود، چون خیال می‌کنند آب و فاضلاب آمیخته شده)
 ب- ضد عفونی: آب معمولی را کلر یا ازن براحتی ضد عفونی می‌کند ولی آب کدر با فاضلاب احتمالاً آلوده شده و ضد عفونی آب کدر بعید به نظر می‌رسد.

روش‌های اندازه گیری کدورت:

به دو روش کدورت اندازه گیری می‌شود.

آ- مستقیم: وزن سنجی

ب- غیر مستقیم:

1- تورییدیمتر به طریقه اندازه گیری اثر کدورت روی عبور نور باشد

2- نفلومتری- متفرق کردن نور

4- رنگ آب:

مقدمه:

آب خالص بیرنگ است ولی در طبیعت به وسیله‌ی مواد خارجی رنگ می‌شود مثلاً اگر زرد رنگ باشد نشان می‌دهد که به اسیدهای آلی آلوده شده و یا در آب آهن وجود داشته باشد رنگ آب قهوه‌ای متمایل به قرمز می‌شود. در هر صورت ریشه رنگ آب به قرار ذیل است:

ریشه‌های رنگ آب

- 1- وجود برخی از فلزات مانند آهن و منگنز که اکسید آهن باعث قرمزی و اکسید منگنز باعث قهوه‌ای شدن آب می‌شود.
- 2- انحلال مواد آلی، تکه چوب‌ها، خار و خاشاک و یا برگهای پوسیده در آب، آب آغشته به تانن
- 3- اسید هیومیک و هیوماتها که رنگ قهوه‌ای متمایل به زرد به خود می‌گیرند.
- 4- فاضلابهای صنعتی صنایع نساجی و رنگرزی کاغذ سازی فرآیند مواد غذایی تهیه مواد شیمیایی و معادن پالایشگاه و کشتارگاهها که به رودخانه وارد می‌شوند سبب افزایش رنگ آب می‌شود.

انواع رنگ:

رنگ حقیقی: رنگ ناشی از مواد محلول که بعد از جدا شدن مواد معلق باقی می‌مانند رنگ حقیقی نامیده می‌شود که در درجه اول به علت وجود ذرات کلئیدی با بار منفی است به همین دلیل برای جدا کردن آنها معمولاً منعقد کننده‌هایی به کار می‌برند که بار مثبت دارند بخصوص املاح سه ظرفیتی آلومینیوم.

رنگ ظاهری: رنگ ناشی از مواد معلق که در واقع رنگی نیستند مثل رودخانه‌هایی که از خاک سرخ می‌گذرند.

واحد رنگ: معمولاً به واحد HAZen که مقیاس پلاتین کبالت است بیان می‌شود و آن عبارت است از رنگی که یک

میلی گرم در لیتر پلاتین بشکل یون کلرو پلاتینیک به آب می‌دهد PTCL

استاندارد رنگ: برابر 15 واحد رنگ که پلاتین کبالت است.

اندازه گیری رنگ:

- 1- اندازه گیری مقایسه‌ای: لوله‌های رنگ حاوی یکسری استاندارد بوده و برای مقایسه مستقیم نمونه‌های اب (که برای برطرف کردن رنگ ظاهری فیلتر شدند) به کار می‌رود. نتیجه‌ی این روشها بر حسب واحدهای حقیقی بیان می‌شود.
- 2- استفاده از دیسکهای شیشه‌ای رنگی: که با رنگهای استاندارد کالیبره شده استفاده می‌شود.

توجه: بعلت تغییرات بیولوژیکی و فیزیکی به هنگام نگهداری و اثرات آنها بر رنگ آب نمونه‌ها باید در مدت حداکثر 72 ساعت از نمونه گیری آزمایش کرد.

اثرات رنگ

- 1- رغبت مصرف کنندگان را کم می‌کند.
- 2- آب خیلی رنگین برای تهیه فرایندهای غذایی مناسب نیست و حتی برای صنایع غیر غذایی مثل لباسشویی، رنگرزی، کاغذسازی، نساجی و تهیه‌ی پلاستیک مناسب نیست.
- 3- اگر چه رنگ حقیقی غالباً غیر بهداشتی نیست یا ناسالم در نظر گرفته نمی‌شود ولی مواد آلی تولید کننده رنگ حقیقی ممکن است نیاز به کلر را افزایش دهند و با این روش از اثر بخشی کار بعنوان ماده ضد عفونی کننده بکاهد.
- 4- ترکیبات فنلی (فرآورده‌های ناشی از تجزیه سبزیجات) در ترکیب با کار منجر به تولید طعم و بوی بد می‌شود.

طعم و بو:

در صنعت آب مساله طعم و بوی آب نیازمند توجه زیادی است آبهای سطحی در مقایسه با آبهای زیرزمینی بیشتر با این مشکل روبرو هستند. بطور کلی منابع تولید طعم و بو عبارتند از:

- 1- تجزیه مواد آلی، تجزیه گیاهان، گاهی نیز هیدروژن سولفور SH₂
- 2- وجود جلبکها و آکتینومیست در آب (جدول شماره 1)
- 3- آهن و منگز و محصولات حاصل از خوردگی فلزات
- 4- پساب‌های کشاورزی
- 5- فاضلابهای صنایع شیمیایی که به طور غیر قانونی وارد رودخانه‌ها شدند.

اندازه گیری میزان طعم و بوی آب:

تنها روش عملی برای اندازه گیری بوی آب روش رقیق سازی و بو کردن است بدین ترتیب که نمونه مورد آزمایش را در غلظتهای مختلف یا آب بدون بو رقیق کرده و توسط متصدیان آزمایشگاه بو می‌کشند.

باید در نظر داشت که حساسیت تشخیص بو توسط افراد مختلف یکسان نیست و متصدی باید در تشخیص خود این امر را در نظر داشته باشد، تناسب مجموع حجم رقیق شده به حجم اصلی نمونه در وقتی که بو تشخیص داده نمی‌شود شماره رقت بو گفته می‌شود. THRESHOLDODER NUMBER چنانکه اگر بعنوان مثال 66 میلی لیتر آب

مورد آزمایش را با 134 میلی لیتر آب مقطر رقیق کنیم و دیگر بو تشخیص داده نشود در این صورت (= 3) شماره رقت بو می‌باشد.

$$\text{TON} = \frac{134 + 66}{66} = \frac{200}{66}; 3$$

اگر شماره رقت بو 5 باشد مصرف کنندگان شکایت می‌کنند و در این صورت باید بو زدایی شود. در سالهای اخیر روشی به نام تحلیل نیمرخ طعم FLAVOUR PROFILE ANDYSIS معروف شده است. در این روش طراحی فرآیند تصفیه برای کاهش طعم و بو استفاده از تجربه گروهی که برای تشخیص بوهای مربوط به آبها تصفیه شده آموزش دیده‌اند انجام می‌شود.

روشهای حذف طعم و بو:

سه روش اساسی برای حذف طعم و بوی آب آشامیدنی عبارت از:

- 1- حذف در منابع آب
- 2- حذف در تصفیه خانه
- 3- حذف در سیستم توزیع

روشهای حذف طعم و بو در منبع شامل: 1/1- اختلاط منبع 1/2 - کنترل گیاهان آبی و کنترل آلودگی آب. اختلاط منبع: بیشتر سدها که بیش از ده متر عمق دارند در اوائل پائیز و در طول فصول گرم دارای آب طبقه‌بندی می‌شوند (طبقه اول اپی لیمیون - توموکلاين - هیپولیمینون) در بحث آبهای سطحی توضیح داده شده است در لایه زیرین (هیپولیمینون) اکسیژن محلول کم بوده و شرایط غیر هوازی حاکم است که محصولات شرایط غیر هوازی عبارتند از $\text{CH}_4\text{-CO}_2\text{-SH}_2\text{-NH}_3$ و تجزیه مواد آلی و انتشار بوهای ناخوشایند.

تجربه به دست آمده از نیمه اول قرن بیستم نشان می‌دهد که اختلاط مصنوعی دریاچه‌ها به وسیله میکسرهای مکانیکی، پمپهای مستغرق و پمپهای هوای کششی کیفیت آبرای بهبود می‌بخشد.

1/2 - کنترل گیاهان آبی: کنترل گیاهان آبی روش موثری در حفاظت از کیفیت منابع است. انجام این کار در منابع یا دریاچه‌های بزرگ اسان نیست روش کنترل گیاهان حاشیه‌ای مثل جلبک شامل تغییر سطح آب بصورت چند بار در سال است. زمانی که سطح آب 1/2 تا 1/5 متر پایین بیاید گیاهان آبی خشک می‌شوند ولیکن روش کنترل به روش شیمیایی از مواد ذیل استفاده می‌شود.

استفاده از سولفات مس $CUSO_4, 7H_2O$

از سولفات برای کنترل جلبک رشد کرده و کشتن الگها و جلوگیری از رشد آنها استفاده می‌شود. اگر اجازه داده شود که این الگها سیکل زندگیشان کامل شود ضمن تولید بوی ناخوشایند حتی بعد از مرگشان مشکل بسیار بزرگ روغنها را روی آب داریم که حتی با هوادهی نیز زایل نمی‌شوند.

غلظت مورد نیاز: بسته به نوع جلبک از 0/05 تا 0/8 میلی گرم در لیتر تفاوت می‌کند. جلبک سبز آبی که سبب طعم و بوی شدید در آب می‌شود ممکن است با میزان کمتری کنترل شود هر چند جلبک سبز که گاهی اوقات سبب بروز طعم و بو در آب می‌شود نیاز به سولفات مس با غلظت بالاتری دارد. تا کنون غلظت بیش از 0/8 میلی گرم در لیتر توصیه نشده است زیرا باعث مرگ برخی از ماهی‌ها می‌شود. روشهای کنترل شیمیایی به دو صورت است.

آ- روشهای کاربرد سولفات مس

سولفات مس استفاده شده برای دریاچه‌ها و یا مخازن ممکن است بفرم کریستال و یا فرم پودر شده استفاده شود و آنها به دو صورت:

- 1- به وسیله‌ی نیروی چرخشی که دیسک (صفحه) فراهم می‌کند بر سطح مخزن پاشیده می‌شود.
- 2- استفاده از قایق: دانه‌های کریستالی از سولفات مس در کیسه مشکی قرار داده و در یک قایق آنرا به دنبال خود بکشانید قایق ممکن است در طول مسیر موازی 6 تا 10 متر حرکت داده شود. در روش دیگری ممکن است هنگام حرکت قایق بر روی مخزنها پاشیده شود.

ب- استفاده از پرمنگنات پتاسیم:

گزینه دیگری بجای سولفات مس است که غلظت موثر آن از 0/4 تا 4 میلی‌گرم در لیتر است عواملی نظیر حلالیت کم پرمنگنات پتاسیم (5 گرم در 100 میلی گرم در 20) و قیمت زیاد آن (2000 دلار برای هر تن) و بوجود آمدن رنگ ارغوانی در آب باعث می‌شود مهندسين و بهره‌برداران رغبتی به استفاده از پرمنگنات نشان ندهند.

پ- از روشهای دیگری که در گذشته تجربه شده می‌توان از پودر کربن فعال و ترکیبات کلر استفاده کرد.

ترکیبات کلر که به صورت هیپوکلریت کلسیم و هیپو کلریت سدیم استفاده می‌شود میزان کلر باقیمانده آزاد برای کنترل جلبک 0/2 تا 1 میلی گرم در لیتر است با وجود این تاثیر آنها در معرض نور خورشید بر مواد آلی موجود در آب به سرعت از دست می‌رود استفاده از پودر کربن فعال معمولاً به مخازن کوچک محدود می‌شود. روش کنترل به علت ته

نشینی نسبتاً سریع کربن موقتی است کلر در این مخازن اغتشاش ایجاد می‌کند. غلظت کربن فعال در حدود 10 تا 20 میلیگرم در لیتر است.

1/3 - مدیریت مخازن: در نواحی که چهار فصل بصورت مشخص وجود دارد در بیشتر دریاچه‌ها و مخازن آب طبقات حرارتی تشکیل می‌شود تحت این شرایط یک ناحیه ساکن (هیپولیمینون) تشکیل می‌شود و آب در عمق بیش از 7/5 متر در ماههای گرم و سرد سال ساکن می‌نماید به طوری که در این ناحیه غلظت اکسیژن کم و تقریباً صفر است در این لایه یونهای سولفات و نیترات بعنوان یک منبع اکسیژن برای اکسیداسیون بیوشیمیایی توسط باکتریهای بیهوازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و یون سولفات به یون سولفیت احیاء شده و سولفور هیدروژن تشکیل شده و از این طریق ممکن است به بیش از 20 تا 30 میلیگرم در لیتر برسد. در طول سال دوباره در فصل بهار و پاییز صورت می‌گیرد که در نتیجه آن، دمای آب تغییر می‌کند و این پدیده سبب می‌شود که SH_2 و سایر مواد تولیدکننده بو تا سطح آب بالا بیاید.

هیدروژن سولفور حاصل از اختلاط کامل آب دریاچه را می‌توان بصورت موثر کنترل کرده و از بوجود آمدن ناحیه ساکن در داخل مخزن نیز جلوگیری کرد این روش مصنوعی برای کنترل طبقه طبقه شدن آب اغلب مخازن موثر است اختلاط ممکن است توسط مخلوط کنهای مکانیکی و پمپ‌ها یا لوله‌های هوا انجام گیرد. انرژی مورد نیاز به منظور جلوگیری از طبقه طبقه شدن آب مخازن بسیار پائین است بعنوان مثال:

یک تجربه عملی با توان 30 اسب بخار برای از بین بردن حالت طبقه طبقه دریاچه‌ای با سطح 57/5 هکتار و عمق متوسط 7 متر بصورت 4 بار در طول فصل تابستان برای دوره‌های 4 الی 6 روزه کافی است.

حذف طعم و بو در تصفیه خانه

اگرچه روشهای حذف با پیشگیری طعم و بو و... موثر و غیر عملی است مشکل طعم و بو باید در تصفیه آب برطرف شود. سه فرآیند اساسی برای این منظور عبارت از هوادهی - اکسیداسیون - جذب سطحی است.

هوادهی: هوادهی روش عملی به منظور کنترل مشکل طعم و بو ایجاد شده توسط ترکیبات آلی فرار مثل هیدروژن سولفور است در عین حال هوادهی محدودیتهایی هم دارد که در بخش مربوط بحث خواهد شد بعنوان مثال برای کنترل دی میتیل ایزوبورنئول و ژئوزمین GOOMIN که تولید کننده عمده طعم و بو هستند، هوادهی موثر نیست.

اکسیداسیون: در بیش تر موارد اکسیداسیون عملی ترین و موثرترین روش کنترل طعم و بو است اکسیداسیون می تواند توسط پرمنگنات پتاسیم، ازن زنی، استفاده همزمان از ازن آب اکسیژنه ، دی اکسید، کلرو و کلرنیا سیون صورت گیرد فراوان ترین ماده اکسید کننده شیمیایی مورد استفاده پرمنگنات پتاسیم است که در حد 0/5 تا 5 میلیگرم در لیتر به کار می رود لذا وقتی که از پرمنگنات پتاسیم به میزان 0/6 تا 1/2 میلیگرم در لیتر استفاده شود، طعم و بو تا میزان قابل قبول 3 TOU کاهش می یابد.

ازن زنی نوعی روش موثر اکسیداسیون است. فرآیند ضمن تغییر دادن مشخصات مواد مولد طعم و بو میزان ترکیبات تولید کننده بو را نیز کاهش می دهد میزان موثر ازن از 1 تا 5 میلیگرم در لیتر و میزان متوسط موثر آن 2 میلیگرم در لیتر است.

در این روش کلید موفقیت کنترل طعم و بو وجود نقاط متعدد تزریق ماده اکسید کننده و امکان تغییر دادن نوع آن است. دی اکسید کلر که در گذشته بطور موثری از آن استفاده می شد در حال حاضر بعلت تاثیر زیان آور آن منع شده است. کلریناسیون نیز می تواند بعنوان روشی موثر در کنترل طعم و بو به کار رود ولی استفاده از آن به برای امکان تشکیل تری هالومتان ها و کلرفنل باید به دقت ارزیابی شود.

به طور کلی در پیش گیری بو طعم آب، تصفیه خانه آب باید به سیستم تغذیه پرمنگنات پتاسیم و کلر مجهز باشد همچنین انجام مطالعات اساسی به منظور انتخاب نوع و غلظت مناسب ماده اکسیدان پیش از طراحی تصفیه خانه ضروری است.

جذب سطحی: جذب سطحی را می توان به تجمع مواد در سطح مشترک بین دو فاز تعریف کرد. در تصفیه آب و فاضلاب این سطح مشترک بین مایع و جامدی است که به طور مصنوعی ایجاد شده است. ماده حذف شده از فاز مایع جذب و ماده فراهم کننده سطح جامد جذب کننده ABSORBENT نامیده می شود.

طرز تهیه کربن فعال: کربن فعال از مواد کربن دار همچون: زغال سنگ، پس مانده های نفتی و غیره تولید می شود. ذغال با سوزاندن ماده در فضای بدون هوا تهیه می شود این ذغال در دمای بالاتر اکسید می شود تا ساختار خیلی متخلخلی درست شود.

اشکال مختلف کربن فعال

1- کربن فعال دانه‌ای: کربن فعال پس از تشکیل خرد شده تا دانه‌هایی بقطر 1 تا 2 میلی متر درست شود و برای بوه‌های کهنه به کار می‌رود تا دانه‌هایی به قطر 3-0/3 میلی‌متر درست می‌شود.

2- کربن فعال پودری (قطر 0/14 – 0/04 میلی‌متر) بصورت سوسپانسیون به آب اضافه می‌شود. نحوه عمل کردن فعال مواد آلی محلول بر سطوح خارجی و داخلی جذب می‌شود پس از پوشیده شدن این سطوح کربن باید احیا شود.

1-1 کربن فعال دانه‌ای

سیستم تماس برای کربن فعال دانه‌ای GAC متشکل از تانک‌های استوانه‌ای محتوی بستر ماده است. مطابق شکل 1 آب از این بستر عبور داده و زمان کافی برای انجام فرایند جذب سطحی فراهم می‌شود. سیستم مذکور به دو صورت کار می‌کنند:

1- بستر ثابت عملیات ناپیوسته‌ای است که پس از مصرف شدن ظرفیت جذب سطحی کربن از کار انداخته می‌شود.

2- بستر متحرک (هر 4 تا 5 سال)

روش احیا بسترهای دانه‌ای: اگر چه بسترهای دانه‌ای کربن را می‌توان در محل با بخار آب دمای فوق اشباع تمیز کرد متداولترین روش حذف کربن برای تمیز کردن در کوره می‌باشد. فرایند احیا تقریباً شبیه فرایند اولیه فعالسازی است. مواد آلی جذب شده ابتدا در دمای 800 درجه سانتیگراد در فضای بدون اکسیژن سوزانده می‌شود، سپس عامل اکسید کننده معمولاً بخار آب است در دمای بالاتری برای حذف پس مانده فعال سازی مجدد به کار گرفته می‌شود.

در سیستم بستر متحرک، کربن ضعیف شده بطور پیوسته از ته بستر حذف شده و کربن احیاء شده در بالا جایگزین آن می‌شود. اکثر کاربردهای جدید از سیستم بستر متحرک با جریان در خلاف برای استفاده می‌کند یعنی آب در ته بستر وارد شده و بطرف بالا در خلاف جریان کربن حرکت می‌کند.

مهم:

طرح سیستمهای کربن فعال دانه‌ای براساس میزان جریان و زمان مانده است میزان جریانهای $\frac{m^3}{m^2 - min}$ 0/08-0/9 و

زمان ماند از 10 تا 50 دقیقه براساس سطح مقطع و حجم تانک خالی متداول است زمان لازم برای استراحت تا 20% و از بین رفتن 5 تا 10% در هر کل باید احیاء شود.

پودر کربن فعال: پودر کربن فعال (با قطر معادل 0/14 - 0/04 میلیمتر) بصورت سوسپانسیون به آب اضافه می‌شود و میزان آن که از طریق آزمایش بدست می‌آید در حدود 1-50 گرم در هر متر مکعب است که البته با در نظر گرفتن مسائل اقتصادی 1-20 گرم توصیه می‌شود ده تا پانزده دقیقه پس از اضافه شدن پودر کربن فعال به آب تا حدود 90% فرایند انجام می‌شود.

توصیه شده که پیش از فرآیند جذب سطحی یک مرحله اکسیداسیون توسط ازن در نظر گرفته شود همچنین پس از اضافه شدن پودر کربن فعال وجود یک مرحله انعقاد شیمیایی ضروری است. زیرا پودر کربن فعال از بستر صافی‌های شنی عبور می‌کند و صافی قادر به جداسازی آن از آب نیست پس می‌باید ذرات بسیار ریزپراکنده پودر کربن فعال و مواد جذب شده به آن از طریق فرآیند انعقاد و ته نشینی و عبور از صافی بطور کامل از آب جدا شود.

شیوه‌های به کار گیری کربن فعال در جذب سطحی: صافی کربن فعال از دیدگاه‌های مختلف موثر است.

آ- فرایند فیزیکی: همانند صافی‌های سریع شنی

ب- فرآیند جذب سطحی: که فرآیند اصلی است و اثر آن به کمک استفاده از یک مرحله اکسیداسیون پیش از ورود به صافی کربن افزایش می‌یابد. فرآیند بیولوژیک همانطوریکه زنتهایمر SONTHEIMR در آزمایش‌های خود ثابت کرده است تحت شرایط خاص یک لایه بیولوژیک بر روی ذرات کربن فعال ایجاد می‌گردد و قادر است مواردی را که به سختی قابل تجربه هستند تجزیه کند.

د- همانند کاتالیزور که در جداسازی کلر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول شماره ۱ طعم و بوی تولید شده توسط جلبک‌ها و مشخصات طعم و بوی ناشی از آنها

نوع جلبک	گروه جلبک	بوی ناشی از جلبک		طعم	احساس زبان
		میان	شدید		
آناپانا	آبی - سبز	کپک زدگی، چمنی	گندیدگی	-	-
آناسیستیس	آبی - سبز	چمنی	گندیدگی	شیرین	-
آفاتی زومنون	آبی - سبز	کپک زدگی، چمنی	گندیدگی	شیرین	بی مزه (خشک)
آستریونلا	دیاتوم	عطری زنده	بوی ماهی	-	-
سراتیوم	فلاژله	بوی ماهی	گندیدگی	تلخ	-
دینوبرایون	فلاژله	شب بو	بوی ماهی	-	ساده (نرم)
اسیلاتوریا	آبی - سبز	چمنی	بوی گندیدگی زنده	-	-
سندموس	سبز	-	چمنی	-	-
اسپیروژیرا	سبز	-	چمنی	-	-
سینورا	فلاژله	بوی خیار یا خربزه تند	بوی ماهی	تلخ	خشک فلزی نرم
تابلاریا	دیاتوم	عطری	بوی ماهی	-	-
پولوتریکس	سبز	-	چمنی	-	-
ولوکس	فلاژله	بوی ماهی	بوی ماهی	-	-

2- خوردگی corrosion

تعریف: خوردگی فرایندی است اکسیداتیو که در آن فلز نسبت به محیط خودش واکنش میدهد و یا به عبارت دیگر فرایند اکسیداتیو خود بخودی است که در آن فلز در اثر واکنش شیمیایی با محیط و یا الکتروشیمیایی با محیط خود خراب می‌شود.

اهمیت خوردگی: خوردگی یکی از مشکلات عمده صنعت آب است که بر بهداشت وسایل آبرسانی و هزینه تهیه آب سالم می‌تواند تاثیر داشته باشد و معمولاً از دو دیدگاه بهداشتی و اقتصادی مورد توجه است.

آ- بهداشتی:

لوله‌ای که تحت تاثیر خوردگی قرار گرفته عوامل بیولوژیک براحتی داخل آن شده و سیستم توزیع آب را بعنوان پناهگاهی برای باکتریها و مخمرها تبدیل نماید و در نتیجه ضمن آلودگی آب مشکلاتی از قبیل تولید بو و طعم و لجن نموده که در نتیجه سبب بیماری و عدم میل به مصرف را در استفاده کنندگان ایجاد می‌نماید.

از مشکلات بهداشتی دیگر که در اثر خوردگی بوجود می‌آید اینکه اگر در محیط کارگذاری لوله و یا نفوذ فاضلاب حاوی سرب و کادمیم از طریق خوردگی وارد آب شده و سبب مسمومیت مصرف کنندگان می‌شود. همچنین سه فلز مس و آهن و روی که محصولات ناشی از خوردگی هستند باعث ایجاد رنگ و مزه آب می‌شوند که در نتیجه باعث شکایات مردم و ایجاد مشکلات روانی شده و پیامدهای اجتماعی و اقتصادی را به دنبال دارد.

ب- اقتصادی:

در بیش تر مواقع مسئله خوردگی لوله‌های توزیع و انتقال آب جدی گرفته نمی‌شود تا اینکه منجر به خسارات کلی به شرح ذیل می‌شود:

- 1- تعمیر لوله و تعویض آنها
- 2- افزایش هزینه پمپاژ
- 3- کاهش مقدار و فشار آب
- 4- تعویض وسایل گرمایش

عوامل ایجاد کننده خوردگی:

آ- خوردگی باکتریولوژیک

ب- خوردگی فیزیکی

پ- خوردگی شیمیایی

ت- خوردگی الکتروشیمیایی

خوردگی باکتریولوژیکی:

1- تعریف

این خوردگی از واکنش بین مواد موجود در لوله و ارگانسیم‌هایی همچون باکتریها و آلکها و قارچها حاصل می‌شوند که در پی رشد تخریب لوله‌ها را به دنبال دارد و همچنین اثرات سوء که بر آب شرب دارند قابل توجه می‌باشد.

2- اثرات خوردگی باکتریولوژیکی بر آب مشروب:

2-1- ایجاد مزه و بو در سیستم آبرسانی

2-2- تخریب مواد تشکیل دهنده لوله

2-3- رنگ پذیری آب که به صورت آب قرمز از شبکه خارج می‌شود.

3- روشهای کنترل:

3-1- برهم زدن محللهای رشد این میکروارگانسیمها از قبیل شکافهای مکانیکی و درز در لوله که باید هنگام تولید اصلاح شوند.

3-2- جلوگیری از ایجاد نقاط کور در شبکه آبرسانی

3-3- شستشوی پیش از بهره برداری با آب کلر

انواع باکتریهای عامل خوردگی و چگونگی عمل آنها:

1- باکتریهای احیا کننده سولفات که در شرایط بیهوازی فعالیت می‌نمایند و می‌توانند گوگرد را به هیدروژن سولفور تبدیل نمایند و هیدروژن سولفور تولیدی با آهن ترکیب و تولید سولفات فرو می‌نماید که این مسئله باعث خوردگی آهن و گرفته شدن لوله‌های چدنی می‌شود.

ظاهراً لوله سالم است و خوردگی وجود ندارد ولی در اثر ضربه زدن ورقه‌های سولفید آهن از آن جدا می‌شود.

این خوردگی عبارتند از:

1- داخلی: در داخل لوله وقتی اتفاق می‌افتد که غلظت سولفاتهای موجود در آب زیاد باشد و مقدار اکسیژن محلول

کم

2- خارجی

اما درباره‌ی خوردگی خارجی می‌توان گفت در شرایطی اتفاق می‌افتد که لوله در خاک رس در محل مرطوبی کار گذاشته شده باشد. در این شرایط این نوع باکتریهای فعال، گوگرد موجود در سولفات کلسیم را به هیدروژن سولفور تبدیل می‌نمایند برای جلوگیری از این نوع خوردگی باید شرایطی فراهم نمود که باکتریها نتوانند رشد کنند مثلاً برای جلوگیری از خوردگی درونی باید آب را هوادهی کرد تا میزان اکسیژن محلول بالا برود و یا درباره‌ی خوردگی خارجی باید برای پوشش و سونداژ لوله از ماسه بادی استفاده نمود.

2- باکتریهای آهن:

تعریف: باکتریهای آهن عبارت است از گروهی از باکتریهای هوازی که یون آهن و یا منگنز را اکسید کرده و بعنوان یک ترکیب اصلی در فعل و انفعالات خود مورد استفاده قرار می‌دهند. در نتیجه تولید نمکهای آهن و منگنز کرده و به شکل هیدرواکسید رنگ قهوه‌ای به آب می‌دهد.

اثرات و مشکلات باکتریهای آهن:

- 1- رنگین شدن آب (به رنگهای زرد، آجری یا قهوه‌ای)
- 2- کاهش در میزان سرعت جریان آب در لوله‌ها بدلیل رشد باکتریها در سطح داخلی لوله هاوتنگ شدن آنها به قطر یک و نیم سانتیمتر.
- 3- ایجاد قشری از رسوب آجری یا قرمز رنگ در بستر اینگونه آبها چه در لوله ها و چه در جویبارها
- 4- بسته شدن سریع صافیها در اثر وجود این باکتریها در آب
- 5- رشد بیش از اندازه این باکتریها در مخازن که در عمق و سطح منجر به پدیده غیر هوازی در آب شده و تولید بو در آب می‌شود.
- 6- تبدیل سولفات به سولفید

مهمترین انواع باکتریهای آهن

الف- گالیونلا

ب- اسفروتیلوس - گروه لپتوتریکس

اسفروتیلوس از قارچهای شناخته شده‌ی فاضلاب است

دارای رشد انبوه و شبیه به توده پنبه سفید

خاکستری یا قهوه‌ای هستند که به شدت سطح لوله را تخریب می‌کند و می‌خورد و در رودخانه‌ها موجب اختلال در رشد حیوانات آبی می‌شود.

پ- توکسو تریکس TOXOTHRIX

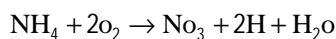
این باکتریها به مقدار زیاد در چشمه‌های آهن دار یافت می‌شود.

د- تیوباسیلوس فرواکسیدانس

باکتری انرژی مورد نیاز خود را از اکسید کردن ترکیبات معدنی S و Fe بدست می‌آورد.

روشهای جلوگیری از رشد این باکتریها در فاضلاب:

- 1- خنثی کردن pH و رسانیدن آن به بیش از 4/3
- 2- استفاده از کاهش دهنده‌های فشار سطحی که مانع چسبیدن باکتری به بدنه سنگها می‌شود.
- 3- استفاده از باکتریهای هیپوتروب که انگل این باکتریها هستند
- 4- باکتریهای نیتروژن آمونیاکی و نیتريت رشد کرده و تولید اسید می‌کند و باعث خوردگی لوله می‌شود.



خوردگی فیزیکی:

اگر در طراحی شبکه توزیع آب و یا لوله‌های انتقال، اقطار لوله‌ها طوری انتخاب شوند که سرعت در بخشی از شبکه افزایش و یا بالا باشد و در بخشی دیگر سرعت پایین باشد شرایط برای خوردگی فراهم می‌شود. بعبارت دیگر سرعت زیاد و فشار کم می‌شود در نتیجه (تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی) در اثر کاهش فشار گازهای محلول در آب جدا شده و به شکل حبابهایی در محل تماس آب با لوله‌ها قرار می‌گیرد. در چنین شرایطی اگر سرعت به طور ناگهانی کاهش یابد و در نتیجه فشار زیاد شود حبابهایی تشکیل شده می‌شکنند و این حبابهای شکسته شده باعث ایجاد خوردگی می‌شوند. این نوع خوردگی بیشتر در انتهای پمپ‌های سانتریفیوژ و شیر فلکه‌های نیم و تبدیل و زانو اتفاق می‌افتد.

برای جلوگیری از این خوردگی، شبکه باید طوری طراحی شود که از افزایش بیش از اندازه‌ی سرعت و همچنین کاهش ناگهانی جلوگیری شود.

خوردگی شیمیایی:

خوردگی فلزات بر اثر واکنشهای شیمیایی به دو علت مهم ممکن است اتفاق بیافتد و آن علتها عبارت است از:

آ- وجود عناصر اضافی و کمبود برخی از عناصر در آب و یا بعبارت دیگر فاکتورهای شیمیایی موثر بر خوردگی

ب- اثر متقابل فلز و محیط

که باید هر کدام از واکنشها بطور مفصل مورد بحث و بررسی قرار گیرند.

آ- وجود عناصر اضافی و کمبود برخی از عناصر در آب (فاکتورهای شیمیایی موثر بر خوردگی)

مهمترین فاکتورهای موثر بر خوردگی که ارتباط تنگاتنگی با هم دارند و ایجاد یک تغییر در یکی تغییراتی را در دیگری

موجب می‌شود عبارتند از روابط بین PH و کربن دی اکسید، قلیابیت و اکسیژن محلول و کلر باقیمانده - کل جامدات

معلق - کلسیم و منیزیم - سولفات و کلراید، هیدروژن سولفور، آمونیوم

فاکتور	اثر
PH بالا	- PH پایین ممکن است افزایش خوردگی را موجب گردد، PH بالا لوله‌ها را حفظ کرده و میزان خوردگی را نیز کاهش می‌دهد و می‌تواند سبب ضد عفونی برنج نیز شود.
قلیابیت کم	- ممکن است کمکی در تشکیل پوشش محافظتی باشد یا به کنترل تغییرات PH کمک کند. پایین آمدن قلیابیت در اکثر موارد خوردگی را کاهش می‌دهد، قلیابتهای بالا به خصوص سبب افزایش خوردگی مس و سرب می‌شوند.
DO	افزایش آن باعث بالا رفتن احتمال بروز خوردگی می‌شود.
کلر باقیمانده	باعث افزایش خوردگی فلزی مخصوصاً در مس، آهن، و فولاد می‌شود.
TDS	بالا رفتن میزان TDS (کل جامدات محلول) سبب افزایش هدایت الکتریکی می‌شود و همچنین میزان بروز خوردگی را نیز کاهش می‌دهد.
(منیزیم و کلسیم) سختی	ممکن است رسوب $CaCO_3$ لایه حفاظتی به وجود آورده و خوردگی را کاهش دهد و یا حتی احتمال می‌رود در تماس با قلیابیت و PH اثرش نیز خنثی شود.
سولفات کلراید	در مقادیر زیاد، خوردگی آهن، مس و فولاد گالوانیزه را افزایش می‌دهد.
سولفید هیدروژن	افزایش میزان خوردگی
آمنیوم	ممکن است سبب افزایش حلالیت برخی فلزات همچون مس و سرب شود.
پلی فسفاتها	- احتمال می‌رود برجستگیهای حاصله از خوردگی آهن و فولاد را کاهش داده و سطح داخلی لوله را هموار سازند. سبب افزایش خوردگی آهن و فولاد در مقادیر پایین شوند. باعث هموار شدن لوله سیمانی و A-C شوند. موجب افزایش حلالیت سرب و مس شوند. از تشکیل $CaCO_3$ و رسوب آن نیز جلوگیری می‌کنند. آهن (فرو) را جذب می‌کنند.
ارتوفسفات، سیلیکات	تشکیل لایه‌های حفاظتی را می‌دهند.
منگنز یا روی، آهن	با ترکیبات موجود در سطح داخلی لوله A-C واکنش می‌دهند و لایه حفاظتی را به وجود می‌آورند.
ماده آلی، رنگ طبیعی	کاهش خوردگی را توسط سطح پوششی لوله سبب می‌شوند. برخی از مواد آلی می‌توانند با فلزات ترکیب شوند و با آنها واکنش داده و خوردگی شدید یا از بین رفتن فلز را موجب شوند.
مس	سبب بروز خوردگی عمیق (حفره) در لوله گالوانیزه می‌شوند.
منیزیم و احتمالاً دیگر فلزات جزئی	مانع ته نشینی کلیست از طریق $CaCO_3$ بر روی سطح لوله می‌شوند و رسوب مطلوبی در محلولتر بودن ماده متشکله ARAGONITE از $CaCO_3$ خواهند بود.

پلی فسفاتها، ارتوفسفاتها، سیلیکات، منگنز یا روی، آهن، مس، که هر کدام اثرات مهمی بر خوردگی دارند در جدول 1

بیان شده‌اند.

ب- اثر متقابل فلز و محیط

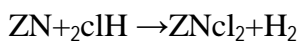
این نوع خوردگی معمولاً تابع جنس فلز، درجه استحکام، درجه خلوص فلز و از طرفی محیطی که فلز در آن قرار گرفته می‌باشد. اگر در محیط وجود برخی از گازهای اتمسفری، وجود برخی از مواد موجود در خاک، تخلیه بنزین و ترکیبات سولفور، تخلیه آب آهک درخاکی لوله کارگذاری شده همه باعث خوردگی می‌شوند که برای جلوگیری باید اول: جنس لوله از فلز خالص تهیه شود. دوم: فلز مقاوم در برابر خوردگی استفاده شود.

واکنشهای الکتروشیمیایی

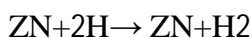
تقریباً تمام نمکهای معدنی تا حدی در آب محلولند. زمانی که این نمکها در آب حل می‌شوند به یون تقسیم می‌شوند که آنیونها و کاتیونها را بوجود می‌آورند که از نظر بار الکتریکی مخالف هستند و خود به خود توسط آب جدا نگهداشته می‌شوند. زمانی که مواد معدنی در آب حل می‌شوند یونهای بوجود آمده ضرورتاً در جریان آب بحرکت در آمده آنیونها به سمت آند و کاتیونها به سمت کاتد حرکت خواهند کرد و کاتد برای اتصال الکترون و یک محلول الکترولیت که بین یونها و قطبهای آند و کاتد ارتباط برقرار خواهد کرد. آند و کاتد محلولهایی که برروی فلز هستند دارای اختلاف پتانسیل می‌باشند زیرا فلزات دارای ترکیب یکنواخت و همسان نمی‌باشند.

اگر هر یک از اجزای فوق درباره‌ی خوردگی وجود نداشته باشد خوردگی صورت نخواهد گرفت.

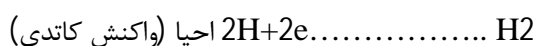
بطور مثال: طبیعت الکتروشیمیایی خوردگی را می‌توان با خورده شدن فلز روی به وسیله‌ی اسید کلریدریک نشان داد موقعیکه یک قطعه روی را داخل اسید کلریدریک می‌نماییم واکنش سریع و مداومی اتفاق می‌افتد گاز هیدروژن آزاد شده و روی وارد محلول می‌شود و تشکیل محلول کلر و روی می‌دهد واکنش به شکل زیر است:



با توجه به اینکه یون کلرور در واکنش دخالتی ندارد این معادله را بصورت زیر می‌توان بیان کرد:



بدین ترتیب روی با یونهای هیدروژن ترکیب شده و تشکیل یونهای روی و گاز هیدروژن می‌دهد. در طی این واکنش؛ روی، اکسید شده و تبدیل به هیدروژن شده است بدین ترتیب معادله را می‌توان بسادگی به واکنش اکسیداسیون روی و احیا یونهای هیدروژن تقسیم نمود.



در واکنش اکسیداسیون ظرفیت افزایش می‌یابد و یا به عبارت دیگری الکترون تولید می‌شود.

اما واکنش احیا ظرفیت کم می‌شود و با الکترون مصرف می‌شود واکنش اکسیداسیون را آندی و واکنش احیا را کاتدی نیز می‌نامند. واکنشهای فوق واکنشهای جزئی بوده و هر دو بایستی در یک زمان و با یک سرعت یکسان روی سطح فلز اتفاق بیفتند و در غیر این صورت فلز بطور ناگهانی دارای بار الکتریکی خواهد شد که غیر ممکن است.

این یکی از مهمترین اصول خوردگی است. در مرحله خوردگی فلزات سرعت اکسیداسیون مساوی سرعت احیا است (از نقطه نظر تولید و مصرف الکترون).

خوردگی روی در اسید کلریدریک یک فرایند الکتروشیمیایی است. هر واکنش را که بتوان تقسیم به دو یا چند واکنش جزئی اکسیداسیون و احیا نمود واکنش الکتروشیمیایی گفته می‌شود. تقسیم واکنشهای الکتروشیمیایی خوردگی به واکنشهای جزئی مطالعه آنها را آسان تر می‌کنند آهن و آلومینیوم نیز به وسیله‌ی اسید کلریدریک بسرعت خورده می‌شوند واکنشهای خوردگی آنها عبارتند از:



انواع خوردگی

خوردگی را می‌توان به روشهای مختلفی طبقه بندی کرد که عمدتاً براساس ظاهر و شکل فلز خورده شده می‌باشد بدین طریق صرفاً با مشاهده فلز خورده شده می‌توان نوع خوردگی را مشخص کرد. برای تشخیص نوع خوردگی در بیش‌تر موضوعها چشم غیر مسلح کافی است لکن گاهی اوقات بزرگنمایی (مثل ذره بین یا میکروسکوپیایی با بزرگنمایی‌های کم) مفید خواهد بود یا ضروری است. اطلاعات با ارزش برای حل یک مسئله خوردگی بیش‌تر با مطالعه دقیق نمونه‌های آزمایشی خورده شده با تجهیزاتی یا اجزایی که مفهوم شده‌اند بدست بیاید.

1- خوردگی یکنواخت:

خوردگی یکنواخت، معمولترین و متداولترین نوع خوردگی است معمولاً به وسیله‌ی یک واکنش شیمیایی یا الکترو شیمیایی که بطور یکنواخت در سرتاسر سطحی که در تماس با محلول خورنده قرار دارد مشخص می‌شود فلز نازک نازک بعد منهدم می‌شود.

روش کنترل این خوردگی عبارت است از:

- 1- انتخاب مواد و پوشش صحیح
 - 2- استفاده از ممانعت کننده
 - 3- استفاده از حفاظت کاتدی
- 1- انتخاب مواد: فلزات و آلیاژها در انتخاب آلیاژها چند زوج موفق فلز- محیط خورنده وجود دارد این زوجها معمولاً نشان دهنده مقاومت خوردگی با حداقل هزینه می‌باشد.
- فولاد زنگ نزن - اسید نیتریک
 - نیکل و آلیاژ آن - مواد قلیایی
 - سرب - اسید سولفوریک
 - فولاد - اسید سولفوریک غلیظ
- 2- مواد ممانعت کننده جذبی که به طور کلی ترکیبات آلی هستند که جذب سطح فلز شده و واکنشهای انحلال فلز و احیا را کند می‌کنند. از این نمونه آمینهای آلی به کار برده می‌شود (مواد حذف کننده عوامل مضر) مانند استفاده از سولفیت سدیم و هیدرازین.
- 3- حفاظت کاتدی - واکنشهای الکتروشیمیایی انحلال فلز و آزاد شدن گاز هیدروژن بر طبق معادلات با فراهم کردن الکترون برای فلزی که بایستی محافظت شود حفاظت کاتدی انجام می‌شود.

$$M \dots\dots\dots M+ne$$

$$2H+2e \dots\dots\dots H_2$$

بررسی دو معادله نشان می‌دهد که با دادن الکترون به فلز انحلال آن تقلیل می‌یابد و تصعید هیدروژن انجام می‌شود.

2- خوردگی گالوانیکی یا دو فلزی:

موقعیکه دو فلز غیر همجنس که در تماس الکتریکی با یکدیگر هستند در معرض یک محلول هادی یا خورنده قرار می‌گیرند اختلاف پتانسیل بین آن دو سبب برقراری جریان الکترون بین آنها می‌شود. نسبت به موقعی که این دو فلز در تماس الکتریکی با یکدیگر نباشند خوردگی فلزی که مقاومت خوردگی کمتری دارد افزایش یافته و برعکس خوردگی فلز مقاومتر، کاهش می‌یابد. فلزی که مقاومت خوردگی کمتری دارد آندی شده و فلز مقاومتر (از نظر خوردگی) می‌شود معمولاً کاتد یا فلز کاتدی اصلاً خورده نمی‌شود و اگر بشود کمتر است.

ویژگی برقراری جریان الکتریکی بین فلزات غیر همجنس باعث شده است که این خوردگی، خوردگی کالوانیکی فلزی نامیده شود.

جلوگیری:

- 1- در صورت نیاز به کار برد فلزات غیر همجنس حتی الامکان سعی شود که موقعیت آنها در جدول کالوانیکی به یکدیگر نزدیکتر باشد.
- 2- فلزات غیر همجنس را هر جا که ممکن است از یکدیگر عایق می‌سازد.
- 3- به اتصالهای کالوانیکی فلز سومی که نسبت به دو فلز قبلی آند باشد متصل نمایند.

مواد	مقاومت در برابر خوردگی	نوع آلودگیهای اولیه حاصله
مس	مقاومت در برابر خوردگی خوب، شروع خوردگی در جریانهای با سرعت زیاد، آب سبک، کلر اکسیژن محلول، PH پایین و میزان بالای کربن معدنی (قلیابیت)	مس و گاهی آهن، روی، قلع، آرسنیک کادمیم و سرب از اتصال لوله ها و جوش دادن آنها
سرب	خوردگی در آب سبک با $PH < 8$ و در آبهای سخت با میزان بالای کربن معدنی (قلیابیت)	سرب
فولاد نرم	خوردگی یکسان (هماهنگ) اثر توسط غلظت بالای اکسیژن محلول	آهن، که از عوارض آن شکایات درباره کدورت آب و قرمز بودن آب هست
چدن یا چدن داکتیل (بدون عایق)	بطور سطحی خوردگی می‌تواند توسط آبهای خورنده آغاز شود.	آهن، که از نتایج آن شکایات درباره کدورت آب و قرمز بودن آب هست.
آهن گالوانیزه (آهن سفید)	خوردگی توسط آبهای خورنده انجام می‌گیرد، در اثر تماس مواد دارای مس با آبهای خورنده، خوردگی تسریع می‌شود، در سیستمهای آب گرم نیز خوردگی سریعتر انجام می‌شود. خوردگی در ساخت لوله و پوششهای گالوانیزه نیز تاثیر می‌گذارد.	روی و آهن، کادمیم و سرب (ناخالصی در فرآیند سفید کردن آهن یا بعبارت دیگر در لعاب روی دادن)
آزبست سیمان	مقاوم خوب در برابر خوردگی، مصون در برابر انجام الکترولیز، آبهای خورنده می‌توانند کلسیم را از سیمان، بشویندو جدا کنند. عوامل پلی فسفاتها می‌توانند کلسیم را جدا کنند و اساساً آهک لوله را جدا کنند.	الیاف آزبست، افزایش در PH کلسیم
پلاستیک	روی هم رفته مقاوم خوبی بشمار می‌رود. انواع گوناگون که BRASS حساسیتهای مختلفی نسبت به آبهای دارای مواد شیمیایی نشان می‌دهند ضد عفونی توسط آبهای با $PH > 8,3$ با مقدار زیادی از کلرید و با سختی کربناته انجام می‌گیرد. شرایط سبب ایجاد نقص مکانیکی نمی‌توانند مستقیماً باعث توسعه آلودگی شوند	سرب، مس، روی

3- خوردگی شیاری:

علت ایجاد:

- 1- تغییرات اسیدیته
- 2- کاهش اکسیژن
- 3- عدم وجود یک مانع یا پوشش رخ می‌دهد.

در این روش که تنها بخشی از فلز را می‌پوشاند بیش‌تر در شیارها و نواحی دیگر روی سطح فلز که حالت مرده دارند و در معرض محیط خوردنده قرار دارند خوردگی موضعی شدیدی اتفاق می‌افتد- منظور سطح مرده مثل زیر پیچ مهره‌ها این خوردگی را لکه‌ای یا شیاری و گاهی هم واشری می‌نامند.

برای جلوگیری:

- 1- هر جا که ممکن باشد از واشرهای جامد که جاذب رطوبت نیستند مثل تفلون استفاده نمایید
- 2- در تجهیزات جدید، به جای پرچکاری یا استفاده از پیچ و مهره از جوشکاری استفاده نمایید و جوشها سالم باشند.

4- خوردگی بین کریستالی

خوردگی در نتیجه اینکه قسمتی از لوله فلز گرمای لازمه را ندیده ناخالصی در قسمتی از آن متمرکز شده و این دانه کریستالی مستعد برای خورده شدن است و آماده گرفتن الکترون از آب است. خاصیت خوردگی در این حالت از عمق به سطح می‌باشد که بصورت سوراخ می‌باشد.

این خوردگی خطرناکترین نوع خوردگی است چون به سرعت مقاومت مکانیکی فلز را کم می‌کند.

جلوگیری:

برای حفظ فلز در برابر خوردگی می‌توان فلز را از یک لایه بسیار نازک از ترکیباتی که غیر محلول در آب است پوشاند، مثلاً از اکسید آلومینیوم که مقاومت خوبی در مقابل اسید نیتريت دارد و تنها عیب آن این است که در اثر اصطکاک دچار ترک خوردگی می‌شود. از این رو از محافظت کننده‌های دیگری مانند فسفات منگنز استفاده می‌شود که تحت نام فسفاتین معرفی می‌شود.

ویژگی‌های شیمیایی آب:

سخت گیری و نمک زدایی آب:

آبهایی را که محتوی مقادیر زیادی یونهای کلسیم و منیزیم هستند را آب سخت گویند. نمکهای مسئول ایجاد سختی برای انسان مفید نمی‌باشند. زمانی که مقدار منیزیم در آب بسیار بالا باشد بر روی خواص ارگانولپتیک (مزه طعم، بود و مطبوعیت...) آب اثر بدی می‌گذارد.

بیشترین غلظت مجاز اکسید منیزیم در آب 15 میلی گرم در لیتر می‌باشد. مقادیر بالای نمکهای منیزیم، عمل سختی گیری از آب را مشکل می‌کند. در بحث سختی صحبت از سختی کل، سختی موقت، سختی دائم یا سختی کربناته و غیر کربناته می‌شود.

سختی کل عبارت است از کل غلظتهای یونهای Ca, Mg, Fe در آب که بر حسب Mg, Eq, LIT بیان می‌شود. سختی دائم آن قسمت از سختی کل است که پس از جوشاندن آب در تحت فشار اتمسفر و زمان معین در آب باقی می‌ماند.

سختی موقت آن قسمت از سختی کل است که پس از جوشاندن آب در تحت فشار اتمسفر و زمان معین از آب جدا می‌شود. مقدار سختی موقت برابر با اختلاف بین سختی کل و سختی دائم می‌باشد.

استفاده از آبهای سخت برای مقاصد خانگی و صنعتی به دلایل زیر نامطلوب می‌باشد:

1- مصرف مقدار زیادی صابون برای شستشو؛ مصرف صابون همراه با آبهای سخت بیانگر ضرری اقتصادی برای مصرف کننده آب است. صابونهای سدیمی با کاتیونهای فلزی چند ظرفیتی واکنش داده ایجاد رسوب می‌نمایند، بدین ترتیب این قبیل صابونها خواص کشش سطحی خود را از دست می‌دهند. واکنش یک کاتیون دو ظرفیتی را که در عمل اتفاق می‌افتد می‌توان به صورت زیر نوشت:

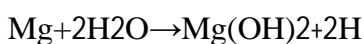


عمل کف کردن تا زمانیکه تمامی یونهای عامل سختی از بین نرفته‌اند اتفاق نمی‌افتد در این حالت اصطلاحاً گفته می‌شود آب توسط صابون نرم شده است. رسوب تشکیل شده در اثر سختی و عملکرد صابون به سطوح دستشویی، شیر و ماشینهای ظرفشویی می‌چسبد و ممکن است صابون در روزه‌های موجود بر روی پوست بدن باقی مانده و ایجاد خارش و حساسیت در پوست نماید. در سالهای اخیر این مشکلات به کمک ساخت صابونها و شوینده‌هایی که با سختی آب وارد واکنش نمی‌شوند به مقدار زیادی حل شده‌اند.

2- فرسوده شدن نابهنگام البسه: پس از شستشو البسه در آب سرد فیبرهای پارچه‌ای، نمکهای کلسیم و منیزیم را جذب کرده و لذا ترد و شکننده و بی‌داوم می‌شوند.

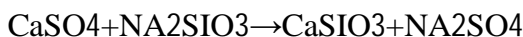
3- از بین رفتن خواص غذایی گوشت و حبوبات: گوشت و حبوبات بسیاری از خواص غذایی خود را از زمانی که در آب سخت جوشانده می‌شوند از دست می‌دهند، زمان جوشیدن افزوده شده و پروتئینها از داخل گوشت بیرون آمده و حالت نامحلولی می‌گیرند لذا جذب آنها توسط بدن مشکل می‌شود.

4- شدت خوردگی دیگهای بخار و نیز دستگاههای مبدل حرارتی در نتیجه هیدرولیز نمکهای منیزیم و نیز افزوده شدن غلظت یونهای هیدروژن در محلول افزایش می‌یابد.



5- جرمهای رسوبی بر روی سطح مبدلهای حرارتی (دیگهای بخار و خنک کننده‌ها) باعث کاهش راندمان چنین تجهیزاتی می‌شوند. این رسوبات هدایت حرارتی اندکی داشته و میزان مصرف سوخت را می‌افزاید و فلزات زیر این جرمهای رسوبی حرارت زیادی دیده و نرم می‌شوند. لوله‌های دیگ بخار شروع به گرفتگی و ترک برداشتن می‌کند لذا باید متناوباً دستگاه را جرم زدایی کرد.

رسوبگذاری مربوط به تجزیه حرارتی هیدروکربناتها، هیدرولیز کربناتها و نیز کاهش حلالیت سولفات کلسیم، هیدرواکسید منیزیم و سیلیکاتهای منیزیم در آب داغ می‌باشد. غلظت این مواد در دیگهای بخار هنگام تبخیر آب افزایش می‌یابد و در اکثر اوقات مقادیر زیادی سیلیکاتهای کلسیم و منیزیم در حرارت بالا تشکیل می‌شود.



نمکهای آهن، منیزیم، آلومینیوم، ذرات معلق و کلئیدی نیز در تشکیل جرم شرکت دارند. رسوب جرمی گاهی آنچنان ضخیم می‌شود که تقریباً باعث مسدود شدن کل مجاری عبوری می‌شود.

رسوب دیگهای بخار را می‌توان به صورت زیر طبقه بندی کرد:

1- رسوب سولفات: محتوی بیش از 95 درصد CaSO_4 است و هدایت حرارتی نسبتاً بالایی دارد.

2- رسوب کربنات: محتوی 95 درصد CaCO_3 است و نسبت به رسوبات سولفات هدایت حرارتی کمتری دارند.

3- رسوب سیلیکات: محتوی 45-48 درصد CaSO_4 است و هدایت حرارتی کمی دارند.

واحدهای سختی

یک واحد جهانی برای سختی آب وجود ندارد و واحدهای متفاوتی توسط کشورهای مختلف بیان شده است.

واحد آلمانی: 1 درجه = $\text{CaO} 1\text{mg}$ در 100 ML آب

واحد فرانسوی: 1 درجه = $\text{CaCO}_3 1\text{g}$ در 100 L آب

واحد انگلیسی: 1 درجه = $\text{CaCO}_3 1\text{g}$ در 70 L آب

واحد آمریکایی: 1 درجه = $\text{CaCO}_3 1\text{g}$ در 100 L آب

از سال 1951 واحد جدیدی در کشور شوروی سابق برای بیان سختی آب به کار گرفته شده است که به میلی گرم اکی والان در لیتر بیان می‌شود. در این واحد $1 \text{ mG} - \text{Eq/LIT}$ معادل $20/04 \text{ mg/lit}$ یا $212/14 \text{ mg/L}$ می‌باشد.

برای اندازه گیری مقادیر پایین سختی از واحد میکروگرم، اکی والان در لیتر استفاده می‌شود که معادل mg-eq/lit است. 0,001

ارتباط واحدهای سختی:

	mG-EQ/LIT	1 درجه آلمانی	1 درجه فرانسوی	1 درجه انگلیسی	1 درجه آمریکایی
mG-EQ/LIT	1	2/804	5/005	3/511	50/045
1 درجه آلمانی	0/35663	1	1/7848	1/2521	17/847
1 درجه فرانسوی	0/19982	0/5603	1	0/7015	10
1 درجه انگلیسی	0/28483	0/7987	1/4255	1	14/253
1 درجه آمریکایی	0/01998	0/0560	0/1	0/0702	1

طبقه بندی آبها از لحاظ سختی:

- 1- خیلی سبک 0-1/5 mg-EQ/LIT
- 2- سبک 1/5-3 mg-EQ/LIT
- 3- سختی متوسط 3-4/5 mg-EQ/LIT
- 4- نسبتاً سخت 4/5/6 mg-EQ/LIT
- 5- سخت 6-10 Mg-EQ/LIT
- 6- خیلی سخت MG-EQ/LIT بیش از 10

سختی گیری از آب:

عمل سخت گیری عبارت است از کاهش غلظت نمکهای کلسیم و منیزیم در آب.

روشهای معمول سختی گیری از آب به سه گروه تقسیم می‌شود:

- 1- افزودن مواد شیمیایی

2- پروسه تبادل یونی و سختی گیری حرارتی

3- استفاده از غشاهای سوراخ ریز (اسمز معکوس و الکترودیالیز)

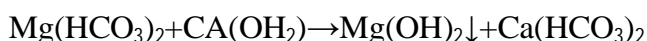
1- روش شیمیایی:

1-1- سختی گیری به روش سواد آهک SLAKED- LIME

زمانیکه آهک آبدار $Ca(OH)_2$ به آب افزوده شود نمکهای کلسیم به شکل $CaCO_3$ رسوب می کنند.

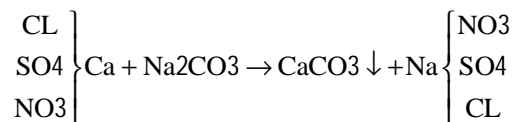


در همین حال هیدروکربنات منیزیم نیز با آهک واکنش داده و رسوب هیدروکسید منیزیم می دهد.



$Ca(HCO_3)_2$ تولید شده طبق رابطه 1 با آهک واکنش می دهد تولید رسوب کربنات کلسیم می نماید. سختی غیر

کربناته را می توان با افزودن سودا حذف کرد.



رسوب در دو مرحله شکل می گیرد:

ابتدا کربنات کلسیم شکل یافته و سپس کریستال آن درشت شده و رسوب می کند. رسوبات با ابعاد کوچک به سختی ته

نشین می شوند، لذا می باید این ذرات را درشت نمود. پروسه کریستالی شدن را به کمک حرارت و یا با افزودن هسته های

کریستالی $CaCO_3$ معلق به آب تسریع کرد.

روش حرارت دادن بسیار گران می باشد و تنها زمانی مناسب است که آب باید به طریقی حرارت داده شود. آبهایی که

محتوی مقادیر زیادی مواد آلی (در حدود 100 میلی گرم در لیتر و بیشتر) باشند کربنات کلسیم را تثبیت کرده و در بزرگ

شدن کریستالها وقفه ایجاد می کنند. در چنین مواردی آب را پس از عملیات کواگولاسیون و یا همزمان با آن سختی

گیری می کنند.

مرحله اول:

ابتدا یک کواگولانت و بخشی از آهک برای اطمینان از ایجاد شرایط اپتیمم کواگولاسیون به آب اضافه می شود.

مرحله دوم:

سودا و بقیه آهک برای سختی گیری به آب افزوده می شود.

مقدار سودا و آهک مورد نیاز را به کمک آزمایش می توان تعیین نمود. همچنین می توان مقدار آهک و سودای مورد نیاز را به کمک فرمول تجربی زیر به دست آورد.

$$DCaO = ([HC] + Mg = [CO_2] + 0.5) \times 28$$

$$DNa_2CO_3 = ([H] + 0.5) \times 53$$

DCao: مقدار دوز اکسید کلسیم mg/lit

DNa₂Co₃: مقدار دوز سودا mg/lit

Hc: سختی کربناته mg/ eq/lit

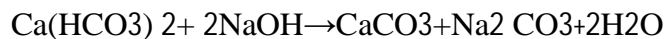
Mg: سختی منیزیم mg-eq/lit

Co₂: مقدار دی اکسید کربن mg- eq/lit

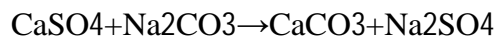
H: سختی غیر کربناته mg-eq/lit

2-1 سختی گیری به کمک هیدروکسید سدیم:

واکنش صورت گرفته به قرار زیر است:



سودایی که بدین گونه شکل می یابد با سختی غیر کربناته واکنش داده و بخشی از آنرا از آب حذف می کند.



مشاهده می شود که هیدروکسید سدیم سختی کربناته را حذف کرده و بخشی از سختی غیر کربناته که معادل با مقدار کربنات سدیم تشکیل یافته است را می کاهد.

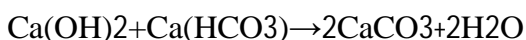
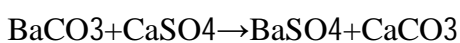
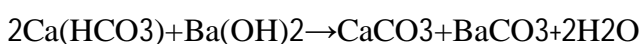
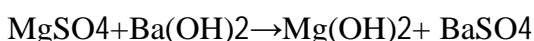
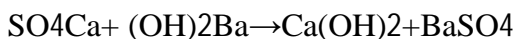
3-1- سختی گیری به کمک نمکهای باریم:

این روش همچون روشی است که سودا و آهک در آن استفاده می شود اما مزیتی که دارد این است که

نمکهای تشکیل یافته در آب نامحلول هستند، مقدار نمکهای مسئول ایجاد سختی کاهش یافته و سختی گیری بسیار کاملتر صورت می گیرد.

از آنجائیکه کربنات باریم نامحلول است مقدار دوز ماده شیمیایی تزریقی برای سختی گیری نیازی به تصحیح نداشته و پروسه به خودی خود پیش می‌رود.

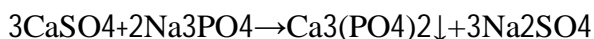
واکنشی که در خلال سختی گیری به کمک باریم صورت می‌گیرد به قرار زیر است:



نمکهای باریم باعث حذف کامل نمکها از آب شده و تنها باعث جابجایی یک نمک بجای نمک دیگر نمی‌شود، این مساله مزیت اصلی این روش محسوب می‌شود و از معایب این روش قیمت بالای نمکهای باریم و سرعت پایین واکنش با کربنات باریم می‌باشد.

1-4 سختی گیری از آب به کمک فسفاتها:

تری سدیم فسفات به کار رفته در این پروسه باعث تشکیل نمکهای بسیار کم محلول کلسیم و منیزیم می‌شود.



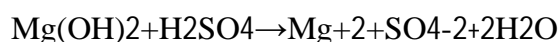
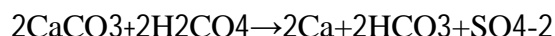
این روش برای سختی گیری کامل آب پس از اینکه مقدار عمده‌ای از سختی قبلاً حذف شده باشد به کار می‌رود (برای مثال قبلاً سختی آب به کمک روش سودا- آهک تا حد 0/35-0/7 میلی اکسی والان گرم در لیتر پایین آورده شده باشد). کاربرد روش تری سدیم فسفات نتایج خوبی به همراه دارد اما نمکهای اسید فسفریک گران بوده و تنها زمانی که نیاز به آبی با سختی بسیار پایین باشد به کار می‌رود. از این نمکها برای سختی گیری آبهای مصرفی در دیگهای بخار استفاده می‌شود برای این منظور از عوامل جرم زدا استفاده می‌شود، این عوامل باید خواص جرم زدایی بالایی داشته باشند آنها باید عاری از هر گونه ماده‌ی مضر برای کارکنان بوده و براحتی قابل دسترس باشند. آنتی دپون یکی از این گونه عوامل جرم زدا است.

5-1- تثبیت:

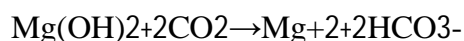
حذف کامل سختی نمی‌تواند توسط ته نشینی شیمیایی انجام گیرد. تحت شرایط عادی متداول در تصفیه‌های خانه‌های آب بیش از 40 میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم و 210 میلی‌گرم در لیتر هیدروکسید منیزیم در آب نرم و سبک شده باقی می‌ماند.

ته نشینی محلول فوق اشباع کربنات کلسیم به کندی ادامه خواهد داشت که نتیجه آن رسوب در خطوط آبرسانی و تاسیسات ذخیره آب می‌باشد، بنابراین، تثبیت کردن آب ضروری به نظر می‌رسد. به این ترتیب که CaCO_3 فوق اشباع را به فرم قابل حل $2\text{Ca}+(\text{HCO}_3)_2$ تبدیل می‌کنند. تثبیت می‌تواند توسط اضافه کردن هر یک از اسیدهای متعددی که موجود می‌باشد، انجام گیرد.

بعنوان مثال استفاده از اسید سولفوریک را در نظر می‌گیریم.

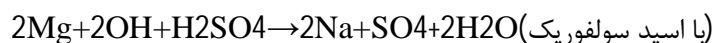
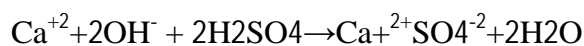


ولی متداولترین روش، انجام تبدیل و واکنشها با دی اکسید کربن می‌باشد.



این فرایند عموماً دی اکسید کربن گیری نامیده می‌شود.

اگر PH برای تسهیل ته نشینی منیزیم، افزایش یافته باشد، قبل از تثبیت، خنثی کردن یونهای هیدروکسید اضافی ضرورت خواهد داشت. انجام عمل فرایند تصفیه دو مرحله‌ای را اقتضا می‌کند، واکنشهای متداول عبارتند از:



پیش از اینکه عمل تثبیت قابل توجهی رخ دهد PH باید تقریباً تا 9/5 کاهش یابد.

تعویض یون:

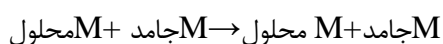
تعویض کننده‌های یونی، مواد جامد نامحلولی هستند که قادرند یونهای موجود در ساختمان خود را با یونهایی که در محلول مجاور آنها قرار دارند، تعویض نمایند.

تاریخچه:

در سال 1854 اساس کار مبادله کننده‌های یونی توسط تامسون کشف و بررسی شد، وی مشاهده کرد که هر گاه مایعی حاوی یون NH_4 را از روی خاک عبور دهیم آمونیوم جذب خاک می‌شود و هر گاه خاک را با آهک مخلوط کنیم یون جذب شده بصورت آمونیاک ظاهر می‌شود. آزمایشات تامسون توسط گروههای متعددیگری دنبال و نتایج زیر بدست آمد:

- 1- کشف تامسون مبنی بر اینکه Ca و Mg محلول در آب را می‌توان به وسیله عبور دادن آب از روی برخی از خاکها حذف نمود مورد تایید قرار گرفت
- 2- یونها به مقادیر هم ارز یا بصورت یکی والان تعویض می‌شوند.
- 3- سیلیکاتهای آلومینوم موادی هستند که باعث تبادل یونی می‌شوند.
- 4- خاصیت تبادل یونی جسم با حرارت دادن از بین می‌رود.
- 5- تبادل یونی مربوط به خاصیت جذب سطحی، یعنی یک خاصیت فیزیکی نیست بلکه یک واکنش شیمیایی است. امروزه از سولفونه کردن LIGNIT می‌توان رزین مصنوعی ساخت ولی اکثراً رزین‌ها از پلیمریزاسیون استیرن دی و نیل بنزن می‌سازند. S.D.V.B.

جانشین کردن یک یون از محلول به وسیله‌ی یک یون در فاز جامد (رزین) را می‌توان به صورت ساده‌ی زیر نشان داد.



واکنش تبادل یونی یک واکنش دو طرفه است و یونهای مبادله شده واکنش از لحاظ یکی والان برابر خواهد بود. بعنوان مثال برای واکنش بالا می‌توان گرفتن سختی به وسیله‌ی جانشین کردن کاتیونهای سختی دهنده یا یون سدیم زئولیت را نام برد.

عمل سبک کردن آب به وسیله‌ی سدیم زئولیت اولین بار توسط EICHORM بررسی شد و حتی برخی از نظرات و دستورالعمل‌های وی هنوز هم مورد قبول و قابل استفاده است.

در اوایل قرن حاضر دانشمندی آلمانی به نام ROBERT GANS با حرارت دادن آهک، شن و کربنات سدیم دو سود موفق به تهیه مبادله کننده‌های مصنوعی شد. مبادله کننده‌هایی که به این ترتیب تهیه شده بودند اولین بار در سال 1905 برای تصفیه آب وارد بازار شدند.

GANS این مبادله کننده‌ها را پرمونیت نامید. امروزه بیشتر کلمه زئولیت را برای مبادله کننده‌ها به کار می‌برند. از زمانیکه روش احیاء زئولیت‌ها توسط کلروسدیم شناخته شد، زئولیتها کاربرد وسیعی پیدا کردند و کاربرد آنها در تصفیه آب عملی شد.

ساختمان رزین‌ها:

تبادل یونی از دو قسمت تشکیل شده است، یک قسمت استخوان بندی مولکول است که از یک پلیمر سه بعدی غیر محلول بدون اثر با گروههای متعدد یونی تشکیل شده و دیگر کاتیونها و آنیونها هستند که به این گروههای یونی متصل شده و عمل تبادل یونی وابسته به وجود این گروههای یونی می‌باشد.

تقسیم بندی رزین‌ها:

گروههای یونی که در روی رزین‌ها قرار گرفته اند و قابلیت تعویض یون را دارا می‌باشند به دو قسمت تقسیم می‌شوند:

آ- رزین کاتیونی: گروههای فعال کاتیونی که دارای بار مثبت هستند که در این صورت رزین را کاتیونی گویند.

ب- رزین آنیونی: گروههای فعال آنیونی که دارای بار منفی هستند که در این صورت رزین را آنیونی گویند.

تقسیم بندی رزین‌های کاتیونی:

1- تعویض کننده‌های کاتیونی سدیم

2- تعویض کننده‌های کاتیونی هیدروژن

تقسیم بندی رزین‌های آنیونی

1- رزین های بازی ضعیف

2- رزین‌های بازی قوی

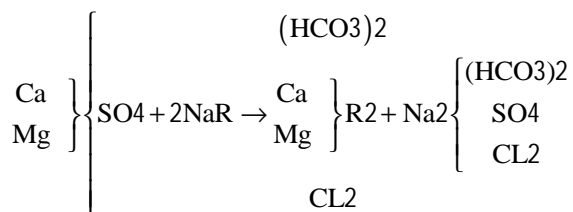
1- رزین‌های کاتیونی

همانطور که گفته شد رزین‌های کاتیونی به دو دسته تقسیم می‌شوند که توضیح مختصری درباره هر یک از آنها بیان می‌شود:

1-1- تعویض کننده‌های کاتیونی سدیم

یون سدیم را با یونهای سنگین موجود در آب به ویژه کلسیم و منیزیم تعویض می‌کنند. منظور اصلی استفاده از تعویض کننده‌های کاتیونی سدیم خارج کردن یونهای بوجود آورنده رسوب یعنی کلسیم و منیزیم و جایگزین نمودن آنها با مقدار معادل از یونهای سدیم می‌باشد.

صرف نظر از منبع و چگونگی تهیه رزین‌ها، تمام تعویض کننده‌ها دارای ساختمان پیچیده‌ای می‌باشند که حاوی سدیم است، چنانچه این تعویض کننده‌ها را بصورت NaR نشان دهیم (R نشانگر ساختمان رزین یا ژئولیت می‌باشد) آب سخت در تماس با این تعویض کننده‌ها قرار می‌گیرد، سدیم جایگزین کلسیم و منیزیم آب شده و آبی با سختی صفر حاصل می‌شود.



آبهایی که وارد واحدهای تعویض کننده یونی می‌شوند باید دارای کدورتی کمتر از 10 واحد باشند در غیر این صورت کدورت رزین‌ها را پوشانده و مانع از فعالیت آنها می‌شود.

پس از تعویض یونی وقتی که رزین از یونهای کلسیم و منیزیم اشباع شد دیگر قادر به سبک کردن و گرفتن یونهای کلسیم و منیزیم نخواهد بود که در این حالت باید رزین را فعال نمود. برای فعال سازی رزین از نمک معمولی استفاده می‌شود، دلیل انتخاب کلرو سدیم ارزانی و پایین بودن وزن مولکولی آن می‌باشد.

محصولات حاصل از تعویض یونی که عمدتاً کلرید کلسیم و منیزیم می‌باشند فوق العاده محلول بوده و در نتیجه می‌توانند به آسانی از بستر رزین شسته شده و جدا شوند. از نیترات سدیم و پتاسیم نیز می‌توان استفاده نمود ولی این مواد دارای وزن مولکولی زیاد و قیمت بالاتری هستند.

عمل فعال سازی تعویض کننده‌های یونی سدیم شامل سه مرحله می‌باشد:

1- شستشوی معکوس

2- نمک زنی (احیا)

3- شستشوی نهایی

مرحله اول: شستشوی معکوس

شستشوی معکوس به منظور انبساط رزین‌های فشرده از هم صورت می‌گیرد و شامل عبور جریان شدید آب در برای عکس یعنی از پایین به بالا در داخل رزین می‌باشد. در نتیجه رزین‌های فشرده از هم جدا شده و بعلاوه گل و لای و رسوبات ته نشین شده در روی رزین‌ها نیز شسته و خارج می‌شود.

مرحله دوم: نمک زنی (احیا)

در مرحله نمک زنی مقدار معینی آب نمک بسته به مقدار رزین از روی بستر رزین عبور داده می‌شود، در نتیجه‌ی این عمل کلسیم و منیزیم متصل به رزین‌ها جدا شده و به جای آن سدیم جایگزین می‌شود.

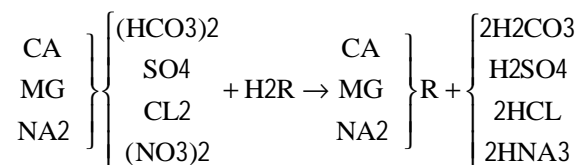
مرحله سوم: شستشوی نهایی

به منظور خارج کردن کلریدهای کلسیم، منیزیم و سدیم از بستر رزین می‌باشد.

2-1- تعویض کننده‌های کاتیونی هیدروژن

تعویض کننده‌های هیدروژن گروهی از مواد غیر اسید آلی هستند که بصورت طبیعی و مصنوعی موجود بوده و دارای خاصیت تعویض یون هیدروژن با یونهای کلسیم، منیزیم و سدیم موجود در آب می‌باشند. پس از اشباع شدن تعویض کننده کاتیونی، هیدروژن، یون هیدروژن جایگزین یونهای کلسیم، منیزیم و سدیم شده و رادیکالهای بیکربنات، سولفات، نترات و کلرید تبدیل به اسیدهای مربوط می‌شوند.

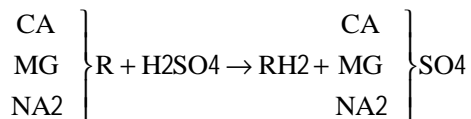
آ



وقتی که ژئولیت هیدروژن اشباع شد آن را در برای عکس یعنی از پایین به بالا شسته و با اسید فعال می‌سازند سپس پس از شستشوی با آب واحد دوباره برای استفاده آماده است. اسید سولفوریک به دلیل ارزانی، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد اما از اسید کلریدریک زمانیکه آب حاوی مقادیر زیادی کلسیم است استفاده می‌شود. زیرا سولفات کلسیم حالات کمتری دارد و ممکن است در رزین ته نشین شود.

هنگامی که از اسید سولفوریک رزین برای احیا رزین استفاده می‌شود واکنشهای زیر صورت می‌گیرد:

(ب):



همانطوری که در واکنش (ا) نشان داده شده تمام بیکربناتهای موجود در آب به اسید کربنیک تبدیل می‌شوند و به دلیل این که این اسید در محلولهای آبی فوق العاده ناپایدار است به آسانی با هوادهی خارج می‌شود.

بعلاوه سختی کل و همچنین تعداد کل مواد جامد حل شده در آب به کمک این روش کاهش می‌یابد و آنجایی که رزین‌ها غیر سیلیس می‌باشند احتمال جذب سیلیس از بستر رزین نیز وجود ندارد اگرچه اسید کربنیک با هواگیری خارج می‌شود ولی اسید سولفوریک و اسید کلریدریک با این روش قابل جدا شدن نیستند و وجود آنها در آب باعث خوردگی اسیدی می‌شود و باید خنثی شود.

چهار روش عمومی برای خنثی‌سازی این اسیدها به کار می‌رود:

- 1- ایجاد واحد ژئولیت هیدروژن به موازات یکدیگر
 - 2- خنثی کردن با قلیاها مانند سود سوزآور، کربنات سدیم و غیره
 - 3- خنثی کردن با آب خام (طبیعی)
- در این روش خنثی کردن اسیدیته آب خروجی از ژئولیت هیدروژن توسط مخلوط کردن آن با آب خام صورت می‌گیرد و این روش فقط در صورتیکه سختی کل آب خام کم بوده و قلیابیت سدیم بیکربنات آن زیاد باشد عملی است. در غیر این صورت سختی آب بدست آمده بالا خواهد بود.

- 4- استفاده از تعویض کننده‌های آنیونی همراه با تعویض کننده‌های کاتیونی
- در این روش آب خروجی از ژئولیت هیدروژن را که دارای اسیدهای معدنی است از تعویض کننده آنیونی عبور می‌دهند که در نتیجه آن اسیدها خارج شده و آب بدون یون حاصل می‌شود.

1- رزین‌های آنیونی:

رزین‌های آلی هستند که دارای آمین فعال و یا ترکیبات آمینه می‌باشند. این رزینها برای تعویض یونهای منفی موجود در آب به کار می‌روند و در دو نوع وجود دارند.

1-1- رزین‌های بازی ضعیف

رزین‌های بازی ضعیف که برای تعویض آنیون اسیدهای قوی مانند اسید کلریدریک، اسید سولفوریک و اسید نیتریک و غیره به کار می‌رود. این رزین‌ها قادر به جداسازی آنیون اسیدهای ضعیف نمی‌باشند.

اگر رزین تعویض آنیونی ضعیف را با $\text{RNH}_3\text{-OH}$ نمایش دهیم واکنش زیر در واحد تعویض کننده انجام می‌گیرد.



2-2- رزین‌های بازی قوی

رزین‌های بازی قوی برای تعویض آنیون اسیدهای ضعیف به کار می‌رود. این تعویض کننده‌ها قادرند سیلیس، سولفید و کربن دی اکسید را علاوه بر بقیه آنیونهای معمولی جدا نمایند.

تعویض کننده‌های آنیونی بازی ضعیف فقط در صورتی قادرند سیلیکات را از آب جدا کنند که مقدار کافی فلوراید برای تبدیل سیلیکات به فلئوسیلیکات وجود داشته باشد. سیلیکات بصورت آنیون یک اسید ضعیف عمل می‌کند و در نتیجه به وسیله‌ی تعویض کننده‌های آنیونی بازی ضعیف جدا نمی‌شود اما فلئو سیلیکات بصورت آنیون یک اسید قوی عمل می‌کند و می‌تواند توسط تعویض کننده‌های آنیونی بازی ضعیف جدا شود.

تعویض کننده‌های آنیونی بازی قوی قادرند آنیون اسیدهای قوی و ضعیف را تماماً جدا کنند و پس از اشباع رزین‌های تعویض کننده آنیونی باید آنها را با شستشوی معکوس توسط محلول سود سوزآور فعال نمود رزین‌های فعال شده پس از شستشو با آب آماده استفاده مجدد می‌باشد.

انواع مبادله کننده‌ها

بعلت مصرف روز افزون و گوناگون مبادله کننده‌ها مطالعه روی ساختمان و خواص این اجسام در تمام کشورهای صنعتی ادامه دارد و هر روز محصول جدیدی به بازار وارد می‌شود. برای آشنایی با گروه‌های مختلف مبادله کننده‌ها که امروز در بازار موجود است با بیان برخی نامهای مخصوص آنها را در زیر شرح می‌دهیم.

1- برخی از شنهای طبیعی از نوع GLAUCONIC یا سیلیکواآلومیناتها از جمله شن سبز مانند

CABSONNITE یا BASOLITHE وجود دارد که در مدار سدیم کار می‌کند و برای حذف کلسیم و منیزیم به

کار می‌رود. قدرت مبادله آنها در حالت عادی زیاد نیست و آبی که با این مبادله کننده‌ها تصفیه می‌شود باید فاقد آهن و سیلیس بوده و PH آن بین 6 تا 8 باشد.

2- سیلیکو آلومیناتهای مصنوعی که قدرت مبادله آنها بیش از گروه قبلی بوده و در مدار سدیم کار می‌کند ولی شرایط کار آنها مانند گروه قبل است. در بازارهای اروپایی این مبادله کننده‌ها به نام‌های SILICALIYE و SERTAL و غیره وجود دارد.

3- زغال‌های سولفات‌ه که از سولفونه کردن مواد کربندار مختلف مانند تورب، زغال چوب، تقطیر نفت و هر ماده لینین دار دیگر توسط اولئوم بدست می‌آید مبادله کننده خوبی است که می‌تواند در مدار هیدروژن یا مدار سدیم کار کند. قدرت مبادله و مقاومت مکانیکی آنها خوب است ولی حرارت بیش از 40 درجه سانتیگراد و PH بیش از 8/5 را تحمل نمی‌کند.

4- صمغهای مصنوعی یا پلیمرها از جمله جدیدترین مبادله کننده‌ها می‌باشند و انواع مختلفی دارند و ممکن است بر حسب عامل فعال خود در مدارهای سدیم یا هیدروژن یا غیره کار کنند. مهمترین گروههای آنها به قرار زیر است:
 آ- صمغهای فنل فرمالدئید که پس از سولفوتنه شدن خواص زغال سولفوتنه را دارد ولی قدرت مبادله و مقاومت فیزیکی و شیمیایی آنها به مراتب بهتر است.

ب- صمغهای پلی استیرون POLYSTYRENE از جمله مبادله کننده‌های کاتیونی بسیار قوی بوده که در مدار سدیم یا هیدروژن کار می‌کند و قدرت مبادله آنها بسیار خوب است و برخلاف مبادله کننده‌های دیگر دمای تا حدود 120 درجه سانتی گراد و PH تا حدود 12 را به خوبی تحمل می‌کند.

ج- صمغهای کربوکسیلی RESINES CARBOEXY LIQUES در مدار هیدروژن کار می‌کنند، مخصوصاً برای جذب اسیدهای ضعیف مانند اسید کربنیک بسیار مناسب بوده و به وسیله‌ی آنها می‌توان بیکربنات‌های آب را به خوبی جذب کرد و قلیابیت آب را پایین آورد ولی روی سولفات‌ها و کلورها اثر نداشته و به علت تمایل زیادی که به یون هیدروژن دارد در موقع شستشو با اسیدها تقریباً صد در صد احیا می‌شود.

د- صمغهای آمینی در مولکول بزرگ خود دارای تعدادی عامل آمین نوع اول یا اتم‌های ازت چهار ارزشی می‌باشند. گروه اخیر از نظر خاصیت قلیایی قوی‌تر از گروههای قبلی است بنابراین می‌تواند اسیدهای ضعیفتر مانند اسید کربنیک و اسید سیلیسیک را جذب نماید. در حالی که صمغ‌های دارای آمین نوع اول فقط اسیدهای معدنی قوی مثل اسید سولفوریک و اسید کلریدریک را جذب می‌کند و بطور کلی گنجایش یک مبادله کننده آنیونی برای جذب سولفات به مراتب بیشتر از کلور است بدین برای بیش‌تر آنها فقط به شرطی قابل استفاده است که میزان کلور آب از حدود معینی بیشتر نباشد.

اولین مبادله کننده‌های آنیونی، صمغ‌هایی هستند که از پلیمر کردن مشتقات ازت دار آلیفاتیک مثل اتیلن امینی ($\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}$) حاصل می‌شوند. سپس پلیمرهای آروماتیک مثل مشتقات فنولی و غیره مورد استفاده قرار گرفته که دارای عامل فعال آمین NH_2 است، تمام این مبادله کننده‌ها دارای خاصیت قلیایی ضعیفی بوده و برای احیای آنها به جای سود می‌توان از محلول کربنات سدیم یا آمونیاک استفاده کرد.

صمغهایی که اتم چهار ارزشی آنها به یک عامل الکیل مثل عامل CH_3 متصل هستند قویتر از صمغهایی هستند که ازت به عامل الکی مثل CH_2OH متصل است ولی ظرفیت مبادله آنها از نوع اخیر کمتر است. بنابراین گروه اول برای حذف آنیونهای ضعیف مثل اسید کربنیک وسیله‌ای مناسب بوده و گروه دوم در نتیجه استعمال، خاصیت بازی خود را از دست می‌دهد و در برابر گرما نیز پایداری کمتری از خود نشان می‌دهد.

موارد استفاده مبادله کننده‌ها:

در صنعت آب، از مبادله کننده‌ها دو کاربرد متفاوت دارند:

- 1- کم کردن سختی آب برای تهیه آب آشامیدنی یا آب مصرفی دیگهای بخار
 - 2- گرفتن تمام نمکها و مواد معدنی آب به منظور تهیه آب خالص برای مصرفهای مخصوص (به جای آب مقطر)
- در هر کدام باید در روش خاصی به کار برد و استفاده کرد و باید در نظر داشت اگر مقداری مبادله کننده و مقداری آب حاوی کاتیون و آنیون را مخلوط کنیم، میزان نمکهای آب و میزان مبادله کننده هر چقدر که باشد مبادله شروع و در نیمه راه متوقف می‌شود. یعنی تبادل برقرار شده و مقداری از یونها در اب باقی می‌مانند.
- ولی اگر مبادله کننده را در ستونی پر کنیم و آب را از یک طرف ستون وارد و از طرف دیگر خارج نماییم بتدریج که آب در ستون پیش می‌رود، یونها روی مبادله کننده باقی مانده و آب هر لحظه با مبادله کننده تازه‌ای در تماس است در نتیجه واکنش تعادلی مبادله تقریباً بطور یک جانبه و در برای جذب یونها پیش می‌رود و اگر طول ستون کافی و جریان آهسته باشد در انتهای ستون عمل مبادله تقریباً کامل است و آب تقریباً فاقد یونهای مبادله شونده می‌باشد.
- در عمل عکس یعنی احیا مبادله کننده نیز این موضوع صحیح است و اگر مایع زنده کننده را از روی مبادله کننده عبور دهند عمل مذکور بطور یک جانبه و کامل انجام می‌شود ولی با مخلوط کردن آنها این عمل کامل نیست. در مواقعی که حجم مایع زنده کننده نسبت به حجم مبادله کننده بینهایت زیاد باشد، سرعت عبور آب یا مایع زنده کننده در میزان

مبادله خیلی موثر است. اگر سرعت مایع زیاد باشد وقت کافی برای واکنش مبادله فراهم نشده و آب به اندازه مطلوب تصفیه نمی‌شود و اگر سرعت خیلی کم باشد بهره اقتصادی ناقص است.

تعیین سرعت از طریق تجربه میسر می‌شود، زیرا این سرعت به ساختمان فیزیکی و شیمیایی و اندازه ذرات و قدرت مبادله کننده بستگی دارد.

سرعت متوسط و حداکثر سرعت مجاز عبور آب از روی مبادله کننده‌های موجود در بازار به موجب حجم آبی که در ساعات از روی واحد مبادله کننده عبور می‌کند به شرح زیر است:

- 1- مبادله کننده کاتیون که در مدار سدیم کار می‌کند.
 - گذر حجمی متوسط آب در ساعت 15 تا 20 برابر حجم مبادله کننده
 - گذر حداکثر مجاز در ساعت 20 تا 40 برابر حجم مبادله کننده
- 2- مبادله کننده کاتیون که در مدار هیدروژن کار می‌کند.
 - گذر حجمی متوسط آب در ساعت 10 تا 15 برابر حجم مبادله کننده
 - گذر حداکثر مجاز در ساعت 20 برابر حجم مبادله کننده
- 3- مبادله کننده آنیون که در مدار OH کار می‌کند
 - گذر حجمی متوسط آب در ساعت 10 تا 15 برابر حجم مبادله کننده
 - گذر حداکثر مجاز در ساعت 20 برابر حجم مبادله کننده

قدرت یک مبادله کننده:

اگر یک لیتر مبادله کننده، یک لیتر آب با سختی کل T درجه را تصفیه کرده و سختی آن را به صفر برساند قدرت مبادله آن عبارت است از:

$$P=V.T$$

به شرط اینکه حجم مبادله کننده را زمانیکه در ستون قرار گرفته و خیس شده باشد منظور کنیم.

روش پر کردن و آماده کردن ستونهای مبادله کننده:

مبادله کننده‌های یونی را وقتی برای اولین بار در آب می‌ریزند متورم می‌شوند، بدین برای پیش از پر کردن ستون باید آن را تا نیمه از آب پر کنند سپس مبادله کننده را مثل باران روی آن بپاشند تا به اندازه مطلوب پر شود، معمولاً تا حدود سه چهارم ارتفاع ستون را از مبادله کننده پر می‌کنند و ته ستون یک صفحه مشبک قرار می‌دهند و روی آن را تا

ارتفاع کمی از شنهای شسته شده پر می‌کنند این شنها که دانه‌های آن از پایین به بالا ریز می‌شوند بعنوان تکیه گاه دانه‌های ریز مبادله کننده عمل می‌کنند. جنس این شنها برای مبادله کننده‌های کاتیونی، سیلیسی و برای مبادله کننده‌های آنیونی، دولومیتی یا آهکی است.

امروزه به جای شنهای معدنی نامبرده بیشتر از دانه‌ها یا الیاف مصنوعی یا فلزی که در برابر محلولهای زنده کننده مقاومت دارند استفاده می‌شوند.

پس از ریختن مقدار کافی از مبادله کننده در ستون، آب را به مدت دو ساعت از پایین به بالای ستون عبور می‌دهند تا حبابهای هوا کاملاً خارج شوند. سپس به ترتیبی که گفته شد عمل زنده کردن و شستشو را دو مرتبه متوالی انجام می‌دهند، اکنون ستون آماده بهره برداری است.

برای اینکه آب خام در تمام حجم مبادله کننده بطور کاملاً یکنواخت جریان یابد در بالای مبادله کننده چندین دوش یا یک صفحه با سوراخهای ریز قرار می‌دهند تا آب خام بصورت باران روی مبادله کننده بریزد.

جنس ستون برای مبادله کننده‌های مدار سدیم یا مدار OH ممکن است از آهن یا فولاد زنگ نزن باشد ولی برای مبادله کننده‌های مدار هیدروژن جدار داخلی یا از یک ورقه کائوچو یا پلاستیک ضد اسید پوشانده می‌شود.

مبادله کننده‌های مخصوص:

با نتایج درخشانی که از به‌کار بردن مبادله کننده‌های یونی در صنعت بدست آمده و همچنین پیشرفت شایان در علم و صنعت، دانشمندان به فکر تهیه مبادله کننده‌هایی برای مصارف مخصوص افتادند. در این زمینه موفقیت‌هایی نیز حاصل شده است و تا امروز علاوه بر مبادله کننده‌های آنیونی و کاتیونی که شرح آن گذشت، مبادله کننده‌هایی برای مصارف زیر تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

1- مبادله کننده‌های آنیونی مخصوص جذب سیلیس:

این مبادله کننده که با محلول سودا احیا می‌شود یک مبادله کننده آنیونی نسبتاً قوی است که آنیون سولفات و کلرور را جذب می‌کند.

2- مبادله کننده برای جذب گاز کربنیک آزاد:

مبادله کننده نامبرده دارای خاصیت قلیایی خیلی قوی بوده و در نتیجه بیش از گاز کربنیک آنیونهای قوی مثل سولفات و کلرور را جذب کرده و از کار می افتد. بدین برای برای جذب گاز کربنیک باید ابتدا آنیونهای آب را توسط مبادله کننده های معمولی گرفت و سپس آب فاقد املاح معدنی را از روی مبادله کننده مزبور عبور داد بدیهی است که برای احیا این مبادله کننده از محلول سود استفاده می شود.

3- مبادله کننده مخصوص جذب کلر آزاد و اکسیژن محلول:

این مبادله کننده دارای خاصیت احیا کنندگی می باشد و برای احیا مجدد آن از سولفیت یا هیپوسولفیت سدیم استفاده می شود.

4- مبادله کننده مخصوص جذب رنگ آب:

این مبادله کننده پس از عمل به وسیله محلول سود احیا می شود.

5- مبادله کننده مخصوص جذب کلسیم:

این مبادله کننده، منیزیم آب را باقی می گذارد و توسط محلول اسید احیا می شود.

6- مبادله کننده مخصوص جذب کربناتها و بیکربناتها:

این نوع از مبادله کننده ها به وسیله ی اسید احیا می شوند و آبی که از این مبادله کننده ها عبور می کند فقط سختی موقت خود را از دست می دهد.

7- مبادله کننده مخصوص آبهای گرم و قلیایی:

این مبادله کننده ها در دمای متجاوز از 10 درجه سانتیگراد عمل می کنند و برای احیای آنها باید محلول احیا کننده را هم تا همان درجه حرارت داد.

ضریب تصحیح سختی برای محاسبه دستگاههای مبادله کننده:

بطوریکه قبلاً گفته شده واکنش تبادل یونی یک واکنش دو طرفه است و برای اینکه این عمل بطور دلخواه انجام شود لازم است که سختی آب را تا حدودی بیشتر از تعداد واقعی آن منظور نماییم، مثلاً اگر بخواهیم سختی آب را به وسیله ی یک مبادله کننده مدار سدیم بگیریم باید مجموع سدیم و پتاسیم موجود در آب را اندازه گرفته تعداد آن را بر حسب درجه سختی حساب کرده و سختی کلی آب را از روی جدول صفحه بعد اصلاح کنیم.

بعلاوه چون یون منیزیم دیرتر از یون کلسیم جذب مبادله کننده می شود در صورتی که سختی منیزیم از یک سوم سختی کلسیم بیشتر باشد باید اندازه نصف سختی منیزیم را به سختی کلی آب اضافه نمود. درباره ی حذف کامل املاح به وسیله ی مبادله کننده های مدار هیدروژن و مدار OH چون غلظت یونهای H و OH در آب ناچیز است به تصحیح فوق نیازی نیست.

در آبهای خیلی شور تعدادی از یونهای سدیم بواسطه پدیده فرار، در آب باقی می ماند و فقط با مبادله کننده های متوالی و یا به کار بردن مقادیر بیشتری از محلول احیا کننده می توان سدیم باقیمانده در آب را کاهش داد.

مثالی از طراحی ژئولیت نرم کننده:

در طراحی یک ژئولیت نرم کننده برای یک امر صنعتی از داده های زیر به کار می برند.

- 1- دبی آب سبک شده (نرم شده) مورد نیاز 25000 لیتر در ساعت
 - 2- مقدار سختی موجود در آب خام 400 PPM بر حسب کربنات کلسیم
 - 3- میزان سختی در آب تصفیه شده 50 PPM بر حسب کربنات کلسیم
 - 4- حجم یون مبادله کننده ژئولیت = 10 کیلو گرم سختی برای هر متر مکعب ژئولیت
 - 5- نمک مورد نیاز برای نوسازی ژئولیت خروجی 50 کیلوگرم در هر متر مکعب ژئولیت
- اغلب در امور صنعتی طراحی برای دو شیفت 8 ساعته در روز انجام می گیرد.

حل:

دبی مورد نیاز برای نرم کردن آب در هر شیفت 8 ساعته

$$25000 \times 8 = 200000 \text{ LIT} = 2 \times 10^5 \text{ LIT}$$

حالا سختی آب 400PPM به 500 PPM رسیده است این بدین معنی است که 350 PPM از سختی حذف شده است.

$$\frac{350}{400} \times 100 = 87.5\%$$

حالا فرض کنید که درجه سختی بخشی از آب مورد نیاز به صفر رسیده است و این آب را به آب خام اضافه می کنند تا آب با سختی مطلوب حاصل شود. ما می توانیم بگوئیم که فقط 87/5% از آب خام احتیاج به نرم کردن دارد و 12/5% از آب خام را می توان به این اضافه کرد.

پس جریان آبی که باید در هر شیفت تصفیه شود برابر است با

$$2 \times 10^5 \times 0.875 \text{ lit} = 1.75 \times 10^6 \text{ lit}$$

به ما اجازه دهید که فرض کنیم بازسازی هر ژئولیت یک بار در هر شیفت کاری صورت می‌گیرد و پروسه نوسازی یک ساعت به طول می‌انجامد، بنابراین ژئولیت نرم کننده برای مدت 1 ساعت از 8 ساعت برای سرویس از مدار خارج می‌شود، پس این پروسه یک سرویس مفید 7 ساعته در هر شیفت انجام می‌دهد و اغلب یک تانک متعادل کننده با حجم مناسب برای تامین آب در طول یک دوره نوسازی پیش بینی می‌شود.

بنابراین

مقدار سختی که در هر شیفت حذف می‌شود = جریان آبی که در هر شیفت باید تصفیه شود (لیتر) × سختی آب (میلیگرم در لیتر)

$$(1.75 \times 10^6) \times 400 = 700 \times 10^5 = 70 \times 10^6 = 70 \text{ KG}$$

دبی مورد نیاز رزین = حجم یونهای مبادله کننده رزین (کیلوگرم بر متر مکعب) سختی که حذف می‌شود (کیلوگرم)

$$Q = \frac{70 \text{ kg}}{10 \text{ Kg/M}^3} = 7 \text{ m}^3$$

نوسازی

پس از اینکه نرم کننده‌ها در طی عملیات 7 ساعت کار کردند بسترهای ژئولیتی با محلول 15 درصد کلرید سدیم که از میان آن عبور داده می‌شود تصفیه خواهند شد. تانک رزرو ذخیره آب را برای این مدت یک ساعته تهیه خواهند کرد. واحدهای رزرو در طول عملیات تجزیه و سایر امور کمک می‌کنند.

مقدار نمک مورد نیاز برای نوسازی 50 کیلوگرم برای هر متر مکعب از ژئولیت می‌باشد.

$$50 \times 7 = 350$$

استفاده از محلول آب نمک 10 درصد

حجم آب نمک مورد نیاز

$$\frac{350 \times 100}{10} = 3500 \text{ LIT} = 3.5 \text{ M}^3$$

تانکی با حجم 1/75 می‌توان پیش بینی کرد. اگر قطر هر تانک استوانه‌ای 1/2 متر باشد پس ارتفاع بصورت زیر بدست می‌آید.

$$1/2 \div 2 = 0.6 \text{ شعاع قاعده}$$

$$1 = \frac{v}{\pi r^2} = \frac{1/75}{3/14 \times (0/6)^2} = \frac{1/75}{3/14 \times 0/36} = 1/55m$$

باید 0/15 متر سطح آزاد (فری بورد) در سرتاسر تانک در نظر گرفت. پس این تانک باید 1/2 متر قطر و 1/7 متر ارتفاع داشته باشد.

$$1/55 + 0/15 = 1/7 \quad \text{متر ، ارتفاع}$$

ردیف	شرح	پروژه کربنات سدیم- آهک	پروژه زئولیت
1	اندازه دستگاه	بزرگ و حجیم	کوچک و فشرده
2	ضرورت کارگر ناظر	دقیق است و fi کارگر ناظر برای بدست آوردن نتیجه kdhc است.	اتوماتیک و بهره برداری آن آسان است.
3	مزاحمت لجن	مقدار زیادی لجن تشکیل می شود بنابراین ذخیره کردن و انتقال آن مشکل می باشد.	هیچ لجنی تشکیل نمی شود و مشکلی از نظر ذخیره و انتقال لجن وجود ندارد.
4	وضعیت تصفیه، در صورت نیاز	کربن دهی یک مرحله بعد از ته نشینی و فیلتراسیون است. اگر کربن دهی انجام نشد ممکن است دیواره لوله های سیستم توزیع آسیب ببینند.	به هیچگونه تصفیه ای نیاز ندارد.
5	نتایج بدست آمده	این پروژه می تواند آبی با سختی کمتر از 50 میلیگرم تولید کند بنابراین فقط برای استفاده عموم مفید است.	می تواند آبی با سختی صفر تولید کند بنابراین فقط برای صنعت مفید است.
6	حذف رنگ به دلیل وجود آهن و منگنز	رنگی که عامل آن آهن و منگنز است به میزان کمی می تواند حذف شود.	رنگی که عامل آن آهن و منگنز است می تواند حذف شود. اگرچه بسیار گران است چون زئولیت آهن و منگنز مصرف شده نمی تواند نوسازی شود.
7	تاثیر باکتریها	افزایش این عوامل ممکن است در کشتن باکتریهای بیماریزا به ما کمک کنند بخصوص زمانیکه قلیابیت توسط هیدروکسید کلسیم، منیزیم یا سدیم به میزان 20-50 میلیگرم در لیتر ایجاد می شود و به مدت 4-5 ساعت باقی می ماند.	هیچگونه مزیتی برای این پروژه پیشنهاد نشده است.
8	آب تصفیه شده	افزایش PH آب باعث خوردگی لوله های توزیع می شود.	هیچ تاثیری ندارد.
9	مراقبتهای لازم در بازرسی مواد	نیاز به بازرسی دقیق دارد چون کربنات سدیم و آهک خورنده است.	احتیاج است تا محلول آب و نمک به صورت دستی وارد شود و احتیاج به مراقبت زیادی ندارد.
10	صرفه اقتصادی	این پروژه بسیار اقتصادی است و براحتی می توان در روشهای متداول تصفیه آب واحدی بعنوان رزرو بدان افزود.	این پروژه بسیار گران است.
11	سختی که می تواند تصفیه شود	آبهای فوق العاده سخت بخصوص آنهایی که سختی منیزیم بالایی دارند می توانند تصفیه شوند.	آبهای خام با سختی بیش از 800 میلی گرم در لیتر نمی توانند براحتی تصفیه شوند.
12	کدورت مجاز در آبهای خام	آبهای اسیدی و با کدورت بالا می توانند تصفیه شوند.	تصفیه آبهای با کدورت بالا مشکل می باشد زیرا ذرات کثافات اطراف ذرات زئولیت تجمع می کنند و مانع از کار زئولیت می شوند.

ضوابط انتخاب زمین برای تصفیه خانه آب:

در انتخاب محل تصفیه خانه باید به نکات زیر توجه کافی مبذول شود.

- 1- فراوانی زمین و ارزانی قیمت آن
- 2- فاصله منبع آب تا تصفیه خانه
- 3- وضع زمین از نظر توپوگرافی
- 4- کیفیت مکانیک خاک زمین تصفیه خانه از نظر کارهای ساختمانی - سطح آبهای زیرزمینی
- 5- وجود و فراوانی نیروی برق در نزدیک تصفیه خانه
- 6- تسهیلات حمل و نقل مثل جاده‌های آسفالتی - راه آهن
- 7- تسهیلات تخلیه فاضلاب و لجنهای حاصل از تصفیه آب
- 8- دور بودن محل تصفیه خانه از اجتماعات مسکونی
- 9- نزدیک بودن به شهرها برای استفاده از امکانات شهری کارکنان
- 10- نزدیک بودن آزمایشگاه کنترل کیفیت آب به تصفیه خانه
- 11- محوطه تصفیه خانه باید از نظر زیبایی آراسته باشد.
- 12- اگر تصفیه خانه در کنار رودخانه است باید از آخرین حدی شروع شود که رودخانه طغیان داشته تا تصفیه خانه مورد طغیان قرار نگیرد.
- 13- ضوابط محیط زیست در ارتباط با دفن لجن حاصل از ته نشینی و صافیها رعایت شود.
- 14- مشخصات فیزیکی زمین از نظر ژئوتکنیک زمین بایستی تحمل بارهای وارده را داشته باشد (بارهایی که از طرف واحدهای تصفیه خانه وارد می‌شود)
- 15- محل تصفیه خانه بایستی نزدیک مراکز نظامی باشد چون در مواقع جنگ احتمال به خطر افتادن آن بسیار زیاد است
- 16- انتقال آب از منبع به تصفیه خانه و از تصفیه خانه به مخازن و از مخازن به شبکه توزیع حتی المقدور ثقلی باشد.

17- محل تصفیه خانه باید از مناطق آلوده مثل تلنبار زباله تصفیه خانه، فاضلاب و برکه تثبیت فاضلاب و دباغخانه و سایر مکانهای آلوده دور باشد.

تصفیه آبهای سطحی

مقدمه و هدف:

آبهای سطحی بنا به ماهیتشان معمولاً محتوی ناخالصیهای معلق و محلول هستند که باید پیش از مصارف شهری یا صنعتی مقدار این ناخالصیها را تا حدود مجاز و تضمین شده کاهش داد و یا حذف نمود. بدیهی است این مهم با به کارگیری روشهای تصفیه در قالب دو نوع تصفیه مقدماتی و تصفیه شیمیایی میسر خواهد بود.

بطور کلی درجه تصفیه آب بستگی به کیفیت آب خام و نوع مصرف دارد. از این رو در آبهای سطحی از آنجا که معمولاً غلظت املاح کلسیم و منیزیم (سختی) در حد نرمال است، عملیات تصفیه عمدتاً به منظور حذف مواد معلق و گند زدایی و گوارا سازی آب صورت می گیرد.

که این عمل با افزایش مواد منعقد کننده، لخته سازی، ته نشینی و صافسازی (عبور دادن از صافی) و نهایتاً گندزدایی انجام می شود. اگر چه در مواردی که آبهای سطحی به علت توقف در پشت سدها تحت تاثیر فاکتورهای محیطی و تجزیه و فساد گیاهان آبی و جلبکها ممکن است دارای طعم، بو و رنگ گردند که در این صورت امکان نیاز به تجهیزاتی از جمله هوا دهی یا استفاده از کربن فعال و یا تغییر ماده گند زدایی وجود خواهد داشت.

حال آنکه آبهای زیرزمینی به علت عبور از لایه های مختلف زمین که بصورت صافی عمل می کنند فاقد مواد معلق هستند و از لحاظ میکروبی نیز الودگی خیلی کمی دارند و لذا در بسیاری موارد احتیاج به تصفیه نمی باشد و عمل تصفیه به گوارا سازی آب و در موارد خاصی به گندزدایی محدود می شود.

ولی از آنجا که معمولاً میزان سختی و کربن دی اکسید CO_2 در این آبها زیاد است در مصارف صنعتی و استفاده در دیگهای بخار نیاز به تصفیه شیمیایی و سختی گیری و بعضاً هوا دهی می باشد. بدین ترتیب ملاحظه می شود که تصفیه خانه پلی است بین کیفیت آب خام و کیفیت مطلوب و مورد نظر. جدول 1-16 کارایی هر یک از فرآیندهای تصفیه را در عمل حذف آلاینده ها از آب نشان می دهد.

بطور کلی هر سازمان تصفیه آب باید بتواند به اهداف زیر دست یابد: (7 و 10)

- تولید آب مطبوع از نظر رنگ، طعم و بو

- تولید آب قابل شرب و عاری از مواد محلول قابل اعتراض
- کدورت آب تولید شده باید کمتر از حد مجاز باشد و به عبارت دیگر هیچگونه مواد معلق قابل رؤیت نداشته باشد.

پدیده‌های ناشی از ذخیره سازی آب پشت سدها و تاثیر آن بر کیفیت آب:

ذخیره سازی آب در سدها ضمن اینکه از جهاتی موجب بهبود کیفیت آب می‌شود اثرات منفی نیز در کیفیت آب ایجاد می‌کند که حائز اهمیت است. از این رو باید دقت شود که برداشت آب از این سدها با توجه به شرایط مختلف مخزن در طول سال از نقطه‌ای باشد که بهترین کیفیت را داشته باشد.

این مسئله درباره‌ی تصفیه خانه‌هایی که مستقیماً از سدها آبرگیری می‌نمایند (مثل تصفیه خانه همدان) و به عبارت دیگر آب ورودی به یک تصفیه خانه که در بستر طبیعی رودخانه بعد از سد جاری نمی‌شود بسیار مهم است.

اینک بطور مختصر این پدیده‌ها تشریح می‌شوند:

آ- ته نشینی مواد معلق و رسوبات و کاهش عوامل بیولوژیکی:

اولین پدیده‌ای که پس از ذخیره سازی آب در پشت سدها رخ می‌دهد، ته نشینی مواد معلق و کاهش مواد آلی و بهبود کیفیت بیولوژیکی شیمیایی آب است. این وضعیت سبب می‌شود که از هزینه‌های تصفیه آب به میزان قابل توجهی کاسته شود. از جمله اینکه احتیاج به مصرف مواد منعقد کننده برای ته نشینی مواد معلق و کلوئیدی به حداقل ممکن رسیده و حجم لجن تولیدی در مخازن ته نشینی تصفیه خانه کاهش چشمگیری یافته و نیاز کمتری به شستشوی دوره‌ای این مخازن و نتیجاً تقلیل مصرف آب شستشو می‌باشد، همچنین به علت بهبود کیفیت بیولوژیکی و شیمیایی آب، مصرف مواد گندزداها نیز کاهش خواهد یافت.

ب- اکسیداسیون مواد آلی:

با ته نشین شدن مواد معلق و احیاناً برخی مواد آلی و شیمیایی آب در مخازن پشت سد، آب لایه فوقانی مخازن تا حدود زیاد صاف و زلال می‌شوند، لذا نور خورشید به راحتی تا عمق قابل توجهی در آب نفوذ کرده و فیتوپلانکتونها با دریافت نور خورشید انرژی لازم را برای ادامه حیات به دست می‌آورند.

مواد مغذی مورد نیاز (از جمله فسفر و ازت) برای فعالیت این پلانکتونها با سرازیر شدن فاضلابها و پسابهای غنی از این مواد به جریانهای آب، همیشه از طریق آب تامین خواهد شد. اگر مواد موجود در لایه‌های بالایی آب مخازن برای رشد و تکثیر پلانکتونهای مذکور کافی نباشد، این مواد از رسوبات کف مخزن تامین خواهد شد.

اصولاً در تجزیه و متلاشی شدن مواد آلی یا معدنی ته نشین شده در کف دریاچه‌ها و تبدیل آنها به موادی که بتواند مورد استفاده میکروارگانیسمها قرار گیرد، اکسیژن محلول به اندازه کافی وجود ندارد، برای تجزیه مواد آلی از اکسیژن ترکیبی استفاده می‌شود. (اکسیداسیون بیهوازی).

همانطور که در جدول 1-17 نشان داده شده است مواد حاصل از اینگونه اکسیداسیونها بودار می‌باشند. اکسیژن مورد استفاده برای اکسیداسیون مواد آلی در لایه‌های بالایی آب پشت سدها از طریق عملیات فتوسنتز و یا اکسیژن آتمسفری تامین می‌شود. لذا آب موجود در این لایه اغلب به اندازه‌ی کافی اکسیژن محلول دارد و هیچگاه امکان تولید مواد بوداری مثل هیدروژن سولفور H_2S ، متان، آمونیاک، و یا فسفین در آنها نیست.

حال آنکه لایه‌های آب کف مخزن از اکسیژن محلول فقیر بوده و مواد حاصل از اکسیداسیون ترکیبات آلی در این نواحی اغلب مواد بودار هستند. همچنین این کمبود اکسیژن سبب می‌شود که مواد معدنی اکسیده شده و رسوب یافته در کف مخازن (از جمله آهن و منگنز) دوباره بصورت املاح محلول وارد آب شوند.

جدول 1-17 محصولات اکسیداسیون هوازی و بیهوازی مواد آلی در آب پشت سدها

نوع مواد آلی	محصولات اکسیداسیون هوازی	محصولات اکسیداسیون بیهوازی
کربن C	CO_2	CH_4
هیدروژن H	H_2O	H_2O
ازت N	NO_2, NO_3	NH_3
فسفر P	PO_4	PH_3
گوگرد S	SO_4	SH_2

پ- پدیده طبقه طبقه شدن حرارتی آب:

بسیاری از مشکلات کیفیت آب آشامیدنی مربوط به طبقه طبقه شدن حرارتی منابع تامین آب در طول ماههای تابستان است. این پدیده معمولاً در مخازنی که بیش از 10 متر عمق دارند رخ می‌دهد (6، 27) در یک دریاچه طبقه طبقه شده سه ناحیه کاملاً متمایز قابل تشخیص است:

- 1- بالاترین ناحیه که اصطلاحاً به آن اپی لیمنیون می‌گویند در تماس با اتمسفر است که آب آن گرمتر، روشنتر و صافتر از دو لایه دیگر (زیرین) است و توسط باد و جریان آب ورودی به دریاچه (سد) مخلوط می‌شود که به این لایه ناحیه گردشی نیز اطلاق می‌شود. آب این قسمت بهترین مشخصات را از نظر اکسیژن محلول و دما دارد.
- 2- ناحیه متالیمنون یا ترموکلاین که لایه میانی است و عمق آن بیشتر از چند متر نبوده و دما آن نسبت به عمق به سرعت پایین می‌آید مقدار اکسیژن محلول این لایه از لایه فوقانی کمتر است.
- 3- و بالاخره و عمیق‌ترین ناحیه که هیپولیمنیون نامیده می‌شود و دمای آن پائین و آب دارای بیشترین دانسیته جرمی نسبت به دو ناحیه‌ی نامبرده است آب این ناحیه هیچگونه تماسی با اتمسفر ندارد، نسبتاً راکد و معمولاً تابع حجم آب، دما و مقدار مواد آلی ته نشین شده است. در این ناحیه تحت شرایط بیهوازی، آهن، منگنز، SH_2 و دیگر مواد بیش‌تر در غلظت‌های زیاد ظاهر می‌شود و در مجموع آب این ناحیه از کیفیت بسیار بدی برخوردار است. (6 و 31).

د- کاهش ظرفیت ذخیره مخزن:

کم شدن ظرفیت ذخیره مخازن به علت تجمع بیش از حد رسوبات، مسئله دیگری است که دارای تاثیر سوء بر کیفیت آب می‌باشد. در بیش‌تر موارد فرسایش خاک سواحل اطراف منبع آب، عامل اصلی کاهش ظرفیت ذخیره مخزن بوده است. به دنبال کم شدن عمق آب معمولاً مسائلی نظیر آزاد شدن مداوم مواد آلی و ازت و فسفر از رسوبات و گسترش علف‌های هرز و جلبک‌ها در آب بروز می‌کند و در پاره‌ای از موارد برای رفع مسائل ایجاد شده و بهبود مجدد کیفیت آب چاره‌ای جز خارج ساختن رسوبات اضافی از کف مخازن مزبور وجود ندارد. (15).

نمونه بارز این مسئله سد اکباتان همدان است که طی 27 سال بهره برداری (از سال 1342 تا 1369) بر اثر انباشتن رسوبات حجم آن از 8 میلیون متر مکعب به $4/55$ میلیون متر مکعب کاهش یافته است.

روشهای اصلاح کیفیت آب در مخازن:

مسئولین تامین آب سالم در برنامه ریزی برای حفاظت از مخازن تامین کننده آب آشامیدنی یک جامعه، لازم است که ابتدا با کسب دانش از فاکتورهایی که موجب نزول کیفیت آب منبع مورد نظر می‌شوند و سپس از طریق پایش و کنترل حوزه آبریز و در مواقع لزوم توسل به تکنیکهای اصلاح کیفیت آب، امکان کاهش بار ورودی به تصفیه خانه را مورد بررسی قرار دهند. همچنین لازم است که در برنامه مزبور علاوه بر عوامل موثر بر کیفیت آب، خصوصیات منبع نیز به حساب آورده شود.

قبلاً اشاره شد که بروز پدیده لایه لایه شدن آب که تابع عمق و دمای آب مخزن است موجب مسائل متعددی در کیفیت آب می‌شود. اختلاط نسبتاً ناگهانی لایه‌های آب که معمولاً در اوایل پائیز و با سرد شدن لایه‌های فوقانی آب پیش می‌آید. موجب افت ناگهانی کیفیت آب ورودی به تصفیه خانه می‌شود. برای مقابله با بروز چنین شرایطی دو روش کلی زیر استفاده می‌شود:

آ- ایجاد شرایطی که کل لایه‌های آب با هم مخلوط شوند و یک اختلاط کامل صورت گیرد بدین شکل که آبراز محیط خارج به وسیله‌ی لوله با فشار زیاد وارد لایه‌های تحتانی نموده و از طریق جت آب، موجب اختلاط کامل آب شد.

ب- به جای اختلاط کامل تمام لایه‌های آب فقط لایه هیپولیمینون را با استفاده از وسایل هوادهی عمقی در اوایل فصل گرما، هوادهی می‌نمایند.

شکل 10-1 طبقات مختلف یک دریاچه و الگوهای متفاوت هوا دهی و اختلاط کامل را نشان می‌دهد. همچنین اشکال 11-1 و 12-1 دو وسیله هوا دهی عمقی هستند که در حال حاضر در تمام دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. شکل 1-13 نحوه استقرار دستگاه هوا دهی LIMNO را در دریاچه‌ها نشان می‌دهد.

هوا دهی منافع زیادی دارد از جمله رفع حالت بیهواری اعماق آب و بالا بردن اکسیژن محلول، کاهش غلظت ترکیبات ازت و فسفر و آهن و منگنز، برقرار شدن کیفیت و دمای یکنواخت آب در مخزن، کاهش میزان کلر لازم برای اکسیداسیون مواد آلی آب و ایجاد کمتر تری هالومتانها پس از انجام تصفیه آب. روش هوا دهی از نظر اقتصادی نیز موجه است زیرا با رفع حالت بیهواری آب در لایه‌ی عمیق و اختلاط این بخش از آب (که معمولاً حجم زیادی هم دارد) با لایه‌های دیگر امکان استفاده موثر از کل توده آب به وجود می‌آید، ضمن اینکه تصفیه خانه با مسائل کمتری نیز مواجه می‌شود.

در شرایطی که از لایه لایه شدن آب در مخازن عمیق جلوگیری نشده باشد می‌توان با اخذ آب از ارتفاع مطلوبتر مخزن، مشکل تصفیه خانه را به حداقل رساند. برای این کار (همانطور که پیش‌تر نیز اشاره شد) لازم است که در فواصل معین از عمق مخزن، پس از مطالعه دقیق دریچه‌هایی برای آگیری نصب شود و آب از ارتفاعی که بهترین کیفیت را دارد، برداشت شود.

شاید بتوان گفت یکی از موثرترین روشهای بهبود کیفیت آب مخازن، جلوگیری از ورود مقادیر اضافی فسفر و ازت و یا به عبارت دیگر اصلاح موثرترین عوامل در بروز پدیده یوتریفیکاسیون می‌باشد. در برنامه‌های کنترل مخازن آب معمولاً

حذف فسفر موردنظر قرار می‌گیرد زیرا کنترل عنصر مزبور در مقایسه با سایر مواد مغذی همچون ازت و کربن آسانتر قابل انجام بوده است.

آبگیری:

پس از انتخاب منبع آب برای چگونگی برداشت آب از منبع تصمیم لازم گرفته می‌شود. تجهیزات و تاسیسات مورد نیاز برای برداشت آب از منبع انتخابی را آبگیری می‌نامند. لذا می‌توان گفت که آبگیرها تاسیساتی هستند که به کمک آنها آب مورد نیاز را از یک رودخانه، برکه، مخزن، و یا دریاچه به تاسیسات انتقال و توزیع و یا تصفیه هدایت می‌نمایند. اولین بررسی در خصوص انتخاب محل آبگیرها قابلیت دسترسی به آب با کیفیت بالا در تمام فصول سال است در تاسیسات آبگیری از تعدادی توری درشت برای محافظت از ورود اجسام درشت به داخل لوله‌های آبگیری استفاده می‌شود. همچنین برای حذف شن و ماسه، ماهی و غیره و جلوگیری از ورود آنها به پمپها و وارد کردن خسارت به تاسیسات از توری ریز استفاده می‌شود.

پیش از انتخاب محل آبگیر در خصوص انتخاب نقاطی از منبع که بهترین و کمترین آلودگی را دارا باشد باید به‌طور دقیق مطالعه شود برای انتخاب محل آبگیر و احداث آن باید نکات زیر مورد توجه و رسیدگی قرار گیرد.

1-1- ضوابط انتخاب محل آبگیر:

آ- نقطه آبگیری نباید درجایی باشد که آب دارای جریان سریع و تند است زیرا در این نقاط امکان خطر برای آبگیر و قطع آب منطقه می‌باشد.

ب- زمین مجاور نقطه آبگیری باید از پایداری کافی برخوردار باشد انتخاب یک مقطع مستقیم از مسیر رودخانه برای آبگیری همیشه بر نقاط دیگر برتری دارد. زیرا در این نقاط خطر فرسایش ساحل رودخانه حداقل است.

پ- دسترسی به تاسیسات آبگیری باید آسان و بدور از هر گونه مانعی باشد.

ت- به منظور دسترسی به آب خنکتر و همچنین جلوگیری از ورود اجسام شناور، ورودی آبگیر باید به اندازه کافی پایین‌تر از سطح رودخانه یا دریاچه باشد و برای ممانعت از ورود مواد معلق و رسوبات کف بستر، ورودی مذکور باید تا حد لازم از کف بستر باشد.

ث- برای جلوگیری از ورود آلودگیهای احتمالی ساحل رودخانه یا مخازن باید آبگیر به فاصله مناسب از ساحل باشد.

ج- محل آبگیر باید در بالا دست رودخانه باشد تا از آلودگی ناشی از فاضلابهای شهری و یا صنعتی و غیره در امان باشد.

- چ- ساختمان آبگیر و توریهای درشت و ریز جایی باشد که خطری از ناحیه سیلابها متوجه آن نباشد.
- ح- می‌بایست اطمینان حاصل نمود که هیچگونه عملیات کشتی رانی یا دریانوردی در رودخانه- دریاچه و دریایی که آبگیر در آن احداث می‌شود انجام نمی‌شود.
- خ- احداث و وجود آبگیر نباید موجب به خطر افتادن زندگی ماهیها و جانوران آبی و نهایتاً سبب نابودی آنها شود.
- د- آبگیر باید در نقطه‌ای احداث شود که قادر باشد در تمام طول سال بخصوص در فصول خشک که سطح آب پایین می‌افتد آب مورد نیاز را تامین نماید.

انواع آبگیرها:

آبگیرها از نظر شکل، چگونگی ساختمان موقعیت و محل احداث آنها انواع مختلف دارند که عبارتند از: آبگیر مستغرق ساده، برجهای آبگیر (شامل آبگیر تر و خشک) چاههای آبگیر- آبگیر لوله‌ای کانال آبگیر و مخازن آبگیر. آبگیری از مخازن ذیلاً شرح داده می‌شود.

3-1- آبگیری از سدها (مخازن آبگیر)

آبگیر مخزن شامل یک چاه آبگیر است که کف آن پایین تر از پایین ترین سطح آب مخزن است، لوله‌های آبگیر که مجهز به توریهای آشغالگیری می‌باشد در اعماق مختلف مخزن (یا سد) به منظور برداشت آب با کیفیت بهتر و با توجه به نوسانات کمی و کیفی آب مخزن نصب می‌شوند، آب گرفته شده از طریق ورودیهای مذکور، یا مستقیماً وارد چاه آبگیر می‌شوند و یا از طریق یک لوله قائم که در یک برج قرار دارد به کانال خروجی هدایت می‌شود.

شکل‌های شماره 1 و 2 دو حالت اشاره را نشان می‌دهند.

در سدهای خاکی تاسیسات آبگیری نزدیک به پاشنه سد و بعضاً در مرکز سد ساخته می‌شوند و تاج سد به وسیله یک پل ارتباطی به برج شیرهای کنترل و چاه آبگیر متصل می‌شود.

در سدهای ساخته شده با مصالح ساختمانی (بتون و غیره) و یا سدهای خاکی، مجاری ورودی آبگیر به شیرهایی مجهز می‌باشند تا امکان آب‌گیری از هر سطح براساس نیاز در طول سال میسر باشد. این شیرها از یک اتاقک کنترل قابل باز و بسته شدن هستند. معمولاً در هر مجرا دو دستگاه شیر نصب می‌شود تا در صورت خراب شدن یکی از شیرها امکان تعمیر آن یا مانور شیر بعدی مقدور باشد.

از آنجا که در طول سال کمیت و کیفیت آب سد متأثر از تغییرات جوی است مخصوصاً در سدهایی که بیش از 10 متر عمق دارند پدیده لایه لایه شدن عمدتین تاثیر رادر کیفیت آب دارد. از این رو بهترین ومناسبتین آب برای انتقال به تصفیه خانه های آب مشروب در کل ارتفاع آب سد در لایه های میانی و قسمتهای پائین لایه های بالایی وجود دارد. از طرفی در لایه های آب کف مخزن اکسیداسیون مواد آلی به علت فقر فقدان اکسیژن محلول، بیهواری خواهد بود و مواد حاصل اغلب بودار و آب این نواحی از کیفیت بدتری برخوردار است. مضافاً به اینکه لایه های نزدیک به کف مخزن دارای موادی مثل سیلیس، رس، و مواد معلق به مقدار زیادتری نسبت به لایه های فوقانی هستند از این لحاظ برداشت آب از لایه های میانی و نزدیک و به سطح توصیه شده است

محدودیت معمولی برای برداشت آب از پشت مخزن سدها در سه ارتفاع از ارتفاع فوقانی، میانی، و تحتانی برداشت آب می باشد. در حالیکه از ارتفاع فوقانی صورت گیرد حدوداً لوله مربوط به آن 4 متر زیر بالاترین سطح آب می باشد. چنانچه برداشت آب از قسمت تحتانی پشت سد انجام شود برداشت می بایستی در ارتفاع 1 متری از کف مخزن قرار گیرد تا رسوبات و گل و لای خارج نشوند.

4-1- آبیگرهای ساده مستغرق:

شامل یک قالب بتنی ساده، یا یک سد زیر آبی است که آب به وسیله ی یک لوله به یک چاهک هدایت می شود که از چاهک آب بطرف تصفیه خانه پمپاژ می شود که در جلو این صافی آشغالگیر کار گذاشته شده برای جلوگیری از ورود خرده یخها و اجسام درشت و ریز و ماهیها به داخل تصفیه خانه و معمولاً در رودخانه ها طوری کار گذاشته می شود که لجن روی آنرا نگیرد.

کاربرد:

در رودخانه ها جایی که زیر لجن دفن نشود و عموماً در رودخانه های پر آب.

محاسن آبیگرهای ساده مستغرق:

- 1- ارزان بودن
- 2- معمولاً راه دریایی را مسدود نمی کند
- 3- برای پروژه های کوچک تامین آب استفاده می شود و کاربردش هم در رودخانه هایی است که تغییرات ارتفاع آب کم است.

معایب: برای تمیز کردن براحتی در دسترس نیستند.

2- برجهای آبگیری:

برجهای آبگیر معمولاً در پروژه‌های بزرگ ورودی رودخانه‌ها و مخازن، جایی که تغییرات زیاد سطح آب وجود دارد استفاده می‌شود. دریچه و شکافها در سطوح مختلف کنترل می‌شوند، دریچه‌های این برجهای در تعدیل کردن جریان و انتخاب کیفیت آب نقش دارند.

دسترسی به این برجهای معمولاً برای کنترل عملکرد دریچه‌ها به وسیله‌ی یک پل از برج به سد یا بطرف ساحل تامین می‌شود اگر دریچه‌هایی ورودی در تمام سطوح مستغرق شوند هیچ مشکلی در گرفتگی یا آسیب به وسیله‌ی خرده یخ بوجود نمی‌آید.

دو نوع برج آبگیر وجود دارد.

آ- برجهای آبگیر مرطوب

ب- برجهای آبگیر خشک

برجهای آبگیر مرطوب:

شامل یک مخزن استوانه‌ای بتونی که غرق در آب است که در وسط آن لوله ای است که آبرای بطرف تصفیه خانه می‌برد (در اینجا هیچگونه تلمبه‌ای صورت نمی‌گیرد).

در بدنه لوله‌ای که بطور عمودی در وسط بدنه بتونی دایره‌ای قرار گرفته شکافهایی قرار دارد که آب سخت وارد مخزن می‌شود و بعد وارد لوله برنده آب بطرف تصفیه خانه و ضمناً دو دستگاه شیر بدنه که از اتاق فرمان دستور می‌گیرند تعبیه شده و هنگامی که سیستم احتیاج به تعمیر داشت آنها را بسته و یا باز نمایند.

برجهای آبگیر خشک:

تفاوت اساسی بین یک آبگیر خشک و مرطوب این است که در یک برج آبگیر و مرطوب آب از دریچه‌های ورودی وارد و بدخل برج می‌شود و سپس از راه دریچه جداگانه‌ای که شکافها را کنترل می‌کند وارد لوله مجاری می‌شود.

در یک برج آبگیر خشک آب مستقیماً بدخل مجاری کناری از طریق مدخل دریچه‌های ورودی کشیده می‌شود (همانطوریکه در شکل 4-5 نشان داده شده است) یک برج آبگیر خشک هیچ آبی داخل برج نیست دریچه‌ها بسته هستند. جایی که برج آبگیر مرطوب و پر از آب است حتی اگر دریچه‌ها بسته باشند وقتی دریچه‌های ورودی بسته

هستند یک برج آبگیر خشک تحت تاثیر نیروهای شناوری است و بنابراین باید ساختار سنگین تری از برجهای مرطوب داشته باشد.

آبگیر خشک باید احتمالاً به منظور مقاومت و تحمل بدترین احتمالات ترکیب انواع نیروها از قبیل فشار آب ساکن، باد، زلزله، نیروهایی که به وسیله امواج یخ خرده و... بوجود می آید طرح شوند.

آشناگیری

به منظور حذف قطعات درشت و سبک و شناور بر روی آب منابع سطحی که برای تصفیه مورد استفاده واقع می شود کاربرد میله ها و توریهای آشناگیری در مسیر هدایت آب در آبگیرها و کانالهایی که آب خام را به سیستم تصفیه خام می رساند ضروری خواهد بود زیرا ورود شاخه برگ و غیره ممکن است در عملکرد سیستم تصفیه خانه اختلال ایجاد کند بنابراین اولین وسیله ای که بر سر راه آب خام واقع می شود این میله های آشناگیری و توریهای می باشند و نظر به اینکه استقرار وسیله ممکن است افت فشاری در مسیر هدایت آب که معمولاً یک کانال به ابعاد معلوم است ایجاد نماید محاسبه افت فشار در داخل آن ضروری است. عموماً میله های آشناگیری از جنس فولاد و به اشکال و سطح مقطع های مختلف ساخته می شود کلیه این میله ها در یک کادر توری یا آشناگیر قرار گرفته بطوریکه تمام میله ها دارای یک سطح مقطع و فاصله یکسان نسبت بهم باشند (آشفته) و زاویه نسبت معمولاً بین 45-90 درجه می باشد، در فاضلاب 30-45 درجه است، این برای جلوگیری از بسته شدن شبکه های آشناگیر آنها را در دو یا سه ردیف با سوراخهای گوناگون قرار می دهند.

شبکه های آشناگیر درشت با سوراخهای 20 تا 30 میلیمتر و شبکه های ریز با سوراخهای 2 تا 5 میلیمتر و شبکه های خیلی ریز که بندرت مورد استفاده قرار می گیرند با سوراخهای 0/2 تا یک میلیمتر ساخته می شوند مجموع سطح سوراخهای اولین شبکه باید 1/5 تا 2 برابر سطح مقطع لوله آورنده آب به تصفیه خانه باشد و سرعت آب در سوراخهای شبکه نباید بیش از 0/66 متر بر ثانیه شود (متروی)

کانال باید بگونه ای طراحی شود که از تجمع دانه ها و سایر مواد سنگین قبل از واحد آشناگیری جلوگیری نماید.

افت انرژی در آشغالگیر:

بعلت تغییر سطح مقطع جریان در زمانی که از آشغالگیر عبور می‌کند افت انرژی خواهیم داشت این افت را می‌توانیم از رابطه کیرشمر بدست بیاوریم این اتلاف انرژی بصورت اختلاف سطح در دو طرف آشغالگیر و یا بعبارت دیگر بصورت بالا آمدن سطح آب بیش از آشغالگیر خواهد بود.

HE = اختلاف سطح دو طرف آشغالگیر

E = فاصله بین میله‌ها mm

∞ = زاویه نصب آشغالگیر

$$H_e = \beta \times \sin \infty \left(\frac{d}{e} \right)^3 \times \frac{V^2}{2g}$$

D = قطر میلگرد یا تسمه بر حسب mm

G = شتاب M/SEC

V = سرعت جریان آب کانال پیش از آشغالگیر بر حسب متر بر ثانیه

β = ضریبی که بستگی به شکل میله‌های آشغالگیر دارد.

ضریب β که بستگی به شکل مقطع میله دارد و از طریق تجربی حاصل شده است.

مثال: می‌خواهیم در مسیر یک کانال با سطح مقطع مربع مستطیل با شیب $1/4 \times 10^{-4}$ و از جنس بتون معمولی با ضریب مانینگ 0/012 آشغالگیر طرح کنیم. عرض کانال 2 متر و عمق آب 1/5 متر می‌باشد و ردیف اول اشغال گیر درشت با سوراخ به فاصله‌های 25 میلیمتر و ردیف دوم با شبکه‌های زیر با سوراخ 4 میلیمتر قطر میله‌های آشغالگیر اول 1cm و ردیف دوم 0/5cm است زاویه نصب آشغالگیر نسبت به کف 60 درجه (اختلاف سطح بین دو طرف آشغالگیر) را در این آشغالگیر بدست آورید.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

رابطه مانینگ

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1/5 \times 2}{(1/5 \times 2) + 2} = 0/6 \Rightarrow V = \frac{1}{0/012} \times 0/6^{\frac{2}{3}} \times (1/4 \times 10^{-4})^{\frac{1}{2}} = 0/07 \frac{m}{s}$$

شعاع هیدرولیکی

سرعت زیاد است اگر شیب را کم کنیم سرعت کمتر می‌شود و در اصل می‌بایستی R را کم کنیم بنابراین بایستی P را زیاد کنیم.

$$He = 1/79 \times \sin 60 \left(\frac{10}{20} \right)^{\frac{4}{3}} \times \left(\frac{0/07^2}{2 \times 9/81} \right) = 1/02 \text{ cm} = \text{برای ردیف اول}$$

$$He = 1/79 \times \sin 60 \left(\frac{5}{4} \right)^{\frac{4}{3}} \times \left(\frac{0/07^2}{2 \times 9/81} \right) = 6/3 \text{ cm} = \text{برای ردیف دوم}$$

$$He = 1/2 + 6/3 = 7/5 \text{ cm}$$

انواع آشغالگیر:

آ- آشغالگیر میله‌ای RACK:

که از میله‌های موازی تشکیل شده که به هر کدام از نرده‌ها BAR گفته می‌شود. چگونگی قرار گرفتن میله معمولاً با شیب 60 درجه است و برای جریانهای بیش از 200m³ استفاده می‌شود قطر میله‌ها دایره‌ای 16 تا 30 میلیمتر و یا از بسته‌های فولادی با سطح مقطع مستطیل به پهنای 30 تا 80 میلیمتر و ضخامت 10 تا 20 میلیمتر ساخته می‌شوند.

عموماً این آشغالگیرها یا به وسیله‌ی دست تمیز می‌شوند و یا بطور مکانیکی

آشغالگیرهای میله‌ای که با وسائل دستی تمیز می‌شوند. پیش از این قبل از ایستگاههای پمپاژ فاضلاب استفاده می‌شدند آشغالگیرهای میله‌ای که با وسایل مکانیکی تمیز می‌شوند، که با طراح باید نوع وسیله مورد استفاده، ابعاد مجرای آشغالگیر، محدوده تغییرات ارتفاع جریان در مجرا- فاصله آزاد بین میله و روش کنترل آشغال را مشخص می‌نمایند و سپس به کارخانه سازنده داده می‌شود.

ب- آشغالگیر شبکه‌ای Screen:

در دهه 1920 و پیش از آن آشغالگیری‌های شبکه‌ای ریزی که از دیسک‌ها با استوانه‌های مایل که قسمت مرکزی آشغالگیر آنها از صفحه‌های برنزی یا مسی مشبک تشکیل شده بود به جای مخازن ته نشینی برای تصفیه‌ی ابتدایی استفاده می‌شد.

به آشغالگیری اطلاق می‌شود که از شبکه‌های سیمی و یا ضخامت سوراخ دار تشکیل یافته باشد. آشغالگیر مشبک دارای منفذهای 6mm یا 1/4 اینچ یا کوچکتر باشند.

آشغالگری:

آ- آشغالگیر میله‌ای

ب- آشغالگیر شبکه‌ای (مشبک)

طراحی آشغالگیر: برای طراحی ابعاد آشغالگیر از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$A = W.D \left(\frac{S}{B+S} \right) = \frac{QP}{0/6}$$

$$W.D = \frac{QP}{0/6} \left(\frac{S}{B+S} \right)$$

W = پهناي آشغالگیر

D = عمق آشغالگیر بر حسب متر

S = فاصله بین میله‌ها بر حسب میلیمتر

B = قطر میله‌ها (میلی متر)

QP = دبی بیک بر حسب

توجه: معمولاً D را برابر با $1/5$ برابر W در نظر می‌گیرند $D=1/5W$

تمرین: برای شهری با جمعیت 20000 نفر که متوسط مصرف آب در این شهر 150 لیتر برای نفر در روز است می‌خواهیم آشغالگیری طراحی کنیم که قطر میله‌ها 10 میلی متر و فاصله بین هر دو میله 30 میلیمتر باشد مطلوب است ابعاد آشغالگیر.

1-4-2- هوادهی:

هوادهی در صنعت تصفیه آب کاربرد وسیعی دارد و هدف عمده از آن، بهبود و اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب برای مصارف شهری، تجاری و صنعتی می‌باشد. با انجام عمل هوادهی، غلظت برخی از مواد فرار در آب کاهش یا افزایش می‌یابد بنابراین:

آ- موادی که ممکن است توسط عمل هوادهی در آب کاهش یابند عبارتند از:

- مواد مولد طعم، بو، همچنین سولفید ئیدروژن SH_2 و برخی ترکیبات آلی فرار که این ترکیبات آلی بخشی از مواد پیش ساز تری هالومتانها را نیز شامل می‌شوند.

- موادی که موجب افزایش خاصیت خوردگی در آب می‌شوند، از جمله دی اکسید کربن CO₂ و سولفید هیدروژن SH₂ اگرچه اکسیژن نیز موجب افزایش خوردگی در آب می‌شود اما غلظت آن با فرایندهای معمولی هوادهی بسیار کم کاهش می‌یابد و تابع شرایط فشار و درجه حرارت در تاسیسات تصفیه آب است.

- آهن و منگنز ، که برای جدا کردن 1 میلیگرم در لیتر از آنها به ترتیب به 0/14 و 0/27 میلیگرم در لیتر اکسیژن نیاز می‌باشد.

- موادی که با مواد شیمیایی مصرف شده در تاسیسات تصفیه آب وارد واکنش شده و یا در واکنش آنها مداخله می‌کنند، این مواد شامل کربن دی اکسید (درعمل سختی گیری) و پروسه‌های حذف آهن و سولفید هیدروژن قبل از کلرزنی می‌باشد.

- گازهای مختلف از جمله متان

ب- موادی که ممکن است توسط عمل هوا دهی در آب افزایش یابند عبارتند از:

- گازهای اتمسفری، به ویژه اکسیژن ، که برای بهبود طعم و بوی آب و اکسیداسیون آهن، منگنز و هیدروژن سولفید و کاهش مقدار مواد آلی آب مفید می‌باشد.

- موادی که ویژگی‌های آب را به منظور آماده سازی آن برای فرآیندهای بعدی اصلاح می‌کنند. در فرآیند ری کربناسیون، پس از سختی گیری با (افزایش) آهک، دی اکسید کربن CO₂ به‌وسیله‌ی عمل هوادهی برای خنثی سازی کربنات سدیم و آهک اضافی به آب افزوده می‌شود. کربن دی اکسید همچنین از طریق عمل هوا دهی به آبهای محتوی سولفیدها برای پایین آوردن مقدار PH و در نتیجه افزایش درجه فراریت سولفید هیدروژن و به منظور حذف بیشتر آنها به آب اضافه می‌شود.

1-2-4-1- محدودیت‌های هوادهی:

معمولاً هوا دهی یک روش موثر و کارآ برای حذف یا کاهش طعم و بوهای نامطلوب ناشی از موادی که فراریت کافی ندارند، نمی‌باشد. اگر مواد به اندازه کافی فرار باشند توسط عمل هوا دهی حذف می‌شوند. روغنهای مربوط به جلبک‌ها (که در اثر تجزیه و تلاشی ارگانسمهای جلبک در آب آزاد می‌شوند) کاملاً فرار نیستند، و از این رو بطور رضایت بخشی فقط توسط هوا دهی حذف نمی‌شوند.

براساس گزارشهای متعدد از تاسیسات شهرهای مختلف آمریکا، هوا دهی روش موفق و رضایتبخشی برای حذف طعم و بوی آب (ناشی از ارگانوسمهای موجود در آب) نبوده است. ولی در عین حال گزارش شده که برای حذف این گونه طعم و بو، استفاده از کربن فعال نتایج مفید و قابل قبولی داشته است.

بوی کلر ساده توسط هوا دهی حذف می شود ولی بوهای ناشی از ترکیبات کلر با مواد آلی بطور کامل حذف نمی شود. طعم و بوهای ناشی از مواد شیمیایی محتوی برخی از فاضلابهای صنعتی ممکن است توسط عمل کلریناسیون افزایش یابد.

اگر چه این قبیل طعم و بو بطور رضایتبخشی توسط هوا دهی کاهش نمی یابند، با این حال برخی از این بوها ممکن است تا چند روز پس از هوا دهی و ذخیره شدن آب ظاهر نشود.

مهمترین عملکرد هوا دهی عبارت از حذف از آب پیش از عمل سختی گیری با آهک و کربنات سدیم و افزایش اکسیژن برای حذف آهن و منگنز است. اگر چه این فرآیندها همیشه بدون اثرات منفی نیستند. در برخی از تاسیسات اکسیژن اضافه شده به آب در نتیجه عمل هوا دهی موجب افزایش خوردگی شده است. معمولاً برای ته نشینی و رسوب آهن و منگنز هنگامی که مواد آلی حضور ندارند تنها هوا دهی کفایت می کند، ولی اگر اینگونه مواد در آب موجود باشند، با آهن و منگنز تشکیل ترکیبات پیچیده ای می دهند که پس از هوا دهی بطور کامل و رضایتبخشی ترسیب نمی شوند.

1-2-2-4-2- روشهای هوادهی:

در تمام روشهای هوا دهی کوشش بر این است که هر چه بیشتر آب را در مجاورت هوا قرار دهند تا اکسیژن لازم را بدست آورد و گازهای اضافی را از دست بدهد. پیش تر اشاره شد که مواد فرار بطور مطلوب توسط عمل هوا دهی کاهش یافته و یا حذف می شوند، از جمله این مواد CH_4 , NH_4 , SH_2 , CO_2 و سایر ترکیبات فرار آلی می باشد.

تبادل مواد بین آب و هوا از طریق فرایندهای هوا دهی به عوامل زیر بستگی دارد:

نوع ماده فرار، دمای محیط، فشار نسبی گاز یا ماده فرار در هوای استفاده شده، درصد اشباع گاز یا ماده فرار در آب، تناسب سطح تماس نسبت به حجم آب. PH و قدرت تماس دو عامل عمده در کارایی هوا دهی موثر می باشند که عبارتند از: مدت هوا دهی، و نسبت سطح تماس قطره آب به حجم همان قطره A/V .

روشهای هوا دهی را به دو دسته کلی تقسیم می کنند. در روش اول کنترل جریان آب به صورتی است که سطح تماس آب با نسبت A/V افزایش یابد که به انواع آبشارها معروف است. در روش دوم با تزریق هوا به داخل آب موجب افزایش

سطح تماس آب و هوا می‌شوند که به نوع تزریق هوا معروف است، در هر دو روش نیاز به انرژی است و براساس امکانات محلی باید مناسبترین آن تشخیص داده شود.

اگر جریان آب دارای انرژی پتانسیل است، نوع آبخاری مناسبتر است، در صورتیکه بدلیل سرما و یا آلودگیهای ناشی از هوا نیاز به سرپوشیده کردن واحد هوادهی می‌باشد. در این صورت نیاز به وسایل تهویه نیز پیدا خواهد شد و لذا هزینه کل سیستم قابل ملاحظه است.

1-2-2-4-1- هوادهای آبخاری:

این هوادها عبارتند از:

آ- هوادهای آبخاری پاششی:

این نوع هوادها شامل نازل‌های فیکس شده روی لوله توزیع سوراخ داری است که آبر با فشار وارد یک مخزن هوا می‌کند، این هوادها به فضای زیادی نیاز دارند و از این رو احداث آنها معمولاً اقتصادی نیست و اداره کردن آنها در هوای سرد و یخبندان غیر ممکن است.

ب- هوادهای آبخاری پله‌ای:

این نوع هواده در سطح وسیع استفاده می‌شوند. در این روش اگر ارتفاع کل آبخار 1/2 تا 3 متر و بار سطحی برای استخر 22/2 تا 66/7 متر مکعب در ساعت برای هر متر انتخاب شود، 30 تا 60 درصد گاز کربنیک کاهش می‌یابد. 24

این نوع هوادها در طرحهای مختلفی ساخته می‌شوند از جمله: نوع حوضچه‌های پله کانی که آب از هر حوضچه به حوضچه پایین‌تر سرزیر می‌کند (شکل 1-14) و یا نوع حوضچه‌های پلکانی سوراخدار که آب از این سوراخها به حوضچه‌زیرین ریزش می‌نماید. ساده ترین نوع هوادهای پلکانی یک سری پله به شکل (1-15) است که از مصالح بنایی بخصوص بتن ساخته می‌شود. زمان تماس بطور نظری برای هر پله عبارت خواهد بود از:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad 1-1$$

-2-1

و لذا اگر n تعداد پله داشته باشیم زمان تماس عبارت است از:

$$t = \sqrt{\frac{2nh}{g}}$$

3-1

که در این روابط:

$t =$ زمان تماس آب و هوا بر حسب ثانیه

$h =$ ارتفاع کل پله‌ها بر حسب فوت

$g =$ شتاب ثقل زمین بر حسب فوت بر مجذور ثانیه

$n =$ تعداد پله‌ها

مثلاً چنانچه ارتفاع کل پله‌ها 9 فوت و تعداد پله‌ها برابر 10 باشد زمان تماس خواهد بود:

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 9}{32.2}} = 2.36$$

ج - هواده‌های آبشاری بشقابی:

این هواده‌ها از چند واحد سینی یا بشقابی شکل ساخته می‌شوند که در کف هر یک از این سینی‌ها روزنه‌هایی تعبیه شده و در آن ممکن است ذغال کک، گویهای سرامیک و یا پلاستیک به ابعاد 2 تا 6 اینچ قرار داده شود تا آب موقع عبور تماس بیشتری با هوا داشته باشد 0 زمان تماس را می‌توان با افزایش تعداد سینی‌ها بیشتر نمود.

غالباً از سه تا پنج سینی با فاصله بین 12 تا 30 اینچ استفاده می‌شود. سطح مورد نیاز (در سینی‌ها) بین 23 تا 73 فوت مربع به ازاء هر میلیون گالن آب در روز است. جای دهی این نوع هواده کمتر از نوع پله‌ای و پاششی است زیرا به سطح کمتری نیاز است.

1-4-2-2-2-4-2-2 هواده‌های با تزریق هوا:

در این نوع هواده‌ها چون سرعت بالا آمدن حبابهای هوا کمتر از سرعت سقوط قطرات آب است (هواده‌های آبشاری) لذا بازدهی آن بیشتر است. این روش هواده‌ی در شرایط یخبندان نیز عمل می‌کند و از هدر رفتن ارتفاع با فشار آب جلوگیری می‌کند. اما هزینه‌ی اولیه‌ی آن بیشتر بوده و نیازمندیهای تعمیر و نگهداری نیز پیچیده‌تر است.

واحدهای هواده‌ی با تزریق هوا معمولاً از یک مخزن مستطیل شکل بتونی تشکیل شده است که در نزدیک کف آن لوله‌های سوراخدار و یا سرامیک نصب شده است.

هوای تحت فشار از طریق لوله توسط یک پمپ به درون شبکه دمیده می‌شود و از رودخانه خارج می‌شود. حبابهای هوا در حین صعود به سطح آب موجب اختلاط آب شده و مرتب سطح تماس آب و هوا را بیشتر کرده و تبادل صورت می‌گیرد.

معمولاً عمق این تانکها 9 تا 15 فوت و عرض آنها 10 تا 30 فوت می‌باشد. نسبت عرض به عمق نباید کمتر از 1:2 باشد. طول مخزن تابع انتخاب زمان مانده است که معمولاً زمان ماند را بین 10 تا 30 دقیقه در نظر می‌گیرند. میزان هوای لازم بستگی به هدف هوا دهی دارد ولی معمولاً بین 0/01 تا 0/15 فوت مکعب هوا به ازاء یک گالن آب تصفیه شده می‌باشد. فشار هوای موردنیاز بستگی به عمق روزنه‌های خروجی هوا و افت فشار در لوله‌های انتقال هوا دارد. نیروی لازم عبارت است از 0/5 تا 2 کیلو وات به ازاء هر میلیون گالن آب در روز که متوسط آن حدود 1 کیلو وات است.

ساختمانهای اندازه گیری آب:

1- پارشال فلوم

2- ونتوری متر

3- سرریز

4- کنتور

5- روش تعیین مختصات

6- سیفون

7- اسپابل

1- پارشال فلوم

پارشال فلوم یک ساختمان آبی است که ایجاد عمق بحرانی می‌کند و به کمک آن می‌توان دبی کانال را اندازه گیری کرد این فلوم معمولاً یک مدخل ورود و محل خروج آب دارد. در محل گلو یک جهش هیدرولیکی ایجاد می‌شود که ممکن است در پایین دست آب بصورت غوطه ور درآید.

در گلو و قسمت همگرایی فلوم دو نقطه برای اندازه گیری آب در نظر گرفته شده که با علائم زیر مشخص می‌شود:

H_a = برای اندازه گیری عمق آب در مدخل همگرا

H_b : برای اندازه گیری عمق آب در گلو

حوض متعادل کننده‌ی جریان:

این حوضچه در واقع جلوی نوسان آبرای می‌گیرد و استفاده‌ی دیگر آن به عنوان سرزیر می‌باشد. تفاوت این حوضچه در تصفیه خانه آب با فاضلاب در نحوه کاربرد آن است یعنی در آب فقط برای یکسان نمودن جریان به کار می‌رود و در فاضلاب بخصوص فاضلابهای صنعتی برای یکنواخت کردن انواع فاضلابها کاربرد دارد.

زمان ماند در این حوضچه‌ها حدود 1/5 دقیقه می‌باشد.

فرمول طراحی حوضچه متعادل کننده جریان:

آ- محاسبه حجم حوضچه

برای محاسبه حجم حوضچه از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$V=Qt$$

V: حجم حوضچه بر حسب متر مکعب

Q: ظرفیت تصفیه خانه بر حسب متر مکعب در دقیقه

T: زمان ماند بر حسب دقیقه

ب- محاسبه ابعاد حوضچه:

برای محاسبه ابعاد حوضچه فرمول زیر را به کار می‌برند:

$$L = \frac{V}{W.d}$$

L: طول حوضچه بر حسب متر

W: عرض حوضچه که معمولاً 3 متر در نظر گرفته می‌شود

D: عمق حوضچه که معمولاً 2 متر در نظر گرفته می‌شود.

مثال: اگر ظرفیت تصفیه خانه‌ای 97300 متر مکعب در شبانه روز باشد، حجم، طول و عرض حوض متعادل کننده را در صورتیکه زمان ماند 1/5 دقیقه در نظر گرفته شود، محاسبه نمایید.

$$V = \frac{97300 \times 1.5}{24 \times 60} = 102m^3$$

$$L = \frac{51}{3 \times 2} = 8.5M$$

بر حسب اندازه ابعاد فلومها معادلات مخصوصی به شرح زیر برای اندازه گیری مقدار دبی بدست آمده است:

دبی بر حسب فوت مکعب در ثانیه	W (عرض گلوبر حسب اینچ)
$Q=0,992 \text{ Ha}^{1,547}$	3
$Q=2,06 \text{ Ha}^{1,58}$	6
$Q=3,07 \text{ Ha}^{1,53}$	9
$Q=4W \text{ Ha} (1,522W - 0,026)$	12
$Q=(3,6875W + 2,5) \text{ Ha}^{1,6}$	10

در انتخاب اندازه فلوم، عرض گلو اساس انتخاب می‌باشد. پیش از نصب پارشال فلوم مقطع کانال دامنه تغییرات دبی در کانال، افت مجاز فشار در گلو باید معلوم باشد. بطور معلوم عرض گلو باید حدود عرض بالا دست کانال باشد.

2- سرریزها:

عبارت است از ایجاد یک مانع با مقطع مثلاً مستطیل شکل در مجرای کانال. در این حالت سطح آب افت کرده و می‌توان به کمک معادله مومنوم مقدار دبی کانال را بدست آورد.

3- روزنه:

مقطع این وسایل به شکل دایره یا مستطیل بوده و آب در پایین دست تا بالای روزنه جریان دارد که در این حالت روزنه غوطه ور می‌باشد. پهنای دهنه‌ی روزنه 2 تا 6 برابر ارتفاع آن می‌باشد. در کانالهایی که بدون شیب باشند و برای سرریزها نباشند از روزنه‌های غوطه‌ور استفاده می‌شود و اختلاف ارتفاع بین سطح آب در بالا دست و پایین دست صورت گیرد فاصله اندازه گیری باید طوری باشد که تلاطم آب مزاحمت ایجاد نکند. محاسبه دبی از رابطه زیر صورت می‌گیرد.

$$Q = CA\sqrt{2g\Delta h} = 0.61A\sqrt{2g\Delta h}$$

که در آن A سطح مقطع روزنه و Δh اختلاف بار روی آن یعنی اختلاف سطح آب در بالا دست و پایین دست روزنه می‌باشد.

4- ونتوری متر:

ونتوری متر بر این اساس کار می‌کند که با باریک شدن لوله سرعت آب افزایش می‌یابد و فشار را پایین می‌آورد لذا به کمک اختلاف فشار مقدار دبی اندازه گیری می‌شود. ونتوری متر را در یک لوله جای می‌دهند طوری که دوسر آنها متصل به دو سر لوله باشد معمولاً قطر ونتوری متر $1/4$ تا $1/5$ قطر لوله می‌باشد. بعلت وجود ونتوری متر ممکن است در حدود 10 تا 20 درصد انرژی تلف شود. مطابق شکل دبی از رابطه زیر بدست آمده:

C ضریب دبی که از طریق تجربی بدست آمده و K بستگی به $\frac{D_2^2}{D_1^2}$ دارد و از رابطه زیر تعیین شود.

$$K = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{25}{1 - \left(\frac{D_2^2}{D_1^2}\right)^4}}$$

5- کنتور یا دبی سنج:

روش دیگر اندازه گیری جریان است که سرعت جریان آب (انرژی جنبشی) را تبدیل به افت فشار کرده و مقدار دبی را اندازه می‌گیرد. یک پرده دوار جلوی جریان آب قرار می‌گیرد که سرعت پره متناسب با متوسط سرعت آب است و چون A ثابت است $v = \frac{Q}{A}$. لذا سرعت پره با دبی رابطه مستقیم خواهد داشت چون این روش دبی را مستقیماً بدون محاسبات طولانی نشان می‌دهد نسبت به روشهای دیگر برتری دارد.

6- تعیین دبی به روش مختصاتی:

این روش که بیشتر هنگام استفاده از پمپهای شافت و غلافی استفاده می‌شود و گاهی هنگام حفاری چاه برای آزمایش کاربرد دارد فاصله پرتاب آب از لبه لوله بصورت عمودی (X) و افقی (Y) اندازه گیری می‌شود و از رابطه زیر مقدار دبی اندازه گیری می‌گردد.

$$Q = \frac{2.83 \times D^2 \times X}{\sqrt{Y}}$$

7- سیفون:

عبارت است از لوله کوتاهی که آب تحت تاثیر اختلاف پتانسیل در آن عبور می‌کند و برای آبیاری استفاده می‌شود دبی سیفون از رابطه روزنه محاسبه شده و بستگی به طول لوله ندارد.

$$Q = \frac{C\pi D^2}{4} \sqrt{2G\Delta h}$$

D: قطر سیفون

Δh اختلاف سطح آب طرفین سیفون برای لوله پلاستیکی که معمولاً 0/6 فرض می‌شود.

8- اسپابل:

عبارت است از لوله کوتاهی که آب را از کانال بطرف دلخواه منحرف می‌کند و می‌تواند به صورت مستغرق یا آزاد باشد. محاسبه‌ی دبی از معادله فوق برای سیفون امکانپذیر می‌باشد.

در عمل استفاده از سیفون و اسپابل برای اندازه‌گیری آب بسیار مشکل است چرا که نسبت به زمان دارای تغییرات زیادی می‌باشد ولی برای انتقال آب مناسب است.

1-4-3- اختلاط سریع:

برای انجام فرآیند انعقاد لازم است که مواد شیمیایی مورد نظر، بطریقی در تمام نقاط آب توزیع شوند به عبارت دیگر می‌بایست مواد شیمیایی را با انجام عمل اختلاط سریع در تماس با کلیه مواد منعقد شونده موجب در آب قرار داد. بهترین اختلاط برای پخش و پراکندگی سریع مواد شیمیایی و مواد موجود در آب خام ایجاد توربولانت شدید در آب است. این توربولانت موجب می‌شود که مواد شیمیایی اضافه شده به آب به سرعت در تمام قسمت‌های آب انتقال و با آن مخلوط شود.

چنانچه عمل اختلاط در یک حوضچه صورت گیرد بخشی از آب خام (حدود 40 درصد) میان برمی‌زند و نتیجه کار مطلوب نخواهد بود بنابراین هر چه تعداد حوضچه‌های واحد اختلاط سریع بیشتر باشد راندمان کار بیشتر خواهد بود، اما توجهات اقتصادی مانع از افزایش بیش از حد تعداد حوضچه می‌شود. مبنای طرح حوضچه‌های اختلاط میزان توانی است که به آب داده می‌شود.

طی سالهای پیش وسایل مختلفی برای انجام عمل اختلاط استفاده واقع شده از جمله واحدهای رابنده، پرش هیدرولیکی، و واحدهای مکانیکی مثل: پارویی، توربینی و پروانه‌ای. دستور صریح و روشنی برای تعیین قدرت یا زمان ماند لازم برای اختلاط مواد شیمیایی در آب وجود ندارد ولیکن معمولاً زمان ماند را بین 10 تا 20 ثانیه و نیروی لازم برای اختلاط را نیز 2 تا 5 کیلو وات به ازاء هر متر مکعب در دقیقه (1 تا 2 اسب بخار به ازاء هر فوت مکعب در ثانیه) در نظر می‌گیرند

ذرات موجود در آبهای سطحی و مدت لازم برای ته نشینی آنها

نوع ذرات	قطر ذرات mm	سطح کل *	زمان لازم برای ته نشینی +
شن	10	0/487 اینچ مربع	0/3 ثانیه
ماسه درشت	10	4/87 اینچ مربع	3 ثانیه
ماسه ریز	0/1	48/7 اینچ مربع	38 ثانیه
سیلیت	0/01	3/38 فوت مربع	33 دقیقه
باکتری	0/001	33/8 فوت مربع	55 ساعت
ذرات کلوئیدی	0/0001	3/8 یارد مربع	230 روز
ذرات کلوئیدی	0/00001	0/7 اینچ	6/3 سال
ذرات کلوئیدی	0/000001	7 اینچ	حداقل 63 سال

*: سطح ذرات از یک ذره کروی به قطر 10 میلی متر و وزن مخصوص 2/65 به دست آمده است.

+ : محاسبه مدت ته نشینی براساس یک ذره کروی با وزن مخصوص 2/65 برای 1 فوت ته نشینی انجام شده است.

4-4-1- انعقاد

مقدمه

آبهای سطحی بطور معمول محتوی طیف وسیعی از انواع ناخالصی‌های کلوئیدی هستند که می‌توانند بصورت رنگ یا کدورت در آب ظاهر شوند. کدورت به علت ذرات کلوئیدی رسی ناشی از فرسایش خاک، و رنگ به علت کلوئیدهای آهن و منگنز و یا تجزیه گیاهان در آب حاصل می‌شود.

جدا سازی ذرات کلوئیدی از آب مشکل است زیرا این ذرات به علت سبکی و کمی وزن به آسانی ته نشین نمی‌شوند و از آنجا که غالباً قطر آنها کمتر از تخلخل فیلترهای معمولی است، براحتی از فیلتر عبور می‌کنند. از این رو برای حذف آنها باید شرایطی ایجاد کرد تا به هم چسبیده و درشت‌تر شوند.

بدین منظور باید نیروهای پایداری (دافعه) ذرات کلوئیدی را با استفاده از مواد شیمیایی، خنثی و آنها را ناپایدار نمود تا بتوانند به یکدیگر چسبیده و به عبارت دیگر فلوک تشکیل شود و براحتی ته نشین شوند.

فرآیند ناپایدار کردن نیروهای دافعه کلوئیدهای معدنی و تشکیل لخته (فلوک)های رسی را انعقاد شیمیایی می‌نامند، ولی مکانیسم‌های مربوط به ناپایدار کردن کلوئیدهای آلی که مسبب رنگ هستند تحت عنوان ترسیب شیمیایی مطرح است.

4-4-1- لزوم انعقاد:

با محدود استثناء آبهای سطحی پیش از ورود به شبکه توزیع و مصرف، به نوعی تصفیه نیاز دارند. آلودگیهای ناشی از فرسایش زمین، حل شدن مواد و تجزیه و فساد مواد آلی گیاهی همیشه در آبهای جاری بطور وسیع وجود دارد.

بنابراین برای تولید آب آشامیدنی از این گونه آبها باید مواد مذکور بطریقی حذف شوند. با وجود فاضلابها و زائدات صنعتی و توسعه آلودگیهای ساخته و پرداخته دست بشر و در نتیجه افزایش آلودگی رودخانهها و آبهای سطحی نیاز روز افزون به تصفیه این آبها بیشتر احساس می شود. آبهای طبیعی که توسط انسان و یا بطور طبیعی آلوده می شوند محتوی مواد آلی و معدنی محلول، عوامل بیولوژیکی (از جمله باکتریها، ویروسها، تخم انگلها و پلانکتونها) و مواد معدنی معلق هستند.

برای حذف این مواد معمولاً به فرآیندهایی شامل ته نشینی ساده، انعقاد، ته نشینی و فیلتراسیون و همچنین ترسیب شیمیایی که معمولاً برای حذف مواد معدنی مانند اجزاء سختی، آهن و منگنز، نیاز است. فرآیندهای دیگری از جمله جذب، هوادهی، تعویض یونی و تقطیر نیز برای حذف مواد محلول به کار گرفته می شود.

پارامتری که بیش تر برای بیان نیروی مصرف شده در فرآیند اختلاط مورد استفاده می شود، گرادیان سرعت (G) می باشد که دیمانسیون آن عبارت است از $1/TIME$ و از معادلات زیر بدست می آید.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \quad 4-1$$

برای حوضچه های مجهز به همزن مکانیکی

$$G = \sqrt{\frac{62.4H}{\mu T}} \quad 5-1$$

برای حوضچه های دارای راهبند.

که در روابط:

$$P = \text{نیروی مصرفی آب بر حسب } FT.1B/SEC$$

$$\mu = \text{ویسکوزیته مطلق آب بر حسب } 1B.SEC/FT^2$$

$$V = \text{حجم مخزن یا حجم آبی که نیرو در آن مصرف می شود بر حسب } FT^3$$

$$T = \text{زمان بر حسب ثانیه } SEC$$

$$H = \text{افت فشار بر حسب } FT$$

رابطه کلی بین G و T برای واحدهای اختلاط سریع به صورت زیر نشان داده شده است

$$\text{اگر } G = 10000 \text{ SEC} = T \text{ باشد } T = 20 \text{ ثانیه}$$

$$\text{اگر } G = 1900 \text{ SEC} = T \text{ باشد } T = 30 \text{ ثانیه}$$

$$\text{اگر } G = 1790 \text{ SEC} = T \text{ باشد } T = 40 \text{ ثانیه}$$

اگر $G = 1700 - SEC$ باشد $T < 20$ ثانیه

البته واحدهای اختلاط همیشه مستقل از واحدهای انعقاد و ته نشینی نیست. بطوریکه در برخی از طرحها واحد اختلاط بخشی از مجموعه یک واحد انعقاد و ته نشینی است از جمله زلال سازهای معروف به اکسیلاتور که واحد اختلاط سریع را نیز شامل می‌شوند.

در تصفیه آبهای سطحی حاوی مواد کلوئیدی برای کوتاه کردن زمان ته نشینی و در نتیجه کاهش حجم مخازن ته نشینی از فرآیند انعقاد استفاده می‌شود. نوع و مقدار مواد شیمیایی لازم باید با توجه به نوع آب و مواد موجود در آن در آزمایشگاه تعیین شود.

1-4-2- مکانیسمهای انعقاد:

طی مطالعات تحقیقی بسیار در فرآیند انعقاد و ناپایدار کردن ذرات کلوئیدی، چهار مکانیسم شناخته شده است. این مکانیسمها عبارتند از:

الف - فشردن لایه دابل الکتریکی سطحی:

ناپایدار کردن سیستمهای کلوئیدی توسط افزایش یونهای دارای شارژ مخالف کلوئیدها مدتهاست که شناخته شده است. شولتز در سال 1882 ثابت کرد که قدرت تاثیر مواد منعقد کننده کاتیونی با ظرفیتهای 1 و 2 و 3 به ترتیب به نسبت 1 و 10 و 1000 برابر می‌باشند.

هاردی نیز در سال 1900 به نتایج مشابهی درباره‌ی آنیونها رسید و حاصل مطالعات این دو نفر تحت عنوان قانون شولتز هاردی فرموله شد. طبق این قانون قدرت انعقاد یک ماده‌ی منعقد کننده بستگی به ظرفیت یونهای آن ماده دارد.

پدیده اثبات شده توسط شولتز- هاردی مکانیسم لایه دو گانه الکتریکی را به خوبی شرح می‌دهد. معمولاً ذرات کلوئیدی در آب دارای شارژ الکتریکی منفی بوده و یکدیگر را دفع می‌نمایند که این نیروی الکتریکی طبیعی دافعه را «پتانسیل زتا» می‌نامند و این نیروی طبیعی دافعه قادر است که ذرات کلوئیدی را جدا از یکدیگر و بصورت معلق در آب نگهدارد.

از طرفی بین ذرات کلوئیدی نیروی دیگری به نام نیروی واندروالز وجود دارد که نیروی کششی است و عکس نیروی پتانسیل زتا عمل می‌کند اما بطور طبیعی نیروی دافعه (پتانسیل زتا) بیش از نیروی جاذبه (و اندروالز) است (17) لذا در فرآیند انعقاد و با به کارگیری مکانیسم فشردن لایه دابل الکتریکی سطحی در واقع پتانسیل زتا کاهش یافته و ذرات ناپایدار می‌شوند و در این راستا بهترین بازدهی هنگامی حاصل می‌شود که پتانسیل زتا به نزدیک صفر کاهش یابد.

در عمل برای متراکم کردن لایه دوبل الکتریکی سطحی باید به کار گرفته می‌شوند. انعقاد، فرآیندی است که برای حذف مواد مولد کدورت بطور بسیار وسیع در سراسر جهان از آن استفاده می‌شود. مواد مولد کدورت شامل مواد رسی به مقدار زیاد و ارگانیسیم‌های میکروسکوپی است که این مواد دارای اندازه‌های مختلف هستند به طوری که برخی از این مواد دارای اندازه کافی برای ته نشینی هستند و برخی دیگر به حدی کوچک هستند که می‌توانند مدتها معلق باقی بمانند.

ترکیبات درشت‌تر مثل شن و ماسه‌ی ریز را می‌توان توسط ته نشینی ساده حذف کرد، اما ذرات ریزتر را چون در یک زمان معقول ته نشین نمی‌شوند باید به کمک فرآیند انعقاد و فلوکو لاسیون به هم چسباند تا بزرگتر شده و ته نشین شوند.

بطور کلی توانایی مواد معلق برای معلق باقی ماندن در مدت طولانی، به اندازه و وزن مخصوص آنها بستگی دارد. اهمیت اندازه ذرات در جدول شماره 1-18 نشان داده شده است، در این جدول زمانهای ته نشینی نسبی ذرات مختلف که کروی فرض شده‌اند نیز مشاهده می‌شود. این جدول نشان می‌دهد که سرعت ته نشینی ذرات خیلی ریز (تقریباً از 1 تا 0/001 میکرون) بسیار کند است و ته نشینی آنها در مخازن ته نشینی با ابعاد متداول غیر ممکن است.

ب- مکانیسم جذب و خنثی سازی سطحی:

برخی از انواع مواد شیمیایی می‌توانند که جذب سطحی ذرات کلوئیدی شوند. اگر ماده‌ی جذب شونده دارای بار الکتریکی مخالف با بار کلوئید باشد، سبب کاهش پتانسیل سطحی و در نتیجه سبب ناپایدار شدن ذره کلوئیدی می‌شود. کاهش بار الکتریکی سطحی از طریق مکانیسم جذب و خنثی سازی بامکانیسم فشردن لایه دو گانه سطحی تفاوت دارد. سه اختلاف عمده ناپایدار کردن ذره از طریق این مکانیسم و مکانیسم فشردن لایه دوبل سطحی به شرح زیر است:

1- مواد قابل جذب می‌توانند کلوئیدها را با مقدار مصرفی کمتر نسبت به مواد غیر قابل جذب یونهای متراکم کننده لایه‌ی دوبل ناپایدار کنند.

2- ناپایدار کردن توسط جذب سطحی یک فرآیند استیوکیومتری است، به علاوه با افزایش غلظت کلوئیدها و در نتیجه افزایش سطح کل آنها مقدار ماده منعقدکننده مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد.

3- اگر مقدار زیادی (بیش از حد مورد نیاز) از ماده قابل جذب به سیستم اضافه شود، امکان پایدار شدن دوباره‌ی مواد کلوئیدی و در نتیجه برگشت بار الکتریکی کلئوئید وجود دارد. این حالت در شکل 1-16 B با ماده منعقد کننده دو دسیل آمونیم $C_{12}H_{25}NH_3^+$ نشان داده شده است.

هیدرولیز منعقد کننده‌های آلومینیوم و آهن (سه ظرفیتی) می‌توانند سبب انعقاد به کمک مکانیسم جذب شوند. به طوری که در شکل 1-16 C مشخص شد. مقدار کم‌تری از منعقد کننده آلومینیوم برای انعقاد نسبت به یون دودسیل آلومینیوم نیاز است. در اینجا نیز اگر مقدار بیش از حد مورد نیاز از این ماده وارد سیستم شود، کلئوئیدها دوباره باردار شده و پایدار می‌شوند.

ج - بدام اندازی ذرات در رسوب (مکانیسم سوم):

اگر برخی از نمکهای فلزی به مقدار کافی به آب یا فاضلاب اضافه شوند سریعاً تشکیل رسوب خواهند داد. در این رابطه کلئوئیدها ممکن است به عنوان هسته‌های متراکم کننده در رسوبات مذکور عمل نموده و یا در جریان ته نشین رسوبات بدام افتاده و ته نشین شوند. منعقد کننده‌هایی نظیر $Ca(OH)_2$, $MgCO_3$, $FeCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$ در جریان انعقاد می‌توانند به مواد نامحلول زیر تغییر شکل دهند: $Mg(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ آنقدر یون (مخالف یون کلئوئید) در محیط مایع وارد نمود که لایه مثبت افزایش یافته و نیروهای دافعه (پتانسیل زتا) کاهش یابند.

تاثیر منعقد کننده‌های مربوط به نمکهای Na^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} که به ترتیب دارای ظرفیت 1 و 2 و 3 هستند بنا به قانون شولتز - هاردی نسبت 1000:10:1 است. قدرت نسبی این منعقد کننده‌ها در شکل 1-16 نشان داده شده است.

متراکم کردن لایه دابل دارای دو ویژگی زیر است:

الف 1: مقدار ماده منعقد کننده بستگی به غلظت کلئوئیدها در آب ندارد زیرا که لایه دابل در تمام نقاط آب پراکنده است.

ب 2: کلئوئیدهایی که ناپایدار می‌شوند به هیچوجه دوباره پایدار نمی‌شوند، و به عبارت دیگر وضعیت برگشت ناپذیر است.

$CaCO_3$ این مواد نامحلول که همان رسوبات مورد اشاره هستند در حال پایین آمدن و ته نشین شدن؛ کدورت و مواد

معلق موجود در آب را بدام انداخته و همراه خود ته نشین می‌نمایند. حذف مواد کلئوئیدی در این روش جاروب کردن

فلوک نامیده شده است. طبق گزارش پکهام چندین ویژگی سبب وجه تمایز این مکانیسم از دو مکانیسم مشروح‌هی

پیشین می‌شود که عبارتند از:

1- هنگامی که غلظت مواد کلوئیدی در آب کم است باید مواد منعقد کننده به مقدار زیاد به آب اضافه شود تا رسوبات زیاد و کافی تشکیل شده و موادمعلق و کلوئیدی را به دام انداخته و با خود به کف مخزن ته نشینی حمل نمایند.

2- در هنگامیکه غلظت مواد معلق و کلوئیدها زیاد است، مواد منعقد کننده کمتری برای انعقاد نیاز است. بدین ترتیب در این مکانیسم، بین مقدار ماده منعقد کننده مناسب برای انعقاد و غلظت مواد کلوئیدی که باید حذف شوند نسبت معکوس وجود دارد.

د- جذب و پل سازی (مکانیسم چهارم):

اگر مواد منعقد کننده‌ی مورد استفاده در سیستم از نوع پلیمرها باشند، معمولاً مکانیسم انعقاد از نوع جذب و پل سازی خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهد که پلیمرهای آنیونی و کاتیونی قادرند که شارژ منفی ذرات کلوئیدی را ناپایدار نموده و آنها را مستعد لخته شدن و نهایتاً ته نشینی نمایند.

به طور تئوریکی در فرآیند پل سازی شیمیایی یک ملکول پلیمر به یک ذره کلوئید می‌چسبد (واکنش 1 شکل 1-17) اگر بار الکتریکی پلیمر و کلوئید مخالف هم باشند، این چسبندگی ممکن است ناشی از کشش و جاذبه بین آنها و یا به علت تعویض یونی باشد و اگر شارژ (بار الکتریکی) مشابه داشته باشند، چسبندگی به علت نیروی واندروالز است.

همانطور که در واکنش 2 از شکل 1-17 ملاحظه می‌شود، دنباله آزاد پلیمر جذب شده می‌تواند به یک کلوئید دیگر چسبیده و بدینوسیله یک پل بین دو کلوئید تشکیل شود و منجر به شکل گیری یک فلوک قابل ته نشینی شود. چنانچه دنباله پلیمر مورد اشاره با ذرات دیگر تماس پیدا نکند، ممکن است به عقب برگشته و به قسمت‌های دیگر سطح ذره بچسبد و همان ذره را ناپایدار کند (واکنش 3 از شکل 1-17).

عدم کفایت انعقاد ممکن است ناشی از افزایش بیش از حد پلیمر به سیستم و یا به علت اختلاط شدید یا طولانی باشد. با افزایش بیش از حد پلیمر به سیستم، سطوح ذرات کلوئیدی از شاخکهای پلیمر اشباع شده و جایی برای پل سازی باقی نمی‌ماند (نگاه کنید به واکنش 4 از شکل 1-17).

این وضعیت می‌تواند موجب پایداری مجدد ذرات شده و ممکن است همراه با تعویض شارژ آنها نیز باشد. اختلاط شدید یا طولانی می‌تواند پلهای متشکله اولیه را تخریب و در نهایت منجر به پایداری مجدد ذرات شود.

عوامل شناخته شده زیر در فرآیند انعقاد موثر هستند

- TOC و DOC (رنگ)
- آنیونها یا کاتیونهای موجود در آب
- نوع ماده منعقد کننده
- مقدار ماده منعقد کننده
- PH آب
- اثرات اختلاط
- سرعت پاروهای همزن
- درجه حرارت آب
- غلظت کلوئیدهای موجود در آب
- الکتروفورزیس یا پتانسیل زتا

1-4-4-4- منعقد کننده‌های آلومینیوم و آهن سه ظرفیتی و شیمی تاثیر آنها

برای عمل انعقاد در تصفیه آب و فاضلاب از نمکهای آلومینیوم و آهن سه ظرفیتی استفاده می‌شود. (جدول 1-19).
گاهی از شیمی یونهای فلزی این نمکها برای اطلاع از مکانیسم عمل آنها در فرآیند انعقاد لازم است.

1-4-4-5- لخته سازی

لخته سازی عبارت از فرآیند اختلاط کند برای تماس بیشتر ذرات ناپایدار شده (حاصل از انعقاد) موجود در آب و متراکم و یکپارچه کردن آنها به منظور سنگین تر شدن و نهایتاً ته نشینی آنها می‌باشد. اساساً عمل تراکم و یکپارچه نمودن ذرات یک اصل مکانیکی برای حذف و از بین بردن تیرگی آب است.

میزان این تراکم یا فلوکه شدن بستگی به تعداد ذرات موجود در آب و حجم نسبی که اشغال می‌کنند و گرادیان سرعت (G) در مخزن دارد. در فرآیند لخته سازی معمول ترین تکنیک، استفاده از روش تلاطم مکانیکی با به کارگیری پاروهای گردان عمومی و یا افقی که دارای سرعت کم (100 تا 60 دور در ساعت) هستند می‌باشد (1 و 34) در نتیجه این سرعت، یک حرکت گردابی بسیار ملایم و خفیف در سیال ایجاد می‌شود که موجب تصادم و نزدیکی ذرات به یکدیگر شده و سپس یکپارچه گردیده و در اثر نیروی وزن در حوضچه ته نشینی راسب می‌شوند.

هر چقدر تماس بین ذرات بیشتر باشد، لخته‌های بهتری تشکیل می‌شود. با این وجود اگر عمل هم‌زدن با شدت صورت پذیرد، نیروهای برشی، لخته‌ها را به اجزاء کوچکتر تقسیم می‌نمایند بنابراین عمل بهم زدن باید با دقت کنترل شود تا ذرات دارای اندازه مناسب شده و به آسانی ته نشین شوند.

آزمایش‌های متعددی توسط سازندگان وسائل و اپراتورهای تاسیسات برای تعیین شکل، اندازه، فاصله و سرعت پاروها صورت گرفته است. آنها دریافتند که پاروهایی که دارای سرعتی حدود 0/6 تا 0/9 متر در ثانیه (2 تا 3 فوت در ثانیه) باشد، بدون اینکه باعث شکستن لخته‌ها شود، تلاطم کافی را ایجاد می‌نماید.

CAMP و STEIN پس از مطالعات لازم در خصوص اثر گرادیان سرعت (G) بر روی مخازن لخته سازی، روابط زیر را برای استفاده در طرح و عملکرد سیستمهای انعقاد ارائه نمودند.

$$F_D = C_D \frac{APVe^2}{2} \quad 9-1$$

$$P = CD \frac{APVe^3}{2} \quad 10-1$$

بر اساس قلیابیت آب و غلظت کلوئیدها، آنها را به چهار دسته تقسیم می‌کنند 36 ناپایدار کردن کلوئیدها در هر یک از این آنها تابع مکانیسم خاصی است که شرح داده می‌شود:

آ- غلظت کلوئید زیاد- قلیابیت کم:

آسانترین تصفیه در این دسته از آنها صورت می‌گیرد. در این حالت تنها پارامتر مهم میزان ماده منعقد کننده است، و چون PH پایین است (حدود 4 تا 6) یونهای با بار الکتریکی مثبت زیاد تولید می‌شود. در اینجا مکانیسم انعقاد از نوع جذب است.

ب- غلظت کلوئید زیاد - قلیابیت زیاد:

در این حالت نیز پایدار شدن کلوئیدها به کمک مکانیسم جذب و خنثی سازی صورت می‌گیرد ولی چنین کاری باید در سطح PH پایین انجام گیرد. بدین منظور برای پایین آوردن PH باید یا میزان مواد منعقد کننده را افزایش داد (تا یونهای با بار مثبت زیاد شوند) و یا اقدام به رقیق سازی و شستشوی آب نمود.

ج- غلظت کلوئید کم - قلیابیت زیاد

در این حالت می‌توان با افزایش مقدار نسبتاً زیادی از ماده منعقد کننده و تشکیل رسوب، کلوئیدها را به کمک مکانیسم بدام انداختن ذرات ترسیب و جذب نمود. چنانچه بخواهیم ماده منعقد کننده کمتری مصرف نماییم باید با افزایش

ماده‌ای مثل بنتونیت غلظت کلوئیدها را افزایش داد که در این صورت کلوئیدها در قالب مکانیسم جذب و خنثی سازی ناپایدار می‌شوند.

د - غلظت کلوئید کم - قلیابیت کم

در این حالت بیشترین مشکل برای دستیابی به انعقاد وجود دارد. زیرا نمکهای الومینیوم یا آهن سه ظرفیتی در اینگونه آبها به تنهایی بی‌اثرند. از آنجا که قلیابیت کم است از مکانیسم بدام انداختن ذرات نمی‌توان استفاده کرد. و چون غلظت کلوئید نیز پایین است استفاده از مکانیسم جذب و خنثی سازی نیز غیر ممکن است. بنابراین باید یا قلیابیت و یا کدورت را افزایش داد.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \quad 11-1$$

که در آن:

DRAGE FORCE = FD نیروی شناوری (مقاومت مایع در مقابل ته نشینی ذرات)

CD = ضریب مقاومت برای پاروهای لخته کن که بطور عمودی در مایع حرکت می‌کنند

A = سطح پاروها 2m یا FT2

P = دانسیته یا جرم آب Kg/M3

G = گرادیان متوسط سرعت 1/SEC

V = حجم واحد لخته سازی (FT3)M3

Π = ویسکوزیته دینامیکی سیال $\frac{Lb \cdot S}{Ft^2} \cdot N$

در رابطه 11-1 همانطور که ملاحظه می‌شود گرادیان متوسط سرعت G بستگی به نیروی لازم، ویسکوزیته سیال و حجم مخزن لخته سازی دارد. با ضرب کردن دو طرف این رابطه، در زمان ماند تئوری رابطه زیر بدست می‌آید.

$$Gtd = \frac{V}{Q} \sqrt{\frac{P}{mV}} = \frac{1}{Q} \sqrt{\frac{PV}{m}} \quad \text{نماند تئوری} \quad t_d = \frac{V}{Q} \frac{\text{حجم}}{\text{دبی}} \quad 12-1$$

مقادیر G برای زمان ماند حدود 15 تا 30 دقیقه از 20 تا 75 S⁻¹ و مقادیر Gtd از 4-10 تا 5-10 تغییر می‌نمایند.

در آزمایشگاه عمل انعقاد و لخته سازی برای تعیین بهترین ماده منعقدکننده و همچنین تعیین مقدار آن به کمک تست جار صورت می‌گیرد و در پایان آزمایش برای قضاوت در خصوص اندازه و کیفیت لخته‌های بدست آمده می‌توان از شکل 1-20 استفاده نمود.

1-4-6- ته نشینی:

ته نشینی عبارت است از جدا کردن مواد معلق از آب به کمک نیروی وزن آنها. مواد معلق ممکن است به فرم طبیعی خود مانند سیلت و مواد مشابه و یا به فرم تغییر شکل یافته از حالت اصلی خود توسط فرآیند انعقاد و یا ترسیب شیمیایی وجود داشته باشد.

این مواد اگر به طور طبیعی چگالتر از آب باشند ته نشین می‌شوند و اگر دانسیته آنها کمتر از آب باشد ته نشین نشده و گرایش به صعود در سطح آب دارند. لذا برای حذف اینگونه مواد باید از فرآیندهای اختلاط، انعقاد و ته نشینی کمک گرفت.

بطور کلی ته نشینی به دو صورت ساده و شیمیایی انجام می‌شود. در ته نشینی ساده مواد معلق قابل ته نشینی که به طور طبیعی در آب خام وجود دارند بدون استفاده از مواد شیمیایی ته نشین می‌شوند که این ته نشینی تحت عنوان ته نشینی ذرات مجزا یا ته نشینی نوع اول نامیده می‌شود. این واحد در تصفیه خانه‌های بزرگ به عنوان واحد مقدماتی تصفیه شناخته می‌شود.

در ته نشینی همانطور که در بالا توضیح داده شد، برای به هم چسباندن و سنگینتر کردن مواد معلق که سبکتر از آب هستند و یا به راحتی ته نشین نمی‌شوند از مواد شیمیایی استفاده می‌شود که این ته نشینی به نام ته نشینی نوع دوم نیز شناخته شده است. واحدهای ته نشینی شیمیایی پس از واحدهای اختلاط و انعقاد قرار دارند.

نوع ذرات ته نشینی را به دو گروه می‌توان تقسیم نمود:

آ- ذرات مجزا: ذراتی هستند که در حین ته نشینی بطرف کف مخزن، تغییر قطر، شکل و چگالی نمی‌دهند. مثل ذرات شن، ماسه، سیلت و بطور کلی هر ذره که دانسیته آن بیشتر از 1 است.

ب- ذرات بهم چسبان: ذراتی هستند که در حین ته نشینی بطرف کف مخزن به دلیل وجود جریان ذره سازی، تغییر قطر، شکل و چگالی می‌دهند. مانند ته نشینی پس از افزایش مواد منعقدکننده و یا افزایش مواد سختی گیر آب برای رسوب (و حذف) املاح کلسیم و منیزیم موجود در آب.

1-4-6-1- انواع ته نشینی:

فرایند ته نشینی به منظور حذف ذرات مجزا مواد لخته شونده و رسوبات شیمیایی، مورد استفاده واقع می‌شود. براساس غلظت مواد، خصوصیات لخته شدن و ویژگیهای شیمیایی ذرات، حذف آنها در قالب چهار نوع ته نشینی می‌توانند صورت پذیرد، که عبارت است از ته نشینی ذرات مجزا (یا ته نشینی نوع اول) ته نشینی لخته‌ای (یا ته نشینی نوع دوم) ته نشینی ناحیه‌ای و ته نشینی متراکم در طول یک عمل ته نشینی امکان وقوع بیش از یک نوع ته نشینی در یک زمان ماند معین وجود دارد. و همچنین ممکن است هر چهار پدیده تواماً صورت پذیرد. بنا به اهمیت موضوع هر یک از انواع ته نشینی بررسی می‌شوند.

آ- ته نشینی ذرات مجزا (ته نشینی نوع اول)

به طور کلی تحت تاثیر نیروی ثقل، در محیط آب هر ذره که دارای دانسیته بیشتر از یک است با یک سرعت شتابدار ته نشین می‌شود، تا زمانی که نیروی مقاومت (اصطکاک) آب معادل نیروی وزن ثقل ذره می‌شود، از این به بعد سرعت ته نشینی ذره ثابت و یکنواخت می‌شود که این سرعت تابع اندازه، شکل و وزن مخصوص ذره، و همچنین تابع ویسکوزیته و وزن مخصوص آب خواهد بود. برای محاسبه تئوریک سرعت ته نشینی ذره در مخازن ته نشینی، شکل ذره را کروی فرض می‌کنند.

ته نشینی ذرات مجزا (ذرات غیر قابل لخته شدن) را می‌توان طبق قوانین نیوتن واستوکس مورد بررسی قرار داد. نیوتن با مساوی قرار دادن نیروی ثقل ذره با مقاومت اصطکاک مایع، سرعت نهایی ذره را بدست آورد.

$$V_g (P_s - P_w) \quad 13-1$$

که در این رابطه

$$V = \text{حجم ذره}$$

$$G = \text{شتاب ثقل زمین}$$

$$P_s = \text{وزن مخصوص ذره}$$

$$P_w = \text{وزن مخصوص آب}$$

نیروی مقاومت اصطکاکی بستگی به قطر و سرعت ذره، دانسیته مایع، ویسکوزیته مایع، و ضریب مقاومت مایع دارد که از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\text{نیروی مقاومت اصطکاک مایع} = \frac{G_d A_p v_p^2}{2} \quad 14-1$$

که در رابطه 14-1

$$G_d = \text{ضریب مقاومت}$$

$$A_p = \text{سطح مقطع ذره در حالت عمود به برای حرکت ته نشینی}$$

$$v_p = \text{سرعت ته نشینی ذره}$$

با مساوی قرار دادن نیروی ثقل و نیروی مقاومت اصطکاکی برای ذرات کروی، از قانون نیوتن سرعت نهایی ذرات بدست می‌آید.

$$v_c = \left[\frac{4g(\rho_s - \rho_w)d}{3Cd} \right]^{0.5} \quad 15-1$$

که در رابطه 15-1:

$$v_c = \text{سرعت نهایی ذرات}$$

$$d = \text{قطر ذرات}$$

$$\rho_s = \text{دانسیتته ذره}$$

$$\rho_w = \text{دانسیتته (وزن مخصوص) مایع}$$

مقدار Cd ثابت نیست و بستگی به عدد رینولدز دارد.

$$R = \frac{v_c d \rho_w}{\mu} \quad 16-1$$

در رابطه 16-1

$$R = \text{عدد رینولدز}$$

$$\mu = \text{ویسکوزیته مطلق آب}$$

v_c , ρ_w , d نیز در بالا تعریف شدند.

مقدار Cd بطور تقریبی از معادله زیر بدست می‌آید.

(معادله 17-1)

$$Cd = \frac{24}{R} T \frac{3}{R^{0.5}} + 0.34$$

که برای اعداد رینولدز کمتر از $R < 0,5 \quad 0/5$ مقدار $Cd = 24/R$ خواهد بود و هنگامیکه این مقدار را در معادله 15-1 قرار دهیم، سرعت نهایی ذره عبارت است:

(معادله 18-1)

$$VC = \frac{g(Ps - Pw)d^2}{18\mu}$$

این معادله بنام استوکس معروف است. برای اعداد رینولدز بیشتر از 1000 ضریب مقاومت Cd تقریباً ثابت و حدود 0/4 است. سرعت ته نشینی ذرات غیر کروی را می توان با اعمال ضریب شکل در معادله فوق محاسبه نمود. تئوری چگونگی ته نشینی نوع اول به کمک یک مخزن ته نشینی ایده آل بیان می شود. این مخزن به شکل مکعب مستطیل است که یک جریان یکنواخت و دائمی در آن برقرار است. این مخزن به چهار ناحیه زیر تقسیم می شود:

- 1- منطقه ورودی
 - 2- منطقه ته نشینی
 - 3- منطقه لجن
 - 4- منطقه خروجی
- منطقه ورودی دارای شرایطی است که جریان نسبتاً تند و توام با توربلانت آب را آرام کرده به طوری که جریان در سراسر منطقه ته نشینی در مسیرهای افقی ادامه می یابد.
 - در منطقه ته نشینی جریان آب بصورت آرام و یکنواخت می باشد به طوری که غلظت ذرات (در هر اندازه) و در هر مقطع عمود بر برای جریان بصورت یکنواخت وجود دارد.
 - منطقه لجن برای رسوب ذرات و مواد در کف مخزن در نظر گرفته شده است.
 - در منطقه خروجی آب ته نشین شده به طرف خروجی منحرف می شود.
- یک ذره که وارد این مخزن می شود، دارای سرعت افقی معادل سرعت مایع خواهد بود که عبارت است از

(19-1)

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{W.h}$$

که در این رابطه: A ؛ سطح مقطع عمود بر مسیر جریان، W ، عرض مخزن و H ، عمق مخزن می‌باشد. ذره مذکور دارای یک سرعت ته نشینی V_s ، معادل سرعت نهایی تعریف شده توسط قوانین نیوتن و استوکس می‌باشد. این ذره در صورتی حذف می‌شود که برآیند سرعت ته نشینی و سرعت افقی آن V قبل از رسیدن به منطقه خروجی به کف مخزن برخورد کند. اگر یک ذره در نقطه a بالاترین نقطه سطح آب مخزن وارد و حذف یا ته نشین شود، تمام ذراتی که سرعت ته نشینی آنها مساوی با سرعت این ذره باشد ته نشین خواهند شد، در بررسی شیب بردار سرعت از A تا F و ابعاد مخزن می‌توان نوشت:

$$\frac{V_s}{V} = \frac{H}{L} \quad \text{یا} \quad V_s = \frac{Vh}{L} = \frac{h}{L} \times \frac{Q}{Wh} = \frac{Q}{W.L} \quad -20-1$$

معادله 20-1 به نام بار سطحی موسوم است که در واقع همان سرعت حد است و عبارت است از مقدار جریان حجمی تقسیم شده در سطح مخزن. تمام ذراتی که سرعتشان مساوی یا بیشتر از SOR (یا سرعت حد) است ته نشین و ذراتی که سرعتشان کمتر از SOR باشد، به نسبت سرعت آنها به V_s حذف خواهند شد.

در شکل 21-1 ملاحظه می‌شود که ذره‌ای با سرعت ته نشینی V_1 که در نقطه a وارد مخزن شده است پیش از رسیدن به کف مخزن (در نقطه e) وارد منطقه خروجی و از مخزن خارج می‌شود. ولی یک ذره دیگر مشابه همان ذره (از نظر سرعت ته نشینی) که در نقطه b وارد مخزن می‌شود، پیش از رسیدن به منطقه خروجی به کف مخزن رسیده و ته نشین می‌شود، و بدین ترتیب تمام ذرات مشابه به ذره اخیر که در نقاط بین B ، C وارد مخزن شوند صد در صد ته نشین خواهد شد.

در بررسی مجدد شیب بردارهای سرعت ذرات در مخزن ته نشینی، ذراتی که سرعتشان کمتر از V_s است به نسبت زیر ته نشین خواهند شد.

$$X_R = \frac{B-C}{A-C} = \frac{V_1/V.L}{V_s/V.L} = \frac{V_1}{V_s} \quad -21-1$$

که در معادله 21-1 X_r عبارت است از نسبت ذراتی با سرعت ته نشینی V_1 است که ته نشین می‌شوند. در ته نشینی با جریان یکنواخت، طول مخزن و زمان ماند آب باید چنان باشد که کلیه ذرات با سرعت نهایی V_s در کف مخزن ته نشین شوند. رابطه بین سرعت نهایی، زمان ماند و عمق مخزن به صورت زیر است.

$$V_c = \frac{H}{\text{زمان ماند}} \quad -22-1$$

از طرف دیگر زمان ماند برابر است با:

$$T_d = \frac{V \text{ حجم مخزن}}{Q \text{ دبی ورودی}} - \frac{H.L.W}{Q} \quad 23-1$$

با قرار دادن معادله 23-1 در معادله 22-1 خواهیم داشت:

$$V_C = \frac{H.Q}{H.L.W} = \frac{Q}{W.L} \quad 24-1$$

معادله 24-1 همان معادله 20-1 است. از این بحث نتیجه می‌شود که راندمان مخزن ته نشینی (در ته نشینی ذرات مجزا) تابعی از سرعت ته نشینی ذرات و مساحت سطح مخزن نسبت به گذر حجمی جریان است و مستقل از عمق مخزن است.

در تعلیق مواد ریز، ذراتی با اندازه‌ها و دانسیته‌های مختلف دیده می‌شود، برای محاسبه راندمان حذف در یک زمان ته نشینی معین، در نظر گرفتن کلیه دامنه‌های سرعت ته نشینی موجود در سیستم ضروری می‌باشد. این عمل به دو صورت انجام می‌شود:

1- به وسیله بررسی توزیع ذرات از نظر اندازه

2- به کمک آنالیز یک ستون ته نشینی

با هر یک از دو روش فوق می‌توان به کمک مشخصات موجود یک منحنی بررسی سرعت ته نشینی (برای ذرات مجزا)

مشابه به شکل 22-1 تهیه نمود. به طوری که پیش‌تر اشاره شد فقط ذراتی که دارای سرعت ته نشینی بزرگتر از V_s

باشند کاملاً حذف می‌شوند، و سایر ذرات با نسبت $\frac{V_1}{V_s}$ حذف خواهند شد. بخشی از ذراتی که حذف می‌شوند به کمک

رابطه 25-1 تعیین می‌شوند.

$$F = (1 - X_s) + \int_0^x S \frac{V_1}{V_s} DX \quad 25-1$$

که در اینجا:

F = بخش ذراتی که حذف می‌شوند.

$1 - X_s$ = بخشی از ذرات با سرعت $V_s \geq V_1$ که در مخزن ته نشین می‌شوند.

$\int_0^x S \frac{V_1}{V_s} DX$ = بخشی از ذرات با سرعت $V_s \leq V_1$ که در مخزن ته نشین می‌شوند.

برای محاسبه ذرات حذف شده، با تعیین تعدادی نقاط معادله 25-1 تقریباً به صورت زیر خواهد آمد:

$$F = (1 - X_s) + \frac{1}{V_s} \sum U \Delta X$$

26-1

ب- ته نشینی لخته‌ای (یا ته نشینی نوع دوم):

ذرات موجود در محلولهای نسبتاً رقیق همیشه مانند ذرات مجزا عمل نکرده، بلکه در طول فاصله ته نشینی می‌توانند تغییر قطر، شکل و چگالی داده و از جمله اینکه به یکدیگر متصل شده و ذرات بزرگتر و لخته‌ها را تشکیل دهند و در نتیجه وزن آنها افزایش یافته و سریعتر ته نشین شوند.

میزان تشکیل لخته بستگی به امکان تماس ذرات دارد که خود تابع عوامل متعددی از جمله میزان بار سطحی، عمق مخزن، گرادیان سرعت در سیستم، غلظت ذرات و دامنه اندازه ذرات می‌باشد.

بنابراین می‌توان گفت، حذف مواد معلق (بههم چسبان) در حوضچه‌های ته نشینی فقط مربوط به گذر حجمی (و یا میزان بار سطحی) نبوده بلکه عمق حوضچه ته نشینی بر آن موثر واقع می‌شود. این عامل مهمترین تفاوت بین عملکرد حوضچه‌های ته نشینی نوع 1 و نوع 2 می‌باشد. متاسفانه رابطه ریاضی مناسبی به منظور تعیین اثر و عامل یکپارچگی بر عملکرد حوضچه‌های ته نشینی وجود ندارد و لذا اثر هر یک از عوامل یاد شده را فقط با آزمایش‌های ته نشینی می‌توان تعیین کرد.

برای تعیین مشخصات ته نشینی ذرات لخته‌ای معلق، می‌توان از یک ستون ته نشینی استفاده نمود. چنین ستونی می‌تواند دارای هر قطری بوده اما باید ارتفاع آن مساوی عمق مخزن باشد.

استفاده از یک لوله پلاستیکی به قطر 150 میلی متر (6 اینچ) و ارتفاع 3 متر (10 فوت) برای اینکار نتایج جالب توجهی بدست خواهد داد. دریچه‌های نمونه برداری روی لوله مذکور باید در فواصل 0/6 متر (2 فوت) قرار گیرند (شکل 1-23) a. محلولی که شامل مواد معلق است باید به گونه‌ای وارد ستون شود که توزیع ذرات از بالا تا پایین یکنواخت باشد.

به منظور جلوگیری از ایجاد جریانات جابجایی، باید دقت شود که دما در طول دوره آزمایش ثابت بماند. عمل ته نشینی باید تحت شرایط آرام صورت گیرد. در فواصل زمانی مختلف نمونه‌های متوالی از دریچه‌ها برداشت و غلظت ذرات موجود در هر نمونه تعیین و بدین ترتیب در صد حذف در هر نمونه بر حسب عمق و زمان ته نشینی بدست خواهد آمد و نتایج بر روی نموداری مطابق شکل 1-32 B ترسیم می‌شود.

بر روی نمودار مزبور عبارت دیگر این خطوط هر یک معرف درصدی از مواد حذف شده می‌باشند.

پ- ته نشینی ناحیه‌ای (نوع سوم):

این نوع ته نشینی درباره‌ی تعلیق ذرات با غلظت متوسط صورت می‌پذیرد. در این حالت، نیروهای بین ذرات برای جلوگیری از ته‌نشینی ذرات مجاور کافی بوده و ذرات تمایل دارند در موقعیت‌های ثابتی نیست به یکدیگر باقی بمانند و در نتیجه ذرات به صورت واحد ته نشینی می‌شوند.

در سیستم‌هایی که غلظت مواد جامد معلق زیاد باشد، ته نشینی نوع سوم (ناحیه‌ای) و نوع چهارم (متراکم) معمولاً همراه با ته‌نشینی مواد مجزا (آزاد) یا لخته‌ای صورت می‌پذیرد. در شکل 1-24 پدیده ته نشینی یک محلول غلیظ که در آغاز پراکندگی مواد در آن به صورت یکنواخت است، در یک استوانه مدرج دیده می‌شود.

به علت تمرکز زیاد ذرات، مایع تمایل دارد که از بین منافذ ریز، ذرات متصل به طرف بالا حرکت کنند. در نتیجه ذرات متصل تمایل به ته نشینی در یک ناحیه یا لایه را داشته و نسبت به یکدیگر در یک حالت باقی می‌مانند. این پدیده به ته نشینی ناحیه‌ای معروف است.

هنگام ته نشینی ذرات در این ناحیه، یک لایه نسبتاً تمیز آب در بالای این ذرات در ناحیه ته نشینی ایجاد می‌شود. ذرات نسبتاً سبک و متفرق که در این لایه باقی مانده‌اند، معمولاً بصورت ذرات مجزا یا لخته‌ای ته نشینی می‌شوند. در بیش‌تر مواقع، یک لایه قابل تشخیص بین تمیزترین و کثیف‌ترین حوزه فوقانی و حوزه ته نشینی - ناحیه‌ای (شکل 1-24) ایجاد می‌شود.

میزان ته نشینی در حوزه ته نشینی ناحیه‌ای تابعی از غلظت مواد جامد و مشخصات آن می‌باشد.

همانطور که عمل ته نشینی ادامه می‌یابد یک لایه متراکم از ذرات در ته استوانه در حوزه ته نشینی متراکم، شکل می‌گیرد. در این حوزه ذرات ظاهراً تشکیل ساختمانی را داده که در آن تماس فیزیکی نزدیک بین ذرات وجود دارد. هنگام تشکیل لایه متراکم، حوزه‌هایی که در آن غلظت مواد جامد کمتر از ناحیه متراکم باشد در سمت فوقانی استوانه قرار می‌گیرند.

ت- ته نشینی متراکم (نوع چهارم):

این نوع ته نشینی در شرایطی مشاهده می‌شود که ذرات دارای غلظت بسیار بالایی باشند به طوری که بصورت یک مجموعه در آیند و عمل ته نشینی فقط با تراکم این مجموعه صورت پذیرد. تراکم در اثر وزن ذراتی که مرتباً توسط عمل ته نشینی از مایع شناور به جسم متراکم افزوده می‌شوند صورت می‌پذیرند. در این نوع ته نشینی معمولاً در لایه‌های پایین یک توده لجن، مانند مخازن ته نشینی عمیق و مخازن تغلیظ کننده لجن صورت می‌گیرد.

حجم لازم برای لجن در حوزه ته نشینی متراکم را نیز می‌توان با آزمایش‌های ته نشینی محاسبه نمود. دیده شده است که میزان تراکم در این حوزه متناسب با اختلاف عمق در زمان T و در زمانی است که لجن پس از یک دوره طولانی ته نشین می‌شود. نتیجه این مشاهدات را می‌توان بصورت رابطه زیر نشان داد.

$$H_t - H_{\infty} = (H_2 - H_{\infty}) e^{-1(t-t^2)} \quad 27-1$$

که در آن:

H_t = ارتفاع لجن در زمان t

H_{∞} = عمق لجن بعد از زمان طولانی، بعنوان مثال 24 ساعت

H_2 = ارتفاع لجن در زمان L_2

عمل همزدن موجب می‌شود لخته‌ها شکسته شده و با از دست دادن آب متراکم شوند. همچنین این عمل سبب می‌شود که فرآیند سننه نشینی در حوزه ته نشینی ثقلی (ناحیه‌ای) بهتر صورت پذیرد.

1-4-6-2- انواع مخازن ته نشینی (زالال سازها):

راندمان مخازن ته نشینی بستگی به ویژگی‌های ذرات قابل ته نشین و مشخصات هیدرولیکی واحد ته نشینی دارد. از طرف دیگر مشخصات هیدرولیکی حوضچه‌های ته نشینی تابع شکل حوضچه و نحوه جریان آب در آن می‌باشد. مقطع اکثر مخازن ته نشینی بصورت مربع، مستطیل و دایره می‌باشد، انتخاب هر یک از انواع مخازن ته نشینی بستگی به تجربه و قضاوت طراح، شکل و ابعاد زمین موجود و رابطه ساختمانی آن با واحدهای دیگر دارد.

بطور کلی مخازن ته نشینی از نظر شکل و نحوه جریان بسیار متنوع می‌باشد که عبارتند از:

1- حوضچه‌های مکعب مستطیل شکل

- 2- حوضچه‌های با جریان افقی - شعاعی (مخازن دایره‌ای شکل)
- 3- زلال سازهای لوله‌ای
- 4- زلال سازهای صفحه دار
- 5- زلال سازها با جریان از پایین به بالا و با بستر لجن که شامل زلال سازهای با کف قیفی و انواع پولساتورها می‌باشد.

6- زلال سازها با تماس جامدات (اکسیلاتور و سنتر یفلوک)

از آنجا که شرح یکایک این واحدها خارج از حوصله این بحث است لذا بنا به ارتباط موضوع مخازن ته نشینی با تماس جامدات از نوع اکسیلاتور تشریح می‌شود.

1-2-6-4-1- مخازن ته نشینی با تماس مواد جامد از نوع اکسیلاتور:

آ- شرح کلی

زالال سازهای از نوع اکسیلاتور توسط کارخانه‌های مختلف و بانامهای تجارتي متفاوت از جمله: اکسانتریفلوک، کلاریفلوکولاتور وغيره ساخته می‌شوند. ولی اولین سازنده آن شرکت اینفیلکوی INFILCO آمریکا می‌باشد. این نوع زلال سازها بر مبنای تماس لجن کار می‌کنند، ویژگی خاص آنها کف مسطح و پلان دایره‌ای شکل می‌باشد. مقطع مخروطی آنها که جمع کننده لجن می‌باشد با دیواره بتنی ساخته می‌شود و بدین ترتیب وقتی مخزن بزرگ باشد، برای جای دهی هرم وارونه آن نیاز به حفاری زیادی در زمین نمی‌باشد. لذا می‌توان بدون صرف هزینه بالا آنها را در اندازه‌های بزرگ ساخت و بطور کلی مخارج ساخت این گونه مخازن کمتر از مخازن متداول و معمولی می‌باشد.

این مخازن از داخل توسط یک هود مخروطی به دو ناحیه تقسیم می‌شود. در ناحیه داخلی آب خام با مواد منعقد کننده مخلوط شده و از قسمت مرکزی بهم زن با چرخش به سمت ناحیه خارجی حرکت می‌کند. این قسمت همانند حوضه‌های با جریان از پایین به بالا با کف قیف مانند عمل می‌نماید. مساحت این قسمت به گونه‌ای است که سرعتی معادل سرعت حوضه‌های با جریان از پایین به بالا ایجاد می‌کنند.

این سیستم را می‌توان برای بار سطحی تا 120 متر در روز (2 گالن در دقیقه به ازاء هر فوت مربع) طراحی نمود و معمولاً بدون مواد منعقد کننده با بار سطحی 60 متر در روز طراحی می‌شود. سرعت بهم زنی در آبهای با کدورت بالا بیشتر از آبهای حاوی رنگ است و معمولاً سرعت آن بطور نظری و با بازدید مداوم اطراف زلال ساز تعیین می‌شود. هنگامی که ابری از ذرات فلوک پدیدار شد، سرعت باید کم شود. همچنین وجود توربولانس در قسمت مرکزی نشانگر بالا بودن سرعت بهم زن است. اما وجود قسمتهای زلال آب در این ناحیه دلیل بر پایین بودن سرعت بهم زن است. همانند سایر تانکهای با بستر لجن، برای راه اندازی اینگونه مخازن نیز زمان لازم است.

در شروع کار ابتدا دریچه‌های خروجی لجن قیف‌ها پر بسته می‌شود تا لجن کافی برای پروس فرام شود. وقتی که مخزن در شرایط نرمال کار می‌کند تخلیه باید طوری کنترل شود که بالانس لجن حفظ شود و غلظت لجن نیز نباید کمتر از حد لازم به منظور جلوگیری از اختلال در پروسه شود. در لایه بالای بستر لجن در ناحیه خارجی (ته نشینی) باید آب زلال باشد، به طوری که بتوان به وضوح از بالا ته ناحیه مذکور را رویت کرد، در غیر این صورت غلظت لجن در ناحیه مرکزی ممکن است زیاد باشد (بالتر از 10 درصد) و بنابراین لازم است تخلیه لجن افزایش داده شود. اگر غلظت لجن به کمتر از 4% کاهش یابد، نشانه این است که سرعت به هم زدن یا میزان تزریق مواد منعقد کننده کم است. بطور کلی کارکرد این حوضها برای آبهای با قلیابیت کم و کدورت کم خوب گزارش نشده است. به علت تغییرات مداوم شرایط رودخانه‌ها (و منابع تامین آب) در هنگام بهره برداری این مخازن، نیاز به مراقبت دائم دارند و لازم است بطور مرتب سرعت چرخش بهم زن، باز و بسته شدن دریچه‌های خروجی لجن و غلظت مناسب لجن، کنترل و در شرایط مطلوب نگهداری شود.

در مناطقی که کیفیت آب رودخانه متغیر است، و بهره برداران از تعداد متوسط مورد نیاز کمتر هستند، این مخازن نمی‌توانند شرایط مطلوب را به وجود آورند و مناسب نمی‌باشند، از اینگونه مخازن در تصفیه خانه‌های شماره یک تهران و ارومیه نیز استفاده می‌شود.

ب- گردش کار اکسیلاتورها

عملکرد کلی اکسیلاتورها

آب خام از لوله شماره 1 وارد منطقه 2 که حد فاصل بین صفحه یا سطح مخروطی شماره 4 و تیغه سرریز است می‌شود و از محفظه‌ای که زیر آن تعبیه شده به منطقه واکنش اصلی 3 وارد شده و به وسیله‌ی به هم زدن شماره 5 که در داخل این منطقه واقع شده است با مواد شیمیایی که از لوله شماره 9 وارد این منطقه خواهد شد مخلوط می‌شود.

آب از لابلای پروانه‌های مخلوط کن وارد ناحیه بهم زنی ثانویه 6 شده و مجدداً با شتابی که مولکولهای آب همراه با مواد معلق دارند با مواد شیمیایی که از محفظه یا لوله شماره 9 وارد این منطقه می‌شود و پس از اختلاط مواد شیمیایی آب از لبه استوانه‌ای که جدار آن با شماره 8 نشان داد شده است و از میان استوانه دیگری عبور کرده وارد منطقه آب نسبتاً پالایش شده می‌شود که با شماره 10 مشخص شده است، آب از روزه‌های شماره 12 که در محیط استوانه منطقه خروجی تعبیه شده است وارد کانال خروجی شماره 13 می‌شود و به وسیله‌ی لوله شماره 14 وارد مراحل دیگر تصفیه خواهد داشت،

یک شیر برای نمونه برداری به منظور آزمایش‌های لازم لجن که در منطقه شماره 16 تجمع می‌یابد، می‌بایست تعبیه شود و عمل تخلیه لجن از طریق پمپاژه یا به وسیله‌ی شیر شماره 18 امکان پذیر است.

چنانچه بخواهند منطقه شمارش واکنش 3 را از مواد موجود در آب به همراه آب تخلیه نمایند شیر شماره 18 باز می‌شود و یا توسط عمل تخلیه صورت می‌گیرد.

همانطور که پیش از این گفته شد، در اینگونه مخازن مسیر جریان در منطقه ته نشینی (شماره 100) از پایین به بالا می‌باشد. در چنین جریانی نخست مواد معلق لخته شده همراه جریان آب به سمت بالا حرکت کرده و سپس به علت کاهش سرعت حرکت آب به نقطه‌ای می‌رسد که سرعت ته نشینی مساوی سرعت حرکت آب شده و در نتیجه ذره از حرکت باز می‌ایستد و سپس در جهت معکوس یعنی به سمت کف مخزن شروع به ته نشینی می‌کند.

غلظت لجن خروجی از مخزن در حدود 5% باید باشد.

پ- معیارهای طراحی اکسیلاتور:

زمان انعقاد و اختلاط آب با مواد شیمیایی نباید کمتر از 30 دقیقه باشد

کم‌ترین مدت ماند دوساعت برای عمل انعقاد شیمیایی و اختلاط و یک ساعت برای عمل سختی‌گیری و ته‌نشینی مناسب است.

میزان بار سطحی را تا حداکثر 120 متر در روز (در شرایط انعقاد شیمیایی) و 60 متر در روز (در شرایط عدم استفاده از ماده منعقدکننده) می‌توان اختیار نمود.

سطحی را می‌توان به ترتیب بین 55 تا 100 و 55 تا 90 متر در روز برای تصفیه معمولی در نظر گرفت. میزان بار سرریز نباید بیش از 10 گالن در دقیقه به ازاء هر فوت طول سرریز (برای حذف کدورت) 34 و 20 گالن در دقیقه به ازاء هر فوت طول سرریز (برای سختی‌گیری) باشد.

گذر حجمی جریان قائم و به طرف بالا نباید از 1/75 گالن در دقیقه به ازاء هر فوت مربع سطح مخزن برای سختی‌گیری و یک گالن در دقیقه در هر فوت مربع برای زلال‌سازها (حذف کدورت) باشد.

قطر قسمت اختلاط ثانویه 15 تا 20 درصد قطر اصلی و سطح آن 4 تا 5 درصد سطح کل در نظر گرفته می‌شود.

ت - محاسن و معایب اکسیلاتورها:

ت-1- محاسن:

- چند منظوره هستند بدین معنی که تمام عملیات اختلاط، انعقاد، ذره‌سازی و ته‌نشینی در بخشهای مختلف آن انجام می‌گیرد.

- به زمین کمتری در مقایسه با سایر واحدهای ته‌نشینی نیاز دارند

- اگر خوب مراقب شوند از کارآیی مطلوبی برخوردارند.

- هزینه ساختمانی آنها به ویژه در کارهای بزرگتر کمتر از تصفیه‌خانه‌های متداول و معمول است.

ت-2- معایب

- راهبری آنها مشکل و نیاز به مهارت و مراقبت ویژه دارد بخصوص با تغییرات مداوم شرایط آب ورودی سیستم.

- اجرای آنها مشکل است.

- مصرف مواد شیمیایی در آنها بالاست.

- در آبهای با قلیابیت کم و کدورت کم کارآیی خوبی ندارند.

- به علت سیستم خاص تخلیه لجن، اتلاف آب در آنها بالاست.

1-4-7- صافسازی:

استفاده از روانبهای زیرزمینی مثل چشمه و مقایسه‌ی شفافیت آن با آبهای سطحی تیره، انسان را به خاصیت صافسازی آب توسط لایه‌های خاک و ماسه رهنمون ساخت. در آن هنگام که دانش بشر به پایه‌ای نرسیده بود که با روشهای علمی امروزین تیرگی آب را کاهش دهد، به تجربه دریافته بود که برای دستیابی به آبی زلال و گوارا باید آنرا از بستری از ماسه عبور داد.

این فکر به تدریج توسعه یافت تا جایی که امروزه با به‌کارگیری بسیاری از علوم و فنون در روشهای تصفیه، شاهد هستیم که فاصله روز افزون کیفیت آب خام (که هر روز آلوده‌تر می‌شود) تا آب قابل شرب (که مرتباً سطح استانداردهای آن بالاتر می‌رود) چگونه با استفاده از پل تصفیه پیموده می‌شود.

در سایه‌ی پیشرفتهای علمی در این زمینه، مشخص شد که صافسازی آب تنها یک عمل ساده‌ی جدا کردن ذرات درشت‌تر از روزه‌های خاک نیست. بلکه جریانی است فیزیکی- شیمیایی و بسیار پیچیده. بدین معنی که وقتی ذرات معلق و کلوییدی موجود در آب و همراه با آب وارد فضاهای خالی بین ذرات متشکله صافی می‌شوند تحت تاثیر جریاناتی مانند: جذب سطحی، ذره‌سازی، ته‌نشینی و بالاخره صافی شدن از آب جدا شده و در لابلای دانه‌های بستر باقی می‌ماند.

سیستم زه‌کشی که ماسه‌ها و مواد پرکننده صافی روی آن قرار دارد، آبهای فیلتر شده را جمع‌آوری و به مخزن ذخیره انتقال می‌دهد، و از طرفی هنگام شستشوی صافی آب شستشو را با فشار قابل کنترل در بستر صافی توزیع می‌کند. زه‌کشی‌های استفاده شده در بیشتر صافیها دارای سوراخهایی است که قطر آنها بیشتر از قطر ماسه‌ها است از این رو یک لایه شن دانه بندی شده به ضخامت 6 تا 18 اینچ روی این سیستم به منظور جلوگیری از خروج ماسه‌ها و همچنین کمک به توزیع آب شستشو، ریخته می‌شود.

صافی‌های شنی تند و کند برای حذف باکتریها موثر نیستند ولی با پیش تصفیه مناسب از طریق انعقاد قادر به حذف بیش از 80 درصد باکتریها می‌باشند و در تاسیساتی که مجهز به فرآیندهای تصفیه کامل از جمله: انعقاد، لخته‌سازی و ته‌نشینی هستند، 98 تا 99 درصد حذف باکتری به کمک این صافیها صورت می‌گیرد.

به هر حال در تاسیساتی که مجهز به صافی شنی تند یا کند هستند لازم است برای حفظ بهداشت عمومی نسبت به گند زدایی آب خروجی از آنها اقدام نمود.

عملکرد صافی شنی تند بیش از کند است، استفاده از صافی شنی تند در سال 1860 میلادی در آمریکا آغاز شد و پس از جنگ جهانی اول در دیگر کشورها نیز مورد قبول واقع شد. سرعت جریان در این نوع صافی بسیار بالا است، به طوری که میزان بار سطحی بین 5 تا 6 متر مکعب در متر مربع سطح صافی در روز بوده است.

اندازه‌ی موثر ماسه‌های استفاده شده در این صافی‌ها معمولاً 55% تا 45% میلی متر و ضریب یکنواختی دانه‌های ماسه بیش از 1/5 نباید باشد. ضریب یکنواختی تا 1/7 مجاز است ولی نباید کمتر از 1/2 باشد.

سطح آب روی بستر بین 9% تا 1/6 متر متغیر است. افت فشار در یک بستر تمیز می‌تواند بین 2% تا 5% متر باشد. بطور معمول مقدار آب شستشو بین 1 تا 6 درصد آب فیلتر شده است. بیشتر تاسیسات تصفیه دارای یک سیستم شستشوی سطحی اضافی بر شستشوی متداول می‌باشند.

کدورت آب ورودی به صافی‌های شنی تند ثقلی نباید بیش از 10 واحد کدورت باشد و باکتری‌ها بطور موثر توسط صافسازی حذف می‌شوند. این فرآیند همچنین به حذف رنگ، طعم، بو، رسوبات آهن و منگنز موجود در آب کمک می‌کند.

صافسازی در سیستم‌های تصفیه آب با یا بدون پیش تصفیه از راه انعقاد و ته نشینی، و در تصفیه فاضلاب برای حذف فلوکهای بیولوژیکی همراه با جریان خروجی از مخزن ته نشینی ثانویه، رسوبات ناشی از تصفیه فاضلابهای محتوی فسفات و گرفتن جامدات معلق پس از انعقاد شیمیایی فاضلابها و در پروسه‌های فیزیکی شیمیایی یا پیشرفته کاربرد دارد. سه عامل اساسی زیر در باز دهی و هزینه صافسازی موثر هستند.

غلظت، ویژگی‌های جامدات معلق و یونهای محلول در آب

ویژگیهای مواد پر کننده صافی

روش گرداندگی صافی

صافیها را براساس نوع میزان آبگذر می‌توان به دو دسته: صافی‌های شنی تند و کند تقسیم نمود که صافی‌های تند نیز بر حسب اینکه رو باز باشند و یا کاملاً پوشیده به دو دسته: صافی ثقلی و صافی تحت فشار تقسیم می‌شوند. همچنین صافی‌ها را براساس نوع مصالح و مواد پر کننده‌ی آن نیز نامگذاری و طبقه بندی می‌کنند که عبارتند از: صافی‌های ماسه‌آی، آنترالیست، دیاتمه و غیره.

1-4-7-1- صافی شنی تند:

یک صافی شنی تند شامل یک لایه از ماسه یا دیگر مواد دانه ریز با ضخامت 18 تا 30 اینچ است که روی سیستم زه کش نگهداری شده است. این نوع صافی ممکن است با هوای آزاد در تماس باشد و یا اینکه در یک مخزن فشاری کاملاً پوشیده نگهداری شده باشد که اولی را صافی ثقلی و دومی را صافی تحت فشار می نامند.

بخش های اساسی یک صافی ماسه ای تند ثقلی در شکل های 1-29 و 1-30 نشان داده شده است. صافی های شنی تند به وسیله شستشوی معکوس تمیز می شوند که اینکار به کمک جریان آب از کف صافی به سطح آن صورت می گیرد که در نتیجه ماسه ای پر کننده صافی منبسط شده و مواد تجمع یافته در جسم بستر شستشو شده و وارد کانال شستشو و از آنجا دفع می شود.

1-4-7-2- مواد پرکننده صافی:

انتخاب مواد پرکننده یک صافی را، دوام و مقاومت آن مواد، درجه دلخواه زلال سازی، طول گردش کار صافی و سهولت شستشوی آن دیکته می کند.

یک ماده پرکننده ایده آل باید دارای اندازه ای باشد که کیفیت رضایتبخش آب صاف شده را فراهم نموده و با حداقل آب شستشو شود.

اندازه ی دانه های یک صافی به وسیله ی اندازه ی موثر دانه ها تعیین می شود که عبارت است از اندازه سوراخهای غربال به میلی متر که اجازه عبور 10 درصد وزنی ذرات را می دهد. یکنواختی این دانه ها با (ضریب یکنواختی) تعیین می شود که عبارت است از نسبت بین اندازه غربالی که 60% وزنی ذرات را عبور می دهد و اندازه موثر ذرات. بطور مثال اگر دو غربال انتخاب کنیم که از اولی با سوراخهای 0/5 میلی متر 10% ذرات عبور کنند $P_{10}=0/4$ و از غربال دوم با سوراخهای 0/83 میلی متر 60% عبور کنند $P_{60}=0/83$ در این صورت ضریب یکنواختی این ماسه عبارت است از $\frac{0/83}{0/5} = 1/66$ که عددی بدون واحد است.

مواد زیر دانه، آب صاف شده ی بهتری تامین می کنند، اما در لایه های بالایی بستر افت فشار افزایش خواهد یافت و در نتیجه مدت گردش کار صافی کوتاه خواهد شد همچنین به شکل گیری (گلوله های گلی) کمک می کنند و بالعکس، مواد درشت دانه نفوذ فلاکها را به عمق بستر ممکن ساخته، سبب طولانی تر شدن مدت گردش کار صافی و آسانتر شدن شستشوی آن خواهد شد.

ماسه، ارزانتین ماده‌ی پرکننده‌ی صافی است که بطور وسیع استفاده شده است. ماسه‌ی استفاده شده در صافی‌های شنی تند باید فاقد خاک و ناخالصیهای مشابه باشد و سخت و مقاوم بوده و بهتر است از جنس کوارتز یا کوارتزیت باشد. این ماسه پس از نگهداری در محلول اسید کلریدریک 40% به مدت 24 ساعت نباید بیش از 5% وزنی خود را از دست بدهد. هنگامی که فقط از ماسه استفاده می‌شود، عمق آن در محدوده 60 تا 70 سانتی متر می‌باشد. در صافی‌های تند ماسه‌های با اندازه موثر 45% تا 55% میلیمتر بیشترین استفاده را دارند.

اگرچه امروزه برای ازدیاد تولید آب تصفیه شده، اندازه موثر به حدود 0/7 میلیمتر افزایش یافته است. ترجیحاً بیش از 5 واحد نباشد. در غیر این صورت صافی زود به زود مسدود شده و نیاز به شستشو دارد. و از تبعات این امر: هدر رفتن مقدار زیادی آب صاف شده برای شستشو و استهلاک سریعتر پمپها و وسایل مربوطه و هزینه‌های اضافی خواهد بود. در تاسیساتی که طبق یک برنامه زمان بندی خاص اقدام به شستشوی صافی می‌شود احتمال نامطلوب شدن کیفیت آب خروجی از صافی بسیار زیاد است.

ضریب یکنواختی این صافی‌ها باید در محدوده 1/3 تا 1/7 باشد.

برای تعیین مشخصات ماسه و تهیه ماسه مورد نیاز از غربالهای استاندارد استفاده می‌شود. در انتخاب ماسه برای صافی باید دو نکته زیر مورد توجه قرار گیرد:

آ- عبور آب از لابلای ماسه به طرف پایین و باقی ماندن مواد معلق آن

ب- عبور آب از پایین به بالا در موقع شستشو و خروج مواد باقی مانده

ماسه‌ها باید طوری انتخاب شوند که مانع خروج ذرات از بستر ماسه به داخل سیستم زهکش صافی شده و در عین حال در هنگام شستشو به آسانی از ماسه جدا شده و دفع شوند.

1-4-3- کنترل کار صافی:

از آنجا که وظیفه‌ی عمده‌ی یک صافی جدا کردن مواد معلق از آب است، بنابراین اندازه گیری غلظت مواد معلق باقیمانده بسیار ضروری است. این مواد شامل: باکتریها، ویروسها، ذرات ریز فلوک، کلوییدهای منعقد نشده، رس یا سیلیت، کلوییدهای مولد رنگ و غیره می‌باشند.

کنترل باکتریایی آب صاف شده بطور روتین و مرتب لازم است ولی مفیدترین معیار و ضابطه برای کنترل کار صافی، اندازه گیری کدورت می‌باشد. یک نفوذ اولیه، یک پرش زودگذر در کدورت خروجی و یک نفوذ نهایی توسط کدورت را

نشان می‌دهد. نفوذ اولیه معمولاً پس از گذشت کمتر از 30 دقیقه از شروع کار صافی پدیدار می‌شود و اثر زیادی روی کیفیت متوسط تاسیسات معمولی ندارد، در بیشتر تاسیسات عمل اصلاحی برای رفع این مسئله انجام نشده است. ولی در برخی تاسیسات پس از شروع گردش کار هر صافی (پس از شستشو) آب صاف شده را به مدت 15 تا 30 دقیقه دفع می‌کنند (و اجازه نمی‌دهند وارد شبکه توزیع شود). طبق معیار آب بریتانیا معمولاً برای حفاظت و کنترل نفوذ اولیه کدورت 30 دقیقه اول از شروع گردش کار فیلتر را با جریان کم انجام می‌دهند.

پرش کدورت پس از حدود 20 ساعت از شروع کار فیلتر یک نوع اتفاق است که به علت ناتوانی منعقد کننده یا کافی نبودن مقدار آن (در عمل انعقاد) رخ می‌دهد. نشانه‌های گفته شده همه به وسیله‌ی یک مانیتور کدورت خروجی، ثبت و ضبط شده است.

کدورت زیاد در انتهای گردش کار صافی در نتیجه نفوذ فلاکت به عمق بستر رخ می‌دهد که معرف نفوذ نهایی است که به علت شرایط لخته سازی ضعیف پدید می‌آید. هنگامی که نفوذ نهایی ناشی از لخته سازی ضعیف رخ می‌دهد و نمی‌توان آنرا اصلاح کرد، لازم است برای یک عملکرد خوب در کار گرداندگی صافی به کار آن در افت فشار کمتر از 8 فوت پایان داده البته کاهش میزان جریان به صافی نیز به این امر کمک می‌کند.

مثال نشان داده در شکل 1-31 شستشوی صافی و یا کاهش میزان جریان به آنرا هنگامیکه افت فشار به کمتر از نصف ماکزیمم معمول می‌رسد، خبر می‌دهد.

1-4-7-4- شستشوی صافی

هنگامی که کیفیت آب خروجی از صافی افت نماید و غیر قابل قبول شود و یا فشار آب خروجی کمتر از حدود تعیین شده شود، شستشوی صافی به منظور اعاده بازدهی آن ضروری خواهد بود. در صافی‌های ثقلی معمولاً یک افت فشار نهایی برای تنظیم گردش کار آن در نظر گرفته می‌شود و بنابراین هنگامیکه فشار آب به حدود تعیین شده رسید، اقدام به شستشوی صافی می‌شود.

در برخی حالات شستشوی صافی‌ها را بطور تجربی بر مبنای دو معیار اشاره شده در قالب یک دوره زمانی خاص تنظیم می‌کنند. در تاسیسات مختلف گردش کار صافی بین 12 ساعت تا چند روز متغیر می‌باشد. ولی طبق بررسی‌های به عمل آمده انتخاب مدت یک روز قابل قبول می‌باشد.

صافیها معمولاً با عبور معکوس آب تحت دبی و فشار مشخص و با کمک هوا و یا وسایل مکانیکی و همزدن ماسه‌ها شسته می‌شوند. بدین صورت که در شرایط فوق مواد پر کننده صافی (تا حدود مشخصی بسته به فشار آب منبسط شده و مواد ته نشین شده از لابه لای آنها همراه آب به سطح صافی حمل و از راه کانالهای شستشو به محل دفع انتقال می‌یابد. میزان جریان آب بستگی به خصوصیات ماسه و صافی دارد، ولی معمولاً $0/6$ تا $0/8$ متر مکعب به ازاء هر متر مربع سطح صافی در دقیقه در نظر گرفته می‌شود (که در این صورت سرعت آب $0/6$ تا $0/8$ متر در دقیقه خواهد بود). با این دبی میزان انبساط ماسه‌های بستر صافی 20 تا 80 درصد ضخامت اولیه می‌باشد. فشار آب مورد نیاز به کمک تلمبه مخصوص و یا مخزن هوایی تامین می‌شود. مدت شستشو بستگی به خصوصیات هر طرح دارد و معمولاً بین 3 تا 10 دقیقه می‌باشد.

اصولاً تخلیه آب شستشوی صافی یا از طریق کانال ساخته شده در کنار صافی و یا به کمک کانالهای نصب شده در سطح صافی صورت می‌گیرد. الگوهای متفاوتی برای استقرار کانالهای مربوط به انتقال آب شستشوی صافی وجود دارد، ولی بطور کلی طرح و استقرار این کانالها باید به گونه‌ای باشد که آب شستشو فاصله افقی بیشتر از 3 تا $3/5$ فوت را طی نکند و یا به عبارت دیگر فاصله لبه به لبه دو کانال مجاور نباید بیش از 6 تا 7 فوت باشد. مواد استفاده شده در ساخت این کانالها را می‌توان از جنس سیمان، فایبرگلاس، آهن، آلومینیوم و پلاستیک فشرده انتخاب نمود شکل 1-32 الگوهای مختلف برای استقرار کانالهای انتقال آب شستشو و شکل شماره 1-33 مقاطع مختلف ساخت این کانالها را نشان می‌دهد.

صافی‌های ماسه‌ای کند:

تاریخچه: طرح صافی‌های ماسه‌ای کند اولین بار توسط JAMES SIMPON در سال 1829 در انگلستان داده شد تا دهه آخر قرن نوزدهم که صافی‌های تند طرح شد بطور وسیعی به کار می‌رفت. پس از آن استفاده از صافی‌های ماسه‌ای کند کاهش پیدا کرد تا اینکه این روزها کاربردی ندارد اما هنوز ترجیح داده می‌شود در تصفیه خانه‌های کوچک در محل‌های گرم که احتیاج به پوشش برای محافظت از یخ زدن ندارد به کار برده شود، این نوع صافیها معمولاً پس از ته نشینی مقدماتی برای آبهای نسبتاً شفاف به کار می‌رود.

مخزن:

مخزن تشکیل شده از تانک مکعب مستطیلی رو باز بازبتونی، بستر دارای شیب یک درصد به طرف زهکشی مرکزی می باشد

عمق تانک ممکن از $2/5$ تا $3/5$ متر تخمین زده شود.

سطح هر واحد تانک از 100 تا 2000 متر مربع و یا احياناً بیشتر تغییر می کند و بستگی به مقدار آبی که باید تصفیه شود دارد.

مواد به کار رفته در زیر بستر پایه:

مواد موجود در ته بستر شامل شن می باشد که برای نگهداری ماسه به کار می رود.

ضخامت آن 30 تا 75 سانتیمتر در چهار لایه و هر لایه 15 سانتیمتر است.

اندازه شن:

بالا ترین لایه ها معمولاً 40-65 میلیمتر

بالاترین لایه میانی 20-40 میلیمتر

دو لایه میانی 6-20 میلیمتر وقتی دو لایه میانی به کار رود.

دولایه بالاترین 3-6 میلیمتر

سیستم زهکشی زیر بستر

سیستم زهکشی زیر بستر در زیر شن ها قرار می گیرند این سیستم دارای یک مجرای مرکزی و مجراهای فرعی است.

مجراهای فرعی آب صاف شده را جمع آوری کرده و به مجرای با لوله مرکزی تخلیه می کند تا سرانجام به مخزن آب

صاف شده ریخته شود. در برخی مواقع به جای اینکه لوله اصلی در مرکز تانک قرار گیرد در کنار آن قرار می گیرد و

لوله های فرعی به طرف آن شیب خواهند داشت.

محل های ورودی و خروجی:

آ- اتاقت ورودی با هدف های زیر تعبیه شده است.

1 - برای ورود پس آب تانک ته نشینی مقدماتی تا لایه های ماسه ای صافی را پخش نکنند.

2 - توزیع آب روی بستر بطور یکنواخت انجام گیرد.

ب- اطاقک خروجی: به منظور زیر ساخته شده که آب صاف زیر بستر در آن تخلیه شود. برای ثابت نگهداشتن تخته آب صاف شده از یک شیر قابل تنظیم تلسکوپی استفاده می‌شود ورودی و خروجی معمولاً با شیرهای اتوماتیک کنترل خواهد شد.

متعلقات دیگر: در کنار قسمت‌های مختلف متعلقات دیگری برای بالا بردن راندمان صافی وجود دارد برای مثال:

- 1 - لوله‌های عمودی هوا از لایه‌ها عبور داده شود تا به کار صحیح لایه صافی کمک کند.
- 2 - لوله مدرج شیشه لوله عمودی هوا: که کنترل عمق آب بالای ماسه‌ای در حدود 1 تا 1/5 متر که این عمق اجازه نمی‌دهد که صافی تغییرات زیاد را تحمل کند.
- 3 - دستگاه اندازه گیری جریان
- 4 - دستگاه فشار سنج برای تعیین افت: افت فشار حاصل از مقاومت دانه‌های ماسه در برابر عبور جریان را فشار صافی می‌نامند.

افت فشار چیست؟

اختلاف سطح آب بین حوضچه صافی و اطاقک آب صاف شده را افت فشار گویند. در یک صافی تمیز مقدار مقاومت کم، بنابراین فشار صافی کوچک خواهد بود (حدود 10 الی 15 سانتیمتر) اما با افزایش زمان کارکرد که لایه‌های صافی گرفته می‌شود لوله تلسکوپی به وسیله‌ی کارگر تنظیم شده و تخلیه را یکسان می‌نماید. اما موقعی که افت فشار بالا رفت (1/2 - 0/7 متر یا بیشتر) صافی از کار می‌افتد و باید تمیز شود.

عملکرد و تمیز کردن:

آب پس از لایه ته نشینی وارد اطاقک ورودی شده و به‌طور یکنواخت در روی بستر صافی تقسیم می‌شود و سپس وارد لایه‌های شن شده و از آن خارج و واردهای فرعی و اصلی و از آنجا به اطاقک آب صاف شده و سرانجام به مخزن ذخیره برای مصرف ریخته می‌شود- سرعت به‌وسیله‌ی شیر تلسکوپی ثابت نگهداشته خواهد شد. آبی که وارد صافی می‌شود قبلاً عمل انعقاد روی آن انجام نگرفته زیرا این عمل اقتصادی نمی‌باشد. عمق آب روی صافی باید به دقت مشخص شود و نباید صافی تغییرات زیاد را تحمل کند این عمق نباید زیاد کم نه خیلی زیاد باشد معمولاً عمق ماسه صافی در نظر گرفته می‌شود.

افت فشار دارای حد ماکزیممی است که مقدار آن حدود $0/7$ الی $1/2$ متر می‌باشد. زمانی که افت فشار تقریباً حدود $0/7$ تا $0/8$ عمق ماسه صافی می‌رسد واحد صافی از سرویس خارج شود و تمیز شود.

تمیز کردن ماسه صافی به این صورت است که با برداشتن لایه ماسه‌ای عمق $1/5$ تا 3 سانتیمتر انجام می‌گیرد سطح بالایی جمع‌آوری می‌شود و توسط عمل بهم زدن و شستن با آب تمیز پاک می‌شود.

مقدار آب لازم معمولاً حدود $0/2$ تا $0/6$ درصد کل آب صاف شده می‌باشد.

این عمل برداشت برای شستشو هر موقع احتیاج باشد تکرار می‌شود تا عمق ماسه به حدود 90 سانتی متر کاهش یابد. سپس ماسه روی آنها اضافه می‌شود.

فاصله‌ی زمانی بین دو شستشو اصولاً بستگی به آلوده کننده‌های موجود در آب و همچنین اندازه ذرات ماسه‌ی صافی دارد. این فاصله بین 1 تا 2 ماه در نوسان است.

سرعت صاف کردن:

سرعت صاف کردن صافی‌های ماسه‌ای کند معمولاً کم و بین 100 تا 200 لیتر در ساعت در هر متر مربع از سطح صافی می‌باشد.

راندمان صافی:

صافی‌های ماسه‌ای کند در حذف باکتریها و مواد جامد معلق دیگر از آب خام دارای راندمان زیاد می‌باشد بطوریکه

آ- حذف باکتری بالاتر از حدود 98 تا 99%

ب- حذف انواع بو و مزه آب بخصوص اگر آنها آلوده کننده‌هایی مانند الگسپلانکتون باشد.

پ- در حذف رنگ دارای راندمان کم فقط حدود 20 تا 25%

ت- حذف کدورت تا 50 میلیگرم در لیتر، بنابراین برای آبهای ته نشین شده‌ای که دارای کدورت بیشتر از 50 الی 60 میلیگرم در لیتر باشند مناسب نیست.

صافی‌های تحت فشار:

مشخصات:

صافی‌های تحت فشار درست مانند صافی‌های تند کوچک می‌باشد که در یک محفظه‌ی بسته قرار دارند.

آبی که باید تصفیه شود از داخل آن تحت فشار عبور می‌کنند.

چون به آب در داخل چنین صافی‌های فشاربیشتر از اتمسفر وارد می‌شود، لازم است این صافیها در داخل منبعی با هوای فشرده قرار گیرند.

آب خام به داخل این منبع یا محفظه‌ی پمپ می‌شود. این فشارها معمولاً بین 30 تا 70 متر آب (3 تا 7 اتمسفر یا کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) در نوسان است.

ساختمان صافی:

محفظه یا منبع صافی‌ها ممکن است بطور عمودی یا افقی قرار گیرند که آنها را صافی تحت فشار عمودی یا افقی می‌نامند.

سیلندره‌های فولادی برای منبع یا تانک‌های تحت فشار به کار برده می‌شود و ممکن است پرچ شده یا جوش داده باشد.

قطر آنها بین 1/5 تا 3 متر و طول یا ارتفاع آنها بین 3/5 تا 8 متر متغیر است.

طرز کار یا عمل صافی:

صافی‌های تحت فشار مانند صافی‌های ماسه‌ای تند کار می‌کنند به جز اینکه آب خام منعقد شده احتیاج به لخته بندی و ته نشینی پیش از اینکه صاف شود، ندارد و لخته بندی در داخل خود صافی تحت فشار انجام می‌گیرد.

تحت شرایط نرمال آب منعقد شده تحت فشار توسط شیر ورودی داخل محفظه صافی شده و آب صاف شده از شیر خروجی بیرون می‌آید در این صورت تحت چنین شرطی این دو شیر بازند و بقیه بسته‌اند.

معمولاً منعقد کننده‌ای که به کار می‌رود آلوم می‌باشد. منعقد کننده زمان کمی برای مخلوط شدن دقیق یا تشکیل در خارج از محفظه صافی دارد. عمل تمیز کردن به وسیله‌ی شستشوی معکوس انجام می‌گیرد. شیر ورودی و خروجی بسته و شیر شست و شو باز می‌باشد که شیر پساب را به خارج تخلیه می‌نماید.

موقعی که افت فشار در این صافی‌ها بیشتر از یک مقدار ثابت معین شد باید تمیز شود. فشار لازم برای تمیز کردن در مقایسه با فشار لازم برای تمیز کردن صافی‌های ماسه‌ای تند بیشتر می‌باشد.

سرعت تصفیه صافی:

فشار صافیها باعث می‌شود که آب صاف شده با سرعت بالا مثلاً 2 تا 5 برابر از صافی‌های تند بگذرد. سرعت صاف کردن معمولاً بین 6000 تا 15000 لیتر در ساعت در هر متر مربع سطح صافی تغییر می‌کند. سرعت پایین برای مصارف خانگی و سرعت متوسط برای مصارف صنعتی و سرعت بالا برای گردش زیاد آب مصارف استخرهای شنا به کار می‌رود.

راندمان و نتایج:

صافی‌های تحت فشار دارای راندمان کمتری نسبت به صافی‌های ماسه‌ای تند در حذف باکتری و کدورت می‌باشد. کیفیت پساب آنها ضعیف تر و معمولاً برای مصارف عمومی به کار برده نمی‌شود. اما چون این صافیها فشرده و حمل و نقل آن آسان است ممکن است برای مقادیر کم تصفیه آب نسبتاً تمیز ترجیح داده شود. این صافیها برای مجموعه‌ای از چندین خانه، صنایع خصوصی، املاک عمومی استخرهای شنا، ایستگاه‌های راه آهن و غیره به کار می‌روند.

مزایا و معایب صافی‌های تحت فشار:

مزایا و معایب نسبی صافی‌های تحت فشار نسبت به صافی‌های ماسه‌ای تند در زیر داده شده است.

مزایا:

صافی‌های تحت فشار یک دستگاه فشرده و به آسانی قابل حمل می‌باشد حتی واحدهای کاملاً اتوماتیک آنها نیز طرح شده است.

این صافی نیاز به فضای کم و مواد صافی کم‌تر برای تصفیه مقدار مساوی آب دارد چون سرعت صاف کردن آن بیشتر از 2 تا 5 برابر سرعت صافی ماسه‌ای تند می‌باشد، نیاز به حوضچه‌های ته نشینی و انعقاد ندارد.

تصفیه آب

سرفصل

هدف، نحوه مطالعات، ویژگی‌های مختلف آب، شیوه‌های مختلف تصفیه، انتخاب محل تصفیه، تاثیر واحدهای مختلف تصفیه روی پارامترهای کلی کیفی آب، تشریح واحدهای مختلف تصفیه در یک محل تصفیه متداول.

تعریف تصفیه آب:

هر گونه عملیاتی که در روی آب انجام می‌شود تا کیفیت آب را به حد استاندارد برسانیم

هدف از تصفیه آب:

در طول سال در کره زمین بیلانی وجود دارد. 1/4 کره زمین خشک و 3/4 آن آب است، 97/3% کیفیت آب موجود در کره زمین شور می‌باشد در 100 گرم آب 3/5 گرم نمک وجود داشته باشد یا در یک لیتر 3/5 گرم نمک وجود داشته باشد و یا بطور کلی اگر در آبها بین 10-40 گرم نمک وجود داشته باشد، آب شور است.

آب دریای خزر دارای 15 گرم نمک در لیتر است دریاچه‌ی ارومیه بالای 50 گرم در لیتر نمک دارد. اقیانوسها حدود 40-30 گرم در لیتر نمک دارند و یا 35000 میلی گرم در لیتر نمک دارند.

در جهان حدود 2/7% آب شیرین موجود است اگر آبی زیر 10 گرم در لیتر نمک داشته باشد آب شیرین است. از این مقدار آب شیرین مقداری در قطب می‌باشد در طول سال یک سری تبخیر و یک سری بارندگی وجود دارد و میزان بارندگی و تبخیر دارای بیلان ثابتی است. 3000Km^3 از سطح دریاها 700000Km^3 از سطح خشکی‌ها 4000Km^3 آب در اختیار ما قرار می‌گیرد که بخشی از آب در دریاها و بخشی به منابع زیر زمینی و... قرار می‌گیرد.

هدف:

کیفیت آب را به نحوی تغییر بدهیم که برای نوع مصرف مناسب باشد. برای شرب هدف این است که کیفیت آب طوری باشد که در سلامت انسان در کوتاه مدت و بلند مدت تغییر ایجاد نکند.

پارامترهای کیفیت آب:

فیزیکی

شیمیایی

بیولوژیکی

میکروبی

رادیولوژیکی

تصفیه خانه‌های متداول تصفیه آب روی بخش فیزیکی تاثیر عمده دارد و در درجه‌های بعدی روی بخش بیولوژیکی و میکروبی اثر دارد. این تصفیه خانه‌ها روی پارامترهای شیمیایی هم بصورت جزئی تاثیر می‌گذارد ولی دلخواه نیست.

نحوه مطالعات:

ضوابط مطالعه:

آ- جمعیت

ب- پربود طرح یا مدت طرح:

طرح می‌تواند کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت باشد. طرح باید بتواند در مدت کوتاه و یا میان مدت جواب بدهد و برای دراز مدت پیش بینی‌های لازم را صورت داد. دوره در حدود 25-15 سال است.

پ- سرانه مصرف: تعیین و مطالعه سرانه مصرف در حدود 6 ماه الی یکسال زمان می برد.

ت- محدوده طرح:

ث - انتقال محل تامین آب: این ضایعه به:

ظرفیت

بحث کیفیت بستگی دارد.

ج- زمین مورد نیاز برای تصفیه خانه

چ- انتخاب محل تصفیه خانه

ح- بودجه:

تعیین بودجه بصورت تقریبی می باشد و برای تعیین آن می توان از طرح های دیگری که صورت گرفته مقدار بودجه را تخمین زد.

2- مطالعات اجرایی طرح یا مطالعات طرح:

فاز یک:

تمام اطلاعات بدست آمده مورد بحث قرار می گیرد فضای سبز، قطر لوله ها، ظرفیت و مختلف، تعداد صافی، ابعاد کانال، آشغالگیر، ساختمان شیمیایی و نوع ماده شیمیایی

فاز دو:

به تصویر کشیدن اطلاعات فاز 2 را شامل می شود نقشه معماری، سازه ای و تاسیساتی که مربوط به فرآیند باشد و....

فاز سه:

مرحله اجرایی طرح می باشد

فاز چهار:

بهره برداری:

انتصاب منبع تامین آب:

این موضوع از دو منظر بحث می شود:

آ- کیفی یا کیفیت منبع

ب- کمی

استاندارد کیفیت:

آبی که میزان جامدات محلول آن از 1000 mg/l کمتر باشد کیفیت آن مطلوبست.

کیفیت:

آ- فیزیکی

ب- شیمیایی

پ- میکروبی

ت- بیولوژیکی

ث - رادیولوژیکی

کیفیت شیمیایی و میکروبی آب در آزمایشگاه بررسی می‌شود. و رودخانه‌ای زنده و خوب است که کیفیت بیولوژیکی داشته باشد و خود پالایی در آن اتفاق بیفتد و در واقع زنجیره غذایی در این رودخانه باید متعادل باشد.

آبهای دارای مواد رادیو اکتیو به آسانی تصفیه نمی‌شوند و در دراز مدت آثار سوء دارد.

آبهای سطحی از نظر فیزیکی ضعیف است و در واقع آلاینده‌های فیزیکی در آبهای سطحی بالا است. مشکل عمده درباره‌ی آبهای سطحی، منظر و ظاهر این آبها است و بیش‌تر کسی راغب به استفاده از این آبها نیست. کدورت آبهای سطحی پوششی برای پنهان نمودن میکروب از گندزداها است. طعم مربوط به مواد آلی باشد اسید هیومیک که در پسمانده فاضلابها مواد زائد و فضولات وجود دارد. اگر PH آب قلیایی باشد اینها را در خود حل می‌کند و در صورت اسیدی بودن رسوب می‌کند.

اسید هیوسیک باعث می‌شود که آب رنگی شود و کدورت را افزایش دهد و این مسئله بزرگترین معضل در ارتباط با اسید هیوسیک است. آبهای اسیدی در طبیعت به‌ندرت دیده می‌شوند.

آبهای زیرزمینی چون از قشر خاک و شن و ماسه عبور کرده است. کیفیت آن بهبود می‌یابد. اگر آب زیرزمینی طعم بد داشته باشد علت آن وجود برخی از عناصر مانند آهن و منگنز است. بیشترین طعم را آهن به آب می‌دهد بهترین راه شناسایی آهن این است که آهن در معرض هوا زود اکسیده شده و محیط خود را قرمز رنگ می‌کند.

اینها در آب دو ظرفیتی هستند. از نظر شیمیایی آب سطحی کیفیت بهتری نسبت به آب زیرزمینی دارد چون آب سطحی در معرض مواد مختلف شیمیایی خاک قرار گرفته و به آب زیرزمینی تبدیل شده است.

از نظر میکروبی:

آبهای زیرزمینی عاری از عوامل میکروبی هستند غیر از حاشیه رودخانه‌ها که فاضلاب نشتی دارد چون در کنار رودخانه‌ها مواد متشکله دانه درشت است و ماتصفیه بیولوژیکی نداریم. نماتودها و جلبک‌ها از خصوصیات بیولوژیکی برخوردارند.

ناخالصی‌های آب:

معدنی

آلی

میکروارگانیزم‌ها

آنیونها و کاتیون‌ها، ویژگی‌های شیمیایی را بوجود می‌آورند و با روش معمولی تصفیه حذف نمی‌شوند و به روش خاص نیازمند هستند مثل آهن و منگنز.

ناخالصی‌های آب:

مواد معلق

محلول

کلوئیدی

PH آب بین 7-8/3 است اگر PH از این مقادیر بالا رود نشان دهنده زیاد بودن بی کربنات است.

آنیونها: NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-

کاتیونها: Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+ , K^+ , Fe^{+2} , Mg^{+2}

در تمام آنها نیترات وجود دارد.

$$\frac{\text{جرم مولکولی}}{\text{ظرفیت}} = \text{والانس گرم}$$

$$\frac{\text{mg/L}}{\text{والانس گرم}} = \text{غلظت} \quad \text{Mleg/l}$$

$$[\text{CA}(\text{HCO}_3)_2] = 3 \text{ mg / L}$$

$$[\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2] = 1\text{mg} / \text{L}$$

برای بدست آوردن X ترکیب مختلط با آب لازم است از نتایج شیمیایی آب استفاده نموده و کاتیونهای عمده و آنیونهای عمده را مشخص نموده و غلظت آنها را بر حسب میلی اکی والان در لیتر محاسبه نمود. وبا رسم نمودار آنیونها و کاتیونها با توجه به تمایلشان نسبت به هم در تشکیل نمک مقابل هم قرار می‌دهیم و از روی آن نمک و غلظت آن را مطابق مثال کلاس تعیین می‌کنیم.

$$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = \frac{\text{MEq}}{\text{L}} \times \text{گرم} = 3 \times \frac{162}{2} = 243$$

چون آنیونها و کاتیونها دارای ظرفیت‌های مختلف هستند و هر چه ظرفیت بیشتر و این بار بیشتر باشد فعالیت آن است و برای حذف عامل ظرفیت باید واحد غلظت بر حسب Mg/L به واحد غلظت بر حسب Meq/L تبدیل نمود.

تاثیر واحدهای مختلف تصفیه خانه بروی آب تصفیه شده:

تصفیه متداول

تصفیه ساد

در روستاها بیش‌تر آنها از نوع ساده است و تصفیه خانه‌های موجود بیشتر از نوع متداول است.

نوع ویژگی	هوا دهی	انعقاد ته‌نشینی	سختی گیری با آهک و سود توام با ته‌نشینی	فیلتر شنی کند بدون انعقاد شنی	فیلتر شنی تند با انعقاد و ته‌نشینی	کلر زنی
باکتریها	○	++	+++ (2و1)	+++	+++	++
رنگ	○ اختیاری	+++	○	++	+++	++
کدورت	○	+++	++	+++ (3)	+++	○
طعم و بو	++++ (4)	++	++ (2)	++	++	++++ (5)
سختی	+	-- (7)	+++ (2)	○	-- (7)	○
مواد خورنده	8+++ 9 - - -	-- 10	-- 11	○	10 --	○
آهن و منگنز	+++	++ 13	++	+++ 13	+++ 13	+
مواد آلی	+	++	○	+++	++	++

O=Optional اختیاری

5 - کلراکسید کننده‌است و بسیاری از ترکیبات که تولید طعم و بو می‌کنند را از بین می‌برد.

6- اگر خود کلر زیاد، مصرف شود تولید طعم و بو می‌کند که باید کنترل شود. به‌وسیله‌ی احیا کننده کلر اضافی را خنثی می‌کنیم.

وقتی آهک زده شود PH بالا رفته و باکتریها از بین می‌روند

وقتی قصد کاهش سختی آب است رسوب ایجادشده، و رسوب کربنات کلسیم بیشتر می‌شود و همراه با رسوب کمی باکتری نیز حذف می‌شود.

نکته: برای حذف آهک از روش سختی گیری استفاده شده است ولی باکتریها کاهش یافته‌اند.

در کدورت‌های بالا فیلتر شنی کند خاصیت خود را از دست می‌دهد.

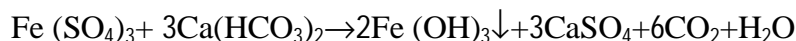
هوادهی بر روی ترکیبات بی تاثیر است و حتی گاهی اثر منفی دارد.

نوع تصفیه آب باید براساس ویژگی‌های آب و نوع منطقه انتخاب شود.

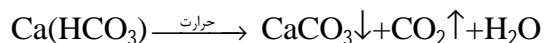
مواد معدنی، مواد آلی، باکتریها و میکروارگانیسم‌ها تولید طعم و بو در آب می‌کنند هوا دهی برای کاهش طعم و بو می‌تواند مناسب باشد SH_2 دارای بوی متعفن است هوادهی اکسیژن را در آب حل می‌کند و باعث خروج عامل بو دهنده می‌شود و همچنین وقتی آهن در تماس با هوا قرار گیرد اکسیده می‌شود در مناطق شمالی کشور مشکل آهن زیاد در آب وجود دارد.

اگر ترکیبات کلروفنول در آب وجود داشته باشد هوا دهی اثر بدی روی آن می‌گذارد. در بخش انعقاد و ته نشینی، هنگام ته نشینی مواد جامد مقداری عوامل مولد طعم و بو را نیز همراه خود ته نشین می‌کنند. در فیلتر شنی کند لایه بیولوژیکی وجود دارد و مواد آلی را از آب می‌گیرد اگر کلر و ترکیبات آن زیاد به آب اضافه شوند ایجاد بو و طعم در آب می‌کنند ولی خاصیت اکسیدکنندگی کلر و اثر کشندگی آن بر روی عوامل بیولوژیکی باعث از بین رفتن طعم و بو است. کلر اضافه یا سوپرکلریناسیون در مواقع اپیدمی صورت می‌گیرد و اپیدمی‌ها بیش تر در فصل تابستان صورت می‌گیرد چون در این فصل بارندگی کم، آب کم و شرایط برای رشد بیماریها خوب است و مواقع سوپر کلریناسیون بایستی دی کلریناسیون هم صورت گیرد تا کلر اضافی در نقطه مصرف به حد استاندارد برسد.

هوا دهی اثر چندانی روی سختی گیری ندارد. در بخش انعقاد و ته نشینی، سختی موقت به سختی دائم تبدیل می‌شود.



7- اگر سختی داشته باشیم و ماده منعقد کننده استفاده کنیم سختی موقت تبدیل به سختی دائم می‌شود



8- اثر خوردگی آب‌های زیر زمینی به دلیل وجود SH_2 و CO_2 است

9- وقتی این آبها هوا دهی می‌شود O_2 جایگزین این دو کار می‌شود که دارای اثر خوردگی است.

10-11- سختی گیری با آهک و سود در PH قلیایی صورت می‌گیرد و در PH قلیایی نیز برخی فلزات خورده می‌شوند.
 12- کلر زنی یعنی مقدار دزی که آب باید داشته باشد. اگر کلر بیش از حد تزریق شود این کلر اضافی ایجاد خوردگی می‌کند ولی دز مصرفی استاندارد مشکلی ایجاد نمی‌کند. هوا دهی باعث اکسید شدن آهن و منگنز می‌شود. کلر زنی باید در این جا بین 0/5 تا 0/2 PPM باشد.

12- در مواقعی که هوا دهی برای حذف آهن و منگنز می‌باشد باید پس از آن یک مرحله انعقاد و ته نشینی را انجام داد و در این صورت می‌تواند روش مناسبی باشد.

در مرحله سختی گیری، آهن و منگنز تا حدودی حذف می‌شوند و کلر نیز تا حدودی آهن و منگنز را اکسید می‌کند. هوا دهی تاثیر کمی بر روی حذف مواد آلی دارد (در فاضلاب تاثیر بیش‌تری دارد). مواد آلی در منابع آب طبیعی نباید وجود داشته باشد و اگر دارای مواد آلی باشند باید کمتر از 20-5 میلی گرم در لیتر باشد و اگر بالاتر از این باشد، آن آب آشامیدنی نخواهد بود.

فیلتر شنی کند روش اختصاصی برای حذف مواد آلی است در حذف مواد آلی فیلتر شنی تند و کند هم تاثیر دارند.

انتخاب زمین برای تصفیه خانه:

اختلاف ارتفاع یکی از شرایط است کم باید تس کم 5 متر باشد و مناسب‌ترین آن بین 10-5 متر است مخزن آب نقش تعدیل جریان را دارد دبی و جریان ورودی به تصفیه خانه باید یکنواخت باشد و این مستلزم داشتن سیستم تعادل است سیستم تعادل در خروجی باید باشد ولی در ورودی می‌تواند باشد و یا نباشد برای نمونه اگر بخواهیم 2 ساعت تعطیلی در روز داشته باشیم باید در مخزن آب باشد تا آب بصورت یکنواخت از انتها خارج شود پس از مخزن نهایی ما نوسانات را داریم و مخزن نهایی باید جلوی این نوسانات مصرف را بگیرد.

آبهای سطحی چندان نیازی به هوا دهی ندارند ولی باز هوا دهی این آبها می‌تواند مواد آلی کمی را اکسیده کند چون ممکن است آلودگی آلی وارد منبع آب شده باشد.

توانایی مانور تصفیه خانه را در برابر سیلابی شدن آب می‌توان با پیش بینی یک پیش ته نشینی بیشتر کرد تا در واقع یک سوپاپ اطمینان برای کاهش کدورت آن باشد.

فلوکولاسیون به منزله‌ی فرصت‌دهی برای درشت‌تر شدن لخته‌ها است. 10-5 درصد آب تصفیه شده به شستشوی فیلتر تخصیص داده می‌شود.

انتخاب محل تصفیه خانه: باید از مسائل مختلفی مثل مسائل بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی مورد تأیید باشد.

آ- انتخاب محل تصفیه خانه در مجاورت منبع تامین آب:

مزایا:

تامین نیازهای بین راهی: یعنی آب روستاها و شهرهای بین راه تامین می‌شود.

حفظ کارایی خط انتقال: آب تصفیه شده وارد خط لوله شده و این خط کارایی خود را حفظ می‌کند

دسترسی به زمین بیشتر و ارزاتر

معایب:

تغییر کیفیت آب در مسیر و عدم وجود کلر باقیمانده و ضرورت کلرزنی مجدد (حل آهن)

پرت آب تصفیه شده

وجود مشکل در رفت و آمد پرسنل متخصص

هزینه‌های بالا برای پرسنل

ب- در مجاورت شهر:

عدم وجود معایب بالا در این گزینه از مزایای آن به شمار می‌روند.

معایب:

محدودیت مردم بین راهی از آب تصفیه شده

منبع در کنار شهر می‌تواند آلوده باشد.

گران بودن زمین و یا پیدا نشدن زمین

مساحت زمین: $A \geq Q^{0.7}$

A: مساحت زمین مورد نیاز برای احداث تصفیه خانه بر حسب ایگر (در واحد انگلیسی)

Q: دبی یا ظرفیت نهایی تصفیه خانه

1=0/405m2 ایگر

Mgd= میلیون گالن در روز

در مطالعات باید مصرف سرانه، جمعیت، زمان و... مطالعه شوند و ضرایب مصرف را در نظر گرفت اینها در واقع ضوابط

طرح می‌باشند و Q یا دبی را به ما می‌دهند.

مثال: ظرفیت آب مورد نیاز شهری طی 20 سال آینده حداکثر برابر است با $1\text{m}^3/\text{s}$. سطح مورد نیاز برای احداث تصفیه

$$Q = \text{خانه را محاسبه نمائید} * \text{زمان آینده} * \text{سرانه مصرف}$$

هکتار لازم است

هکتار لازم است.

$$A = 8/95 \approx 9 \text{ ایگر} = 3/62 \approx 4 \text{ هکتار} \times 1/5 = 7$$

در این مرحله شما تصمیم گیری می‌کنید که انتخاب محل تصفیه در کنار سد باشد. در کنار سد نقاط مختلفی وجود دارد و باید در اطراف تصفیه خانه محل مناسب را انتخاب کرد. در ابتدا باید زمین انتخاب شده، با مساحت لازم برای تصفیه خانم هم خوانی داشته باشد و سپس سیل گیر بودن محل را بررسی کنیم و در کل باید شرایط مهندسی و ژئوتکنیک - آب زیرزمینی و... را درباره‌ی زمین انتخاب شده را بررسی کنیم.

آب زیرزمینی دارای آب شناور و معکوس می‌باشد و اگر سطح آب زیرزمینی بالا باشد، برای اینکه سازه را در داخل زمین گیر دهیم نیروی زیادی لازم داریم راه و دسترسی به زمین را از نظر اقتصادی بررسی می‌کنیم و ایمنی زمین را مورد بررسی قرار می‌دهیم و علاوه بر اینها زمین باید توپوگرافی مناسب را داشته باشد.

محل مناسب برای تخلیه لجن:

پارامترهای مختلف و مؤثر					گزینه محل برای احداث تصفیه خانه
نزدیکی به منبع انرژی و...	قیمت خرید زمین	توپوگرافی زمین	خطر زلزله	خطر سیل	
--	--	10	15	5	امتیاز

امکان برق رسانی محل مناسب برای تخلیه لجن وجود داشته باشد زمین خیلی سفت و یا باتلاقی نباشد.

فاکتورهای مهم و مؤثر در انتخاب محل تصفیه خانه:

کیفیت آب

خطر زلزله

هزینه‌های اجرایی، بهره برداری و نگهداری آب

راهبری

تامین نیروی متخصص

قیمت زمین

رسوب گذاری

پرت آب تصفیه شده (هدر رفته)

راه دسترسی

منبع تامین انرژی

ثقلی بودن

آبهای زیرزمینی

نیازهای آبی بین راهی، موانع طبیعی، ابعاد و شکل زمین

نکته: ثقلی بودن آب سبب آسانی راهبری و صرفه جویی اقتصادی می شود.

واحدهای مختلف تصفیه خانه:

ساده ترین پارامتر برای کاهش عوامل موجود در آب سطحی SCREENING یا آشغالگیری است آشغالگیر در دو نوع ریز و درشت می باشد یعنی اولین واحد دربارهی آبهای سطحی آشغالگیری می باشد. ابتدا آشغالگیر درشت را نصب می کنند که خود دارای دسته بندی می باشد:

دستی

مکانیکی

آشغالگیر درشت دستی برای نقاط کم اهمیت و با ظرفیت کم و فاصله آشغالگیرها در این باره از هم زیاد است فاصله بین میله ها در آشغالگیر دستی 15-8 سانتی متر می باشد.

آشغالگیر درشت مکانیکی در تصفیه خانه های بزرگ کاربرد دارند و فاصله بین میله ها 8-4 سانتی متر می باشد.

در آشغالگیرهای ریز ذراتی بین 4-4 سانتی متر گرفته می شود. البته در آشغالگیرهای ریز دستی اندازه ذرات گرفته شده 8-3 سانتی متر می باشد ولی در صورت مکانیکی بودن 4-1 سانتی متر می باشد. آشغالگیرها در محل ورودی به تصفیه خانه نصب می شوند.

در کنار آشغالگیرها باید سرریز داشته باشیم و بیش تر به شکل مستطیلی می باشد زیرا وقتی که راهبری تصفیه خانه درست نباشد و یا وقتی که در اثر گیر کردن آشغالها، آشغالگیر مسدود می شود سطح آب بالا می آید.

همیشه در بالا دست و پایین دست آشغالگیر یک تفاوت ارتفاع وجود دارد، بنابراین همیشه یک افت در آشغالگیر وجود دارد یعنی بین ورود آب به تصفیه خانه و خروج آن از تصفیه خانه افت سطح آب وجود دارد.

$$HL = K \frac{V^2}{2g} \text{ رابطه افت‌های موضعی}$$

$$HL = \text{Sin}\theta \left(\frac{W}{b}\right)^3 \times \beta \times \frac{V^2}{2g}$$

W = ضخامت میله‌های آشغالگیر یا عرض میله‌ها

b = فاصله بین میله‌ها بر حسب (هر واحدی)

β = شکل میله: برای چهار گوش لبه تیز $2/42$ ، برای تسمه چهار گوش با لبه گود شده $1/83$ می باشد.

HL = افت فشار در آشغالگیر موضعی که آشغالگیر تمیز باشد.

ضریب β برای میلگرد $1/79$

عوامل موثر بر K :

زویه نصب آشغالگیر نسبت به افق

شکل میله β

آ میله‌ای

ب- بیضوی

پ- پهن و...

3- فاصله (b) و ضخامت (W) میله‌های آشغالگیر

معمولاً در کنار آشغالگیرهای مکانیکی یک آشغالگیر دستی هم نصب می‌کنند ساده‌ترین نوع آشغالگیر دستی از نوع قرقره‌ای است و این آشغالگیر برای مواقعی است که آشغالگیر مکانیکی خراب می‌شود.

β یا شکل میله برای دایره‌ای شکل حدود $1/79$ و برای مستطیلی $2/42$ و برای میله‌های بیضوی شکل $0/76$ می‌باشد.

سرعت جریان آب در کانال آشغالگیر باید $0/5-1\text{m/se}$ در نظر گرفته شود. سرعت کمتر از $0/5\text{m/se}$ باعث ته نشین

شدن آشغالها پیش از آشغالگیر و سرعت بیش از 1M/S باعث عبور ذرات از آشغالگیر می‌شود.

معمولاً افت در آشغالگیر مکانیکی (در اثر گرفته شدن) حدود 15 سانتیمتر و در نوع دستی حدود 30 سانتی متر می باشد. تنظیم شناورهای اتومکانیک که بتواند برای آشغالگیرهای مکانیکی چنگ تمیز کننده رابه کار بیندازد روی 15 سانتیمتر اختلاف سطح نصب می شود زاویه نصب نسبت به افق برای دستی 30-45 درجه و برای مکانیکی بین 60-90 درجه می باشد اگر زاویه نصب بیشتر باشد افت بیشتر می شود.

دانه گیری: (GREET REMOVAL) پیش ته نشینی یا (PRESETTLING):

ذرات با اندازه 2-50 میلی متر دسته ای از ذرات ریز هستند که به آنها سیلت می گویند.

اینها کوچکتر از SAND هستند ولی باز جدا می شوند.

ذرات با اندازه 10^{-3} میکرو متر را مواد کلوئیدی می گویند.

ذرات کوچکتر از 10^{-3} mm مواد محلول می گویند

ذرات معلم بزرگتر از 1 میلی متر هستند و براحتی جدا می شوند.

ذرات با اندازه بین 2-50 میکرو متر را SAND می نامند

سند ریز 50 میکرو متر

سند درشت 1-2 میکرو متر

بنابراین تا 2 میلی متر با ذراتی مواجه هستیم که شکل مشخص دارند و بصورت کروی یا دایره ای هستند و در دانه گیر قابل جدا شدن هستند و آن هم شامل سیلت و Sand می باشد. ذرات بالاتر از 2 میلی متر جزو شن ها محسوب می شود که باز هم در دانه گیر قابل جدا شدن و ته نشینی هستند.

4 فرم ته نشینی وجود دارد:

ته نشینی ذرات مستقل DESCRET PARTICLE

اندازه و تعداد آنها کم است دارای شکل و جرم مخصوص ($2/6g/cm^3$) مشخص هستند و بصورت جداگانه قابل جداسازی هستند و اگر به آنها اجازه دهیم ته نشین می شوند.

ذراتی که تابع قانون خاصی نیستند و شکل مشخصی ندارند (ذرات فلاک) بصورت بی شکل و سبک بوده و هر طوری که بخواهند ته نشین می شوند.

ذراتی که مطلقاً ته‌نشین نمی‌شوند. به دلیل بار دار بودن و به علت دافعه ذرات نسبت به هم ته‌نشین نمی‌شوند پس باید این بارها خنثی شوند و به کلاس دوم ته‌نشین تبدیل شوند.

ته‌نشینی ذراتی که تعداد آنها خیلی زیاد است و به صورت متراکم هستند اینها به صورت لایه‌ای ته‌نشین می‌شوند.

ته‌نشینی ذرات مستقل:

شکل این دسته ذرات دایره‌ای است

VPARTICLE (حجم ذره)، قطر ذره (Pp, dp (جرم مخصوص (6

این موارد در ذرات مستقل مشخص هستند.

ذرات داخل آب 3 نیرو را تحمل می‌کند در صورتی که در هوا بر ذرات 2 نیرو اثر می‌کند نیروی شناور fbuansy نیروی

مقاومت دارای دو قانون است:

قانون نیوتن

قانون استوک

$$V = \text{حجم ذره} \times p_g \times t_w$$

p_g وزن مخصوص

هدف از این، تعیین ابعاد استخر پیش‌ته‌نشینی و همچنین هدف از این روابط، بررسی رفتار ذره است.

$$f_b = p_{lg} \times v_p \text{ به اندازه جرم مایع هم حجم آن از آن کم می‌شود.}$$

$$F_d = C_d \cdot A \cdot \frac{V^2}{2} \rho$$

C_d = ضریب مقاومت آب

A = مساحت تصویر شده ذره در مسیر حرکت

V = سرعت حرکت ذره

$$F_w = F_B + F_d$$

$$P_p g V_P = P_l g V_p + C_d \cdot A \cdot \frac{V^2}{2} \rho_l$$

$$g \cdot V_p (P_p - P_l) = c_d \cdot A \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho_l$$

$$V_c^2 = \frac{20g \cdot V_p (P_p - P_l)}{C_d \cdot A \cdot \rho_l}$$

ذرات دارای سرعت ته نشینی مساوی و یا بزرگتر از $Q=SOR$ به طور کامل حذف می‌شوند.

استوک درباره‌ی رفتار ته نشینی ذرات فرمولی را پیشنهاد کرد و گفت ذراتی که ابعاد بین 1 میکرومتر تا 2 میلی متر داشته باشند می‌توانند از این فرمول تبعیت کنند.

$$FD=3\pi\mu.V.dp$$

$$3/14 = \pi$$

$$\mu = \text{ویسکوزیته دینامیکی}$$

$$V = \text{سرعت ذره}$$

$$Dp = \text{قطر ذره}$$

$$Cd = \frac{24\mu}{V.dp.Pl} = \frac{24}{Re}$$

$$Cd.A.\frac{V^2}{2} \times Pl = 3\pi\mu Vdp \Rightarrow Cd = \frac{3\pi\mu.V.dp}{A.\frac{V^2}{2} Pl}$$

$$VP = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{dp}{2}\right)^3$$

$$V = \text{سرعت حد یا سرعت ته نشینی ذرات}$$

$$Dp = \text{قطر ذرات}$$

$$Pp = \text{جرم مخصوص ذره}$$

$$PL = \text{جرم مخصوص آب}$$

$$\mu = \text{ویسکوزیته دینامیکی بر حسب Pa.s}$$

مثال: می‌خواهیم از آب رودخانه‌ای، آب شهری را با جمعیت 10000 نفر تامین نماییم. سرانه مصرف (هر نفر در شبانه روز) 200 لیتر می‌باشد. نیاز روزهای گرم در این شهر، 1/5 برابر روز معمولی است. در شرایط سیلابی آب رودخانه حاوی ذراتی با قطر 2 میلی متر و چگالی $2/63g/cm^3$ است ابعاد استخر ته نشینی را محاسبه نمایید که این ذرات را از آب کاهش دهد در حالی که می‌دانیم کم‌ترین دمای آب 10 درجه سانتیگراد خواهد بود زمان ماند 1 ساعت است.

رابطه سرعت و ابعاد: استخری را در نظر بگیرید.

اگر ذره بیش از 2 میلی متر باشد عدد رینولدز خیلی بالا می‌رود و رابطه استوک صادق نخواهد بود و از رابطه زیر تبعیت می‌کند.

$$Cd = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

وقتی است که ابعاد ذرات بین 2 میلی متر و یک میکرون نباشند.

در استفاده از رابطه سرعت ته نشینی عدد رینولدز باید زیر یک و یا مساوی یک باشد تا این رابطه برقرار باشد و اگر بیشتر شد آن رابطه صادق نخواهد بود.

در ته نشینی نوع اول برای جدا کردن ذرات باید رابطه‌ای داشته باشیم که از روی آن رابطه ابعاد استخر را طراحی کنیم.

$$\left(\frac{m}{s}\right) V_s = \frac{gd_p^2(p_p - 1)}{18\nu} \quad VS \geq \frac{Q}{Ah}$$

و وقتی که عدد رینولدز کمتر از یک باشد.

این رابطه مستقل از این رابطه‌ی بالا است و در هر کجا می‌توان از آن استفاده کرد.

در هوای سرد، سرعت ته نشینی کم است چون ویسکوزیته بالا است و در این مناطق باید استخر ته نشینی سرپوشیده باشد.

$$C_D = \frac{24}{Re}$$

اگر عدد رینولدز کمتر از یک باشد.

$$Cd = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

اگر عدد رینولدز بیشتر از یک باشد:

انواع کلاسهای ته نشینی:

کلاس دوم: اگر در آبهایی با این ذرات مواجه شویم به ویژه آبهای سطحی که دارای این ذرات است.

کلاس سوم: در کلاس سوم با آبی زلال مواجه‌ایم که دارای کدورت است و کدورت سنج، این کدورت را نشان می‌دهد آبهای سطحی دارای مواد کلوییدی هستند که منشاء این مواد کلوییدی، اسید هیوسوسیک ممکن است باشد اینها دارای بار هستند و در آب بصورت معلق هستند.

کلاسهای دوم و سوم را در یک مقوله در نظر می‌گیرند به طوری که در تصفیه آب ذرات نوع سوم را به ذرات نوع دوم تبدیل کرده و عمل تصفیه را انجام می‌دهند. عمده مشکلات در تصفیه آب مربوط به ذرات کلاس سوم می‌باشد. در کلاس دوم با ذراتی سرو کار داریم که از قانون خاصی پیروی نمی‌کنند. ذرات کلاس سوم دارای بار بوده و کلوییدی هستند و سبب پیدایش رنگ و کدورت در آب می‌شوند. این ذرات را تبدیل به کلاس دوم کرده و جدا سازی می‌کنند.

در نوع دوم ذره مجاور با ذرات دیگر تشکیل فلوک می‌دهد که باید از روی این رفتارها ابعاد را طراحی کرد. اما چگونه؟

یک ستون به نام ستون ته نشینی در نظر گرفته و در این ستون ماده‌ی منعقد کننده (تعیین شده توسط آزمایش جارتست) را وارد می‌کنیم این ستون همانند رزینها است ولی در فواصل معین دارای شیرهایی است.

مشخصات ستون عبارت است از:

قطر 15cm تا 20cm (6IN)

ارتفاع ستون 3 متر (به خاطر استخرهای ته نشینی کلاس دوم عمق مفید ته نشینی 3 متر است) به فواصل 60 سانتیمتر (2 فوت) شیرهایی برای نمونه برداری گذاشته‌اند این شیرها در یک زمان معین به طور همزمان باز شده و نمونه برداری صورت می‌گیرد. این کار چندین بار تکرار می‌شود.

در داخل ستون پنجم ماده منعقد کننده و اپتیمم PH را وارد کرده‌ایم.

ما با نمونه‌هایی که دارای فلاک‌های مختلفی است مواجه هستیم

در زمان t_1 از عمق h_1 استفاده می‌شود.

نمونه‌های گرفته شده دارای حجم مشخصی هستند (10CC , 50CC)

شیرهای پایینی دارای فلاک بیشتری است چون حرکت فلاک‌ها همیشه به سوی پایین است. برای هر کدام از زمان‌ها مقدار مواد معلق را تعیین می‌کنیم به فرض حجم مشخص 100 سی سی چقدر ماده معلق دارد. نمونه را از کاغذ صافی عبور می‌دهیم و سپس کاغذ صافی را خشک می‌کنیم. آن‌گاه کاغذ خشک شده را وزن کرده و از وزن اولیه کم می‌کنیم. عدد بدست آمده غلظت است. اگر ما در لحظه صفر مقدار مواد معلق را اندازه گیری کنیم آن‌گاه می‌توانیم مقدار حذف مواد معلق را اندازه گیری کنیم.

$$\text{درصد} = \frac{\text{غلظت اولیه} - \text{غلظت ثانویه}}{\text{غلظت اولیه}}$$

$$R_{1/1} = \frac{C - C_{1/1}}{C} \times 100 \quad \text{درصد حذف ماده معلق در زمان } T_1 \text{ برای نمونه}$$

$$R_{1/1} = 1 - \frac{C_{1/1}}{C} \times 100$$

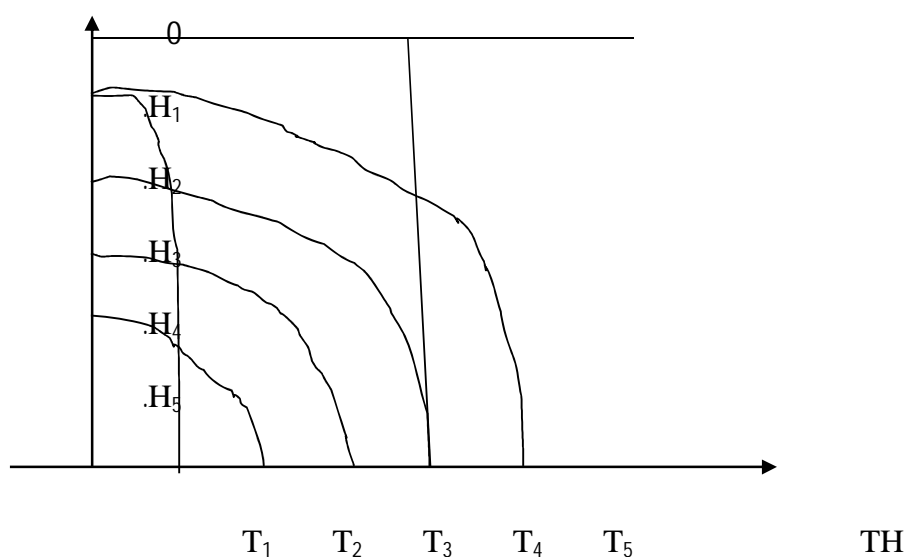
ماتریس دوم: راندمان حذف را حساب می‌کنیم (مانند جدول بالا) ولی بجای C کلمه R را می‌گذاریم.

$$R_{1/1} = \frac{300 - 250}{300} \times 100 = \%16$$

پس مقدار حذف $C_{1/1}$ 16% است پس راندمان 16% است.

R = راندمان حذف مواد معلق

جدول بالا را می‌توان به صورت یک شکل درآورد. در این شکل نقاطی تشکیل می‌شود که این نقاط عدد هستند یعنی به ازاء عمق‌ها و زمان‌های مختلف یک سری راندمان داریم که می‌نویسیم و آن‌ها را بررسی می‌کنیم و خطوط درصد حذف را رسم می‌کنیم. یعنی آنهایی که بهم نزدیک است را به هم ربط می‌دهیم که شکل آن به صورت زیر است.



این نمودار در صد حذف مواد را به ما نشان می‌دهد. هر چه ما به زمان T_1 و عمق بیشتر حرکت کنیم درصد حذف کمتر است و برعکس.

مثلاً خطوط هم درصد توسط نرم افزار کشیده می‌شود این گراف در واقع هم درصد حذف مواد معلق در یک ستون ته نشینی را به ما نشان می‌دهد.

اعداد فرد یک را به هم وصل می‌کنیم

16	30	50	70
15	20	35	50
14	18	25	40
10			

ریتیم گراف به عنوان نمونه

بحث و نتیجه گیری:

اگر زمان مشخصی را برای زمان ماند در استخر ته نشینی در نظر بگیریم (مثلاً یک ساعت) و در یک ساعت با زمان T_2 مواجه باشیم ($T_2=1hr$) و در این زمان عمق 3 متر باشد از T_2 تا خطی برای سطح آب عمود می‌کنیم.

راندمان کلی حذف مواد معلق $T=$

برای بدست آوردن راندمان کلی حذف مواد معلق:

$$t = \frac{100+80}{2} \times \frac{\Delta h_1}{h_5} + \dots + \frac{50+60}{2} \times \frac{\Delta h_4}{h_5}$$

اگر راندمان

$$\Delta h_1 \leftarrow 80-100$$

$$\Delta h_2 \leftarrow 70-80$$

$$\Delta h_3 \leftarrow 60-70$$

$$\Delta h_4 \leftarrow 50-60$$

یعنی ما باید در این زمان مثلاً T_2 یک خط را به صورت عمود از T_2 به سطح آب رسم می‌کنیم فاصله‌ی ضلع‌های بین درصد حذف را با ΔH مشخص کنیم و به نسبت میانگین راندمان ضرب در کسری از عمق بنویسیم.

ما اینجا روی عمق h_5 یا 3 متر کار می‌کنیم زیرا این 3 متر یک عدد نرمال هم از نظر اقتصادی و هم از نظر راندمان می‌باشد ما می‌توانیم سرعت ته نشینی ذرات را بدست آوریم برای تعیین ابعاد Δh را باید بدست آوریم

ما دو منحنی از اعداد بدست آمده را رسم می‌کنیم.

t درصد حذف کلی ذرات



t درصد حذف کلی مواد



سرعت ته نشینی زبان سطحی

نتیجه گیری:

هر چه بار سطحی بیشتر شود درصد حذف کلی کمتر می شود زیرا ممکن است فلاکها فرار کنند. و هر چه زمان ماند تا حد مشخصی بیشتر باشد درصد حذف کلی ذرات بیشتر است یعنی حداکثر راندمان حذف کلی ذرات معلق از یک استخر چقدر است که معقول آن 50-80 و یا حدود 60-70 درصد است.

مثلاً اگر کدورت را در زمان و ایجاد فلوک

100-150Mg / LIT خروجی → باراندمان 60-70% = 400mg / L برای مثال اگر غلظت فلاکت های تشکیل شده

در لحظه t از روی دوگراف بالا ما دو عدد بدست می آوریم V_s (بار سطحی) و t (زمان ماند)

ما برای دخالت دادن اثر درجه حرارت و... اولاً باید V_s را بدست آوریم و بر (1/25-1/75) تقسیم کنیم.

$$\left. \begin{array}{l} \text{یعنی:} \\ \text{بصورت عملی یا واقعی } V_s = \frac{V_s}{1/5} \text{ (بصورت تئوری)} \\ \text{زمان } t = t \times 1/75 \end{array} \right\}$$

یعنی برای تغییر تاثیر اشتباهات و تبدیل عدد تئوری بدست آمده به عدد واقعی (طراحی) این دو عدد (T, V_s) را در ضرایبی تقسیم و یا ضرب می‌کنیم از روی بار سطحی، سطح مقطع را بدست می‌آوریم.

عرض $L = (3-8)W \rightarrow$ طول

گاهی اوقات از این رابطه استفاده نمی‌شود از روی سرعت آن بدست می‌آوریم.

فضای مرده شامل فضای ورودی و خروجی است که باید به سطح استخر اضافه شود اما این فضا چگونه محاسبه می‌شود؟ در دهنه ورودی استخر سوراخهایی که برای توزیع یکنواخت جریان آب در تمام عرض و طول استخر ته نشینی وجود دارد مثلاً اگر سطح مفید استخر ما 250 متر باشد و عرض فضای مرده 2 متر و طول آن 8 متر باشد:

$$\begin{aligned} 2 \times 8 = 16 \Rightarrow 16 + 16 = 32 \Rightarrow \frac{32}{250} = 12\% \\ \text{فضای مفید} \\ \text{فضای کل} = \frac{32}{250} + 250 \end{aligned}$$

جمعیت شهری 50000 نفر باشد این تعداد در شرایط فعلی است ابتدا باید طول عمر و عمر مفید تصفیه خانه را تعیین کنیم.

سرانه مصرف \times جمعیت = متوسط ظرفیت

برای دبی باید روزهای گرم سال که میزان مصرف بیش از حد است را در نظر گرفت.

تغییرات دبی در ساعتهای شبانه روز تاثیری در ظرفیت تصفیه خانه ندارد بلکه بر روی شبکه انتقال موثر است.

روشهای جمع کردن آشغالها از آشالگیر:

1- خرد کردن

2- سوزاندن

3- دفع در مجاری سطحی

اگر آشالگیر به صورت قائم باشد افت زیاد می‌شود ولی مزیت دارد. آشالگیر مایل هزینه بیشتری دارد ولی هزینه آشالگیر قائم کمتر است زیرا سطح در تماس مایل کمتر است.

در آشالگیر قائم اگر مراقبت دائمی انجام شود چون هزینه ارزانهتری دارد بسیار خوب عمل می‌کند.

درباره‌ی کلاس ته نشینی اول:

در این کلاس از نظر تئوری عمق نقشی ندارد ولی به 2 لحاظ بایستی فضایی را ایجاد کرد تا ذره امکان گیر افتادن را داشته باشد بایستی کاری کرد که وقتی آب وارد استخر می‌شود مواد ته نشین شده در کف را بلند کند و از کف شستشو داشته باشیم چون توزیع آب در کف باعث می‌شود که ماسه‌ها را در کف به حرکت در آورد پس عمق را باید حدود 2 - 1/8 متر از کف در نظر گرفت. باید فضای لازم را برای ایجاد آرامش در استخر ایجاد کرد پس باید مانعی در عرض دیواره‌های استخر ایجاد کرد. تا هم توزیع جریان در عرض استخر یکنواخت شود و آب وارد شده بطور مستقیم خارج شود. پس داخل را یکی در ابتدا و یکی در انتها گذاشته تا تاثیر جریان ورودی و خروجی یکنواخت شود تعیین با دو سطح مرده و خروجی را داریم که 25 درصد سطح حوضچه است.

انعقاد و لخته بندی:

در آبها ذراتی وجود دارد بنام کلوئیدها با نام اندازه‌های ریز که اگر اینها را مدت‌ها ساکن نگه داریم ته نشین نمی‌شوند پس باید آنها را سنگین و درشت کنیم و بار آنها را خنثی کنیم تا ته نشین شود برای ته نشینی اینها از موادی به نام منعقد کننده استفاده می‌کنیم.

تعریف انعقاد: عبارت از افزایش و به هم زدن مواد منعقد کننده برای تشکیل کمپلکس‌های هیدروکسید با بار مثبت و خنثی سازی ذرات کلوئیدی با بار منفی .

تعریف لخته بندی: عملی که طی آن ذرات خنثی شده به هم چسبیده و بزرگ شوند.

انواع مواد منعقد کننده:

1- ترکیبات آلومینیوم

آلوم:

آلومینات سدیم:

پلی آلومینیوم کلراید PACI: یک نوع پلیمر می‌باشد که به عنوان منعقد کننده جای آلوم استفاده می‌شود و نیازی به پلیمر ندارد.

2- ترکیبات آهن

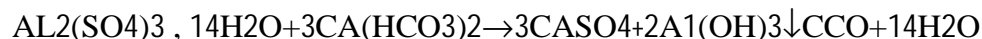
کلروفریک $FeCl_3$ ، سولفات فریک $Fe_2(SO_4)_3$



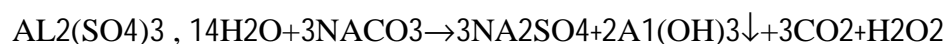
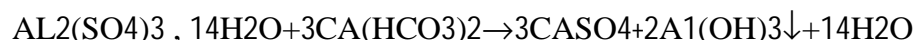
در شهرهایی مثل اهواز استفاده می‌شود. این ترکیبات بیشتر در گذشته استفاده می‌شد ولی به خاطر مشکوک بودن به ایجاد بسیاری آلزایمر استفاده از آن محدود شده است در ایران به علت سیستم بهره برداری ضعیف کیفیت آب آشامیدنی ضعیف می‌باشد و کارکنان برای بهتر نمودن کیفیت آب این ترکیبات را بیش از حد به آب اضافه می‌کنند.

ترکیبات آلومینوم و آلوم در PH خاصی عمل می‌کنند و عملکرد خوب آنها بستگی به PH دارد. اگر PH مناسب نباشد از آهک برای مناسب نمودن آن استفاده می‌شود.

1- آب دارای قلیابیت کافی می‌باشد.



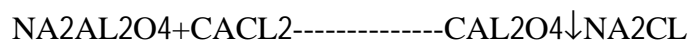
2- آب دارای قلیابیت کافی نمی‌باشد.



PH مناسب برای آلوم 5/5-7/5 می‌باشد و آلوم در این محدوده به عنوان منعقد کننده خوب عمل می‌کند. معمولاً همراه آلوم برای کاهش مصرف آن از پلیمرها را به کار می‌برند.

آلومینات سدیم $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$:

دارای قیمت گرانتری نسبت به آلوم می‌باشد و عمدتاً در صنایع استفاده می‌شود و رسوب ایجاد شده رسوب آلومینات کلسیم است با قلیابیت و کلسیم موجود در آب واکنش می‌دهد و ایجاد رسوب مثل هیدروکسید آمونیوم می‌دهد موادی مثل کلرور، بی کربنات کلسیم، و سولفات کلسیم در آب وجود دارند که ایجاد سختی نیز می‌نمایند علت استفاده از این ماده در صنایع این است که علاوه بر منعقد کننده بودن این ماده عامل حذف سختی نیز است و کلسیم را به صورت آلومینات کلسیم رسوب می‌دهد و سختی آب را می‌کاهد.



سولفات فریک $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ و کلروفریک FeCl_3

طیف PH مناسب برای سولفات فریک و کلرورفریک 4-9 می باشد و از نظر بهداشتی مصرف آن مشکلی ایجاد نمی کند مگر اینکه باعث فعالیت باکتریهای آهن می شود.

کمک منعقد کننده ها:

موادی هستند که برای بهتر عمل کردن مواد منعقد کننده همراه آنها استفاده می شود پلی مرها عمدتاً با آلوم به کار می روند.

کمک منعقد کننده ها مثل آهک و پلیمرها

مقایسه ترکیبات آهن با ترکیبات آلومینیوم:

نمک های آهن در آن ایجاد رنگ می کنند و مصرف آب را دچار مشکل می کنند و همچنین یک ترکیب خورنده می باشد و نیاز به تکنسین های ماهر برای مصرف و انبار کردن دارند و یک مقدار هم باعث فعالیت باکتریهای آهن می شود. اما ترکیبات آلومینیوم خورنده نبوده و نگهداری راحتی دارند و قیمت ارزان دارند. اما ترکیبات آهن حسن هایی که دارند عبارتند از اینکه ترکیبات آهن از آلومینیوم سنگین تر بوده و سوب براحتی صورت می گیرد و آهن در PH وسیع عمل می کند و ترکیبات آهن چون اکسید کننده هستند برخی از ترکیبات ایجاد کننده بو و مزه را از بین می برند.

مثال: تعیین کنید آلوم مورد نیاز برای تصفیه خانه ای با ظرفیت $13000 \text{ M}^3/\text{DAY}$ که مقدار آلوم مناسب آن 12 mg/L می باشد.

$$13000 \times 10^3 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times 12 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{1} =$$

$$15/6 + 0/2(37-1) = 15/6 + 7/2 = 22/8 ; 23$$

مقدار افت فشار هر قسمت برابر می شود با:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow (4/2 \times 0/45) 0/3 = (4/2 \times 0/7) V_2 \Rightarrow V_2 = 0/19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h_f = 37 \left(\frac{0/3^2}{2 \times 9/81} \right) + (37-1) \left(\frac{0/19^2}{2 \times 9/81} \right) \Rightarrow h_f = 0/23 \text{ m}$$

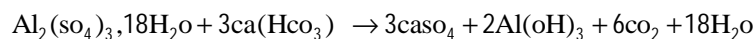
مثال 2: یک حوضچه انعقاد به ظرفیت $40000 \text{ m}^3/\text{DAY}$ آب را تصفیه می نماید مقدار آلوم لازم در این تصفیه خانه 18 mg/E می باشد اگر آن خام دارای قلیائیت معادل 5 mg/L بر حسب کربنات کلسیم CaCO_3 باشد تعیین کنید

مقدار آلوم لازم و آهک زنده لازم در سال را برای تصفیه خانه درصد خلوص آهک 85%، جرم اتمی آلوم 27، گوگرد 32، اکسیژن 16، کلسیم 40، هیدروژن 1 و کربن 12 است آلوم را با فرمول $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ در نظر بگیرید.

$$40 \times 10^6 / d$$

$$\frac{18 \times 40 \times 10^6}{10^6} = 720 \text{ kgr}$$

$$\frac{720 \times 365}{1000} = 262 / 8 \frac{\text{ton}}{\text{year}}$$



چون قلیابیت بر حسب کربنات کلسیم می‌باشد بنابراین کربنات کلسیم را مبنا قرار می‌دهیم و با آهک معادل می‌کنیم.

واحد تزریق FEEDING DEVICES:

تزریق به دو صورت است:

- 1- تزریق به صورت خشک
- 2- تزریق به صورت محلول

برخی از مواد مثل آهک را بصورت محلول تزریق می‌کنند. سیستم تزریق بصورت محلول دارای تجهیزات گران قیمتی است و برای فهمیدن اینکه ما چه نوع واحد تزریق (خشک یا محلول) باید داشته باشیم باید شرایط زیر را بدانیم:

فاکتورهای موثر در انتخاب نوع تزریق:

- 1- خصوصیات ماده منعقد کننده و سهولت کاربرد آن
- 2- مقدار ماده منعقد کننده کاربردی
- 3- هزینه ماده منعقد کننده و اندازه واحد تصفیه خانه

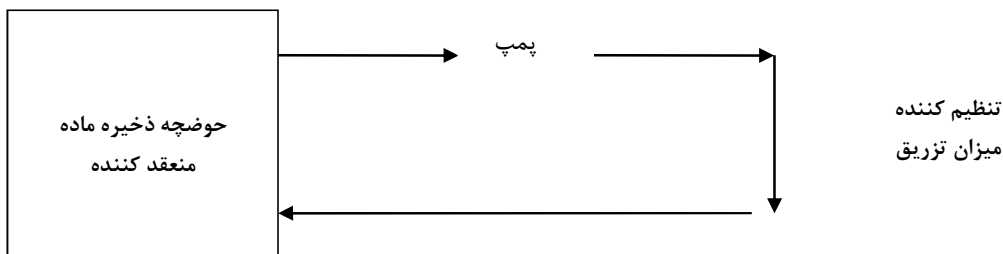
کلروفریک یک ماده خورنده و چسبنده است و به محض جذب رطوبت چسبنده شده و به دیوار می‌چسبد و نمی‌توان از آن به صورت خشک استفاده کرد ولی آلوم مشکلی از این نظر ندارد. پودر کربن اصلاً در آب حل نمی‌شود و به صورت خشک مصرف می‌شود پس خصوصیات ماده منعقد کننده در نحوه‌ی تزریق خیلی مهم است.

وقتی یک ماده را به صورت خشک استفاده می‌کنیم نمی‌توانیم آن را رقیق کنیم و در دوزهای مختلف به کار ببریم ولی در صورتیکه محلول باشد می‌توان در غلظت‌های متفاوت تزریق کرد بخصوص در تصفیه خانه‌های کوچک.

در تصفیه خانه‌های کوچک قیمت ماده منعقد کننده بالا می‌باشد ولی در تصفیه خانه‌های بزرگ مصرف ماده منعقد کننده دارای هزینه بالایی نیست.

مواد منعقد کننده در جایی بصورت خشک یا محلول با توجه به سیستم تزریق ذخیره می‌کنند ولی در تصفیه خانه‌ها بیشتر بصورت محلول استفاده می‌کنند چون تصفیه خانه‌ها بزرگ هستند این کار با توجه به میزان بزرگی تصفیه خانه و مقدار دوز مصرفی صورت می‌گیرد و برای تزریق از پمپ استفاده می‌شود. پمپ‌های مورد استفاده در این موارد دوزنیک پمپ هستند و مقدار دوز را تنظیم می‌کنند در کانال ورودی یا نزدیک حوضچه‌های انعقاد محلول ماده منعقد کننده به آب تزریق می‌شود.

این پمپ‌ها دارای لوله برگشت می‌باشند که در صورت کم شدن کدورت یا میزان مصرف آب می‌توان دوز را تنظیم کرد و مقدار اضافی دوز، برگشت داده می‌شود.



میزان تزریق را براساس کدورت و آزمایش جار تست و میزان دبی ورودی تنظیم می‌کنند. میزان کدورت در آب گرفته شده از رودخانه دارای نوسان است ولی در آب گرفته شده از سدها اینگونه نیست.

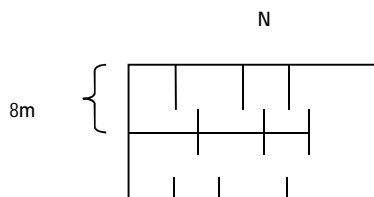
انواع حوضچه اختلاط:

1. حوضچه اختلاط با موانع دیواری (هیدرولیکی): در مناطق کوچک کاربرد دارد.

2. حوضچه و اختلاط سریع (مکانیکی): فلاش میکسر FLASH MIXER

علت اینکه برای فاصله دیوارها حداقل 40-50 سانتی متر در نظر گرفته‌اند این است که یک نفر بتواند وارد این واحد اختلاط شده و رسوبات را جمع‌آوری نماید. سرعت در این واحد $m/S 0/15-0/45$ و زمان ماند 15-20 min باید باشد. در این حوضچه به غیر از عمل انعقاد عمل لخته بندی هم انجام می‌شود چون دائماً آب تغییر برای می‌دهد افت فشار ایجاد می‌شود که میزان این افت فشار بستگی به تعداد کانال‌ها یا تعداد دیوارها دارد و همچنین تعداد قسمتهایی که تغییر برای در آن صورت می‌گیرد. عمدتاً این نوع حوضچه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مثال: تعیین کنید عمق، تعداد کانالها و طول کلی داخلی حوضچه اختلاط با موانع دیواری را برای تصفیه خانه‌ای به ظرفیت 48000 m³/DAY در صورتی که حوضچه دو قسمتی که عرض هر قسمت 8m می‌باشد زمان ماند را متوسط و حدود 30 دقیقه در نظر بگیرید و سرعت حرکت را 0/3 m/S بگیرید.



$$V = \frac{48000}{24 \times 2} = 1000 m^3$$

$$Q = 48000 = \frac{m^3}{d}$$

$$30 \times 60 \times 0/3 = 540 \text{ متر، طول}$$

$$V = 0/3 \frac{m}{s}$$

$$\frac{1000}{540} = 1/852 m^2 \text{ سطح مقطع}$$

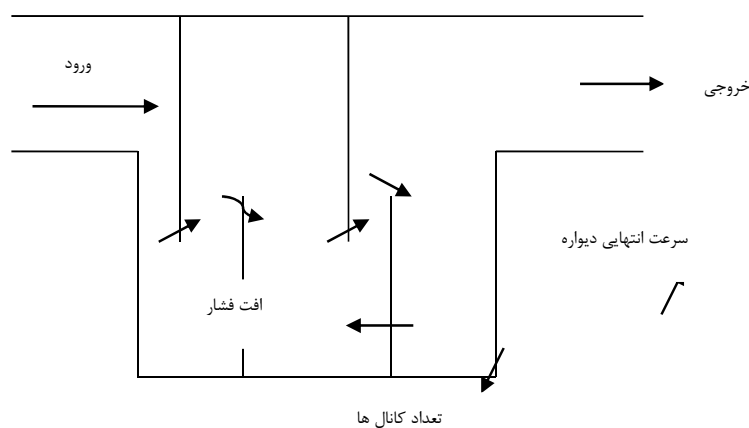
$$t = 30 \text{ دقیقه}$$

$$\frac{1}{85} = 4/2m \text{ (عمق حوضچه)} \quad \frac{540}{4/3} = 74/2 \Rightarrow 37 = \text{تعداد متر، کانال‌ها طول مفید (حداصل بین دیواره‌ها)}$$

$$37 \times 0/45 = 16/6$$

حوضچه اختلاط با موانع دیواری (هیدرولیکی) نوع عمودی:

کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و در جایی استفاده می‌شود که بخواهیم مدت تماس آب با کلر را افزایش دهیم.



$$h_f = n \frac{V_1^2}{2g} + (n-1) \frac{V_2^2}{2g}$$

$$\text{رابطه پیوستگی: } A_1 V_1 = A_2 V_2$$

حوضچه های انعقاد هیدرولیکی مدت ماندبیشتری نسبت به مکانیکی دارد. در هیدرولیکی انعقاد و لخته بندی با هم صورت می گیرد ولی در مکانیکی دارای 2 مرحله انعقاد لخته سازی جداگانه است.

چنانچه ضخامت دیوارها 20 سانتی متر در نظر گرفته شود کل طول برابر با تعداد فواصل دیواره یکی کمتر می شود.

حوضچه اختلاط سریع:

مواد منعقد کننده قبل از حوضچه یا داخل حوضچه اضافه می شود. در حوضچه های هیدرولیکی عمل انعقاد و لخته بندی هر دو در یک حوضچه صورت می گیرد. در مکانیکی، میله ای (شافت) که نیرو را از موتور به پروانه منتقل می کند عمل تزریق مواد شیمیایی به وسیله آن صورت می گیرد.

عوامل موثر در طراحی حوضچه اختلاط:

1- زمان اختلاط (بر حسب ثانیه) t : در هیدرولیکی 50min و در این حوضچه مکانیکی 60 ثانیه است بنابراین حجم $\frac{1}{50}$ می شود. بنابراین نوع هیدرولیکی در مکانهای کوچک مورد استفاده واقع می شود.

2- حجم حوضچه اختلاط: بر حسب متر مکعب V

3- ویسکوزیته آب (بر حسب پاسکال ثانیه)

5- انرژی مورد نیاز برای عمل اختلاط (بر حسب وات)

$$G = \sqrt{\frac{P}{MV}}$$

به شدت بهم زدن (گرادیان سرعت) (بر حسب عکس ثانیه) G

شدت بهم زدن بستگی به زمان دارد.

بیشتر از 40	40	30	20	زمان اختلاط T
700	750	900	1000	شدت بهم زدن

مثال: می خواهیم آبی را به ظرفیت 65/7 از طریق اختلاط سریع تصفیه نمائیم اگر درجه حرارت آب 15 سانتیمتر باشد.

حساب کنید. حجم حوضچه اختلاط و ابعاد آن و همچنین قدرت مورد نیاز پمپ را در صورتی که زمان اختلاط را 50 در نظر بگیریم.

$$G = \left(\frac{P}{MV}\right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow P = G^2 MV$$

$$V = \frac{65/7 \times 50}{1000} = 3/3 m^3$$

با توجه به اینکه حداقل تعداد واحد 2 عدد می باشد پس به دو تقسیم می شود. معمولاً عمق آن برابر 1 تا 1/2 عرض حوضچه می باشد

$$\sqrt[3]{1/65} = 1/2m$$

$$P = (700)^2 \times 1/13 \times 10^{-3} \times 1/65 = 913W$$

$$\frac{3/3}{2} = 1/65m^3$$

اگر طول و عرض یکسان نباشد، پروانه در چرخیدن دچار مشکل شده و عمل اختلاط یکسان صورت نمی گیرد بنابراین یا بصورت استوانه ای یا بصورت مربع در نظر می گیرند.

هر 1 عدد قلیاییت بر حسب کربنات کلسیم معادل 1 عدد عبور آب از بستری متشکل از مواد دانه ای ریز از قبیل ماسه می باشد.

انواع صافی ها:

با توجه به مراحل قبلی تصفیه یا پیش تصفیه نوع صافی مشخص می شود.

1- صافی های ماسه ای کند: سرعت عبور جریان کند است.

2- صافی های ماسه ای تند

3- صافی های ماسه ای تحت فشار

کاربرد صافیها

1- کاربرد صافی کند در جاهایی است که نیاز آبی کم است چون سیستم مکانیکی در آن به کار نمی رود

2- صافی ماسه ای تند برای شهرهای بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد و نیاز به پرسنل متخصص دارد و دارای سیستم مکانیکی است و دارای سرعت جریان زیادی است.

صافی های تحت فشار در کارخانه ها و شهرها مورد استفاده قرار می گیرد در کارخانه ها به خصوص در جاهایی که دستگاه سختی گیر قرار دارد قبل از این دستگاه قرار می گیرد تا رسوبات وارد سایر قسمتها نشود محدودیت حجمی دارند و چون در داخل یک محفظه می باشد کار آن قابل مشاهده نیست و برای مصارف کم مورد استفاده قرار می گیرد و سرعت این مورد بیشتر از دو مورد بالایی است.

هر چه ذرات درشت باشد فضای بین ذرات زیاد بوده و سرعت عبور جریان زیاد است. و برعکس این نیز صادق است.

1- صافی ماسه ای کند

تئوری عمل صاف کردن

- 1- صاف کردن مکانیکی: یعنی اینکه ذرات ما بزرگتر از فضای بین دانه بندی‌ها است.
- 2- لخته بندی و ته نشینی: فلاکهای حاصل از لخته بندی و انعقاد در حین عبور از فضای خالی با هم برخورد کرده و به هم می‌چسبند و رسوب می‌کنند
- 3- متابولیسم بیولوژیکی: مواد توسط میکروارگانیسم به عنوان مواد غذایی استفاده می‌شود.
- 4- تغییرات الکترونیکی: یعنی بارهای همانم همدیگر را دفع نموده و بارهای غیر همانم همدیگر را جذب و داخل صافی گیر می‌کنند. ذرات ماسه‌ای، بارهای مخالف با ذرات عبوری از صافی داشته و آنها را جذب می‌کنند.

مواد تشکیل دهنده صافی:

- 1- ماسه
 - 2- شن
- معمولاً شن‌ها در برخی از صافی‌ها در زیر ماسه‌ها قرار می‌گیرند.

خواص ماسه‌های مصرفی:

- 1- تمیز و عاری از هر گونه آلودگی
- 2- از نظر جنس و اندازه یکسان باشند
- 3- سخت و مقاوم باشد
- 4- پس از قرار گرفتن در اسید کلریدریک در مدت 24 ساعت نباید بیشتر از 5 درصد از وزن آن کاسته شود.

خواص شن:

- 1- سخت و با دوام (پایدار)
- 2- عاری از هر گونه آلودگی
- 3- دارای جرم مخصوص حدود 1600 کیلوگرم در متر مکعب باشد.

اندازه ماسه مصرفی:

اندازه ذرات ماسه با دو فاکتور زیر تعریف می‌شود.

1- اندازه موثر EFFECTIVE SIZE: مثلاً D_{10} عبارت است از اندازه قطر سوراخهای الکی بر حسب mm که ده درصد وزنی نمونه ماسه از آن عبور نماید. یا D_{60} عبارت است از اندازه قطر سوراخهای الکی بر حسب mm که 60 درصد وزنی نمونه ماسه از آن عبور نماید.

2- ضریب یکنواختی UNIFORMITY COEFFICIENT

مقدار ذراتی که از نظر وزنی 60% و 10% شان عبور می‌کند نسبت اینها ضریب یکنواختی است.

دوره کار کرد صافی‌های ماسه‌ای کند 3-1 ماه است، بسته به کیفیت متفاوت است.

راندمان حذف باکتری 98-99% است در این صافی به علت احتمال آلودگی ثانویه، کلرزی لازم است.

نیاز آبی در این مورد کم است بخصوص در مناطقی که هوا گرم است و زمستان آنها یخ بندان ندارد چون در مناطق یخبندان سطح جریان زیاد و کند است ممکن است یخ بزند و سطح آن متغیر است و می‌تواند 100-2000 باشد و پوشاندن این چنین سطحی به صرفه نیست و اندازه موثر بین $0/2-0/4$ میلی متر است و ضریب یکنواختی $1/8-2/5$ دارد.

بین 30-70 سانتیمتر عمق برای شن و 90-120 سانتی متر عمق ماسه است ذرات شن تشکیل دهنده آن درچندین لایه قرار دارد.

لایه‌های پایین درشت و لایه‌های بالایی ریز هستند. ذرات شن هیچ نقشی در تصفیه آب ندارند و عمدتاً نگه دارنده ماسه هستند. صافی کند مراحل انعقاد و ته نشینی را لازم ندارد و عمدتاً پیش تصفیه نیاز ته نشینی اولیه است. عمق آب در این صافی حدود 1 متر است.

آب وارد حوضچه ورودی شده تا آرام شود و از بالای حوضچه وارد صافی می‌شود و آب صاف شده وارد حوضچه خروجی شده و از این قسمت خارج می‌شود.

در این صافی آب ورودی و آب خروجی باید برابر باشد تا خروجی کم نباشد و در اینجا ارتفاع آب در حوضچه خروجی فاکتور مهمی است و لوله (در شکل) را برای کم کردن تغییرات به کار می‌برند. در واقع لوله حوضچه خروجی حالت تلسکوپی دارد برای اینکه تصفیه خانه با یک دبی ثابت بتواند آب را تصفیه کند مقدار آب ورودی و خروجی باید با هم مطابقت داشته باشد لوله مثل سرریز عمل می‌کند و ارتفاع در تنظیم دبی نقش دارد.

جدول میزان جمع آوری آب صافی بر حسب قطر لوله‌ها

حداکثر سطحی که می‌تواند جمع‌آوری نماید			قطر لوله mm
200 L/m ² /h	150 L/m ² /h	100 L/m ² /h	لوله فرعی
6	6/5	7/4	50
13/7	14/9	16/8	80
24/6	26/8	30/1	100
39/1	42	48	125
56/8	62/3	69	150
102	112	125	200
			لوله اصلی
250	280	320	250
360	400	455	300
500	600	650	350
800	900	1040	400
1050	1150	1320	500
1500	1650	1860	600

صافی ماسه‌ای کند چگونه تمیز می‌شود؟ ارتفاع آب روی لوله خروجی متغیر است چون صافی گرفته می‌شود، میزان افت فشار زیاد می‌شود و اختلاف ارتفاع خروجی آب و سطح صافی افزایش می‌یابد. لوله تلسکوپی برای تثبیت میزان خروجی است و دستی عمل می‌کند نه اتوماتیک.

در شکل صفحه قبل: لوله‌های اصلی و فرعی به هم متصل‌اند و فاصله لوله‌های فرعی بین 2-3 متر است. لوله‌های فرعی تکه‌تکه هستند و از این سوراخها آب وارد لوله اصلی می‌شود. سرعت عبور جریان از این صافیها بین 100-200 متر در ساعت به ازاء هر متر مربع است.

در صافی ماسه‌ای کند پس از مدتی به علت پر شدن فضای خالی افت فشار ایجاد می‌شود. معمولاً وقتی که افت فشار به حدود 70-80 درصد عمق ماسه رسید صافی باید تمیز شود برای مثال وقتی که عمق ماسه 1 متر باشد hL باید به 80-70 سانتیمتر برسد تا صافی را تمیز نمود. برای این کار لایه رویی را بر می‌دارند چون عمده تصفیه در این صافی بیولوژیکی است لایه رویی را در حد 3-1/5 بر می‌دارند و گرفتگی در اینجا سطحی است لایه برداشته شده بعد از پاکسازی روی صافی بازگشت داده می‌شود لایه بیولوژیکی در حدود 24 تا 36 ساعت طول می‌کشد تا تشکیل شود. بنابراین آبی که در این مدت از صافی عبور می‌کند را دوباره تصفیه می‌کنند و حداقل صافی در یک تصفیه خانه 2 تا می‌باشد.

مثال: تعیین کنید مساحت صافی ماسه‌ای کندی را برای جمعیتی معادل 50000 نفر با مصرف سرانه 150 لیتر و سرعت صاف کردن $\frac{L}{h}$ 180 به ازاء هر متر مربع و طول هر صافی را 2 برابر عرض آن در نظر بگیرید و حداکثر مصرف روزانه دارای ضریب مساوی 1/8 است تعداد صافی موجود 6 عدد که یکی برای رزرو است. این تصفیه خانه از نظر اقتصادی برای یک شهر بزرگ مقرون به صرفه نیست.

صافی ماسه‌ای تند:

اندازه موثر 0/35-0/55 میلیمتر

سرعت صافی تند حدوداً 30 برابر صافی ماسه‌ای کند می‌باشد. صافی ماسه‌ای تند نیاز به پیش تصفیه انعقاد و ته نشینی دارد.

ضریب یکنواختی $1/8 - 1/2$

سرعت صاف کردن 30 برابر صافی‌های ماسه‌ای کند (3000-6000) لیتر در ساعت برابر هر متر مربع

ابعاد حدود 10 تا 80 متر مربع

$N =$ تعداد صافی ها

مقدار آبی که باید تصفیه شود (بر حسب میلیمتر لیتر در روز) $Q =$

$$N = 1/39 \sqrt{Q}$$

عمق آب را در این صافی می‌توان دید که دائم در حال تغییر است چون آبی که وارد حوضچه می‌شود وقتی رو به جلو می‌رود عمق آب کمتر می‌شود و ممکن است به کیفیت آب تصفیه شده لطمه بزند.

بسترها دارای اشکال مختلفی هستند بسترها به شکل لوله‌های سوراخ دار، بصورت صفحات مشبک (خلل و فرج‌دار) و بصورت روزنه دار وجود دارند و هر کدام از اینها با توجه به نوع استفاده ممکن است دارای شن و ماسه باشند و یا نباشد. قطر سوراخها 1 سانتی متر یا 10 میلی متر می‌باشد. فاصله‌ی سوراخها بین 20-7/5 سانتی متر است و این لوله‌ها روی کف بتونی تعبیه می‌شوند و آب تصفیه شده از طریق سوراخها وارد لوله فرعی شده و لوله فرعی نیز آب را به لوله اصلی می‌برد.

کانالهای جمع‌آوری آب شستشو شکلهای مختلفی دارند برخی از اینها غرق آب می‌باشند نازلها باید محکم ساخته شوند زیرا در مواقع شستشوی صافی‌ها فشار زیادی را متحمل می‌شوند.

مقطعی از یک صافی شنی تند:

ممکن است صافی از هم پاشیده شود و ماسه از صافی به داخل آب تصفیه شده عبور می‌کند. برخی کانالها بصورت غرقاب هستند در این نوع، کانالها بالاتر از سطح صافی هستند یعنی آب باید بالا بیاید تا سرزیر شود و داخل این کانال شود. راندمان حذف باکتری در صافی تند 80-90 درصد است.

مثال: تعیین کنید تعداد و ابعاد صافی را از نوع تند برای جمعیتی برابر با 50000 نفر که مصرف سرانه آن 180 LIT

DAY/ و ضریب حداکثر روزانه 1/8 و سرعت صاف کردن $5000 \frac{L}{m^2}$ است ؟

صافی‌های تحت فشار:

در یک محفظه‌های بسته فولادی عملیات صاف کردن صورت می‌گیرد و همان طور که از نام آن بر می‌آید این عمل با فشار صورت می‌گیرد. جنس آن از فولاد است صافی تحت فشار قابل حمل می‌باشد. در این صافی راندمان حذف باکتری خیلی کم است و نمی‌توان از آن به عنوان یک تصفیه معمولی استفاده کرد.

سرعت این صافی 3 برابر صافی کند است. راندمان این صافی بسیار پایین است معمولاً فاصله بین ماسه و لوله خروجی 50 درصد ارتفاع می‌باشد که اگر ماسه در موقع شستشو حجیم شود خارج نشود.

ولی کاربرد عمده آن در صنایع و در جاهایی که عمل سختگیری انجام می‌گیرد است. البته پیش از دستگاه سختی گیر نصب می‌شود این صافی در داخل کشور نیز تولید می‌شود و در یکی از شهرها به عنوان سیستم تصفیه استفاده می‌شود. (روش کار این صافی به صورت زیر است:

در ابتدا شیرهای 1 و 2 باز است و آب از شیر 1 وارد صافی شده و پس از تصفیه از شیر 2 خارج می‌شود و هنگام شستشو شیرهای 1 و 2 بسته شده و شیرهای 3 و 4 را باز می‌کنند آب را با فشار از زیر و شیر شماره 3 وارد صافی می‌کنند و صافی بدین طریق شستشو داده شده و آب حاصل از شستشو از شیر 4 خارج می‌شود این کار انقدر صورت می‌گیرد تا از شیر 4 آب صاف خارج شود.

سختی گیری یا سبک کردن آب:

سختی آب کلاً به وجود کربناتها، بی کربناتها، سولفاتها، کلورورها، فلزات کلسیم، منیزیم آهن، منگنز و آلومینوم در آب مربوط می‌شود و به دو قسمت تقسیم می‌شود.

1- سختی موقت

2- سختی دائم

عمده سختی موجود در آب مربوط به کلسیم و منیزیم می‌باشد و آهن در اثر تماس با هوا اکسید شده و رسوب می‌کند.

بیشتر از 300	150-300	75-150	0-75	میلی گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم
خیلی سخت	سخت	متوسط	سبک	نوع آب

بسته به نوع مصرف عمل سختی گیری صورت می‌گیرد برای آب شرب باید سختی هم وجود داشته باشد زیرا علاوه بر اینکه ضرر ندارد مفید هم می‌باشد ولی عمده خطرات آن مربوط به صدمات اقتصادی می‌باشد مثل رسوب در دیگ‌های بخار و جلوگیری از انتقال حرارت به دیگ می‌باشد.

روشهای مختلف سختی گیری:

1- سختی موقت:

حرارت دادن: در شهرهای بزرگ حرارت دادن به صرفه نیست
افزایش آهک

2- سختی کل: (سختی دائم+سختی موقت)

روش آهک و کربنات سدیم (روش سودا- اش)

روش تبادل یون

روش بدون یونی کردن آب: بیشتر در آزمایشگاه‌ها کاربرد دارد.

روشهای حذف سختی موقت:



روش آهک و کربنات سدیم

برای سختی گیری آهک و کربنات سدیم را همزمان اضافه می‌کنیم.

در این نوع سختی گیری ابتدا سختی موقت حذف می‌شود و سپس سختی دائم حذف می‌شود

نقش آهک:

1- حذف سختی کربناته

2- تبدیل سختی دائم منیزیم به سختی دائم کلسیم

نقش کربنات سدیم: کاهش سختی دائم کلسیم

مثال: کیفیت آبی که باید توسط روش آهک و کربنات سدیم سختی گیری شود به شرح زیر می‌باشد.

و مقدار ظرفیت آن $3/78 \times 10^2 \frac{\text{L}}{\text{d}}$ است. مقدار مصرف آهک و کربنات سدیم در روز را محاسبه کنید.

درباره‌ی صافی شنی تند:

در این نوع صافی کانال جمع آوری در وسط قرار دارد. تفاوت این سیستم با سیستم قبلی برای شستشو این است که هنگام شستشوی صافی باز هم آب وارد صافی می‌شود یعنی ورودی آب قطع نمی‌شود ولی در نوع اول هنگام شستشوی صافی دریچه ورودی بسته می‌شود. در این نوع صافی، آب صاف شده ممکن است به هدر رود. در این نوع صافی شستشوی سطحی هم وجود دارد ولی در نوع قبلی شستشو توسط شست و شوی معکوس صورت می‌گیرد یعنی در این نوع، آب که ماسه را شستشو می‌دهد همزمان گل و لای را به سمت کانال حرکت می‌دهد و باعث یک نوع شستشوی سطحی می‌شود.

ماسه روی نازل قرار دارد توجه شود در جاهایی که ماسه به خوبی عمل کند نیازی به شن نیست اما باید شن روی لوله‌های مشبک باشد و بعد ماسه روی آن قرار گیرد در نوع دیگر ممکن است نازل‌ها روی لوله‌ها نصب شوند یعنی

سیستم زیر نازل‌ها یکپارچه نیست. در صافی ماسه‌ای کند شستشو به صورت سطحی انجام می‌شود. راندمان صافی شنی تند در حذف باکتری 80-90% می‌باشد. (البته با مراحل انعقاد، ته نشینی و لخته سازی) دوره‌ی کارکرد صافی‌ها بین 8-24 ساعت است البته بستگی به کیفیت آب ورودی دارد. در جاهایی که از نازل استفاده می‌شود تعداد آنها بین 60-90 تا به ازای هر 2متر است. شستشو با آب و هوا صورت می‌گیرد در جایی که نازل هست و جایی که لوله سوراخ دار باشد شستشو فقط با آب صورت می‌گیرد. در پولساتور عمل لخته بندی در حوضچه ته نشینی انجام می‌شود یعنی آب از پایین به بالا می‌آید و این لخته‌ها به مانند یک صافی عمل می‌کنند و از زمان می‌توان صرف نظر کرد.

درباره‌ی سختی گیری:

منیزیم تمایل دارد تا به صورت هیدروکسید رسوب کند و ضریب حلالیت کربنات آن زیاد می‌باشد کم‌تر از بین 30-50 میلی گرم در لیتر سختی حذف نمی‌شود یعنی همیشه این مقدار وجود دارد. مقدار مصرف آهک بستگی به مقدار CO_2 و سختی موقت دارد و کربنات سدیم بستگی به مقدار سختی دائم و درجه خلوص مواد مصرفی برای کاهش سختی دارد. میزان مصرف مواد شیمیایی بستگی به کیفیت آب دارد و وقتی آب زیرزمینی است این آب کیفیت متغیری ندارد یعنی تغییرات ناگهانی در کیفیت ندارد و ممکن است تغییرات تدریجی در کیفیت آب ایجاد شود. برای انجام سختی گیری ممکن است پیش از این عمل فرایندهای تصفیه نیز صورت بگیرد.

انتخاب واحد تصفیه و دیاگرام تصفیه:

RAW WATER PUMPS: ایستگاه پمپاژ آب

RAW WATER STORAGE: آب پس از پمپاژ در این مکان ذخیره می‌شود و تعادلی ایجاد می‌شود، که گاهی اوقات توانایی خاموش کردن پمپ را داریم و همیشه یک جریان یکنواخت و منظم داشته باشیم. در حقیقت تنظیم یکنواخت حجم آب در این قسمت صورت می‌گیرد.

FINE SCREENS: آشغالگیر دانه ریز، پس از آشغالگیر خروجی داریم که با شستشوی آشغالگیر، فاضلاب آن به تصفیه لجن می‌رود.

AERATIONS: هوادهی در تصفیه خانه که آب تحت فشار هوادهی می‌شود راههای هوادهی مثل پلکانی، پمپ‌های افشانی صورت می‌گیرد.

PRECHLORINATION: دلیل این امر این است که جلبک‌ها و میکروب‌ها شرایط زندگی در لوله‌ها و واحدهای تصفیه خانه را نداشته باشند و همچنین بار آلی آن کاهش می‌یابد با دادن این شوک تعداد زیادی میکروارگانیسم را می‌کشیم و این توده‌ها با فاصله در واحدهای بعدی ته نشین می‌شوند که بهترین روش برای کاهش THM ها می‌باشد.

SUPERNATANT WATER: آب، بازیافت شده و مجدداً وارد جریان تصفیه می‌شود.

PRESETTLING TANKS: ته نشینی مقدماتی که تولید لجن و تولید توده بیولوژیکی می‌کند.

COAGULATES: ماده منعقد کننده اضافه می‌شود مانند سولفات آلومینیوم، سولفات فریک آهک.

MIXING CHAMBER: اختلاط صورت می‌گیرد.

FLOCCULATION: برخورد ذرات با هم و با زمانی که داده می‌شود فلاک درشت می‌شود.

MAIN SETTLING BASINS: ته نشینی ثانویه دارای 70-50% راندمان است.

PH CORRECTION: در زمان انعقاد تنظیم می‌شود ولی اگر آب خیلی قلیایی بود، باید تنظیم شود.

CHLORINATION: افزایش کلر به وسیله کلریناتور

PURE WATER TANK: مخازن ذخیره آب

DE CHLORINATION: اگر کلر زیاد اضافه شود بوی کلر باعث ایجاد مزه در آب می‌شود. بجز موارد اپیدمی کلر اضافی تزریق نمی‌شود سعی می‌شود کلر زیاد مصرف کنند تا دی کلراسیون صورت گیرد.

HIGH PUMPS: پمپ‌هایی با فشار بالا در اینجا قرار دارد.

واحدهای مختلف تصفیه:

1- آشنالگیری SCREENING: به انواع دانه درشت و دانه ریز تقسیم می‌شود و ذرات شناور در آب را حذف می‌کند.

2- اختلاط MIXING: یک سری مواد شیمیایی و منعقد کننده و حتی آب شستشوی فیلترها را می‌توان برگرداند و به انعقاد کمک کرد.

3- تشکیل فلاک و انعقاد COAGULATION, FLUCCULATION ماده شیمیایی که در واحد اختلاط اضافه کردیم اجازه می‌دهیم فلاک درشت شود و ته نشین و از آب حذف شود.

4- ته نشینی SEDIMENTATION

5- فیلتراسیون FILTRATION

6- گند زدایی DISINFECTION: آب را در معرض گندزدا قرار می‌دهیم و عوامل میکروبی و بیولوژیکی از بین می‌رود گاهی آب دارای مواد آلی و گاهی دارای آهن و منگنز بالای است.

یکی از روش‌های برای کاهش عوامل شیمیایی هوادهی می‌باشد. اگر اکسیداسیون اتفاق بیفتد آهن و منگنز از آب حذف شده و کاهش می‌یابد.

7- سختی گیری WATER SOFTENING این واحد بیشتر در آبهای صنعتی صورت می‌گیرد.

مثال: نتایج تست ستون ته نشینی مطابق با جدول زیر است برای نمونه آبی که می‌خواهیم ذرات معلق آنرا که برابر با 300 میلی گرم در لیتر است حذف نموده و به 100 میلی گرم در لیتر کاهش دهیم در صورتی که دبی جریان آب ورودی به تصفیه خانه 100 لیتر باشد ابعاد استخر ته نشینی را محاسبه نمایید. نسبت طول به عرض حوض 8 به 3 است استخر ته نشینی را به صورت مدور در نظر گرفته و مقدار لجنی که حاوی 5% جامدات است نیز بدست آورید.

حال باید نمودارهای مربوط به درصد حذف و سرعت ته نشینی و زمان ماند را رسم کنیم و باید درصد حذف، زمان ماند و سرعت ته نشینی را از این دیاگرام بدست آوریم عمق استخر ما 6FT است و آن عمق را ثابت می‌گیریم یک زمان دلخواه می‌گیریم و از فرمول $V = \frac{h}{t}$ سرعت ته نشینی را بدست می‌آوریم.

$$5H_1 = 0/7ft \quad 5H_2 = 0/9ft \quad 5H_3 = 1/1ft \quad 5H_4 = 3/3ft$$

زمان 23 یک خط عمودی می‌گیریم و اندازه ΔH که بین دیاگرام‌ها می‌باشد اندازه می‌گیریم که مجموع آنها باید برابر 6FT باشد.

$$RT_{6,23} = \frac{100+70}{2} \times \frac{0/7}{6} + \frac{0/9}{6} \times \frac{70+60}{2} + \frac{1/1}{6} \times \frac{60+50}{2} + \frac{3/3}{6} \times \frac{50+30}{2} = 54/26\%$$

سپس برای همه براساس باز هم زمان داده شده درصد حذف را بدست می‌آوریم و حاصل به صورت زیر بدست می‌آید.

TIME (MIN)	سرعت ته نشینی	درصد حذف کلی	بارسطحی
5	72	33	22/5
7	51/5	34	15/8
9	40	39	12/22
23	15/6	54	4/75
38	9/5	62	2/9
63	5/7	69	1/74
116	3/1	72	0/95

نام ترکیب یا عنصر	مقدار mg/e	E.q.w	Meq/e
CO ₂	8/8	22	0/4
CA ²⁺	70	20	3/5
MG ²⁺	9/7	12	0/8
NA	6/9	23	0/3
ALK(HCO ₃ ⁻)	115	50	2/3
SO ₄ ²⁻	96	48	2
CL ⁻	10/6	35/5	0/3

روش تبادل یون:

تعریف: تبادل یون فرایندی است که در آن یونهای موجود در یک فاز (جامد) با یونهای مشابه در فاز دیگر (مایع) جابه جا می‌شود.

انواع تبادل کننده‌های یونی:

1- آنیونی دارای گروههای باز مانند $-NH_2, -NH$

2- کاتیونی دارای گروههای اسیدی مانند $-COOH, -SO_3Na, -SO_3H$

- زئولیتها (Na_2Z)

- رزینها NA_2R

به طور معمول با تبادل کننده‌های آنیونی سر و کار نداریم ولی در حذف نیترات به کار می‌رود.

خواص یک تبادل کننده یونی:

1- سطوح مبادله بزرگی داشته باشد چون تبادل یون یک پدیده‌ی سطحی می‌باشد.

2- مبادله کننده یونی باید قادر باشد در ظرفیت‌های بالا عامل کند و به آسانی احیاء شود.

3- مبادله کننده یونی باید در برابر عوامل شیمیایی مقاوم باشد.

4- مبادله کننده یونی باید سمی نباشد و ایجاد رنگ نکند

5- از نظر اقتصادی، مقرون به صرفه باشد.

2- کاتیونی:

- زئولیت (Na_2Z)

- رزین‌ها: رزین‌ها یک ترکیب حلقوی زنجیره‌ای است که عامل سدیم دارند.

مراحل فعال کردن:

1- شستشوی معکوس

2- تزریق نمک

3- شستشوی معکوس دوم

در مرحله اول: شیرهای 3 و 4 باز شده و شیرهای 1 و 2 بسته می‌شود.

در مرحله دوم محلول نمک از بالا تزریق می‌شود زمان ماندن در حدود 0/5 است. برای عمل تبادل لازم است.

شستشوی معکوس دوم برای این است که کلرور منیزیم و کلسیم خارج شود یعنی شیرهای 3 و 4 باز شده مجدداً عمل شستشو را انجام می‌دهند.

تعیین کنید ابعاد یک دستگاه سختی گیر رزینی برای کارخانه‌ای با توجه به اطلاعات زیر

- مقدار آب سختی گیری شده لازم برابر با 25000 L/h

- سختی موجود در آب خام بر حسب 400 mg/L

- سختی لازم بعد از تصفیه بر حسب 50 mg/L

ظرفیت تبادل یون رزین برای هر 10 کیلو گرم سختی به ازای هر متر مکعب رزین، کارخانه در دو شیفت کار می‌کند و

باید پس از پایان هر شیفت فعال شود و تعداد 5 سختی گیر و یکی نیز به عنوان ذخیره لازم می‌باشد و سرعت سختی

گیر را 100 L/min. m2 در نظر بگیرید؟

$$Q = 25000 \times 8 = 200000 \frac{L}{\text{شیفت}}$$

$$\frac{350}{400} \times 100 = 87.5\%$$

$$Q = 200000 \times 0.875 = 175000 \frac{L}{\text{شیفت}}$$

$$\frac{175000 \times 400}{10^6} = 70 \text{Kg} \Rightarrow \frac{70}{10} = 7 \text{m}^3 \text{ رزین لازم}$$

$$\text{ورودی به هر رزین } Q = \frac{175000}{7 \times 60 \times 5} = 83/3 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

علت اینکه 7 ساعت گرفتیم این است که یک ساعت برای شست و شو می باشد.

$$\frac{\pi d^2}{4} = 0/83 \quad 100 \frac{1}{\text{min}}$$

$$1 \text{m}^2$$

$$X = 8 \text{ رزین مقطع } \text{m}^2 \text{ سطح}$$

$$83/3$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0/83}{3/14}} = 1/7 \quad \text{قسمت بالایی خالی}$$

$$1/7 + 1/7 = 3/4 \text{m}$$

محلول نمک مورد استفاده 100 درصد است یعنی در هر لیتر آب 10 kg نمک حل می شود.

1 kg سختی

2/125 Kg نمک

150 X = سختی kg

70 kg

1 آب 100

10kg

X =

150

x = 1500

مقدار نمک

تصفیه فاضلاب قسمت سوم:

فاضلاب‌های سطحی (سیلاب یا رواناب): منظور از آنها در واقع آب ناشی از ذوب برفها از نقاط مرتفع و فاضلاب ناشی از بارندگی است که بخصوص در جاهایی که در مناطق خشک یا نیمه خشک قرار دارند باعث گسترش آلودگی می‌شود معمولاً در روستاها مشکل ایجاد نمی‌کند.

ولی در شهرهای بزرگ که آسفالت دارند مسئله ساز می‌شود و هم می‌تواند باعث گسترش آلودگی از نقطه‌ای به نقطه دیگر شود.

مشخصات:

مواد معلق زیاد، مواد آلی قابل تجزیه بالا، روغن گریس، شن و ماسه

در کشورهای دیگر: آبهای سطحی را جمع آوری کرده و بعد یک ته نشینی ساده کوتاه مدت روی آن انجام داده و سپس روغن و گریس را جدا می‌کنند و از بالا به رودخانه یا منابع آب دیگر تخلیه می‌کنند.

معمولاً در شروع بارندگی آلودگی آبهای سطحی زیاد است و پس از پاک شدن سطوح آلودگی آبهای سطحی کاهش می‌یابد.

روشهای جمع آوری آبهای سطحی:

دو روش استفاده می‌شود:

1- از طریق طراحی فاضلابروهای مشترک (ترکیبی): که در این حالت فاضلابهای سطحی را با فاضلابهای خانگی جمع‌آوری می‌کنند. معمولاً وقتی که بارندگی زیاد است این سیستم استفاده می‌شود.

2- فاضلاب روهای مستقل برای آب و هوای خشک طراحی می‌شود وقتی میزان بارندگی کم است. فاضلابهای سطحی را به طور مستقل جمع‌آوری می‌کنند. در اصفهان واحدها مستقل هستند.

فاضلابهای صنعتی: ناشی از آب مصرفی در واحدهای تولیدی و کارخانجات است و از نظر کیفی و کمی با فاضلابهای خانگی تفاوت اساسی دارد.

یک تفاوت آنها در:

1- دامنه نوسانات کمی فاضلاب صنعتی (مقدار آنها) بسیار متغیرتر از مقدار کمی فاضلابهای خانگی است. (خیلی متغیر است) برخی از صنایع در طول سال فقط 2-3 ماده فعالیت دارند.

2- دامنه تغییرات PH در فاضلابهای صنعتی (ممکن است فاضلابی خیلی اسیدی یا بر عکس خیلی قلیایی باشد. در صورتیکه فاضلابهای خانگی معمولاً حدود خنثی هستند)

3- وجود مواد شیمیایی و سمی، رنگی در فاضلابهای صنعتی نسبت به فاضلابهای خانگی است.

4- عدم وجود میکروارگانیسمها و تخم انگل در فاضلابهای صنعتی نسبت به فاضلاب خانگی است. اگر بخواهیم فاضلاب صنعتی را تصفیه بیولوژیکی کنیم باید آن میکروارگانیسم استفاده کنیم (ازت و فسفر نیز اضافه می‌شود)

5- وجود مواد مغذی (ازت و فسفر) در فاضلاب خانگی که در فاضلابهای صنعتی وجود ندارند.

6- در تصفیه فاضلابهای صنعتی که یک حوضچه یکنواخت سازی طراحی می‌شود که ضروری است اما برای فاضلاب خانگی نیاز نیست. کیفیت و کمیت فاضلابهای صنعتی را در این حوضچه یکنواخت می‌کنند.

فاضلابهای صنعتی بسته به صنایع مختلف تقسیم بندی می‌شوند طبق آخرین سیستم طبقه بندی که برای فعالیتهای اقتصادی در نظر می‌گیرند فاضلابهای صنعتی به چند دسته تقسیم می‌شوند:

1- صنایع غذایی، آشامیدنی، دخانیات (تعداد آنها در کشور ما حدود 7000 واحد است، 19000 نفر در این صنایع مشغول به کارند، آب مصرفی در این صنایع 25% کل آب مصرفی در کشور است که در صنعت مصرف می‌شود) شاخص دیگر در فاضلاب صنعتی: آب موردنیاز برای تولید هر یک میلیون ریال کالا است که درباره‌ی این صنعت حدود $30m^3$ است. در کشور ما ارزش واقعی کالا محاسبه نمی‌شود.

فاضلاب این گونه واحدها شامل مواد ذیل است:

مواد زائد آلی مختلفی می‌باشند که بسیاری از آنها به سادگی قابل تجزیه بیولوژیکی هستند اگر وارد آبهای پذیرنده شوند BOD را به شدت افزایش می‌دهند. صنایع تصفیه و تولید قند و شکر یکی از فعالیتهای عمده صنعتی در این شاخه می‌باشد که معمولاً فاضلاب این صنایع مشکلات زیادی بر روی آبهای پذیرنده ایجاد می‌کند از جمله: تغییر کدورت، PH، دما، اکسیژن محلول و مواد معلق و محلول آب رودخانه را تغییر می‌دهند.

کارخانه قند یاسوج در طی یک دوره تولید شکر از چغندر قند به ازای هر 100 تن مواد اولیه مصرفی حدود $7000m^3$ فاضلاب تولید می‌کند و به ازاء هر تن مواد اولیه مصرفی 34KG ، BOD ، 46KGR ، COD تولید می‌شود. (در روز)

کارخانه دیگری در این زمینه: فرآوردهای گوشتی و کشتارگاهها:

رنگ زیادی به پساب می‌دهد. مقادیر زیادی آلودگی میکروبی دارد. BOD ، COD آبهای پذیرنده را به شدت افزایش می‌دهد. ازت آلی و معدنی را زیاد می‌کند.

از دیگر واحدهای تولیدی مواد غذایی: صنایع کنسرو سازی و نوشابه سازی:

باعث تخلیه مقادیر زیادی فاضلاب حاوی مواد آلی ، شوینده، نیتريت‌ها، نیترات‌ها ، کربنات‌ها و... می‌شوند.

فرآیند تولید روغن از دانه‌های روغنی گیاهی عمدتاً از طریق جریان تصفیه روغن مقادیر زیادی فاضلاب حاوی اسیدهای آلی ، مواد بودار، مواد رنگی وارد محیط زیست می‌نماید.

از کارخانجات عمده روغن نباتی: روغن نباتی بهشهر و جهان را می‌توان نام برد.

از میان کلیه فعالیتهای فوق در بخش صنایع غذایی کارخانجات کشتار دام و تولید نوشابه بیشترین بار آلودگی را بر آبهای پذیرنده تحمیل می‌کنند.

2- صنایع نساجی، پوشاک و چرم: هشت هزار واحد در کشور، تعداد شاغلین 280000 نفر، آب مورد نیاز این گروه صنعت 10% کل آب مورد نیاز صنعتی کشور را شامل می‌شود. فرآیند این قبیل واحدها به گونه‌ای است که فاضلاب صنایع چرم عمدتاً حاوی بقایای پوست و پر، مواد سمی مانند آرسنیک، کروم، اسیدها، سود و مواد رنگی و مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی می‌باشد. منبع عمده آلودگی ناشی از فلزات سنگین را کارخانجات چرم سازی تشکیل می‌دهند.

واحدهای نساجی به دلیل مصرف شدید آب سهم عمده‌ای در ایجاد آلودگی آب‌ها دارند و باعث تغییر رنگ شدید آبهای پذیرنده می‌گردند. معمولاً به ازاء هر تن پارچه تولیدی بین $400-1000M^3$ آب مصرف می‌شود.

3- صنایع سلولزی چوب و کاغذ: حدوداً 4% شاغلین کشور را به خود اختصاص می‌دهد. فاضلاب این صنایع بیشتر دارای مواد آلی، مواد رنگی، مواد شیمیایی، و ذرات معلق می‌باشد. به علت مصرف زیاد مواد بی رنگ کننده و مصرف بالای کلر در این گونه صنایع در آبهای پذیرنده می‌تواند آلودگیهای ویژه‌ای بوجود آورد.

4- صنایع شیمیایی، دارویی، نفت و ذغال سنگ: تعداد آنها 8000 واحد در سطح کشور، معمولاً پس از صنایع غذایی و آشامیدنی از نظر حجم آب برداشتی رتبه دوم را دارند. نوع آلودگی و آلاینده‌ها در این گروه از صنعت بسیار متفاوت بوده و بسته به نوع کارخانه و فرآیند تولید متفاوت می‌باشد.

سه دسته فعالیت صنعتی در این گروه قابل تقسیم بندی می‌باشد:

1- تولید مواد شیمیایی و محصولات دارویی

2- تولید مواد پلاستیکی و الیاف مصنوعی

3- پالایشگاههای نفت

فاضلابهای دارویی به علت داشتن ترکیباتی که در آنتی بیوتیکها مصرف می‌شود و همچنین فاضلابهای حاصل از واحدهای آرایشی و بهداشتی می‌توانند تغییرات شدیدی در PH, BOD, COD و ذرات معلق آب ایجاد نماید.

تصفیه فاضلابهای صنایع دارویی به علت وجود آنتی بیوتیکها بسیار سخت است.

واحدهای مختلف، صنایع پتروشیمی باعث افزایش PH, COD, ذرات معلق، ازت در آبها ی پذیرنده می‌شوند.

مجتمع پتروشیمی شیراز $450 m^3/h$ فاضلاب وارد رودخانه کر می‌کند.

در پساب تصفیه نشده پالایشگاههای نفت ترکیباتی مانند: نفت، روغن، هیدروکربورهای مختلف و نیز ترکیبات سیانید وجود دارد.

5- صنایع محصولات معدنی غیر فلزی: (معادن سیلیس: شیشه سازی، گوگرد، گچ، آهک صنعت تولید سیمان)، تعداد واحدهای صنعتی در این بخش 10000 و تعداد شاغلین 210000 از نظر تعداد واحد رتبه اول را در کشور دارند. از نظر حجم برداشت آب رتبه چهارم را دارند.

6- صنایع تولید فلزات اساسی (آهن - فولاد): آلودگی بسیار شدیدی بر محیط زیست موارد می کنند بسیار متنوعند و (از نظر فرآیند تولید) به دو دسته‌ی اصلی تقسیم می شود:

- گروهی که عمل آبه کاری را عهده دارند

- گروهی که عمل گالوانیزه انجام می دهند.

هر دو باعث می شوند مقادیر زیادی مواد سمی و فلزات سنگین را وارد آبهای پذیرنده کنند.

مقادیری بالای از کروم، مس، روی، آهن و سرب از طریق این گروه صنعت وارد آبهای پذیرنده می شود.

7- صنایع ماشین آلات، تجهیزات و ابزار و محصولات فلزی: در سطح کشور 9000 واحد دارند و شاغلین آنها 242000 نفر می باشد. عمدتاً شامل صنایع تولید محصولات فلزی، ماشین آلات، محصولات و وسایل خانگی، ماشین آلات مولد برق و وسایل حمل و نقل می باشد.

از میان این صنایع صنعت خودرو سازی به علت ایجاد آلودگی بیشتر از اهمیت بالایی برخوردار است.

فاضلاب کارخانجات خودروسازی به دو صورت موجبات آلودگی آب را فراهم می آورد.

از یک طرف آبی که در خنک کردن نقطه جوشها، کمپرسورها، و... به کار برده می شود دارای آلودگی شدید حرارتی می باشد. از طرف دیگر بساب حاصل از سایر واحدها مثل چربی گیرها، نقاشی، رنگ زدایی به علت مقادیر زیاد اسید، مواد پاک کننده و فلزات سنگین حائز اهمیت می باشد.

به طور کلی صنایع با وجود اینکه تنها چند درصد از آب مصرفی کشور را به خود اختصاص داده اند ولی منشاء بالاترین آلودگی آبهای رودخانهها و منابع آب زیرزمینی و خاک می باشند.

در حال حاضر کمتر از 20% از صنایع مجهز به سیستمهای تصفیه فاضلاب مناسب می باشند.

چند روش کاهش حجم و شدت فاضلاب:

1- جدا سازی فاضلابها که در واقع جدا کردن فاضلابهای مختلف در یک صنعت است مانند: فاضلابهایی که از خنک کردن دستگاهها ایجاد می شوند و فقط آلودگی حرارتی دارند، بنابراین می توانند از فاضلابهای دیگر جدا شوند. در

پالایشگاهها بخش اعظم فاضلاب مربوط به سیستم خنک کننده می باشد و فقط مقدار جزئی از فاضلابهای دیگر حاصل فرآیندهای مختلف و حاوی هیدروکربن ها می باشد. در این صورت اگر از ترکیب و اختلاط این فاضلابها جلوگیری شود تصفیه آنها ساده تر می شود.

2- تغییر فرآیند و یا مواد مصرفی: به عنوان مثال استفاده از CMC (کربوکسی متیل سلولز) به جای نشاسته در صنعت نساجی. CMC نسبت به نشاسته BOD کمتری تولید می کند.

استفاده از آمین ها و آنزیمها بجای آهک در صنعت دباغی یا استفاده از محلول های اسیدی مس به جای سیانید مس در صنعت آبکاری، یا استفاده از ساچمه پاشی SAND Blasting (برای صیقل دادن شن و هوا را می پاشند و مثل سمباده عمل می کند). بجای اسید سولفوریک در صنعت فولاد.

3- اصلاح تجهیزات: به عنوان مثال تغییر شکل و اندازه و نحوه تخلیه ظروف شیر در صنایع لبنی به نحوی که میزان ریختن شیر کاهش یابد.

4- حفاظت فاضلاب: منظور همان حفاظت آب است و معنی عمده آن صرفه جویی در مصرف آب است.

5- باز یافت مواد: مانند باز یافت نقره از فاضلاب عکاسی و یا از بازیافت برخی از فلزات در صنعت آبه کاری و تهیه قره قروت از آب پنیر. (در صنعت لبنیات؛ آب پنیر، COD, BOD آن از همه مواد لبنی بیشتر است).

6- استفاده مجدد از فاضلاب: انجام یک تصفیه مقدماتی بر روی فاضلاب و استفاده مجدد از آن به عنوان آب خام اولیه و یا آب مصرفی در کشاورزی و آبیاری.

تاثیر فاضلابهای صنعتی بر آبهای جاری:

معمولاً پسابهای صنعتی به آبهای جاری تخلیه می شوند. با وجود اینکه حجم فاضلابهای صنعتی کمتر از فاضلابهای شهری می باشد با این حال اثری که روی آبهای جاری می گذارند به مراتب بیشتر می باشند. فاضلابهای صنعتی معمولاً دارای سمیت بالاتر و مقدار مواد آلی بیشتر می باشند.

فاکتورهای آلوده کننده ناشی از فاضلاب های صنعتی تخلیه شده:

1- نمک های معدنی: که معمولاً در بسیاری از فاضلابهای صنعتی وجود دارند و باعث افزایش و بالا رفتن TDS (کل جامدات محلول) در آبهای جاری و یا آبهای پذیرنده می شوند. (RECEIVING WATER) اگر TDS بالا رود هدایت الکتریکی زیاد می شود و آب برای کشاورزی غیر قابل مصرف می شود. اگر ترکیباتی مثل Fe و Mn در فاضلاب

صنعتی باشد می‌توانند باعث ایجاد لکه و رنگ شود. در بسیاری از صنایع به خصوص صنایع کاغذ سازی که آب روی کاغذها ایجاد لکه نکند. اگر ازت و فسفر تخلیه شود باعث رشد زیاد جلبک‌ها و ایجاد اتریفیکاسیون می‌شود.

EUTRIPHECATION

2- اسیدها و قلیاها: از طریق کارخانه‌های شیمیایی و دیگر صنایع به آبهای پذیرنده تخلیه می‌شوند و می‌توانند آبهای پذیرنده را برای مصارف تفریحی (شنا و قایقرانی) نامناسب کنند. همچنین پرورش و تکثیر ماهی و سایر موجودات آبی را غیر ممکن می‌سازند. همچنین می‌توانند باعث خورندگی سریع بدنه کشتی‌ها شوند. هیدروکسید سدیم (قلیا) در فاضلاب بسیاری از صنایع مانند صابون‌سازی، نساجی و دباغی دیده می‌شوند و برای ماهیان می‌توانند سمی باشند.

3- مواد آلی: معمولاً باعث کاهش اکسیژن محلول آب می‌شوند که این مسئله هم می‌تواند باعث مرگ آبزیان و هم تولید بو و تعفن شود. معمولاً حدود 5 میلی گرم در لیتر اکسیژن برای ادامه حیات بیش‌تر ماهیان خوراکی مورد نیاز می‌باشد.

4- مواد جامد معلق: معمولاً در کف بستر رودخانه ته نشین شده و می‌توانند باعث کاهش اکسیژن و تولید بو شود. باعث پوشش کف رودخانه و نهایتاً از بین رفتن تخم ماهی‌ها شود. لجن قابل رویت و بد منظره‌ای را ایجاد می‌کنند و همچنین باعث افزایش تیرگی آب می‌شود. وقتی تیرگی بالا رود نور عبور نمی‌کند و جلبک رشد نمی‌شود. جلبک خوراکی ماهی‌ها است و اگر جلبک نباشد رشد ماهی‌ها مختل می‌شود. کاهش حجم بستر رودخانه و تشکیل سیل از نتایج آن است.

5- مواد شناور جامد و مایع: (روغن‌ها و چربی‌ها): چربی جامد است، روغن مایع است. باعث می‌شوند که در سطح آب شناور مانده و هم باعث بد منظره کردن رودخانه شده و هم مانع عبور نور به داخل آب می‌شود. این مواد برای برخی آبزیان می‌تواند سمی باشند. خطر آتش سوزی هم ممکن است داشته باشند و اگر آب دارای چربی زیاد وارد تصفیه خانه شود، در کار صافی‌های شنی ایجاد اختلال می‌کند.

6- آب‌های گرم (داغ) یا آلودگی حرارتی: معمولاً گرم شدن آب باعث می‌شود که پتانسیل خوردگی افزایش یابد و باعث افزایش قابلیت یونی، و باعث انحلال بیشتر ترکیبات در آب می‌شود و هدایت الکتریکی آب را افزایش می‌دهد.

7- آب با جامدات و یا حتی هوا از نظر نگه داشتن گرما و کسب گرما تفاوت دارد یعنی آب نه خیلی راحت گرما کسب می‌کند و نه خیلی راحت از دست می‌دهد.

همین امر باعث می‌شود که تغییرات دما روی آبزیان اثر کند چون به تغییرات دما عادت ندارند. O_2 محلول کم می‌شود.

گرما می‌تواند باعث لایه بندی حرارتی منابع آب بخصوص دریاچه‌ها شود که در اواخر تابستان اتفاق می‌افتد. نقطه برداشت آب برای ورود به تصفیه خانه خیلی تفاوت دارد. خیلی اوقات نقطه آبیگیری در دریا شناور است. در بیش‌تر وقت‌ها فرض بر این است که این آب چرخش دارد. اگر چرخش داشته باشد O_2 بیشتر می‌گیرد. و CO_2 نیز پس می‌دهد. آب دارای چرخش آب سبک است سنگین‌ترین وزن آب در 4 درجه سانتی‌گراد است. در لایه بندی حرارتی فقط قسمت بالا می‌چرخد و قسمت پایین نمی‌چرخد. لایه اول چون نور دارد، جلبک دارد و اگر ترکیبات شیمیایی باشد به صورت اکسید هستند. در قسمت پایین: گل و لای جلبک مرده وجود دارد و اکسیژن وجود ندارد- شرایط بی‌هوازی غالب می‌شود و هیدروژن سولفور وجود دارد. Fe_{2+} داریم (محلول است و ایجاد لکه می‌کند) Mn_{2+} داریم، بنابراین کیفیت برای آبیگیری بسیار نامطلوب است. از سطح هم نباید برداشت کنیم چون مواد شناور و جلبک زیاد است پس باید از اپی لیمنیول و اندکی زیر سطح برداشت کنیم. 7-رنگ: مشکل فاضلاب صنایع نساجی- دباغی، کشتارگاهها، کاغذ سازی‌ها وجود دارد که آبهای پذیر را آلوده می‌کنند. مشکلاتی که ایجاد می‌کند: کاهش نفوذ نور در رودخانه- مشکلات تفریحی 8- مواد شیمیایی سمی: حتی در غلظت‌های کم خطرناکند. از طریق حشره کش‌ها و آفت کش‌ها وارد منابع آب می‌شوند. در غلظت‌های کم هم سمی هستند.

کمیت فاضلاب:

آب مصرفی را به شکل زیر تقسیم بندی می‌کنند:

- 1- مصارف خانگی: استحمام، آشپزی، شستشو، آبیاری فضای سبز، تهویه، کولر (سه مورد اخیر جزء فاضلاب به حساب نمی‌آیند) و هتل‌ها.
- 2- تجاری و صنعتی: مرتبط مقدار محصول تولیدی، تعداد افراد مشغول به کار و سطح کف کارخانه.
- 3- استفاده عمومی: مساجد، پارک‌ها، مدارس، ساختمانهای دولتی، شستشوی خیابان و آتش‌نشانی.

4- نشت و تلفات آب: خطا در خواندن کنتور، نشت آب از لوله‌ها و خرابی کنتور.

تعیین میزان جریان فاضلاب:

- 1- جایی که شبکه گذاری شده است
- 2- جایی که شبکه گذاری نشده است با توجه به مصرف آب و دقت‌های لازم ، استفاده از اطلاعات شهرهای مشابه.

فاکتورهایی که مصرف آب را تحت تاثیر قرار می‌دهند:

- 1- اندازه اجتماع: اجتماع بزرگتر دارای مصرف بیشتر است.
- 2- وجود صنایع: خود صنعت نمی‌تواند در مصرف آب اثر بگذارد بلکه توسعه آن در آینده و جذب جمعیت‌ها.
- 3- کیفیت آب: هر چه کیفیت آب بهتر باشد، مصرف بیشتر خواهد بود.
- 4- قیمت آب: در کوتاه مدت نسبت عکس با مصرف آب دارد.
- 5- فشار آب: فشار آب بیشتر - مصرف بیشتر
- 6- آب و هوا: هر چه خشکتر باشد مصرف بیشتر است البته به شرطی که آب وجود داشته باشد.
- 7- جمعیتی خصوصیت.
- 8- وجود کنتور: 50% مصرف را کاهش می‌دهد.
- 9- کارایی سیستم: (15-10% نشت در شبکه‌ها داریم ، در تهران 27% نشت داریم).
- 10- ترکیبات جریان فاضلاب.

1- فاضلاب خانگی.

2- فاضلاب صنعتی.

3- نفوذ و ریزش درونی.

INFLOW: آبی که از زهکش‌ها، آدم روها، پشت بامها و زهکش فوندانسیون ساختمانها وارد شبکه ها می‌شود.

INFILTRATION: آب ورودی از طریق اتصالات، شکستگی‌ها و سوراخ‌ها.

4- آب بارندگی یا ذوب برف‌ها.

شرایط تخلیه فاضلابهای صنعتی به شبکه فاضلاب‌های شهری:

معمولاً یکی از محیط‌هایی که می‌توان فاضلابهای صنعتی را به آن تخلیه نمود شبکه فاضلاب شهری می‌باشد.

برای این منظور کیفیت فاضلاب صنعتی باید شرایط ذیل را دارا باشد.

- 1- نباید به شبکه ساختمان شبکه فاضلاب شهری آسیب برساند (خوردگی شبکه).
- 2- نباید به سلامتی پرسنل شاغل در نگهداری شبکه و مردم اطراف ضرر برساند.
- 3- نباید راندمان تصفیه خانه را کاهش دهد.
- 4- نباید در تصفیه خانه سبب ایجاد لجن اضافی یا دشواری در تصفیه لجن شود.

در ارتباط با بند اول (خوردگی ایجاد نکند) یکی PH فاضلاب نباید از 5 کمتر باشد. PH در کمتر از 5 و غلظت بالای سولفات (بالاتر از 1000mg/LIT) می‌تواند باعث خوردگی شبکه فاضلاب شود. همچنین $PH > 10$ می‌تواند بی کربنات درون فاضلاب را به کربنات تبدیل کند و سبب ایجاد لایه کربنات در داخل شبکه شود و همین باعث مسدود شدن شبکه می‌شود.

گرفتگی شبکه → رسوبات کربنات → تبدیل HCO_3^- و CO_3^{2-} PH > 10

در ارتباط با بند دوم (نباید به پرسنل شاغل ضرر برساند): فاضلاب‌های صنعتی که مواد آلی بالا دارد و نیز سولفات، باعث می‌شود که در شبکه گاز هیدروژن سولفور تولید شود که برای سلامتی کارگران مضر است. H_2S روی سیستم عصبی زیان می‌رساند، افسردگی در پرسنل ایجاد می‌کند. بیماری جلدی در سطح پوست ایجاد می‌کند. فاضلاب‌هایی که حاوی مواد فرار و حلال‌های قابل اشتغال هستند به علت خطر انفجار و آتش سوزی خطرناکند.

در ارتباط با بند سوم (راندمان را مختل نکند): گفته شده که ترکیباتی مثل (کروم) Cr نیکل در مقادیر بالا می‌تواند باعث اختلال در کار تصفیه بیولوژیکی شود و فرآیند تصفیه فاضلاب و لجن را مختل کند و همین طور فاضلاب صنعتی که دمای بالا دارند معمولاً تاثیر مواد سمی را افزایش می‌دهند و در تصفیه بیولوژیکی ایجاد مشکل می‌کند.

توصیه شود دمای فاضلاب صنعتی که به شبکه تخلیه می‌شود کمتر از 43 درجه سانتیگراد باشد. مواد معلق کمتر از 400 میلی گرم در لیتر و روغن و چربی کمتر از 100 میلی گرم در لیتر باشد.

فاضلاب صنعتی برای ورود به شبکه شهری:

- $PH < 5$ نباشد

- $PH > 10$ نباشد

- 43C < دما
- SS < 400mg/Lit
- 100 mg/lit < روغن و چربی

مزایای تخلیه فاضلابهای صنعتی به فاضلابهای شهری:

- 1- مواد غذایی مورد نیاز برای میکروارگانیسمها در فاضلاب صنعتی وجود ندارد. (ازت و فسفر)
- 2- در بیش تر فاضلاب صنعتی میکروارگانیسم وجود ندارد. اختلاط با فاضلاب شهری این کمبود را چندان می کند.
- 3- به علت بالا بودن میزان جریان فاضلابهای خانگی اختلاط سبب کاهش تاثیرات ترکیبات سمی موجود در فاضلاب صنعتی می شود و غلظت این ترکیبات را می تواند تا حد استاندارد پایین آورد.
- 4- به علت خاصیت بافری (تامپون) موجود در فاضلابهای خانگی معمولاً PH فاضلابهای صنعتی تا حدی خنثی تعدیل می شود.

مشخصات فاضلاب: کمیت فاضلاب - کیفیت فاضلاب.

کمیت و کیفیت هم در طراحی تصفیه خانه و هم بهره داری و هم در دفع پساب مهم است. کیفیت فاضلاب را به سه دسته تقسیم می کنند:

- 1- کیفیت فیزیکی
- 2- کیفیت شیمیایی
- 3- کیفیت بیولوژیکی

مشخصات فیزیکی شامل: مواد جامد، بوی فاضلاب، رنگ فاضلاب و دمای فاضلاب است.

مشخصات شیمیایی واجب: مقدار مواد آلی، مقدار مواد معدنی، قلیاییت، فلزات سنگین و... می باشد.

مشخصات فیزیکی:

کل مواد جامد: معمولاً مجموعه مواد جامد که در فاضلاب وجود داشته و در دمای 40-105-103 پس از تبخیر فاضلاب باقی می ماند، به آن مجموعه، مواد جامد یا کل مواد جامد گویند. Ts مواد جامد موجود در فاضلاب به سه شکل می تواند وجود داشته باشد:

آ- شکل معلق اندازه آن بیشتر از 1 میکرون

ب- مواد کلوئیدی: اندازه آن‌ها بین 1-0/001 میکرون است

پ- مواد محلول: اندازه آنها کمتر از 0/001 میکرون است.

هر چه مواد معلق بیشتر باشد تصفیه آسان‌تر است و هر چه به سمت مواد کلوئیدی و محلول برود تصفیه دشوارتر است.

اگر مواد معلق بیشتر باشد، شاید یک تصفیه بیولوژیکی کفایت کند.

جداسازی مواد معلق و محلول: به کمک فیلتر کردن و وزن کردن فیلتر پیش از آزمایش و پس از آن.

اندازه گیری مواد کلوئیدی: بخشی از آن جذب سطحی مواد معلق شده و روی فیلتر می‌نشیند و بخشی همراه مواد

محلول از جهاتی عبور می‌کند. پس نه مواد معلق 100% معلق هستند و نه مواد محلول 100% محلول هستند.

مزایای اندازه گیری مواد معلق: برای میزان تولید است که طی عمل ته نشینی از فاضلاب جدا می‌شود.

مواد معلق:

- } آلی
- } معدنی

تشخیص مواد آلی و معدنی: حرارت تا حدود 600 درجه سانتیگراد و موادی که خارج می‌شوند، آلی فرار هستند و موادی

که به صورت خاکستر باقی می‌مانند معدنی هستند. اگر مواد معلق داشته باشیم تصفیه فیزیکی و اگر مواد محلول داشته

باشیم تصفیه شیمیایی یا بیولوژیکی استفاده می‌شود.

مواد محلول شامل مواد معدنی است که میزان آنها به خود آب مصرفی نیز بستگی دارد. اگر آب مصرفی، مواد محلول زیاد

داشته باشد مثل سولفات و کلراید و... میزان آنها در فاضلاب بیشتر است.

بوی فاضلاب: هر چه فاضلاب قدیمی‌تر باشد و O_2 کمتری داشته باشد بوی آن بیشتر است چون ترکیبات H_2S در

فاضلاب وجود دارد. (شرایط سپتیک) اکسیژن محلول 0 صفر می‌شود.

بوی فاضلاب خیلی مهم است (آزار پرسنل و مردم اطراف، قیمت زمین‌ها را کاهش می‌دهد).

هر فاضلابی بوی مخصوص به خود دارد،

اگر آمین در فاضلاب زیاد باشد - فاضلاب بوی ماهی می‌دهد.

اگر آمونیاک در فاضلاب زیاد باشد- فاضلاب بوی آمونیاک می‌دهد.

اگر دی آمین‌ها در فاضلاب زیاد باشد-بوی گوشت فاسد می‌دهد.

اگر سولفید آلی در فاضلاب زیاد باشد-بوی کلم گندیده می‌دهد.

اگر مرکاپتان‌ها در فاضلاب زیاد باشد. - بوی راسو می‌دهد.

تشخیص بو: حداقل آستانه تشخیص بو MDTOD یکی از پارامترهایی است که برای تشخیص بو به کار می‌رود. رقیق سازی فاضلاب در مقادیر مختلف و احساس آن توسط یک گروه افراد. البته مشکلاتی مثل تطابق بو در افراد ممکن است وجود داشته باشد (نسبی یا کامل) تغییر، اصلاح نمونه نیز ممکن است باعث خطا شود. (بخشی از بو ممکن است جذب ظرف شود) حالت و کیفیت ذهنی ممکن است خطا در آزمایش ایجاد کند. (پیش آگاهی نسبت به بو) سینرژیسیم (تشدید کننده): بیش از یک بو در نمونه وجود داشته باشد و فرد بوی بیشتری را حس کند.

رنگ فاضلاب: نشاندهنده عمر فاضلاب است. فاضلاب تازه رنگ خاکستری دارد. هر چه فاضلاب کهنه‌تر شود رنگ آن تیره‌تر و سیاه‌تر می‌شود (فاضلاب خانگی) ولی فاضلاب صنعتی رنگ مخصوص به خود دارند و به عمر فاضلاب ربطی ندارد.

دمای فاضلاب: معمولاً بین 10-20 درجه سانتیگراد است. معمولاً فاضلاب گرم تر از هوای محیط است معمولاً در زمستان و در روزهای سرد به ندرت دمای فاضلاب کمتر از 10 درجه سانتیگراد می‌شود.

مشخصات شیمیایی:

1- مواد آلی موجود در فاضلاب: مهم است چون فاسد شده و تولید بو می‌کند و این مواد به سه شکل عمده هستند: کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها
هر چه در آب آسان‌تر حل شوند در تصفیه بیولوژیکی حذف آن‌ها آسان‌تر است. هر چه محلول‌تر باشند، تصفیه بیولوژیکی آسان‌تر است چون از دیواره سلولی به راحتی عبور می‌کند. قندها آسان‌تر حل می‌شوند. نشاسته آسان‌تر حل می‌شود. از همه سخت‌تر در کربوهیدرات‌ها سلولز است. اگر در خاک باشد قارچ‌ها به خوبی آن را تجزیه می‌کنند.
سه دسته چربی‌ها در آب حل نمی‌شوند. در تصفیه بیولوژیکی هوازی، چربی را تجزیه نمی‌کنند. در سیستم بی‌هوازی، چربی‌ها تجزیه می‌شود. چون هیدرولیز می‌شوند.

اندازه گیری مواد آلی: TOC-COD- BOD

همیشه مقدار BOD باید کمتر از COD باشد چون همه مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی نیست.

BOD: NBOD مواد ازت آمونیاکی

BOD: CBOD مواد آلی کربن دار

در دو مرحله BOD انجام می‌شود: اول مواد کربنه تجزیه می‌شود و پس از چند روز ازت آمونیاکی به نیتريت و نیترات تجزیه می‌شود. اگر آمونیاک در نمونه زیاد باشد و مدت زمان بیش از 10 روز باشد NBOD به دست می‌آید. اختلال ایجاد می‌کند چون BOD مواد آلی را می‌خواهیم ولی حالا چون ازت است بر حسب مواد معدنی بدست می‌آید. TOC: اندازه گیری مواد آلی - برای مقادیر بسیار کم مواد آلی BOD و COD زیاد حساسیت ندارد که کمتر از 5mg/L را نشان دهد.

آب حلالی است که از نظر بار الکتریکی خنثی است. مجموع آنیون ها = مجموع کاتیون ها
به ترتیب که پایین می‌آیم BOD کم می‌شود و نسبت‌ها کاهش می‌یابد.

آشغالگیری SCREENING:

برای حذف مواد درشت است چون می‌توانند به تجهیزات صدمه وارد کند. قابلیت اعتماد و کارایی فرآیند تصفیه را کاهش می‌دهند و رودخانه‌ها را آلوده می‌نمایند. در حمل و نقل و ذخیره و دفع مواد جمع آوری شده مشکل داریم.
صنایع نساجی از نظر الیاف مصرفی به چند دسته تقسیم می‌شود:

حیوانی

گیاهی

مصنوعی

اسیدهای آلی و معدنی - مواد قلبایی

آشغالگیری: دلایل حذف آشغال: صدمه به وسایل، کاهش اثر و قابلیت اعتماد به تصفیه و آلودگی رودخانه

- مثال: افت فشار در آشغال گیر را حساب کنید (50% سطح جریان گرفته شده است)

سرعت ورودی جریان 0/6m/S و سرعت در درون میله در آشغالگیر تمیز 0/9m/S

مساحت فضای خالی برای جریان 0/19m² و ضریب افت برای آشغالگیر تمیز 0/7

ضریب افت برای آشغالگیر کثیف 0/6

* حل مثال به اضافه قسمت Fine screen نوشته شود.

Flow E qualization: یکنواخت سازی جریان

برای غلبه بر مشکل تغییرات جریان فاضلاب تانک یکنواخت سازی ساخته می‌شود. در مکانهای متفاوت فرآیند واقع می‌شود.

فواید یکنواخت سازی:

- 1- ترقی تصفیه بیولوژیکی چون بار شوکی حذف می‌شود.
- 2- مواد ممانعت کننده تصفیه یکنواخت می‌شود
- 3- PH تنظیم می‌شود
- 4- کیفیت پساب خروجی ثانویه بهتر می‌شود
- 5- مساحت سطح فیلتر کاهش می‌یابد
- 6- در تصفیه شیمیایی دوز مواد تزریقی یکنواخت تر می‌شود.

معایب:

نیاز به زمین زیاد

نیاز به پوشش برای کنترل بو

بهره برداری و نگهداری اضافی

افزایش هزینه سرانه

*

FLOCCULATION در فاضلاب

- 1- افزایش حذف جامدات معلق و BOD
- 2- بهبود فاضلاب همراه با فاضلاب صنعتی
- 3- توسعه عملکرد تانک ته نشینی ثانویه
- 4- مرحله پیش تصفیه برای فیلتراسیون پساب

میکرو فلوکولاسیون

انواع فلوکولاسیون

ماکروفلوکولاسیون 1-2mm >

حذف مواد معلق در تصفیه اولیه 70% و حذف BOD 30% انجام می‌شود.

پساب وارد مرحله تصفیه ثانویه می‌شود که ما را به استانداردهای ثانویه برساند. استاندارد پساب ثانویه دو پارامتر خیلی مهم دارد: BOD که غلظت مواد آلی را نشان می‌دهد و دیگری مواد معلق. در آمریکا استاندارد پساب ثانویه: $BOD > 30 \text{ mg/L}$ و مواد معلق $> 30 \text{ mg/l}$ باشد. البته متوسط به صورت ماهانه است.

متوسط هفتگی حدود 45 میلی گرم در لیتر می‌باشد. فرض بر این است که تصفیه اولیه معمولاً راندمان این را ندارد که ما را به استاندارد مذکور برساند. BOD اولیه ورودی حدود 200 می‌باشد و مواد معلق کمی بیشتر و حدود 250 می‌باشد. راندمان تصفیه خانه نباید کمتر از 85% باشد.

تصفیه ثانویه: بیولوژیکی و شیمیایی: هر تصفیه‌ای که بتواند ما را به استاندارد پساب ثانویه برساند تصفیه ثانویه می‌شود که معمولاً بیولوژیکی است ولی الزاماً چنین نیست.

تصفیه بیولوژیکی به چند دسته تقسیم می‌شود:

هوازی (نوع اکسیداسیون هوازی است): مطلب مهم آن یک ماده باید الکترون بدهد و یکی الکترون بگیرد. ماده ای که الکترون می‌دهد ماده آلی است که فرار است اکسید شود. اکسیژن الکترون را می‌گیرد که در فاضلاب محلول می‌باشد. الکترون گیرنده نهایی است یعنی آنزیم‌ها به طور واسطه الکترون را گرفته و منتقل می‌کنند تا نهایتاً به O_2 برسد. مشخصه این اکسیداسیون: لجن زیادی تولید می‌کند که مشکل این تصفیه است. پس دردسر موجود در تصفیه خانه را افزایش می‌دهد.

چرا مقدار لجن تولیدی بیشتر است؟ چون اکسیداسیون هوازی انرژی زیادی تولید می‌کند.

به ازای هر مولکول ATP 38 به ازاء هر گرم مواد آلی ایجاد می‌شود.

هر چه باکتری از سوخت و ساز مواد انرژی بیشتری بگیرد پرتوپلاسم خود را بزرگتر می‌کند و تقسیم آن بیشتر می‌شود و لجن که قسمت اعظم آن توده باکتری است افزایش می‌یابد.

بی هوازی: اکسیژن سمی است. الکترون گیرنده نهایی: چند ماده است. سولفات که به H_2S تبدیل می‌شود. - کربنات‌ها و بی کربنات‌ها به CH_4 تبدیل می‌شوند.

مواد آلی: یعنی یک ماده آلی الکترون از دست می‌دهد و یکی دیگر از مواد آلی الکترون می‌گیرد به این واکنش فرمانتاسیون می‌گویند.

اکسیداسیون بی هوازی دو حسن بزرگ دارد:

1- لجن کمی تولید می‌کند (چون انرژی کمی تولید می‌شود پس توده سلولی ایجاد شده نیز کم خواهد بود

(بیومس) - انرژی کمی در حد 2-3 ATP از هر گرم ماده آلی ایجاد می‌شود

2- می‌توان مواد آلی با غلظت‌های بالا یا فاضلاب‌های قوی صنعتی را تصفیه کرد. چون باکتریهای بی هوازی باید مواد آلی زیاد مصرف کنند تا در محیط سالم غالب شوند.

سیستمی که برای بی هوازی دارد مهمترین آنها هاضم‌های بی هوازی لجن هستند که برای تصفیه لجن‌های تولید شده در فاضلاب شهری استفاده می‌شوند.

باکتریهای بی هوازی بسیار حساسند (اشکال عمده این سیستم): نسبت به تغییر دما، PH و... حساس است.

مشکل دیگر: زمان دو برابر شدن باکتریهای بی هوازی طولانی است.

معمولاً وقتی تصفیه بی هوازی استفاده می‌کنیم که $\frac{mg}{l} > 1000$ COD باشد.

انواع تصفیه بی هوازی:

UASB (بسترسیال بی هوازی با جریان رو به بالا) در فاضلاب‌های صنعتی برای تصفیه استفاده می‌شود.

فیلتر بی هوازی: پرکننده از جنس لاستیک

برگه‌های بی هوازی اولین برکه‌ای که فاضلاب را دریافت و تصفیه می‌کند.

استخر ته نشینی اولیه و ثانویه در برکه‌های تثبیت کجاست؟ اصلاً وجود ندارد.

خیلی اوقات برکه بی هوازی کار استخر ته نشینی را انجام می‌دهند.

مواد آلی در سیستم بی هوازی ← اسید و الکل ← متان

در شکل کاملتر:

1- هیدرولیز مواد (به مواد آلی ساده تر تجزیه می‌شود، به وسیله آنزیم‌های هیدرولیز کننده)

2- اسید سازی و الکل سازی (اسید استیک تولید می‌شود، اسید وژنز)

3- متان سازی تبدیل همه مواد به گاز متان.

هوا دهی 4-6 ساعت وقت ماند دارد. غلظت مواد معلق MLSS مواد معلق + میکروب که حدود 1500-3000 میلی

گرم در لیتر می‌باشد که در سیستم‌های مختلف لجن فعال تفاوت دارد.

سیستم لجن فعال باید به خوبی هوا دهی شود که یا به صورت مکانیکی و یا به صورت کمپرسورها و تزریق در سیستم

باشد. به هر حال باید همیشه غلظت O_2 حدود 2 میلی‌گرم در لیتر در استخر هوادهی باشد.

در تابستان تامین این مقدار خیلی مشکل است.

هوادهی ضریب دیگری دارد. مواد را به صورت معلق در استخر هوادهی نگه می‌دارد.

مقدار مواد معلق 80 میلی‌گرم در لیتر تامین کننده نیاز باکتریها نیست و باید به حدود 20000-3000 میلی‌گرم در

لیتر برسد پس باید برگشت لجن داشته باشیم. غلظت در لجن برگشتی در حدود 10000 باشد که کیفیت به حد

مطلوبی برسد.

سیستم باید به نحوی طراحی شود که مقدار ذرات را از 3000 میلی‌گرم در لیتر به کمتر از 30 میلی‌گرم در لیتر برساند.

$$t = \frac{Q}{V} = \frac{\text{حجم}}{\text{دبی}}$$

زمان ماند هیدرولیکی

زمان ماند سلولی: (20 برابر زمان ماند هیدرولیکی است): مدتی زمانی که یک باکتری وارد سیستم می‌شود تا زمانی که از

سیستم خارج می‌شود.

باید بین غذا و میکرو ارگانیسم نسبت مشخصی وجود داشته باشد. (F/M) غذا/میکروارگانیسم

هدف آن: تامین مقدار مواد آلی و غذا برای میکروارگانیسم ها است.

سیستم‌هایی که دارای لجن برگشتی هستند: \Leftarrow recirculation

برکه‌های تثبیت جریان برگشتی ندارند.

مزایای تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال:

حدود 85-90% BOD را کاهش می‌دهد (راندمان مطمئن برای حذف مواد آلی و معلق)

بو ایجاد نمی‌کند

امکان رشد مگس و پشه را به حداقل می‌رساند

معایب:

تولید لجن بالا می‌کند.

انرژی مصرفی زیادی می‌طلبد.

بهره برداری آن مشکل است F/M ، O_2 و... باید چک شود.

به راحتی سیستم دچار شوک می‌شود چه با تغییر کمیت چه با تغییر کیفیت فاضلاب ورودی

حساس به بارهای آلی و هیدرولیکی

انواع لجن فعال:

1- روش مرسوم یا متداول اولین روش ارائه شده است و هم اکنون نیز بهترین روش برای کنترل پدیده‌ی بالکینگ است.

در روش مرسوم: کانالی با عرض کم و طول زیاد بود و به هیچ عنوان امکان اختلاط کامل در این تانک وجود نداشت غلظت فاضلاب ابتدا زیاد بود و به تدریج کم می‌شود.

بافل: صفحاتی است که قرار می‌دهند و جریان فاضلاب را به یک کانال تبدیل می‌کنند و آن را از حالت یکنواختی خارج می‌کنند.

مزایا: باکتری رشته ای نداریم.

عیب: حساسیت به شوک زیادی دارد. (شوکه مواد سمی، شوک PH: شوک مواد آلی) که علت این است که فاضلاب ورودی با محتویات کل حوضچه مخلوط نمی‌شود.

$$\theta_c = 5 - 15d \quad h = 4 - 8$$

$$\frac{f}{m} = 0/2 - 0/4(d^-)$$

$$M_{lss} = 1200 - 3000 \frac{mg}{l}$$

2- سیستم اختلاط کامل CMAS: COMPLET MIX ACTIVATE Sludge

این سیستم را برای کاهش شوک پذیری ایجاد کردند. باکتری رشته‌ای به مقدار زیادی تولید می‌شود ← راندمان

پایین

$$T=V/Q=3-5h$$

$$MLSS=2500-6500MG/LIT$$

$$F/M=0/2 -0/6$$

$$QC=5-15$$

$$\theta_c = 5 - 15d$$

$$Q_2 = 0/25 - 1/0 \rightarrow 100\%$$

در این روش فاضلاب پس از ورود به تانک هوا دهی به طور کامل محتویات تانک مخلوط شده و غلظت آن در تمام نقاط تانک یکنواخت بوده و به شوک ناشی از PH ، مواد سمی، بار آلی مقاوم است.

کمترین F/M در سیستم هوادهی ممتد است. F/M=0/05-0/15MG/LIT

صنایع نساجی از نظر الیاف مصرفی به چند گروه تقسیم می شوند؟

الیاف حیوانی - گیاهی - مصنوعی - اسیدهای آلی و معدنی - مواد قلیایی - ترکیبی از الیاف مصنوعی ، گیاهی و حیوانی

در پساب صنعت نساجی چه آلاینده هایی دیده می شود؟

صنعت نساجی دارای چه مراحل می باشد؟

برای تصفیه فاضلاب های صنعت نساجی چه مراحل انجام می شود؟

کرم در فاضلاب دباغی به چه علت به کار می رود؟ (تبدیل پوست به چرم).

مراحل دباغی را شرح دهید (اولیه و ثانویه و...).

برکه های جلبک در تصفیه دباغی را توضیح دهید.

مصرف آب در صنایع کاغذ سازی چگونه است؟

آب برای چه واحدهای تصفیه به کار می رود؟

صنایع کاغذ سازی کشور چه تفاوتی با هم دارند؟ چوکا (شمال) و کاغذ پارس (جنوب) از نظر مواد خام مصرفی تفاوت دارند. در جنوب از نی استفاده می کنند.

خمیر در صنایع کاغذ سازی چیست؟ تبدیل سلولز به الیاف را گویند

تعریف کاغذ.

آلودگی های صنعت کاغذ سازی چیست؟

روشهای تصفیه صنعت کاغذ سازی چیست؟

کیفیت و بهسازی آب:

ما امکان وارد کردن آب از خارج را نداریم. آبهای زیرزمینی یا آبهای سطحی مثل رودخانه‌ها، فقط متعلق به ما نیست بلکه متعلق به نسلهای آینده هم می‌باشد و در صورت آلودگی، جدا کردن آن، هم از نظر هزینه و هم از نظر تکنولوژی غیر ممکن است.

MTBE را به جای تترامتیل سرب به بنزین می‌افزایند و در آبهای زیرزمینی هم به میزان جزئی دیده شده است و از مخازن پمپ بنزین تراوش کرده، خاک و نهایتاً آب را آلوده می‌کند.

برای تصفیه آب آلوده به سرب و MTBE (METHYLE TERTIARY BUTHYL ETHOR) باید اینها را به حد مجاز برده که باز هم این مشکل حل نمی‌شود چون خاک هم آلوده می‌شود.

به آب زرین شهر و یزد، ترکیباتی سرطانزا وارد می‌شود که اگر وارد آب سطحی یا زیرزمینی شد جدا کردن آنها راحت نیست.

بر فرض یک ترکیب شیمیایی با غلظت زیاد در آب داشته باشیم، براحتی می‌توان آن را از آب جدا کرد، اما اگر غلظت آن در آب کم باشد، جدا کردن آن از آب بسیار مشکل است.

وقتی مقداری کلروردیدیم در آب داشته باشیم برای شرب مناسب نیست و اگر منابع آبهای سطحی و زیرزمینی آلوده شد جدا کردن آن کاری بسیار سخت و در بسیاری موارد غیر ممکن است. می‌توانند در این موارد از رزینهای تعویض یونی استفاده کرد و رزینهای آلوده شده را باید بشویند و تمیز کنند.

هزینه زیادی صرف کردند تا بتوانند رزین را بشویند و بصورت اولیه در آورند.

در آمریکا حدود 100 سال پیش که صنایع آن توسعه پیدا کرد از بسیاری مواد شیمیایی استفاده می‌کردند و کارخانجات، آنها را در زمینهایی می‌ریختند. وقتی تکنولوژی پیشرفت کرد و منابع آلوده کننده را تشخیص دادند متوجه شدند که این مواد، سرطانزا است.

اهمیت کنترل آلودگی آب و خاک بر همه‌ی ما روشن است. سیکل گردش آب در طبیعت اتفاق می‌افتد. نیروی محرکه سیکل گردش آب در طبیعت، انرژی خورشید است که 150 میلیون کیلومتر با زمین فاصله دارد.

سیکل گردش آب در طبیعت، بطور پیوسته در حال تکرار است. اگر آلودگی در حد معقول باشد مشکلی ایجاد نمی‌شود ولی آلودگیهای محیط زیست در 100 سال اخیر باعث شده بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی از بین بروند و این به خاطر ما انسان‌ها است ولی باید درباره‌ی آن آگاهی داشته و در حفظ آن کوشا بود.

اقیانوسها و دریاها تبخیر شده و در جایی که سرد شود، به‌صورت نزولات جوی به سطح زمین می‌رسد. وقتی در فضا، مواد آلی یا معدنی داشته باشیم در اثر انحلال در آب باران، به سطح زمین می‌آیند. و در جایی که صنعت توسعه یافته و بیش از حد مجاز، گاز CO_2 , SO_2 , NO_2 وجود داشته باشد اینها را به بارانهای اسیدی تبدیل می‌کنند. بارانهای اسیدی، موقعی که به زمین می‌رسد در کیفیت آبهای سطحی و زیرزمینی ایجاد تغییراتی می‌کنند. بعنوان مثال موجودات آبی را از بین می‌برند (به خاطر تغییر در PH). باعث خوردگی سنگها و ساختمانهای تاریخی می‌شوند. پوشش گیاهی مناطق از بین می‌رود و سختی آب بیشتر می‌شود.

وقتی PH خاک و دریاچه‌ها تغییر کرد باعث از بین رفتن موجودات آبی، چه گیاهی و جانوری می‌شود. PH خاک که تغییر کرد بسیاری از فلزات سنگین نامحلول در خاک و آب به‌صورت محلول در می‌آیند و آبهای سطحی و زیرزمینی را آلوده می‌کنند. فلزات سمی مانند کادمیوم که باعث ناراحتی کلیه می‌شود، سرب، جیوه که در بافت سلولهای مغزی تجمع می‌یابند (آرسنیک و کروم).

اگر آلودگی در هوا وجود داشته باشد باعث دگرگونی و تغییر در کیفیت آب می‌شود.

تغییرات آب:

تغییرات آب یا بصورت فیزیکی است یا شیمیایی و یا بیولوژیکی. تغییر آب بصورت فیزیکی: وقتی است که ظاهر آب تغییر کند. مثل کدورت که اگر مواد سمی، به‌صورت گازهای مختلف در هوا پخش شود در اثر بارندگی، تغییر رنگ می‌دهد.

تغییر آب به‌صورت شیمیایی: هر چه فرسایش خاک بیشتر باشد ظاهر آب بیشتر تغییر می‌کند. کدورت، افزایش می‌یابد و باعث می‌شود که فلزات سنگین موجود در آب بتوانند باعث کدورت آب شوند. مواد آلی، بیش‌تر ذراتی که ایجاد کدورت می‌کنند را دارند. (همان خاک رس کلوئیدی که مواد آلی را جذب می‌کند)

اگر کدورت آب و مواد ایجاد کننده کدورت را حذف کنیم مقدار زیادی مواد آلی و مواد معدنی را هم حذف کردیم. کدورتی که در آب وجود دارد باعث افزایش میزان میکروارگانیسم‌های آب می‌شود.

میکروارگانسیمهای آب مثل باکتریها، قارچها، کپکها، ویروسها، تخم انگلها، پروتوزوئرها، و اسیدها. تخم انگلها می‌توانند در اثر کدورت، مخفی شوند. کدورت در اثر ذرات کلوئیدی است.

خصوصیات ذرات کلوئیدی:

قطر ذره، بار الکتریکی، خاصیت تندال، سطح بسیار زیاد، قوه ثقل. نیتراتها از راه مواد آلی پروتئینی وارد آب می‌شوند و سپس تحت تاثیر باکتریهای هوازی و بی هوازی به آمونیاک تبدیل می‌شوند که باین مرحله، آمونیفیکاسیون گفته می‌شود. حد مجاز نیترات بر حسب ازت 10 میلی گرم در لیتر است و بر حسب نیترات 45 میلی گرم در نیترات حداکثر مجاز نیترات برای چهار پایان 100 میلی گرم در لیتر است. در نوزدان، نیترات در اثر باکتریهای احیاء کننده نیترات به نیتريت تبدیل می‌شود و نیتريت با هموگلوبین ترکیب شده و متهموگلوبین ایجاد می‌شود. اگر فلونور بیش از حد مجاز باشد ایجاد فلونورزیس می‌کند و اگر کم باشد باعث پوسیدگی دندان استخوان می‌شود (وجود یک تا 1/5 میلی گرم در لیتر فلور در آب آشامیدنی برای سالم نگهداشتن لثه و مینای دندان). فلزات سمی دیگری مثل سرب، نقره، جیوه، هم از طریق فاضلابهای صنعتی و کشاورزی و هم از ره تغییر PH در آب افزایش می‌یابد. آبی که به سطح زمین می‌رسد ممکن است حاوی میکروارگانسیم باشد که در اوایل بارندگی، بسیار زیاد است که با گذشت باران، کاهش می‌یابد. آب باران را برای شرب و مصارف غیر شرب استفاده می‌کنند و شاید در آینده برای کشورمان آب، حیاتی باشد و درجایی که قبلاً از آب انبار استفاده نمی‌کردند. استفاده شود. در خانه‌های دور از شهر، آب باران را جمع آوری می‌کنند و برای شستشو و... استفاده می‌نمایند. (مقدار مواد آلی موجود در آب نشاندهنده درجه آلودگی آن می‌باشد. روش تعیین مقدار مواد آلی به کمک خاصیت اکسیدپذیری آنها به وسیله پرمنگنات پتاسیم انجام می‌گیرد. برای آبهای آشامیدنی مقدار COD نباید از 10 بیشتر شود.

اگر کنترل کیفیت آب انجام نشود مشکلات عمده‌ای برای نسل آینده و فعلی بوجود می‌آید.

خواص فیزیکی - شیمیایی آب:

- 1- PH ، دما، رنگ، و بو و طعم
- 2- ساختمان آب
- 3- کشش سطحی SURFACE TENTION
- 4- چگالی آب، ایزوتوپهای آب
- 5- گرمای ویژه HEAT CAPACITY
- 6- دمای تبخیر HEAT OF VAPOUR
- 7- ثابت هدایت DIELECTRIC CONSTANT
- 8- قطبی بودن آب POLARITY
- 9- هدایت الکتریکی ELECTRICAL CONDUCTIVITY
- 10- دمای ذوب MELTING POINT ، انجماد FREZING POINT جوش BOLING POINT
- 11- چسبندگی آب VISCOSITY

درجه حرارت آب باعث می شود اختلاف درجه حرارت روی کره زمین کم شود.

با افزایش جمعیت، زمینها زیر کشت کشاورزی بیشتری می روند. ازطرفی جنگلها و درختان به مرور از بین می روند که سبب فرسایش خاک می شود. همچنین دامها با راه رافتن طبیعی، زمین را شخم زده و آماده فرسایش می کنند. فرسایش خاک و راه افتادن سیلابها به دریاچه، باعث افزایش کدورت آب می شود. افزایش کدورت آب باعث گل آلود شدن آب می شود. مواد شیمیایی بیشتری مصرف می شود و هر نفر باید هزینه زیادی برای تصفیه آب بپردازد. در آبی که حاوی کدورت است رشد جلبکها متوقف می شود.

وقتی کدورت در بستر ته نشین می شود تخم ماهیها را می پوشاند و مانع رشد و تکثیر آنها می شود و باعث می شود مقدار زیادی رسوبات در پشت سد جمع شوند و چرخه ی گردش مواد غذایی به محیط را برهم زنند، به تاسیسات سد آسیب می رساند. حجم دریاچه پشت سد کم می شود. کندن و لایروبی کردن بسیار مشکل می شود $p = 5h$

مثال: اگر ارتفاع 100 متر آب داشته باشیم. مقدار فشاری که آب می تواند در پشت سد بروی رسوبات ایجاد کند چند

پاسکال است؟

کیفیت رودخانه:

اگر از فرسایش خاک و ورود خاک، به رودخانه و دریاچه پشت سد جلوگیری کنیم باعث می‌شود آب شفاف‌تر، کدورت پایین، همچنین تصفیه به راحتی انجام می‌گیرد و رودخانه به لایه رومی احتیاج ندارد و عمر دریاچه‌های پشت سد بیشتر می‌شود.

کدورتی که در اثر فرسایش خاک ایجاد می‌شود باعث می‌شود مواد آلی موجود در رودخانه، در زیر رسوبات مدفون شود. سپس به مرور تجزیه‌ی بی‌هوازی صورت می‌گیرد که حاصل تجزیه بی‌هوازی گازها و مواد بد بوئی است که وارد آب می‌شود.

خواص مهم ذرات کلونیدی و معلق که ایجاد کدورت می‌کنند این است که خاصیت جذب سطحی یعنی هم فلزات سنگین سمی و هم مواد آلی سرطانزا را جذب می‌کنند و ته نشین می‌شوند بر روی کیفیت آب اثر می‌گذارند حتی اگر آب رودخانه، آلوده نباشد.

رسوباتی که در طول رودخانه وجود دارد و حاوی مواد سمی و آلاینده‌های مختلف است مرتباً با آب در ارتباط می‌باشد، یعنی مقداری از این مواد آلی در رسوبات وارد آب شده و آب در مدت طولانی حاوی موادی خواهد بود که نمی‌خواهیم باشد (زیرا بستر آن همیشه با آب در ارتباط است) این مواد در آب حل شده و به رودخانه برمی‌گردد. اگر BOD آب رودخانه را اندازه بگیریم BOD رسوبات را هم باید اندازه گرفت تا بدانیم چه مقدار مواد آلی وجود دارد.

SOD (SEDIMENTATION OXIGEN DEMAND)

SOD: میزان اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی برای مقدار آلودگی رسوبات

فرسایش خاک باعث پدید آمدن رسوبات در بستر رودخانه می‌شود که این رسوبات می‌تواند حاوی فلزات سنگین و مواد آلی باشد که مدفون می‌شود. اگر آب از طریق بستر رودخانه نفوذ کند و چاههای اطراف رودخانه را تغذیه کند مواد آلی وارد آب زیرزمینی حاشیه رودخانه می‌شود.

چاههای اطراف رودخانه‌ها از خود رودخانه تغذیه می‌کنند. بنابراین در کشورهای مختلف پیش از احداث سد، طرحهای خاک (طرحهای حاصلخیزی) ایجاد می‌کنند.

مناطق اطراف رودخانه را حوزه آبریز می‌گویند.

در زاینده رود که 350 کیلومتر طول دارد حوزه آبریز 36000 کیلومتر مربع است.

طرحهای حفاظت خاک: درختکاری - افزایش پوشش گیاهی آن منطقه، ایجاد سدهای کوچک خاکی، جلوگیری از چرای بی رویه دامها در منطقه حوزه آبریز، زهکشی و تراس بندی زمین (پله پله کردن).

زهکشی DRAIN AGE و زهکشی کردن DRAINING:

زهکشی: یعنی دور تا دور زمین را کانال می کشند و لولههایی سوراخ سوراخ در کانال می گذارند تا آب به زمین نفوذ کرده و از طریق سوراخها، جمع و به خارج هدایت شده و زمین شسته می شود.

تراس بندی دارای هزینه زیادی است. زمین را شیار بندی می کنند (مرز بندی) تا آب در کانال عریض تر جریان یابد. در داخل کانال، درخت میوه به کارند و از اینکه آب بصورت عمودی سرازیر شود جلوگیری کنند. به سه صورت می توان فرسایش خاک را بررسی نمود.

در سطح کره زمین بر اثر نفوذ آب در سنگها و گرم و شدن، تولید خاک را بصورت طبیعی از همین صخرهها و کوهها داریم. به تولید خاک به صورت طبیعی $P = PEDOGEN$ می گویند.

اگر تولید خاک بیشتر از فرسایش خاک $EROSSION$ باشد مشکلی نداریم و روز به روز خاک بیشتری تولید می شود $P > EROSSION$ بهترین حالت است.

اگر فرسایش خاک، بیشتر از تولید خاک باشد روز به روز این ذخیره ارزشمند در طبیعت را از دست می دهیم. و بهترین قسمت خاک که سطح آن است و حاوی میکروارگانیزم مواد آلی و معدنی مناسب برای رشد گیاه می باشد توسط آب شسته می شود و وارد رودخانه می گردد $P < E$ بدترین حالت $P = E$ فرسایشی نداریم.

در کره زمین بیشتر حالت دوم یعنی $P < E$ وجود دارد.

علل فرسایش خاک:

1. عوامل مربوط به خاک
2. عوامل توپوگرافی
3. عوامل جوی
4. عوامل انسانی

برای اینکه بتوان فرسایش خاک را که اهمیت زیادی در کیفیت آب و حفاظت خاک دارد کنترل کنیم باید عوامل فرسایش خاک را دانست.

عوامل مربوط به خاک به جنس خاک و ساختمان خاک، چسبندگی خاک، پوشش گیاهی خاک و میزان رطوبت خاک بستگی دارد. هر چه ذرات ریزتر و چسبندگی بیشتر باشد فرسایش کمتر صورت می‌گیرد.

عوامل توپوگرافی یعنی زمین در چه وضعیتی باشد، هر چه شیب بیشتر باشد فرسایش هم بیشتر می‌شود و عوامل جوی مثل دما، بارش جوی (برف، باران، تگرگ)، باد و عوامل انسانی مانند افزایش جمعیت نیز مؤثرند.

پرورش دام و گیاهان برای پرورش گیاهان باید کار طبق اصول مهندسی انجام شود.

I - شدت بارندگی است INTENSITY

$$E = \frac{IPS}{VK}$$

P: شیب زمین است

S: ساختمان خاک

K: ضریب نفوذ پذیری آب در خاک و V: عامل پوشش گیاهی

$$U = \frac{US}{V} = E = \text{فرسایش بادی}$$

V: عامل پوشش گیاهی

S: استعداد خاک

وقتی رودخانه آبی نداشته باشد رطوبت حوزه آبخیز در آن منطقه کاهش می‌یابد و رشد گیاهان از بین می‌رود (ذرات خاک که بیشتر از جنس ماسه است).

برای حاشیه رودخانه‌ها، پوشش گیاهی زمین را زیاد کرده و سدبندی انجام می‌شود، همچنین زمین را ترانس بندی می‌کنند یا زمین را عکس برای شیب زمین ترانس بندی می‌کنند.

رودخانه باشد و در اثر سیلابهایی که در آن جریان می‌یابد باعث فرسایش خاک حاشیه رودخانه می‌شود.

برای جلوگیری از فرسایش دیواره رودخانه، در جایی که سرعت زیاد است دیوارهای سنگی درست می‌کنند همچنین با افزایش طول رودخانه می‌توان سرعت را کاهش داد.

پس برای کم کردن سرعت آب، عرض بستر را افزایش می‌دهند.

منابع آب آشامیدنی:

- 1- آبهای زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات.
- 2- آبهای سطحی شامل رودخانه، دریاچه، باتلاق، آب باران، دریا و یخهای قطبی.

آب چشمه از نظر کیفیت برای آشامیدن مناسب است. چون آب چشمه از سطح شیب دار به دره برخورد می‌کند تا به دست مصرف کننده برسد ممکن است پیچ و خمی بخورد و در طول مسیر سنگ، ترس و غیر باشد و آب چشمه آلوده شود، بنابراین باید مظهر چشمه مشخص باشد. بهسازی چشمه انجام شود. بررسی بهداشتی انجام گیرد تا اطراف بر چشمه، کارخانه و آغل و حمام عمومی وجود نداشته باشد. در فاصله چندمتری آلوده کننده‌ای وجود نداشته باشد.

باید یک سری آزمایش روی آب آشامیدنی انجام داد و همچنین اگر به آب چشمه شک کردیم باید آزمایش شود. یکی از شناساگرها، نمک خوراکی است و همچنین کربن مانند کربن 12.

دریاچه‌های پشت سد منابع مهم و ارزشمند آب آشامیدنی به حساب می‌آیند. این دریاچه‌ها، کیفیتش تحت کنترل بهداشت محیط است تا از بروز فاجعه جلوگیری شود.

باید آب دریاچه پشت سد را که کیفیت خوبی دارد و جزء الگوتروپیک است کنترل کنند.

مناطق آب آشامیدنی (پیلیمنیون منطقه گردش آب):

در این منطقه، میزان DO، جلبکها و پروتوزوئرها، زیاد است و میزان CO₂ کم و کدورت فیتوپلانکتونها، و زئوپلانکتونها زیاد است. کیفیت در این منطقه برای تهیه آب آشامیدنی نامناسب است.

ترموکلاين: منطقه کاهش دما است. CO₂ بشدت رو به افزایش است زیرا جلبک کم می‌شود و نوری نیست و DO به شدت کاهش می‌یابد و کیفیت برای شرب مناسب است و میزان پلانکتونها کاهش می‌یابند.

هیپولمنیون: منطقه آبهای ساکن است مقدار اکسیژن تقریباً صفر است و CO₂ رو به بالا است، چون فعل و انفعال زیادی در قسمت رسوبات انجام می‌گیرد. CH₄، H₂S و گازهای مولد طعم و بوی نامناسب نسبتاً بیش تر است.

با توجه به اینکه آب دریاچه‌های پشت سد منابع مهمی برای آب آشامیدنی است باید تحت کنترل باشند کیفیت این آبها خوب است و جزء الیگوتروفیک بحساب می‌آیند.

تصفیه شیمیایی آب یعنی استفاده از آلوم هر چه آلودگی بیشتر باشد مخارج تصفیه بیشتر می‌شود. وقتی آلوده شد این آلودگی به قسمت رسوبات منتقل می‌شود.

باید از ورود آلاینده‌ها به دریاچه‌های پشت سد جلوگیری کرد و مجازاته‌های سنگین را برای کسانی که آلاینده در دریاچه‌ها پشت سد می‌ریزند تعیین نمود.

چون هیچ آلاینده‌ای در کوه‌رنگ وارد نمی‌شود آب از نظر کیفیت جزء الیگوتروفیک است:

تروفیک یعنی وضعیت غذایی و الیگو یعنی بسیار فقیر از نظر مواد غذایی کیفیت آب در 3 طبقه مختلف است. این 3 طبقه براساس دما تقسیم بندی شده است. CO_2 در منطقه اول پایین است. چون جلبکها آنها مصرف می کنند.

کیفیت آب برای آشامیدن در این قسمت پایین است.

در طبقه دوم کاهش درجه حرارت را داریم و DO رو به کاهش است و کیفیت آب برای آشامیدن بسیار خوب است. در طبقه سوم مقادیر DO تقریباً برابر صفر است. گازهای H_2S و CH_4 از رسوبات جدار و وارد این لایه می شوند و کیفیت نامناسب بوجود می آورند.

اگر مواد آلی که از طریق فاضلابهای صنعتی وارد می شود افزایش یابد و سیستم غیر نرمال شود، پدیده یوتریفیکاسیون اتفاق می افتد، یعنی غنی شدن آب از نظر مواد غذایی N,P فاضلابهای صنعتی و شهری ازت و فسفر را بصورت مواد آلی دارند.

هرچه آلودگی بیشتر شود، هزینه تصفیه هم بیشتر می شود، در ضمن آلودگی به رسوبات منتقل می شوند و حتی اگر آب دریاچه را تخلیه کنیم و دریاچه را پر از آب کنیم آلودگی از رسوبات وارد آب شد و آب دوباره آلوده می شود. دریاچه های پشت سد از نظر مواد غذایی به 4 دسته تقسیم می شوند:

منظور از مواد غذایی N_2 و فسفر است.

اگر مقداری مواد آلی از فاضلابها وارد آب شود OLIGO به سمت MESO می رود.

اگر سیستم غیر عادی شود، غنی شدن آب از نظر مواد غذایی را داریم یعنی EUTH و اگر از نظر مواد غذایی بسیار غنی شود HYPER را داریم.

- OLIGO: بسیار فقیر از نظر مواد غذایی

- MESO: متوسط از نظر مواد غذایی

- EUTH غنی از نظر مواد غذایی

- HYPER بسیار غنی از نظر مواد غذایی

افزایش مواد آلی باعث افزایش جلبکها می شود. جلبکها مستقیماً نمی توانند از مواد آلی استفاده کنند و باید آنها را به مواد معدنی تبدیل کنند (پدیده نیتریفیکاسیون).

مواد آلی حاوی ازت، تحت تاثیر میکروارگانیسم‌های هوازی و بی هوازی به آمونیاک تبدیل می‌شوند که به این مرحله آمونیفیکاسیون گفته می‌شود. سپس آمونیاک به NO_2 و در آخر به NO_3 مبدل می‌شود. NO_3 یا نیترات جذب گیاهان می‌شود که به این مرحله نیتریفیکاسیون گویند.

فسفوری که به صورت ماده آلی است وقتی در این چرخه قرار می‌گیرد به صورت ارتوفسفات PO_4^{3-} در می‌آید و گیاه آنرا جذب و رشد می‌کند.

باکتری‌هایی که در تبدیل مواد آلی حاوی نیتروژن به آمونیاک دخالت دارند باکتریوم فلورسانس و باسیلوس و مایکوئیدس است.

وقتی جلبکها رشد و تکثیر کردند: باعث ایجاد طعم و بو در آب می‌شوند و هزینه سنگینی را تصفیه خانه‌ها باید پردازند تا آبی که یوتریفیکاسیون آن انجام می‌شود را برای آشامیدن آماده کنند.

STRATIFICATION: به علت افزایش دما و تغییر چگالی لایه بندی حرارتی به هم می‌خورد.

لایه بندی براساس دما است که روی اکسیژن آب اثر می‌گذارد. هر چه دما افزایش یابد اکسیژن کاهش می‌یابد و چگالی کاهش می‌یابد. (سیالات مثل گازها و آب وقتی گرم می‌شوند، دانسیته‌ی آنها کمتر می‌شود)

در فصل بهار و پاییز به علت تغییر چگالی آب، دمای لایه دوم (قسمت زیرین) افزایش می‌یابد و چگالی آن کاهش می‌یابد و لایه اول قسمت رویی که دمایش کاهش و چگالش افزایش می‌یابد با لایه دوم جابجا می‌شود. سپس در فصل بهار و پائیز زیر و رو شدن طبقه‌های آب را داریم.

بنابراین در این دو فصل تصفیه خانه‌ها باید آمادگی برای تصفیه آب با توجه به بر هم خوردن لایه آب داشته باشند. چرا اختلاف دما ایجاد می‌شود؟ دمای آب هر چقدر به 4 درجه سانتیگراد نزدیک تر باشد چگالی آن بیشتر می‌شود و هر چه درجه دما رود چگالی پایین تر می‌آید.

آب نباید از حالت مزوتروفیک و الیگوتروف به یوتروفیک تبدیل شود.

پارامترهایی برای تشخیص کیفیت آب از نظر مواد غذایی:

ازت و فسفر (هر چه ازت و فسفر آب افزایش یابد آب به طرف غنی شدن می‌رود، پس از الیگوتروف به هاپتروفیک می‌رود)

جلبکها و کلروفیل آنها: وقتی جلبک از بین می‌رود، کلروفیل آن در آب پخش می‌شود.

با توجه به جداول استاندارد، وضعیت آب از نظر مواد غذایی مشخص می‌شود.
 روشها و دستگاههای مورد استفاده شده برای تعیین کیفیت آب و فاضلاب:
 کدورت، دما، طعم، بو، مزه و....

PH (پتانسیل هیدروژن) OSITINE POTENTIAL OF HYDROGEN ION

وقتی PH آب 7 است غلظت یونی هیدروژن 10^{-7} گرم در لیتر است PH نقش مهمی در فعل و انفعالات شیمیایی و بیوشیمیایی دارد.

BOD, COD, DO, CO_2 , NH_3 , H_2S : اندازه گیری DO به روش تیتراسیون و الکتروود است. اندازه گیری CO_2 به روش تیتراسیون است.

آنیونها مثل Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} اندازه گیری CL به روش تیتراسیون انجام می‌شود. اندازه گیری NO_3 , SO_4 -2 به روش اسپکتروفتومتری و کروماتوگرافی یونی انجام می‌شود و اندازه گیری NO_2 به روش ION CHROMATOGRAPHY (کروماتوگرافی یونی) انجام می‌شود که بسیار وقت گیر است. اندازه گیری برخی از آنیونها چون F^- , Br^- مشکل و وقت گیر است.

کاتیونها مانند K, Na, Mg, CA, Pb, MN, FE برای اندازه گیری کلسیم و منیزیم از طریق سختی و تیتراسیون و دستگاه اتمیک ابرزیشن استفاده می‌شود. برخی از فلزات مثل Hg, Pb, Al بدین طریق (دستگاه اتمیک ابرزیشن) قابل تشخیص نیستند و برای آنها باید شرایط خاصی به کار برده شود.

برای تعیین جیوه از اتمیک ابرزیشن استفاده نمی‌شود بنابراین دستگاهی را درست کردند که اگرچه جذب اتمیک است ولی جذب اتمیک با بخار سرد است. پس برای تعیین جیوه از روش اتمیک ابرزیشن یا بخار سرد استفاده می‌شود یعنی CVAA یا COLD VOPURE ATOMIC ABSORPTION در این صورت جیوه به صورت بخار سرد در می‌آید که به آن نور می‌تابانیم و جذب افزایش یابد سپس میزان جذب را می‌خوانیم که به آن CVAA می‌گویند.

Hg, Pb, Al را می‌توان از طریق جذب اتمی بدون شعله FLAA نیز تعیین کرد.

FLAA: FLAME LESS ATOMIC ABSORPTION

روش FLAA دارای هزینه بسیار بالایی است.

مواد آلی آب مثل TOC, COD, BOD: وقتی مواد آلی موجود در آب کم باشد از این روشها نمی توان استفاده نمود. پس اگر غلظت از 1 میلی گرم در لیتر کمتر باشد از دستگاه باید استفاده کرد. روش کروماتوگرافی روش خوبی است و براساس جدا کردن مواد از یکدیگر عمل می کند و می تواند بصورت یونی، گازی و مایع باشد.

اگر از آب رودخانه نمونه برداری شد چه روشهایی برای درست بودن نمونه برداری باید انجام دارد؟

آ- مشخص بودن تعداد و دفعات نمونه برداری که به عواملی از قبیل مدت زمان، جمعیت، میزان هزینه و امکانات (بودجه ای که داریم) و مقدار آبی که جریان دارد بستگی دارد. هر چه تعداد نمونه بیشتر باشد هزینه و امکانات بیشتر نیاز است.

هر چه مقدار آبی که جریان دارد افزایش یابد حجم نمونه ها افزایش می یابد.

ب- وسایل نمونه برداری برای نمونه برداری از COD, BOD و... می توان از ظروف پلاستیکی استفاده نمود ولی برای نمونه برداری از TRACE ORGANIC MATTER از ظروف شیشه ای استفاده می شود نه پلاستیکی. چون ممکن است نمونه، جذب ظروف پلاستیکی شود و خطا ایجاد کند مثل تتراکلور کربن و تری هالومتان.

آب ترکیبی است که هر جسمی را تا اندازه ای در خود حل می کند.

چرا اندازه گیری عناصر کمیاب آب ضروری است؟ چون ممکن است شاخص آلودگی باشد و برای انسان مضر باشد (از نظر بهداشتی).

برای بالا رفتن دقت، باید ظرف شیشه ای نمونه برداری را در فور FURNACE گذاشت. در فور، مواد آلی کمیاب سوخته می شوند.

تعیین فلزات سنگین با ظروف پلاستیکی امکان پذیر است. برای برداشت نمونه میکروبی آبی، باید از ظروف شیشه ای در سمباده ای استفاده شود که باید با اسید، آب معمولی و آب مقطر شسته شود. و به مدت 20 دقیقه در فور در دمای بالاتر از 100 درجه سانتیگراد ضد عفونی شود.

پ- انواع نمونه برداری

1- تصادفی GRAB SAMPLING در این روش می توان بصورت تصادفی، یک نمونه یا دو نمونه DOPLICATE

یا 3 نمونه TRIPLICATE برداشت نمود.

2- ترکیبی COMPOSIT SAMPLING یکی از این روش‌ها Continuous است. از یک محل در طول ساعتهای مختلف نمونه برداشته می‌شود.

روش دیگر در این DISCRETE COMPOSIT SAMPLING است. یعنی هر چند ساعت یک نمونه برداشت می‌شود.

کروماتوگرافی:

- THIN LAYER CHROMATOGRAPHY

- ION CHROMATEGRAPHY

- GAS CHROMATOGRAPHY

- HIGH PRESSURE liquid CHROMATOYRAPHY

برای تعیین آلاینده‌های آب مثل لیتیموم، سدیم و پتاسیم از روش فیلم فتومتری یا FF استفاده می‌کنند. FLAME FOTOMETRY که براساس رنگ شعله آلاینده‌ها است.

یکی دیگر از دستگاه‌هایی که می‌توان میزان آلودگی را خیلی سریع تشخیص دارد دستگاه EC یا دستگاه هدایت الکتریکی است.

دستگاه اتمیک ایزریشن بر دو نوع است:

1- جذب اتمیک با شعله FAA

2- جذب اتمیک بدون شعله FLAA

در FAA: نمونه را روی شعله بصورت اتم پخش می‌کنند وقتی اتم از حالت یون جدا شد آنرا می‌سنجند. هر چه جذب نور بالاتر باشد، مقدار فلز در آن مایع بیشتر می‌شود.

تجمع بیولوژیکی (افزایش بیولوژیکی) مواد در بافتهای زنده:

اگر فاضلابی حاوی مواد مختلف وارد آبهای طبیعی مانند رودخانه شود چگونه می‌توان غلظت آلاینده را تخمین زد؟ نمونه برداری یا SAMPLING امر مهمی در تعیین پارامترها، نوع و میزان آلودگی و کنترل آلودگی است.

نمونه برداری: SOIL SAMPLING, WATER SAMPLING

اگر نمونه برداری اشتباه باشد مسئولین را درباره‌ی کنترل و میزان آلودگی گمراه می‌کند.

محاسن روش تصادفی G.S: هزینه کمتری دارد و به سرعت می توان نمونه را برداشت کرد و از معایب این روش این است که آلودگی های مقطعی رانمی توان اندازه گرفت و ممکن است در آن لحظه هیچ آلودگی ای وارد آب نشده باشد. از محاسن روش ترکیبی C.S: آلودگیهایی که ممکن است در مدت کوتاه وارد آب شود را اندازه گیری می کند. نمونه شاهد: نمونه ای است که کلرور ندارد (blank یا نمونه خالی).

برای دقت آزمایش باید حداقل 3 مرتبه آزمایش در آزمایشگاه تکرار شود.

دقت precision صحت accuracy

سپس میانگین را به دست می آوریم و آن گاه استاندارد را به آن اضافه یا کم می کنیم. آنرا داخل کتاب استاندارد متد برده و درصد خطای آنرا بدست می آوریم. علاوه بر دقت باید نتایج صحیح باشد. برای آزمایش صحت یا ACCURACY نمونه استاندارد می سازیم و اندازه گیری می کنیم.

$$\text{Relative error} = \frac{100 \times \text{غلظت خوانده شده} - \text{غلظت استاندارد}}{\text{غلظت استاندارد}}$$

درصد خطای نسبی

$$\text{BOB} = \frac{Q_1 \times \text{BOD}_1 + Q_2 \times \text{BOD}_2}{Q_1 + Q_2}$$

محاسبه تخمین بار آلی وارده به رود خانه: مخلوط

$$Q_T = Q_W + Q_S$$

وقتی آلودگی اتفاق می افتد تغییراتی در کیفیت رودخانه ایجاد می شود که از جمله این تغییرات:

BOD, ALGAE, DO, MO, NO₃, NH₃, TDS, EC است. دما و TDS در میزان DO موثر می باشند. هر چه املاح آب بیشتر باشد، انحلال اکسیژن کمتر است و هر چه فشار هوا بیشتر باشد، گاز بهتر در آب حل می شود. افزایش ارتفاع باعث افزایش فشار و افزایش DO می شود. در پائین دست رودخانه زاینده رود، دما زیاد و در بالا دست دما پایین است.

رودخانه می تواند به میزان اولیه بر گردد ولی اگر خودپالایی رخ ندهد حالت یوتررفیکا سیون رخ می دهد و DO به سطح اولیه اش بر نمی گردد و این رودخانه پیر است.

میزان اکسیژن در رودخانه را می توان تخمین زد و منحنی آنرا رسم نمود. در ابتدا که فاضلاب وارد رودخانه می شود BOD افزایش می یابد و پس از خود پالایی BOD پایین می آید.

در ابتدا که اکسیژن محلول کاهش می‌یابد، چون فاضلاب زیادی وارد رودخانه شده است و شرایط بی‌هوازی شده است و عمل دنیتریفیکاسیون رخ می‌دهد و NO_3 کاهش می‌یابد. سپس که دوباره DO افزایش می‌یابد، نیتریفیکاسیون رخ داده و نیترات افزایش می‌یابد و آن‌گاه دوباره کاهش می‌یابد (به خاطر رشد جلبکها).

پس از آن رشد جلبکها هم کاهش می‌یابد چرا که مقدار نیترات کم شده است و جلبکها نمی‌توانند مواد را به طور آلی مصرف کنند و فقط نیترات معدنی را مصرف می‌کنند.

میزان یون کلر ادرار 5000 میلی گرم در لیتر است که از راه فاضلاب وارد رودخانه می‌شود. فاضلاب مقدار زیادی املاح معدنی دارد. افزایش TDS و مواد آلی وجود دارد که به مواد معدنی تبدیل می‌شود، پس TDS افزایش می‌یابد. EC هم افزایش می‌یابد و با عمل خود پالایی هم TDS کاهش نمی‌یابد.

اکسیژن محلول در رودخانه باید حداقل حدود 5 باشد.

BOD فاضلابی که وارد رودخانه می‌شود باید $\text{BOD} < 30 \text{ mg/LIT}$, $\text{DO} > 4 \text{ mg/lit}$, $\text{SS} < 30 \text{ mg/lit}$ باشد. البته مقادیر فوق را نمی‌توان برای همه رودخانه‌ها با هر خودپالایی به کار برد بلکه با کمک محاسبات و میزان خود پالایی رودخانه، این مقادیر و استانداردهای جدید بدست می‌آید.

اگر وقتی فاضلاب وارد رودخانه می‌شود میزان BOD رودخانه کمتر از 5 mg/LIT باشد 1mg/LIT در صورت ورود فاضلاب می‌تواند افزایش BOD داشته باشد.

اگر مساله فوق رعایت نشد و فاضلاب ورودی میزان BOD را بسیار افزایش دهد باعث می‌شود آلودگی منطقه بیش‌تر شود و شرایط بی‌هوازی بوجود آید و ایجاد بوی نامطبوع در محیط کند.

جلبکهای سبز- آبی رشد و تکثیر می‌یابند و ایجاد سم در آب می‌کنند. هر چه مواد آلی آب بیشتر شود شکوفایی جلبکها بیشتر شده و طعم و بوی نامطبوع در آب ایجاد می‌شود و تصفیه فاضلاب آن رودخانه مشکل تر و هزینه بیش‌تر می‌شود.

اگر آب رودخانه کم شود زمینهای اطراف خشک شده، کشاورزی کاهش یافته و ایجاد بیابان می‌شود اگر آب شور شود سختی خاک افزایش یافته و روی کشاورزی تاثیر می‌گذارد.

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{++}}{2}}} \quad \text{:SAR}$$

SAR بر حسب میلی اکی والان گرم در لیتر است

هر چه سدیم آب بیشتر باشد، نفوذ پذیری آب در خاک کاهش می‌یابد، چرا که سدیم باعث پراکندگی ذرات خاک می‌شود و باعث کاهش نفوذ پذیری آب در خاک می‌شود.

اگر $SAR < 6$ باشد، برای کشاورزی خوب است.

اگر $6 < SAR < 9$ باشد، برای کشاورزی متوسط است

اگر $SAR < 9$ باشد، برای کشاورزی نامناسب است.

سدیم روی خاکی که از جنس شن است نسبت به خاکی که از جنس رس است کمتر تاثیر می‌گذارد. برای کشاورزی، کیفیت آب را در نظر می‌گیریم و موارد زیر را می‌سنجیم: جذب سدیم و جذب پتاسیم.

رشد جلبکها در تصفیه خانه آب چه تاثیری دارد؟

باعث گرفتگی مخازن می‌شود. ایجاد طعم، رنگ و بوی نامطبوع در آب می‌کند، در جدار مخازن رشد کرده و اثر نامطلوب دارد، باعث گرفتگی صافیها شده، ایجاد کدورت می‌کند، هزینه اقتصادی را بالا می‌برد و.... وقتی جلبک زیاد می‌شود در عمل کواگولاسیون مشکل ایجاد می‌شود.

در طول رودخانه، رشد گیاه آبی افزایش می‌یابد و این رشد موجب می‌شود وقتی گیاهان آبی از بین رفتند DO کاهش یافته و شرایط بی‌هوازی ایجاد کند.

کیفیت آب WATER QUALITY:

از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی کیفیت آب مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

از نظر شیمیایی:

ترکیبات جانبی کلرینی (CHLORINATION BY PRODUCTS (CBP) ایجاد میشود برای اولین بار در سرم خون مردم فلوریدای امریکا کلروفرم مشاهده شده. سپس مطالعاتی انجام شد و پی به ترکیبات جانبی کلرینی در سال 1970 بردند.

به جز کلروفرم $CHCl_3$ بروموفرم $CHBr_3$ هم وجود دارد.

Cl و Br بصورت آزاد خاصیت ضد عفونی کنندگی دارند.

مشتقات دیگر آنها: $CHCl_2Br$, (DCBM), $CHBr_2Cl$, (DBCM)

ترکیبات هوموسی برگ درختان گیاهان است و وقتی در آب تجزیه می‌شوند ایجاد اسید هیومیک و اسید فولیک می‌کنند که بصورت طبیعی در آب وجود دارند.

ترکیبات آلی که در آب وجود دارد بر حسب TOC بیان می‌شوند که در آبهای زیرزمینی 1-2 میلی گرم در لیتر می‌باشد. رودخانه‌هایی که از جنگلها عبور می‌کنند TOC آنها ممکن است به 7-8 میلی گرم در لیتر برسد.

آبی که کلر و ترکیبات آلی (اسید هیومیک و اسید فولیک) در آب داشته باشد ایجاد ترکیبات کلردار می‌کند که مضر می‌باشند.

مجموع ترکیبات زیر نباید از 100 میکرو گرم در لیتر بیشتر باشد سعی بر این است که این مقدار را در آب آشامیدنی به 60 میلی گرم در لیتر برسانند.

THMS از متان مشتق می‌شوند:

CHCL₃ -

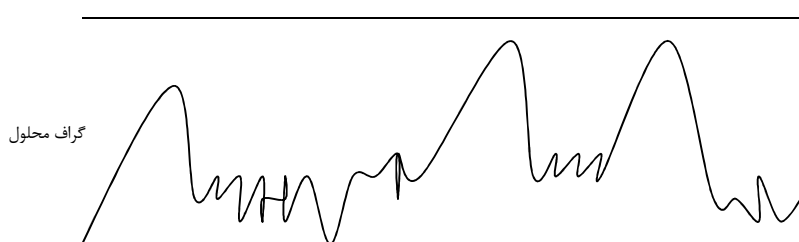
CHBR₃ -

CHCL₂BR -

CHBR₂CL -

وقتی آب را کلرزی می‌کنیم گراف کروماتوگرافی آن GC به این صورت است:

آب به تنهایی



گراف محلول

برای فهمیدن آبی که کلرزی شده یا نشده می‌توان به صورت زیر عمل کرد:

مثلاً 40 سی سی از آب را به همراه 5 سی سی از نوعی اثر مخلوط کرده. تمام مواد آلی در فاز حلال می‌آید و 2 لیتر آن را در دستگاه GC قرار می‌دهیم و میزان ترکیبات شیمیایی مشخص می‌شود که حدود 800 نوع ترکیب جانبی شیمیایی به جز THMS در آب ایجاد می‌شوند. از طریق دتکتور ترکیبات مشخص می‌شوند).

از دیگر ترکیبات جانبی کلرزی HA است یا HALACETIC ACID که از اسید استیک حاصل می‌شوند. CH_2CLCOOH - CHCL_2COOH - CCL_3COOH مونوکلرواستیک است. ترکیبات فوق از سموم دفع آفات نباتی هم می‌باشد و حتی در غلظتهای کم برای سلامتی انسان مضر است. البته بطور کلی نمی‌توان آنها را حذف کرد چرا که بیش تر آبهای آشامیدنی توسط کلر گندزدایی می‌شوند. حتی در ازن هم در نهایت برای اینکه باقیمانده داشته باشد از کلر استفاده می‌کنند.

CH_2BRCOOH - CHBR_2COOH - CBR_3COOH

به جز ترکیب گفته شده HAN (هالواستیک نیتریلها) هم می‌باشند.

بنابراین جمع هالواستیکها 9 ترکیب می‌باشد.

تری کلرو اتیلن در لباسشوییها و خشک شوییها استفاده می‌شود و نباید بیشتر از 0/005 میلی گرم در لیتر در آب آشامیدنی وجود داشته باشد.

حداکثر مجاز کروم 0/05 میلی گرم در لیتر است. روش ابرزیشن و رنگ سنجی برای اندازه گیری کروم استفاده می‌شود. ونیل کلراید: بسیار خطرناک و سمی است. حداکثر مجازش 0/002 میلی گرم در لیتر از طرف EPA گزارش شده و سرطانزا است. از طریق دستگاه GC قابل اندازه گیری است. و نیل کلراید از استانداردهای اولیه است.

ZINCE روی از نظر کیفیت آب از استانداردهای ثانویه است حداکثر مجاز آن 5 میلی گرم در لیتر است.

تری کلرواتان به عنوان پاک کننده در صنایع استفاده می‌شود پس از نظر بهداشتی مهم می‌باشد و می‌تواند وارد آبهای سطحی و زیرزمینی شود. اثرات سوء روی کبد، اعصاب و سیستم گردش خون می‌گذارد.

تری کلرو اتیلن: برای شستشو استفاده می‌شود و همچنین در خشکشوییها نیز استفاده می‌شود.

سولفاتها: وجود سولفات زیاد در آب از نظر سلامتی ایجاد مشکل می‌کند. بیشتر سولفات موجود در آب به صورت کلسیم می‌باشد که ایجاد سختی در آب می‌کند و تنها نمکی است که در صورت حرارت آب رسوب می‌کند (یعنی با افزایش دما، حلالیتش کاهش می‌یابد) و از نظر ایجاد طعم و بو مهم می‌باشند و از استانداردهای ثانویه هستند. توصیه شده که در آب

آشامیدنی بیشتر از 200 میلی گرم در لیتر نباشد. اگر میزان سولفات منیزیم آب زیاد باشد، ایجاد اسهال می‌کند. در رنگ چای و... هم تغییر ایجاد می‌کند. روش اندازه گیری آن اسپکتروفتومتری است (به کمک کلروباریم که در آب بی رنگ است)

کلر که وابسته به سدیم است میزان سرانه مصرف کلر سدیم در شبانه روز 5 گرم است. میزان کلر موجود در فاضلاب 0/005 میلی گرم در لیتر می‌باشد.

TDS و EC آبهای پذیرنده را، افزایش می‌دهد، مگر اینکه ظرفیت آب پذیرنده زیاد باشد.

برای اندازه گیری کلر از اسپکتروفتومتری استفاده می‌شود.

روشهای کنترل آب مقطر:

1- از نیترات نقره استفاده می‌کنند، اگر نیترات نقره به آب مقطر افزودیم و رنگ سفید پیدا کرد یعنی کلر دارد و

به تبع یونهای دیگر هم می‌تواند داشته باشد. $AgNO_3 \rightarrow NO_3^- + Ag^+ \rightarrow Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$

2- $BA + SO_4^{2-} \rightarrow BASO_4 \downarrow$

روش‌های 1 و 2 روشهای کیفی می‌باشند.

از روش‌های کمی کنترل آب مقطر، استفاده از EC است.

کلور می‌تواند مزه آب را شور کند چرا که وابسته به یون سدیم است.

کلور از استانداردهای ثانویه است.

برای تخمین TDS از رابطه بین TDS و EC استفاده می‌کنیم.

سلنیوم. بیماریهای پوستی، گوارشی، سیستم عصبی و... را ایجاد می‌کند.

سدیم در صورت زیاد بودن آن به همراه Cl ایجاد شوری در آب می‌کند و برای افراد مبتلا به فشار خون مضر است البته

تا 200 میلی گرم در لیتر مضر نمی‌باشد. در رزینها استفاده می‌شود. برای حذف سدیم از رزین کاتیونی قوی استفاده

می‌شود.

PAH₂ (پلی نوتریل آروماتیک هیدروکربن) از ترکیبات آلی است و روش اندازه گیری آن GC می‌باشد.

از دیگر ترکیبات آلی به نام PCB می‌باشد که به دلیل سرطانزا بودن حداکثر مجاز آن در آب 0/01 میلی گرم در لیتر PCB آشامیدنی می‌باشد. در بار نشستن تخم پرندگان مشکل ایجاد می‌کند و از طریق خوراکی و تنفسی وارد بدن می‌شود.

از طریق تنفس 1 میکرو گرم در m^3 و از طریق خوراکی 0/0005 میلی گرم در لیتر می‌باشد. پاراکلروبنزن از استانداردهای اولیه آب آشامیدنی است.

PH (POSITIVE POTENTIAL OF HYDROGEN ION) PH اگر میزان PH در لوله کم باشد یا زیاد باشد ایجاد خوردگی می‌کند.

PH در چه فرمولی به کار می‌رود تا میزان خوردنده بودن آب را نشان دهد؟

در فرمول لانژلیه

NO_2^- , NO_3^- از نظر بهداشتی بسیار اهمیت دارند و اگر بیشتر از 45 میلی گرم در لیتر شود مشکل ایجاد می‌کند. در کودکان ایجاد BLUE BABY می‌کند و در صورت افزایش ایجاد سرطان می‌کند.

در چار پایان 100 میلی گرم در لیتر حداکثر مجاز آن است.

نیتريت هم ترکیب نامناسبی است. چون نیترات به وسیله باکتری احیاء کننده (کلروفرم) به نیتريت تبدیل می‌شود.

طبقه بندی اولیه رودخانه براساس کیفیت آب آنها

قابلیت مصرف	ملاحظات	ارائه طریق کیفیت آب	کلاس رودخانه
برای آشامیدن و سایر مصارف مانند پرورش ماهی	برای ماهیها سمی نیست	DO>80% Saturation	1A
	میانگین BOD نباید بیشتر از 1/5 میلی گرم در لیتر باشد	Ammonianot > 0/4 $\frac{mg}{l}$	
برای آشامیدن سایر مصارف مانند پرورش ماهی	برای ماهیها سمی نیست	DO>60% SLATURATION	1b
	میانگین BOD نباید بیشتر از 2 میلی گرم در لیتر باشد	BOD NOT >5 MG.LIT Ammonia Not > 0/4 $\frac{mg}{l}$	
برای آشامیدن پس از انجام مراحل تصفیه مورد نیاز برای بسیاری از ماهیها مناسب نیست	برای ماهیها سمی نیست	DO>40% SATURATION	2
	میانگین BOD نباید بیشتر از 5 میلی گرم در لیتر باشد	BOD NOT >9 mG/LIT	
برای آشامیدن مناسب نیست و برای سایر مصارف نیز باید کیفیت آن بررسی شود. آلودگی آن در حدی است که ماهی در آن وجود نخواهد داشت	حالت بی هوازی حاکم نیست	DO>10% SATURATION	3
		BOD NOT >17 MG /LIT	
بشدت آلوده است و می‌تواند باعث بروز عوارض سوء بهداشتی شود	--	DO<10% SATURATION برقرار حالت بی هوازی	4

طبقه بندی براساس GQA: (1996) برای رودخانه‌ها و کانال‌های رو باز

کیفیت آب	GRADE رتبه	% اشباع DO	MG/LIT BOD (ATU)	MG/LIT آمونیاک
خوب	A	80	2,5	0,25
	B	70	4	0,6
FAIR نسبتاً خوب	C	60	6	1,3
	D	50	8	2,5
پایین ضعیف POOR	E	20	15	9,0
BAD بد	F	کیفیت در یک یا چند پارامتر پایین تر از E		

برای جلوگیری از بروز پدیده نیتریفیکاسیون به نمونه‌های BOD ماده آلایل تیوریا اضافه شده است

$$ATU = ALLYL.....thiourea$$

در سال 1996 دوباره پارامترهای دیگری نیز درباره‌ی بررسی کیفیت آب رودخانه مد نظر قرار گرفت زیرا مشخص شده بود که به جز پارامترهای در نظر گرفته شده در طبقه بندی‌های قبلی، پارامترهای دیگری نیز بر کیفیت آب و اکوسیستم‌های آبی موثر می‌باشند.

همچنین تاثیر PH و سختی بر میزان سمیت و تغییر سمیت فلزاتی مانند روی، مس و نیکل به اثبات رسیده بود. براساس موضوع‌های فوق طبقه بندی دیگری ارائه شد که کلیه موضوع‌های مهم موثر بر حیات آبریان و اکوسیستم‌های آبی را در بر می‌گرفت و به نام استانداردهای طبقه بندی اکوسیستم رودخانه STANDARDS FOR RIVER ECO SYSTEM CLASESE نامیده است که در صفحه بعد آمده است.

رؤی کل $\frac{\text{mg}}{\text{l}}$	مس محلول $\frac{\text{mg}}{\text{l}}$	سختی کربنات $\frac{\text{mg}}{\text{l}}$ کلسیم	PH	آمونیاک		BOD $\frac{\text{mg}}{\text{l}}$	اشباع DO%	CLASS طبقه
				کل	حالت غیر یونی			
30 200 300 500	5 22 40 112	<10 >10<50 >50<100 >100	6-9	0,25	0,021	2,5	80	RE1
30 200 300 500	5 22 40 112	<10 >10<50 >50<100 >100	6-9	0,6	0,021	4,0	70	RE2
300 700 1000 2000	5 22 40 112	<10 >10<50 >50<100 >100	6-9	1,3	0,021	6,0	60	RE3
300 700 1000 2000	5 22 40 112	<10 >10<50 >50<100 >100	6-9	2,5	--	8,0	50	RE4
--	--	--	--	9,0	--	15,0	20	RE5

جدیدترین طبقه بندی کیفیت آب رودخانه براساس یافته‌های بیولوژیک و بانجام زیست آزمون‌ها ارائه شده است. برای ارائه این طبقه بندی 25 گروه از بی مهرگان کوچک آبی مانند حلزون‌ها، میگوها و کرم‌های آبی مطالعه شده‌اند. علت انتخاب این موجودات تحرک بسیار پایین، طول عمر نسبتاً بالا و حساسیت نسب به تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط آبی بوده است.

گروه‌های مطالعه شده به نام TAXA نامیده می‌شوند. هر گروه نیز شامل گونه‌های متفاوت می‌باشد. سپس گروه‌های انتخاب شده از لحاظ حساسیت و یا مقاومت نسبت به آلودگی در آزمایشگاه تعیین وضعیت شدند و مقاومترین گروه در برابر آلودگی با شماره 1 و حساسترین گروه نسبت به آلودگی با شماره 10 مشخص شد.

بقیه گروه‌های موجودات زنده نیز بر حسب حساسیت و یا عدم حساسیت بین شماره 1 تا 10 شماره گذاری شدند. به این ترتیب با مشاهده حساس ترین گروه در یک منبع آبی مشخص می‌شود که این منبع آبی پاکیزه است و اگر در منبع آبی گروه‌های حساس به آلودگی وجود نداشتند مشخص می‌شود که این آب دارای آلودگی است تا به حالتی می‌رسیم که فقط گروه شماره 1 یعنی گروهی از موجودات زنده در آن وجود دارند که به شدت نسبت به آلودگی مقاوم می‌باشند و این وضعیت نشان می‌دهد که این آب به شدت آلوده است.

همچنین تعداد و نوع موجودات بی مهره در یک منبع آب با حالتی که در آب کاملاً تمیز وجود دارد مقایسه می‌شوند. این طبقه بندی به صورت ذیل می‌باشد که به نام طبقه بندی بیولوژیک GQA نامیده می‌شود.

توصیف وضعیت	GRADE رتبه یا درجه
بیش تر گروههای موجودات بی مهره وجود دارند و گونه‌های مختلف از هر گروه نیز یافت می‌شوند به ندرت تنها یک گروه به صورت غالب وجود دارد.	VERY GOOD A
کاهش اندک در تعداد گروههای حساس به آلودگی و افزایش نسبی در گونه‌های مختلف گروههای مقاوم به آلودگی	GOOD B
تعداد زیادی از گروههای حساس به آلودگی وجود ندارند و یا تعداد گونه‌های آنها کاهش می‌یابد و افزایش قابل توجهی در تعداد گونه‌های مقاوم به آلودگی مشاهده می‌شود	FAIRLY GOOD C
گروههای حساس بسیار نادر می‌باشند. گونه‌های مقاوم با جمعیت زیاد ظاهر می‌شوند	FAIR D
گونه‌های حساس وجود ندارد و از لحاظ بیولوژیکی حیات به گونه‌ای مقاوم مشخص می‌شود. در بین گروه‌های مقاوم نیز برخی گروهها غالب هستند.	POOR E
مختص گروه‌ها مقام است که شامل برخی کرم‌ها، لارو پشه‌ها و زالوها می‌شود.	BAD F

لایه بندی حرارتی در دریاچه‌ها و مخازن رو باز THEMAL STRATIFICATION

یکی از عوامل موثر در کیفیت آب در دریاچه‌ها و مخازن رو باز لایه بندی آب می‌باشد. لایه بندی حرارتی هنگامی اتفاق می‌افتد که بدنه آب به بدو بخش با دو دانستیه متفاوت تقسیم شود که در این حالت آب با دانسیته زیاد در قسمت پایین و آب با دانسیته کم در روی آن قرار می‌گیرد. معمولاً عمده عامل بروز کاهش و افزایش دانسیته‌ی آب، تغییرات حرارتی محیط می‌باشد.

البته عوامل دیگری مانند افزایش شوری و املاح و مانند آن نیز می‌تواند بر دانسیته آب موثر باشد. خصوصیات آب در این دو لایه با هم متفاوت خواهد بود.

آب لایه سطحی با اتمسفر در تماس است و امکان انحلال گازهای مختلف از جمله اکسیژن در آن زیاد می‌باشد. ضمن آن که امکان دریافت هر چه بیشتر نور خورشید هم توسط این لایه بیشتر است. لایه زیرین امکان تماس کمتری با گازهای اتمسفری دارد ضمن آنکه تجزیه رسوبات آلی در کف دریاچه‌ها یا مخازن می‌تواند باعث کاهش هر چه بیشتر اکسیژن موجود در آن شود.

در اثر وقوع واکنش‌های anoxic در رسوبات کف گازهای مختلف و ترکیبات گوناگونی تولید شده و در بدنه آب گسترش پیدا می‌کنند. از این مواد می‌توان به آمونیاک، هیدروژن سولفاید، نیترات، فسفات، سیلیکات، ترکیبات آهن و منگنز و ترکیبات آلی بو دار اشاره نمود.

در زمستان امکان به وجود آمدن لایه بندی حرارتی وجود خواهد داشت. به این صورت که سطح دریاچه و مخازن رو باز در اثر تماس با اتمسفر که دمای آن بسیار پایین می‌باشد سرد شده و در بسیاری از مواقع به حدی می‌رسد که سطح دریاچه یخ می‌زند (یعنی به دمای صفر درجه سانتیگراد می‌رسد). و از طرف دیگر می‌دانیم که حداکثر دانستیه آبهای شیرین مربوط به دمای 4 درجه می‌باشد. لذا آبها با دمای حدود 4 به لحاظ چگالتز بودن به سمت کف حرکت می‌کند و آبهای سردتر و در حد یخ زدن به لحاظ چگالی کمتر در روی آن قرار می‌گیرد.

و به این ترتیب لایه بندی زمستانی در دریاچه حاکم می‌شود. به لحاظ سایه ایجاد شده به وسیله یخ و برف موجود در سطح دریاچه و تغییر زاویه تابش خورشید و افزایش روزهای ابری، به میزان قابل توجهی از انجام فتوسنتز در آب جلوگیری می‌شود و اگر دریاچه غنی از مواد آلی باشد اکسیژن محلول در بخشهای زیرین بشدت کاهش می‌یابد. در فصل بهار با افزایش نسبی دمای هوا و به دنبال آن ذوب شدن یخها و ورود آبهای با دمای بالاتر دمای آب در سطح دریاچه افزایش یافته و به حدود 4 درجه سانتیگراد می‌رسد. لذا با افزایش دانستیه به سمت کف دریاچه حرکت می‌کند و آبهای سخته به سمت بالاخره عمل می‌کنند.

چنین حرکتی معمولاً به لحاظ افزایش شدت وزش باد تشدید شده و باعث چرخش آب در دریاچه به مدت چندین هفته خواهد شد تا زمانی که دمای محیط به شدت افزایش یافته و در نتیجه‌ی آن دمای لایه‌ی سطحی آب افزایش می‌یابد.

این چرخش به نام چرخش یا زیرورو شدن بهاره **SPRING CIRCULATION** نامیده می‌شود. بانزدیک شدن فصل تابستان و آغاز گرما، آبهای لایه سطحی به سرعت گرم می‌شوند و به این ترتیب از چگالی آن کاسته می‌شود ضمن اینکه در این فصل از شدت وزش بادهای نیز کم می‌شود. این اتفاقات باعث می‌شود تا مقاومت در برابر اختلاط بین لایه سطحی و لایه زیرین افزایش یابد و لایه بندی تابستان در دریاچه حاکم شود. **SPRING Turn over**

با نزدیک شدن پاییز و کاهش محسوس دمای هوا که به همراه روزهای کوتاهتر و تغییر یافتن زاویه تابش خورشید می‌باشد، میزان از دست دادن دما از آب دریاچه بیشتر از میزان جذب حرارت می‌شود، بنابراین آبهای لایه سطحی مجاور هوا سردتر می‌شود و به این ترتیب چگالی آن از چگالی لایه‌های زیرین بیشتر شده و به سمت پایین حرکت می‌کند و آبهای زیرین با چگالی سطحی بر روی آن قرار می‌گیرد و به این ترتیب چرخش یا زیرورو شدن پائیزه **AUTUMNAL CIRCULATION** آغاز می‌شود.

این اختلاط به وسیله‌ی افزایش وزش باد تقویت می‌شود، تا زمانی که آب لایه سطحی یخ بزند و مجدداً لایه بندی زمستانی آغاز شود.

برای دریاچه‌ها و مخازن رو باز لایه‌بندی شده سه لایه در نظر گرفته می‌شود: لایه‌رویی یا سطحی که به نام لایه اپی لیمنیون EPILIMNION نامیده می‌شود، لایه زیرین و سردتر که بنام هایپو لیمنیون HYPOLIMNION نامیده شده و در اثر عدم اختلاط این دو لایه، لایه واسطی نیز به نام ترموکلاین THERMOCLINE به وجود می‌آید. قسمتی از منحنی دمای دریاچه که دارای شیب زیادی می‌باشد نشان دهنده‌ی این لایه‌ی واسط است.

در حالت چرخش یا اختلاط آب در دریاچه دمای آب تقریباً به حالت یکنواخت در می‌آید که به نام وضعیت هموترمال HOMOTHERMAL نامیده می‌شود. لایه ترموکلاهی نیز گاهی با نام متالیمنیون METALIMNION بیان می‌شود.

ضخامت لایه اپی لیمنیون به حساسیت دریاچه، تابش خورشیدی، دمای هوا و حرکات افقی آب بستگی دارد ولی ضخامت متوسط این لایه حدود 10 متر در نظر گرفته می‌شود اما در دریاچه‌های بزرگ می‌تواند به 30 متر هم برسد. آب این لایه گرمتر بوده و تحت تاثیر باد قرار می‌گیرد و محل مناسبی برای رشد الگ ها خواهد بود که در فصل تابستان می‌تواند مشکلاتی را در تصفیه خانه‌های آب آشامیدنی از لحاظ ایجاد و مزه ایجاد نماید.

لایه هیپولیمنیون دارای آب راکدتر و سردتری نسبت به لایه اپی لیمنیون می‌باشد. اگرچه بخش قابل توجهی از غذای ماهیها در لایه سطحی یافت می‌شود ولی بسیاری از گونه‌های ماهی‌ها، این لایه‌ی تاریک و سرد را برای زندگی کردن مناسب تر می‌دانند. فتوسنتز در هیپولیمنیون به لحاظ عمق زیاد و عدم رسیدن نور مناسب صورت نمی‌گیرد.

در آبهای غنی از مواد مغذی NUTRIENT- RICH غلظت کربن دی اکسید در این لایه افزایش و DO این لایه به اتمام می‌رسد. لایه‌ی ترموکلاین لایه‌ی بسیار نازکی می‌باشد و بخش چسبیده به لایه اپی لیمنیون است، لایه سطحی آب از لحاظ کیفیت مناسبتر است زیرا تجزیه‌ی بی هوازی و آنوکسیک مواد آلی در کف دریاچه باعث تحلیل کیفیت لایه زیرین می‌شود.

چرخش های بهاره، و پاییزه باعث اختلاط آب شده و عوامل نامناسب و ناخواسته را نیز در لایه‌های مختلف آب مخلوط می‌سازد. در فصل پاییز که مرگ و میر و تجزیه الگ‌ها بیشتر رخ می‌دهد و احتمال وقوع حالت بی هوازی نیز در لایه زیرین افزایش می‌یابد، نیاز به کنترل بو در صورت استفاده از این آب برای آشامیدن محسوس خواهد بود.

لایه بندی در دریاچه‌های کم عمق SHALLOW LAKES به لحاظ دخالت اثر باد به ندرت اتفاق می‌افتد ولی لایه بندی زمستانی در این دریاچه‌ها نیز امکان وقوع بیشتری دارد. باد تا عمق 10 متری می‌تواند در اختلاط آب دریاچه موثر باشد ولی معمولاً نسبت سطح به عمق دریاچه بر میزان تاثیر باد اثر گذار است.

منظور از دریاچه‌ها در بحث لایه بندی آب، دریاچه‌های هستند که باد با سرعت 20 کیلومتر در ساعت در مدت حدود 6 ساعت بتواند آب آن را به هم بزند.

زیر و رو شدن لایه‌های مختلف در دریاچه‌های نقاط مختلف جهان به صورت یکسان و دو بار در سال صورت نمی‌گیرد که با دخالت دادن وضعیت‌های مختلف آب و هوایی می‌توان تقسیم بندی ذیل را درباره‌ی دریاچه‌ها براساس وضعیت اختلاط و لایه بندی آنها ارائه نمود.

cold monomictic lakes: در مناطق معتدل وجود دارند. چرخش آب یا زیر و رو شدن آب دوبار در سال رخ می‌دهد. نحوه چرخش پیش از این بیان شد. این نوع دریاچه‌ها متداول ترین نوع دریاچه‌ها از لحاظ لایه بندی و چرخش آب می‌باشند.

Warm monomictic lakes: دیک استوا و نواحی که بشدت تحت تاثیر آب و هوای گرم هستند و دمای آب در این دریاچه‌ها در هیچ فصلی به کمتر از 4 درجه سانتی‌گراد نمی‌رسد.

Cold monomictic lakes: در این مناطق آب دریاچه هرگز به بیشتر از 4 درجه سانتی‌گراد نمی‌رسد و پروفیل عمودی دما بسیار محدود و حول و حوش 4 درجه سانتی‌گراد خواهد بود. این دریاچه‌ها فقط دارای لایه بندی زمستانی خواهند بود که در اثر بوجود آمدن پوشش یخ و استمرار آن در ماه‌های مختلف اتفاق می‌افتد و اختلاط آب زمانی رخ می‌دهد که یخ‌ها آب شوند.

Polymictic lakes: اختلاط چندین بار در سال رخ می‌دهد. این دریاچه‌ها در مناطقی که تغییرات دمای فصول مختلف قابل توجه نباشد ولی وزش باد نسبتاً شدید باشد واقع هستند. در مجموع دریاچه‌های کم عمق جزء این گروه می‌باشند.

Amictic lakes: این دریاچه‌ها معمولاً در مناطق استوائی واقع بوده و به لحاظ عمق زیاد، پایین بودن شدت وزش باد و جزئی بودن تغییرات دمایی اختلاط آب به خوبی و به صورت کامل انجام نمی‌شود. (اختلاط ضعیف Amictic lakes این دریاچه‌ها در مناطق قطبی وجود خواهند داشت. پوشش یخی در اینگونه دریاچه‌ها تقریباً دائمی است و چرخش آب

به لحاظ عدم وجود تغییرات دمایی قابل توجه هرگز رخ نخواهد داد. دریاچه‌های زیر زمینی نیز جزء این گروه قرار می‌گیرند.

علاوه بر تقسیم بندی فوق، می‌توان در یک تقسیم بندی کلی تر دریاچه‌ها را از لحاظ اختلاط به دو گروه تقسیم نمود:

آ- دریاچه‌های: دریاچه‌هایی که اختلاط کامل ستون آب در این دریاچه‌ها رخ نمی‌دهد. دریاچه‌ای OLIGOMICTIC و MONOMICTIC جزء این گروه قرار می‌گیرند.

ب- دریاچه‌های HOLOMICTIC: دریاچه‌هایی که اختلاط آب در آنها به صورت کامل انجام می‌گیرد. از این گروه می‌توان به دریاچه‌های DIMICTIC اشاره نمود.

وضعیت قرار گیری دریاچه‌های مختلف در گروه‌های نام‌برده به وضعیت آب و هوایی محل استقرار بستگی دارد که وضعیت آب و هوایی نیز با دو عامل ارتفاع از سطح دریا ALTITUDE و عرض جغرافیایی LATITUDE مرتبط است. منحنی‌های صفحه بعد دیاگرام دمایی انواع دریاچه‌ها و نیز وضعیت آنها را نشان می‌دهد.

تولید مواد آلی در داخل دریاچه تحت عنوان اتوتروپی AUTOTROPHY بیان می‌شود مانند رشد و تکثیر باکتریها و الگها و نیز مواد مختلف تولیدی توسط الگها که در آب رها می‌شود. ورود مواد آلی از کرانه‌های دریاچه و یا از طریق رودخانه‌های ورودی تحت عنوان آلتوتروپی ALLOTROPHY نامیده می‌شود.

به عبارت دیگر در این حالت علاوه بر تولید مواد آلی در داخل دریاچه (مواد آلی با منشأ داخلی یا INTERNAL) مواد آلی از خارج دریاچه به غلظت موجود آن اضافه می‌شود. (مواد آلی با منشأ خارجی یا EXTERNAL) و به این ترتیب امکان به وجود آمدن دریاچه‌های غنی از مواد هومیکی که به نام دریاچه‌های دیستروفیک DYSTROPHIC معروفند، فراهم می‌شود.

آب این دریاچه‌ها متمایل به رنگ قهوه‌ای می‌باشد که در برخی کتابها با عنوان BROWNWATER یا POLYHUMUSLakes بیان می‌شوند البته باید توجه داشت که در این گونه دریاچه‌ها مواد آلی ورودی بسیار بیشتر از مواد آلی تولیدی در داخل دریاچه می‌باشد.

تولید مواد آلی در داخل دریاچه به وسیله تولیدکنندگان اولیه PRIMARY Producer مانند فیتوپلانکتون‌ها و الگها و با استفاده از مواد مغذی ورودی از خارج دریاچه و یا مواد مغذی ناشی از تجزیه مواد آلی و یا انحلال رسوبات

آلی کف دریاچه انجام می‌گیرد بر اساس تقسیم بندی فوق دریاچه‌ها از لحاظ مقدار غلظت مواد آلی به چهار گروه اولیگو تروفیک، مزو تروفیک، اوتروفیک و هالیپرا تروفیک تقسیم بندی می‌شوند.

واتروفیکاسیون EUTROPHICATION پدیده‌ای است که در اثر ورود بیش از حد مواد مغذی به یک دریاچه یا رودخانه به وجود می‌آید و در طی این پدیده تولید الگ یا جلبک در این منابع عالی به شدت افزایش پیدا می‌کند. افزایش سریع جمعیت الگ‌ها می‌تواند عوارض سویی به کیفیت آب آشامیدنی داشته باشد. این پدیده همچنین می‌تواند بر فعالیتهای دیگر از قبیل ماهیگیری، شنا و جاذبه‌های توریستی موثر واقع شود. معمولاً بروز پدیده‌ی اوتروفیکاسیون در اثر ورود بیش از حد آلاینده‌های تولید شده توسط انسان مانند انواع فاضلابها و پساب‌های شهری صنعتی و کشاورزی، اتفاق می‌افتد.

البته به صورت طبیعی همواره مقداری مواد آلی و مغذی وارد دریاچه و رودخانه‌ها می‌شود که می‌تواند تا حدی سبب رشد جلبک‌ها و سایر ازیان شود. اوتروفیکاسیون در اثر افزایش بیش از حد ورود مواد آلی و مغذی (ورود غیر طبیعی) به این منابع آبی بروز پیدا می‌کند.

گفته می‌شود که اوتروفیکاسیون حاصل افزایش بیش از حد جمعیت، توسط صنایع و افزایش مصرف کودهای مختلف در زمین‌های کشاورزی می‌باشد.

عوامل موثر و نیز اثرات ناشی از اوتروفیکاسیون در شکل زیر نشان داده شده است.

اوتروفیکاسیون مستقیماً بر زنجیره غذایی در محیط آب موثر می‌باشد. الگ‌ها از کربن دی اکسید، کربن غیر آلی، اورتوفسفات و مواد مغذی با مقادیر برخی TRACE NUTRIENTS برای رشد و تکثیر استفاده می‌کنند. کل توده زنده BIOMASS تولیدی اعم از الگ‌ها و فیتوپلانکتون‌ها به عوامل عدیده‌ای بستگی دارد که یکی از آنها غلظت مواد مغذی ورودی می‌باشد. این گونه‌های گیاهی به عنوان منبع غذایی برای حیوانات میکروسکوپی ZOOPLANKTON محسوب می‌شوند.

ماهی‌های کوچک از زئوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. ماهی‌های بزرگتر از ماهیهای کوچکتر تغذیه می‌کنند.

این زنجیره غذایی به صورت طبیعی در منابع آب شیرین وجود دارد و به صورت روزمره اتفاق می‌افتد. میزان رشد موجودات با منشأ گیاهی (الگ‌ها و فیتوپلانکتون L) و به دنبال آن تعادل در این زنجیره غذایی مستقیماً به مقدار مواد مغذی در دسترس بستگی دارد.

و فور مواد مغذی بخصوص نیتروژن و فسفر می‌تواند باعث نامتعادل شدن تولید توده‌های الگ سبز - آبی شود که به راحتی به مصرف غذایی زئوپلانکتون‌ها نمی‌رسند. لذا آب به حالت کدر در آمده و وضعیتی حاکم می‌شود که به نام pea soup یا (سوپ نخود سبز) نامیده می‌شود.

توده‌های الگ شناور در سطح دریاچه توسط باد به سمت کرانه‌های آن برده می‌شود و در آنجا در اثر تجزیه الگ‌ها بوی بسیار بدی این نواحی را فرا می‌گیرد. توده‌های الگ تجزیه شده و از بین رفته نیز در کف دریاچه ته نشین می‌شوند که می‌توانند سبب کاهش میزان DO شوند.

در خطوط ساحلی کم عمق، رشد و تکثیر الگ‌ها و سایر گیاهان ریشه دار باعث مسدود شدن این سواحل می‌شود به نحوی که امکان شنا کردن و عبور و مرور قایق‌ها فراهم نخواهد بود. در این وضعیت معمولاً ماهی‌هایی که برای انسان ارزش غذایی دارند امکان حیات نخواهند داشت و جای خود را به گونه‌ی مقاوم تری می‌دهند. (به عنوان مثال ماهی قزل آلا frount جای خود را به ماهی خرادار PERCH خواهد داد که بعدها این ماهی نیز امکان حیات نداشته و جای خود را به ماهی بزرگتر مانند ماهی قنات CARP می‌دهد..

حتی در مواقعی که رشد الگ‌ها در حد متوسطی صورت بگیرد بسیاری از وقایع نام برده اتفاق خواهد افتاد و وزش باد، بوی ماهی ناشی از توده‌های الگ رابه ساحل خواهد آورد. عمق نفوذ نور خورشید در آب دریاچه نیز در میزان تولید الگ‌ها و توده‌های فیتوپلانکتون موثر خواهد بود. تجزیه باکتری‌هایی توده‌های الگ و رسوبات آلی کف دریاچه باعث کاهش DO در بخشهای مجاور کف دریاچه خواهد شد.

در تصفیه آب دریاچه‌های اوتروفیک برای استفاده در مصارف شرب، نیاز به سیستم‌های حذف بو و مزه به لحاظ ورودی برخی ترکیبات ناشی از الگ‌ها و تخریب آنها به آب وجود خواهد داشت. (کند کردن فرآیند اوتروفیکاسیون نیز کار بسیار دشواری می‌باشد و اگر دریاچه‌ای به صورت اوتروفیک در آید معمولاً این وضعیت تا مدت زمان بسیار طولانی ادامه خواهد یافت. حتی اگر مقدار ورود مواد مغذی به دریاچه کاهش یابد.)

علت اصلی این وضعیت نیز زمان ماند بسیار طولانی آب در دریاچه می‌باشد به نحوی که امکان تعویض کامل آب ورودی به دریاچه تا مدت های طولانی وجود نخواهد داشت. با توجه به اهمیت غلظت ترکیبات نیتروژنه و فسفره در بروز اوتروفیکاسیون در جلسات بعدی توضیحات بیشتری درباره‌ی این ترکیبات و نقش آنها در این پدیده داده خواهد شد.

همچنین باتوجه به اهمیت کلروفیل a در تعیین میزان بیوماس تولیدی و شدت اثر اوتروفیکاسیون در این خصوص نیز توضیحاتی داده خواهد شد.

کاهش غلظت اکسیژن در اعماق آب چسبیده به رسوبات کف دریاچه باعث احیاء منگنز و آهن و ورود مجدد آن از رسوبات کف به بدنه آب خواهد شد. همچنین کاهش غلظت اکسیژن و به وجود آمدن حالت آنوکسیک ANOXIC موجب حل شدن دوباره ی فسفر و برخی دیگر از مواد موجود در رسوبات خواهد شد.

البته در حالت آنوکسیک اولین عنصری که از رسوبات جدا شده وارد آب می شود منگنز است و به دنبال آن مولکولهای آهن و فسفر هم وارد آب می شوند. در این رسوبات معمولاً آهن به همراه فسفر و به صورت ترکیبات مختلف وجود دارد در شرایط اتوکسیک Fe^{3+} , Fe^{+2} که محلول در آب است احیاء می شود و به این ترتیب آهن به همراه فسفر وارد آب می شود. ولی در این شرایط تولید هیدروژن سولفاید خیلی زیاد نخواهد بود.

غلظت سولفات در ابهای شیرین کمتر از آبهای شور است و با برقراری شرایط احیاء (اکسیداسیون - احیاء) سولفات تمایل دارد که به صورت IRON MONO- SULPHIDE رسوب کند. وقتی که بخش قابل توجهی از سولفات موجود در آب به سولفید احیا شد، باکتریها انرژی مورد نیاز خود را از راه تولید گاز متان تامین خواهند کرد و به این ترتیب مقادیر زیادی از گاز مذکور در شرایط ANOXIC در آبهای شیرین تولید خواهد شد.

در منابع آبی تحت شرایط ANOXIC، نیتروژن به صورت NH_4^+ وجود خواهد داشت. در صورت وجود یونها و مولکولهایی مانند CH_4 , H_2S , Fe^{2+} , MN^{2+} مسائل مربوط به افزایش بو و مزه در آب حادث شده و در نهایت می تواند منبع آبی را برای مصارف شرب نامناسب سازد.

فسفر ورودی به لایه های پولیمینیون در طی دوره کمبود اکسیژن در لایه مذکور باقی خواهند ماند تا زمانی که زمان چرخش آب در دریاچه (OVERTURN) فرا رسد. در این موقع فسفر در کل ستون آب مخلوط شده و در نهایت می تواند جذب مولکولهای نامحلول هیدروکسید و اکسید آهن و یا جذب ذرات ریز آب شده و رسوب نماید. با لایه بندی آب و کاهش غلظت اکسیژن در لایه های پو لیمینیون دوباره ورود فسفر به بدنه آب و وقایع بعدی اتفاق خواهد افتاد که ورود فسفر به بدنه ی آب می تواند رشد الگها را تشدید نماید.

دریاچه های پشت سدها که آب موجود در آنها معمولاً به مصرف آشامیدن می رسد مکان مناسبی برای رشد گونه ای از الگهای سبز - آبی به نام اوسیلاتور یا OSCILLATORIA می باشد. این الگ ضمن بوجود آوردن مشکلات عمومی

مربوط به رشد الگها با وارد ساختن مواد سمی به آب می‌تواند محیط را برای زندگی موجودات زنده بزرگتر مانند ماهی‌ها نامناسب سازد. همچنین سموم منتشره از سیانوباکتريا که گونه‌ای از الگهای سبز- آبی می‌باشد در غلظت‌های بالا می‌تواند برای افرادی که از آب آلوده به آن مصرف می‌نمایند مشکل ساز شود.

نکات ذیل نیز می‌تواند با بحث اوتروفیکاسیون مرتبط باشد:

- در دریاچه‌های اولیگو تروفیک، فسفر فقط در مقادیر جزئی وجود دارد.
- نه‌رها و رودهای طبیعی که به وسیله فعالیت‌های شهری آلوده نشده‌اند مقادیر اندکی از فسفر را خواهند داشت ولی غلظت نیتروژن می‌تواند قابل توجه باشد.
- مقدار کمتری از فسفات در مقایسه با ترکیبات نیتروژنه از زمین‌های کشاورزی شسته شده و وارد منابع آبی می‌شوند.
- آب باران بیش‌تر حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات نیتروژنه می‌باشد.
- ورود تنها فسفات به منابع آبی نیز می‌تواند باعث افزایش قابل توجه رشد باکتریها و الگهای سبز- آبی شوند.
- برخی از الگهای سبز- آبی قادر به تولید سمومی هستند که می‌توانند برای سلامت موجودات خونگرم مخاطره آمیز باشد.
- ترکیبات از ته بیشتر از ترکیبات فسفره به سیکل بیوشیمیایی موجودات زنده باز می‌گردند.
- در دریاچه‌های اوتروفیک مقدار غلظت نیترات به مرور زمان کاهش می‌یابد که علت آن بروز پدیده دینیتریفیکاسیون DENITRIFICATION می‌باشد.
- حذف فسفات از فاضلاب ارزان‌تر و آسان‌تر است. (البته منظور روشهای حذف شیمیایی می‌باشد که معمولاً با افزودن $FeCl_3$ در پروسه لجن فعال انجام می‌گیرد).

اوتروفیکاسیون در رودخانه‌ها:

ورود فاضلاب شهری، صنعتی و کشاورزی تصفیه نشده به رودخانه باعث افزایش غلظت مواد آلی و کاهش شدید غلظت اکسیژن محلول شده و با بوجود آمدن حالت ANOXIC احتمال افزایش غلظت آمونیاک و نیترات در پایین دست رودخانه افزایش می‌یابد.

البته میزان تاثیرات فاضلاب ورودی به نسبت باروری و دبی جریان رودخانه بستگی خواهد داشت. کاهش غلظت اکسیژن حتی تا 100 کیلومتر دور از محل تخلیه فاضلاب نیز مشاهده شده است. با ورود فاضلاب به رودخانه مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی بخصوص ترکیبات نیتراته و فسفات نیز به آب رودخانه اضافه می‌شود.

اوتروفیکاسیون در رودخانه‌های کوچک با رشد ماکروفیت‌ها MACROPHYTE همراه است. در حال که در رودخانه‌های بزرگ فیتوپلانکتون‌ها غلبه بیشتری نسبت به ماکروفیت‌ها دارند. در چنین وضعیتی غلظت کلروفیل به مقادیر بیش از 200 میلی گرم در لیتر می‌رسد مانند وضعیتی که در رودخانه LOIRE فرانسه و رودخانه راین RHINE آلمان دیده شده است. سد سازی و احداث مخازن مختلف در مسیر رودخانه می‌تواند باعث کاهش سرعت آب در رودخانه شود.

اوتروفیکاسیون می‌تواند باعث تغییرات قابل توجهی در مقادیر DO و PH در ساعات مختلف روز و شب شود در ساعات روز، میزان تولید اکسیژن (P) بیشتر از تجزیه مواد آلی و اکسیژن مورد استفاده (R) می‌باشد و به حد اشباع می‌رسد. در همین موقع PH به بیش از 10 می‌رسد. (بیشترین مقدار PH در ساعات اولیه بعد از ظهر خواهد شد) در ساعات شب غلظت‌ها عکس شده و مقدار DO به کمتر از 50% حد اشباع می‌رسد. وقتی که فاضلاب وارد همین رودخانه با مشخصات قید شده می‌شود، سیکل ذکر شده ادامه خواهد یافت ولی میانگین غلظت DO هرگز به حد اشباع نخواهد رسید و زمانی که $R > P$ باشد مخصوصاً در فصل تابستان و در رودخانه‌های با کدورت بالا، امکان به وجود آمدن حالت ANOXIC بسیار زیاد خواهد بود.

با توجه به تغییرات شدید PH و DO در رودخانه‌ها در طی ساعات مختلف شبانه روز اگر نمونه برداری از آب رودخانه در یک ساعت مشخص صورت گیرد می‌تواند اطلاعات غلطی درباره‌ی پارامترهای نام‌برده بدست آید. ولی مقادیر مواد مغذی و کلروفیل در ساعات مختلف شبانه روز تغییرات قابل توجهی نخواهند داشت.

در حالت او تروفیکاسیون به لحاظ افزایش PH، غلظت NH_3 افزایش می‌یابد که به لحاظ سمیت شدید برای ماهی‌ها می‌تواند زندگی آنها را به مخاطره اندازد. در رودخانه‌ای با جریان آرام نیز، اوتروفیکاسیون می‌تواند موجب رشد شدید الگ‌ها شود که آب آن را برای آشامیدن نامناسب می‌سازد و در صورت تصفیه نیز نیاز به فرآیندهای بسیار پیچیده‌ای خواهد بود.

میزان تخمینی کربن آلی فیتوپلانکتونی بر حسب میلی گرم در لیتر معادل مقادیر کل پیگمان های تولیدی (کلروفیل A و پیگمان های تجزیه شده) خواهد بود. حداقل کربن آلی فیتوپلانکتونی معمولاً معادل 30 برابر غلظت پیگمان های اندازه گیری شده بر حسب میلی گرم در لیتر برآورد می شود. این برآورد درباره ی رودخانه های غرب اروپا مورد مطالعه شده و تایید شده است. اثرات ناشی از اوتروفیکاسیون بر آب رودخانه های مختلف در جدول صفحه بعد آمده است.

راههای پیشگیری از اوتروفیکاسیون PREVENTING EUTROPHICATION

مواد مغذی اصلی مورد نیاز برای رشد موجودات با منشاء گیاهی عبارتند از: دی اکسید کربن، نیتروژن غیر الی و فسفات. مجموعه ای از مواد شیمیایی با مقادیر جزئی نیز مورد نیاز می باشد که می توان به آهن و منگنز اشاره نمود. راه اصلی کنترل رشد در دریاچه های اوتروفیک کنترل ورود مواد مغذی به دریاچه می باشد. البته آبهای رودخانه غیر آلوده به فاضلاب هم حاوی مقادیر قابل توجهی از کربن به شکل بیکربنات می باشند که می تواند منبع تولید CO₂ محسوب شود.

بسیاری از محققان معتقدند که عامل محدود کننده رشد در این دریاچه ها فسفات می باشد زیرا کربن به مقدار کافی برای استفاده موجودات گیاهی وجود دارد. با توجه به اینکه آله های سبز- آبی قادر به فیکسه کردن نیتروژن اتمسفری و استفاده از آن می باشند بنابراین حتی اگر قادر به کنترل نیتروژن ورودی به رودخانه باشیم هرگز نخواهیم توانست مسئله استفاده از نیتروژن اتمسفری را کنترل نمائیم. با موضوع گفته شده به نظر می رسد بهترین راه حل کنترل رشد در دریاچه ها و رودخانه های اوتروفیک، ممانعت از ورود فسفات به آب باشد.

میزان ورود نیتروژن و فسفات از زمین های کشاورزی بدون استفاده از کودهای شیمیایی به آبهای سطحی رقم قابل توجهی نخواهد بود ولی اگر همین زمین ها با استفاده از کودهای شیمیایی تقویت شوند و یا آلودگی به صورت غیر طبیعی در منطقه وجود داشته باشد (مانند فاضلابها که حاوی دترجنت ها می باشند مواد شیمیایی مختلف، خوراک دام و مانند آن) مقدار مواد نام برده در آبهای سطحی به شدت افزایش خواهد یافت. تخمین زده می شود که حدود 30% فسفات موجود در فاضلاب های شهری ناشی از مصرف دترجنت ها باشد.

مطالعات مختلف نشان می دهد که بیشترین مقدار قابل قبول مواد مغذی موجود در آب دریاچه ها در هنگام چرخش بهار آب که نمی تواند باعث رشد سریع الگ، و سایر گیاهان هرزه شود عبارت است از:

0/3 میلی گرم در لیتر برای آمونیاک و نیترات (جمع این دو) و 0/02 میلی گرم در لیتر برای اورتوفسفات. دریاچه‌های با میانگین سالانه غلظت کل نیتروژن 0/8 میلی گرم در لیتر و 0/1 میلی گرم در لیتر فسفات محیط بسیار مناسبی برای رشد موجودات گیاهی مذکور در فصول بهار و تابستان خواهد بود.

یکی از راههایی که برای کاهش ورود مواد مغذی به دریاچه‌ها و رودخانه‌ها پیشنهاد می‌شود ← منصرف ساختن فاضلابهای غنی از مواد مغذی و جلوگیری از ورود آنها به آبهای سطحی می‌باشد. نمونه این کار در ایالت ویسکونسین آمریکا انجام شده و فاضلاب تصفیه شده شهر MADISON به کمک احداث خط لوله به زمینهای بایر فرستاده می‌شود.

در این منطقه دریاچه‌ها و رودخانه‌های متعددی وجود دارد که پیش از اجرای این طرح اورتوفیگاسیون مشکل اصلی آنها محسوب می‌شد.

در مناطقی که امکان استفاده از خطوط لوله و کانال‌های انحرافی برای جلوگیری از ورود فاضلاب و پساب تصفیه شده به منابع سطحی آب وجود نداشته باشد نیاز به استفاده از فرآیندهای پیشرفته تصفیه Advanced TREATMENT برای حذف مواد مغذی از فاضلاب خواهد بود. همانگونه که قبلاً گفته شد سیستم‌های متداول تصفیه فاضلاب قادر به حذف قابل قبول نیتروژن و فسفر نخواهند بود.

کلیه فاضلابهای ورودی به رودخانه‌ها و دریاچه‌های بزرگ بایستی غلظت فسفر کمتر از 1 میلی گرم لیتر داشته باشد. این به آن معنا است که سیستم تصفیه فاضلاب استفاده شده باید راندمان 90% برای حذف فسفر را اعمال نماید. راههای حذف شیمیایی فسفر آسان‌تر و ارزان‌تر از حذف نیتروژن می‌باشد.

به لحاظ پرمزینه و پیچیده بودن سیستم‌های حذف نیتروژن و فسفر بایستی عمده فعالیت‌های برروی جلوگیری از ورود این ترکیبات به منابع آبی متمرکز شود.

گاهی نیز ایجاد تلاطم و هم‌زن مصنوعی به عنوان یکی از راه‌حل‌های کاهش اثرات اورتوفیکاسیون به‌ویژه در دریاچه‌ها پیشنهاد می‌شود. در این روش با ایجاد توربولانس باعث حرکت دادن فیتوپلانکتون‌های لایه روی آب به لایه‌های زیرین می‌شوند که نتیجه کار، کاهش تراکم فیتوپلانکتون‌ها و افزایش امکان اکسیژن‌گیری آب می‌باشد. همچنین با این کار بخشی از فیتوپلانکتونها نیز ته‌نشین خواهند شد.

استفاده از ماهی‌های علاقه مند به خوردن فیتوپلانکتون‌ها و افزایش تعداد آنها در منابع آبی نیز می‌تواند به کاهش اثرات ناشی از اوتروفیکاسیون کمک کند.

به کارگیری سیستم‌های هوا دهی مصنوعی در اعماق مختلف منبع آبی نیز می‌تواند در همین راستا به عنوان یک راه حل مد نظر قرار گیرد.

جلوگیری از لایه بندی آب در آبهای ساکن (مانند دریاچه‌ها و مخازن پشت سد) از طریق پمپاژ آب سرد از اعماق مخزن به سطح آب می‌تواند در جلوگیری از اثرات اوتروفیکاسیون موثر باشد.

با توجه به اینکه بو و مزه ناشی از جلبک‌های سبز کم‌تر از جلبک‌های سبز-آبی می‌باشد با پمپاژ آب از اعماق به سطح و کاهش دما محیط برای جلبک‌های سبز-آبی نامساعد شده و جلبک‌های سبز غلبه پیدا خواهند کرد.

سد سازی فیزیکی سطحی منابع آبی از الگ‌ها که اصطلاحاً درو کردن HARVESTING نامیده می‌شود به عنوان یک راه حل پیشنهاد می‌شود. در این روش با استفاده از وسائل و امکانات خاصی الگ‌ها از سطح آب جمع آوری می‌شوند.

اما این کار به عنوان یک راه حل کوتاه مدت و پرهزینه مطرح است زیرا نمی‌توان به این طریق غلظت مواد مغذی را هر منبع آبی کاهش داد و پس از جمع آوری الگ‌ها مجدداً رشد آنها صورت خواهد گرفت. دو تن از گیاهان آبی تنها حاوی 1 پوند فسفر و 10 پوند نیتروژن می‌باشند.

جذب مواد مغذی در بدن ماهی‌ها هم معمولاً زیاد نیست تا از طریق پرورش ماهی‌ها نسبت به جذب مواد مغذی محیط اقدام نمود. گوشت ماهی در حدود 0/2% فسفر و 2/5% نیتروژن دارد. گاهی استفاده از میکرواسترینرها MICROSTRAINERS که نوعی فیلتر می‌باشند برای فیلتراسیون آب و حذف فیتوپلانکتون‌ها پیشنهاد می‌شود که این کار نیز بسیار پرهزینه و در بسیاری از مواقع ناهمگن می‌باشد.

استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل جمعیت جلبک‌ها به عنوان آخرین راه حل مطرح می‌باشد که در این راستا اصلی ترین ماده استفاده شده سولفات مس می‌باشد. افزایش غلظت سولفات مس در آب باعث ایجاد سمیت برای ماهی‌ها شده و همچنین در صورت کاربرد آن برای مدتهای متمادی می‌تواند در رسوبات کف منبع آبی تجمع پیدا کند.

پس از استفاده از این ماده بایستی آن را در فواصل زمانی مشخص به آب اضافه نمود و یک بار استفاده از آن در فصل رشد الگ نمی‌تواند کمک موثری به کنترل جمعیت الگ‌ها بنمایند. این کار نیز هم از لحاظ مواد شیمیایی مصرفی و هم نیروی انسانی لازم بسیار پرهزینه می‌باشد.

وارد ساختن آب تمیز با دبی بالا به منابع آبی آلوده به مواد مغذی و مواد آلی در ابتدای ورود این مواد به منظور کاهش زمان ماند آب و خروجی سریعتر مواد مغذی و ترقیق آنها نیز می‌تواند به عنوان یک راه حل برای پیشگیری از اوتروفیکاسیون مطرح باشد. البته این کار دربارهی مخازن پشت سد و دریاچه‌های کوچک عملی است.

دفع زباله و فاضلاب

دفع زباله

مواد زائد جامد (زباله) Solid waste

به طور کلی زباله به موادی گفته می‌شود که پس از مصرف اولیه دیگر مصرفی برای آنها وجود ندارد.

جمع آوری و دفع زباله

جمع آوری و دفع غیر بهداشتی زباله خطرات زیادی از نظر انتشار بیماریهای واگیردار و تولید مگس، پشه، سوسک، موش و سایر ناقلین بیماری را به همراه دارد. همچنین خطر آلوده نمودن خاک، آب و هوا نیز توسط زباله وجود دارد. پراکندگی پسماندهای مواد غذایی در محیط زیست سبب افزایش تعداد سگهای ولگرد و حیوانات موذی شده، زمینه مساعدی برای انتشار بیماریهای مشترک میان انسان و حیوان فراهم می‌سازد.

پیشرفت و توسعه در شئون مختلف و خلاقیت در اور در صورتی امکان پذیر است که مردم از سلامت جسمی و روحی و امکانات رفاهی برخوردار باشند. به جرأت می‌توان گفت چنانچه هزینه درمان و زیانهای اقتصادی ناشی از عدم توانایی انجام کار توسط افراد مبتلا به بیماریهای مختلف ناشی از آلودگی محیط زیست، طی مدت یک سال محاسبه می‌شود با این رقم می‌توان امکانات و تحولات وسیعی برای نظافت شهرها و جلوگیری از آلودگی محیط زیست بوجود آورد. لذا برقراری سیستم مدیریت جمع آوری و دفع مواد زائد از جمله مواردی است که برای کنترل تولید، صرفه جویی و مصرف مواد و نیز فرآیند جمع آوری دفع زباله اهمیتی اساسی دارد.

کارایی این سیستم باید با توجه به بهداشت، اقتصاد و مهندسی محیط زیست منطبق بوده و هماهنگ با دیگر شرایط عمومی جامعه ریزی شود. در این برنامه تمامی اهداف اجرایی، مالی و مهندسی دفع زباله با روابط درون بخشی آن همچون سیاست، برنامه ریزی شهری و منطقه ای، اقتصاد و بهداشت عمومی به خوبی مد نظر قرار خواهد گرفت.

زباله شامل انواع و اقسام موادی است که توسط خانه‌دارها، افراد، موسسات اداری، تجاری و صنعتی، به صورت غیر قابل مصرف درآمده، دفع می‌شوند. مقدار و ویژگی‌های زباله بستگی به شرایط محلی، فصل، نوع فعالیت و طرز زندگی مردم دارد و بیش‌تر شامل دو بخش فسادپذیر و غیر قابل فساد است.

بخش فسادپذیر شامل موادی است که در نتیجه‌ی تهیه، آماده کردن و یا مصرف مواد غذایی حاصل می‌شود و به علت تجزیه و فساد سریع، ایجاد بوی نامطبوع نموده و محل مناسبی برای تخم ریزی و رشد حشرات و تکثیر موش می‌باشد. بخش فسادناپذیر به سایر مواد تشکیل دهنده زباله به استثنای مواد قابل فساد گفته می‌شود و شامل کاغذ، مقوا، کارتن، قوطی، چوب، کهنه، خاکستر و خاک و خاشاک حاصل از رفت و روب، لاشه حیوانات و ضایعات کارخانجات می‌باشد.

اهمیت بهداشت زباله

اصول بهداشت ایجاب می‌کند که زباله‌ها در کم‌ترین مدت ممکن از خانه‌ها، موسسات و محیط زندگی انسان دور شده، در اسرع وقت به روش بهداشتی دفع شوند. عدم جمع آوری و دفع غیر بهداشتی زباله نه تنها سبب انتشار و انتقال بیماری، ایجاد بو و بد منظره شدن محیط می‌شود، بلکه سبب آلوده کردن آب، خاک و هوا نیز خواهد شد.

جمع آوری حمل و دفع زباله باید به روشی انجام شود که خطرات ناشی از آن به حداقل ممکن برسد. دفع ناصحیح و غیر بهداشتی زباله می‌تواند محیط مناسبی برای نشو و نمای حشرات و ناقلین بیماری ایجاد کند. مهم‌ترین حشره ناقل، مگس خانگی است که از نظر انتقال و انتشار بسیاری از باکتریهای بیماری‌زا قابل اهمیت می‌باشد. این حشره داخل مواد آلی در فساد مانند زباله و فضولات انسانی و حیوانی تخم ریزی و نشو و نما کرده، با حرکت خود این فضولات عوامل آلودگی به پاها و کرکهای روی بدنش چسبیده، با نشستن و حرکت روی مواد غذایی و ظروف و سایر لوازم، آلودگی را منتقل می‌کند. علاوه بر مگس، پشه خانگی و سوسک نیز از حشراتی هستند که در محیط زباله و مکانهای جمع آوری و دفع زباله که رعایت نکات بهداشتی در آن معمول نشده باشد، تخم ریزی و نشو و نما می‌کند.

مهم‌ترین بیماری که توسط پشه خاکی منتقل می‌شود سالک است. سوسک نیز در محل‌های جمع آوری و نگهداری زباله و در مکانهایی که مواد آلی در حال فساد وجود دارد، نشو و نما کرده، می‌تواند آلودگیها را به مواد غذایی و ظروف و سایر لوازم منتقل کند.

از خطرناک‌ترین مضرات عدم توجه به دفع صحیح و بهداشتی زباله، افزایش و انتشار موش است. خطر افزایش موش را نمی‌توان به سادگی و هیچ بودجه ای جبران کرد ناراحتی‌های حاصل از موش از گاز گرفتگی ساده تا تب تیفوس و

طاعون، یرقان، تب مالت، تب راجعه و مسمومیت‌های غذایی، می‌تواند متفاوت باشد زباله علاوه بر مواد فوق می‌تواند سبب آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی، خاک و هوا شود.

جمع‌آوری و دفع زباله در کارخانجات

کارخانه‌ها برحسب نوع فعالیتی که انجام می‌دهند و برحسب نوع تولید، مواد زایدی ایجاد می‌کنند که باید بطور بهداشتی جمع‌آوری و دفع شوند تا مزاحمتی برای کارکنان و کارگران کارخانه و خانه‌های اطراف بوجود نیارد.

علاوه بر مواد زائدی که در نتیجه‌ی تولید محصول کارخانه حاصل می‌شود، هر کارخانه به علت داشتن کارگر، در رستوران خود مقدار بسیاری زباله خواهد داشت که بخش بزرگ آن فسادپذیر و قابل تخمیر بوده، از نظر بهداشتی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. در هر حال زباله تولیدی هر کارخانه اعم از فسادپذیر و یا غیر قابل فساد باید در کوتاه‌ترین مدت جمع‌آوری و به روش بهداشتی دفع شوند. بنابراین کارخانه ناچار است ضمن داشتن وسایل حمل متناسب با نوع زباله‌ی تولیدی، نسبت به حمل و دفع آنها اقدام کند.

برای جمع‌آوری زباله‌ی آشپزخانه و یا سایر زباله‌های فسادپذیری که در بخش‌های مختلف کارخانه احتمالاً تولید می‌شوند، لازم است به تعداد کافی زباله دان بهداشتی در بخش‌های مختلف آشپزخانه و یا سایر محل‌های مربوطه نصب شوند. به کارگران آموزش داده شود زباله‌ها را در زباله دان ریخته، تا به موقع جمع‌آوری و برای دفع به خارج حمل شوند.

ظروف زباله دان باید درب دار پدال پائی، از جنس قابل شستشو و ضد زنگ بوده، در دو طرف زباله دان باید دو دستگیره وجود داشته باشد تا حمل آن را آسان و حمل‌کننده را آلوده نکند. سرپوش زباله دان و یا درب آن باید کاملاً سالم و مناسب باشد تا زباله در دسترس حشرات و یا سایر حیوانات قرار نگیرد.

زباله‌هایی که به ترتیب بالا در زباله دان‌ها جمع‌آوری شده‌اند، باید هر روز و یا دست‌کم هر دو روز یک بار به محل مخصوص دفع زباله و دور از مناطق مسکونی، حمل شده و به روش صحیح و بهداشتی دفع شوند. زباله دان‌ها باید پس از هر بار تخلیه، کاملاً شستشو و نظافت شوند.

دفع زباله به روش‌های مختلفی مانند سوزاندن در دستگاه زباله سوز، تبدیل به کود، دفن بهداشتی انجام می‌شود. روش ساده و عملی که در بیش‌تر مناطق با هزینه‌ی کم قابل اجرا است، روش دفن بهداشتی با پر کردن زمین‌های پست می‌باشد.

در این روش زباله را در داخل شیارها و یا زمین‌های گودبرداری شده ریخته، روی آن خاک می‌ریزند و به اندازه کافی فشرده می‌کنند. این عمل را به طور مرتب تکرار کرده، تا شیار و یا اراضی گودبرداری شده کاملاً پر و هم سطح زمین شوند. سپس لایه آخر را با ریختن قشری از خاک، کاملاً فشرده می‌کنند. محل دفن بهتر است طوری انتخاب شود که رفت و آمد اتومبیل‌های حمل زباله به آن ایجاد آلودگی و مزاحمت نکند.

انواع زباله

به طور کلی انواع زباله در سه گروه به شرح زیر طبقه بندی می‌شود:

- ۱- مواد زائد شهری
- ۲- مواد زائد صنعتی
- ۳- زباله‌های خطرناک

مواد زائد شهری: زباله‌های شهری شامل پسماند مواد غذایی، باقی مانده مواد گوشتی، میوه و سبزی‌های ناشی از حمل، تهیه و پخت مواد غذایی و مواد فاسد شدنی، آشغال، زباله‌های جامد اشتعال پذیر و غیر قابل اشتعال، کاغذ، پلاستیک، چرم، لاستیک، مقوا، منسوجات، چوب، سفال، شیشه، قوطی‌های حلبی، قوطی‌های آلومینیومی، فلزات آهنی و غیر آهنی، خاک و ضایعات ساختمانی، خاکستر و مواد باقی مانده، موادی که از سوختن چوب، زغال سنگ، کک و سایر زباله‌ها اشتعال پذیر باقی می‌ماند، ضایعات ناشی از عملیات نوسازی بناها و تعمیر ساختمان‌ها (گرد و خاک، سنگ، سیمان، آجر، گچ، الوار و عملیات حرارتی، چکش کاری، لوله کشی، «الکتریکی» زباله‌های ویژه «ضایعاتی نظیر آشغال‌های خیابانی و کنار جاده‌ها، لاشه حیوانات، اتومبیل‌های اسقاطی و نظایر آن»، زباله‌های ناشی از تصفیه آب «ضایعات جامد و نیمه جامد موجود در پسابها، عملیات تصفیه پسابهای صنعتی» و... است.

منابع تولید زباله‌های شهری

مراکز مسکونی، مراکز تجاری، مناطق باز، مراکز تصفیه آب

ترکیب فیزیکی زباله:

اطلاعات مربوط به ترکیب فیزیکی زباله، شامل موارد زیر می‌باشد:

A - تعیین مواد تشکیل دهنده‌ی زباله‌های شهری

B - آنالیز ابعاد ذرات

$$C - \text{مقدار رطوبت} = (a-b) \times 100 = \text{مقدار رطوبت}$$

a

$$D - \text{دانشیته زباله} = \frac{m}{v} \text{ (kg)}$$

$$v \text{ (m}^3\text{)}$$

روشهای مختلف نمونه برداری برای کنترل آلودگی ناشی از زباله بسیار مهم است.

عوامل مؤثر در تولید زباله:

۱- موقعیت جغرافیایی

۲- فصل سال

۳- فرکانس جمع آوری زباله (به مقدار زباله جمع آوری شده مؤثر است)

۴- استفاده از آسیاب زباله در آشپزخانه

۵- ویژگیهای جمعیت

۶- وسعت اشیاء اوراق شده و حدود بازیابی آن

۷- رفتار و طرز برخورد عمومی

۸- وضعیت قانون گذاری

دور ریزهای صنعتی

دور ریزهای صنعتی آن دسته از مواد زائد هستند که حاصل فعالیت صنایع اند و شامل زباله، خاکستر، بقایای تخریب و نخاله‌های ساختمانی، ضایعات مخصوص و مواد زائد خطرناک می‌شوند.

مواد زائد خطرناک

دور ریزهایی که بلافاصله یا پس از گذشت مدتی برای حیات انسانها، جانوران و یا گیاهان خطر آفرین می‌شوند، تحت عنوان مواد زائد خطرناک طبقه بندی می‌شوند. اگر دور ریزی یکی از خواص زیر را داشته باشد، خطرناک خواهد بود.

1- قابلیت ایجاد جرقه، 2- خوردگی، 3- میل به واکنش شیمیایی و 4- ایجاد مسمومیت.

دور ریزهای خطرناک، در گذشته معمولاً به گروههای زیر تقسیم می‌شوند: 1- مواد رادیواکتیو، 2- ترکیبات شیمیایی، 3-

مواد زائد بیولوژیکی، 4- مواد زائد قابل اشتعال و 5- مواد منفجره. گروه مواد شیمیایی شامل مواد زائد خورنده، واکنش

پذیر یا سمی هستند. منابع اصلی پدیدآورنده‌ی مواد زائد بیولوژیکی خطرناک عبارتند از بیمارستانها و مراکز تحقیقات بیولوژیکی.

در بیشتر صنایع مواد زائد خطرناک به مقدار محدود تولید می‌شوند. شناسایی مقدار و انواع دورریزهای خطرناک به وجود آمده در هر منبع و توجه به منابعی که مقادیر قابل ملاحظه‌ای ایجاد مواد زائد می‌کنند، حائز اهمیت اند ولی متأسفانه درباره‌ی مقدار مواد زائد خطرناک حاصل از صنایع مختلف اطلاعات کمی در دسترس است.

پخش مواد زائد خطرناک در اثر ریزش یا سقوط آنها هنگام حمل باید در نظر گرفته شود. مقدار مواد زائد خطرناک که در هنگام حمل، پخش و پراکنده می‌شوند نامشخص است. پس از سقوط و پراکندگی مواد زائد مقدار آنها که این بار باید با احتیاط تصفیه شده و دفع شوند به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد، بویژه در جاهایی که یک ماده‌ی جاذب مانند کاه به جذب مایع موجود در مواد زائد خطرناک کمک کند و یا خاکی که مایع خطرناک در آن نفوذ کرده است، الزاماً باید حفر یا کنده شود تحت عمل مشابه آنچه که درباره‌ی مواد زائد خطرناک صورت می‌پذیرد قرار گیرد زیرا در این حالت کاه، مایع و خاک و مایع نفوذ کرده در کاه کاملاً جزء مواد زائد خطرناک شمرده می‌شوند.

مدیریت روزانه جمع آوری زباله

مدیریت مربوط به دفع روزانه زباله، موضوعی پیچیده و پر هزینه است. فعالیت‌های مستقیمی که به‌طور روزانه برای هماهنگی‌های لازم در این زمینه می‌بایست به کار گرفته شوند، شامل میزان تولید روزانه زباله، ذخیره سازی در محل، جمع آوری و انتقال و حمل و دفع نهایی آنها می‌باشد. این فعالیت‌ها به طور مستقیم در ارتباط با مدیریت زباله را دربر دارد. از این رو برای کسب رضایت عامه و صرفه جویی در هزینه‌های شهری می‌توان از راه سازمان دهی به وضعیت جمع آوری، تربیت کارگر، خرید لوازم و تعیین مسیر صحیح جمع آوری زباله تدابیر لازم را به عمل آورد.

در ضمن فعالیت‌های غیر مستقیمی که در برنامه مدیریت دفع زباله بوده و دارای اهمیت نیز هستند شامل سرمایه گذاری، عملیات و به‌کارگیری تجهیزات، پرسنل مورد نیاز، تخمین هزینه‌ها و اعتبارات، انعقاد قراردادهای، تدارکات، دستورالعمل‌ها و روابط عمومی می‌باشند، مدنظر قرار گیرد.

زمان جمع آوری زباله

در بیش‌تر شهرها، کار جمع آوری زباله در اوقات مناسب شبانه روز انجام می‌شود. بهتر است عملیات جمع آوری در مناطق تجاری؛ شب هنگام انجام گیرد تا اشکالی در رفت و آمد ماشین‌های بزرگ حمل و نقل زباله پدید نیاید. ولی جمع

آوری شبانه‌ی زباله در مناطق مسکونی به علت سروصدای زیاد مزاحم خواب و استراحت مردم خواهد بود. ضمن اینکه اگر مأموران شهرداری به موقع زباله‌ها را از جلوی خانه‌ها جمع آوری نکنند، گربه‌های ولگرد با پاره کردن کیسه‌های زباله، زباله‌ها را در سطح کوچه و خیابان پراکنده خواهند کرد.

به هر حال بهترین هنگام جمع آوری زباله از نظر ترافیک بین ساعات 4-6 بامداد بوده و این عملیات باید حدود ساعات 11 صبح پایان یابد.

تعداد دفعات جمع آوری

برای کسب بهترین نتیجه از نظر زیبایی و بهداشت محیط می‌توان در صورت مساعد بودن شرایط، دست کم هفته‌ای دوبار در زمستان و سه بار در تابستان نسبت به جمع آوری زباله مناطق مسکونی اقدام کرد. در مناطق تجاری باید در تمام طول سال روزانه زباله را جمع آوری کرد. یکی از محاسن برجسته جمع آوری سریع زباله، جلوگیری از به وجود آمدن محیط رشد و پرورش مگس است زیرا مدت لازم برای رشد و نمو مگس از مرحله تخم تا شفیره کمتر از یک هفته تخمین زده می‌شود. بنابراین در اماکن جمع آوری زباله نباید فرصت چنین رشدی وجود داشته باشد، بدین ترتیب زباله‌ها بایستی پیش از تشکیل شفیره منتقل شده و اماکن مربوطه ضد عفونی شوند.

کلیاتی از مشخصات وسایل جمع آوری

لوازم جمع آوری زباله در شهرهای مختلف از نظر نوع، میزان و سایر خصوصیات مواد تشکیل دهنده زباله کاملاً متفاوت است. برای رفع نیازهای بهداشتی اقتصادی باید کانتینرهای جمع آوری زباله سرپوش داشته باشند و با حجم متناسب به سادگی قابل حمل و نقل باشند این کانتینرها بایستی کاملاً آب بند بوده و مخزنی برای جمع آوری شیرابه زباله داشته باشند. اتاقت این نوع وسایل عموماً از فلزی ساخته خواهند شد که با PH پایین شیرابه زباله در مقابل هر گونه خوردگی مقاوم بوده و تمیز کردن آنها آسان باشد. از دیگر نکات مهم توجه به ارتفاع و ظرفیت ماشین آلات در ارتباط با نوع و میزان زباله‌ای است که باید جمع آوری شود. این گونه ماشین آلات دقیقاً متناسب با سیستم جمع آوری، فاصله تا محل دفع و تعداد پرسنل مورد نیاز برنامه ریزی خواهند شد.

استفاده از کامیون‌های روباز به طوری که در بسیاری از شهرداری‌ها رایج است دور از جنبه‌های بهداشتی و اقتصادی است. کاربرد دورکش یا توری برای پوشش زباله و ساختمان کامیون‌ها با شاسی کوتاه که ارتفاع بارگیری را کاهش دهد تا حدودی پاسخ‌گوی این مشکل است. بدیهی است جمع آوری زباله به کمک کامیون‌های پرس دار که با تجهیزات

مکانیکی مختلف برای بارگیری و تخلیه زباله استفاده می‌شود مقرون به صرفه است. نوع دیگری از کامیون‌های زباله کش به سیستمی مجهزاند که می‌توانند زباله‌هایی که در کانتینرهای ثابت یا متحرک جمع آوری شده اند به طور اتوماتیک بلند کرده و از عقب در مخزن تخلیه نمایند.

در سال‌های اخیر به کمک نیروی هیدرولیکی مبادرت به ساختمان کامیون‌های زباله کشی شده است که زباله را از عقب به طور خودکار خرد می‌کند و به داخل مخزن کامیون می‌فرستد. کاربرد کانتینرهای ثابت یا متحرک در مناطق پر جمعیت بویژه مجتمع‌های آپارتمانی که به‌تازگی رایج شده است گام مؤثری برای جمع آوری صحیح زباله است.

انواع سیستم جمع آوری زباله

1- سیستم کانتینر کشی (HCS):

سیستم‌های جمع آوری زباله که در آنها کانتینرهای نگهداری زباله به محل‌های دفع نهایی و حمل منتقل می‌شوند، به کانتینرکشی موسومند. این گونه سیستم‌ها به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند:

آ - جمع کننده‌هایی با کانتینرهای کمپرسی

ب - تریلرهای حمل آشغال و زباله

راننده این گونه وسایل نقلیه مسؤل بارزدن به درون کانتینرها و خالی نمودن آنها در محل‌های دفع نهایی زباله می‌باشد. در برخی وقت‌ها، از شخص دیگری نیز در امر بارزدن زباله به درون ماشین کمک گرفته می‌شود.

کانتینرهای روباز به طور معمول در مراکز ساختمانی و انبارها استفاده قرار می‌شوند. کانتینرهای بزرگ به همراهی کانتینرهای ثابت در ایستگاه‌های حمل و نقل و مراکز تجاری و صنعتی به‌کار برده می‌شوند. به دلیل حجم زیاد سیستم‌های کانتینر کمپرسی، استفاده از این وسایل به ویژه در سرویس‌های جمع آوری زباله‌های صنعتی خصوصی روز به روز ابعاد گسترده تری می‌یابد. کاربرد تریلرهای حمل آشغال، بیشتر برای جمع آوری زباله و مواد زائد سنگین نظیر سنگ، خورده فلز و الوار بویژه در مناطق ساختمانی و فعالیت‌های نوسازی می‌باشد.

2- سیستم‌های کانتینر ثابت (SCS):

سیستم‌های جمع آوری که در آنها کانتینرهای نگهداری زباله و ضایعات در محل تولید آنها ثابت باقی می‌مانند، کانتینرهای ثابت نامیده می‌شوند. تعداد کارگر برای بارگیری مکانیکی این گونه سیستم‌ها، مشابه سیستم کانتینرکشی می‌باشد.

در ضمن حجم و اندازه کانتینرهای ثابت در اصل با توجه به میزان زباله و چگالی آن طراحی می‌شوند. گنجایش کامیون‌هایی که در ایران حمل و نقل زباله را به عهده دارند از 7 تا 22 مترمکعب برآورد شده است. بدیهی است استفاده از سیستم کانتینرهای ثابت برای مجتمع‌های آپارتمانی نیز بسیار مطلوب است. این گونه سیستم‌ها به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند:

آ - سیستم‌هایی که مجهز به سیستم پرس و بارگیری مکانیکی باشند.

ب - سیستم‌هایی که در آنها وسائط نقلیه به صورت دستی بارگیری می‌شوند.

پس از آنکه وسیله نقلیه از زباله‌های جمع آوری شده در کانتینرها کاملاً پر شد، آنها را به محل دفع نهایی زباله‌ها منتقل می‌سازند. از آنجایی که ابعاد و انواع مختلف کانتینرها می‌توانند استفاده شوند اینگونه سیستم‌ها برای جمع آوری کلیه انواع زباله به کار برده می‌شوند، کاربرد اصلی آن، نقل و انتقال و بارگیری دستی زباله‌ها و ضایعات بویژه در مراکز صنعتی که امکان دسترسی و برداشت ضایعات توسط وسائط نقلیه وجود ندارد، می‌باشد.

3- سیستم کانتینر ثابت (بارگیری دستی)

مسیرهای جمع آوری زباله

پس از انتخاب جمع آوری زباله و تعیین تعداد کارگران و تجهیزات مورد نیاز، مسیرهای جمع آوری زباله باید به نحوی در نظر گرفته شوند که راندمان عمل به بیشترین مقدار خود برسد. در حالت کلی، نحوه قرارگیری مسیرهای جمع آوری زباله شامل یک پروسه سعی و خطا می‌باشد. به عبارت دیگر هیچ قانون ثابتی که به کارگیری در کلیه شرایط را داشته باشد وجود ندارد. فاکتورهایی که در نحوه قرارگیری و تعیین مسیر جمع آوری زباله می‌بایست در نظر گرفته شود عبارتند از:

- قوانین و سیاست‌های شرکت‌های موجود، مرتبط همچون محل فرکانس جمع آوری زباله.
- شرایط سیستم موجود نظیر تعداد کارگر و انواع وسیله نقلیه باید با یکدیگر هماهنگ شوند.
- زباله‌های تولیدی در مناطقی که از ترافیک سنگین برخوردارند، باید در نخستین ساعت روز جمع شوند.
- منابعی که انبوهی زباله در آنها تولید می‌شود، می‌بایستی در نخستین ساعت روز پاکسازی شوند.
- بهتر است در مکانهایی که مقدار زباله تولیدی اندک است و همچنین نقاط پراکنده برداشت زباله، طی هر سفر یا در همان روز سرویس لازم انجام پذیرد.

به طور کلی در تعیین مسیر، تراکم جمعیت، میزان تولیدی زباله، فرکانس جمع آوری زباله، نوع سرویس جمع آوری، تعداد افراد جمع آوری کننده، ظرفیت وسیله نقلیه جمع آوری کننده، نوع وسیله جمع آوری کننده، دانسیته زباله فشرده شده در داخل وسیله جمع آوری کننده زباله، محدودیت انتخاب مسیر (دورزدن در خیابان ممنوع، خیابان یک طرفه، چراغ قرمز، جمع آوری در هر طرف خیابان از سمت راست وسیله نقلیه صورت می گیرد و...) نقش مؤثری را ایفا می کنند.

ایستگاههای حمل و نقل

فاکتورهای عمقی که برای با طراحی ایستگاههای حمل و نقل می بایست مد نظر قرار گیرد، شامل موارد ذیل است:

- 1- انواع عملیات حمل و نقل
- 2- میزان ظرفیت مورد نیاز
- 3- تجهیزات و متعلقات مورد نیاز
- 4- نیازهای زیست محیطی

انواع عملیات حمل و نقل

- A تخلیه مستقیم B تخلیه ذخیره ای C ترکیبی از A , B
- A تخلیه مستقیم: در یک ایستگاه حمل و نقل با تخلیه مستقیم، معمولاً زباله های جمع آوری شده توسط وسائط نقلیه، مستقیماً به درون تریلرها، برای انتقال زباله به محل دفع نهایی تخلیه می شوند.
- B تخلیه ذخیره ای: در ایستگاه حمل و نقل با تخلیه ذخیره ای، زباله های جمع آوری شده به درون یک گودال ذخیره تخلیه شده و سپس توسط وسایل و تجهیزات کمکی گوناگون بارگیری می شوند.
- C ترکیبی از حالت A , B: معمولاً این گونه تأسیسات چند منظوره به گونه ای طراحی می شوند که قادر به ارائه سرویس در محدوده وسیع تری در مقایسه با تجهیزات یک منظوره می باشند. هم چنین به منظور سرویس بیشتر ایستگاههای چند منظوره می توانند به جداسازی مواد زائد نیز مجهز شوند.

تعیین محل ایستگاههای حمل و نقل

- در نزدیکترین فاصله ممکن به مراکز تولید زباله باشند.
- به سهولت قابل دسترسی به بزرگ راههای اصلی و در عین حال نزدیک به وسایل کمکی یا فرعی حمل و نقل باشند.

- مکانی که کمترین جمعیت را داشته و اعتراض و مخالفت‌های کمتری از نظر زیست محیطی نسبت به عملیات حمل و نقل در آنها وجود دارد.

- محلی که از نظر اقتصادی، ساختمان و انجام عملیات مقرون به صرفه باشد.

روش‌ها و وسائط حمل و نقل

A - وسایل نقلیه موتوری:

1- حمل و نقل زباله با کمترین هزینه‌ی ممکن انجام شود.

2- طی عملیات حمل و نقل، روی زباله‌ها پوشیده باشد.

3- وسائط نقلیه با ترافیک اتوبان طراحی شوند.

4- ظرفیت وسائط نقلیه از حد مجاز بار تجاوز نکند

5- روش‌های استفاده شده در امر تخلیه ساده و در عین حال قابل اطمینان باشند.

روشهای تخلیه تریلرهای حمل و نقل بر حسب آنکه نیاز به تجهیزات کمکی باشند یا اینکه عملیات تخلیه توسط خود تریلر صورت گیرد دسته بندی می‌شوند. تریلرهایی که خود عملیات تخلیه را انجام می‌دهند مجهز به مکانیزم هیدرولیکی می‌باشند که کف تریلر را به حرکت درآورند. یکی دیگر از سیستم‌های تخلیه کمکی بسیار مؤثر استفاده از سکوی شیب دار هیدرولیکی متحرک در محل دفع نهایی زباله است.

B - حمل و نقل زباله از طریق راه آهن و راه‌های آبی:

در کشورهایی که حمل و نقل از طریق اتوبانها با مشکلاتی توأم است مورد توجه است.

C - حمل و نقل زباله با سیستم‌های هوای فشرده:

سیستم‌های کانال خلاء و فشار ضعیف نیز برای نقل و انتقال زباله‌ها استفاده می‌شوند. متداولترین کاربرد، حمل و نقل زباله از آپارتمان‌های پر جمعیت یا مراکز فعالیت‌های تجاری به محل انجام پروسه‌های گوناگون زباله و یا بارگیری ماشین‌های حمل زباله می‌باشد.

روش دفن زباله Land fill

در حال حاضر دفع نهایی زباله در داخل زمین یا بر روی آن تنها روش مناسب برای حمل دراز مدت زباله‌های جمع آوری شده ای که قابل استفاده مجدد نباشد، مواد باقی مانده ناشی از عملیات و انجام پروسه‌های مختلف بر روی زباله، مواد باقی مانده پس از بازیابی محصولات تبدیلی و یا انرژی بدست آمده می‌باشند.

روش دفن یک روش نمایی است که بیش تر برای زباله‌های شهری مورد استفاده می‌شود. دفن بهداشتی زباله یک عملیات مهندسی ویژه است که بر اساس آن زباله را چنان در دل خاک مدفون می‌کنند که لایه بندی و پوشش آنها هیچ زیانی به محیط زیست انسان و دیگر موجودات زمین نرساند.

طی عملیات، حجم زباله به حداقل ممکن می‌رسد و در پایان هر روز لایه‌های زباله به طور صحیح با خاک پوشانده خواهند شد، بنابراین دفن بهداشتی زباله در حقیقت روش کنترل شده ای از دفع مواد زائد جامد است به نحوی که این مواد بر اساس طرح پیش بینی شده برای همیشه از محیط زندگی انسان خارج شده و در خاک محفوظ بماند. در این روش مشکل بو، دود، آلودگی‌های خاک و آب‌های زیرزمینی و سطحی وجود نداشته و اماکن دفن زباله، به کانون پرورش موش و سایر موجودات موذی تبدیل نمی‌شود. عملیات دفن بهداشتی یک پروژه مهندسی ویژه است که در آن شیرابه‌ی زباله و گازهای تولید شده توسط زباله قابل کنترل است. ردیابی نشت شیرابه، به آبهای زیرزمینی ضروری می‌باشد.

نکات مهم در انجام دفن بهداشتی شامل:

A - انتخاب سایت مناسب

B - روش‌ها و عملیات دفن

C - گازهای متصاعد شده و شیرابه‌ها در مناطق دفن

D - حرکت و کنترل گازها و شیرابه‌ها

A - انتخاب سایت مناسب:

فاکتور و عواملی که می‌بایست در ارزیابی میزان پتانسیل سایت‌های دفع نهایی زباله در نظر گرفته شوند عبارتند از:

- منطقه قابل دسترس که عمر مفیدی حداقل بیش از یک سال داشته باشد.

- مسافت حمل زباله که خود اثرات مهمی بر هزینه عملیات خواهد داشت

- وضعیت خاک و توپوگرافی محل (در ضمن مواد پوششی می‌بایست در دسترس و یا در نزدیکی سایت باشد).

- هیدرولوژی آبهای سطحی که نیازمندیهای مربوط به چگونگی تخلیه آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
- وضعیت هیدروژئولوژیکی و زمین شناسی، احتمالاً یکی از مهمترین فاکتورها در برپایی سایت محل دفن زباله بویژه برای آماده سازی سایت می‌باشد.
- وضعیت آب و هوایی (جوی)
- وضعیت زیست محیطی، نیازمندیها در ارتباط با صدا، بو، گرد و غبار، مسیر و فاکتورهای زیبایی محیط کنترل شوند.
- استفاده نهایی از سایت که مدیریت دراز مدت سایت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

B- روش‌ها و عملیات دفن:

- 1- روش سطحی 2- روش ایجاد خاکریز 3- روش حفر گودال
- 1- **روش سطحی:** در مواقعی که روش خاکریز مناسب نباشد استفاده می‌شود. عملیات پر کردن معمولاً با ساختن یک خاکریز که زباله‌ها را بصورت لایه‌های نازک درون آن قرار داده و فشرده می‌کنند آغاز می‌شود. در تمام مراحل پر کردن حفره، فشردن لایه‌های نازک زباله تا زمانی که ضخامت آن به 2 الی 3 متر برسد ادامه می‌یابد. در انتهای عملیات انجام شده در هر روز یک لایه 150 الی 300 میلیمتری از مواد پوششی روی قسمت‌های پر شده قرار داده می‌شود. مواد پوششی توسط کامیون یا تجهیزات متحرک زمینی، از زمینهای نزدیک سایت حمل می‌شوند.
- 2- **روش خاکریز:** بویژه در مناطقی که از مواد پوششی با عمق کافی برخوردار بوده و همچنین سفره آب زیرزمینی کاملاً زیر سطح زمین واقع است، استفاده می‌شود. برای مناطق کوچک دفن زباله در مرحله نخست توسط بولدوزر بخشی از خاکریز حفر شده و توده خاک در پشت نخستین خاکریز برای ساختن دیواره دپو تخلیه انبار می‌شود. سپس زباله درون خاکریز قرار داده شده به صورت لایه نازکی پخش و سپس فشرده می‌شوند این عمل تا حصول ارتفاع مورد نظر ادامه یافته و روی مواد زباله انباشته شده با مواد پوششی پوشانده می‌شود.
- 3- **روش حفر گودال:** در مناطق بزرگ دفن زباله به کمک ماشین حفاری و یک یا چند ماشین شیارکش، گودال 4 گوش عمیقی حفر می‌شود. همهی نقاطی که در آنها بطور طبیعی یا مصنوعی گودال‌هایی موجود است که می‌توانند به خوبی برای عملیات دفن زباله مورد استفاده قرار گیرند.

تکنیک‌ها و روش‌های گودال در دفن زباله، بستگی به مشخصات هندسی سایت، ویژگیهای مواد پوششی در آن منطقه، مشخصات هیدرولیکی و زمین شناسی سایت و میزان دستیابی به آن دارد. در یک دره، عمل پرکردن از انتهای دره شروع و به دهانه‌ی آن ختم می‌شود. این عمل از تجمع آب در پشت منطقه دفن زباله جلوگیری به عمل می‌آورد. معمولاً زباله‌ها در کف دره بر روی هم انباشته شده و سپس به طرف دیواره دره تحت شیب 1 ال 2 فشرده می‌شوند. به دلیل مسائل ناشی از آلودگی آبهای سطحی محلی و ایجاد بوی نامطبوع، به ندرت مناطق مرطوب و دارای آب، برای دفن زباله استفاده می‌شوند. با استفاده از اینگونه مناطق، تدارکات ویژه ای برای جلوگیری از حرکت و جابجایی شیرابه و گازهای حاصل از محفظه‌های تکمیل شده لازم است. معمولاً این امر با خشک کردن محل و سپس پوشش دادن کف آن توسط یک لایه رسی و یا سایر مواد درزگیر (ژئوسنتتیک‌ها) انجام می‌شود. با استفاده از لایه‌ی رسی، به کارگیری تجهیزات خشک نمودن سایت بصورت پیوسته و مستمر بسیار ضروری است. همچنین سایت می‌بایستی به نحوی پرشود که از ایجاد فشارها به سمت بالا جلوگیری به عمل آید، زیرا این فشارها سبب حرکت لایه‌ها به سمت بالا و ایجاد شکاف می‌گردند.

سیستم‌های مهندسی برای بازیابی انرژی

تکنیک‌های فرآیندی

تکنیک‌های فرآیندی در سیستم‌های کنترل و دفع مواد زائد جامد به منظور بهبود بازده این گونه سیستم‌ها و بازیابی منابع (مواد قابل استفاده) و تهیه موادی برای بازیابی محصولات تبدیلی و انرژی به کار می‌روند. تکنیک‌های فرآیندی برای افزایش کارایی سیستم‌های کنترل و دفع مواد زائد جامد و بازیابی موادی که به طور دستی و غیراتوماتیک انتقال داده می‌شوند به کار می‌روند.

جدول تکنیکهای فرآیندی استفاده شده برای بازیابی مواد و تهیه مواد زائد برای فرآیندهای بیشتر

تکنیکهای فرآیندی	عملکرد	تجهیزات و یا تاسیسات نمونه و کاربرد آنها
تغییر شکل و اندازه مکانیکی	تغییر اندازه و شکل اجزای مواد زائد جامد	تجهیزاتی که برای کاهش اندازه مواد زائد جامد به کار می‌روند شامل آسیابهای چکشی، خردکن‌ها، خردکنهای غلطکی، آسیابها، برش دهنده‌ها، خردکنهای فکی، آسیابهای سوهانی و خمیرسازهای هیدرولیکی است.
جداسازی اجزا به صورت مکانیکی	جداسازی مواد قابل بازیافت معمولاً در یک تاسیسات فرآیندی	غربالهای استوانه ای و صفحات متحرک برای مواد زائد تحت فرآیند قرار گرفته و یا تحت فرآیند قرار نگرفته، استفاده می‌شوند، صفحات غربالی مدور برای مواد زائد تحت فرآیند، تجهیزات زیگزاک، متحرک هوایی، چرخنده هوایی و برنده هوایی برای مواد زائد فرایند شده. شناورسازهای متحرک یا مایل، بادی، دنده ای، اینرسی و نوری که به منظور طبقه بندی و جداسازی مواد سبک و سنگین از میان مواد زائد جامد استفاده می‌شوند.
جداسازی به روش الکترومکانیکی و مغناطیسی	جداسازی مواد آهنی و غیرآهنی از مواد زائد جامد فرایند شده	جداسازی مغناطیسی روشی است که به منظور جدا کردن مواد آهنی از آن استفاده می‌شود. برای جدا کردن آلومینیوم از روش جریان مغناطیسی گردابی، برای جدا کردن شیشه‌ها در مواد زائد جامدی که فاقد قراضه‌های آلومینیوم و آهن اند از روش الکترواستاتیکی و برای جدا کردن مواد غیر آهنی از مواد زائد فرایند شده از سیال مغناطیسی استفاده می‌شود.
خشک کردن و آبگیری	حذف رطوبت از مواد زائد جامد	خشک‌کن‌هایی که به طریق هدایت، جابه جایی و تابش عمل می‌کنند برای خشک کردن ضایعات جامد و لجن استفاده می‌شوند. برای آبگیری لجن واحد تصفیه از سانتریفیوژ و عمل فیلتر کردن استفاده می‌شود.

تغییر اندازه به روش مکانیکی

هدف از کاهش اندازه، دستیابی به یک محصول نهایی است تا حد قابل قبولی یکنواخت باشد و در مقایسه با شکل اولیه اش اندازه کوچک‌تری داشته باشد. توجه به این نکته که کاهش اندازه ضرورتاً به مفهوم کاهش حجم نیست حائز اهمیت است. در برخی مواقع حجم کل مواد پس از کاهش اندازه ممکن است بیشتر از حجم اولیه شود. یک خردکن که به طور عملی در سیستم فرآیند مواد زائد جامد به منظور کاهش اندازه استفاده می‌شود.

جداسازی اجزاء به روش مکانیکی

جداسازی اجزا به منظور بازیابی منابع از مواد زائد جامد و در مواردی که انرژی و محصولات تبدیلی از مواد زائد فرآیندی بازیابی می‌شوند ضروری است. برای نمونه امروزه از غربالهای استوانه ای برای جداسازی مواد زائد فرایند نشده استفاده می‌شود و استفاده از این غربالها جایگزین خردکن‌ها در مراحل فرآیند مواد زائد جامد شده است. خردکن مواد زائد در وهله اول جای خود را به غربال کردن داده است زیرا:

1- خرد کردن موجب شکسته شدن شیشه و به دام افتادن مواد آلی در داخل قوطی‌های قلعی می‌شود.

2- خرد کردن موجب آلوده شدن کاغذها توسط مایعات و مواد آلی فاسد شدنی می‌شود.

3- عملیات خرد کردن نیازمند انرژی فراوانی است.

جداسازی به روش الکترومکانیکی و مغناطیسی

جداسازی مغناطیسی مواد آهنی در صنایع فلزی یک تکنیک مناسب به شمار می‌رود و در حال حاضر برای جداسازی مواد آهنی از مواد زائد جامد استفاده می‌شود. به تازگی برخی تکنیکهای الکترومکانیکی برای جداسازی مواد متعدد غیر آهنی مورد استفاده شده است.

خشک کردن و آبگیری

در بسیاری از سیستم‌های خاکسترسازی و بازیابی انرژی از مواد زائد جامد به منظور کاهش وزن، جزء خرد شده مواد خشک می‌شود. اگر چه انرژی لازم به منظور خشک کردن مواد زائد بسته به شرایط محیطی متفاوت است اما انرژی لازم را می‌توان در حدود 4300 kJ/kg برای تبخیر هر کیلوگرم آب تخمین زد.

سیستم بازیافت مواد

مشخصات مواد

کاغذ، مقوا، پلاستیک، شیشه، فلزات آهنی و غیر آهنی از جمله مواد قابل بازیافت اصلی در مواد زائد جامد شهری هستند.

به منظور جداسازی اجزای دلخواه و انجام فرآیند بر مواد قابل اشتعال، برای بازیابی مواد یا انرژی، باید دیگرامهای عملیاتی ترسیم شود. مواد سبک قابل احتراق معمولاً به نام سوخت حاصل از دورریز (RDF) خوانده می‌شوند.

بازیابی مواد حاصل از تبدیل بیولوژیکی

محصولات به دست آمده از تبدیل بیولوژیکی مواد زائد جامد عبارتند از: کود ترکیبی، متان، پروتئینها و الکلهای مختلف و انواع مختلفی از ترکیبات واسطه ای.

تهیه کود ترکیبی و هضم بی هوازی دو فرآیندی است که بیش از همه‌ی فرآیندها توسعه یافته اند و توجه بیشتری به آنها شده است.

تولید کود ترکیبی (تبدیل هوازی)

اگر مواد آلی به استثنای پلاستیک، لاستیک و چرم از مواد زائد جامد شهری جدا شده و در عرض تجزیه باکتریایی قرار گیرند، محصول نهایی به جا مانده پس از فعالیت باکتریایی هاضم و غیرهاضم، کود ترکیبی یا هوموس خوانده می‌شود.

کل فرآیند که در برگیرنده جداسازی و تبدیل باکتریایی مواد زائد جامد آلی است به نام تولید کود ترکیبی شناخته می‌شود. تجزیه مواد زائد جامد آلی با وجود اکسیژن یا نبودن آن ممکن است به دو صورت هوازی یا بی هوازی صورت گیرد.

جدول ملاحظات مهم در طراحی فرآیندهای تهیه کود ترکیبی به روش هوازی

مورد	توضیحات
اندازه ذرات	برای دستیابی به بهترین نتایج اندازه مواد زائد جامد بین 25 mm (1 تا 3 in) باشد.
دانه بندی و اختلاط	زمان تهیه کود ترکیبی در اثر دانه بندی به وسیله مواد زائد جامد بالنسبه تجزیه شده تا حدود 5 درصد وزن قابل کاهش است. لجن فاضلاب نیز برای تهیه و آماده سازی زائادات جامد می‌تواند استفاده شود. موقعی که لجن افزوده می‌شود مقدار رطوبت نهایی متغییر کنترل کننده است.
اختلاط / چرخش	برای جلوگیری از خشک شدن، ایجاد کیک و کانالهای عبور هوا، مواد تحت فرآیند باید برحسب نیاز به طور مرتب مخلوط شوند یا بچرخند. تعداد دفعات اختلاط یا چرخش در مدت معین بستگی به نوع عملیات کود ترکیبی دارد.
هوای مورد نیاز	برای دستیابی به بهترین نتایج بویژه در سیستم‌های مکانیکی غلظت اکسیژن باقی مانده‌ی اولیه که به تمامی بخش‌های مواد تبدیل شونده به کود ترکیبی می‌رسد باید حداقل 50 درصد کل غلظت هوا را تشکیل دهد.
کل اکسیژن مورد نیاز	مقدار اکسیژن مورد نیاز به لحاظ تئوری قابل تخمین است.
میزان رطوبت	مقدار رطوبت در طی فرآیند تهیه کود ترکیبی باید بین 50 تا 60 درصد باشد. به نظرمی‌رسد که بهترین مقدار در حدود 55 درصد باشد.
دما	برای کسب بهترین تایج دما در چند روز اول باید بین 328k – 323k (55°C – 50°C) در بین روزهای بین 328k – 333k (55°C – 60°C) حفظ شود. اگر دما از 339k (66°C) تجاوز کند فعالیت بیولوژیکی به نحو قابل ملاحظه ای کاهش می‌یابد.
نسبت کربن به نیتروژن	برای تهیه کود ترکیبی به روش هوازی نسبت‌های کربن به نیتروژن بین 30 تا 50 بهتر از بقیه نسبتها هستند. در نسبت‌های کم‌تر آمونیاک از محیط خارج می‌شود. همچنین فعالیت بیوشیمیایی در نسبت‌های پایین تر با اشکال مواجه می‌شود. در نسبت‌های بیشتر نیتروژن ممکن است به عنوان یک داده مغذی محدود کننده عمل کند.
PH	برای کاهش کمبود نیتروژن به شکل گاز آمونیاک PH نباید از حدود 8/5 بیشتر شود.
کنترل میکروارگانیسم‌های بیماریزا و مخرب	اگر عملیات به نحو صحیح صورت گیرند، از میان بردن تمامی میکروارگانیسم‌های کشنده بیماریزا، بیدها و دانه‌های زائد در حین فرآیند تهیه کود ترکیبی امکان پذیر خواهد بود. برای دستیابی به این مهم دما باید بین 333 – 343k (70°C – 60) به مدت 24h ثابت نگاه داشته شود.

بیشتر عملیات تهیه کود ترکیبی شامل سه مرحله‌ی اصلی است:

- ۱- تهیه مواد زائد جامد
- ۲- تجزیه مواد زائد جامد
- ۳- تهیه محصولات و بازیابی

دریافت، طبقه بندی، جداسازی، کاهش اندازه و افزایش رطوبت مواد غذایی بخشی از مرحله آماده سازی را تشکیل می‌دهند. به منظور انجام مرحله تجزیه به چندین تکنیک توجه شده است. پس از آنکه مواد زائد جامد تبدیل به هوموس می‌شدند مواد مذکور آماده مرحله سوم یعنی آماده سازی و بازیابی محصول می‌شوند. این مرحله شامل آسیب کردن، اختلاط با مواد افزودنی متعدد، دانه بندی، بسته بندی، ذخیره سازی، حمل و در برخی از مواقع عرضه‌ی مستقیم به بازار است.

هضم بی هوازی یا تخمیر بی هوازی فرآیندی است که برای تولید متان از مواد زائد جامد به کار می‌رود. در بیش‌تر فرآیندها که گاز متان از مواد زائد جامد در اثر هضم بی هوازی تولید می‌شود، سه مرحله اصلی وجود دارد. اولین مرحله عبارت است از آماده سازی بخش آلی مواد زائد جامد برای هضم بی هوازی و این مرحله معمولاً شامل مراحل دریافت، تنظیم، جداسازی و کاهش اندازه است.

مرحله دوم عبارت است از افزایش رطوبت و مواد مغذی، به هم زدن، تنظیم PH تا حدود 6/7، حرارت دادن دوغاب تا دمای بین 328-333k (55-60°C) و هضم بی هوازی در یک راکتور با جریان پیوسته که محتویات آن به خوبی برای مدت زمانی بین 5 الی 10 روز مخلوط می‌شوند.

مرحله سوم عبارت است از جمع آوری، ذخیره سازی و در صورت نیاز جدا کردن اجزای گاز متصاعد شده در حین فرآیند هضم.

از لجن ته باتلاقها گازی متصاعد می‌شود که قابل سوختن است. بیوگاز در اثر تخمیر غیر هوازی مواد آلی موجود در لجن بوجود می‌آید. بنابراین در هرکجا شرایط تخمیر غیر هوازی مواد آلی فراهم شود چنین گازی تولید خواهد شد. بدین منظور انسان دستگاه بیوگاز را ساخت و از مواد آلی موجود در فضولات حیوانی، انسانی، ضایعات کشاورزی و زباله‌های شهری توانست بیوگاز تولید کند و آن را به مصرف سوخت برساند.

تکنولوژی بیوگاز به‌عنوان یک وسیله‌ی مؤثر و قابل اعتماد تولید سوخت گازی از ضایعات ارگانیکی مختلف نسبتاً ساده می‌باشد کاربرد بسیار متداول و معمولی آن عبارت است از هضم تفاله حیوانات، ضایعات کشاورزی و فاضلابهای خانگی.

مفهوم بیوگاز - مجموعه گازهای بیولوژیکی که از تخمیر فضولات حیوانی، انسانی و گیاهی در نتیجه‌ی فقدان اکسیژن و فعالیت باکتریهای غیر هوازی در یک محفظه تخمیر اصطلاحاً بیوگاز نامیده می‌شود.

فضولات جانوران و گیاهان تحت تأثیر شرایط مساعد در طبیعت قابل تجزیه بوده و به‌وسیله‌ی دو گروه متفاوت از باکتریهای هوازی و غیر هوازی قابل تغییر و تبدیل هستند.

باکتریهای هوازی مواد آلی فضولات را در مجاورت اکسیژن تجزیه می‌نمایند که محصول بافتهای آن هوموس و گازهای دیگر نظیر آمونیاک، دی اکسیدکربن و هیدروژن سولفور است.

باکتریهای غیرهوازی، دور از هوا و اکسیژن فعالیت نموده و می‌توانند تولید بیوگاز که بطور اهم ترکیبی از گاز متان (CH_4) و گاز کربنیک (CO_2) می‌باشد بنمایند.

این دو واکنش که به صورت عادی در طبیعت رخ می‌دهد میتواند بعنوان روشهایی برای تبدیل مواد زائد انسانی و حیوانی به فرآورده‌های مفید انتخاب شده و از همه مهمتر کمک بسیار مؤثری در تأمین انرژی حرارتی، مکانیکی و الکتریکی بنماید که آنرا مجموعاً بنام انرژی بیولوژیکی می‌نامند.

شناخت ترکیبات بیوگاز

گازهای حاصل از تجزیه مواد آلی در شرایط غیر هوازی اصولاً شامل دی اکسیدکربن و متان است ولی گازهای متعدد دیگر هر چند اندک وجود دارند که ممکن است مشکلات قابل توجهی را سبب شوند. اجزاء اصلی تشکیل دهنده بیوگاز حاصل از تخمیر پایدار در زیر داده شده است:

ترکیب بیوگاز و ارزش حرارتی آن بستگی به شرایط کارکرد بیوگاز دارد. ولی در شرایط معمولی بیوگاز شامل 60 تا 70 درصد متان (CH_4) و 30 تا 40 درصد کربن دی اکسید (CO_2) است. گازهای N_2 ، H_2 ، CO ، O_2 و H_2S به مقدار جزئی در بیوگاز یافت می‌شوند.

جدول 1-1 ترکیبات معمولی بیوگاز را نشان می‌دهد. ارزش حرارتی و قابلیت اشتعال بیوگاز بستگی به درصد متان موجود در آن دارد بنابراین توسط فیلترهایی، CO_2 موجود در بیوگاز را تقلیل میدهند و به همین ترتیب هیدروژن

سولفور موجود را نیز که دارای بوی زننده است از بیوگاز جدا می‌کند. اگر مقدار کربن دی اکسید در بیوگاز بیش از 50 درصد باشد بیوگاز قابل احتراق نیست.

درصد متان در بیوگاز بستگی به دما و عملکرد دو نوع مواد اولیه دارد. در دماهای پایین درصد متان بیشتر است. درصد متان برای مواد اولیه علوفه ای زیاد بوده و حتی به 70٪ هم می‌رسد در حالیکه درصد متان برای کود گاوی 65٪ و برای کود مرغی 60٪ می‌باشد.

جدول 1-1 ترکیبات بیوگاز در شرایط معمولی

درصد	ترکیب شیمیایی	نام ماده
68/8	CH ₄	متان
29	CO ₂	کربن دی اکسید
۱-	N ₂	نیتروژن
-1	H ₂	هیدروژن
0/1	CO	مونوکسید کربن
0/1	O	اکسیژن
جزئی	H ₂ S	هیدروژن سولفور

همان‌طور که دیده می‌شود متان حدود 65٪ بیوگاز به دست آمده از تخمیر غیر هوازی را شامل می‌شود و گازی بی‌رنگ، بی‌بو و قابل اشتعال است که مقدار $3/37 \text{ Mj/m}^3$ انرژی دارد.

برای اینکه بیوگاز را بهتر بشناسیم برخی از خواص آن را در مقایسه با گازهای دیگر مورد مطالعه می‌کنیم. بیوگاز به مقدار خیلی کم از هوا سبکتر است و ارزش حرارتی آن 0/8 ارزش حرارتی گاز طبیعی است و با سرعت 40 سانتی متر بر ثانیه در هوا منتشر می‌شود.

اگر بیوگاز در آشپزی استفاده شود، در این صورت یک مترمکعب آن معادل 11 کیلوگرم کود گاوی یا 5/5 کیلوگرم چوب و یا نیم لیتر گازوئیل است.

اهمیت و فواید بیوگاز

فواید دستگاههای بیوگاز وقتی در سطح وسیعی اجرا شود، شامل تهیه انرژی، کود غنی و سالم سازی محیط است. دربارهی اقتصادی و یا غیر اقتصادی بودن این دستگاه نمی توان به طور عمومی و کلی بدون در نظر گرفتن شرایط عینی در هر منطقه صحبت کرد. در این تحقیق سعی می شود که مسائل مختلف بیوگاز از جنبه های تکنولوژی و بهره برداری آن به صورت بسیار ساده مورد تجزیه و تحلیل شود. امید است که مورد عنایت و توجه علاقمندان واقع شود.

نکته های مثبت در انجام برنامه های بیوگاز و تولید انرژی از فضولات عبارتست از:

- تجزیه لجن های فاضلاب
- تجزیه فضولات کشتارگاه
- استفاده از گاز متان در اماکن دفن زباله
- محدودیت منابع نفت و گاز در جهان
- نیاز بیشتر به انرژی و توسعه برنامه های بیوتکنولوژی
- توجه خاص به تصفیه فضولات روستایی
- نیاز به انرژی در مناطق سخت گذر
- تصفیه کودهای حیوانی از نظر پاتوژنها و بذر علفهای هرز
- تصفیه زباله های شهری و تهیه کود کمپوست به روش سیستم غیر هوازی
- بهسازی محیط در مناطق روستایی

دستگاه بیوگاز وسیله ای است که گاز سوخت دستگاههای صنعتی و نیازهای گرمایی خانه های روستایی را بدون خطر آلودگی هوا تأمین می نماید. تهیه کودهای زراعی بسیار مفید که می تواند محصولات کشاورزی را در شرایط مساعد تا 30 درصد افزایش دهد از فرآورده های ویژه این دستگاه می باشد. در بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب از این گاز مستقیماً در گرم نمودن دستگاهها و تا حدودی تأمین برق روشنایی استفاده می شود. بهره برداری از دستگاه بیوگاز در سطح روستا هم اکنون در بسیاری از کشورهای شرقی منجمله هندوستان، چین، تایلند، فیلیپین و کره جنوبی کاملاً مرسوم است به طوری که این دستگاهها در چین بالغ بر 7 میلیون و در هندوستان تا سال 1964، 2500 دستگاه و در سال 1978، 40000 دستگاه بیوگاز بوده است.

بر اساس مطالعات وزارت کشاورزی هندوستان ترکیبات شیمیایی این گاز اگر از پهن گاوی تولید شده باشد عبارتست از: گاز متان 50-60 درصد، گاز کربنیک 30-45 درصد، ازت 1-2 درصد، هیدروژن 0-1 درصد، هیدروژن سولفور و گاز اکسیژن نیز در حد بسیار کم.

انرژی حاصل از یک متر مکعب بیوگاز تقریباً برابر 8% متر مکعب گاز طبیعی 0/85 لیتر بوتان، 0/69 لیتر بنزین و 0/62 لیتر گازوئیل می‌باشد.

طبق مطالعات انجام شده در هندوستان گاز حاصل از تخمیر فضولات حیوانی و انسانی یک خانواده 4 نفری که دارای سه رأس گاو باشد، برای مصرف در پخت و پز و روشنایی این خانواده کفایت می‌کند.

مصارف بیوگاز:

در سطح روستاها وسایل کشاورزی مانند تراکتور، موتور آب، موتور آسیاب، خردکن‌ها علف و دیگر ماشین‌آلاتی که نیروی آنها به‌وسیله‌ی بنزین و یا گازوئیل تأمین می‌شوند. با تغییرات مختصری در ساختمان موتور می‌توانند از بیوگاز استفاده کنند.

جنبه‌های بهداشتی

عدم وجود پارازیت‌های بیماری‌زا و خنثی نمودن تخم بسیاری از علف‌های هرز در لجن‌های خروجی دستگاه بیوگاز مبین جنبه‌های بهداشتی و اقتصادی این دستگاه است. وجود باکتری‌های متان‌زا در محفظه تخمیر خود عاملی است که از رشد ژرم‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌نماید. گرمای مورد نیاز در تخمیر مواد و تهیه بیوگاز 35 – 30 درجه سانتیگراد می‌باشد. و تخمیر پهن گاوی در هوای گرم 50 روز به طول می‌انجامد.

مزایای توسعه دستگاه‌های بیوگاز

توسعه صحیح دستگاه‌های بیوگاز و رواج آن در روستاها می‌تواند فوائد زیادی داشته باشد. بطور کلی از سه جنبه اصلی تولید انرژی، سالم سازی محیط زیست و تهیه کود غنی بسار حائز اهمیت است. البته همانطور که در بخش‌های بعدی توضیح داده خواهد شد تولید کود غنی و انرژی، لازم و ملزوم یکدیگرند و در صورتی یک دستگاه بیوگاز در تهیه‌ی کود غنی موفق است که در ایجاد بیوگاز هم موفق باشد.

در قریب به اتفاق روستاهای ایران، آشپزی و گرمایش خانه با استفاده از فضولات حیوانی انجام می‌گیرد. معمولاً فضولات حیوانی در محلی روباز که چندان هم از محل زندگی فاصله ندارد جمع‌آوری می‌شوند.

در اواخر تابستان و یا هر چند روز یکبار معمولاً خانمهای خانواده با دست و پای برهنه آنها را با آب مخلوط کرده و به صورت خشت‌هایی که به «پایه» معروف است در می‌آورند. پایه‌ها در آفتاب خشک شده و در جایی انبار می‌شوند تا در موقع لزوم به مصرف سوخت برسند.

پراکندگی این فضولات در مجاورت خانه‌های مسکونی که بیش‌تر کودکان از آنها به عنوان اسباب بازی هم استفاده می‌کنند، باعث آلودگی محیط زیست، تولیدمگس و بروز بیماریهای گوناگون در جامعه روستایی می‌شوند. هم‌چنین سوزاندن این فضولات علاوه بر اینکه راندمان حرارتی آن پایین است باعث به هدر رفتن مواد غنی موجود در کود میشود و به اینگونه لطمه زیادی به کشاورزی وارد می‌کند.

وجود سیستم‌های بیوگاز در روستاها، اولاً باعث می‌شود که نه تنها فضولات حیوانی بلکه اضافات کشاورزی و زباله‌های دیگر، همه روزه در دستگاه ریخته شوند و به اینگونه از پراکندگی آنها جلوگیری شده و از معرض کودکان و بقیه افراد خانواده دور خواهد شد.

ثانیا کود حاصله از این دستگاه به مراتب غنی‌تر از کود اولیه خواهد بود و استفاده از آن در کشاورزی باعث رشد تولیدات خواهد شد. ثالثاً گاز حاصله احتیاجات سوختنی خانواده را تأمین کرده بعلاوه در وقت افراد خانواده که برای تهیه مواد سوختنی صرف می‌شود صرفه جویی می‌شود. هم‌چنین گاز حاصله باعث حفاظت از مراتع و جنگلها و پوشش سبز محیط اطراف می‌شود.

استفاده از سوختهای حاصل از مواد زائد (RDF)

این قبیل سوختها که معمولاً به شکل پودر هستند در دیگهای باز صنعتی که در حال حاضر به کمک زغال سنگ یا نفت برای تولید انرژی استفاده می‌شوند به طور مستقیم قابل سوختن می‌باشند، سوختهای حاصل از مواد زائد جامد همراه با زغال سنگ کاملاً تکمیل نشده است، اما چنین به نظر می‌رسد که حدود 15 تا 20 درصد از گرمای ورودی ناشی از مواد زائد جامد باشد. با استفاده از نفت به عنوان سوخت، در حدود 10 درصد گرمای ورودی حاصل از مواد زائد خواهد بود. با توجه به میزان فرآیند سیستم‌های معلق، سوخت پخش کن و دوگردابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. به کمک ماشین‌های مکعب ساز کشاورزی می‌توان سوختهای متراکم حاصل از مواد زائد جامد تولید کرد.

تجزیه مواد به کمک حرارت (پیرولیز)

در میان فرآیندهای تبدیلی شیمیایی بسیار که مورد تحقیق قرار گرفته اند، به استثنای خاکسترسازها، به پیرولیز مورد بیشترین توجه شده است. به مقتضای نوع راکتور مشکل فیزیکی مواد زائد جامد تحت پیرولیز، می تواند از مواد زائد خام خرد نشده تا مواد زائد کاملاً پودر شده باقی مانده پس از دو مرحله خرد کردن و هوادهی تغییر نماید.

برعکس فرآیند احتراق که تا حدود زیادی گرمازا است فرایند پیرولیز به شدت گرماگیر است، به همین دلیل عبارت تقطیر مخرب نیز به صورت مترادف با پیرولیز به کار می رود.

خواص سه جزء اصلی حاصل از پیرولیز عبارتند از:

۱- جریانی از گاز که عمدتاً حاوی هیدروژن، متان، منواکسیدکربن، کربن دی اکسید و گازهای دیگر در ارتباط با خواص آلی مواد پیرولیز شونده می باشد.

۲- جزیی از قیر و یا جریان روغن که در دمای متعارف محیط مایع است و دارای ترکیباتی نظیر اسیداستیک، استون و متانل می باشد.

۳- پودری که از کربن تقریباً خالص همراه با مواد بی اثر وارد شده در فرآیند تشکیل شده است.

فهرست منابع برای مطالعه بیشتر

- 1- عمرانی - قاسمعلی (مواد زائد جامد) جلد اول انتشارات دانشگاه تهران
- 2- ه. س. پوی. د. ر. روو. ج. چیانو گلاس ترجمه کی نژاد محمدعلی (مهندسی محیط زیست) جلد دوم انتشارات دانشگاه صنعتی سهند چاپ اول 1378
- 3- ابطیحی علی و... دیگران (کلیات بهداشت و ایمنی شغلی) تهران سازمان تأمین اجتماعی چاپ اول 1380
- 4- جی. ای پارک. ک. پارک - مترجم دکتر حسین شجاعی تهران (کلیات خدمات بهداشتی بخش دوم جلد سوم) انتشارات سماط چاپ سوم 1378
- 5- عباسپور مجید (مهندسی محیط زیست) جلد 1 و 2 دانشگاه آزاد اسلامی

فاضلاب و دفع بهداشتی آن

پس مانده آبهای مصرفی را فاضلاب می گویند.

فاضلاب عبارت است از هر آبی که برای مصرف خاص تهیه شده باشد و به هر دلیلی کیفیت اولیه خود را برای آن مصرف از دست بدهد.

فاضلابها از راه آلوده کردن آبهای سطحی و زیرزمینی و خاک می‌توانند سبب آلودگی محیط و انتشار بیماریها شوند. به تعبیری دیگر فاضلاب مخلوط رقیقی است از انواع آبهای مصرف شده حاصل از فعالیت انسان در محیط منزل و یا محیط کار، که کیفیت آن بستگی به منشاء تولید و خواص آن دارد. یک متر مکعب فاضلاب می‌تواند 14 تا 20 متر مکعب آب را آلوده می‌نماید. برخی از عوامل آلاینده مانع از استفاده آب برای مصرف معین نظیر آشامیدن، استحمام، تفریح، زراعت، مصرف صنعتی و غیره می‌شوند که به آن Pollutant می‌گویند.

برخی دیگر از عوامل آلوده کننده موجود در فاضلاب برای انسان و موجودات دیگر مضر هستند که آنها را Contaminant می‌نامند.

بدلیل وجود مواد آلوده کننده مختلف در فاضلاب باید به نحو مناسبی نسبت به جمع آوری و تصفیه فاضلاب اقدام شود. در تصفیه فاضلاب سه هدف اساسی زیر مورد توجه است:

1- حفاظت از محیط زیست.

2- تأمین شرایط بهداشتی و پیشگیری از بیماریهای واگیر.

3- بازیافت و استفاده مجدد از فاضلابها.

فاضلابها را بسته به شکل پیدایش و خواص آنها به چهار گروه تقسیم می‌کنند:

1- فاضلابهای خانگی که از مواد زائد دفعی انسان مانند فاضلاب توالتها و همچنین فاضلاب دستگاههای بهداشتی از قبیل دستشوییها، ظرفشوییها، حمامها، رختشوییها و یا فاضلاب به دست آمده از شستشوی بخشهای مختلف منزل تشکیل شده اند.

2- فاضلابهای صنعتی که از آبهای زائد کارخانجات به علت در برداشتن مواد کف کننده مانند صابونها، انواع مواد شیمیایی و ترکیبات خورنده خساراتی به شبکه جمع آوری عمومی فاضلاب و یا سایر لوازم تصفیه وارد می‌کنند، بنابراین نمی‌توان فاضلابهای صنعتی را بدون تصفیه مقدماتی وارد شبکه جمع آوری فاضلاب شهر کرد. این گونه فاضلابها باید جداگانه جمع آوری و دفع شوند و یا اگر وارد فاضلاب روهای شهری می‌شوند باید پیش از ورود حتماً تصفیه مقدماتی روی آنها انجام شده باشد که فاضلاب صنعتی فاضلابهای تولیدی در کارخانهها و کارگاهها را شامل می‌شود. یک بخش

مربوط به مصرف آب در فرآیند تولید است و یک بخش مربوط به بخش اداری و مسکونی است. فاضلابهای صنعتی به دلیل تغییرات تنوع آلاینده ای موجود با فاضلاب خانگی بسیار متفاوت است مسائل مربوط به تصفیه فاضلابهای صنعتی پرهزینه است.

مصرف آب در برخی از صنایع:

نام صفت	مقدار مصرف آب بر حسب لیتر (حدوداً)	واحد تولید
صنایع غذایی		
تولید قند	..... 30,000.....	هر تن چغندر مصرف شده
نوشابه سازی	..... 2-6	هر یک لیتر نوشابه
لبنیات	..... 2-8	هر یک لیتر شیر
گوشت	..... 6-35	هر یک کیلو گرم گوشت زنده
کشتارگاه	..... 7-10	هر یک کیلو گوشت زنده
سبزیجات	..... 10-800	هر صندوق 24 تائی
صنایع سلولزی نساجی		
رنگ رزی الیاف - نساجی	..... 30-100.....	هر کیلو الیاف
چرم سازی - سبک	..... 100-200.....	هر جلد پوست گوسفند
چرم سازی - سنگین	..... 500-600	هر جلد پوست گاو
کاغذ سازی	..... 8000-40000	هر تن کاغذ
چوب (خاک اره)	..... 16000-24000	هر تن چوب
صنایع فلزی		
اتومبیل سازی	..... 10000-40000	هر دستگاه اتومبیل
آلومینیوم سازی	..... 240000	هر تن
تولید مس	..... 1000-20000	هر تن
فولاد	..... 3200-12000	هر تن
پتروشیمی		
تصفیه نفت (پالایشگاه)	..... 4000-12000	هر بشکه نفت خام

3- فاضلاب‌های سطحی که شامل فاضلاب حاصل از بارندگی، شستشوی خیابانها و معابر و جوی‌ها بوده دارای مواد مختلفی مانند برگ، شن و مقداری مواد آلی و معدنی است.

4- فاضلاب کشاورزی (Agricultural wastewater) منظور از این فاضلاب، زه کش مناطق کشاورزی است و بیشتر در اجتماعاتی مطرح می‌باشد که کشاورزی به طریقه مکانیزه و گسترده انجام می‌شود. فاضلاب مناطق کشاورزی معمولاً محتوای آفت‌کش‌های مختلف، سموم و کودهای شیمیایی است.

جمع آوری و دفع فاضلاب

جمع آوری و دفع فاضلاب‌ها به علت دارا بودن مواد آلی، معدنی و همچنین ترکیبات شیمیایی و انواع میکروارگانیسم‌ها، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. عدم جمع آوری و دفع بهداشتی فاضلاب علاوه بر خطر بهداشتی، سبب ایجاد مناظر زشت، بوهای ناخوش آیند و محیط مناسب برای تخم ریزی حشرات می‌شود.

ابتدایی ترین روش جمع آوری و دفع فاضلاب، استفاده از چاههای جاذب می‌باشد که قدیمی ترین روش دفع فاضلاب است. در این روش فاضلاب‌های تولید شده توسط لوله یا مجرای به چاه جاذب هدایت می‌شوند.

در سیستم‌های جدید جمع آوری و دفع فاضلاب، فاضلاب تولید شده توسط لوله‌های مخصوص که به وسیله‌ی افراد متخصص و بر اساس طراحی فنی و بهداشتی کار گذاشته می‌شوند به سمت تصفیه خانه هدایت شده، پس از انجام عملیات تصفیه پساب حاصل به آبهای پذیرنده مثل رودخانه‌ها و دریاچه‌ها تخلیه شده و یا از طریق زیر آبیاری و چاههای جاذب دفع می‌شوند.

بطور کلی سیستم‌های تصفیه فاضلاب به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

1- تصفیه فاضلاب برای واحدهای مسکونی مجزا و اجتماعات کوچک مانند بیمارستانها.

2- تصفیه فاضلاب برای اجتماعات بزرگ و شهرها.

سیستم‌های فاضلابرو

سیستم‌های مختلف شبکه فاضلابرو در اجتماع به سه صورت زیر وجود دارد:

1- سیستم مجزا یا جداگانه (Separate System): در این سیستم فاضلاب بهداشتی در یک شبکه فاضلابرو و

سیلاب در یک شبکه فاضلابروی جدا جمع آوری و انتقال می‌یابند.

2- سیستم مشترک یا مرکب (Combined system): در این سیستم فاضلاب بهداشتی و سیلاب به طور مشترک در یک شبکه فاضلابی جمع آوری و انتقال می‌یابند.

3- سیستم نیمه مجزا یا نیمه مشترک (Partially Separate or Partially Combined System)

در این سیستم فاضلاب بهداشتی و آبهای سطحی ناشی از منازل از طریق یک فاضلابی انتقال می‌یابد و بقیه سیلاب در شبکه دیگری جمع آوری و انتقال می‌یابد.

هر کدام از سیستم‌های فوق مزایا و معایب خاص خود را دارند و برای انتخاب سیستم مناسب باید مطالعات اولیه در محل صورت گیرد اما بطور کلی در روشهای پیش رفته چه در شهرهای کوچک و چه در شهرهای بزرگ، سیستم مجزا بدلیل مزایای خاص ترجیح داده می‌شود.

الگوهای شبکه فاضلابی

الگوهایی که برای یک شبکه جمع آوری فاضلاب منظور می‌شوند به سطح کانال کشی و لوله گذاری، خصوصیات آب، توپوگرافی منطقه، نوع سیستم (از نظر مجزا یا مشترک بودن) روش تصفیه و دفع پساب و نهایتاً محل تصفیه خانه بستگی دارد. متداولترین الگوهای شبکه جمع آوری عبارتند از:

1- الگوهای شعاعی (Radial Pattern)

2- الگوهای عمودی (Perpendicular Pattern)

3- الگوی تقاطعی (Interceptor Pattern)

4- الگوی باد بزنی (Fan Pattern)

5- الگوی منطقه ای (Zonal Pattern)

هر کدام از الگوها مزایا و معایبی دارند که بر اساس شرایط منطقه و فاکتورهای فوق الذکر انتخاب می‌شوند.

ساختمان مجاری فاضلابی

برای احداث فاضلابی در هر اجتماعی می‌توان از لوله یا مصالح ساختمانی استفاده نمود. در این رابطه باید عواملی نظیر هزینه، استحکام، بدون منفذ بودن، مقاومت در مقابل خوردگی و فرسایش، وزن مناسب برای حمل و نقل، قابلیت دسترسی و غیره با دقت مطالعه و در نظر گرفته شوند.

انواع کانال‌های فاضلابرو عبارتند از: آزیست سیمان، آجر، چدن، سیمان معمولی یا بتون مسلح، سفال، سنگ، آهن، فولاد، پلاستیک، چوب و غیره.

هر کدام از فاضلابروها مزایا و محدودیتهایی دارند که باید با توجه به شرایط محلی و اقتصادی و با عنایت به عوامل فوق الذکر انتخاب شوند.

مقاطع فاضلابرو

بیشتر فاضلابروها با مقطع دایره ای ساخته و استفاده می‌شوند. این مقاطع به راحتی تولید و حمل و نقل می‌شوند و ویژگی‌های هیدرولیکی مطلوبی دارند، اما تحت شرایط زیر می‌توان از سایر مقاطع (غیردایره ای) استفاده نمود:

- تأمین سرعت خود شستشویی در فاضلابرو

- کاهش هزینه‌ها

- افزایش دهانه ورودی یا به عبارتی افزایش ارتفاع فاضلابرو

انواع مقاطع غیر دایره ای که معمولاً باید در محل ساخته و به کار برده شوند عبارتند از:

1- مستطیل یا چهارگوش یا جعبه ای (Box or Rectangular): معمولاً قابل کاربرد برای جریانهای بالای فاضلاب است و بیشتر برای انتقال سیلاب با ظرفیت بسیار بالا مناسب است. در صورت در نظر گرفتن یک کانال کوچک در کف آن برای انتقال فاضلاب شهری، مقطع بسیار عالی برای شبکه مشترک انتقال فاضلاب بهداشتی و سیلاب است.

2- تخم مرغی (Egg – Shapd or Ovid): این مقاطع ویژگی‌های هیدرولیکی مناسبی دارند اما ساخت آنها پر هزینه است. این نوع مقطع بیشتر برای انتقال فاضلاب و سیلاب به صورت مشترک استفاده می‌شود و مزیت مهم آن به مقطع دایره ای، تأمین سرعت بیشتر فاضلاب است و به سه تیپ مختلف ساخته می‌شود.

3- زنبیلی (Basket – handle): بیشتر برای شبکه‌های مشترک کاربرد دارد.

4- نعل اسبی (Horse shoe): کف این فاضلابرو به اشکال مسطح، دایره‌ای یا سهمی است و ارتفاع آن بیش از عرض است. بیشترین کاربرد آن در داخل تونلها و مسیرهای زیرزمینی است و در مواقع احداث فاضلابروهای بزرگ کاربرد دارند.

5- سهمی (Parabolic): قوس بالایی این مقطع فاضلابرو به صورت سهمی است و کف آن می‌تواند به صورت مسطح، سهمی یا بیضی باشد. این مقطع برای فاضلاب‌های کم کاربرد دارد.

6- نیم دایره (Semi Circular): برای شرایطی مناسب است که تغییرات جریان محدود باشد.

7- نیم بیضی (Semi Elliptical): بیشتر در مناطقی کاربرد دارد که خاک نرم و با ثبات است و معمولاً برای فاضلابروهای بزرگ با قطر 180 سانتی متر و بیشتر به کار می‌رود.

8- U شکل (U – Shaped): به سادگی قابل ساخت هستند و کف آنها می‌تواند نیم دایره یا مسطح باشد. در زمینهای سست دیواره‌های بیرونی را شیبدار می‌سازند.

اتصالات فاضلابروها

برای اتصال لوله‌ها از انواع اتصالات مناسب استفاده می‌شود که نوع آن به جنس لوله، فشار داخلی، بار خارجی، پی یا فونداسیون به کار رفته و غیره بستگی دارد. به هر حال یک اتصال خوب باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- قابل آب بندی و نفوذ ناپذیر
- سهولت ساخت
- کم هزینه و مصرف کمتر مصالح
- عدم نفوذ ریشه درختان در آن
- مقاومت به اسیدها و قلیاها
- بادوام
- قابلیت انعطاف

متعلقات شبکه فاضلابرو

برای نگهداری و بهره برداری سیستم فاضلابرو لازم است کارهای ساختمانی خاصی در طول شبکه انجام گیرد. به این واحدهای ساختمانی اضافه شده به شبکه، اصطلاحاً متعلقات شبکه فاضلابرو می‌گویند. مهمترین متعلقات شبکه عبارتند از:

آدم روها، آدم روها با دهانه ریزش، لوله بازدید، لوله شستشو، حوضچه دانه‌گیر، دهانه ورودی آب باران، حوضچه چربی‌گیر، حوضچه شستشو، سیفون معکوس، اتاقک اتصال، تنظیم‌کننده‌های جریان سیلاب و....

تهویه کننده فاضلابروها

آدم روها یکی از مهمترین متعلقات شبکه محسوب می‌شوند که امکان بازدید و تعمیر فاضلابروها را فراهم می‌نمایند. بهتر است خط لوله بین دو آدم رو مستقیم باشد. در تمام نقاطی که قطر یا شیب تغییر می‌کند یا برای آن عوض می‌شود یا

انشعابی به خط اضافه می‌شود، لازم است که یک آدو رو پیش بینی شود. فاصله بین آدم روها با توجه به قطر لوله به شرح زیر است:

بیشترین فاصله مرکز تا مرکز دو آدم رو (m)	قطر فاضلابرو (cm)
75	≤ 60
125	60-90
150	90-120
250	120-150
300-400	> 150

آدم روها را به دو دسته کم عمق (75-90 سانتی متر) و معمولی (با عمق حدود 1/5 متر) تقسیم می‌نمایند.

طراحی فاضلابروها

در طراحی فاضلابروها باید به دو نکته مهم توجه کرد که اولاً فاضلاب با نیروی ثقل حرکت می‌کند و حتی برای حداقل جریان نیز باید شیب خط لوله کاملاً دقیق و رو به پایین باشد، بنابراین در نقاط مختلف شبکه، لوله‌ها در اعماق زیاد قرار می‌گیرند و ثانیاً فاضلاب حاوی ذراتی است که در صورت سرعت زیاد باعث فرسایش لوله و در صورت کندی سرعت، سبب ته نشینی و انسداد خط لوله می‌شوند.

آلوده کننده‌های فاضلاب

فاضلاب‌های خانگی معمولاً محتوای 0/1 درصد ناخالصی هستند که این مقدار شامل عوامل آلوده کننده مختلف است که در صورت تخلیه در محیط زیست می‌تواند ضمن انتشار و شیوع انواع بیماریها خسارتهای جبران ناپذیری در محیط زیست ایجاد نماید. آلاینده‌های فاضلاب در زیر مورد بحث قرار گرفته اند.

میکروارگانیزمها

عوامل بیماریزای مختلفی نظیر باکتریها، تک یاخته‌ها، ویروسها و کرمهای انگلی می‌توانند از طریق مدفوع افراد آلوده وارد فاضلاب شده و در صورت تخلیه بی رویه در محیط زیست، منابع آب را آلوده نمایند و در نتیجه سبب شیوع بسیاری از بیماریهای واگیر شوند. هر فرد روزانه 100 تا 400 میلیارد کلیفرم دفع می‌کند. عوامل بیماریزایی که به طور بالقوه در فاضلاب خانگی خام (تصفیه نشده) یافت می‌شوند عبارتند از:

باکتریها – اشریشیاکلی بیماریزا، لژیونلاپنوموفیلا، گونه‌های مختلف لپتوسپیرا، سالمونلاتیفی، سالمونلا پاراتیفی B، سایر

گونه‌های سالمونلا، شیگلا (گونه‌های مختلف)، یرسینیانترکولیتیکا و کامپیلوباکتر ججونی.

ویروسها - گونه‌های مختلف ادنوویروسها، پیکورناویروسها (پلیو، اکو و کوکسالی ویروسهای انسانی)، عامل هپاتیت A رتوویروسها (رتاویروسها و رتوویروسهای انسانی) از خانواده کالسی ویریده (ویروسهای گرد کوچک شامل ویروس نوروک) و غیره.

تک یاخته‌ها - انتامباهیستولیتیکا، ژیا ردیالامبلیا، کریپتوسپوریدیوم پاروم، بالانتیدیوم کلی، نگلریافولری (گروبری) گونه‌های مختلف آکانتاموبا و غیره.

کرمهای انگلی - نماتودهایی نظیر دراگونکولوس مدیننسیس، آسکاریس لومبریکوئیدس، اکسیورورمیکولاریس، تریکوریس تریکورا، کرمهای قلابدار (نکاتورا آمریکنوس و آنکیلوستومادئودنالیس)، استرونژیلوئیدس استرکورالیس: ترماتودهایی نظیر گونه‌های مختلف شیستوزوما (هماتوبیوم، مانسونی، ژاپونیکوم)، گونه‌های مختلف فاسیولا مثل فاسیولاهپاتیکا و... سستودهایی ماندهایمنولپیس نانا، تنیاسولیوم، تنیاسازی ناتا و غیره.

مواد مصرف کننده اکسیژن

بسیاری از مواد آلی موجود در فاضلاب‌های شهری بخصوص ترکیبات آلی کربنه قابل تجزیه بیولوژیکی (Biodegradable) بوده و به عنوان منبع غذایی مورد استفاده باکتریها قرار می‌گیرند و با تخلیه در آبهای جاری تحت شرایط هوازی تجزیه می‌شوند و در نتیجه باعث افت اکسیژن محلول (Dissolved oxygen Depletion) در رودخانه می‌شوند. مواد آلی محلول قابل تجزیه بیولوژیکی توسط فعالیت‌های میکروبی به کمک اکسیژن موجود در محیط آبی، اکسیده می‌شوند و انرژی حاصله را صرف فعالیت‌های متابولیسمی و تولید مثل می‌نمایند:

ورود مقادیر زیاد مواد آلی قابل تجزیه که در فاضلاب انسانی، فضولات دامی و فاضلاب صناعی نظیر کنسروسازی، دباغی، کاغذسازی، تولید مواد شیمیایی، کشتارگاهها و غیره وجود دارند، به آبهای پذیرنده سبب افت ناگهانی اکسیژن محلول شده و ضمن ایجاد شرایط بی‌هوازی و تعفن در رودخانه، حیات آبریان را به خطر می‌اندازد بخصوص ماهیها که به افت اکسیژن محلول حساس هستند.

میزان انحلال اکسیژن در آب محدود بوده و به عواملی نظیر دما، تلاطم، فشار جزئی گاز در اتمسفر و میزان کلرور بستگی دارد و به همین دلیل هر جریان آبی در طبیعت قابلیت پذیرش مقادیر محدودی از آلودگی را دارد و می‌تواند بدون خسارت جبران ناپذیری آن را خنثی و تثبیت نماید. این ظرفیت رودخانه‌ها را اصطلاحاً تحت عنوان ظرفیت خودپالایی (

Self - Purification Capacity) می‌نامیم.

تخلیه ناگهانی و بیش از ظرفیت هر جریان آبی خسارتهای بسیاری به اکوسیستم آبی وارد کرده و تعادل اکولوژیک را در آن بر هم خواهد زد. بر همین اساس استانداردهایی برای آبهای جاری پذیرنده و همچنین برای پساب فاضلاب برای تخلیه به رودخانه‌ها و محیط زیست تدوین شده است.

مواد مؤثر در رشد بیش از حد گیاهان آبی (جلبکها)

جلبکها (Algae) برای رشد به عناصر اصلی نظیر C, H, O, N, P و همچنین عناصر جزئی مانند B, Cu, Zn ، Mg, Na, Mn, Fe, Ca, S نیاز دارند. به طور نمونه میزان ازت و فسفر در فاضلاب‌های شهری متوسط به ترتیب حدود 40 و 8 میلی گرم در لیتر می‌باشد. وقتی از طریق فاضلاب کشاورزی مقادیر زیادی ازت و به وسیله فاضلاب‌های تجاری و صنعتی مقادیر زیادی فسفر وارد فاضلاب می‌شود، رشد جلبکها بسیار تشدید می‌شود و به علت وفور آنها و مرگ و میرشان به تدریج در کف منابع آبی نظیر دریاچه‌ها رسوب می‌نمایند.

تجزیه بی هوازی در اعماق، سبب پیدایش لخته‌های جلبکی (Algal Bloom) بر روی سطح آب می‌شود. این لخته‌ها توسط باکتریها تجزیه می‌شوند و در نتیجه اکسیژن محلول در محیط کاهش می‌یابد و تعادل اکولوژیک به هم می‌خورد. این پدیده را اصطلاحاً اوتروفیکاسیون (Eutrophication) می‌نامند.

مواد آلی محلول

در فاضلاب‌ها مخلوطی از پروتئینها، هیدروکربنها، چربیها، پاک کننده‌ها، فنلها، آفت کشهای مختلف و غیره وجود دارد که برخی از این مواد قابل تجزیه بیولوژیکی بوده و سبب افت اکسیژن در منابع آبی دریافت کننده فاضلاب می‌شوند و قسمت دیگری از مواد نظیر فنلها، پاک کننده‌ها، سموم آفت کش و غیره به عنوان مواد مقاوم یا دیرگداز (Refractory Matter) هستند که به وسیله سیستم‌های متداول تصفیه فاضلاب قابل حذف نیستند و باید از روشهای پیشرفته برای تصفیه آنها استفاده نمود.

مواد معدنی محلول

اسیدها، قلیاها، کلرورها، فسفاتها، ترکیبات گوگردی، سولفاتها، مواد سمی و فلزات سنگین مانند کادمیوم، جیوه، کروم، سرب، آرسنیک، سلنیوم و غیره از راه فاضلاب‌های مختلف تولید شده و وارد محیط زیست می‌شوند.

برخی از این مواد سبب افزایش سختی آنها شده و برخی دیگر مانند فلزات سنگین بسیار سمی بوده و خطرات بهداشتی بسیاری به دنبال دارند. ضمناً جداسازی این مواد سمی با روشهای معمول تصفیه ممکن نیست و حذف آنها نیازمند صرف هزینه‌های بیشتری است.

مواد روغنی شناور

سالانه مقادیر بسیاری از مواد نفتی و فرآورده‌های آن وارد منابع آبی می‌شوند. این مواد مانند یک لایه نازک سطح آب دریاها و اقیانوسها را پوشانده و مانع تبادل گازی بین آب و هوا می‌شوند. نتیجه‌ی این اثر اختلال در زندگی آبزیان و نابودی بسیاری از پرندگان دریایی است. همچنین حذف این لایه‌های شناور مستلزم روشهای بسیار پر هزینه می‌باشد.

مواد معلق و کلوئیدها

شستشوی خاک، سیلاب‌ها، فاضلاب‌های مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی مقادیر بسیاری مواد معلق و کلوئیدی وارد آبهای پذیرنده می‌نماید. اثرات این مواد به طور مختصر عبارتند از:

- افزایش رسوب در کف رودخانه‌ها، به هم خوردن تعادل اکوسیستم آبی، مرگ و میر موجودات کفزی (Bentos).
- کاهش توانایی تصفیه فاضلاب
- محافظت پاتوژنها در مقابل عملیات گندزدایی
- افزایش کدورت آنها که برای حذف آن نیاز به انجام عمل کواگولاسیون است و هزینه‌های بسیاری در بردارد.
- اختلال در زندگی آبزیان برای دسترسی به مواد غذایی

مواد رادیواکتیو

از طریق فاضلاب برخی صنایع، معدن‌ها، مراکز تحقیقات هسته‌ای و غیره مواد مختلف رادیواکتیو وارد منابع آبی می‌شود که می‌تواند اثرات سوماتیک (جسمی) و ژنتیکی بسیاری را برای انسان به دنبال داشته باشد. جداسازی این عوامل از آب با روشهای متداول تصفیه مقدور نیست و مستلزم صرف هزینه‌های اضافی و استفاده از واحدهای بیشتر برای تصفیه می‌باشد.

آلودگی حرارتی

تخلیه آب گرم بخصوص از راه فاضلا بهای صنعتی و آب خنک کننده دستگاهها در صنعت انجام می‌شود. گرما بعنوان یک منبع آلودگی (Thermal pollution) می‌تواند به دلایل زیر در بر هم زدن تعادل اکولوژیک منابع آبی نقش داشته باشد:

- **کاهش اکسیژن محلول:** آب گرم سبکتر است و روی سطوح آبی را می‌پوشاند و در دریاچه‌های عمیق زیان آورتر است. گرمای آب سبب کاهش انحلال اکسیژن در آب می‌شود.
- **تشدید فعالیت بیولوژیک:** افزایش گرمای آب باعث تشدید فعالیت میکروبی شده در نتیجه اکسیژن محلول منابع آب با شدت بیشتری مصرف می‌شود که نهایتاً می‌تواند به افت اکسیژن آب نا سطوح بحرانی منجر شود.
- **اثر گرما بر آبزیان:** گرمای زیاد به ویژه بر گونه‌های حساس آبزیان اثر کرده و می‌تواند به مهاجرت و یا مرگ و میر آنها منجر شود. همچنین گرما بر نوزاد ماهی اثر کرده و می‌تواند سبب نابودی آنها شود.

میزان جریان فاضلاب خانگی

برای تعیین مقدار فاضلاب خانگی باید میزان سرانه تولید فاضلاب را مشخص نمود. این مقدار می‌تواند از طریق میزان مصرف سرانه آب برآورد شود. در مصرف آب شهری عوامل مختلفی نظیر آب و هوا، گستردگی اجتماع، تراکم خانه‌ها، اقتصاد، کیفیت منبع آب، صرفه جویی، خدمات کنتری و غیره مؤثرند. به طور کلی می‌توان اظهار داشت که حدود 60 تا 85 درصد آب مصرفی به فاضلاب تبدیل می‌شود.

این درصد تبدیل برای مناطق خشک و بایر به 45 تا 50 درصد تقلیل یافته و در مناطق پر تراکم و سرسبز ممکن است به 85 تا 90 درصد برسد.

میزان تولید سرانه فاضلاب در دنیا در محدوده 190 تا 950 لیتر برای هرنفر در روز (به طور نمونه 450) پیشنهاد می‌شود.

جدول زیر نیز نمونه ای از تولید سرانه فاضلاب در کشورهای در حال توسعه را نشان می‌دهد که بر اساس جمعیت و آب مصرفی برآورد شده است.

سرانه تولید فاضلاب 1 Cap/day	سرانه مصرف آب 1 Cap/day	جمعیت (نفر)
120	160	5000
140	180	50000-200000
160	200	200000-500000
180	220	500000-1000000
200	250	> 1000000

در بررسی کمیت فاضلاب آگاهی از تغییرات جریان فاضلاب نیز ضروری است.

از آنجایی که طراحی هیدرولیکی شبکه جمع آوری و تصفیه فاضلاب تحت تأثیر تغییرات میزان جریان فاضلاب است، باید مشخصه‌های جریان به دقت تجزیه و تحلیل شود. در این زمینه دست کم باید اطلاعات 2 سال بررسی شود. برای این تجزیه و تحلیل باید اطلاعات زیر را به دست آورد:

متوسط جریان روزانه: میانگین میزان در یک دوره 24 ساعته است که بر اساس اطلاعات کل میزان جریان فاضلاب سالیانه بدست می‌آید.

حداکثر جریان روزانه: حداکثر میزان جریان در یک دوره 24 ساعته است که بر اساس اطلاعات بهره برداری سالانه حاصل می‌شود.

حداکثر جریان ساعتی (پیک ساعتی): حداکثر میزان جریان در یک دوره 24 ساعته است که بر اساس اطلاعات بهره برداری سالانه به مدت یک ساعت تداوم می‌یابد.

حداقل جریان روزانه: حداقل میزان جریان در یک دوره 24 ساعته است که بر اساس اطلاعات بهره برداری سالانه بدست می‌آید.

حداقل جریان ساعتی: حداقل میزان جریان در یک دوره 24 ساعته است که بر اساس اطلاعات بهره برداری سالانه در مدت یک ساعت تداوم می‌یابد.

برای رسیدن به حداکثر جریان ساعتی باید فاکتور حداکثر PF (Peaking Factor) را داشته باشیم که این فاکتور به جمعیت و میزان جریان بستگی دارد. معمولاً PF برای جمعیت 50000 حدود 3 و برای جمعیت 10000000 نفر حدود 2 در نظر گرفته می‌شود.

با داشتن فاکتور پیک و ضرب نمودن آن در جریان متوسط، می‌توان حداکثر جریان ساعتی را به دست آورد که در طراحی فاضلابروهای دریافت کننده، جمع کننده و برخی واحدهای تصفیه استفاده می‌شود.

کیفیت فاضلاب

کیفیت فاضلاب با توجه به ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن مشخص می‌شود. خواص فاضلاب بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند به طور مثال دما به عنوان یک مشخصه فیزیکی می‌تواند بر فعالیت بیولوژیکی در فاضلاب و همچنین بر مقدار گازهای محلول فاضلاب اثر کند.

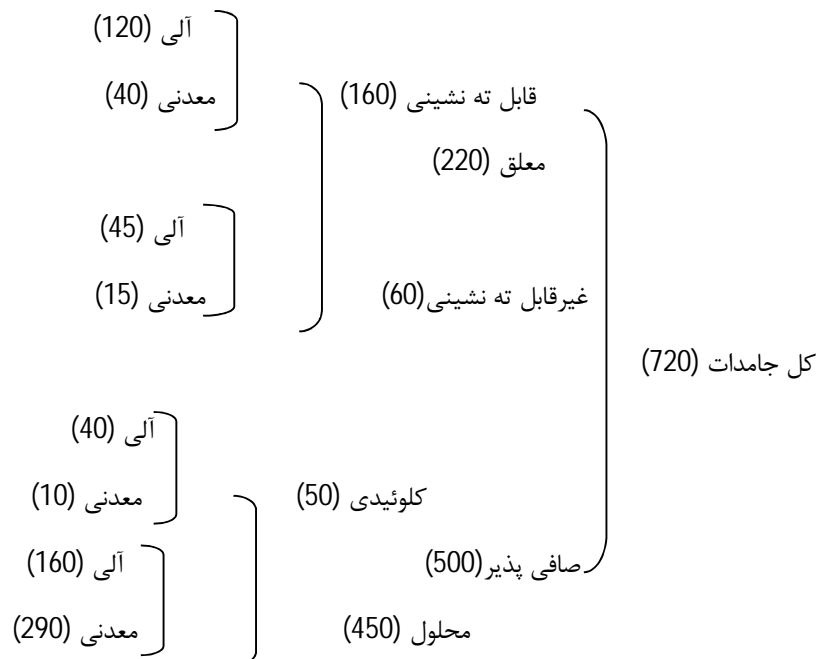
فاضلاب‌ها را بر اساس ویژگی‌ها از نظر شدت به سه گروه ضعیف، متوسط و قوی تقسیم می‌نمایند.

جامدات

کل جامدات (Total Solids) فاضلاب شامل تمام موادی می‌شود که به شکل باقیمانده تبخیر در 103 تا 105 درجه سانتی‌گراد باقی می‌مانند و بر حسب میلی گرم در لیتر گزارش می‌شوند. مواد جامد قابل ته‌نشینی (Settleable Solids) موادی هستند که در قیف ایمهاف و در مدت 60 دقیقه ته نشین می‌شوند و بر حسب میلی لیتر گزارش می‌شوند. کل مواد جامد یا باقیمانده تبخیر را می‌توان با عبور دادن حجم معینی مایع از یک صافی به دو قسمت مواد معلق یا صافی ناپذیر (Suspended or nonfiltrable) و مواد صافی پذیرنده (filterable) تقسیم کرد. در امر جداسازی، از صافی‌های الیاف شیشه ای مثل صافی واتمن با سوراخهای حدود 1/2 میکرون و یا از صافی‌های غشایی پلی کربناته استفاده می‌شود.

جامدات صافی پذیر شامل مواد جامد کلوئیدی و محلول است. مواد کلوئیدی اندازه حدود 0/001 تا 1 میکرون دارند. مواد جامد را می‌توان بر اساس فراریت و قرار دادن در دمای 40-550±50 دسته بندی کرد. مواد آلی در این دما اکسیده شده و به صورت گاز از محیط خارج می‌شوند و بخش مواد معدنی به صورت خاکستر باقی می‌ماند. مواد آلی را تحت عنوان جامدات فرار (Volatile Solids) و مواد معدنی را با عنوان جامدات ثابت (Fixed Solids) نام می‌بریم.

دسته بندی جامدات فاضلاب با شدت متوسط را دیاگرام زیر به صورت تقریبی نشان می دهد:



مواد جامد در یک فاضلاب شهری متوسط (ارقام بر حسب میلیگرم در لیتر است)

سرانه جامدات معلق برای هر نفر در روز در کشورهای پیشرفته 110 گرم و برای کشورهای در حال توسعه که سرانه تولید فاضلاب کمتری دارند، حدود 45 تا 60 گرم در روز مشخص شده است.

بو

بو در فاضلاب شهری ناشی از گازهای تولید شده در تجزیه مواد آلی و یا از مواد اضافه شده به فاضلاب است. بوی فاضلاب تازه تا حدودی ناخوشایند است اما بوی فاضلاب مانده (تجزیه بی هوازی شده باشد) بسیار متعفن می باشد. مهمترین بوی تولیدی در فاضلاب به دلیل تولید هیدروژن سولفور (SH₂) است که حاصل تبدیل سولفات به سولفید توسط میکروارگانیسم های بی هوازی است.

در فاضلاب های صنعتی ممکن است مواد بودار وجود داشته باشند یا در طی فرآیند تصفیه فاضلاب، مواد مولد بو تولید شوند.

مهمترین ترکیبات بودار فاضلاب‌های تصفیه نشده عبارتند از: آمین‌ها، آمونیاک، دی آمین‌ها، هیدروژن سولفاید، متیل مرکاپتان، بوتیل مرکاپتان، کروتیل مرکاپتان، سولفیدهای آلی نظیر سولفید دی متیل و سولفید دی فنیل، کلر، ایندول، اسکاتل و غیره.

دما

میانگین دمای سالیانه فاضلاب شهری از حدود 10°C تا 50°C (F^0 50 تا F^0 121) تا 70°C متغیر است و به طور نمونه می‌توان دمای متوسط فاضلاب شهری را F^0 60 ($6/15^{\circ}\text{C}$) بیان نمود.

دما می‌تواند به عنوان یک عامل تاثیر گذار بر محیط زیست و زندگی آبزیان محسوب شود و فعالیت بیولوژیکی و سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب را تحت تاثیر قرار دهد. معمولاً هنگامی که دما به بیش از 50°C برسد، تجزیه هوازی و نیتروفیکاسیون (تبدیل آمونیاک به نیترات) متوقف می‌شود.

در دمای 15°C و کمتر نیز باکتریهای تولید کننده‌ی متان کاملاً غیر فعال می‌شوند و تولید گاز متوقف می‌شود. در دمای حدود 5°C باکتریهای مؤثر در عمل نیتروفیکاسیون غیر فعال می‌شوند و در 2°C حتی باکتریهای تجزیه کننده مواد کربن دار هم غیر فعال می‌شوند.

چگالی

چگالی، جرم واحد حجم فاضلاب است که بر حسب کیلوگرم در متر مکعب بیان می‌شود. چگالی فاضلاب‌های شهری بدون اختلاط با مقادیر قابل ملاحظه‌ای از فاضلاب صنعتی، در دمای خاص، برابر چگالی آب در همان دماست.

در برخی مواقع از چگالی نسبی فاضلاب (نسبت چگالی فاضلاب به چگالی آب، $S_w = \frac{\rho_0}{\rho_w}$) استفاده می‌شود. چگالی و

چگالی نسبی فاضلاب به دما بستگی دارد و با غلظت کل جامدات در فاضلاب تغییر می‌کند.

رنگ

معمولاً فاضلاب تازه، رنگ خاکستری مایل به قهوه‌ای روشن دارد اما با گذشت زمان و ایجاد شرایط غیر هوازی، رنگ آن به خاکستری تیره و نهایتاً سیاه تبدیل می‌شود. گاهی نیز رنگ سیاه فاضلاب مربوط به تشکیل سولفیدهای فلزی است. ورود برخی فاضلاب‌های صنعتی نظیر صنایع نساجی، رنگرزی، دباغی، تولید رنگ، کاغذ، چوب و... می‌توانند رنگ فاضلاب‌های شهری را تغییر دهند.

رنگ فاضلاب در سیستم‌های تصفیه فاضلاب نظیر تصفیه بیولوژیکی به روش لجن فعال نیز می‌تواند به عنوان شاخصی برای پی‌بردن به تغییرات احتمالی در سیستم تصفیه کمک کند.

کدورت

کدورت یا تیرگی فاضلاب مربوط به مواد کلوئیدی موجود در فاضلاب است. بین کدورت و غلظت جامدات معلق در فاضلاب خام هیچ رابطه‌ای وجود ندارد اما در پساب حوضچه‌های ته نشینی ثانویه، در یک سیستم تصفیه بیولوژیکی بین کدورت و جامدات معلق رابطه معنی داری وجود دارد:

$$\text{Suspended solids (mg/l)} = (2,3-2,4) \times \text{Turbidity (NTU)}$$

NTU: واحد نفلومتری کدورت

ب- خصوصیات شیمیایی

در مبحث ویژگیهای شیمیایی فاضلاب شهری مسأله مواد آلی، مواد معدنی و گازهای محلول در فاضلاب مطرح می‌شود.

مواد آلی

در فاضلاب متوسط خانگی حدود 75 درصد جامدات معلق و 40 درصد جامدات صافی پذیر از ترکیبات آلی هستند. C, H, O و در برخی نیز N عناصر اصلی تشکیل دهنده مواد آلی فاضلاب به شمار می‌روند و سایر عناصر مانند S, Fe, p نیز ممکن است وجود داشته باشند. در فاضلاب خانگی، پروتئینها حدود 40 تا 60 درصد، کربوهیدراتها حدود 25 تا 50 درصد و چربی روغن حدود 10 درصد از ترکیبات آلی فاضلاب را تشکیل می‌دهند. اوره یکی دیگر از ترکیبات مهم آلی است که به سرعت تجزیه می‌شود و به همین دلیل به ندرت در فاضلاب غیر تازه اوره تجزیه نشده یافت می‌شود. سایر مواد آلی موجود در فاضلاب عبارتند از: پاک کننده‌ها، آلاینده‌های آلی متقدم، مواد آلی فرار و سموم. روشهای سنجش مقادیر زیاد مواد آلی (بیش از 1 mg/l) عبارتند از:

BOD = Biochemical Oxygen Demand (اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی)

COD = Chemical Oxygen Demand (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی)

TOC = Total Organic Carbon (کل کربن آلی)

ThOD = Theoretical Oxygen Demand (اکسیژن مورد نیاز نظری)

برای تعیین مقادیر کمتر این مواد در حد 3-10 تا 10-12 میلی گرم در لیتر، از روشهای دستگاهی نظیر رنگ نگاری گازی و طیف نمایی جرمی استفاده می‌شود.

در آزمایش BOD تحت شرایط مناسب نظیر وجود اکسیژن محلول و مواد مغذی، میزان اکسیژن خواهی نمونه فاضلاب تحت تأثیر میکروارگانیسم‌ها سنجش می‌شود. چون بیشتر مواد کربنه طی 5 روز اولیه دوره انکوباسیون نمونه در 20°C تجزیه می‌شوند، بنابراین آزمایش BOD در 5 روز انجام شده و تحت عنوان BOD_5 گزارش می‌شود که حدوداً 0/7 BOD نهایی (BOD_L) محسوب می‌شود.

آزمایش COD، میزان مصرف اکسیژن تحت شرایط شیمیایی و اکسیداسیون مواد آلی با یک ماده اکسید کننده قوی نظیر بیکرومات پتاسیم را نشان می‌دهد که در مدت بسیار کوتاهتری نسبت به BOD جواب می‌دهد. در این روش تفاوتی بین مواد آلی تجزیه پذیر و تجزیه ناپذیر وجود ندارد.

آزمایش TOC برای غلظتهای کم مواد آلی کاربرد دارد و از طریق تزریق مقدار معین نمونه به کوره با درجه حرارت بالا سنجش می‌شود. مواد آلی در کوره و در حضور کاتالیست مناسب به CO_2 تجزیه می‌شوند و کربن دی اکسید تولیدی با آنالیزر مادون قرمز اندازه گیری می‌شود.

مواد معدنی

برخی اجزای معدنی فاضلاب در تثبیت و کنترل کیفی آن و همچنین در تعیین روشهای تصفیه مهم هستند که به طور مختصر درباره‌ی آنها بحث می‌شود.

PH

- از پارامترهای مهم در فعالیت بیولوژیکی است بنابراین در تجزیه هوازی و بی هوازی می‌تواند مؤثر باشد. PH نامناسب، تصفیه بیولوژیکی را مختل می‌نماید و در تصفیه بی هوازی، تولید گاز متان را متوقف می‌کند.

قلیائیت

- درجه قلیایی بودن فاضلاب به حضور کربناتها، بیکربناتها، هیدروکسیدها و کاتیونهای نظیر Na , Mg , K , NH_3 بستگی دارد. سیلیکاتها، فسفاتها و مواد مشابه دیگر نیز باعث افزایش درجه‌ی قلیائیت می‌شوند. معمولاً فاضلاب خانگی قلیایی است و وجود قلیائیت در تصفیه شیمیایی فاضلاب، حذف ازت و فسفر به روش بیولوژیکی و حذف آمونیاک با روش رها سازی توسط هوا اهمیت دارد.

ازت و فسفر

- از عوامل مهم در ایجاد پدیده اوترتریفیکاسیون محسوب می‌شود و به عنوان ماده مغذی برای ساخت و ساز پروتوپلاسم سلولی استفاده می‌شود. ترکیبات ازت در صورت دفع در محیط و تخلیه در آبهای پذیرنده می‌توانند مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی زیادی را به دنبال داشته باشند.

فسفر نیز به صورتهای ارتوفسفات و پلی فسفات آلی در فاضلاب یافت می‌شود. ترکیبات آلی فسفر، بیشتر در فاضلاب‌های صنعتی و لجن اهمیت دارد.

گوگرد

- به دلیل وجود یون سولفات در بیش‌تر منابع آب، می‌توان آن را در فاضلاب نیز یافت. هیدروژن سولفور تولیدی در اثر احیای بی‌هوازی سولفات به سولفید و ترکیب سولفید با هیدروژن، عامل اصلی خوردگی تاج لوله‌های شبکه فاضلاب محسوب می‌شود.

مواد معدنی سمی و فلزات سنگین

- موادی مانند سرب، مس، نقره، کروم، آرسنیک، بر، کادمیم، روی، جیوه، آهن، منگنز، نیکل، سیانیدها و غیره که عمدتاً در فاضلاب‌های صنعتی وجود دارند، از مقادیر محدودی بالاتر ایجاد سمیت شدید می‌نمایند و فعالیت‌های بیولوژیکی را متوقف می‌کنند. از این رو باید در طراحی سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی مورد توجه قرار گیرند.

گازهای محلول

معمولاً در فاضلاب تصفیه نشده گازهایی نظیر CH_4 , NH_3 , SH_2 , CO_2 , O_2 , N_2 یافت می‌شوند. گازهای N_2 و CO_2 از طریق جو و بقیه از طریق تجزیه مواد آلی فاضلاب حاصل می‌شوند.

خصوصیات بیولوژیکی

بسیاری از میکروارگانیسم‌ها در فاضلاب هستند که برخی از آنها می‌توانند در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب استفاده شوند و نقش اصلی در تجزیه مواد آلی قابل بیولوژیکی را ایفا نمایند و برخی دیگر می‌توانند بیماریزا باشند و حذف آنها از فاضلاب باید مورد توجه باشد. میکروارگانیسم‌های موجود در فاضلاب عبارتند از:

بوکاریوتها: شامل آغازیان مانند جلبک‌ها، قارچ‌ها و تک یاخته‌ها می‌شود.

پروکاریوتها: مثل باکتریهای حقیقی، کهن باکتریها (آرکه باکتریها) مانند متان سازها، نیترات سازها و ترمواسیدوفیلها و جلبکهای سبز - آبی (سیانوباکترها)

آکاریوتها: ویروسها

باکتریها نقش اساسی در تجزیه و تثبیت مواد آلی در طبیعت و تصفیه خانه‌های با سیستم بیولوژیکی را دارند. قارچها نیز نقش مهمی در تجزیه کربن در بیوسفر دارند و می‌توانند در مناطقی با رطوبت کم و PH پایین رشد نمایند. جلبکها در برخی سیستمهای تصفیه بیولوژیکی مثل برکه تثبیت، نقش مهمی در تأمین اکسیژن محلول و در نتیجه تجزیه و تثبیت مواد آلی ایفا می‌کنند اما رشد بیش از حد آنها می‌تواند سبب ایجاد مزاحمت‌هایی نظیر پدیده اوتروفیکاسیون، انسداد صافی‌های ماسه ای، طعم، بو و غیره شود.

تک یاخته‌ها در محیط زیست و در فاضلاب می‌توانند از باکتریها و سایر میکروارگانیسمها تغذیه نمایند و وجود آنها به حفظ تعادل طبیعی میان میکروارگانیسمهای مختلف در فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی و پاک سازی آنها منجر شود. ویروسها نیز به وفور در فاضلابهای خانگی یافت می‌شوند و قادر به سنتز ترکیبات جدید نیستند و در عوض در اثر حمله به میزبان زنده می‌توانند در انتقال بسیاری از بیماریها نقش داشته باشند.

گروه کلیفرم به عنوان شاخص آلودگی محسوب می‌شوند. این گروه با روشهای مختلف آزمایشگاهی قابل تعیین هستند و در فاضلاب خانگی متوسط تصفیه نشده حدود 106 تا 107 در هر 100 میلی لیتر وجود دارند.

برای تشخیص منشأ آلودگیهای مدفوعی یا حیوانی از نسبت کلیفرم مدفوعی (FC) به استرپتوکوک مدفوعی (FS) استفاده می‌شود که این نسبت (FC) برای حیوانات اهلی کوچکتر از 1 و برای انسان بیش از 4 است.

اصول کلی تصفیه فاضلاب

فاضلاب خانگی به طور معمول دارای 99/99 درصد آب و 0/1 درصد ناخالصی است. ناخالصیهای فاضلاب شامل مواد معلق و محلول است که به صورت آلی و معدنی در فاضلاب وجود دارند. در تصفیه فاضلاب با کمک مکانیسمهای مختلف نسبت به جداسازی این ناخالصیها اقدام می‌شود. به عبارت دیگر تصفیه خانه فاضلاب پلی بین شرایط موجود و شرایط مطلوب است به نحوی که محیط زیست از خسارتهای ناشی از آلوده کننده‌های فاضلاب حفظ شود.

به طور کلی اهداف تصفیه فاضلاب از حدود سال 1900 تا اوایل دهه 1970 میلادی عبارت بودند از:

جداسازی مواد معلق و شناور، حذف مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی (حذف BOD) و حذف ارگانیسمهای بیماریزا.

از اوایل دهه 1970 تا سال 1980 میلادی، اهداف تصفیه فاضلاب در درجه اول بر مسائل زیبایی شناختی و زیست محیطی مبتنی بود به علاوه اینکه اهداف قبلی در سطح بالاتری تداوم یافت. همچنین جداسازی مواد مغذی مانند ازت و فسفر نیز بسیار مورد توجه قرار گرفتند.

از سال 1980 میلادی به بعد تصفیه فاضلاب بر مسائل بهداشتی ناشی از مواد سمی مانند مواد مقاوم یا دیرگداز، فلزات سنگین و آلاینده‌های متقدم متمرکز شد.

تقسیم بندی روشهای تصفیه

روشهای تصفیه را می‌توان هم بر اساس مکانیسم‌هایی که به کار برده می‌شود و هم بر اساس مراحل تصفیه از ابتدایی تا پیشرفته تقسیم نمود.

فرایندهای تصفیه فاضلاب

اصولاً فرایندهای تصفیه خانه‌های بزرگ فاضلاب سه مرحله زیر را طی می‌کنند:

۱- تصفیه مقدماتی یا تصفیه مرحله اول: (با هدف تصفیه فیزیکی فاضلاب)

۲- تصفیه بیولوژیکی یا تصفیه مرحله دوم: (با هدف تجزیه و حذف مواد آلی)

۳- تصفیه مرحله سوم: (با هدف زلال سازی و تصفیه پیشرفته فاضلاب)

تصفیه مرحله دوم

تصفیه بیولوژیکی و رسوب گیری نهایی به نام تصفیه‌ی مرحله دوم نامیده میشوند (فرایندهای تصفیه بیولوژیکی با استفاده از فیلترهای بیولوژیکی و یا با استفاده از مخزن هوادهی و استفاده از لجن فعال و یا سیستم‌های مشابه انجام می‌شود) عملیات تصفیه بیولوژیکی بمنظور جدا سازی BOD از فاضلاب به کار می‌رود در این مرحله از میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه مواد آلی استفاده می‌شود

تصفیه مرحله سوم

این مرحله شامل زلال سازی فاضلاب، ضد عفونی کردن و حذف ازت و فسفر می‌شود. در برخی مواقع به‌ویژه چنانچه مقرر باشد از فاضلاب تصفیه شده استفاده مجدد شود بسیار مهم تلقی شده و باید اعمال شود.

مکانیسم‌های تصفیه فاضلاب

- 1- مکانیسم فیزیکی: مهمترین واحدهای تصفیه فیزیکی عبارتند از آشغال گیری، دانه گیری، چربی گیری و شناورسازی، ته نشین سازی مقدماتی و در برخی از مواقع متعادل سازی فاضلاب و خنثی سازی که بیشتر مربوط به تصفیه فاضلاب صنعتی است بعنوان تصفیه مقدماتی شناخته می‌شود. همچنین شناورسازی در تصفیه بسیاری از فاضلابهای صنعتی مرحله بسیار مهمی تلقی می‌شود (مثل فاضلاب پالایشگاه‌های نفت).
- 2- مکانیسم شیمیایی: در نتیجه افزودن مواد شیمیایی انجام می‌شود. کواگولاسیون (انعقاد) جذب سطحی، گندزدایی، اکسیداسیون شیمیایی.
- 3- بیولوژیکی: اصطلاحاً به منظور جدا سازی BoD از فاضلاب به کار می‌رود.

توضیح اصطلاحات مهم:

متعادل سازی Equalisation

عملیاتی که برای یکنواخت و همگن سازی پسابهایی که دارای شدت جریان و یا غلظت متغییر می‌باشند انجام می‌گیرد را متعادل سازی می‌نامند. در بیش تر صنایع معمولاً غلظت فاضلاب در طول ساعت‌های مختلف روز و یا حتی در طول روزهای مختلف هفته تغییر می‌نماید و لذا برای اینکه تصفیه خانه دچار پذیرفتن بارهای ناگهانی نشود، فاضلاب باید از نظر غلظت و از نظر جریان حجمی متعادل شده و سپس تصفیه شود. تجربه نشان داده است که هر چقدر نوسانات کیفی و کمی فاضلاب کمتر باشد فرایند تصفیه (فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی) بهتر صورت می‌پذیرد.

متعادل سازی در فرایند تصفیه بیولوژیکی باعث می‌شود که بار آلی وارد بر سیستم بیولوژیکی و یا موادی که در غلظت بالا اثر مسموم کننده ای بر روی میکروارگانیسم‌ها دارند تا حدودی متعادل و کنترل شده و حتی الامکان فاضلاب با غلظت یکنواختی که قابل قبول برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها باشد وارد مخازن تصفیه شود. متعادل سازی در تصفیه شیمیایی برای تسهیل در کنترل PH و یا کنترل میزان مواد منعقد کننده نیز نقش موثری دارد.

توقف و ماندگاری فاضلاب در مخازن متعادل سازی باعث سپتیک شدن (غیر هوایی و عفونی شدن) فاضلاب می‌شود. بنابراین مخازن متعادل سازی معمولاً هوادهی میشوند تا مانع ته نشین شدن مواد جامد و معلق و یا ایجاد شرایط غیر هوایی شوند. مخازن متعادل سازی معمولاً به صورت مستقیم یا On-Line به کار می‌روند.

خنثی سازی Neutralisation

تنظیم PH پسابهای اسیدی قوی یا بازی قوی جزو عملیات واحدی است که به آن خنثی سازی گفته می‌شود. روش‌های خنثی سازی بنا بر ماهیت فاضلاب و وجود مواد شیمیائی و PH آن میتواند بسیار متفاوت باشد ولی بطور معمول عبارتست از:

- خنثی سازی محیطهای اسیدی
- خنثی سازی محیطهای قلیایی

شناورسازی FLOATATION

برای جدا کردن ذرات جامدازمایع و یا مایع از مایع (بخصوص چربی گیری) به کار می‌رود. این عمل با وارد کردن حباب‌های ریز گاز (معمولاً هوا) به داخل فاز مایع انجام می‌شود. حباب هوا به ذرات چسبیده و آنها را به سطح می‌آورد. در تصفیه فاضلاب از این واحد برای جدا کردن مواد معلق و تغلیظ لجن‌های بیولوژیکی استفاده می‌شود. از شناورسازی برای اهداف زیر استفاده می‌شود:

- ۱- حذف الیاف و مواد سبک و شناور در فاضلاب
- ۲- حذف چربی و روغن
- ۳- تغلیظ روغن به وسیله شناورسازی روغن

عمل شناورسازی را یا به کمک هوای محلول (DAF) یعنی تزریق هوا تحت چند اتمسفر فشار به درون فاضلاب و سپس کاهش فشار تا حد فشار اتمسفر انجام می‌شود و یا به کمک هوا یعنی ورود مستقیم گاز به فاز مایع به وسیله یک پروانه یا تزریق کننده صورت می‌گیرد. همچنین شناورسازی به کمک خلاء انجام شود. گاهی اوقات برای تقویت عمل شناورسازی از مواد شیمیایی معدنی نظیر نمکهای آلومینیوم و آهن و یا سیلیس فعال استفاده می‌شود.

شناورسازی به کمک هوای محلول (DAF) Dissolved Air Flootation

سیستم D.A.F که از هوای تحت فشار استفاده میکند کاربردهای فراوانی دارد و به‌ویژه برای تغلیظ لجن و همچنین برای جداسازی ذرات و مواد شناوری که دانسیته نزدیک به آب دارند (و یا از آب سنگین تر هستند) به کار برده می‌شود.

(مثل حذف چربی و روغن در کشتارگاهها - در تصفیه فاضلاب کارخانجات روغن نباتی و...)

ته نشین سازی مواد معلق Sedimentation

ته نشین سازی بمنظور حذف مواد معلق و شناور (رسوب کردن مواد جامد معلق و شناور) از فرایندهایی است که کاربرد وسیعی در تصفیه خانه‌های آب و فاضلاب دارد. با ته نشین سازی ذراتی که دارای وزن سنگین تری نسبت به آب هستند، فاضلاب بخشی از آلودگی خود را به خصوص آلودگی فیزیکی که مربوط به مواد معلق و شناور می‌باشد از دست می‌دهد. ذرات معلق و شناور به روشهای زیر ته نشین می‌شود:

- ته نشین شدن ذرات منفک و موادی که بکلی از هم مجزا بوده و هنگام سقوط سرعت ثابتی دارند مانند سقوط شن و ماسه در آب
- ته نشینی لخته ای مربوط به ته نشین سازی ذراتی که به هنگام سقوط با یکدیگر تشکیل توده‌ها و لخته‌هایی را می‌دهند
- ته نشینی ناحیه ای این مواد به هنگام سقوط تعادل سایر ذرات را به هم می‌زند
- ته نشین سازی به همراه تراکم ته نشین سازی است که به گروه قبلی تعلق داشته ولی در هنگام رسوب، لایه‌هایی را که در سطح پایین‌تر قرار دارند تحت فشار گذاشته و در نتیجه در کف مخزن ته نشینی متراکم شده و لایه سنگینی را تشکیل می‌دهند و حد فاصل این لایه به خوبی مشخص است

انعقاد و لخته سازی:

در فاضلابهای صنعتی ذرات شناور به سادگی ته نشین و یا شناور نمی‌شوند این ذرات به دلیل آنکه یکدیگر را دفع می‌کنند و یا دارای قطر بسیار کمی هستند با سرعت کم ته نشین می‌شوند و به سادگی از آب جدا نمی‌شوند. با استفاده از مواد شیمیایی خاص این ذرات بی بار شده و یکدیگر را جذب نموده و تشکیل تجمع و توده ذرات را داده، به این ترتیب ذرات درشت تری را تشکیل می‌دهند و این ذرات به علت وزن خود ته نشین می‌شوند. بی بار نمودن ذرات شناور را کواگولاسیون و در هم رفتن مواد بی بار و به وجود آمدن ذرات درشت تر را فلوکولاسیون می‌نامند مجموعه این فعل و انفعالات را لخته سازی و انعقادسازی می‌نامند از لخته سازی و انعقاد در موارد زیر استفاده می‌شود از جمله:

- برای زلال سازی آب رودخانه‌ها
- برای زلال سازی فاضلاب تصفیه شده که از مرحله دوم تصفیه (تصفیه بیولوژیکی) گذشته است

- برای تصفیه فاضلابهایی که دارای رنگهای شیمیایی می‌باشند از قبیل فاضلاب کارخانه کاغذ سازی که سیاه رنگ می‌باشد و با لخته سازی مواد رنگی خود را از دست می‌دهند
- برای برداشت فسفات از فاضلاب
- برای تغلیظ لجن
- برای شناورسازی مواد روغنی و تصفیه آنها از فاضلاب

از مهمترین مواد منعقد کننده میتوان آب آهک، آلوم یا سولفات آلومینیوم، کلروفریک، املاح فرو و همچنین پلی الکترولیتها که مواد آلی سنتتیک و پلیمری هستند که در آب حل شده و لذا به آنها پلی الکترولیت گفته می‌شود. انواع پلی آکریل آمید برای این منظور به کار می‌رود. مقدار مصرف مواد فوق در شرایط مختلف متفاوت است ولی بطور کلی میزان آب آهک در حدود 10-300ppm و بسیاری از پلی الکترولیتها را در حدود 5-1ppm به کار می‌برند. برای تعیین میزان لازم از آزمایش جارتست Jar test استفاده می‌شود.

طرز استفاده از مواد منعقد کننده و لخته ساز (کواگولانت) به این ترتیب است که مواد منعقد کننده را به صورت محلول به فاضلاب (یا آب خام تصفیه نشده) اضافه نموده و بشدت برای 2-1 دقیقه مخلوط می‌نمایند. سپس برای 15 دقیقه سرعت مخلوط کردن بسیار آهسته می‌شود تا لخته‌ها تشکیل شوند. پس از این مدت آب (فاضلاب) حاوی لخته‌ها وارد استخرهای ته نشینی می‌شود تا ذرات معلق لخته شده را به صورت رسوب از دست داده شفاف و زلال شود.

عواملی که در کواگولاسیون موثرند عبارتند از:

- PH: در تشکیل لخته‌ها بسیار حائز اهمیت است

- دما

- سرعت اختلاط

تصفیه مرحله دوم - تصفیه بیولوژیکی

در طی تصفیه بیولوژیکی قسمتی از ماده آلی به سلولهای جدید و قسمتی دیگری به محصولات نهایی آلی و معدنی اکسید می‌شود و میزان رشد، تابع ماده غذایی مصرفی است. بنابراین در تصفیه مرحله دوم تجزیه مواد آلی به کمک میکرو ارگانیسم‌ها انجام می‌گیرد و این تجزیه که در حقیقت اکسیداسیون مواد آلی می‌باشد از نقطه نظر مکانیزم واکنش دارای کینتیک مشخصی می‌تواند باشد. سیستمهای میکرو بیولوژیکی را به دو گروه متفاوت تقسیم می‌کنند:

1- سیستمهایی که در آنها میکروارگانیسمها به سطحی که در مجاورت اکسیژن (هوا) و مواد غذایی (پساب) می باشد به این سیستم رشد چسبیده یا Fixed film یا سیستم بیوفیلمی می گویند. نمونه بارز آن فیلتر بیولوژیکی (صافی چکنده) تماس دهنده های بیولوژیکی گردان (RBC) ، راکتور بسترگسترده می باشد.

2- سیستمهایی که در آنها میکروارگانیسمها بصورت شناور در محیط مایع که حاوی مواد غذایی نیز می باشد (فاضلاب) شناور و معلق نگه داشته شده و هوا بصورت حل شده در این محیط به مصرف میکروارگانیسمها می رسد. نمونه مشخص این سیستم، سیستم های هوادهی و لجن فعال شده، برکه تثبیت، هضم بی هوازی و بسترلجن بی هوازی با جریان روبه بالا (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) UASB می باشد.

فرایندهای هوازی رشد چسبیده

فیلتر بیولوژیکی یا صافی چکنده BIOLOGICAL FILTER

یکی از مواردی که تحولی در تصفیه فاضلابها محسوب می شود هنگامی به دست آمد که بر اثر عبور آب آلوده از یک بستر شنی مقدار زیادی از آلودگی آب کاسته شد و این کاهش به علت رشد میکروارگانیسمهایی که روی سطح شن رشد نموده بودند نسبت داده شد. بعدها از این اصل استفاده نموده و بیوفیلترها یا فیلترهای بیولوژیکی در صنعت تصفیه فاضلاب به کار برده شدند و در حقیقت بیوفیلترها ی چکنده اولین سیستم تصفیه بیولوژیکی محسوب می شوند.

باید توجه نمود که به این سیستم اشتبهاً فیلتر بیولوژیکی گفته می شود. در حالی که فیلتر به معنی صافی بوده که صاف کردن عملی است فیزیکی در حالی که در این مورد عمل تصفیه عملی است بیولوژیکی. فیلتر بیولوژیکی شباهت زیادی به ستونهای پکینگ دارد که در بسیاری از پروسس های صنایع پتروشیمی استفاده می شود. فاضلابی که روی محیط (بستر) فیلتر پخش میشود به آهستگی به طرف پایین سرازیر شده و در کف فیلتر جمع و شده به سوی تانک رسوب گیری روانه می شود. میکروارگانیسمها روی سطح بستر (محیط) پراکنده شده با استفاده از هوایی که در فیلتر جریان پیدا می کند (بطور طبیعی) و با تغذیه از مواد آلی فاضلاب رشد نموده و تکثیر شده و باعث بوجود آمدن یک قشر بیولوژیکی روی سطح محیط میشوند. استفاده ی میکروارگانیسمها از مواد آلی محلول سبب پالایش فاضلاب می شود.

این قشر میکروبیولوژیکی (Slime) از موجودات زنده مختلف تشکیل شده است که مهمترین آنها عبارتند از: باکتریها - قارچها - کرمها و نرمتنان مختلف و به کمک نور خورشید خزه ها و جلبکها نیز رشد می کنند.

حرکت فاضلاب ثقیلی و به طرف پایین فیلتر می‌باشد که در طول این مسیر، اکسیژن هوا به لایه مایع (فاضلاب) که در مجاورت قشر میکروبیولوژیکی است نفوذ می‌نماید و مایع اکسیژن محلول را به داخل لایه میکروبی منتقل می‌سازد. همینطور مواد آلی موجود در مایع نیز به قشر بیولوژیکی نفوذ کرده و مواد مصرفی به لایه فاضلاب برگشت داده می‌شود. در نتیجه میکروارگانیسم‌ها از مواد آلی محلول در فاضلاب استفاده نموده باعث کاهش BOD (آلودگی) در فاضلاب می‌شوند و به رشد خود ادامه می‌دهند. ولی در لایه‌های زیری قشر بیولوژیکی، میکروبهایی که به سطح محیط (پکینگ) نزدیک اند به علت نرسیدن مواد غذایی و اکسیژن ابتدا غیر هوازی شده و سپس از بین می‌روند. معمولاً در بارگذاری هیدرولیکی زیاد گاهی لایه لزج میکربی از روی بستر کنده می‌شود که اصطلاحاً به این پدیده ریزش می‌گویند. اگر آلودگی موجود در فاضلاب زیاد باشد (بار آلی وارد بر فیلتر) رشد میکروارگانیسم‌ها به حدی می‌رسد که احتمالاً منافذ فیلتر را مسدود نموده و مانع عبور پساب به طرف پایین و یا جریان هوا می‌شوند. به این حالت اصطلاحاً Ponding (حوضچه سازی) می‌گویند، فیلتر به صورت ناقص و در برخی از نقاط بطور غیر هوازی عمل می‌کند که با ایجاد بو و تعفن همراه است و در نتیجه باعث افت بازدهی فیلتر می‌شود. فیلتر بیولوژیکی معمولی حدود 2 متر ارتفاع و بین 5 تا 50 متر قطر و اغلب استوانه ای شکل می‌باشد. بیوفیلترهایی که در صنعت تصفیه فاضلاب استفاده می‌شوند به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

- 1- فیلتر با شدت جریان ضعیف – کم بار (Low- Rate Filtration)
- 2- فیلتر با شدت جریان قوی – پر بار (High – Rate Filtration) – از جمله برجهای بیولوژیکی
- 3- فیلتر دو مرحله ای (Two – Stage Filtration) – از جمله فیلترهای ADF

تماس دهنده‌های بیولوژیکی گردان (RBC) Rotating Biological Contactor

این واحد مجموعه ای از صفحات گرد نزدیک به هم از جنس پلی استیرن یا پلی وینیل کلراید است که به صورت مستغرق در فاضلاب قرار گرفته و به آرامی در آن می‌چرخد. عوامل بیولوژیکی بر روی این صفحات رشد می‌کنند و چرخش صفحات، این توده لزج میکروبی را به طور متناوب با مواد آلی فاضلاب و سپس با اکسیژن هوا تماس می‌دهد و همچنین مسأله باعث حفظ شرایط هوازی در سیستم می‌شود.

واحدهای تصفیه شیمیایی

رسوب دهی شیمیایی

در تصفیه فاضلاب این عمل به منظور تغییر حالت فیزیکی جامدات محلول و معلق و تسهیل در جداسازی آنها از راه رسوبدهی انجام می‌شود. این کار با کمک افزودن یک ماده شیمیایی انجام می‌شود. از مهمترین روشهای ترسیب شیمیایی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ترسیب فسفر از فاضلاب با کمک افزودن هیدراته، نمکهای آهن و یا آلومنیوم. همچنین می‌توان از پلیمرها نیز به همراه نمکهای فوق الذکر استفاده نمود.

- احیاء و ترسیب کروم 6 ظرفیتی. از دی اکسیدگوگرد، سولفات فرو و متابی سولفیت سدیم می‌توان برای احیای کروم 6 به کروم 3 ظرفیتی استفاده کرد و سپس آن را با کمک آهک هیدراته به صورت هیدروکسید رسوب داد.

جذب سطحی

جذب سطحی انتقال مواد آلاینده از یک فاز مایع یا گاز به سطح یک ماده جاذب جامد است. عمل جذب سطحی به سه حالت تبادلی، فیزیکی و شیمیایی رخ می‌دهد و عمده ترین ماده جاذب که امروزه در تصفیه آب و فاضلاب کاربرد گسترده ای دارد، کربن فعال می‌باشد که به دو صورت پودر (PAC) و گرانول (GAC) به کار می‌رود و سطحی حدود 400 تا 1600 متر مربع در گرم را فراهم می‌نماید.

عواملی نظیر اختلاط، نوع خصوصیات ماده جاذب، اندازه مولکولهای ماده جذب شدنی، غلظت و وزن مولکولی ماده جاذب شدنی، دما PH و زمان تماس بر میزان جذب اثر دارند.

کربن فعال طی سه مرحله آب گیری، کربنیزه کردن و فعال سازی از موادی نظیر زغال قیردار، زغال سنگ نارس (تورب) و زغال قهوه ای، پسماندهای نفتی، چوب، نارگیل و غیره تولید می‌شود.

کربن فعال می‌تواند در زمینه حذف عوامل طعم و بو، کلرزدایی، حذف مواد شیمیایی آلی سنتتیک (SOCs)، حذف VOCs، حذف مواد معدنی، حذف محصولات جانبی گندزدایی (DBPs) و حذف رادون استفاده شود.

متداولترین کاربرد کربن فعال در تصفیه فاضلاب، جداسازی مواد آلی محلول باقیمانده در روشهای معمول تصفیه است.

امروزه برای تقویت تشکیل لخته‌های شیمیایی و لخته‌های بیولوژیکی در عملیات کواگولاسیون و سیستم لجن فعال از پودر کربن فعال به طور همزمان استفاده می‌نمایند.

گندزدایی

هدف اصلی این واحد، افزودن مواد شیمیایی نظیر کلر، ازن، دی اکسید کلر و غیره به منظور نابودی میکروارگانیسم‌های بیماریزا از فاضلاب است.

البته برخی روشهای فیزیکی نظیر کاربرد اشعه ماوراء بنفش نیز می‌توان در نابودی میکروارگانیسم‌ها استفاده نمود. همچنین از کلر به عنوان روش شیمیایی به منظور حذف ترکیبات ازت نیز استفاده می‌شود.

تصفیه بیولوژیکی فاضلاب

فرآیند بیولوژیکی از عمده ترین روشهای استفاده شده در تصفیه ثانویه فاضلاب محسوب می‌شوند. این فرآیندها همچنین می‌توانند در واحدهای تصفیه پیشرفته فاضلاب به کار برده شوند. هدف اصلی تصفیه بیولوژیکی، لخته سازی و جدا کردن کلوئیدی غیر قابل ته‌نشینی و همچنین تثبیت مواد آلی (کاهش BOD) است. از دیگر اهداف این روش تصفیه می‌توان به حذف مواد مغذی مانند ازت، فسفر و حذف ترکیبات آلی سمی نیز اشاره کرد.

اصول تصفیه بیولوژیکی

در تصفیه بیولوژیکی فاضلاب، میکروارگانیسم‌ها و اساساً باکتریها، مواد آلی کربنه محلول و کلوئیدی را تجزیه و به گازهای مختلف و بافت سلولی جدید تبدیل می‌کنند.

میکروارگانیسم‌ها از ماده غذایی با سه هدف استفاده می‌نمایند: سنتز سلولی، کسب انرژی برای رشد و سنتز مواد و به عنوان گیرنده الکترون برای الکترونهای آزاد شده در واکنشهای تولید انرژی.

مواد مغذی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها عبارتند از:

- منابع انرژی مثل مواد آلی، مواد معدنی و نور خورشید
- پذیرنده الکترون مانند اکسیژن، مواد آلی و اکسیژن باند شده در ترکیبات معدنی نظیر NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-}
- منبع کربن مثل کربن دی اکسید، بی کربنات و مواد آلی
- عناصر جزئی و فاکتورهای مختلف رشد مثل ویتامینها

میکروارگانیسم‌ها را بر اساس منبع انرژی، پذیرنده الکترون و منبع کربن تقسیم بندی می‌نمایند.

بر اساس منبع کربن مورد استفاده:

اتوتروف: از CO_2 , HCO_3^- به عنوان تنها منبع کربن استفاده می‌کنند.

هتروتروف: از کربن موجود در ترکیبات آلی نسبتاً پیچیده مثل گلوکز استفاده می‌نمایند.

بر اساس منبع انرژی

فتوتروف؛ منبع انرژی آنها نور خورشید است.

شیمیوتروف؛ انرژی آنها از طریق اکسیداسیون و احیای مواد شیمیایی تأمین می‌شود. شیمیوتروفها بر اساس نوع ترکیبی که اکسید می‌نمایند (نوع دهنده الکترون) به دو دسته تقسیم می‌شوند:

شیمیوارگانوتروف (دهنده الکترون ترکیبات آلی پیچیده هستند) و شیمیولیتوتروف (دهنده الکترون مواد معدنی ساده مثل NH_3 , SH_2 و غیره می‌باشند).

فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی را می‌توان به دو گروه رشد معلق و رشد چسبیده تقسیم نمود که بر اساس نحوه رشد میکروارگانیسم‌ها در سیستم طبقه بندی می‌شود. سیستم رشد معلق مانند لجن فعال و اصلاحات مختلف آن، برکه تثبیت، هضم بی‌هوازی، UASB، رشد چسبیده نظیر صافی چکنده تماس دهنده‌های بیولوژیکی گردان (RBC)، راکتور بستر آکنده، بستر گسترده و غیره هستند.

فرآیندهای هوازی رشد معلق

لجن فعال

این فرآیند در سال 1914 در انگلستان ابداع شد و اساس کار آن، تأمین هوا برای ایجاد شرایط هوازی و رشد میکروارگانیسم‌هایی است که به صورت معلق در تانک هوادهی باقی می‌مانند و تثبیت مواد آلی را انجام می‌دهند. لخته‌های بیولوژیکی تشکیل شده سپس در کلاریفایر ثانویه ته نشین می‌شوند و در نهایت ضمن دفع لجن مازاد، قسمتی از لجن به تانک هوادهی بر می‌گردد. در این سیستم باید همواره میزان اکسیژن محلول در حدود 1 تا 2 میلی گرم در لیتر حفظ شود.

باکتری‌های مهم در سیستم لجن فعال عبارتند از: پسودموناس، زوگلنا، آکروموباکتر، فلاووباکتریوم، نوکاردیا، دلوویبریو، میکوباکتریوم و....

این سیستم تصفیه از بدو ابداع تا به حال توسط محققین و بهره برداران مختلف تغییراتی یافته که تحت عنوان اصلاحات لجن فعال نام برده می‌شود. از این اصلاحات می‌توان به سیستم متعارف، هوادهی مرحله ای، اکسیژن خالص، راکتور ناپیوسته متوالی، تثبیت تماسی، هوادهی ممتد، کانال اکسایش، سیستم پربار و غیره اشاره نمود.

در طراحی سیستم پارامترهایی نظیر ماده غذایی به جرم میکروبی $\left(\frac{F}{M}\right)$ جامدات معلق مایع مخلوط (MLSS) زمان ماند هیدرولیکی، زمان ماند میکروبی، بار حجمی، نسبت برگشت لجن و غیره محاسبه و استفاده می‌شوند.

راکتورهای ناپیوسته متوالی

در واقع یک سیستم تصفیه لجن فعال منقطع است که به تناوب تغذیه و تخلیه می‌شود. در این فرآیند پنج مرحله مشترک: تغذیه، هوادهی، ته نشینی و زلال سازی، تخلیه (حذف مکانیکی آب از مواد جامد) و سکون در یک واحد انجام می‌شود. این سیستم نیاز به برگشت لجن ندارد و برای کلیه فاضلاب‌هایی که توسط لجن فعال قابل تصفیه هستند کاربرد دارد.

فرآیندهای هوازی رشد چسبیده

صافی چکنده

اوایل بار در سال 1983 در انگلستان به کار گرفته شد. در این سیستم فاضلاب از درون یک محفظه پر شده از موادی به عنوان بستر عبور می‌کند. میکروارگانیسم‌ها بر سطوح مواد بستر رشد کرده و مواد آلی موجود در فاضلاب را جذب و تجزیه می‌نمایند. اکسیژن در این سیستم از طریق تهویه طبیعی زه کش کف بستر و همچنین پخش هیدرولیکی فاضلاب در بالای واحد تصفیه تأمین می‌شود و از موادی نظیر سنگ، پلاستیک و غیره به عنوان رشد میکروب استفاده می‌نمایند. عمق بستر سنگ در این سیستم‌ها حدود 0/9 تا 2/5 متر است و این صافیها را با بستر پلاستیکی با اعماق 4 تا 12 متر نیز می‌سازند.

معمولاً در بارگذاری هیدرولیکی زیاد، گاهی لایه لزج میکروبی از روی بستر چکنده می‌شود که اصطلاحاً به این پدیده ریزش می‌گویند.

درون صافی چکنده؛ از باکتریهای هوازی، بی هوازی و اختیاری، قارچها، جلبکها و تک یاخته‌ها پوشیده شده است. میکروارگانیسم‌های غالب در این سیستم باکتریهای اختیاری هستند. باکتریهای مهم صافی چکنده آکروموباکتر، فلاووباکتریوم، پسودوموناس و آلکالی ژنز می‌باشند. همچنین در این فیلترها باکترهای رشته ای مثل اسفروتیلوس ناتانس و بگیاتوآ وجود دارند. در لایه‌های پایین تر صافی، باکتریهای نیترات ساز (نیتروزوموناس و نیتروباکتر) هم یافت می‌شوند. قارچها، جلبکها و تک یاخته‌های مختلف نیز در صافی چکنده رشد می‌نمایند.

صافی‌های آماده ساز

طرح خاصی از صافی‌های چکنده هستند که بار هیدرولیکی بالا کار می‌کنند. این سیستم‌ها برای کاهش بار آلی در فرآیندهای بعدی و در کاربرد فصلی فرآیند نیتریفیکاسیون به کار می‌روند. این صافیها نیز در ابتدا با بستر سنگ طراحی شده اند و امروزه از محیطهای مصنوعی استفاده می‌نمایند.

تماس دهنده‌های بیولوژیکی گردان

این واحد مجموعه ای از صفحات گرد نزدیک به هم از جنس پلی استیرن یا پلی وینیل کلراید است که به صورت مستغرق در فاضلاب قرار گرفته و به آرامی در آن می‌چرخند. عوامل بیولوژیک بر روی این صفحات رشد می‌کنند و چرخش صفحات، این توده لزج میکروبی را به طور متناوب با مواد آلی فاضلاب و سپس با اکسیژن هوا تماس می‌دهد و همین مسأله باعث حفظ شرایط هوازی در سیستم می‌شود. از این واحدها می‌توان در تصفیه ثانویه فاضلاب استفاده کرد.

راکتور بستر آکنده

این راکتورها برای حذف همزمان BOD_5 کربنه و انجام عمل نیتریفیکاسیون استفاده می‌شوند و از یک ماده محیطی خاصی آکنده‌اند که میکروبهها به آن می‌چسبند. فاضلاب از کف وارد مخزن می‌شود و به همراه آن هوا یا اکسیژن خالص لازم برای فرآیند نیز وارد سیستم می‌شود.

فرآیندهای بی هوازی رشد معلق

هضم بی هوازی

قدیمی‌ترین فرآیند استفاده شده در تثبیت لجن فاضلاب است و طی آن تجزیه مواد آلی و غیر آلی در عدم حضور اکسیژن مولکولی انجام می‌شود. کاربردهای اصلی این فرآیند، تثبیت لجن و فاضلابهای صنعتی است. امروزه مشخص شده که حذف مواد آلی رقیق نیز با کمک این سیستم امکان پذیر است.

هاضم‌های بی هوازی به دو صورت استاندارد و پر بار ساخته می‌شوند. زمان ماند در نوع استاندارد 30 تا 60 روز و در سیستم پر بار حدود 15 روز یا کمتر است. گاهی از این دو فرآیند به صورت دو مرحله ای استفاده می‌شود.

فرآیند هضم بی هوازی طی سه مرحله تبدیل ترکیبات پیچیده به ترکیبات ساده و قابل مصرف به عنوان منبع انرژی و ساخت سلول میکروبی، اسیدسازی و تولید متان انجام می‌شود. مرحله تولید اسید توسط باکتریهای بی هوازی اختیاری و اجباری انجام می‌شود که مهمترین آنها کلاستریدیومها، پپتوکوکوس آنروپوس، گونه‌های بیفیدوباکتریومها، گونه‌های دی

سولفوویبریو، گونه‌های کورینه باکتریومها، لاکتوباسیلوس، اکتینومایسس، استافیلوکوکوک و اشیریشیاکلی می‌باشند. مرحله تولید متان توسط باکتریهای بی‌هوازی مطلق مانند متانوباکتریومها، متانوباسیلوسها، متانوکوکوسها و متانوسارسینا انجام می‌شود.

در انجام فرآیندهای بی‌هوازی عواملی نظیر اختلاط، فلزات سبک، فلزات سنگین، سولفیدها، آمونیاک، اسیدهای فرار و غیره تأثیر دارند و باید در حد متعادل کنترل شوند.

فرآیند تماس بی‌هوازی

این سیستم برای تثبیت فاضلاب‌های صنعتی با BOD بالا مؤثر است. فاضلاب با لجن برگشتی مخلوط و سپس در راکتور بسته (بدون ورود هوا) مخلوط و هضم می‌شود. سپس مخلوط حاصله را در یک زلال ساز یا واحد شناورسازی با خلاء جدا کرده و لایه رویی را برای تصفیه بیشتر تخلیه می‌نمایند. آن گاه لجن ته نشین شده بی‌هوازی را برگشت می‌دهند تا میکروب لازم را برای فاضلاب ورودی فراهم نمایند. در این سیستم به دلیل میزان پایین سنتز میکروبهای بی‌هوازی، لجن مازاد دفعی در حداقل است.

این فرآیند در تصفیه صنایع بسته بندی گوشت و سایر فاضلاب‌های محلول با غلظت مواد آلی بالا ($COD = 1500$) تا 5000 mg/l کاربرد دارد و قادر است در زمان ماند هیدرولیکی 2 تا 10 ساعت، 75 تا 90 درصد حذف COD را انجام دهد.

فرآیند بستر لجن بی‌هوازی با جریان رو به بالا

مواد از پایین وارد راکتور می‌شوند و از بین یک لایه لجن مرکب از دانه‌ها یا ذرات بیولوژیک عبور می‌کنند و تصفیه فاضلاب در تماس با این دانه‌ها روی می‌دهد. گازهای تولیدی مانند متان و کربن دی‌اکسید باعث گردش درونی در سیستم و حفظ این گرانولهای بیولوژیک می‌شود. گازها و دانه‌های چسبیده به گاز، به قسمتهای بالایی راکتور می‌روند، گاز آزاد شده در قسمت فوقانی جمع آوری و مایع محتوای مواد جامد و گرانولهای بیولوژیک وارد یک مخزن ته‌نشینی می‌شود.

فرآیندهای بی‌هوازی رشد متصل عبارتند از:

1- صافی بی‌هوازی: ستون پر شده از چند نوع محیط است و برای تصفیه مواد آلی کربن دار فاضلاب به کار می‌رود. فاضلاب از پایین به بالا جریان یافته و در تماس با توده بیولوژیکی متصل به بستر قرار می‌گیرد.

2- فرآیند بستر آکنده: در این سیستم نیز فاضلاب از پایین به بالا پمپ می‌شود و از یک بستر مناسب نظیر ماسه، زغال سنگ یا دانه سنگ که میکروب روی آن رشد کرده عبور می‌کند. با برگشت دادن فاضلاب خروجی، جریان ورودی را رقیق می‌نمایند و جریان کافی برای حفظ بستر در شرایط گسترده ایجاد می‌شود. غلظت توده بیولوژیکی در این سیستم به بیش از 40000 – 15000 میلی گرم در لیتر می‌رسد و به دلیل توده بیولوژیکی بالا، از این فرآیند می‌توان در تصفیه فاضلاب‌های شهری با زمان ماند بسیار کوتاه استفاده کرد. میزان لجن تولیدی در این سیستم بسیار کم‌تر از سیستم‌های هوازی مانند لجن فعال است و گاز متان تولیدی آن نیز قابل بازیافت می‌باشد.

تصفیه پیشرفته فاضلاب

هدف اصلی تصفیه پیشرفته حذف ناخالصی‌هایی از فاضلاب است که حذف آنها به کمک روشهای تصفیه اولیه و ثانویه امکان پذیر نیست. عمده ترین کاربرد تصفیه ثالثیه (پیشرفته) حذف مواد مغذی مانند ازت و فسفر است اما اهداف دیگر تصفیه پیشرفته را می‌توان به شرح زیر نام برد:

- کاهش BOD به حد بسیار پایین (1-2 میلی گرم در لیتر)
- کاهش SS به حد بسیار کم (1-2 میلی گرم در لیتر)
- حذف مواد معدنی
- حذف مواد رنگی
- حذف مواد مقاوم
- حذف طعم و بو
- حذف مواد سمی و غیره

حذف ازت

برای حذف ازت می‌توان از روشهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی استفاده نمود.

روش‌های بیولوژیکی

در روش‌های بیولوژیکی می‌توان ازت را به تنهایی یا به همراه فسفر حذف نمود. دو مکانیسم اصلی حذف بیولوژیکی ازت عبارتند از: جذب و نیتریفیکاسیون – دینیتریفیکاسیون.

جذب

چون ازت به عنوان یک ماده مغذی محسوب می‌شود، باکتری‌های موجود در فرآیندهای تصفیه می‌توانند ازت آمونیاکی را جذب کرده و آن را جزء توده سلولی خود درآورند. با مرگ و متلاشی شدن سلولهای باکتریایی، قسمتی از ازت آمونیاکی مجدداً به فاضلاب بر می‌گردد.

نیتروفیکاسیون

عمل نیتروفیکاسیون (شوره سازی یا نیترات سازی) توسط دو گونه باکتری نیتروزوموناس و نیتروباکتر انجام می‌شود. به ازای هر میلی گرم ازت آمونیاکی حدود 4/3 میلی گرم اکسیژن نیاز است و حدود 8/64 میلی گرم HCO_3 (قلیابیت) به ازای هر میلی گرم ازت آمونیاکی اکسید می‌شود. البته تبدیل ازت آمونیاکی به ازن نیتراتی، حذف ازت محسوب نمی‌شود بلکه اکسیژن خواهی آن را از بین می‌برد. برای انجام واکنشهای فوق فاکتورهایی مانند غلظت آمونیاک، نیترواسیدها، PH، دما و اکسیژن محلول بسیار مهم هستند.

فرآیند نیتروفیکاسیون می‌تواند به صورت رشد معلق و یا رشد چسبیده انجام شود. اگر عمل نیتروفیکاسیون در راکتور حذف مواد کربنه به طور همزمان انجام شود به این فرآیند نیتروفیکاسیون تک مرحله ای اطلاق می‌شود.

دنیتروفیکاسیون

فرآیند دنیتروفیکاسیون که معمولاً پس از عمل نیتروفیکاسیون برای تکمیل حذف ازت از طریق تبدیل نیترات به گاز ازت کاربرد دارد، فرآیندی بی اکسیژن است و جنسهای مختلف باکتریایی نظیر اکروموباکتر، آئروباکتر، آلكالی ژنز، باسیلوس، بروی باتریوم، فلاووباکتریوم،

لاکتوباسیلوس، میکروکوکوس، پروتئوس، پseudomonas و اسپیریلوم می‌توانند آن را انجام دهند.

این باکتریها هتروتروف هستند و در شرایط بی اکسیژن احیای نیترات را طی دو مرحله انجام می‌دهند. در مرحله اول نیترات را به نیتريت تبدیل کرده و سپس به ترتیب NO , N_2O و نهایتاً گاز ازت (N_2) تولید می‌کنند. N_2 , N_2O محصولات گازی این فرآیند هستند و وارد اتمسفر می‌شوند.

در انجام عمل دنیتروفیکاسیون نیز عواملی نظیر اکسیژن محلول PH و دما مؤثر هستند. وجود DO فرآیند را مختل می‌کند، PH بهینه 7 تا 8 است و میکروارگانیسمهای مربوطه نسبت به تغییرات دما حساس هستند.

این فرآیند نیز می‌تواند با رکتورهای رشد معلق و رشد چسبیده به کار رود. باکتریها در این فرآیند انرژی لازم را از تبدیل نیترات به گاز ازت به دست می‌آورند و برای سنتز سلولی، کربن مورد نیاز خود را از فاضلاب ورودی یا بافت سلولی دریافت می‌نمایند. در فاضلاب‌هایی مانند فاضلاب کشاورزی که کربن آلی کم دارد از متانول یا فاضلاب‌های صنعتی با مواد مغذی کم و کربن آلی زیاد این کمبود را جبران می‌نمایند. فرآیند جذب می‌تواند 40 تا 70 درصد ازت آمونیاکی و به طور کلی 30 تا 70 درصد ازت کل ورودی به سیستم را حذف نماید.

فرآیند نیتریفیکاسیون 10 تا 50 درصد ازت آلی را حذف و ازت آمونیاکی را به نیترات تبدیل می‌نمایند و به طور کلی قادر به حذف 5 تا 20 درصد ازت ورودی به سیستم می‌باشد. فرآیند دنیتریفیکاسیون 80 تا 90 درصد از نیترات و مجموعاً 70 تا 95 درصد ازت ورودی به سیستم را حذف می‌نمایند.

روشهای شیمیایی

کلریناسیون تا نقطه شکست

در این روش با افزودن کلر به روش شیمیایی ازت حذف می‌شود. در انجام واکنش حذف ازت به وسیله کلر عواملی نظیر دوز کلر مورد نیاز PH، دما و اختلاط مؤثر هستند.

سایر روشها

برای حذف شیمیایی ترکیبات ازته، از روشهای دیگری نظیر انعقاد شیمیایی، جذب کربن، تبادل یون انتخابی برای آمونیم و تبادل یون انتخابی برای نیترات استفاده می‌شود.

روشهای فیزیکی

روشهای رها سازی آمونیاک، الکترودیالیز، فیلتراسیون و اسمز معکوس نیز می‌توانند در حذف ترکیبات ازته استفاده شوند.

رها سازی آمونیاک تحت شرایط تنظیم PH و به عبارتی بالا بودن PH انجام می‌شود. تحت این وضعیت NH_4 بیشتر به صورت گاز آمونیاک (NH_3) در می‌آید که گازی محلول در آب است. به کمک هوادهی یا وارد کردن اکسیژن محلول می‌توان آمونیاک را از فاضلاب خارج نمود. در این روش 60 تا 95 درصد ازت آمونیاکی و یا به طور کلی 50 تا 90 درصد ازت ورودی به سیستم حذف می‌شود.

الکترودیالیز از فرآیندهای غشایی است که طی آن یونهای موجود از طریق یک غشای انتخابی و تحت نیروی موجود در میدان الکتریکی جدا می‌شوند. در کاربرد این روش 100 درصد ازت آلی معلق 30 تا 50 درصد ازت آمونیاکی و 30 تا 50 درصد ازت نیتراتی حذف می‌شوند و در مجموع این روش 80 تا 90 درصد از ترکیبات مختلف ازت حذف می‌نماید. فیلتراسیون که عبور فاضلاب از یک بستر ماسه ای می‌باشد، قادر است 30 تا 100 درصد ازت آلی معلق و مجموعاً 20 تا 40 درصد از کل ازت ورودی را حذف نماید.

روش اسمز معکوس فرآیند فیزیکی دیگری است که مواد محلول در فاضلاب را به کمک یک غشاء نیمه تراوا جدا می‌نماید.

روشهای حذف فسفر

فسفر می‌تواند از طریق دترجنتها، آفت کشها و کودهای کشاورزی و مواد زاید بدن وارد فاضلابهای شهری شود. فسفر به اشکال ارتوفسفات، پلی فسفات و فسفر آلی در فاضلابها موجود است. ارتوفسفاتها محلول و بقیه به صورت معلق وجود دارند. 70 درصد فسفر فاضلابهای شهری را پلی فسفاتها و فسفر آلی تشکیل می‌دهند.

حذف بیولوژیکی

در حذف بیولوژیکی فسفر می‌توان عمل حذف را مجزا یا به همراه ازت انجام داد. میکروارگانیسمها در حین سنتز سلولی و انتقال انرژی فسفر را مصرف می‌کنند. در نتیجه 10 تا 30 درصد فسفر ورودی در تصفیه بیولوژیکی (ثانویه) حذف می‌شود.

یکی از مهمترین میکروارگانیسمهای مؤثر در حذف فسفر، آسینتوباکتر است. آزادسازی فسفر تحت شرایط بی اکسیژن انجام می‌شود، بنابراین برای حذف فسفر لازم است که در یک راکتور، نواحی هوازی و بی هوازی فراهم شود و یا اینکه در راکتورهای متوالی شرایط هوازی و بی هوازی ایجاد شود.

حذف شیمیایی

به منظور حذف شیمیایی فسفر می‌توان از طریق افزودن مواد شیمیایی اقدام نمود. این عمل با افزودن نمکهای فلزی مثل آلوم و کلرور فریک و پلی مرهای شیمیایی و آهک انجام می‌شود.

حذف مواد آلی مقاوم

روشهایی نظیر جذب سطحی کربن و اکسیداسیون شیمیایی استفاده قرار می‌شوند.

حذف مواد معدنی محلول

در این زمینه روشهایی مانند ترسیب شیمیایی، تبادل یون، اسمز معکوس و الکترودیالیز قابل کاربرد هستند

تصفیه فاضلاب اجتماعات کوچک

معمولاً روشهای ساده دفع فاضلاب برای اجتماعات کوچک به ساخت و بهره برداری از مخزن سپتیک و مخزن ایمهاف محدود می‌شود. همچنین می‌توان به روش سنتی دفع فاضلاب در چاه جاذب نیز به عنوان یک روش ساده دفع فاضلاب در اجتماعات کوچک و حتی در اجتماعات بزرگ به صورت تک خانواری یا چند خانواری اشاره نمود. این روشها قادر به تخفیف آلودگی فاضلاب بوده و برای پیشگیری از هر گونه مخاطره‌ی بهداشتی باید نسبت به دفع پساب و لجن این سیستمها توجه لازم صورت گیرد.

چاه جاذب

روش سنتی دفع فاضلاب محسوب می‌شود و در بیش‌تر نقاط کشورمان نیز در حال حاضر مورد استفاده می‌شود. در واقع استفاده از چاه جاذب یک روش طبیعی دفع فاضلاب است که فاضلاب خانگی و گاهی به همراه آب باران توسط لوله کشی داخل ساختمان جمع آوری و بدون تصفیه به یک یا چند چاه نسبتاً عمیق هدایت می‌شود.

فاضلاب به وسیله باکریهای بی هوازی تجزیه شده و از حجم جامدات آن کاسته می‌شود. همزمان با این عمل، آب اضافی به زمین نفوذ کرده و نهایتاً به سفره‌های آب زیرزمینی راه می‌یابد. این سیستم روش جدیدتر دفع فاضلاب با استفاده از آب است که جایگزین سیستم قدیمی دفع فاضلاب بدون استفاده از آب شده‌است و توانسته تا حدودی زیادی از مشکلات ناشی از سیستم قدیمی نظیر شیوع اپیدمی‌ها، آلودگی منابع آب، پراکندگی مواد زائد در محیط، بوی تعفن، مناظر زشت و... را مرتفع نماید.

چاه جاذب در موارد زیر به کار می‌رود:

- زمانی که مقدار فاضلاب کم و محدود به یک یا چند خانوار باشد.
- لایه‌های نفوذ پذیر حداکثر در 20 متری زیر سطح زمین باشد.
- سطح سفره آبها حداقل 3 تا 4 متر پایین تر از لایه‌های نفوذ پذیر قرار گرفته باشد.
- از سفره‌های محلی آب هیچ برداشتی برای آشامیدن نشود.

در صورت وجود شرایط فوق الذکر کاربرد چاه جذبی یکی از اقتصادی ترین روشهای دفع فاضلاب بخصوص در اجتماعات کوچک است و در صورت رعایت ضوابط و نکات بهداشتی لازم، مخاطرات بهداشتی آن در حداقل می باشد. چاه جاذب در واقع محفظه ای است استوانه ای شکل (مقطع دایره) که در زمین حفر می شود و فضولات انسانی به طوری که باکتریهای موجود در تماس با انسان و حشرات قرار نگیرند در آن نگهداری می شود. قطر دهانه چاه معمولاً 90 تا 120 سانتی متر و عمق آن از چند متر تا حدود 25 متر متفاوت است. این چاهها معمولاً دارای سه لوله ورودی، میله چاه و انبار (در قسمت نفوذ پذیر زمین) می باشند.

مهمترین مسأله در محاسبه چاههای جاذب تعیین حجم چاه است که هر چه زمان پر شدن آن بیشتر باشد از نظر بهداشت مفید تر و بازده آن بیشتر خواهد بود. در محاسبات معمولاً سطح لازم از لایه نفوذ پذیر برای هر نفر به دست می آید. این سطح تابع درجه نفوذ پذیری زمین است که معمولاً با آزمایش ساده نفوذ پذیری خاک قابل محاسبه می باشد. بر اساس مطالعات انجام شده سطح مؤثر جذب در منازل برای هر نفر حدود $1/8$ تا $8/4$ مترمربع و برای محیطهای اداری و جمعی مانند پادگان، اداره، مدرسه و... به ازای هر کارمند یا دانش آموز حدود $0/5$ تا $2/2$ متر مربع در نظر گرفته می شود. البته این اعداد برای فاضلاب خانگی و زمینی با نفوذ پذیری خوب پیشنهاد شده است.

حداکثر گنجایش چاهها را معمولاً 90 لیتر برای هر نفر در سال و برای یک دوره طرح حداقل 10 تا 15 سال در نظر می گیرند. البته حداقل زمان طراحی نباید از 4 سال کمتر باشد.

زمانی که چاه تا عمق 50 سانتی متری سطح زمین پر شد باید از چاه جدید رزرو استفاده شود. پیشنهاد می شود که چاههای جاذب به صورت دو تایی ساخته شوند تا پس از پر شدن یک چاه بتوان از چاه دیگر استفاده نمود.

محتویات چاه پر شده حداقل پس از 9 تا 12 ماه می تواند به شکل کود در کشاورزی استفاده نمود. استفاده ی زود هنگام پیش از تجزیه کامل محتویات چاه تحت شرایط بی هوازی، خطرات بهداشتی گسترده ای بخصوص در شیوع بیماریهای واگیر و انتشار انگلهای کرمی به دنبال خواهد داشت.

طبق مقررات موجود در کشورمان، حداقل فاصله افقی چاه جاذب از هر گونه منبع آب 15 متر و حداقل فاصله عمودی کف چاه جاذب از سطح سفره زیرزمینی 3 متر می باشد.

سپتیک تانک

این وسیله را می‌توان در خانه‌ها و موسساتی که در نواحی روستائی و یا در اطراف شهرهایی که دور از دسترس شبکه‌های جمع آوری فاضلاب قرار دارند به کار برد.

سپتیک تانک در واقع یک مخزن ته نشینی کوچک است که به دلیل زمان ماندن طولانی فاضلاب در آن تحت اثر باکتریهای غیر هوازی، به حالت تعفن در می‌آید. سرپوشیده کردن سپتیک نیز به منظور جلوگیری از مزاحمت بوی نامطبوع آن است. در این روش کلیه فاضلاب منزل و موسسه (اعم از فاضلاب آشپزخانه، حمام، توالت و دستشویی) به وسیله لوله فاضلاب ساختمان وارد مخزن می‌شود.

فعل و انفعالاتی که در سپتیک صورت می‌گیرد عبارت از: پالایش ابتدایی شامل ته نشینی و تجزیه غیر هوازی لجن و پالایش نهایی شامل دفع پساب از طریق زیر آبیاری است.

مخزن به نحوی طراحی شده که فاضلاب ورودی به آن بین یک تا سه روز تقریباً ساکن و آرام باقی می‌ماند. در مدت مذکور مواد معلق سنگین فاضلاب به صورت لجن در کف مخزن ته نشین و بیشتر مواد معلق سبک از قبیل روغن و چربی بجا مانده در مایع فاضلاب به شکل کف غلیظی در سطح مایع شناور می‌شوند. در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های غیر هوازی لجن ته نشین شده تجزیه شده و سبب کاهش حجم آن می‌شوند.

وقتی که مقداری فاضلاب وارد مخزن شد، به اندازه‌ی هم حجم آن پساب از لوله خروجی دفع می‌شود. با این که تیرگی پساب مخزنی که به طور صحیح محاسبه و طراحی شده به سبب کمی ذرات ریز و معلق جزئی است، معدالک هنوز کاملاً صاف نیست و بوی مخصوص فاضلاب را می‌دهد. به علاوه پساب مزبور ممکن است به علت در برداشتن باکتریهای بیماریزا، کیست و تخم کرمهایی که کاملاً از بین نرفته اند، مخاطره آمیز باشد. پساب خارج شده از مخزن از طریق چاههای جاذب دفع می‌شود. در این موضوع باید دقت کافی به عمل آید که ارتفاع کف چاه جاذب از سطح آبهای زیر زمینی کمتر از سه متر نباشد، در غیر این صورت سبب آلودگی آبهای زیرزمینی خواهد شد.

روش دیگر دفع پساب زیر آبیاری است که به وسیله لوله‌های سفالی فاصله دار که در حد فاصل آنها قلوه سنگ کار گذاشته شده پساب را در زمین وسیعی دفع می‌کنند.

انتخاب محل مخزن سپتیک

در انتخاب محل مخزن سپتیک باید نکات زیر توجه شود:

- محل انتخابی باید سبب ایجاد هیچ گونه آلودگی برای چاه، چشمه یا هر منبع دیگر آب نشود.
- اختلاف ارتفاع سطح آب زیرزمینی محل مخزن از کف گودال حفر شده و یا ترانشه جذب مخصوص دفع پساب، نباید کمتر از 1/5 متر باشد.
- محل، در معرض سیل یا مکانهای باتلاقی نباشد.
- زمین لازم برای دفع پساب مخزن با توجه به ضوابط زیست محیطی پیش‌بینی شده باشد.
- مخزن سپتیک که در گودالی در داخل زمین قرار می‌گیرد نباید بیش از 30 تا 45 سانتی متر در زیر خاک مدفون شود (این مخازن معمولاً از بتون و مواد مقاوم و نفوذ ناپذیر ساخته می‌شوند).
- به طور کلی جدول زیر فاصله مخزن سپتیک، میدان دفع پساب خروجی و چاه جاذب از قسمت‌های مختلف را نشان می‌دهد:

فاصله از چاه جاذب (متر)	فاصله از میدان دفع فاضلاب (متر)	فاصله از مخزن سپتیک (متر)	ساختمان و قسمت‌های مختلف دیگر
2/5	2/5	1/5	ساختمان
2/5	2/5	1/5	املاک مجاور
30	15	15	چاه آب
30	15	15	جوی آب و نهر
3	3	3	درخت بزرگ
1/5	1/5	1/5	لوله آب

فاضلاب‌روهای ساختمان

در فاضلاب‌روهای ساختمان که به مخزن سپتیک متصل می‌شوند، رعایت نکات زیر ضروری است:

- حداقل قطر لوله‌های سفالی یا بتونی 15 cm، لوله‌های چدنی 10 cm.
- حداقل شیب 1 درصد (شیب 2 درصد ارجح است).
- عدم تجاوز شیب در فاصله 3 متری مخزن از 2 درصد

شکل مخزن و ابعاد آن

مخزن را معمولاً به شکل مکعب مستطیل می‌سازند، اما انواع استوانه‌ای آن نیز وجود دارد. در مخازن مکعب مستطیل

عمق مؤثر فاضلاب 120 تا 180 سانتی متر و 30 تا 45 سانتی متر فضای آزاد در نظر گرفته می‌شود.

نسبت طول به عرض حدود $\frac{1}{2}$ تا $\frac{1}{3}$ پیشنهاد می‌شود.

در مخازن دو انباره $\frac{2}{3}$ طول مربوط به انباره اول و $\frac{1}{3}$ آن مربوط به انباره دوم است.

در این مخازن ارتباط دو انباره به وسیله سرریز، روزنه مستغرق یا دو سه راهی متصل به هم برقرار می‌شود. در ورودی (درون آر) و خروجی (برون بر) مخزن، بهترین راندمان زمانی حاصل می‌شود که راه بند یا سه راه خروجی به اندازه 40 درصد ارتفاع کلی مایع در آن فرو رود. این فرو رفتگی برای ورودی 30 سانتی متر و برای خروجی 45 سانتی متر پیشنهاد می‌شود. راه بندها معمولاً در فاصله 20 تا 30 سانتی متری دهانه لوله ورودی یا خروجی نصب می‌شوند. برای پیشگیری از ایجاد بو باید یک لوله تهویه به مخزن متصل و تا ارتفاع $1/5$ متر بالاتر از ارتفاع ساختمان انتقال یابد. این لوله باید مجهز به توری باشد.

احداث یک حوضچه چربی گیر پیش از مخزن سپتیک لازم است. این حوضچه می‌تواند به صورت روباز و به حجم 110 لیتر با یک ورودی مستغرق و یک خروجی با بازوی بلند مستغرق ساخته شود. نقش این واحد تجمع چربی در سطح است که می‌توان آن را به تناوب تخلیه و دفن نمود.

تخلیه لجن و دفع پساب

تخلیه لجن مخزن معمولاً 2 تا 4 سال یک بار انجام می‌شود. برای اطمینان از نیاز یا عدم نیاز به تخلیه لجن می‌توان با بررسی ضخامت کف تجمع یافته و عمق لجن نیز اقدامات لازم را انجام داد. پیشنهاد می‌شود وقتی که فاصله سقف مخزن از کف تجمع یافته در سطح فاضلاب از $7/5$ سانتی متر کمتر شد و یا مجموع ضخامت کف تجمع یافته و لجن ته نشین شده از 50 سانتی متر بیشتر شد، به سرعت اقدام به تخلیه لجن شود.

لجن مخزن سپتیک عاری از عوامل پاتوژن نیست و به هیچ عنوان نباید مستقیماً در کشاورزی استفاده شود بلکه باید مراحل تهیه کود کمپوست را طی کند و سپس به کار برده شود. اگر در فرآیند کودسازی به کار نرود باید آن را در اعماق 60 سانتی متری خاک دفن نمود.

پساب مخزن سپتیک نیز چه از نظر میکروبی و چه از نظر مواد آلی دارای آلودگی است، بنابراین در مناطقی که سطح آب زیر زمین پایین و زمین مناسب باشد می‌توان پساب مخزن را در چاه جاذب دفع نمود. در مناطقی که سطح آب زیر زمینی بالا باشد می‌توان به صورت ترانشه جذب یا پخش پساب در زمین اقدام نمود.

مخزن ایمهاف

ایمهاف تانک را اصطلاحاً انباره تعفن دو طبقه نیز می‌نامند. این سیستم معمولاً برای جمعیت‌های 50 تا 15000 نفر طراحی می‌شود. مخازن لازم برای اجتماعات 50 تا 1000 نفر را مخزن کوچک و برای اجتماعات تا 15000 نفر را مخزن

بزرگ می‌گویند. در این مخزن نیز مانند سپتیک تانک مکانیسم‌های تصفیه فیزیکی (ته نشینی) و بیولوژیکی (هضم بی هوازی) رخ می‌دهد و تنها تفاوت آن با مخزن سپتیک در این است که قسمت ته نشینی و هضم تقریباً از هم مجزا هستند.

مخزن ایمهاف در واقع یک مخزن مکعب مستطیل است (مانند یک سپتیک تانک بزرگ) که قسمت فوقانی آن با دو سطح شیبدار و یک شکاف سرتاسری (پهنای 15 تا 20 سانتی متر) در طول تانک از قسمت زیرین جدا شده است. در این مخازن سه قسمت ته نشینی، هضم و تجمع گاز در نظر گرفته می‌شود.

فاضلاب صنعتی و دفع آن

محتوای فاضلاب صنعتی ممکن است از انواع اسیدها، قلیاها، روغن‌های محلول و غیر محلول، سموم، ذرات و فلزات محلول باشد. دفع غیر بهداشتی این گونه فاضلاب می‌تواند سبب آلودگی آب، خاک و هوا شود. روی این اصل کارخانجات صنعتی موظف هستند طرحهای مربوط به جمع آوری و دفع فاضلاب خود را از طریق مقامات مسئول به تصویب رسانیده، به مرحله اجرا در آورند.

پساب نهایی کارخانجات را می‌توان مستقیماً و یا از طریق سیستم فاضلاب شهری دفع کرد. به طور کلی طرحهای مقدماتی تصفیه فاضلاب اعم از شهری و یا صنعتی شامل سه قسمت:

آ - طرحهای مقدماتی، شامل خارج کردن مواد قابل ته نشینی و شناور در فاضلاب.

ب - طرحهای ثانویه، علاوه بر انجام عملیات فوق الذکر، تغییر در ماهیت بیولوژیکی و کلوئیدی که در فاضلاب صورت می‌گیرد.

پ - در مرحله سوم، تغییر در کیفیت محلول از مرحله دوم، برای تطبیق با محیط دریافت کننده مورد نظر است.

به طور کلی تصفیه فاضلاب شامل حداقل یک یا چند مرحله از مراحل زیر و یا مجموعه ای از آنهاست. رقیق کردن، ته نشینی اولیه، غربال کردن، شناورسازی، رسوبدهی نهایی، تصفیه بیولوژیکی پساب، دفع نهایی پساب و لجن.

یکی از محصولات کلیه سیستم‌های تصفیه فاضلاب، لجن است که طبق بررسیهای انجام شده هزینه جمع آوری، تصفیه و دفع آن حدود 30 تا 40 درصد کل هزینه‌های تصفیه فاضلاب را به خود اختصاص می‌دهد.

لجن حاصل از تصفیه خانه‌ها 95- 98 درصد آب دارد و اگر آب آن به 60- 70 درصد برسد به صورت مایع غلیظی در

می‌آید که در صورت رساندن آب لجن به 60 درصد تقریباً حجم آن به $\frac{1}{10}$ حجم اولیه خواهد رسید.

لجن در واحدهای مختلف تصفیه نظیر ته نشینی اولیه، ته نشینی ثانویه، واحدهای شیمیایی و غیره تولید می‌شود و باید به نحو مناسب تصفیه و دفع شود.

به طور کلی روشهای پردازش و دفع لجن در جدول زیر خلاصه شده اند.

عمل انجام شده	واحد عملیاتی، فرآیندها یا روش تصفیه
کاهش دانه	عملیات مقدماتی
جداسازی دانه	خرد کردن
مخلوط کردن	دانه گیری
نگهداری و ذخیره سازی	هم زدن
	نگهداری
	تغلیظ
کاهش حجم	تغلیظ ثقلی
کاهش حجم	تغلیظ با شناورسازی
کاهش حجم	سانتریفیوژ کردن
	تثبیت
تثبیت	اکسیداسیون با کلر
تثبیت	تثبیت با آهک
تثبیت	تصفیه گرمایی
تثبیت، کاهش جرم	هضم بی هوازی
تثبیت، کاهش جرم	هضم هوازی
	اصلاح
اصلاح لجن	اصلاح شیمیایی
نشت	تصفیه با شستشو
اصلاح لجن	تصفیه گرمایی
	گندزدایی
نابودی پاتوزنها	گند زدایی
	آب گیری
	فیلتر خلاء
کاهش حجم	فیلتر فشاری
کاهش حجم	فیلتر افقی
کاهش حجم	سانتریفیوژ
کاهش حجم	بستر خشک کن
کاهش حجم، نگهداری	لاگون
	خشک کردن
	خشک کن سریع
کاهش وزن، کاهش حجم	خشک کن اسپری
کاهش وزن، کاهش حجم	خشک کن گردان
کاهش وزن، کاهش حجم	خشک کن چند کوره ای
کاهش وزن، کاهش حجم	آب گیری با روغن
	کمپوستینگ
	لجن تنها
بازیافت محصول، کاهش حجم	لجن با مواد زائد جامد
بازیافت محصول، کاهش حجم	احیای حرارتی
	زباله سوزی چند کوره ای
کاهش حجم، بازیافت منابع	زباله سوزی با بستر سیال
کاهش حجم	احتراق سریع
کاهش حجم	سوزاندن با مواد زائد جامد
کاهش حجم	پیرولیز با مواد زائد جامد
کاهش حجم، بازیافت منابع	اکسیداسیون با هوای مرطوب
کاهش حجم	دفع نهایی
	دفن بهداشتی
دفع نهایی	کاربرد در زمین
دفع نهایی	بازیافت
دفع نهایی، بازیافت زمین	استفاده مجدد
دفع نهایی، بازیافت منابع	

عملیات مقدماتی

عملیات مقدماتی شامل خرد کردن، جداسازی دانه‌ها، هم زدن و نگهداری است. خرد کردن به کاهش اندازه ذرات و آماده سازی بهتر مواد برای هضم منجر می‌شود. جداسازی دانه‌ها سبب می‌شود که در صورت هضم لجن در مراحل بعدی تناوب پاکسازی‌هاضماها به منظور تخلیه دانه‌های معدنی هضم نشده کاهش یابد. هم زدن، به یکنواخت شدن لجن منجر می‌شود و محصول یکنواخت (هموزن) برای مراحل بعدی فراهم می‌شود. در نهایت نگهداری لجن آن را برای طی مراحل بعدی آماده می‌نماید، تغییرات میزان لجن را از بین می‌برد و در نتیجه بار یکنواخت تری به واحدهای بعدی انتقال داده می‌شود.

تغلیظ

بیشتر تجهیزات تغلیظ لجن مکانیکی هستند و به صورت ثقیلی، شناورسازی لجن و یا سانتریفیوژ کار می‌کنند. در این واحدها با مکانیسم‌های گفته شده لجن با غلظت بیشتر تولید می‌شود و برای مراحل بعدی نظیر هضم یا آب گیری آماده می‌شود.

تغلیظ کننده‌های ثقیلی مانند یک تانک ته نشینی متداول است. تغلیظ کننده با شناورسازی از چهار سیستم شناورسازی با هوای محلول، شناورسازی با خلاء شناورسازی با پخش هوا و شناورسازی بیولوژیکی استفاده می‌نماید. در نهایت تغلیظ کننده سانتریفیوژی هم برای تغلیظ و هم برای آب گیری لجن کاربرد دارد.

این سیستم در تغلیظ لجن فعال زائد کاربرد بسیاری دارد. در طراحی تغلیظ کننده ثقیلی میزان بار جامدات ورودی به واحد، با توجه به نوع لجن متفاوت است و برای لجن فعال از 20 تا 40 لجن اولیه به علاوه لجن صافی چکنده از 60 تا 100 و برای لجن اولیه تنها از 100 تا 150 کیلوگرم در متر مربع در روز متغیر است.

میزان بار ورودی جامدات برای تغلیظ کننده با شناورسازی به کمک هوای محلول به شرح زیر است:

لجن فعال مخلوط 25 تا 27، لجن فعال ته نشین شده 10 تا 50، لجن اولیه ثانویه ته نشین شده به نسبت 50 تادرسد، 100 تا 200 و لجن اولیه تنها بیش از 200 کیلوگرم در متر مربع در روز.

تثبیت

در لجن تثبیت شده عوامل بیماریزا کاهش یافته، بوی نامطبوع دفع می‌شود و از پتانسیل متعفن شدن آن جلوگیری شده و یا کاسته می‌شود. تثبیت لجن می‌تواند به صورت شیمیایی و یا حرارتی صورت گیرد.

در تثبیت شیمیایی از موادی نظیر گاز کلر برای اکسیداسیون در زمان کوتاه در یک محفظه استفاده می‌شود. این واحد معمولاً پس از تاسیسات آب گیری قرار دارد.

استفاده از آب آهک نیز در تثبیت شیمیایی لجن متداول است و به لجن تصفیه نشده به مقدار کافی اضافه می‌شود تا PH لجن را به بیش از 12 برساند و شرایط برای رشد میکروبی نامناسب شود. تحت این شرایط مشکل بو، تعفن و خطرات بهداشتی رفع می‌شود. در روش تثبیت حرارتی لجن تحت گرمای $(500^{\circ}\text{F}, 260^{\circ}\text{C})$ و فشار NM/m^2 $(400 \text{ lb/in}^2)/2/75$ در یک دوره زمانی کوتاه قرار می‌گیرد. این فرآیند می‌تواند به منظور تثبیت و اصلاح لجن استفاده شود.

هضم بی هوازی لجن و هضم هوازی آن از دیگر روشهای مهم تثبیت لجن محسوب می‌شوند. مهمترین عوامل هضم لجن عبارتند از: باروری لجن از نظر تعادل میکروارگانیسم و مواد غذایی، دما، اختلاط و غیره.

هضم بی هوازی لجن

برای تثبیت بی هوازی لجن باید تجزیه مواد آلی لجن تحت شرایط بی هوازی انجام گیرد. تحت این شرایط مواد آلی به متان، کربن دی اکسید و جرم سلولی جدید تبدیل می‌شوند. هاضم‌های مخصوص هضم بی هوازی لجن را به صورتهای هاضم استاندارد، هاضم پربار و هاضم دو مرحله ای می‌سازند.

در طراحی هاضم‌های زمان ماند میکروبی (θ_c) مهم است و بسته به درجه حرارت در حدود 10 تا 28 روز است که حداکثر θ_c در حرارتهای پایین حدود 18 c^0 در نظر گرفته می‌شود. لازم به ذکر است که در تانکی با جریان ممتد، زمان ماند میکروبی همان زمان ماند هیدرولیکی است.

میزان گاز تولیدی در هاضم از بار جامدات فرار یا از درصد کاهش جامدات فرار قابل محاسبه است. به طور معمول گاز تولیدی حدود 0/5 تا 0/75 متر مکعب بر کیلوگرم $(8-12 \text{ ft}^3/\text{lb})$ جامدات فرار ورودی می‌باشد.

هضم هوازی لجن

هضم هوازی در واقع مثل یک فرآیند لجن فعال است که با تامین اکسیژن، میکروارگانیسم‌ها مواد غذایی را مصرف کرده و با کاهش آن به فاز خود تخریبی می‌رسند و در فاز لاشه میکروبی نیز تا حدود 75 تا 80 درصد اکسیده می‌شود و بقیه آن، که باقی می‌ماند مواد بی اثر و آلی غیر قابل تجزیه هستند.

هضم هوازی لجن می‌تواند برای لجنهای زیر استفاده شود:

- لجن فعال مازاد
- مخلوط لجن فعال مازاد یا مخلوط لجن صافی چکنده و لجن اولیه
- لجن فعال مازاد تصفیه خانه‌های بدون ته نشینی اولیه
- مزایای هضم هوازی عبارتند از:
- کاهش جامدات فرار تقریباً هم اندازه هضم بی هوازی
- BOD کمتر در مایع رویی
- تولید لجن بی بو، هوموس مانند و پایدار از نظر بیولوژیکی برای دفع آسان
- تولید لجن با ویژگیهای آب گیری عالی
- بازیافت بیشتر مواد با ارزش از نظر کودی
- مشکلات بهره برداری کمتر
- هزینه سرمایه ای کمتر

زمان ماند هیدرولیکی در این سیستم از 10 تا 20 روز متفاوت است که بستگی به نوع لجن دارد. همچنین در این سیستم بار جامدات ورودی 1/6 تا 4/8 کیلوگرم جامدات فرار در هر متر مکعب‌هاضم در روز است و میزان اکسیژن محلول سیستم باید در حدود 1-2 mg/l حفظ شود.

اصلاح

عمل اصلاح لجن می‌تواند به کمک مواد شیمیایی نظیر کلروفریک و آهک انجام گیرد و لجن را برای انجام آب گیری آماده نماید.

همچنین می‌تواند از جداسازی مواد خاص از لجن، برای آماده سازی پیش از اصلاح شیمیایی نام برد که به صورت مخلوط کردن با مایعات خاص انجام می‌شود.

تصفیه گرمایی از دیگر روشهای اصلاح است که می‌تواند علاوه بر اصلاح، تثبیت لجن را نیز انجام دهد. از سایر فرآیندهای مرتبط با لجن می‌توان به گندزدایی (پاستوریزاسیون، نگهداری طولانی مدت) آب گیری (فیلتر خلاء، سانتریفوژ، فیلتر فشاری، بسترهای لجن خشک کن)، خشک کردن گرمایی، کمپوست کردن (کودسازی) و احیای حرارتی اشاره نمود.

تصفیه طبیعی

علاوه بر روش سنتی دفع فاضلاب در چاه جاذب که به نحوی می‌تواند مقداری از تصفیه فاضلاب را انجام دهد، در تصفیه طبیعی در این سیستم‌ها معمولاً به واسطه روابط متقابل رویش گیاهی، خاک، میکروارگانیسم‌ها (خاکزی و آبی) رخ می‌دهد.

سیستم‌های تصفیه طبیعی در مقایسه با سیستم‌های مصنوعی به کارکنان کمتری برای بهره برداری نیاز دارند و از طرف دیگر ضمن تولید لجن کمتر، انرژی بسیار کمتری مصرف می‌نمایند. در مناطقی که زمین کافی موجود باشد، سیستم‌های طبیعی از نظر اقتصادی چه از نظر ساخت و چه از نظر بهره برداری مؤثرترین روشها محسوب می‌شوند. متداولترین مثال این سیستم‌ها عبارتند از: برکه‌های تصفیه و سیستم‌های بر پایه خاک

لاگون یا برکه تصفیه Lagoon - Stabilisation Ponds

لاگون که معادل فارسی آن مرداب یا برکه می‌باشد استخر بزرگی است که فاضلاب را برای مدتی نسبتاً طولانی در خود نگه داشته و در طول این مدت فرایند تصفیه بیولوژیکی در آن انجام می‌پذیرد.

به این سیستم برکه تثبیت (Stabilisation Pond) و برکه اکسیداسیون (Oxidation Pond) نیز گفته می‌شود. در بسیاری از موارد که برکه برای تصفیه بیولوژیکی یعنی تصفیه مرحله دوم استفاده می‌شود فاضلاب را می‌توان بدون غربال شدن، شن گیری (دانه گیری) و یا ته نشینی مقدماتی وارد این استخرها نمود و فاضلاب خروجی از تصفیه خانه نیز فقط پس از برکه از مخزن ته‌نشینی نهایی عبور می‌کند (و یا آنکه آخرین برکه بعنوان زلال کننده استفاده می‌شود) و سپس به آبهای روان پیوسته و یا به مصرف آبیاری می‌رسد.

بیش از 4000 برکه تثبیت در آمریکا برای تصفیه فاضلاب وجود دارد ولی این تعداد فقط 10 درصد از مردم را در آن کشور سرویس می‌دهند و در ایران نیز به تازگی برای شهرهایی مثل اراک و سمنان نیز برکه ای در نظر گرفته شده است. لاگونها را بنا به نوع فعل و انفعالات بیولوژیکی که در آنها اتفاق می‌افتد، نام گذاری کرده اند که عبارتند از: برکه فاکولتاتیو و یا مختلط - برکه هوازی - برکه غیر هوازی - برکه زلال سازی.

استخرهای فاکولتاتیو (Facultative) و یا مختلط و یا (اختیاری)

این برکه اصلی ترین و طبیعی ترین نوع لاگون می باشد که قرن‌ها است برای تصفیه فاضلاب به کار برده شده است. که عمق فاضلاب در این برکه معمولاً در حدود 1/5 الی 2 متر می باشد بتدریج به سه لایه مختلف تفکیک می شود:

1- لایه ای سطحی که در تماس با هوا است در این لایه نفوذ اکسیژن و نور خورشید قابل ملاحظه می باشد و لذا لایه ای هوازی تشکیل می شود. باکتریهای آب در این ناحیه مواد آلی را تجزیه و گاز اکسیژن را مصرف و گاز کربن دی اکسید (CO_2) تولید می کنند. جلبک‌ها و خزده‌های شناور در این لایه به کمک نور خورشید و مواد مغذی داخل آب (بخصوص ازت و فسفر) و گاز کربنیک (CO_2) تولید شده توسط سایر باکتریها تکثیر شده و گاز O_2 (اکسیژن) رها می سازند و خود، طعمه‌ی سایر جانوران می شوند. (به این چرخش طبیعی SYMBIOSIS گفته می شود).

2- لایه ای که در مجاورت کف دریا قرار دارد و بعلت نفوذ بسیار کم اکسیژن بصورت غیر هوازی عمل نموده و باکتریهای غیر هوازی در این ناحیه تکثیر می یابند و از مواد غذایی موجود در پساب استفاده و گاز کربنیک و گاز H_2S و مقداری اسیدهای آلی تولید می کنند (و گاهی نیز گاز متان تولید می شود).

3- لایه ای که بین این دو سطح قرار گرفته، معمولاً باکتریهایی که در هر دو شرایط می توانند زیست کنند باکتریهای فاکولتاتیو و یا مخلوطی از باکتریهای هوازی و غیر هوازی در این لایه غالب شده و مواد غذایی را تجزیه نموده و به رشد و حیات خود ادامه می دهند. (به این دلیل که این نوع لاگونها دارای اکوسیستم مختلط هوازی - غیر هوازی می باشند و به آنها فاکولتاتیو گفته می شود.) در هوای سرد بازده استخرهای فاکولتاتیو به مقدار زیادی کاهش می یابد چون علاوه بر اینکه رشد جلبک‌ها متوقف می شود بعلت یخبندان سطح آب، نفوذ اکسیژن (که از طریق وزش باد تسریع می شود) کم شده و همینطور نور خورشید نیز وارد آب نمی شود. در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم‌ها کند شده و در زمستان استخر تبدیل به یک مخزن ذخیره مواد آلی در پساب می شود ولی با گرمتر شدن هوا این فعالیت‌ها دوباره شروع می شود. بنابراین لاگون در اوائل بهار همیشه با بوی تند و متعفن همراه می باشد (چون مواد ذخیره شده به سرعت غیر هوازی می شوند و اکسیژن آب، کافی به نظر نمی رسد) ولی در فصل تابستان که رشد جلبک‌ها به اندازه کافی صورت گرفت و اکسیژن لازم توسط فتوسنتز به پساب برکه وارد شد، بوی تعفن نیز از بین می رود و استخر بازدهی بیشتری برای تجزیه مواد آلی پیدا می کند.

عمق این استخرها حدود 0/5 تا 1/5 متر می‌باشد و معمولاً سطح آب نیز حدود 0/5 متر پایین‌تر از سطح زمین اطراف استخر می‌باشد. عمق بیشتر از 1/5 متر باعث تشدید فعالیت غیر هوازی در قشرهای زیر خواهد شد ولی در عوض استخر گنجایش پذیرفتن پساب بیشتری را خواهد داشت.

ساختمان این استخرها غالباً بصورت استخرهای متعدد مجاور هم که بصورت سری و یا متوالی بهم مربوط میشوند میباشد ولی همیشه قابل تفکیک شدن نیز هستند.

فاضلاب باید به مرکز برکه وارد شود تا کاملاً در حجم برکه پخش شود. کف دریاچه غالباً بتونی (و اخیراً از کف پلاستیکی نیز استفاده می‌شود) و در هر صورت غیر قابل نفوذ می‌باشند، دیوار استخر نیز باید حتی الامکان غیر قابل نفوذ باشد تا از آلودگی زیر زمینی جلوگیری شود. بار آلی وارد به این استخرها بصورت کیلوگرم BOD بر متر مربع (و یا بر 1000 متر مربع) بیان می‌شود. این بار در نقاط سرد (مثل ایالت‌های آمریکا) حدود 2/5 کیلوگرم BOD بر هر هزار متر مربع و برای نقاط گرم تر حدود 6 کیلوگرم بر هر هزار متر مربع در نظر گرفته می‌شود.

زمان توقف فاضلاب در برکه حدود 2 - 3 ماه می‌باشد که این حد بنا بر نوع پساب، عمق استخر، میزان تبخیر و جذب زمین متفاوت می‌باشد (در نقاط سرد سیر زمان ماند طولانی تری در نظر گرفته می‌شود)

مشکل عمده در این سیستم تولید بوی نامطلوب می‌باشد که هرگاه پساب، فاضلاب خانگی باشد این مشکل چندان نیست ولی در بسیاری از پسابهای صنعتی می‌تواند در دسر بزرگی تولید کند. مواد معلق و شناور پساب خروجی (SS) از این استخرها به علت وجود جلبک‌ها در حدود 70 - 50 میلی گرم در لیتر می‌باشد و از این لحاظ آب خروجی دارای کدورت زیاد و فاقد استاندارد مواد معلق و شناور می‌باشد در نتیجه گاه تصفیه مرحله سوم و یا عبور از صافی شنی نیز لازم خواهد بود.

با وجودیکه بیش از 99/9 درصد از تخم انگلها در برکه‌ها ته نشین می‌شود و بخش مهمی از پاتوژنها حذف می‌شوند، کلرزی فاضلاب تصفیه شده نیز توصیه شده تا باکتریهای مزاحم از بین بروند. در هر حال این سیستم برای شهرهای کوچک (کمتر از 10000 نفر) که زمین زیاد و ارزان قیمت در اطراف دارند بسیار مناسب می‌باشد.

امتیازات مهم برکه‌های تثبیت را به شرح زیر می‌توان برشمرد:

- مخارج اولیه برای احداث لاگون کم می‌باشد.
- هزینه و مخارج بهره برداری و نگهداری لاگون بسیار کم است.

- نیاز به انرژی (برق) مصرفی و تجهیزات مکانیکی ندارند.
- نیاز به کارگر و اپراتور ماهر نیست.
- کیفیت فاضلاب تصفیه شده بخصوص از نظر انگل و پاتوژنها قابل قبول است.
- زمان برای احداث آن کوتاه است.
- در مقابل تغییرات و بارهای ناگهانی مقاوم است.
- در مقابل برکه‌ها دارای معایبی هستند که به آنها اشاره می‌شود:
- احتمال نفوذ فاضلاب به آبهای زیرزمینی و آلوده نمودن آنها به ویژه اگر کف لاگون عایق نشده باشد زیاد است (عایق کردن کف لاگون بسیار پر هزینه است و به نحو مطلوبی انجام نمی‌شود).
- به زمین بسیار زیادی نیاز دارد
- تبخیر آب بسیار زیاد است و در نتیجه تلفات آب زیاد و آب تصفیه شده باقیمانده شورتر می‌شود.
- احتمال پخش و متصاعد شدن بوی تعفن و رشد و تکثیر پشه وجود دارد.
- کیفیت آب خروجی در حد بسیار خوب و عالی نمی‌شود.

استخرهای مجهز به هواده (استخرهای هوازی) Aerobic Lagoon

برای کاهش مدت توقف و تسریع بیولوژیکی در لاگونها از هوادهی مکانیکی استفاده می‌شود. هوادهی بیش‌تر توسط هوادهای سطحی شناور انجام می‌شود و گاهی نیز از هوادهی عمقی که هوا بصورت حباب در عمق استخر وارد می‌شود استفاده می‌شود. عمق این استخرها حدود 3 تا 4 متر می‌باشد و در اصل شبیه سیستم لجن فعال ولی بدون برگشت لجن می‌باشد.

زمان توقف (پریود هوادهی) حدود 3-8 روز می‌باشد که به دمای هوا (زمستان - تابستان) بستگی دارد. بار آلی وارده و میزان هوادهی باید دقیقاً کنترل شود تا مشکل بو و رشد غیر هوازی ایجاد اشکال نکند.

یکی از نکاتی که در طرح و احداث برکه‌های هوازی باید در نظر گرفته شود، حداقل انرژی مورد نیاز برای ایجاد شرایط کاملاً مخلوط در برکه است. این انرژی در حدود 10 الی 20 وات برای هر متر مکعب حجم استخر باید پیش بینی شود، در غیر این صورت شرایط غیر هوازی در برکه ایجاد خواهد شد.

برای تأمین اکسیژن محلول و ایجاد اختلاط و جلوگیری از یخ زدن سطح لاگون در زمستان معمولاً از هوادهای مکانیکی سطحی بصورت شناور استفاده می‌شود ولی به تازگی توصیه می‌شود که از هوادمی (هوادهای عمقی) و به کار بستن دیفیوزرهای (هوا پخش کن) با حباب ریز استفاده شود که ضمن داشتن کارایی بهتر از نظر اقتصادی نیز مقرون بصره تر می‌باشند.

استخرهای غیر هوازی Anaerobic Ponds

این سیستم معمولاً فقط برای پسابهای غلیظ مانند الکل سازی ($COD > 60,000$) و صنایع تخمیری و یا در برخی از پسابهایی که از نظر طبیعی مناسب می‌باشند مانند پساب پالایشگاه‌های نفت و یا صنایع گوشت و کشتارگاهها و... استفاده می‌شوند. امتیاز بزرگ این سیستم تولید لجن به میزان بسیار کمتر از سیستم‌های هوازی می‌باشد و مشکل عمده آن تصفیه ناقص و نرسیدن پساب خروجی به استانداردهای قابل قبول است. از این برای برکه‌های غیر هوازی معمولاً بصورت یک مرحله پیش تصفیه و یا اولین مرحله از یک سری مراحل یک تصفیه خانه فاضلاب به کار برده می‌شوند. همانگونه که انتظار می‌رود اصول تصفیه در برکه‌های غیر هوازی غالب شدن فرایندهای غیر هوازی و تکثیر و انتشار میکروارگانیسم‌هایی است که در این شرایط می‌توانند مواد آلی را تجزیه نمایند. برای ایجاد شرایط غیر هوازی از نفوذ اکسیژن به داخل آب باید جلوگیری شود و لذا از یک لایه چربی و یا مانع دیگری برای جلوگیری از ورود هوا به داخل پساب استفاده می‌شود. در پسابهایی که دارای این چربی نیستند باید مانع را بوجود آورد. به همین برای برکه غیر هوازی معمولاً فقط برای تصفیه پسابهایی به کار برده می‌شود که دارای این مزیت هستند (از جمله صنایع گوشتی، کنسروسازی، روغن سازی و...).

برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌های غیر هوازی توصیه شده که بهتر است غلظت BOD ورودی باید بالا باشد. (معمولاً بیشتر از 500mg/l) و اصولاً روشهای تصفیه بیولوژیکی غیر هوازی با فاضلابهای غلیظ متناسب تر می‌باشند. برای ایجاد شرایط غیر هوازی، عمق برکه‌ها حدود 5 متر در نظر گرفته می‌شود که 10 الی 15 سانتی متر قشر چربی باید روی آن بسته شود تا مانع ورود هوا شود.

همچنین ورود فاضلاب در کف استخر و خروج پساب از نقطه ای نزدیک به سطح مانع نفوذ هوا می‌گردد. برکه‌های غیر هوازی برای شرایط تابستانی و نقاط گرمسیر بسیار مناسب بوده و اصولاً در درجه حرارت زیاد این سیستم خیلی خوب عمل می‌کند (حدوداً دمای 30 الی 40 درجه سانتیگراد) ولی در هوای سرد فعالیت این برکه‌ها بسیار کند است. زمان

توقف در این نوع برکه‌ها از 4 الی 6 روز کمتر می‌باشد و حذف BOD از حدود 70 الی 75 درصد تجاوز نمی‌کند. (که چون غلظت BOD ورودی زیاد می‌باشد غلظت BOD خروجی نیز هیچوقت به استاندارد لازم نخواهد رسید در نتیجه یک تصفیه بعدی لازم خواهد بود).

مزایا و محدودیتهای برکه‌های تثبیت در جدول زیر خلاصه شده اند.

مزایای برکه‌ها	محدودیتهای برکه‌ها
1- ساده و ارزان 2- عدم نیاز به اپراتور مجرب 3- راندمان بالا در حذف آلودگی‌ها، پاتوژن‌ها و پارازیت‌ها 4- مقاوم به شوک ناشی از بار هیدرولیکی و بار آلی 5- مقاوم به سمیت ناشی از فلزات و عوامل دیگر 6- نگهداری و بهره برداری آسان	1- نیاز به زمین زیاد، در کشورهای دارای زمین کم، سرمایه گذاری اولیه بالا می‌رود. 2- رشد حشرات بو به خصوص در برکه‌های بی هوای که با بهره برداری صحیح و مناسب این مشکل به آسانی قابل رفع است.

سیستم‌های بر پایه خاک Soil – absed

در این سیستم‌ها فاضلاب در حین عبور از خاک با مکانیسم‌های فیلتراسیون، جذب سطحی، تبادل یون، ترسیب، عمل میکروبی، تبخیر و تعریق و تصفیه می‌شوند. این روشها را به نام تصفیه در زمین نیز می‌شناسیم.

بازیافت و استفاده مجدد

مواد زائد انسانی از جمله فاضلاب‌های خانگی به طور گسترده ای در قسمتهای مختلف دنیا به عنوان یک منبع استفاده می‌شوند. طی دهه جاری و دو دهه گذشته استفاده از فاضلاب برای آبیاری محصولات به ویژه در مناطق خشک کشورهای صنعتی و همچنین کشورهای در حال توسعه به طور قابل توجه افزایش یافته است.

از دیگر روشهای استفاده از فاضلاب می‌توان به پرورش آبزیان اشاره کرد که عموماً به عملیات کهن پرورش ماهی و کشت گیاهان آبی اشاره دارد. امروزه حداقل دو سوم ماهی پرورشی جهان در این نوع برکه‌ها تولید می‌شود.

سایر کاربردهای پساب فاضلاب تصفیه شده عبارتند از: تغذیه آبهای زیر زمینی، آبیاری مراتع، مصارف تفریحی، مصارف صنعتی و غیره.

به دلیل اینکه بسیاری از عوامل بیماریزا نظیر باکتریها، تک یاخته‌ها، ویروسها، کرمهای انگلی بیماریزا از طریق مدفوع انسان وارد محیط می‌شوند و حدود 30 بیماری می‌توانند از این راه به انسان منتقل شوند، توجه به نکات بهداشتی در استفاده مجدد از فاضلاب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هم چنین در کاربرد فاضلاب باید به مسائل فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و جنبه‌های اداری و قانونی توجه کافی معطوف شود.

مدارک اپیدمیولوژیکی به وضوح نشان داده است که کاربرد فاضلاب گاهی برای گروههای معین که در معرض تماس هستند، مخاطرات بهداشتی واقعی ایجاد می نماید (به عنوان مثال عفونتهای نماتودی و باکتریایی)

البته مطمئن ترین و مؤثرترین استراتژی برای جلوگیری از بیماریهای ناشی از کاربرد فاضلاب، تصفیه فاضلاب تا رسیدن به رهنمودهای انگلبرگ است.

فهرست منابع برای مطالعه بیشتر

- 1- ندافی - ک. و نبی زاده نودهی - ر (برکتهای تثبیت فاضلاب - اصول طراحی و اجرا) مؤسسه علمی فرهنگی نص 1375
- 2- غلامی - م. و محمدی - ح (میکروبیولوژی آب و فاضلاب) مؤسسه فرهنگی انتشارات حیان 1377
- 3- ابطحی علی و... دیگران (کلیات بهداشت ایمنی شغلی) تهران سازمان تأمین اجتماعی چاپ اول 1380
- 4- منزوی - م. ت. (جمع آوری فاضلاب) انتشارات دانشگاه تهران 1364
- 5- اسدی - م (فاضلاب صنعتی) مرکز نشر دانشگاهی 1368
- 6- ترکیان - ایوب (مهندسی محیط زیست آب و فاضلاب) انتشارات کنکاش و دانشگاه علوم پزشکی اصفهان 1374
- 7- یغمائیان کامیار - اکبرزاده عباس (مهندسی فاضلاب) مجتمع فنی تهران چاپ اول 1378
- 8 - Gabriel Bitton (waste water microbiology) John wiley and Sons 1994

مجموعه تست

1) سرانه تولید اکسیژن خواهی پنج روزه محلول $(CBOD)_5$ در فاضلاب مناطق شهری ایران حدود چند گرم در لیتر است؟

- (1) 10الی 20 (2) 40الی 50 (3) 60الی 80 (4) 80الی 100

2) زاویه نصب آشغالگیرهای اتوماتیک با سطح افق معمولا چند درجه می باشد؟

- (1) 30 (2) 45 (3) 60 (4) 80

3) کدام شکل سطح مقطع برای دانه گیر سرعت ثابت مناسبتر است؟

- (1) ذوزنقه (2) دایره (3) مربع (4) مستطیل

4) فاصله زمانی تخلیه لجن از حوض ته نشینی اولیه معمولا در حدود چند است.

- (1) هفته (2) روز (3) ساعت (4) دقیقه

5) مقدار تجمع لجن در کدام بخش از سپتیک تانک بیشتر است؟

- (1) ناحیه ورودی (2) ناحیه خروجی (3) مرکز (4) در همهی نقاط یکسان

است.

6) اگر برای تنظیم سن لجن لازم باشد مقدار لجنی که روزانه از فرآیند لجن فعال دفع می شود کم یا زیاد

شود، بهتر است حداکثر مقدار کاهش یا افزایش روزانه دفع لجن از چند در صد تجاوز کند؟

- (1) 50 (2) 33 (3) 25 (4) 10

7) دمای فاضلاب در حوض هوادهی فرایند لجن فعال نباید از چند درجه سانتیگراد تجاوز کند؟

- (1) 25 (2) 30 (3) 40 (4) 55

8) غلظت کدام عامل در فاضلاب تصفیه شده حوض ته نشینی ثانویه و فاضلاب خروجی از راکتورهای

بیولوژیکی تقریبا یکسان است؟

- (1) اکسیژن خواهی بیوشیمیایی کل (TBOD) (2) اکسیژن خواهی بیوشیمیایی محلول (SBOD) ()

- (3) تعداد تخم انگل (4) مواد معلق فرار (VSS)

- 9) تهیه کمپوست از لجن فاضلاب و زباله شهری بهتر است در تحت کدام شرایط صورت گیرد؟
- (1) اختیاری (2) بی هوازی (3) هوازی (4) نیمه هوازی
- 10) اگر نسبت کربن به ازت بیش از 50 باشد، در عملیات کود سازی چه اتفاقی می افتد؟
- (1) کند (2) تند (3) توقف کامل (4) مضاعف
- 11) برای تعیین «شاخص حجمی ویژه لجن بهم زده شده» (SSVI) استاندارد، باید غلظت مواد معلق لجن چند گرم بر لیتر است؟
- (1) 2/5 (2) 3 (3) 3/5 (4) 4
- 12) حجم حوض هوادهی یک سیستم لجن فعال 5000 متر مکعب و غلظت مواد معلق آن 4000 میلی گرم در لیتر می باشد اگر بخواهیم سن لجن معادل 10 روز باشد حجم لجنی که باید روزانه از حوض هوادهی جدا شود باید چند متر مکعب بر روز باشد؟
- (1) 600 (2) 500 (3) 400 (4) 200
- 13) پایین بودن کدام عامل باعث تولید کف سفید پر حجم در هنگام راه اندازی حوض هوادهی فرایند لجن فعال یا لاگون هوادهی تصفیه فاضلاب شهری می شود؟
- (1) MLSS (2) SVI (3) اکسیژن محلول (4) دما
- 14) زمان هوادهی در کدام فرایند تصفیه فاضلاب طولانی تر است؟
- (1) برکه اختیاری (2) صافی چکه ای (3) لاگون هوادهی (4) لجن فعال متعارف
- 15) مقدار لجن مازاد در کدام فرایند بیشتر است؟
- (1) برکه بی (2) برکه اختیاری (3) لاگون هوادهی (4) لجن فعال متعارف
- 16) برای جلوگیری از رشد جلبک بهتر است زمان ماند هیدرولیکی در استخر ته نشین پس از لاگون هوادهی از چند روز تجاوز نکند؟
- (1) 0/5 (2) 2 (3) 3 (4) 4

17) در کدام نوع صافی چکه ای پشه زادو ولد نمی‌کند؟

- (1) بار متوسط (2) بسیار کم بار (3) پر بار (4) کم بار

18) در هنگام راه اندازی برکه‌های تثبیت بهتر است با اضافه کردن آهک pH فاضلاب در چه حدی نگه داشته شود؟

- (1) 6 (2) 7 (3) 8 (4) 10

19) کدام پدیده عامل اصلی کاهش بار آلودگی در برکه‌های بی‌هوای است؟

- (1) ته نشینی (2) رسوب دهی شیمیایی (3) رشد جلبک (4) فیلتراسیون

20) نقش اصلی برکه‌های تکمیلی در مجموع برکه‌های تثبیت فاضلاب شهری چیست؟

- (1) زدایش فسفر (2) زدایش نیتروژن (3) کاهش مواد سمی (4) نابودی عوامل بیماری زا

21) در برکه‌های تثبیت تاثیر کدام عامل بر بازده تصفیه فاضلاب شهری بیشتر است؟

- (1) ارتفاع زمین (2) شیب زمین (3) دمای هوا (4) فشار هوا

22) برای کنترل بو، اضافه کردن کدام ترکیب به برکه‌های بی‌هوای مناسبتر است؟

- (1) آلومینیوم سولفات (2) سدیم کلراید (3) فریک کلراید (4) منیزیم سولفات

23) از مجموع برکه‌های تثبیت فاضلاب، کدام برکه از عمق بیشتری برخوردار می‌باشد؟

- (1) اختیاری (2) انوکسیک (3) تکمیلی (4) بی‌هوای

24) غلظت اکسیژن محلول در کدام ساعت از شبانه روز در برکه‌های اختیاری حداقل است؟

- (1) اوائل صبح (2) قبل از ظهر (3) بعد از ظهر (4) اوائل شب

25) بازده زدایش BOD_5 در کدام صافی‌های چکه ای کمتر است؟

- (1) بسیار پر بار (2) پر بار (3) بار متوسط (4) کم بار

26) اگر رنگ لجن حوض هوادهی سیستم لجن فعال قهوه ای تیره باشد چه باید کرد؟

- (1) کاهش مقدار هوادهی (2) افزایش مقدار هوادهی

- (3) تنظیم PH (4) تنظیم SVI

27) برای جلوگیری از تولید بو در صافی‌های چکه ای افزایش کدام عامل موثر است ؟

- (1) ارتفاع بستر صافی
(2) بار هیدرولیکی
(3) سن لجن
(4) شاخص حجمی لجن

28) غلظت کدام آلاینده‌ها در سیستم‌های متعارف تصفیه فاضلاب شهری تغییر نمی‌کند ؟

- (1) معلق غیر قابل تجزیه بیولوژیک
(2) معلق قابل تجزیه بیولوژیک
(3) محلول و قابل تجزیه بیولوژیک
(4) محلول و غیر قابل تجزیه بیولوژیک

29) دبی یک فاضلاب معادل 5000 متر مکعب بر روز است این فاضلاب به 4 برکه اختیاری که به صورت سری

به هم وصل شده اند و سطح و عمق هر کدام به ترتیب 5 هکتار و $1/5$ متر است وارد می‌شود زمان ماند

هیدرولیکی فاضلاب در مجموعه این برکه‌ها چند روز است ؟

- (1) 45 (2) 30 (3) 20 (4) 15

30) هدف از تغلیظ لجن حاصل از تصفیه‌ی فاضلاب چیست ؟

- (1) اصلاح شاخص حجمی لجن
(2) تنظیم بار مواد آلی لجن
(3) کاهش حجم لجن
(4) نابودی عوامل بیماری‌زا

31) ضرورت وجود تعداد مکان دفن به کدام یک از شرایط ذیل وابسته است ؟

- (1) استفاده مجدد از مکان دفع
(2) بالا بودن درصد رطوبت زباله
(3) طرح جامع توسعه شهر
(4) گستردگی شهر

32) تعداد حوضچه‌ها در روش کودسازی بطریق حوضچه ای به کدامیک از موارد زیر بستگی دارد ؟

- (1) شرایط توپو گرافی منطقه
(2) شرایط جوی محل
(3) ذخیره خاک
(4) نرخ تولید زباله در جامعه

33) آشغال به کدام یک از اجزاء زباله اطلاق می شود؟

- 1) اجزای غیر قابل احتراق (2) مواد غیر قابل فساد اعم از قابل احتراق و غیر قابل احتراق
3) مواد تجزیه پذیر و قابل احتراق (4) مخلوط پس مانده های غذایی و غیر قابل احتراق

34) ایده آل ترین نسبت $\frac{N}{C}$ در تهیه کود از زباله کدام است؟

- 1) $\frac{1}{20}$ (2) $\frac{1}{55}$ (3) $\frac{1}{60}$ (4) $\frac{1}{70}$

35) در مناطق روستایی مناسبترین روش دفع زباله کدام است؟

- 1) تلمبار کردن (2) تهیه کود (3) تخلیه در آبروها (4) سوزاندن

36) کدام گزینه برای کاهش دمای عمومی کمپوست مناسب تر است؟

- 1) آسیاب نمودن زباله خام (2) افزایش تعداد دفعات برگشت زباله
3) تقلیل مدت عملیات کود سازی (4) جداسازی اجزای انرژی زا

37) اگر دمای عمومی زباله در تهیه کود بالاتر از حد معمول باشد چه اتفاقی می افتد؟

- 1) ازت بصورت آمونیاک خارج می شود. (2) باکتریهای بی هوازی غالب می شوند.
3) باکتریهای هوازی فعالتر می شوند. (4) تجزیه مواد آلی زباله زودتر انجام می گیرد.

38) کدام یک از اجزاء زباله باعث افزایش چگالی آن می شود؟

- 1) پس مانده های غذایی (2) قوطی کنسرو
3) کاغذ و مقوا (4) کاه و شاخ و برگ

39) در زمین دفن ، احداث کدامیک از تأسیسات زیر جایز نمی باشد؟

- 1) پارک (2) تفریحگاه
3) آپارتمان مسکونی (4) درختکاری و فضای سبز

40) بررسی کدام یک از ویژگی های زباله برای بازیافت از زباله اهمیت بیشتری دارد؟

- 1) درصد رطوبت (2) دانسیته
3) ضریب فشردگی (4) ترکیبات شیمیایی

- 41) مناسبترین مکان برای تفکیک زباله از نظر بهداشتی و اقتصادی کدام است ؟
- (1) ایستگاههای انتقال
(2) جایگاه توزین
(3) محل دفن نهایی
(4) مبدأ تولید
- 42) بررسی کدامیک از فاکتورهای زیر در تعیین خطوط جمع آوری زباله ضروری است ؟
- (1) ایستگاههای توزین زباله
(2) تعداد خانوار و انبوهی جمعیت
(3) جایگاه بازیافت
(4) فرکانس جمع آوری
- 43) برای جبران کمبود ازت به توده زباله چه ماده‌ای افزوده می‌شود ؟
- (1) فاضلاب
(2) علف
(3) کاغذ و مقوا
(4) کاه و خاشاک
- 44) در روش سنتی در صورتیکه تکنیک کار مطلوب باشد زباله پس از چند ماه تبدیل به کود می‌شود ؟
- (1) 4-6
(2) 8-10
(3) 11
(4) 12
- 45) ارزش حرارتی زباله به کدامیک از اجزاء زباله بستگی دارد ؟
- (1) پس مانده‌های غذایی
(2) لاستیک و پلاستیک
(3) مواد آلی تجزیه پذیر
(4) مواد قابل احتراق
- 46) اگر رطوبت کمپوست بیش از حد معمول باشد چه روی می‌دهد ؟
- (1) ازت به صورت آمونیاک از محیط خارج می‌شود.
(2) عملیات کودسازی سریع می‌شود.
(3) محیط بی هوازی می‌شود.
(4) مواد آلی زباله تثبیت می‌شود.
- 47) زباله کدامیک از مکان‌های زیر برای تهیه کود مناسبتر است ؟
- (1) بیمارستانها
(2) روستاها
(3) صنایع
(4) کشتارگاهها
- 48) در کدام یک از روشهای زیر، جداسازی زباله انجام می‌گیرد ؟
- (1) انتقال به جایگاههای موقت
(2) تخلیه در دریا
(3) تلنبار کردن
(4) تهیه کود

49) دانسیته‌ی کدام‌یک از اجزای زباله بیشتر است ؟

(1) پلاستیک (2) پس مانده‌های غذایی

(3) قوطی کنسرو (4) کاغذ و مقوا

50) کدام‌یک از گزینه‌ها در آماده سازی محل دفن زباله بیشتر لازم است ؟

(1) اطلاعات هواشناسی (2) زهکشی (3) ذخیره‌ی خاک (4) نقشه برداری

51) برای اطمینان از انجام عمل نیتریفیکاسیون غلظت اکسیژن محلول در حوض هواده‌ی لجن فعال بهتر

است در حدود چند میلی‌گرم بر لیتر باشد ؟

(1) 0/5 (2) 1 (3) 1/5 (4) 2

52) در کدام روش آ‌گیری از لجن بیولوژیکی تصفیه فاضلاب به مواد منعقد کننده نیاز نیست ؟

(1) بستر خشک کننده (2) دستگاه گریز از مرکز

(3) فیلتر مکشی (4) فیلتر فشاری

53) دبی یک فاضلاب شهری که غلظت مواد معلق آن 300 میلی‌گرم بر لیتر است معادل 10000 متر مکعب بر

روز است. بار مواد معلق ورودی به این تصفیه خانه چند کیلوگرم بر روز است ؟

(1) 2000 (2) 2500 (3) 3000 (4) 3500

54) عامل جدایی سریع لجن از صفحات بسترهای بیولوژیکی چرخنده (RBC) چه می‌باشد ؟

(1) بالا بودن مقدار بار مواد آلی

(2) بالا بودن غلظت مواد سمی در فاضلاب

(3) رشد جلبک و خزه در سطح صفحات

(4) عفونی بودن فاضلاب ورودی

55) سرعت توزیع کننده‌های فاضلاب در سطح صافی‌های چکه ای را چگونه می‌توان افزایش داد؟

(1) افزایش قطر مواد بستر صافی

(2) افزایش بار هیدرولیکی

(3) کاهش بار هیدرولیکی

(4) کاهش مقدار بازگشت فاضلاب تصفیه شده

56) افزایش کدام عامل بر جلوگیری از بالا آمدن مجدد لجن در حوض ته نشینی ثانویه موثر است ؟

(1) بار هیدرولیکی حوض هوادهی

(2) شاخص حجمی لجن

(3) لجن تخلیه شده از حوض ته نشینی ثانویه

(4) غلظت مواد معلق حوض هوادهی

57) بازده زدایش BOD_5 در کدام صافی چکه ای بیشتر است ؟

(1) بسیار پر بار (2) پر بار (3) بار متوسط (4) کم بار

58) مقدار نسبت TKN / COD برای فاضلاب شهری در چه حدودی است ؟

(1) 1/5 (2) 1 (3) 0/5 (4) 0/1

59) غلظت اکسیژن محلول در کدام ساعات شبانه روز در برکه‌های اختیاری حد اکثر است ؟

(1) اوائل صبح (2) پیش از ظهر (3) بعد از ظهر (4) اوائل شب

60) ترتیب قرار گرفتن برکه‌های تثبیت فاضلاب چگونه است ؟

(1) اختیاری، بی هوازی، تکمیلی (2) تکمیلی، بی هوازی، اختیاری

(2) بی هوازی، اختیاری، تکمیلی (4) بی هوازی، تکمیلی، اختیاری

61) کدام برکه از مجموع برکه‌های تثبیت فاضلاب عمق کمتری دارد ؟

(1) اختیاری (2) انوکسیک (3) بی هوازی (4) تکمیلی

62) افزایش کدام عامل خطر یخ زدگی فاضلاب در صافی‌های چکه ای را کاهش می‌دهد ؟

(1) بار هیدرولیکی (2) تعداد صافی‌های در حال کار

(3) تعداد حوض ته نشینی اولیه (4) تعداد حوض ته نشینی ثانویه

63) فاضلاب یک شهر 50000 نفری به یک برکه بی هوازی که سطح آن نیم هکتار و عمق آن 4 متر است وارد

می‌شود. اگر مقدار سرانه لجن ته نشین شده در برکه 50 لیتر بر سال به ازای هر نفر باشد، تخلیه‌ی لجن از این

برکه باید پس از هر چند سال انجام شود ؟

(1) 2 (2) 4 (3) 6 (4) 8

64) در یک تصفیه خانه فاضلاب روزانه 1500 متر مکعب لجن مازاد که غلظت مواد خشک آن 10000 میلیگرم بر لیتر است تولید می‌شود. اگر این لجن به یک واحد تغلیظ لجن وارد شود و غلظت مواد خشک آن به سه درصد برسد، حجم لجن خروجی از آن تقریباً چند متر مکعب خواهد بود؟

1) 250 2) 300 3) 500 4) 750

65) رشد و نمو پشه در کدام نوع صافی چکه ای بیشتر است؟

1) کم بار 2) بار متوسط 3) پر بار 4) بسیار پر بار

66) لجن تولیدی در کدام فرایند برای استفاده در اراضی مزروعی نیازی به تثبیت و گندزدایی ندارد؟

1) صافی چکه ای 2) لجن فعال متعارف

3) لاگون هوادهی 4) هوادهی ممتد

67) کدام واحد در تمام تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری وجود دارد؟

1) آشغالگیر 2) ته نشینی 3) فیلتراسیون 4) هوادهی

68) در هنگام راه اندازی یک سیستم لجن فعال تصفیه فاضلاب مقدار زیادی کف سفید رنگ بر حجم در حوض هوادهی تشکیل شده است برای از بین رفتن این کف چه باید کرد؟

1) اضافه کردن مواد ضد کف 2) افزایش مقدار لجن بازگشتی

3) اقدام خاصی لازم نیست 4) کاهش مقدار هوادهی

69) حجم حوض هوادهی یک سیستم لجن فعال 5000 متر مکعب و غلظت مواد معلق آن 4000 می‌لیگرم بر لیتر است اگر غلظت مواد معلق در خط بازگشت لجن معادل 10000 می‌لیگرم بر لیتر باشد و بخواهیم سن لجن

در حد 10 روز باقی بماند، روزانه باید چند متر مکعب لجن از خط بازگشت لجن به خارج تخلیه شود؟

1) 200 2) 300 3) 400 4) 500

70) غلظت مواد معلق برای یک نمونه لجن حوض هوادهی یک سیستم لجن فعال معادل 3000 میلی‌گرم بر لیتر است اگر حجم لجن ته نشین شده این نمونه پس از نیم ساعت معادل 300 میلی لیتر بر لیتر باشد مقدار

شاخص حجمی لجن (SVI) معادل چند میلی لیتر بر گرم است؟

1) 250 2) 200 3) 150 4) 100

71) عمق لایه‌های دفن بهداشتی زباله‌ها حدود چند متر است ؟

- (1) 2-1/5 (2) 4-3 (3) 5-4/5 (4) 6-5

72) درصد ترکیبی گاز متان حاصل از یک دستگاه بیوگاز خوب و متناسب تا چه حدی است ؟

- (1) 75 (2) 60 (3) 45 (4) 40

73) مهمترین مشکل استفاده از دستگاههای زباله سوز بیمارستانی در ایران کدام است ؟

(1) آلودگی ناشی از گازهای خروجی آن

(2) تعمیرات و نگهداری دستگاه

(3) خاکستر ناشی از سوختن زباله

(4) سرمایه گذاری زیاد اولیه

74) اندیس الکنو (olekno) برای کدام یک به کار می‌رود؟

(1) انتخاب دستگاه زباله سوز مناسب (2) انتخاب زمین مناسب در دفن زباله

(3) طراحی سیستم کمپوستینگ (4) طراحی دستگاه بیوگاز

75) مخزن بزرگی که معمولاً بلافاصله پس از محفظه‌ی احتراق دستگاه زباله سوز قرار می‌گیرد و سبب حذف

ذرات بزرگ خاکستر می‌شود کدام است ؟

(1) Buffled collector (2) Cyclone

(3) Settling chamber (4) scrubber

76) در عملیات تهیه کمپوست، اصلاح pH چگونه انجام می‌شود ؟

(1) با افزودن مواد اسیدی (2) با افزودن مواد قلیایی

(3) تبدیل ازت آلی به ازت آمونیاکی (4) ضرورت چندانی ندارد.

77) BOD_5 شیرابه‌ی زباله بر حسب میلی‌گرم در لیتر چقدر است ؟

- (1) 100 (2) 1000 (3) 10000 (4) 100000

78) زمان مناسب برای عملیات جمع آوری زباله مناطق مسکونی چقدر می‌باشد ؟

- (1) 4-6 بامداد (2) 2-6 بعدازظهر (3) 6-8 بعدازظهر (4) 10-12 شب

79) بهترین راه کنترل آتش سوزی در محل دفن زباله کدام است؟

- 1) ایجاد حفره برای خروج گازها
- 2) تهیه وسائل و امکانات ضد حریق
- 3) جداسازی زباله‌های قابل احتراق
- 4) جلوگیری از سهل انگاری کارگران

80) در ایران درصد وزنی کدام‌یک در زباله‌های خانگی بیشتر است؟

- 1) پلاستیک
- 2) خاک و خاشاک
- 3) کاغذ و کارتن
- 4) مواد فساد پذیر

81) در کدام واحد، جلبک‌ها در تصفیه فاضلاب نقش اساسی دارند؟

- 1) برکه‌های فاکولتاتیو
- 2) برکه‌های بی هوازی
- 3) حوض هوادهی
- 4) نهر اکسیداسیون

82) در یک متر مکعب از یک لجن بیولوژیکی که جرم حجمی آن با آب یکسان بوده و غلظت مواد خشک

آن یک درصد است، چند کیلوگرم مواد خشک وجود دارد؟

- 1) 0/5
- 2) 1
- 3) 5
- 4) 10

83) بر اثر انجام دنیتریفیکاسیون

- 1) آمونیاک مصرف می‌شود.
- 2) نیترات تولید می‌شود.
- 3) PH کاهش می‌یابد.
- 4) pH افزایش می‌یابد.

84) بالا رفتن غلظت کدام یون در فاضلاب می‌تواند نشانه عفونی شدن فاضلاب باشد؟

- 1) سولفید
- 2) کلراید
- 3) کربنات
- 4) نیترات

85) در شرایط یکسان مصرف انرژی در کدام فرایند کمتر است؟

- 1) لجن فعال متعارف
- 2) صافی چکه ای
- 3) نهر اکسیداسیون
- 4) هوادهی ممتد

86) غلظت اکسیژن محلول در حوض هوادهی فرایند لجن فعال بهتر است کمتر از چند میلیگرم در لیتر

نباشد؟

- 1) 0/5
- 2) 1/5
- 3) 2/5
- 4) 4/5

87) کدام عبارت صحیح است؟

- 1) آبیگری لجن به منظور جدا کردن کامل آب از لجن صورت می‌گیرد.
- 2) تثبیت لجن به منظور نابودی تمام عوامل بیماری زا انجام می‌شود.
- 3) در تمام فرایندهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب مقداری لجن تولید می‌شود.
- 4) در فرایندهای بی هوازی مقدار تولید لجن بیشتر از فرایندهای هوازی است.

88) در شرایط عادی برای تنظیم دقیق تر سن لجن بهتر است لجن مازاد بیولوژیکی از کدام قسمت

سیستم لجن فعال تخلیه شود؟

- 1) تغلیظ کننده‌ی لجن
- 2) حوض ته نشینی مقدماتی
- 3) خط بازگشت لجن
- 4) حوض هوادهی

89) مقدار سرانه تجمع لجن در برکه‌های فاکولتاتیو حدود چند لیتر در سال است؟

- 1) 10
- 2) 30
- 3) 75
- 4) 100

90) علت تجمع کف قهوه ای روشن پایدار با حالت چرب و چسبنده در سطح حوض‌های هوادهی ته نشینی

نانویه سیستم لجن فعال چیست؟

1) بالا بودن غلظت مواد شوینده (2) پایین بودن غلظت اکسیژن محلول

3) رشد باکتری تیپ 0041

4) رشد باکتری نوکاردیا

91) دبی فاضلاب و غلظت اکسیژن خواهی بیو شیمیایی پنج روزه (BOD_5) ورودی به یک حوض هوادهی

سیستم لجن فعال به ترتیب 20000 متر مکعب در روز و 250 میلیگرم در لیتر است. اگر حجم حوض هوادهی

20000 متر مکعب و غلظت مواد معلق آن 4 گرم در لیتر باشد، نسبت $\frac{F}{M}$ چقدر است؟

- 1) 0/06 در روز
- 2) 0/1 در ساعت
- 3) 0/6 ساعت
- 4) 1 روز

92) وجود حوض ته نشینی مقدماتی برای کدام سیستم تصفیه الزامی است؟

- 1) برکه‌های تثبیت
- 2) لاگون هوادهی
- 3) صافی چکه ای
- 4) هوادهی ممتد

93) ضخامت لایه لجن غلیظ شده در بستر حوض ته‌نشینی پس از صافی چکه ای بهتر است در حدود چند متر باشد؟

- (1) بیشتر از 1/1 (2) کمتر از 0/3 (3) 0/7 تا 1 (4) 0/3 تا 0/6

94) در شرایط بهینه راهبری آب موجود در برکه‌های فاکولتاتیو به کدام رنگ دیده می‌شود؟

- (1) آبی کم رنگ (2) سبز مایل به زرد

- (3) سبز تیره (4) خاکستری روشن

95) پیش از راه اندازی برکه‌های تثبیت دست کم چند متر از عمق برکه باید با آب پر شود؟

- (1) 0/3 (2) 0/6 (3) 0/9 (4) 1/2

96) در کدام فرآیند انرژی لازم برای تعلیق توده میکروارگانیسم‌های تصفیه کننده‌ی فاضلاب بیشتر از

انرژی لازم برای تأمین شرایط هوازی در واحد هوادهی است؟

- (1) لاگون هوادهی اختلاط کامل (2) لجن فعال اختلاط کامل

- (3) UASB (4) RBC

97) معمولاً غلظت کدام ترکیب در فاضلاب خروجی از برکه‌های بی هوازی بیشتر از فاضلاب ورودی به آن

است؟

- (1) آمونیاک (2) مواد معلق (3) BOD_5 (4) COD

98) حجم یک لاگون هوادهی اختلاط کامل $24000 m^3$ و دبی فاضلاب ورودی به آن 5 متر مکعب در ساعت است.

سن لجن در این لاگون چند روز است؟

- (1) 0/5 (2) 1 (3) 2 (4) 5

99) کدام عبارت درباره‌ی گندزدایی متعارف فاضلاب تصفیه شده با کلر صحیح نیست؟

احتمال تولید تری‌هالو متان‌ها وجود دارد.

تقریباً تمام تخم انگل‌ها نا بارور می‌شوند.

قدرت گندزدایی کلر با کاهش دما کم می‌شود.

قدرت گندزدایی کلر با کاهش pH زیاد می‌شود.

100) در یک سیستم لجن فعال غلظت لجن بازگشتی 8 گرم در لیتر است. اگر در شرایط پایدار بخواهیم غلظت موادمعلق در حوض هوادهی در حدود 3000 میلی گرم در لیتر باشد، دبی لجن بازگشتی باید چند درصد دبی فاضلاب ورودی باشد؟

100 (1) 75 (2) 60 (3) 30 (4)

101) اختلاط کدام ترکیب با فاضلاب از عفونی شدن آن جلوگیری می کند؟

1) فلوراید 2) کربنات 3) کلراید 4) نیترات

102) اگر غلظت مواد معلق ورودی به یک تصفیه خانه 200 میلیگرم در لیتر باشد، بر حسب درصد چقدر است؟

0/02 (1) 0/2 (2) 2 (3) 20 (4)

103) علت چرخش هوا در صافی‌های چکه ای چیست؟

1) مکش ناشی از تخلیه لجن

2) حرکت فاضلاب در صافی

3) بازگرداندن فاضلاب تصفیه شده از حوض ته نشینی ثانویه

4) اختلاف دمای فاضلاب ورودی و هوای اطراف صافی

104) در شرایط بهینه‌ی راهبری، محدوده pH آب برکه‌های فاکولتاتیو چقدر است؟

6/5-7 (1) 7- 7/5 (2) 8- 8/5 (3) 8/5-9 (4)

105) حجم حوض هوادهی یک سیستم لجن فعال و غلظت مواد معلق آن به ترتیب 25000 m³ و 2000 میلیگرم در لیتر است. اگر بخواهیم سن لجن در حدود 10 روز باشد روزانه چند کیلو گرم لجن مازاد بیولوژیکی باید تخلیه شود؟

2500 (1) 5000 (2) 1000 (3) 10000 (4)

106) بخش عمده اکسیژن مصرف شده‌ی باکتریهای هوازی در برکه‌های فاکولتاتیو چگونه تأمین می‌شود؟

1) تجزیه مواد آلی 2) تجزیه مواد معدنی

3) فعالیت جلبکها 4) هوادهی مکانیکی

107) حداکثر نفوذ آب در زمین کف برکه‌های تثبیت فاضلاب بهتر است از چند میلی متر در روز تجاوز نکند؟

- (1) 2 (2) 6 (3) 16 (4) 21

108) بالا بودن غلظت کدام یون در فاضلاب مشکل تولید بو را تشدید می‌کند؟

- (1) سولفات (2) فلوراید (3) کلراید (4) نیترات

109) در روزهای اول راه اندازی برکه‌های تثبیت فاضلاب بهتر است pH فاضلاب ورودی در چه حدودی حفظ

شود؟

- (1) کمتر از 6 (2) 6-6/5 (3) 7-6/5 (4) بیش از 7/5

110) آمایش (conditioning) لجن قبل از کدام سیستم آبیگری لجن الزامی است؟

- (1) مکانیکی (2) لاگون لجن (3) بستر خشک کننده (4) استفاده در کشاورزی

111) به منظور سهولت عملیات راه اندازی و راهبری و بالا بردن بازده کار بهتر است برکه‌های بی هوازی

بصورت و برکه‌های فاکولتاتیو بصورت طراحی و راهبری شوند.

- (1) سری - سری (2) سری - موازی

- (3) موازی - موازی (4) موازی - سری

112) اگر فرمول شیمیایی بدن باکتری‌ها $C_5H_7O_2N$ باشد، برای اکسیداسیون کامل هر گرم باکتری حدود

چند گرم اکسیژن لازم است؟

- (1) 1/5 (2) 2 (3) 2/5 (4) 3

113) ورود اکسیژن محلول به کدام راکتور فرایند تصفیه بیولوژیکی را مختل می‌کند؟

- (1) UASB (2) RBC

- (3) برکه تکمیلی (4) صافی چکه ای

114) تاثیر کاهش دما بر بازده کار کدام فرایند بیشتر است؟

- (1) لاگون هوادهی (2) لجن متعارف فعال

- (3) صافی چکه ای (4) نهر اکسیداسیون

115) دبی فاضلاب و غلظت اکسیژن خواهی بیوشیمیایی (BOD) ورودی به یک صافی چکه ای به ترتیب 20000 متر مکعب در روز و 120 میلیگرم در لیتر است. اگر قطر و عمق مفید صافی به ترتیب 35 و 2/5 متر باشد. بار اکسیژن خواهی بیوشیمیایی ورودی چند کیلو گرم در روز به متر مکعب از حجم صافی است؟

- (1) 1 (2) 5 (3) 11 (4) 15

116) اگر غلظت اکسیژن محلول از حوض هوادهی یک سیستم لجن فعال کمتر از 0/5 میلیگرم در لیتر باشد احتمالاً چه مشکلی پیش خواهد آمد؟

- (1) افزایش فعالیت باکتری‌های نیترات ساز
 (2) ته نشینی مناسب لجن بر اثر رشد سریع باکتریهای لخته ساز
 (3) توقف فعالیت تمام میکروارگانیسم‌ها
 (4) عدم ته نشینی مناسب لجن بر اثر رشد غیر عادی باکتریهای رشته ای

117) واحد اندازه گیری مواد قابل ته نشینی چیست؟

- (1) میلیگرم در لیتر (2) میلی لیتر در لیتر
 (3) میلیگرم در متر مکعب (4) میلی لیتر در متر مکعب

118) در یک راکتور بیولوژیکی که بازگشت لجن وجود ندارد. نسبت سن لجن به زمان ماند هیدرولیکی عددی است معادل

- (1) حجم راکتور (2) یک (3) کوچکتر از یک (4) بزرگتر از یک

119) پساب حاصل از آگیری لجن باید به کدام بخش از تصفیه خانه منتقل شود؟

- (1) سیستم تغلیظ لجن (2) ته نشینی ثانویه
 (3) انتهای (4) ابتدایی

120) بر اثر انجام نیتریفیکاسیون،

- (1) آمونیاک تولید می‌شود. (2) pH افزایش می‌یابد.
 (3) pH کاهش می‌یابد. (4) نیترات مصرف می‌شود.

121) بهترین روش برای جمع آوری زباله در آپارتمان‌ها و مجتمع‌های مسکونی از چهار طبقه به بالا کدام است؟

- استفاده از تریلر با واگن ویژه (2) جایگاه موقت بتنی
 (3) جایگاه موقت فلزی (4) شوت یا پرتاب زباله

122) در دفن بهداشتی زباله اگر مقدار کمی خاک برای پوشش زباله در دسترس باشد، از کدام روش استفاده می‌شود؟

- (1) سطحی (Area method) (2) دره ای (Ravine)
 (3) سرایشی (Ramp method) (4) ترانشه‌ای یا گودالی (Trench method)

123) دمای اپتیمم در عملیات کودسازی در شرایط هوایی از زباله چقدر است؟

- (1) 45°C (2) 50°C (3) 60°C (4) 75°C

124) در کدام یک از روشهای دفع زباله شرایط آب و هوایی تاثیر چندانی ندارد؟

- (1) تلبار کردن (2) دفن بهداشتی (3) سوزاندن (4) کمپوستینگ

125) در کدام یک از روشهای دفع زباله گاز متان به مقدار فراوان و قابل استفاده ایجاد می‌شود؟

- (1) Biogas (2) composting
 (3) incineration (4) Sanitary land fill

126) فرمول $\frac{\text{صد خاکستر} - 100}{1/8}$ برای تعیین کدام یک در زباله استفاده می‌شود؟

- (1) درصد کربن (2) درصد ازت
 (3) درصد رطوبت (4) خاکستر زباله

127) پیرولیز « pyrolysis » یعنی:

- (1) تجزیه فیزیکی زباله با خشک کردن
 (2) تجزیه شیمیایی زباله به وسیله‌ی گرما
 (3) تجزیه بیولوژیکی زباله به وسیله‌ی میکروارگانیسم‌ها
 (4) یک روش بیوگاز است.

128) برای پوشش مناسب کافی زباله تولیدی هر نفر در سال در محل دفن بهداشتی زباله چند متر مکعب خاک لازم است؟

- (1) یک (2) پنج (3) ده (4) پنجاه

129) در آزمایش فیزیکی، تعیین قطر اجزاء و ذرات تشکیل دهنده زباله پس مانده‌های الک (سرریز) دارای چه قطری هستند؟

- (1) بیشتر از 120 mm (2) 40-8 mm (3) 120-40 mm (4) کمتر از 8 mm

130) وجود کدامیک از عناصر زیر در زباله‌های شهری نامطلوب است؟

- (1) ca (2) cd (3) k (4) p

131) در کدام فرایند تصفیه فاضلاب بازگرداندن لجن بیولوژیکی غلیظ شده به راکتور بیولوژیکی ضرورت ندارد؟

- (1) صافی چکه ای (2) لجن فعال متعارف (3) نهر اکسیداسیون (4) هوادهی گسترده

132) حجم تانک ته نشینی برای جمعیتی حدود 200000 نفر با میزان تولید سرانه فاضلاب 140 لیتر در روز چند m^3 است؟

- (1) 1160 (2) 1700 (3) 2300 (4) 2500

133) انجام کدام فرایند به اکسیژن محلول نیاز دارد؟

- (1) دنیتریفیکاسیون (2) دی فرمانتسیون (3) فرمانتسیون (4) نیتریفیکاسیون

134) ورود کدام عامل به آبهای سطحی در افت ناگهانی غلظت اکسیژن محلول این آبها موثرتر است؟

- (1) اکسیژن خواهی بیوشیمیایی محلول (2) مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیک

- (3) مواد آلی معلق (4) نیتروژن کجدالی کل

135) حداقل کارایی فرایندهای تصفیه فاضلاب در حذف تخم انگل‌ها برای استفاده از پساب تصفیه شده در

آبیاری زمین‌های زراعی چند واحد لگاریتم است ؟

1 (1) 2 (2) 3 (3) 4 (4)

136) در برکه‌های تثبیت اختیاری که در بهترین شرایط بهره بردای می‌شوند، فاضلاب به چه رنگی است ؟

1 (1) قهوه ای 2 (2) سبز 3 (3) زرد 4 (4) آبی

137) در فرایند لجن فعال، اگر نتیجه آزمون شاخص حجمی لجن (SVI) در آزمایشگاه مطلوب باشد ولی در

حوض ته نشینی عمل ته نشینی به خوبی انجام نشود علت آن کدام است ؟

1 (1) بار زیاد 2 (2) (BOD_2) ضخامت کم لجن در حوض ته نشینی

3 (3) نامناسب بودن نسبت $(4 \frac{F}{M})$ وقوع دی نیتریفیکاسیون 4 (4)

138) عامل رشد علفهای هرز و نی در برکه‌های تثبیت کدام است ؟

1 (1) اختلاط ناقص 2 (2) شرایط بی هوازی

3 (3) عمق کم فاضلاب 4 (4) عدم تعادل غذایی

139) در تصفیه فاضلاب سعی بر این است که میکروارگانیسم‌ها در چه فازی قرار گیرند ؟

1 (1) کاهش رشد و تثبیت 2 (2) رشد لگاریتمی و تأخیری

3 (3) رشد لگاریتمی و خود تخریبی 4 (4) خود تخریبی و مرگ

140) در فرایند لجن فعال، نرخ تولید لجن مازاد بیولوژیکی با کدام عامل نسبت معکوس دارد ؟

1 (1) غلظت BOD ورودی 2 (2) سن لجن

3 (3) حجم حوض ته نشینی ثانویه 4 (4) حجم حوض هوادهی

141) بازده کاهش غلظت کدام دسته از مواد در برکه‌های تثبیت بی هوازی بیشتر است ؟

1 (1) سوپراکلوییدی 2 (2) کلوییدی 3 (3) معلق قابل ته نشینی 4 (4) محلول

142) نسبت جریان ورودی به تانک ته نشینی بر سطح مقطع عمود بر جریان تحت چه عنوانی نامیده می‌شود ؟

1 (1) بار هیدرولیکی 2 (2) بار سطحی 3 (3) بار حجمی 4 (4) بار آلی

143) اگر سرانه تولید فاضلاب و اکسیژن خواهی بیوشیمیایی 5 روزه به ترتیب 200 لیتر در روز و 40 گرم در

روز باشد، غلظت اکسیژن خواهی بیوشیمیایی 5 روزه چند میلی گرم در لیتر خواهد بود ؟

200 (1) 300 (2) 400 (3) 500 (4)

144) در پساب سیستم‌های هوازی، نیتروژن معمولاً به چه شکلی است ؟

1) آمونیاک 2) نیتريت 3) نیترات 4) گزینه‌های 1 و 3 درست است.

145) واحدهای تصفیه فاضلاب معمولاً بر حسب چه میزان جریانی طراحی می‌شوند ؟

1) بستگی به نوع فاضلاب دارد . 2) حداقل

3) حداکثر 4) متوسط

146) استفاده از سیستم سپتیک تانک برای جمعیت‌های حداکثر تا چند نفر مناسب است ؟

300 (1) 500 (2) 700 (3) 1000 (4)

147) در کدام واحد جلبکها در تصفیه فاضلاب نقش کلیدی دارند ؟

1) استخر ته نشینی بعد از لاگون هوادهی 2) برکه‌های تثبیت فاکولتاتیو

3) برکه‌های تثبیت بی هوازی 4) حوض هوادهی فرایند لجن فعال

148) اگر غلظت یک فاضلاب صنعتی معادل $BOD = 8000$ میلی گرم در لیتر و دبی آن 500 m^3 در روز باشد

معادل سرانه‌ی آن به طور حدودی چند نفر است ؟ (با فرض سرانه BOD_5 ، 50 گرم در روز)

8000(1) 160000(2) 90000(3) 80000(4)

149) معمولاً چند درصد از اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) فاضلاب شهری از مواد قابل تجزیه بیولوژیک

در شرایط هوازی تشکیل شده است ؟

1) کمتر از 20 2) 33 3) 67 4) بیش از 80

150) تجمع کدام گاز در شبکه جمع آوری فاضلاب می‌تواند سبب بروز مشکلاتی شود ؟

CO (1) CO₂ (2) SH₂ (3) SO₂ (4)

151) غلظت مواد معلق در فاضلاب تصفیه شده خروجی از یک سیستم لجن فعال به علت وجود لخته‌های ریز

لجن بسیار زیاد شده است. نخستین قدم برای حل این مشکل چیست ؟

- (1) افزایش سن لجن (2) کاهش سن لجن (3) کاهش مقدار لجن مازاد (4) کلرزی (152) ضریب تولید (Y) در فرایند هوازی معمولاً چند درصد در نظر گرفته می‌شود؟
- (1) 0/35 (2) 0/45 (3) 0/55 (4) 0/65
- (153) عامل ایجاد کننده بوی ژئوسمین کدام یک از ارگانسیم‌های زیر است؟
- (1) اوسیلاتوریا (2) ریوولاریا (3) کلامیدوموناس (4) کلستریم
- (154) هدف اصلی تصفیه بیولوژیکی فاضلاب‌ها چیست؟
- (1) حذف جامدات معلق (2) حذف میکروارگانسیم‌ها (3) حذف مواد آلی (4) کاهش رنگ و کدورت
- (155) دوره تثبیت و رسیدن مواد خارج شده از تانک تثبیت بیولوژیکی چند روز است؟
- (1) 7-10 (2) 10-15 (3) 15-20 (4) 20-30
- (156) در فرمول $h = a + bx$ ، h نشان دهنده چیست؟
- (1) زمان برداشت (2) زمان حمل (3) زمان خارج از خط (4) زمان رفت و برگشت
- (157) برای جلوگیری از خطرات شیرابه زباله در مکان‌های دفن از چه شاخصی استفاده می‌شود؟
- (1) BOD (2) الکنو (3) کلیفرم (4) کلیفرم مدفوعی
- (158) تبدیل خرده شیشه در یک فرایند صنعتی به مواد شیشه ای جدید را می‌نامند.
- (1) Reuse (2) Recycling (3) Recovery (4) Reduction
- (159) کدام یک از مشخصات کود کمپوست رسیده است؟
- (1) رنگ سبز لجنی نسبت $\frac{C}{N} = \frac{30}{1}$ ، زنده بودن توده میکروارگانسیم
- (2) رنگ خاکی، نسبت $\frac{C}{N} = \frac{20}{1}$ ، وجود مواد غذایی برای تغذیه گیاه
- (3) رنگ قهوه ای روشن نسبت $\frac{C}{N} = \frac{20}{1}$ ، وجود مواد غذایی K, P, N
- (4) رنگ قهوه ای تیره، نسبت $\frac{C}{N}$ مناسب، ظرفیت بالای تبادل و جذب آب
- (160) رطوبت مناسب برای تهیه کود کمپوست خوب در چه محدوده ای قرار دارد؟
- (1) 60-70 درصد (2) 50-60 درصد (3) 40-50 درصد (4) 30-40 درصد

پاسخ‌های تشریحی

- (1) گزینه‌ی (2) صحیح است.
تولید سرانه BOD_5 و مواد معلق (SS) در تهران برابر 40 gr و 50 در روز است و طی آزمایش‌های انجام شده مشخص شد که مقدار BOD_5 فاضلاب شهری برای هر نفر 40 gr در شبانه روز است و بطور متوسط 40-50 gr در روز می‌باشد.
- (2) گزینه‌ی (3) صحیح است.
شیب نسبت به افق در آشغالگیرهای مکانیکی 60-90 درجه می‌باشد.
- (3) گزینه‌ی (4) صحیح است.
در دانه گیرهای مستطیلی شکل سرعت عبور فاضلاب به $0/3$ متر در ثانیه نزدیک می‌باشد و ذرات فرصت کافی برای ته نشین شدن در کانال را دارند چون مقدار طول نسبت به عرض ورود جریان بیشتر است.
- (4) گزینه‌ی (3) صحیح است.
زمان ماندگاری در مخزن‌های ته نشینی اولیه در حدود $1/5$ تا $2/5$ ساعت بر اساس میانگین آهنگ جریان فاضلاب می‌باشد. لجن باید حداقل یکبار در هر نوبت کار به بیرون تخلیه شود.
- (5) گزینه‌ی (1) صحیح است.
حجم قسمت اول یا همان ناحیه ورودی را برای بهتر زلال سازی فاضلاب دو برابر قسمت‌های بعدی می‌گیرند.
- (6) گزینه‌ی (4) صحیح است.
اگر مشخص شود که به یک θ_c (سن لجن) ده روزه نیاز است دورریز روزانه کل لجن از سیستم 10 درصد خواهد شد.
- (7) گزینه‌ی (3) صحیح است.
مای مناسب برای تکثیر باکتریهای مزوفیلیک حوض هوادهی لجن فعال تا $37/8$ درجه سانتیگراد است یعنی تا حدود این دما می‌توانند زنده بمانند.
- (8) گزینه‌ی (2) صحیح است.
SBOD یا اکسیژن‌خواهی بیوشیمیایی محلول که از حوض هوادهی خارج می‌شود بدون تغییر در ته نشینی ثانویه از آن خارج می‌شود. ولی بقیه گزینه‌ها شامل TBOD و BOD معلق و تعداد تخم انگل در حوض ته نشینی ثانویه کمتر می‌شوند.

(9) گزینه‌ی (3) صحیح است.

تهیه کمپوست در شرایط هوای صورت می‌گیرد چون در شرایط بی‌هوای و تا حدودی هوای اختیاری مواد تجزیه خواهند شد.

(10) گزینه‌ی (1) صحیح است.

مناسبتین نسبت $\frac{C}{N}$ برای تجزیه $\frac{15}{1}$ است و چون در اثر ازدیاد کربن تجزیه مواد آلی کاهش می‌یابد نباید مقدار کربن خیلی بیشتر از ازت باشد چون در کمبود ازت مقداری از باکتریها از بین می‌روند.

(11) گزینه‌ی (3) صحیح است.

برای تعیین این شاخص باید غلظت مواد معلق لجن $3/5 \text{ gr/l}$ باشد.

(12) گزینه‌ی (4) صحیح است.

$$\theta_c = \frac{\text{جرم جامدات در راکتور}}{\text{جرم جامدات زاید}} = \frac{V \cdot X}{Q_w \cdot X_u}$$

توجه: X_u را معمولاً 10000 mg/l می‌گیرند.

$$10 \text{ day} = \frac{5000 \text{ m}^3 \times 4000 \text{ mg/l}}{Q_w \times 10000 \text{ mg/l}} = 200 \text{ m}^3/\text{day}$$

(13) گزینه‌ی (1) صحیح است.

افزایش غلظت مواد جامد معلق در سیستم کف تولید شده در حوض هوادهی را کاهش می‌دهد.

(14) گزینه‌ی (3) صحیح است.

در گزینه 1 و 2 هوادهی بصورت طبیعی می‌باشد و در گزینه 4 زمان هوادهی 4-6 ساعت می‌باشد.

(15) گزینه‌ی (4) صحیح است.

در گزینه 1 و 2 لجن مازاد وجود ندارد در گزینه 3 نیز عمل ته نشینی صورت نمی‌گیرد و در نتیجه لجن مازاد وجود نخواهد داشت.

(16) گزینه‌ی (1) صحیح است.

(17) گزینه‌ی (3) صحیح است.

در نوع صافی چکنده پربار حشرات همچون پشه زادو ولد و تغذیه نمی‌کنند.

18) گزینه‌ی (3) صحیح است.

در برکه‌های تثبیت که شامل برکه‌های بی‌هوای و اختیاری است کارایی بالا در شرایط قلیایی یا همان pH بالای 7 صورت می‌گیرد.

19) گزینه‌ی (1) صحیح است.

در لاگون بی‌هوای طی عمل ته‌نشینی مواد معلق و عوامل بیماری‌زا و تخم‌انگل‌ها و چربی و روغن و..... از محیط حذف می‌شوند که این امر باعث کاهش بار آلودگی می‌شود.

20) گزینه‌ی (4) صحیح است.

برکه تکمیلی یک برکه‌های تثبیت فاضلاب ثانویه است که مهمترین نقش آن حذف عوامل بیماری‌زا از پساب تصفیه شده است که این امر باعث کاهش مواد آلی قابل تجزیه نیز می‌شود.

21) گزینه‌ی (3) صحیح است.

دما روی واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی و بیوشیمیایی در تثبیت فاضلاب‌ها موثر می‌باشد. با کاهش دما فعالیت بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها نیز افت می‌کند و دمای بالا جلبک‌های سبز-آبی را تحریک می‌کند تا سریعتر رشد کند پس دما فاکتور بسیار مهمی می‌باشد.

22) گزینه‌ی (3) صحیح است.

فریک کلراید با گرفتن مواد آلی و کلوئیدی موجود در فاضلاب برای کنترل بو مناسب است. گزینه 1 و 4 که حاوی آنیون سولفات هستند مولد بو در برکه‌های بی‌هوای هستند سدیم کلراید نیز در این زمینه به‌کار برده نمی‌شود.

23) گزینه‌ی (4) صحیح است.

برکه‌های بی‌هوای عمق بین 2/5-5 متر دارند که درمیان برکه‌های تثبیت فاضلاب عمیق ترین برکه می‌باشد.

24) گزینه‌ی (1) صحیح است.

غلظت اکسیژن محلول در برکه‌های اختیاری در اوایل صبح کمتر از 1 میلی‌گرم می‌باشد.

25) گزینه‌ی (1) صحیح است.

بازده زدایش BOD_5 در صافی بسیار پر بار 65-80 درصد در صافی کم بار 80-90 درصد در صافی بار متوسط 50-70 درصد و در صافی پر بار 65-85 درصد می‌باشد.

(26) گزینه‌ی (2) صحیح است.

(27) گزینه‌ی (2) صحیح است.

میزان کم بارهیدرولیکی باعث تولید بو می‌شود.

(28) گزینه‌ی (4) صحیح است.

مواد محلول و غیر قابل تجزیه بیولوژیکی در تصفیه فاضلاب شهری تغییری نمی‌کند.

(29) گزینه‌ی (4) صحیح است.

$$\text{HRT} = \frac{V}{Q} \Rightarrow \text{HRT} = \frac{50000\text{m}^2 \times 1/5\text{m}}{5000\text{m}^3/\text{day}} = \frac{75000\text{m}^3}{5000\text{m}^3/\text{day}} = 15\text{day}$$

(30) گزینه‌ی (3) صحیح است.

در تصفیه فاضلاب که بیشتر بیولوژیکی می‌باشد کاهش حجم لجن توسط غلیظ کردن لجن انجام میشود.

(31) گزینه‌ی (4) صحیح است.

(32) گزینه‌ی (4) صحیح است.

(33) گزینه‌ی (2) صحیح است.

مواد غیر قابل فساد را اعم از قابل احتراق و غیر قابل احتراق آشغال می‌گویند.

(34) گزینه‌ی (1) صحیح است.

نسبت $\frac{N}{C}$ در تهیه کود زباله $\frac{1}{20}$ تا $\frac{1}{30}$ می‌باشد کود مرغوب این نسبت را به میزان $\frac{1}{20}$ دارد.

(35) گزینه‌ی (2) صحیح است.

تهیه کود بهترین روش دفع زباله در مناطق روستایی می‌باشد.

(36) گزینه‌ی (2) صحیح است.

(37) گزینه‌ی (1) صحیح است.

دماهای بالا ازت کاهش می‌یابد و بصورت آمونیاک خارج میشود.

(38) گزینه‌ی (1) صحیح است.

پس مانده‌های غذایی باعث افزایش چگالی زباله می‌شود در ضمن چگالی زباله وزن یک متر مکعب زباله میباشد.

(39) گزینه‌ی (3) صحیح است.

به علت ایجاد گاز از محل دفن و ورود گاز به پی ساختمان و طبقات بالاتر احداث آپارتمانهای مسکونی ممنوع می‌باشد.

(40) گزینه‌ی (4) صحیح است.

مقدار و ترکیبات شیمیایی زباله‌ها در بازیافت زباله بسیار پر اهمیت می‌باشد.

(41) گزینه‌ی (4) صحیح است.

مواد زاید جامد در تفکیک زباله‌ها باید از همان مبدأ تولید از هم جدا شوند تا با دیگر مواد زائد مخلوط نشوند.

(42) گزینه‌ی (2) صحیح است.

فاکتورهای موثر در تعیین خطوط جمع آوری زباله شامل موارد زیر است:

(1) تعداد خانوار و مناطق جمع آوری زباله

(2) مدت مورد نیاز برای جمع آوری زباله‌ها

(3) اطمینان از گنجایش کامل ماشین آلات حمل زباله‌ها

(4) تعیین محل شروع کار و نقطه پایانی جمع آوری با توجه به فاصله طی شد.

از گاراژ با ایستگاه مرکزی تا نقطه دفع نهایی.

(43) گزینه‌ی (1) صحیح است.

افزایش فاضلاب و فضولات مختلف حیوانی نسبت C/N را پایین می‌آورد و مواد سلولزی مثل کاه و کاغذ و مواد زائد

گیاهی باعث ازدیاد C/N میشود.

(44) گزینه‌ی (1) صحیح است.

در روش سنتی یا همان روش حوضچه ای بدون زیر و رو کردن مواد زباله پس از مدت 4-6 ماه به کود تبدیل میشود.

(45) گزینه‌ی (4) صحیح است.

تغییرات ارزش حرارتی به میزان رطوبت موجود در زباله و مواد قابل احتراق بستگی دارد و نیز ارزش حرارتی زباله به

عوامل زیر وابسته است: (1) پارچه و کهنه، کاغذ و کارتن، چرم، فلزات (2) چربی‌های مواد آلی و معدنی و درصد رطوبت

آنها (3) مواد قابل احتراق

(46) گزینه‌ی (3) صحیح است.

افزایش رطوبت در تهیه کمپوست باعث پرشدن فضای خالی می‌شود و شرایط بی‌هوای بوجود می‌آید چون اکسیژن به راحتی در بین مواد جریان نخواهد یافت.

(47) گزینه‌ی (2) صحیح است.

تشریح گزینه‌های نادرست:

گزینه 1: استفاده از زباله بیمارستان‌ها برای تهیه کود بدلیل وجود میکروب و عوامل بیماری‌زا ممنوع می‌باشد.

گزینه 3: غیر از مواد زاید صنایع غذایی که فساد پذیر هستند سایر مواد زاید صنعتی مناسب نیستند. گزینه 4: مواد زاید

کشتارگاه‌ها و فاضلاب برای تنظیم نسبت $\frac{C}{N}$ و کاهش این نسبت استفاده میشوند.

(48) گزینه‌ی (4) صحیح است.

برای ایجاد کود و نابودی عوامل بیماری‌زا برای پرورش گیاهان جداسازی زباله‌ها با دست و وسایل نیمه مکانیکی انجام میشود.

(49) گزینه‌ی (2) صحیح است.

(50) گزینه‌ی (4) صحیح است.

در آماده سازی محل دفن ابتدا نقشه برداری مهم است.

(51) گزینه‌ی (4) صحیح است.

در سیستم لجن فعال ضمن انجام واکنشها به 2-1 میلی‌گرم در لیتر اکسیژن محلول نیاز می‌باشد که این رقم به عدد 2 نزدیکتر می‌باشد.

(52) گزینه‌ی (1) صحیح است.

چون لازمه‌ی خشک کردن لجن‌های هضم شده در هوای مناطق مرطوب که تبخیر زیاد صورت می‌گیرد، بسترهای خشک کننده می‌باشد بنابراین هیچ نیازی به ماده منعقد کننده وجود ندارد.

(53) گزینه‌ی (3) صحیح است.

$$\text{BODload} = \text{سوستر} \times \text{دبی}$$

$$= 1000 \text{m}^3/\text{day} \times 300 \text{mg/lit} \times 1000 \text{lit/m}^3 \times 1 \text{kg}/10^6 \text{mg} = 3000 \text{kg/day}$$

(54) گزینه‌ی (2) صحیح است.

لایه زنده و میکروبی بسترهای بیولوژیکی در صورت بالا رفتن غلظت مواد سمی در فاضلاب بطور ناگهانی رشد کرده، سریعاً از بین می‌رود و پدیده ریزش (Sloughing) رخ میدهد که در حالت عادی ریزش به میزان بار هیدرولیکی و آلی وابسته است.

(55) گزینه‌ی (2) صحیح است.

در فاضلاب‌ها سرعت توزیع با بار هیدرولیکی رابطه مستقیم دارد و با افزایش بار هیدرولیکی سرعت توزیع افزایش پیدا می‌کند.

(56) گزینه‌ی (3) صحیح است.

بالا آمدن لجن با حبابهای گاز مربوط به لجن کف حوضچه همراه است.

دلیل بالا آمدن لجن زمان ماند بسیار طولانی لجن در حوضچه ته نشینی ثانویه و تولید گاز به علت شرایط بی هوازی و گندیدگی و دنیتریفیکاسیون می‌باشد که هرچه لجن ته نشین شده در حوضچه ثانویه بیشتر تخلیه شود حباب گاز کمتر بوجود می‌آید و در نتیجه لجن در حوض ته نشینی ثانویه کمتر شناور بر روی سطح می‌شود و کمتر بالا می‌آید.

(57) گزینه‌ی (4) صحیح است.

بازده حذف BOD_5 در صافی بسیار پربار 65-80 درصد، در صافی کم بار 80-90 درصد در صافی بار متوسط 50-70 درصد، در صافی پربار 65-85 درصد می‌باشد.

(58) گزینه‌ی (4) صحیح است.

(59) گزینه‌ی (3) صحیح است.

محتویات اکسیژن محلول در برکه‌های اختیاری در حالت طبیعی باید در طی ساعات بعد از ظهر دارای اکسیژن محلول آزاد فوق اشباع در سطح و در لایه‌های پایین تر از سطح باشد.

(60) گزینه‌ی (3) صحیح است.

برکه‌های تثبیت فاضلاب به ترتیب بصورت برکه‌های بی هوازی، اختیاری، تکمیلی بطور سری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

(61) گزینه‌ی (4) صحیح است.

عمق برکه تکمیلی 1-1/5 متر، عمق برکه‌های بی هوازی 2/5-5 متر، عمق برکه اختیاری 1/5-2 متر می‌باشد که تکمیلی کمترین عمق را دارا می‌باشد.

(62) گزینه‌ی (2) صحیح است.

(63) گزینه‌ی (4) صحیح است.

$$A = \text{هکتار} \quad 0/5 = \frac{1}{2} \times 10000 = 5000m^2$$

$$V = 5000 \times 4 = 20000m^3 \quad \text{حجم برکه}$$

$$50000 \times 50 = 2500000 \text{ (lit/y)} = 2500m^3/y \quad \text{(لجن تولیدی شهر در یک سال)}$$

یعنی هر 8 سال یکبار باید لجن برکه تخلیه شود. $\frac{300}{300} = 8 \text{ سال}$ طول دوره تخلیه $\frac{300}{300}$ تخلیه

(64) گزینه‌ی (3) صحیح است.

$$\% \quad \text{غلظت مواد} \quad \frac{\times 100}{10^6} \Rightarrow \text{مواد جامد} \quad \frac{1000mg/1 \times 100}{10^6} = 1\%$$

چون غلظت مواد جامد از 1 به 3 رسیده است در نتیجه لجن جمع آوری شده $\frac{1}{3}$ برابر یعنی $500m^3$ میشود.

(65) گزینه‌ی (1) صحیح است.

رشد پشه‌ها در صافی چکه ای برجی با آهنگ بالا رایج نیست و در صافی کم بار بسیار زیاد، در صافی بار متوسط تا حدودی و در صافی پر بار کم و در صافی خیلی پر بار یا کم است یا وجود ندارد.

(66) گزینه‌ی (4) صحیح است.

(67) گزینه‌ی (2) صحیح است.

چون در طی ته نشینی ذرات معلق سنگین تر از آب از طریق وزنی جدا میشوند و از پرکاربردترین واحد عملیات در تصفیه فاضلاب می‌باشد و بیشترین قسمت تصفیه مکانیکی در استخرهای ته نشینی صورت می‌گیرد وجود استخر ته نشینی نهایی همیشه ضروری می‌باشد.

(68) گزینه‌ی (2) صحیح است.

با افزایش غلظت مواد جامد معلق در سیستم کف باید فروکش کند و از بین برود که این مواد جامد معلق همان لجن بازگشتی می‌باشند.

(69) گزینه‌ی (1) صحیح است.

θc = میانگین زمان ماندگاری سلول.

$$\frac{\text{جرم ارگانسیم های داخل}}{\theta c} = \frac{V \cdot X}{Q_w \cdot X_u} \Rightarrow Q_w \cdot X_u = \frac{V \cdot X}{\theta c} \quad V_r = 5000 \text{m}^3$$

جرم ارگانسیم های

$$\text{MLSS} = 4000 \text{mg/l} \quad \text{در خط } 1 \text{ } \rightarrow \quad Q_w \cdot X_u = \frac{5000 \times 4}{10} = 2000 \text{kg/day}$$

$$\text{SS} = 10000 \text{mg/l} = 10 \text{kg/m}^3 \quad \theta c = 10 \text{day}$$

چون غلظت جامدات معلق در جریان دفعی 10kg/m^3 فرض شده است داریم:

$$Q_w = \frac{2000}{10} = 200 \text{ m}^3/\text{day} \quad \text{حجم جامدات دفعی} \rightarrow$$

(70) گزینه‌ی (4) صحیح است.

حجم اشغال شده 1 gr لجن بعد از نیم ساعت ته نشینی را شاخص حجمی لجن می گویند.

$$\text{SVI} = \frac{V \times 1000}{\text{MLV}_{\text{ss}}} = \frac{300 \times 1000}{3000} = 100 \text{ ml/gr}$$

(71) گزینه‌ی (1) صحیح است.

زباله در لایه‌های دفنی به ضخامت 2 متر و لایه 30-45 سانتی متری با خاک پوشیده میشوند.

(72) گزینه‌ی (2) صحیح است.

مخلوط گاز متان (54-70 درصد)، دی اکسید کربن (27-45 درصد) و کمی هیدروژن، نیتروژن، منواکسید کربن،

اکسیژن و هیدروژن سولفیدریک بیوگاز را تشکیل میدهند.

(73) گزینه‌ی (1) صحیح است.

(74) گزینه‌ی (2) صحیح است.

با این اندیس درجه تناسب زمین انتخابی برای مکان دفن تعیین میشود.

(75) گزینه‌ی (2) صحیح است.

(76) گزینه‌ی (4) صحیح است.

pH اولیه کود خام ابتدا بین 5-7 می‌باشد. در روزهای اول تهیه کمپوست اسیدهایی بوجود می‌آید که pH را به میزان 4-5 می‌نمایند. پس از 2-4 روز pH سیر صعودی کرده و در پایان کمپوست به 8-9 میرسد و برای رشد باکتریها pH

اپتیمم 6-8 می‌باشد که این تغییرات جزئی تأثیر مهمی در رشد باکتریها نخواهد داشت، بنابراین در تهیه کمپوست به اصلاح pH هیچ نیازی نمی‌باشد.

(77) گزینه‌ی (3) صحیح است.

(78) گزینه‌ی (1) صحیح است.

به دلیل نبود ترافیک و جلوگیری از ایجاد صدا و مزاحمت بهتر است این عملیات در بامداد انجام شود.

(79) گزینه‌ی (3) صحیح است.

وقتی زباله‌های قابل احتراق از زباله جدا شوند و توسط کمپاکتر فشرده شوند از تولید گازهای سمی جلوگیری به عمل خواهد آمد.

(80) گزینه‌ی (4) صحیح است.

70 درصد زباله‌های خانگی در ایران به مواد فساد پذیر و قابل کمپوست اختصاص دارد.

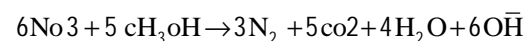
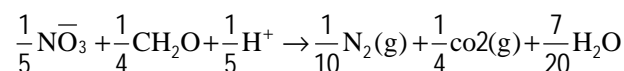
(81) گزینه‌ی (1) صحیح است.

در سطح حوضچه‌های اختیاری (فاکولتاتیو) باکتری‌های هوازی و جلبکها به چشم می‌خورند که اکسیژن در این حوضچه توسط جلبکها و هوادهی مجدد سطحی ذخیره نگه داشته میشود.

(82) گزینه‌ی (4) صحیح است.

(83) گزینه‌ی (4) صحیح است.

این واکنش بصورت زیر صورت میگیرد.



طبق این واکنش؛ اسیدیته، مصرف و قلیا، تولید میشود و pH بالای 7 می‌رود.

(84) گزینه‌ی (1) صحیح است.

به دلیل بوجود آمدن سولفیدهای فلزی در فاضلابها رنگ این فاضلابها بصورت تیره یا خاکستری در می آید.

(85) گزینه‌ی (2) صحیح است.

در همه گزینه‌ها به جز گزینه 2 هوادهی باید صورت گیرد. در صافی چکه ای اکسیژن رسانی به باکتریها برای تصفیه فاضلاب توسط جریان هوا و بعلت اختلاف درجه حرارت هوا و صافی صورت میگیرد و نیازی به انرژی نیست.

(86) گزینه‌ی (2) صحیح است.

اکسیژن محلول در حوض هوادهی فرایند فعال در حدود 2-1 میلیگرم در لیتر می باشد.

(87) گزینه‌ی (3) صحیح است.

تشریح گزینه‌های نادرست:

* گزینه 1: آبگیری از لجن تا 15 درصد ممکن است انجام گیرد وقتی غلظت لجن از 20 درصد بیشتر شود مثلاً به بالای

30 درصد برسد خمیری شکل است و در غلظت بالای 80 درصد کاملاً خشک است و به صورت پودر می باشد.

* گزینه 2: تثبیت لجن خاصیت متعفن شدن لجن را از بین می برد نه به منظور نابودی تمام عوامل بیماری زا تصفیه

فاضلاب با غلیظ کردن ناخالصی‌ها به فرم جامد و سپس جدا کردن این جامدات از توده مایع انجام میشود این جامدات که همان لجن هستند محتوی مواد نامطلوب هستند و بطور صحیح و کامل دفع نمی شوند.

* گزینه 4: تجزیه بی هوازی مقدار خیلی کمتری از فرایند هوازی لجن تولید می کند و در تجزیه بی هوازی لجن به

موادی چون مایعات و گازها تبدیل میشود که این امر باید با تولید حداقل لجن انجام شود.

(88) گزینه‌ی (2) صحیح است.

با نداشتن حوض ته نشینی مقدماتی تمام لجن از حوض ته نشینی نهایی تخلیه میشود.

(89) گزینه‌ی (3) صحیح است.

تجمع لجن در تصفیه فاضلاب خانگی بین 30-80 لیتر می باشد که 75 لیتر در این حدود میباشد.

(90) گزینه‌ی (4) صحیح است.

(91) گزینه‌ی (1) صحیح است.

$$F \frac{\text{غذا}}{\text{میکرو ارگانیسم}} = \frac{\text{کیلو گرم } BOD_5 \text{ در روز}}{\text{کیلو گرم } ML_{rss} \text{ تحت هوا دهی}} = \frac{BOD_5 \times Q}{r \times ML_{rss}}$$

(92) گزینه‌ی (3) صحیح است.

93) گزینه‌ی (4) صحیح است.

94) گزینه‌ی (3) صحیح است.

رنگ سبز تیره بدلیل جلبک‌ها می‌باشد که در سطح برکه تثبیت اختیاری قرار دارند.

95) گزینه‌ی (2) صحیح است.

آب باید تا عمق 0/6 متر برکه حتماً پر شود چون در غیر اینصورت رشد گیاهان آبی تشدید میشود و روی سطح را کاملاً می‌پوشانند در نتیجه نور بداخل نفوذ پیدا نمی‌کند و بازده برکه پایین می‌آید.

96) گزینه‌ی (1) صحیح است.

UASB سیستم بی‌هوای با بستر لجن و جریان روبه بالا می‌باشد.

97) گزینه‌ی (1) صحیح است.

غلظت مواد معلق، BOD_5 و COD بعلت ته نشینی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در برکه‌های بی‌هوای کاهش می‌یابد.

98) گزینه‌ی (3) صحیح است.

$$\theta_c = \frac{r(m^3)}{Q(m^3/day)} \Rightarrow \theta_c = \frac{24000(m^3)}{12000(m^3/day)} = 2 \text{ day}$$

$$Q = 500m^3/hr \times \frac{24hr}{1day} = 12000m^3/day \quad r = 24000m^3$$

99) گزینه‌ی (4) صحیح است.

در گندزدایی متعارف فاضلاب تصفیه شده با کلر میزان گندزدایی کلر با افزایش pH زیاد میشود.

100) گزینه‌ی (4) صحیح است.

$$R = \frac{Q_r}{Q} \times 100 \quad \text{در این قسمت مقدار دبی ورودی و دبی برگشتی نداده شده است و در عوض مقدار } X \text{ و } X_r \text{ داده شده}$$

است و چون همیشه این تعادل برقرار است.

$$\Rightarrow R = \frac{X_r}{X} \times 100 = \frac{3000}{8000} \times 100 = 37/5 \approx 30 \quad X_r > X, \quad Q > Q_r$$

101) گزینه‌ی (4) صحیح است.

102) گزینه‌ی (1) صحیح است.

$$\% \text{ جامد مواد غلظت} = \frac{c \times 100}{10^6} = \frac{200 \times 100}{10^6} = 0.02$$

103) گزینه ی (4) صحیح است.

علت جریان یافتن هوا به دلیل اختلاف درجه گرما بین فاضلاب و هوای محیط میباشد. این جریان هوا به دلیل خلل و فرج صافی و نیز اختلاف درجه گرما در صافی چکنده بوجود می آید.

104) گزینه ی (3) صحیح است.

105) گزینه ی (2) صحیح است.

$$\theta_w = \frac{7X}{Q_w \times X_r}$$

$$\text{تولید لجن} \quad Q_w \cdot X_r = \frac{7X}{q c} \Rightarrow \frac{25000m^3 \times 2kg/m^3}{10day} = 5000kg/day$$

106) گزینه ی (3) صحیح است.

در برکه های فاکولتاتیو اکسیژن مورد نیاز باکتریهای هوازی از طریق حضور جلبکها و هوادهی سطحی محدود در لایه های بالایی تأمین میشود.

107) گزینه ی (2) صحیح است.

108) گزینه ی (1) صحیح است.

بوی فاضلاب همان بوی هیدروژن سولفید (H_2S) است که توسط میکروارگانیسم های غیر هوازی که سولفات را به سولفید تبدیل میکنند تولید می شود.

109) گزینه ی (4) صحیح است.

چون در روزهای اول راه اندازی برکه های تثبیت فاضلاب از آهک برای قلیایی کردن فاضلاب استفاده میشود بنابراین عدد pH باید بیش از 7/5 در نظر گرفته شود تا محیط قلیایی شود.

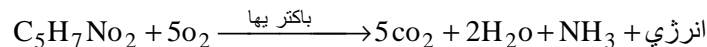
110) گزینه ی (4) صحیح است.

111) گزینه ی (1) صحیح است.

بدلیل اینکه تست از ما بالا بردن بازده کار را خواسته هم برکه های بی هوازی وهم برکه های هوازی باید بصورت سری در نظر گرفته شوند.

(112) گزینه‌ی (1) صحیح است.

فرمول اکسیداسیون باکتری به صورت زیر است.



gr اکسیژن gr باکتری

113 160

1 $x \Rightarrow x = 1/42 \approx 1/5$ گرم o_2 مورد نیاز

(113) گزینه‌ی (1) صحیح است.

در روش UASB این گازهای متان و CO_2 می‌باشند که به گردش لجن درون سیستم کمک می‌کنند تا لجن تصفیه شود و ورود گاز اکسیژن محلول روند را مختل می‌کند چون تمام شرایط بی هوازی است.

(114) گزینه‌ی (3) صحیح است.

در صافی‌های چکه ای دما نقش مهمی را ایفا می‌کند چنانچه در تفاوت‌های دمایی حدود 3 درجه حرکت و جریان هوا کمی خفیف می‌شود که این اوضاع تهویه خوبی را به دنبال نخواهد داشت و سرمای خیلی زیاد نیز منجر به یخ زدن و از بین رفتن لایه زنده میشود.

(115) گزینه‌ی (1) صحیح است.

$$\text{BOD load} = Q_{\text{in}} \times S_{\text{in}}$$

$$\Rightarrow \text{BOD load} = 20000 \text{m}^3/\text{day} \times 120 \text{mg/l} \times 1 \frac{\text{kg}}{10^6 \text{mg}} \times 10^3 \frac{1}{\text{m}^3} = 2400 \text{kg/day}$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow A = \frac{\pi}{4} \times (35)^2 = 961/6 \text{m}^2 \Rightarrow$$

$$\sqrt{A \cdot h} \Rightarrow \sqrt{961/6 \text{m}^2 \times 2/5 \text{m}} = 2404 \text{m}^3$$

$$\text{BOD load} = \frac{2400 \text{kg/day}}{2404 \text{m}^3} = 1 \text{ kg/day/m}^3$$

(116) گزینه‌ی (3) صحیح است.

میکروارگانسیم‌ها که در حضور اکسیژن محلول بازده کاری بالایی دارند در صورت کمتر بودن میزان آن از 0/5 میلی‌گرم در روز دارای فعالیت و بازده کاری کمتری خواهند بود و فعالیت آن‌ها کاهش یافته و سپس متوقف میشود.

(117) گزینه‌ی (2) صحیح است.

مواد قابل ته نشینی که همان مقدار مواد جامدی است که در ته مخروط ته نشینی جمع میشوند را بر حسب ml/l بیان می کنند.

(118) گزینه ی (2) صحیح است.

زمان ماند هیدرولیکی که θ_c می باشد در راکتور بر اساس دبی فاضلاب ورودی می باشد نسبت کل بیومس در راکتور به

بیومس زاید در هر زمانی بصورت $\theta_c = \frac{\sqrt{x}}{Q_w \cdot X_u}$ بیان میشود. که زمانی است که میکروارگانسیمها در راکتور می گذرانند

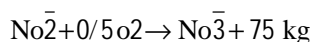
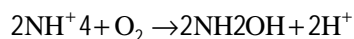
در صورتیکه لجن بازگشتی وجود نداشته باشد سن لجن وزمان ماند هیدرولیکی برابر بوده و یک می باشد.

(119) گزینه ی (4) صحیح است.

پساب حاصل از آبیگری لجن به ابتدای تصفیه خانه بر می گردد.

(120) گزینه ی (3) صحیح است.

در نیترونیفیکاسیون قلیابیت مصرف شده و H^+ تولید میشود و محیط اسیدی شده و pH کاهش می یابد.



(121) گزینه ی (4) صحیح است.

(122) گزینه ی (3) صحیح است.

در مواقعی که مقدار کمی خاک برای پوشش زباله دردسترس است از روش سرایشی استفاده می کنند که زباله ها در این

روش به صورت مسطح فشرده میشوند و خاک لازم برای دفن از محل های دیگر تأمین میشود.

(123) گزینه ی (3) صحیح است.

(124) گزینه ی (3) صحیح است.

درسوزاندن برای دستگاه زباله سوز شرایط و تغییرات آب و هوایی زیاد مهم نمی باشد و دستگاه زباله سوز از نظر زمان

نسبت به سوزاندن و نوع و مقدار زباله دریافتی قابل تنظیم است.

(125) گزینه ی (1) صحیح است.

متان یک گاز حیاتی است که تحت شرایطی از دستگاه بیوگاز تولید میشود این گاز، گاز مرداب نامیده میشود و از تخمیر زباله‌های حیوانی و گیاهی بوجود می‌آید و حجم عمده بیوگاز را شامل میشود.

(126) گزینه‌ی (1) صحیح است.

(127) گزینه‌ی (2) صحیح است.

پیرولیز به معنای تجزیه شیمیایی توسط گرما می‌باشد که در این روش زباله یا هر ماده دیگری تحت حرارت در غیاب اکسیژن تجزیه میشود.

(128) گزینه‌ی (1) صحیح است.

(129) گزینه‌ی (4) صحیح است.

در این آزمایش قطر اجزاء و ذرات تشکیل دهنده‌ی زباله به شرح زیر هستند:

ذرات ریز: 0-8 mm

اجزاء و ذرات متوسط: 8-40mm

اجزاء و ذرات بزرگ: 40-120mm

پس مانده‌های الک: بیشتر از 120mm

(130) گزینه‌ی (2) صحیح است.

کادمیوم سمی بسیار قوی و فلزی بسیار سنگین در رده جیوه و سرب می‌باشد و در شیمی از فلزات سنگین محسوب میشود که به ریه و دستگاه عصبی آسیب وارد می‌کند و باعث تنگی نفس، استفراغ و اسهال میشود.

(131) گزینه‌ی (1) صحیح است.

در صافی چکه ای میکروارگانسیم‌های فعال به محیط صافی می‌چسبند و برخلاف لجن فعال از فاکتور خارج نمیشوند که پساب برگشت داده میشود و بازگشت لجن بیولوژیکی غلیظ شده در صافی چکه ای به اندازه لجن فعال اهمیت ندارد.

(132) گزینه‌ی (3) صحیح است.

در مخازن ته نشینی زمان ماند را $1/5 - 2/5$ ساعت در نظر می‌گیرند با فرض زمان ماند 2 h حجم برابر است با:

نفر جمعیت = 200000

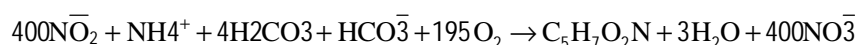
$$1pcd = 140l/day$$

$$Q = 200000 \times 140 = 28000m^3/day$$

$$r = 28000 \text{m}^3 / \text{day} \times \frac{\text{day}}{24 \text{hr}} \times 2 \text{hr} \approx 2300 \text{m}^3$$

(133) گزینه‌ی (4) صحیح است.

عمل شوره سازی یا نیتریفیکاسیون توسط نیتروزوموناس و نیتروباکتر انجام میشود که هر دو عملیات خود را با حضور اکسیژن فعال انجام میدهند.



(134) گزینه‌ی (1) صحیح است.

(135) گزینه‌ی (1) صحیح است.

(136) گزینه‌ی (2) صحیح است.

بدلیل حضور جلبکها سبز رنگ می‌باشد.

(137) گزینه‌ی (3) صحیح است.

ته نشینی خوب لجن با حذف BOD تدریجی در نسبتهای پایین $\frac{F}{M}$ رخ میدهد. و با بالا رفتن نسبت $\frac{F}{M}$ لجن قابلیت

ته نشینی ضعیفی پیدا می‌کند.

(138) گزینه‌ی (3) صحیح است.

گیاهان آبری زمانی در فاضلاب شروع به رشد می‌کنند که عمق فاضلاب از 0/6m کمتر باشد.

(139) گزینه‌ی (1) صحیح است.

در این فاز به علت کاهش رشد و تثبیت سرعت رشد با کم شدن مواد غذایی کم خواهد شد و به این علت میکروارگانیسمها در این فاز قرار میگیرند.

(140) گزینه‌ی (2) صحیح است.

طبق فرمول زیر سن لجن با نرخ تولید لجن مازاد بیولوژیکی نسبت عکس دارد.

$$\theta_c (\text{روز}) = \frac{\text{جرم جامدات موجود در سیستم}}{\text{جرم جامداتی که سیستم را ترک می‌کنند}}$$

(141) گزینه‌ی (4) صحیح است.

در برکه‌های بی‌هوازی به علت کدورت بالا و وجود رنگ تیره محتویات برکه و مواد شناور در آن فتوسنتز اتفاق نمی‌افتد تا ما تولید اکسیژنی را داشته باشیم بنابراین در این برکه‌های بی‌هوازی اکسیژن محلول وجود ندارد.

(142) گزینه‌ی (2) صحیح است.

بار سطحی عبارتست از مقدار جریان ورودی به سطح مقطع حوضچه ته‌نشینی (Q/A) که واحد آن به صورت $\frac{m^3}{m^2}$ در روز بیان میشود.

(143) گزینه‌ی (1) صحیح است.

$$BOD_5 = ? \quad \text{سرانه تولید} = 200 \text{lit/day}$$

$$BOD_5 = \frac{\text{سرانه تولید } BOD_5}{\text{سرانه فاضلاب}} = 40 \text{gr/day}$$

$$BOD_5 = \frac{40000 \text{mg/day}}{200 \text{l/day}} = 200 \text{mg/l}$$

(144) گزینه‌ی (3) صحیح است.

باکتریها مواد آلی فاضلاب را توسط اکسیژن که یک گیرنده الکترون به حساب می‌آید به محصولات نهایی از جمله NO_3^- , CO_2 (نیترات) و PO_4^{3-} (فسفات) تبدیل می‌کنند.

(145) گزینه‌ی (3) صحیح است.

نسبت آهنگ جریان اوج به آهنگ جریان میانگین حداکثر است.

(146) گزینه‌ی (1) صحیح است.

استفاده از سپتیک تانک‌ها برای جمعیت‌های حداقل 200 نفر و 300 نفر در هکتار می‌باشد.

(147) گزینه‌ی (2) صحیح است.

در برکه‌های هوازی و اختیاری جلبکها بصورت یک لایه در سطح قرار می‌گیرند و بصورت یک سیستم هوادهی عمل می‌کنند و اکسیژن را برای لایه هوازی و بینابینی تأمین می‌نمایند.

(148) گزینه‌ی (4) صحیح است. $BOD = 8000 \text{mg/l}$

$$Q = 500m^3/day \quad \text{تعداد افراد} = \frac{\text{مقدار فاضلاب سرانه}}{\text{تولید}} = \frac{8000g/m^3 \times 500m^3/day}{50gr/day} = 80000 \text{ نفر}$$

$$BOD_5 = 50gr/day \quad \text{تعداد افراد}$$

149) گزینه‌ی (3) صحیح است.

COD که اکسیژن خواهی شیمیایی می‌باشد حدوداً دو برابر BOD_5 می‌باشد در نتیجه 50 درصد و یا در این حدود COD قابل تجزیه بیولوژیکی می‌باشد.

150) گزینه‌ی (3) صحیح است.

SH_2 که همان سولفید هیدروژن می‌باشد و یک گاز سمی می‌باشد به صورت اسید سولفوریک اکسید می‌شود و باعث خوردگی لوله‌های فاضلاب می‌شود.

151) گزینه‌ی (2) صحیح است.

اگر زمان ماند لجن یا سن لجن ته نشین شده در کف مخزن ته نشینی کاهش یابد عمل دنیتریفیکاسیون و به دنبال آن تولید حبابهای نیتروژن کاهش می‌یابد چون این ذرات به حبابهای نیتروژن چسبیده و معلق میشوند و پساب خروجی کدر می‌شود و BOD افزایش می‌یابد و اگر زمان ماند لجن کاهش یابد این لایه معلق کمتر بوجود می‌آید.

152) گزینه‌ی (3) صحیح است.

این ضریب در فرایندهای هوازی بین 0/4-0/7 و بطور معمول بین 0/5-0/6 می‌باشد.

153) گزینه‌ی (1) صحیح است.

تولید طعم و بو بطور مثال بوی ژئوسمین توسط اکتینومیست‌ها و سیانو باکتریها تولید می‌شود اکتینومیست‌ها مثل اکتینومایسس، نوکاردیو سیانوباکتریها مثل آنابنا و اوسیلاتوریا می‌باشند.

154) گزینه‌ی (3) صحیح است.

هدف اصلی تصفیه بیولوژیکی فاضلابها لخته سازی و جدا نمودن مواد جامد کلوئیدی غیرقابل ته نشینی می‌باشد و همچنین تثبیت مواد آلی.

155) گزینه‌ی (1) صحیح است.

روشهای مهم تثبیت لجن هضم بی هوازی لجن و هضم هوازی می‌باشد که در روش هضم هوازی زمان ماند هیدرولیکی 10-3 روز است و زمان ماند در هضم بی هوازی 20-10 روز می‌باشد.

156) گزینه‌ی (2) صحیح است.

در فرمول ذکر شده پارامترها بصورت تک تک شامل موارد زیر هستند:

$h =$ زمان حمل (ساعت) $b =$ عدد ثابت تجربی

$x =$ فاصله $a =$ عدد ثابت تجربی

157) گزینه‌ی (2) صحیح است.

الکنو معیاری است که در آن درجه تناسب زمین انتخابی برای محل دفن تعیین میشود که برای جلوگیری از خطرات شیرابه زباله در اماکن دفع ضروری است.

158) گزینه‌ی (2) صحیح است.

تبدیل خرده شیشه به مواد شیشه ای جدید در واقع نوعی بازیافت است چون بازیافت عبارت است از تبدیل و مصرف شدن مواد زاید طی عملیات مختلف به محصولات جدیدتر.

159) گزینه‌ی (4) صحیح است.

رنگ قهوه ای تیره مایل به سیاه، نسبت $\frac{C}{N}$ مناسب و ظرفیت بالای تبادل و جذب آب و زنده بودن لایه که با فعالیت میکروارگانیزم‌های موجود در کمپوست رابطه مستقیم دارد از ویژگیهای کمپوست رسیده می‌باشد.

160) گزینه‌ی (4) صحیح است.

رطوبت کمپوست بسته بندی شده کمتر از 20 درصد و رطوبت کمپوست بسته بندی نشده کمتر از 50 درصد می‌باشد.

نمونه برداری:

- 1- میکروبی 2- فیزیکی 3- فیزیکوشیمیایی 4- شیمیایی

عنوان نمونه برداری:

ارزش نتایج بدست آمده از یک نمونه آب مستقیماً با نمونه رابطه دارند. فرد نمونه بردار باید اطلاع کافی از محل نمونه برداری موقعیت شرایط و زمان و تاریخ نمونه برداری داشته باشد. حجم نباید از 1 لیتر کمتر باشد. در آزمایش های روتین یا روزمره این مقدار 2 لیتر در آزمایش کامل، این مقدار 5 لیتر است. اگر از شیر آب نمونه برداری کنیم پیش از برداشت نمونه چند دقیقه شیر را باز بگذارید اولین قدم برای شناخت آب یا فاضلاب نمونه برداری بیشتر از آنالیز یا آزمایش مانند پیش از نمونه برداری هدف را مشخص می کنیم.

اهداف نمونه برداری:

- 1- فیزیکی شامل پارامتر کدورت - مزه - بو - حرارت و رنگ است، رادیونوکلئوتیدها نیز در این هدف بررسی می شوند.
 - 2- شیمیایی شامل بررسی آنیون ها - کاتیون ها - گازهای محلول می شود، رادیونوکلئوتیدها نیز در این هدف بررسی می شوند.
 - 3- میکروبی یا بیولوژیک شامل میکرو ارگانیسم ها (ویروس، باکتری و ...) و ماکرو ارگانیسم ها می شود. اصولاً در این هدف تمام ارگانیسم ها بجز ریکتزیا بررسی می شوند.
 - 4- فیزیکوشیمیایی شامل PH و هدایت الکتریکی است.
- آزمایش های روتین عبارتند از کلروا - فلورائید - نیترات و نیتريت - سولفات کربنات دی کربنات - پتاسیم - سدیم - کلسیم - منیزیم - PH و هدایت الکتریکی - جامدات.

روشهای نمونه برداری:

- 1- Crab یا چنگکی: یک نمونه برداری لحظه ایی و تصادفی است. چند نمونه در زمان های مختلف مانند نمونه برداری از چاه و چشمه و آزمون میکروبی و رادیولوژی و تهیه می کنیم.
- 2- متناوب یا intermediate: تعدادی نمونه به فاصله های زمانی مشخص (هر 1 یا 2 ساعت یکبار) برداشت کرده از آمار می توانیم حداقل و حداکثر میانگین را نشان دهیم.

3- mixing: نمونه برداری مرکب برای بررسی آب رودخانه از این روش استفاده می‌کنیم یعنی نمونه‌ها را از چند محل برداشته و سپس آنها را مخلوط می‌کنیم. نمونه برداری مرکب می‌تواند بصورت زمانی و مکانی باشد.

کار در آزمایشگاه: نمونه برداری از شیر آب برای آزمایش شیمیایی (اگر شیمیایی باشد می‌توانیم با آب بشوئیم ولی در میکروبی نمی‌توانیم).

مورد اول: ظرف را 2 تا 3 بار با آب مورد نظر بشوئید. شیر را 5 تا 10 دقیقه باز بگذارید. اگر چاه آب را نمونه می‌گیریم پمپ حداقل 5 دقیقه روشن باشد ظرف را در زیر شیر آب گذاشته و تا 2 لیتر آنرا پر کنید. برچسب اطلاعات را روی آن بچسبانید و ظرف 48 ساعت به آزمایشگاه برسانید و برچسب باید حاوی مطالب زیر باشد:

کلر باقی مانده - PH - تاریخ و ساعت نمونه برداری - نام محل نمونه برداری

بهتر است عمل نمونه برداری به وسیله خود فرد آزمایش کننده و یا فردی که به او اعتماد داریم انجام بگیرد.

انواع روشهایی که برای انجام آزمایش انتخاب می‌شود:

- 1- استاندارد که برای یک ماده مخصوص هنگام آزمایش کردن توصیه می‌شود.
- 2- پیشنهادی یا Tentatike به وسیله برخی از سازمانها روی آن اظهار نظر شده ولی در سطح بین الملل بررسی آن قضاوت نشده است.
- 3- New یا روش جدید که اخیراً آن اشاره شده و هنوز بوسیله سازمانهای مختلف قضاوت نشده است روش استاندارد مهمترین روش، روش جدید ضعیفترین روش برای انجام آزمایش خواهد بود.

موضوعهایی که اقدام به نمونه برداری می‌کنیم:

- 1- برای مطالعه آب رودخانه در طراحی تصفیه خانه آب
- 2- مطالعه راندمان واحدهای تصفیه خانه آب
- 3- پایش و کنترل کیفیت آب در شبکه توزیع

نکته: از شیر آب شکسته و دارای نشت نباید نمونه برداری انجام داد چون ایجاد خطا می‌کند.

تعداد نمونه: تعداد نمونههایی که در روز برمی‌داریم به جمعیت تحت پوشش شبکه آبرسانی بستگی دارد. اگر این جمعیت کمتر از 100000 نفر باشد به ازاء هر 5 هزار نفر در ماه 1 نمونه برمی‌داریم و اگر این جمعیت بیشتر از 100000 نفر باشد به ازاء هر 10000 در ماه 1 نمونه برمی‌داریم.

تعداد نمونه	تعداد مصرف کننده
یک نمونه در ماه به ازاء هر 5 نفر	کمتر از 5 هزار نفر
2 نمونه در ماه	بین 5000 تا 100000
یک نمونه در ماه به ازاء هر 10000 نفر	بیشتر از 100000

محافظت کننده:

ماده‌ای است که هنگام نمونه‌برداری به آبی که نمونه‌برداری شده اضافه شده تا از تغییر نمونه آب در طی رساندن به آزمایشگاه جلوگیری می‌کند تعدادی از آنها عبارتند از:

1- تنظیم PH با اضافه کردن اسید سولفوریک به کمتر از 2 در آزمون COD

2- نگهداری نمونه در یخچال در آزمون BOD

3- اضافه کردن کلر در مرکوریک در آزمون نیترات

4- در آزمون فلزات سنگین جنس ظرف شیشه بوده و برای محافظت 1 میلی لیتر از اسید کلروریک غلیظ به آن اضافه می‌شود بهتر است این شیشه پیرکس باشد.

5- جنس ظرف در آزمون سدیم و پتاسیم و رادیواکتیو برای نمونه‌برداری باید پلاستیک باشد

6- افزودن 2 سی سی به هر لیتر نمونه از محلول استات سرب 20% در آزمون روی

jarrest

آزمایش جار تست:

گاهی شرایط آب ایجاد می‌کند که برای مصرف آن در صنعت فقط به تصفیه فیزیکی اکتفا کنیم. گاهی اوقات مراحل تصفیه آب عبارت خواهد بود از انعقاد(فرایند شیمیایی)،فلوکولاسیون،ته‌نشینی و صاف سازی یعنی در زمانهای قدیم تنها اقدام به تصفیه میکروبی آب بروی صافی‌ها بدون کاربرد مرحله انعقادی می‌کردند.امروزه قبل از ورود آب روی صافی با انجام عمل انعقاد سرعت ته‌نشینی مواد معلق را زیاد می‌کند.

روش کار: نوع ماده مصرفی و مقدار آن بستگی به طبیعت آب خام دارد. بیش‌تر از نمک فلزاتی که بنیان اسیدی قوی دارند استفاده می‌کنیم. برای انجام عمل انعقاد و یا کوآگولاسیون، تنظیم PH مهم است. برای مثال هیدرواکسید آلومینیوم اگر PH کمتر از 7/4 باشد و هیدرواکسید فرمیک اگر PH بیشتر از 6 باشد تأثیر خوبی در عمل تشکیل فلوک خواهند داشت.

برای حداقل داروی لازم یا ماده شیمیایی و حداقل تنظیم کننده PH برای رفع املاح رنگ ساز، کدورت ساز اقدام به آزمایش جارتست می کنیم. به عبارت دیگر مواد منعقد کننده در آب تولید بار مثبت کرده که با مواد معلق که بار منفی دارند (به دلیل دارا بودن پتانسیل) جذب هم شده و بار آنها خنثی می شود. به عبارت دیگر انعقاد به معنای ناپایدار کردن حالت پایدار کلوئیدها که عامل کدورت ساز هستند می باشد.

انواع داروهای مورد استفاده:

1- منعقد کننده اصلی: شامل آلوم به فرمول $Al_2(SO_4)_3 \cdot 131.3H_2O$ سولفات فرو $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ سولفات فریک $Fe(SO_4)_3$ کلرو فریک $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ در سطح تصفیه خانه های ایران معمولاً از کلروفوریک استفاده می کنند.

1- کمک منعقد کننده: شامل خاک رس، بنتونیت - پلی الکترلیت ها - کائولن و خاک چینی

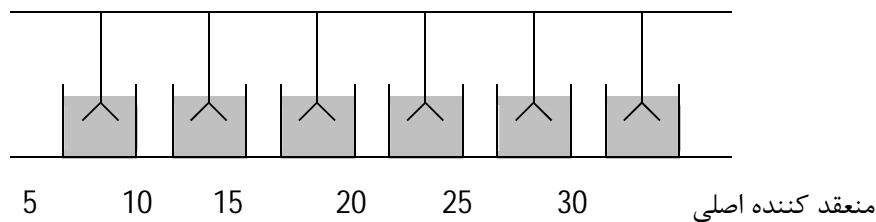
2- تنظیم کننده ها PH: شامل $Ca(OH)_2$ ، Na_2CO_3 نام دیگرش سودا، CaO

محلول شیمیایی لازم: 10 گرم از ماده منعقد کننده را در 1 لیتر آب مقطر حل کنید. از هر سی سی از این محلول اگر به 1 لیتر آب اضافه شود، دارای 0/1 میلی گرم در لیتر دارای منعقد کننده خواهد بود.

مراحل کار:

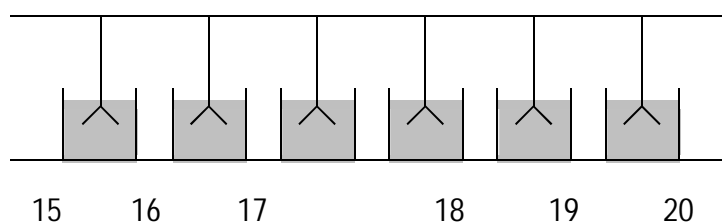
1- بشرها را شسته و در زیر تیغه قرار می دهیم و در هر بشر 1 لیتر از آب مورد نظر را پر می کنیم.

از داروی منعقد کننده به ترتیب در هر بشر به میزان 5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 سی سی اضافه کرده. حال دستگاه را به مدت 1 دقیقه با دور تند حدود 90-100 دور در دقیقه بچرخانیم پس از 1 دقیقه، دور دستگاه را به 40rpm برسانیم. سپس دستگاه را خاموش کنید. پس از مدت 5-15-30 و 60 دقیقه مشاهدات خود را نسبت به تشکیل فلوک ثبت کنید در بشری که بهترین فلوک تشکیل شده آنرا انتخاب کنیم (پایان مرحله 1)



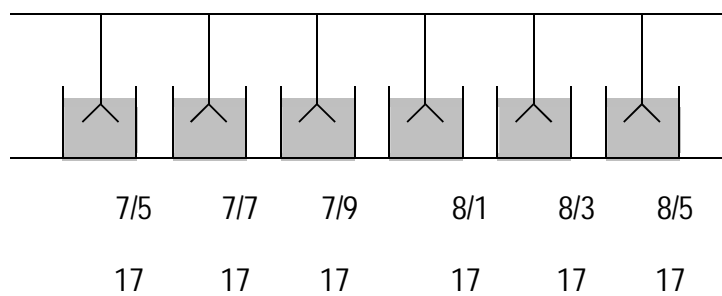
2- دوباره ظرفها را پس از خالی کردن با 1 لیتر آب نمونه پر کنید و در زیر تیغهها قرار دهید. اگر فرض کنید در مرحله قبلی 20 سی سی مناسب بوده است بار دیگر مراحل را با مقادیر 20 - 19 - 18 - 17 - 16 - 15 سی سی

منعقدکننده اصلی انجام دهید دوباره مراحل دور تند را به مدت 1 دقیقه و کند آن را انجام می‌دهیم و نسبت به تشکیل فلوک، یکی از بشرها را انتخاب می‌کنیم (تعیین دوز مطلوب منعقدکننده اصلی در مرحله 2)



منعقد کننده اصلی

3- در این مرحله نسبت به تعیین و مطلوب تنظیم کننده PH مرحله سوم اقدام می‌کنیم یعنی بشرها را خالی کرده با 1 لیتر آب نمونه پر می‌کنیم. اگر فرض کنیم در مرحله قبل بهترین نتیجه با 17cc بدست آمده (بر فرض) این مقدار 17 سی‌سی را بطور یکسان در تمام بشرها اضافه خواهیم کرد و این بار نسبت به تنظیم PH اقدام می‌کنیم البته $8/5 - 7/5$ PH را می‌توان تعیین کنیم.



حداقل PH

منعقد کننده اصلی

4- این مرحله مهم نیست که انجام شود یا نه. بشرها را خالی کرده در هر کدام 1 لیتر از آب نمونه می‌ریزیم. اگر فرض کنیم تنظیم کننده PH با $8/1$ مطلوب بوده است این بار در تمام بشرها PH را بطور یکسان اضافه می‌کنیم و بار دیگر رنج منعقد کننده اصلی را مثل مرحله 2 اضافه می‌کنیم $15-20$ cc دور تند - کند و ته‌نشینی را انجام می‌دهیم. باید به عدد به دست آمده از مرحله دوم آزمایش برسیم. در آزمایش جارتست ماده آلی ایجاد مزاحمت می‌کند. ابتدا باید ماده آلی را حذف کنیم و سپس آنرا ادامه داد. در آزمایش جارتست می‌توان در مرحله انعقاد اختلال ایجاد کند پیش از انجام آزمایش با افزودن اکسیدکننده ماده آلی را حذف می‌کنیم.

جدول نمره‌بندی یا خصوصیات فلوک

0	لجن باشد
2	فلوک خیلی ریز به سختی دیده می‌شود
4	فلوک ریز به سختی دیده می‌شود
6	فلوک متوسط
8	فلوک خوب و درشت و سنگین
10	فلوک خوب و درشت

تعیین جامدات:

جامدات به ماده معلق و محلول اطلاق می‌شود حد مطلوب جامدات محلول 500 میلی‌گرم در لیتر است. آب دارای جامدات از نظر زیباشناختی به منظور شناکردن مؤثر خواهد بود.

آنالیز جامدات: فاکتورهای مهم در فرآیندهای تصفیه فیزیکی و بیولوژیکی فاضلاب می‌باشد و یکی از پارامترهای مهم برای تخلیه پساب به داخل آب سطحی مثل رودخانه می‌باشد که برای مثال مقدار مواد معلق در این شرایط باید حدود 20 میلی‌گرم در لیتر باشد که از این مقدار 20 میلی‌گرم بیشتر نباشد.

جامدات کل واژه‌ای را گویند که باقی‌مانده‌ی مواد پس از تبخیر، نمونه و سپس از آن خشک کردن در حرارت معین در فور را نشان می‌دهد، جامدات کل شامل جامدات روی صافی یا معلق (T.S.S) و جامدات رد شده از فیلتر یا جامدات محلول T.D.S می‌شود.

جامدات محلول: بخشی از جامدات است که از صافی به قطر حدود 2 میکرون عبور می‌کند. این بخش گاز محلول ندارد.

جامدات ثابت یا خاکستر: شامل باقی‌مانده جامدات معلق و محلول است که پس از حرارت دادن به مدت معین در دستگاه کوره الکتریکی به دست می‌آید. کاهش وزن ناشی از سوزاندن جامدات را جامدات فرار یا Volative گویند.

مشخصه بهتر ماده آلی با آزمایشات زیر است:

BOD: اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی

COD: اکسیژن مورد نیاز شیمیایی

TOC: کربن آلی

مزاحمت: دما و مدت در این آزمایش بسیار مهم است و باید در آن دقت شود زیرا اکسیداسیون بستگی به آن دارد. درب دسی کاتور را به موقع باز کرده تا رطوبت هوا وارد نشود. اگر نمونه‌ی مورد نظر دارای مواد مگنتیت مثل آهن می‌باشد پیش از آزمایش آنرا هم نزنید.

محل نمونه: از ظرف پلاستیکی برای نمونه‌برداری استفاده کنید. نمونه را در یخچال به مدت 24 ساعت می‌توان نگه داشت. به هیچ‌عنوان روی نمونه‌ای که بیشتر از 7 روز نگه داشته شده آزمایش نشود. پیش از آزمایش صبر کنید تا دمای نمونه آب به دمای آزمایشگاه برسد.

تعیین کل جامدات: در 103°C نمونه مخلوط نشده را در یک ظرفی که توزین شده می‌ریزیم. پس از تبخیر آب داخل آن، آنرا در فور 103°C به مدت 1 ساعت می‌گذاریم. سپس ظرف را در دسی کاتور قرار می‌دهیم و پس از 15 دقیقه آنرا وزن می‌کنیم تفاوت وزن؛ نشان دهنده جامدات کل T.S می‌باشد.

روش کار: اگر قرار است جامدات فرار نیز سنجیده شوند پیش از آزمایش ظرف را در کوره‌ی الکتریکی با حرارت 50°C ± 500 به مدت 1 ساعت قرار دهید و تا هنگام آزمایش ظرف را در دسی کاتور بگذارید. پیش از مصرف ظرف را وزن کرده و حجم معین نمونه را که مخلوط شده در ظرف روی حمام بخار خشک کرده بریزید و سپس در فور 103°C به مدت 1 ساعت قرار دهید از فور خارج کرده در دسی کاتور را بگذارید. خنک که شد آنرا وزن کنید.

نکته: در داخل دسی کاتور ماده جاذب رطوبت بنام سیلیکاژل قرار دارد.

$$T.S = \frac{1000 \times (\text{حسیبر شده خشک} - \text{کماظر فوز نخالیظرفوزن})}{\text{نمونه حجم} \rightarrow V}$$

تعیین کل محلول:

نمونه مخلوط شده را از صافی فایبرگلاس تحت شرایط خلاء عبور می‌دهیم. سپس آنرا فیلتر نموده و داخل کروزه می‌ریزیم. پس از خشک کردن آن بر روی دستگاه حمام بخار آب یا بن‌ماری و آن را در داخل فور به مدت 1 ساعت در 180°C می‌گذاریم. افزایش وزن نشان دهنده‌ی T.D.S می‌باشد.

جامدات محلول موادی هستند که دارای فشار بخار کمتر از هوا بوده و مقدار آن نیز در حدود 100-20 میلی گرم در لیتر است مقدار متناسب با سختی دارد و می تواند شامل مواد معدنی یا آلی باشد.

نکته: میزان T.S.S و T.D.S از طریق فرمول بالا محاسبه می شود

تعیین جامدات فرار و جامدات خاکستر و ثابت:

می دانیم در دمای متوسط $500 \pm 5^\circ\text{C}$ ماده آلی اکسید شده و حداقل تجزیه ماده معدنی را خواهیم داشت.

تعیین جامدات قابل ته نشینی

واحد آن بر خلاف جامدات کل - جامدات معلق که میلی گرم در لیتر است میلی لیتر بر لیتر است.

نکته: به کمک قیف ایمنه می توان این جامدات را تعیین کرد که در حوض ته نشینی اولیه تصفیه خانه فاضلاب،

جامدات قابل ته نشینی 100% حذف می شوند.

«خلاصه جامدات»

تعیین حرارت:

سنجش حرارت در تعیین انواع قلیاییت، محاسبه نمک یا شوری و شاخص اشباع آب اهمیت دارد. حرارت آب تابع عمق

است با تخلیه پساب گرم به آب سطحی و آلودگی حرارتی فیزیکی، 2 اتفاق می افتد.

1- حل شدن اکسیژن در آب کم می شود 2- سرعت واکنش شیمیایی و بیولوژیکی افزایش می یابد به ازاء هر 10°C

افزایش دما، این سرعت 2 تا 3 برابر می شود. آب چاههای عمیق حرارت ثابت دارند. دما روی گندزدایی آب و واحد انعقاد

و به عبارت دیگر سرعت ته نشینی مؤثر خواهد بود. دما را در محل نمونه برداری به کمک ترمومتر جیوه ای بر حسب

سانتی گراد اندازه می گیریم. در آبهای عمیق از وسایلی مثل ترموفون و ترمیستور استفاده می کنیم که ترمیستور دقیق تر

است.

هنگام گزارش دمای آب عواملی مثل تابش خورشید، دمای هوا و وزش باد نیز در نظر گرفته می شود.

دریاچه ها را بر اساس عمق و مواد غذایی به 3 دسته تقسیم می کنیم

1- اولیگوتروفیک (جوان): دارای اکسیژن محلول بالا و ماده آلی کم

2- اوتروفیک

3- پیر: دارای اکسیژن کم و ماده آلی زیاد است.

دریاچه‌ها بر اساس دما:

- 1- اپی‌لیمینون: سطحی‌ترین لایه که در آن حداکثر اکسیژن محلول و حداقل ماده آلی وجود دارد.
- 2- ترموکلاین: با دمای ثابت 4°C
- 3- هیپولیمینون: عمیق‌ترین لایه

تعیین PH:

معیار عددی از شدت اسیدی یا بازی را PH می‌گویند. اگر PH کمتر از 7 باشد خاصیت اسیدی و اگر بیشتر از 7 باشد خاصیت بازی داریم. برای اندازه‌گیری PH می‌توانیم از PH متر به روش محاسبه یا رنگ سنجی استفاده کنیم.

عوامل مزاحمت‌زا در تعیین PH: رنگ - کدورت - میزان املاح - ماده کلوئید و اکسید و احیاکننده در روش کالری متری مزاحمت‌زا هستند

نکته: PH آب آشامیدنی بین 6/5-8/5 است که حدوداً 7/4 است

روش کار:

PH متر را به کمک محلولهای بافر 4-7-9 به ترتیب تنظیم کنید در هر بار استفاده از الکتروود دستگاه آنرا با آب مقطر بشویید و با دستمال کاغذی نرم خشک کنید. اگر پساب دارای روغن و چربی سنجش می‌شود الکتروود را با حلال و دترجنت بشوید. دقت روش PH متر حدود 0/001-0/5 است

$$\text{PH} = -\log |\text{H}^+|$$

$$\text{POH} = -\log |\text{OH}^+|$$

$$\text{PH} + \text{POH} = 14$$

مثال: محلول نرمال و دسی‌نرمال کلریدریک چه مقدار PH دارد؟

$$\text{N} = |\text{H}^+| \rightarrow |\text{H}^+| = 1$$

$$\text{PH} = -\log |\text{H}^+| = 0$$

$$0,1 = |\text{H}^+| \rightarrow \text{PH} = -\log |\text{H}^+| \rightarrow -\log 0,1 \Rightarrow \text{PH} = 1$$

الکتروود PH متر: بر اساس معادله نرنست کار می‌کند و نسبت به غلظت یون هیدروژن حساس است که غلظت متناسب با تغییرات پتانسیل می‌باشد الکتروود شاهد آن شامل کلر در نقره است. الکتروود حساس دارای سیم نقره‌ایی می‌باشد.

اهمیت PH آب: تأثیر بر ضد عفونی و کلرزنی - تأیید بر انعقاد و تنظیم PH در تصفیه فاضلاب مؤثر است. پس از جذب سختی آب باید PH را تنظیم کرد خورنده بودن آب بستگی به PH دارد همچنین هنگام تصفیه و آب گیری لجن، دانستن رقم PH مهم است.

PH آب آلوده نشده: رابطه CO_2 آزاد، کربنات و بی کربنات را نشان می دهد. آب اسیدی که از معدن ذغال می گذرد PH کم دارد و آب سخت که از زمین آهکی می گذرد PH بالا دارد. کاربرد آلوم در تصفیه آب هنگام انعقاد و کدورت زدایی، PH آب را کم خواهد کرد.
نکته: PH آب باران حدود 5/6 است.

مثال: اگر محلول 0/001 مولار پتاس را 10 مرتبه رقیق کنیم PH چه تغییری می کند؟
با رقیق سازی پتاس، PH به اندازه یک واحد کم خواهد شد (به ازاء 10 مرتبه 1 واحد)

تعیین هدایت الکتریکی:

یکی از ویژگی های شیمیایی آب هدایت الکتریکی است که به استعدادی از آب برای هدایت جریان الکتریکی گفته می شود که با میزان جامدات محلول معدنی قابل یونیزه شدن ارتباط دارد. غلظت یونها، دمای آب، ظرفیت یونها در رقم هدایت مؤثر است می دانیم ترکیب آلی در هدایت الکتریکی ضعیف عمل می کند. بنابراین مقدار ماده آلی را به روش هدایت الکتریکی سنجش نمی کنیم اگر کندانکتیویته را با C نشان دهیم رابطه زیر برقرار می شود.

$$C = \frac{1}{R} \quad \xrightarrow{\text{اهم}}$$

می دانیم مقدار هدایت نسبت مستقیم با سطح الکترودها بر حسب سانتی متر و نسبت عکس با فاصله الکترودها بر حسب سانتی متر دارد. رابطه را می نویسیم:

$$C = k \frac{A}{L}$$

A = سطح واحد Cm^2
L = فاصله الکترودها بر حسب Cm

در سیستم SI واحد مقاومت زیمنس است بنابراین در این سیستم کندانکتیویته را بر حسب میلی زیمنس بر متر گزارش می کنند اگر بخواهیم نتایج کندانکتیویته در سیستم SI بر حسب میکرومومو بر سانتی متر گزارش می شود.

$$\frac{\mu_{moh}}{Cm} \cdot \frac{1ms}{m} = 10 \frac{\mu_{moh}}{Cm} \quad S = \text{زیمنس}$$

$$1\mu_s / Cm = 1 \frac{\mu_{moh}}{Cm}$$

کنداکتیویته آب مقطر حدود 0/5 تا 3 میکرومو بر سانتی متر می باشد. اندازه گیری کنداکتیویته در موضوع های زیر توصیه می شود:

- 1- تعیین خلوص آب مقطر
- 2- برای پی بردن به تغییرات فصلی کوچک در منابع آب
- 3- پی بردن به سرعت خوردگی
- 4- کنترل نتایج آزمایش آب
- 5- تعیین مقدار مصرف لازم در آزمایش های خنثی سازی
- 6- تعیین مقدار T.D.S

$$T.D.S = EC (0,9 \text{ تا } 0,55)$$

مقدار این فاکتور بستگی به ترکیبات و دمای آب دارد رقم فاکتور بالا را در آب شور و دیگ بخار استفاده می کنیم، در حالیکه فاکتور کوچکتر را هنگامیکه در آب، اسید مصرفی آزاد وجود دارد استفاده می کنیم.

روش تعیین هدایت الکتریکی

محلولهای لازم: محلول کلرو پتاسیم 0/01 ملار مقدار هدایت این محلول در 25 درجه سانتی گراد برابر 1412 میکرومو بر سانتی متر است. برای نگهداری این محلول از ظرف شیشه ایی با درب بروسلیکاتی استفاده می شود.

$$I:C = \frac{\text{کنداکتیویته نمونه}}{\text{کنداکتیویته استاندارد}} \times 1412$$

محاسبه

مثال: اگر کنداکتیویته نمونه و محلول استاندارد به ترتیب 4/75 و 2/88 باشد مقدار هدایت الکتریکی را محاسبه کنید.

$$EC = \frac{4.75}{2.88} \times 1412 \quad EC = 2330 \mu\text{moh/S}$$

چند نکته درباره ی دستگاه هدایت الکتریکی:

سنجش هدایت الکتریکی در این دستگاه بر اساس مقاومتیایی که به شکل لوزی بسته می شوند و بنام پل وتسون معروف است انجام می گیرد.

در ایران و آمریکا هدایت الکتریکی را در 25°C گزارش می‌کنند هرچه دما بیش‌تر باشد مقدار هدایت الکتریکی نیز بیشتر خواهد بود. اگر سل کندانکتیویته پلاتینیزه نباشد آنرا با محلول کلروپلاتین، اسیدواستات سرب پلاتینیزه می‌کنیم.

تعیین کدورت:

کدورت برای تولید محصول و کالا مهم است. کدورت فرآورده‌های آشامیدنی و غذایی نیز اهمیت دارد. کدورت آب ناشی از مواد معلق، مواد آبی و رنگی و میکروارگانیسم‌ها مثل فیتوپلانکتون می‌تواند باشد.

کدورت بیان خاصیت دیدن اشیاء است که باعث می‌شود بجای آنکه نور در خط مستقیم از جسم منتقل شود جذب یا پخش شود. رابطه برقراری بین کدورت و وزن مواد معلق مشکل است به علت قطر - شکل ذرات می‌توانند بروی پخش نور اثر گذارند ذرات سیاه کننده نظیر کربن نور را جذب می‌کنند بنابراین کدورت افزایش می‌یابد.

آب کدر چیست؟ آب کدر آبی است که دارای ماده معلق بوده و مانع ورود نور می‌شود و لذا عمق قابل دیدن آب را کم می‌کند. (از عوامل کدورت ساز می‌توانیم به 1- ذرات ریز 2- کلئوئید 3- ذرات درشت اشاره کرد)

اگر آب بدون حرکت باشد کدورت ناشی از کلئوئید است و اگر آب حرکت کند کدورت آب مربوط به دانه‌های درشت است.

از نظر تاریخی، کدورت سنجی برای اولین بار بر اساس جکسون کندل که کمترین رقم کدورت را 25jtU نشان می‌داد، بیان شد در حالیکه کدورت آب تصفیه شده بین 0 تا 1 واحد است.

دستگاه دیگر سنجش کدورت، نفلومتر است که تحت تأثیر پارامترهای مختلف قرار نمی‌گیرد ولی می‌تواند کدورت کم را نیز سنجش کند. این دستگاه را نمی‌توانیم بر پایه واحد جکسون کالیبره یا تنظیم کنیم.

نتایج دستگاه نفلومتر بر اساس واحد NTU گزارش می‌شود.

نگهداری نمونه: کدورت را در همان روز که نمونه برداشت می‌شود باید سنجش کنیم. می‌توانیم کدورت را تا 24 ساعت در تاریکی نگهداری کنیم.

روش نفلومتر: این روش بر اساس مقایسه شدت نور پخش شده از نمونه با شدت نور پخش شده از سوسپانسیون استاندارد مرجع انجام می‌گیرد هرچه شدت نور پخش شده بیشتر باشد، کدورت بیشتر است. می‌توانیم از ماده فورمازین به عنوان استاندارد مرجع استفاده کنیم که دارای کدورت حدود 40NTU است.

مزاحمت: شیشه کثیف - حضور حباب هوا - خش داشتن شیشه و سیاه بودن آن نتایج آزمایش را غلط نشان می‌دهند. رنگ واقعی آب: که ناشی از ماده محلول است با جذب کردن نور مقدار کدورت را کمتر نشان می‌دهد. البته این اثر در آب تصفیه شده نادیده گرفته می‌شود.

وسایل لازم: توربیدی متر تا کدورت سنج شامل نفلومتر با یک منبع نور (رشته تنگستن و شناساگر فوتوالکتریک وسیله خواندن برای نشان دادن شدت نور پخش شده در 90° می‌باشد.

کمترین عددی که نفلومتر نشان می‌دهد 0/02 NTU است. دستگاه دامنه 0-40 NTU را نشان می‌دهد. طول موجی که دستگاه کار می‌کند حدود 400-600 نانومتر است. لوله نمونه باید از شیشه بدون رنگ باشد. دستگاه و شیشه‌های آنرا دور از آفتاب و ماده‌ی شیمیایی نگهداری کنید وقتی لوله را با نمونه و استاندارد پر می‌کنید مدتی صبر کنید تا حباب خارج شود.

محلولهای لازم: یک محلول کدورت مادر که این محلول می‌تواند 40NTU کدورت داشته باشد.

برای ساخت آن به روش زیر عمل می‌کنیم:

اگر سولفات هیدرازین را با 100 سی سی آب مقطر حل کنید (بخارات آن سمی است و از تنفس و تماس پوستی با آن خودداری کنید). 10 گرم ماده هگزامتیلن اتر آمین را جداگانه در 100 سی سی از آب مقطر حل کنید حال در والن سوم 5cc از محلول سولفات هیدرازین و 5cc از محلول هگزامتیلن اتر آمین را مخلوط کنید تا 24 ساعت در حرارت 25 درجه سانتی گراد بماند. سپس آنرا با آب مقطر به حجم 100 سی سی برسانیم. در این دامنه حرارتی کدورت این محلول 400NTU خواهد بود. این محلول را ماهانه تهیه کنید.

محلول کدورت استاندارد: 10 سی سی از محلول کدورت مادر را به حجم 100cc برسانید. کدورت محلول فوق 40NTU خواهد بود بجای ماده فورمازین می‌توانیم (از استایدن دی وینیل بنزن استفاده کنید).

$$NTU = \frac{A(B+C)}{C}$$

A: مقدار کدورت در نمونه رقیق شده

B: آب مقطر اضافه شده

C: حجم آب برداشته شده

مثال: اگر به حجم نمونه‌ای از آب w حجم آب مقطر اضافه شده باشد و در نمونه رقیق شده کدورت 20NTU باشد

$$NTU = \frac{20(5+1)}{1} = 120NTU$$

کدورت را در نمونه اصلی حساب کنید.

بیشترین میزان کدورت آب آشامیدنی 25JTU است که معادل 5NTU است. دستگاه جکسون بر اساس عبور نور کار می‌کند در حالیکه نفلومتر بر اساس پراکنش و تفریق نور کار می‌کند. دستگاه جذب سنجی در کدورت بر اساس میزان جذب نور کار می‌کند. در دستگاه جذب سنجی، رنگ نمونه بروی مقدار کدورت اثر می‌کند.

اهمیت کدورت:

- 1- اثر بر صافی که هرچه کدورت بیشتر باشد صافی‌ها زودتر می‌گیرند.
- 2- اثر بر گندزدایی آب گذاشته که هر چه کدورت بیشتر باشد ماده ضد عفونی کننده‌ی بیشتری مصرف می‌شود.
- 3- اثر کدورت بروی جنبه زیباگرایی آب است.
- 4- کاهش عمق رودخانه و افزایش هزینه‌ی لایروبی مخازن و افزایش شرایط بی‌هوای در کف رودخانه.

کلر و تعیین آن:

کلراید به فرم آنیون (Cl⁻) یکی از مهمترین آنیونهای آب و فاضلاب است و در مجاورت کاتیون سدیم، ایجاد شوری می‌کند. 250 mg/L آن در صورتیکه در مجاورت کاتیون کلسیم می‌تواند سختی تولید کند. غلظت کلراید در فاضلاب بیشتر از آب است زیرا در طی تصفیه فاضلاب به طریقه معمولی مقدار آن ثابت می‌ماند.

در مناطق ساحلی به دلیل نفوذ آب شور به آبهای زیرزمینی، آب کلراید بیشتری خواهد داشت. کلراید ناشی از احیای زئولیت و تبادل یون در سختی‌گیری وارد فاضلاب می‌شود فاضلاب انسانی سبب افزایش کلراید آب می‌شود. PH کم نشان دهنده فاضلاب صنعتی که HCl دارد می‌باشد که با ورود آن به آب، کلراید آب افزایش می‌یابد. یکی از عوامل ایجاد کننده خوردگی در آب کلراید است. حداکثر مجاز آن در آب آشامیدنی 250 mg/L است.

روش نیترات نقره یا آرژانتومتري در آبی که نسبتاً شفاف است کاربرد دارد. روش نیترات جیوه، ردیابی یا شناسایی کردن رسوب در پایان تیتراسیون آسانتر است. روش دیگر برای تعیین کلر، پتانسیومتري است که در آب کدر و رنگی کاربرد دارد. در روش پتانسیومتري اگر نمونه آب دارای یون فریک - فسفات و فلزات سنگین باشد نیازی به پیش تصفیه آن نیست.

جمع آوری: جمع‌آوری نمونه در شیشه‌ی مقاوم یا پلاستیک انجام می‌گیرد. برای نگه‌داری آن نیز به افزودن ماده شیمیایی نیازی نیست و حجم 100cc برای آزمایش کافی است.

روش آرژانومتري: (نیترات نقره) توسط شخصی بنام مور پیشنهاد شد. عوامل مزاحمت را در این روش عبارت است از سولفیدوتیو سولفات که برای حذف آن از پراکسید هیدروژن کمک گرفته شود.

ارتوفسفات اگر بیشتر از 25 میلی گرم در لیتر باشد، به دلیل رسوب فسفات نقره مزاحم خواهد بود.

آهن در مقدار بیشتر از 10 mg/Lit مزاحم خواهد بود. کدورت مزاحم خواهد بود و برای رفع آن نمونه را صاف کنید.

نکته: PH نمونه را روی عدد 7-10 تنظیم کنید. به کمک هیدرواکسید سدیم و اسید سولفوریک 1 نرمال و با محلول نیترات نقره تا رسیدن به رسوب قرمز آجری تیتر کرده و همین عمل را برای شاهد یا بلانک به کمک آب مقطر انجام دهید. میزان مصرف نیترات نقره در آب مقطر 0/2-0/3cc است.

$$\text{Cl}^- \text{ mg/L} = \frac{(A - B) \times 35450 \times N}{V}$$

روش محاسبه کلر

A: حجم نیترات نقره مصرفی در نمونه

$$\text{NaCl} \text{ mg/L} = 1,65$$

B: حجم نیترات نقره مصرفی در شاهد

Cl⁻

N: نرمالیت نیترات نقره

V: حجم نمونه

35450 = میلی اکی والان کلراید.

تیتراسیون نیترات نقره: 20cc محلول کلرورو 0/0141 نرمال را در ارلن ریخته و 1 سی سی معرف کرومات پتاسیم اضافه کنید. با نیترات نقره تیتر کرده تا به رنگ قرمز آجری رسیده، سپس مقدار آنرا در رابطه زیر قرار دهید.

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \quad N_{\text{AgNO}_3} = \frac{0.0141 \times 20^{\text{cc}}}{V_{\text{AgNO}_3}} \quad \text{نرمالیت } \text{AgNO}_3 = N_1$$

$$\text{AgNO}_3 = V_1 \quad \text{حجم}$$

$$\text{NaCl} = N_2 \quad \text{نرمالیت}$$

$$\text{NaCl} = V_2 \quad \text{حجم}$$

مثال: اگر حجم نیترات کلر مصرفی در شاهد، نمونه به ترتیب 15 و 0/3 میلی لیتر و حجم نمونه 100cc باشد مقدار کلر

چقدر است؟

$$Cl^- = \frac{(15 - 3) \times 35450 \times \frac{1}{71}}{100} = 76 \text{ mg/L}$$

$$76 \times 1.65 = 125.4 \text{ mg/L} \rightarrow \text{میزان شوری}$$

روش نیترات جیوه: کلرو می تواند به وسیله نیترات جیوه به علت تشکیل کلراید جیوه تیترا شود. معرف به کار رفته دی فنیل کاربازون و PH نیز 2/3-2/8 به رنگ ارغوانی است. در این روش یونهای کرومات فرمیک و سولفات وقتی که بیشتر از 10 mg/L باشد، مزاحم هستند.

روش فری سیانید: این روش توسط شخصی بنام ویلهاد پیش نهاد شد در این آزمایش یون سیانید از محلول تیوسیانات جیوه آزاد شده و در حضور یون فرمیک و محیط دارای بنزن، یون سیانید با محلول بنزن ترکیب رنگی تیوسیانات آهن (سه ظرفیتی) را می دهند. شدت رنگ متناسب با غلظت کلراید است. مزاحمت در این روش عامل کدورت است که باید نمونه ها را صاف کرد.

تعیین سولفات:

روش یون کروماتوگرافی برای غلظت سولفات بیشتر از 0/1 میلی گرم در لیتر مناسب است. روش وزنی گرادیمتری برای غلظت بیشتر از 10 میلی گرم در لیتر مناسب است. روش توربیدی متری یا کدورت سنجی برای غلظت 1-40 میلی گرم در لیتر مناسب است.

می دانیم که سولفات منیزیم سبب روانی مزاج می شود و از طرف دیگر سولفات در مجاورت کلسیم سازنده پوسته یا قشر در دیگ بخار است. مقدار زیاد سولفات ایجاد کننده طعم است نباید رقم آن در آب آشامیدنی بیشتر از 250 میلی گرم در لیتر شود.

نمونه برداری و نگهداری: باکتریهای مخصوصی در حضور ماده آلی می توانند سولفات را به سولفید احیا کنند. بنابراین برای رفع مزاحمت آنها 1 سی سی آلدئید فرمیک به هر لیتر نمونه اضافه کنید.

روش گراوی متری: سولفات را در محلولی که به آن اسید کلریدریک اضافه شده است 4-5 PH به شکل سولفات باریم با افزودن BaCl_2 ته نشین کنید این ته نشینی نزدیک دمای جوش (85°C) اتفاق می افتد و سپس رسوب BaSO_4 تا از بین رفتن کلروآلدئید بشویید. سپس خشک کنید و وزن نمایید.

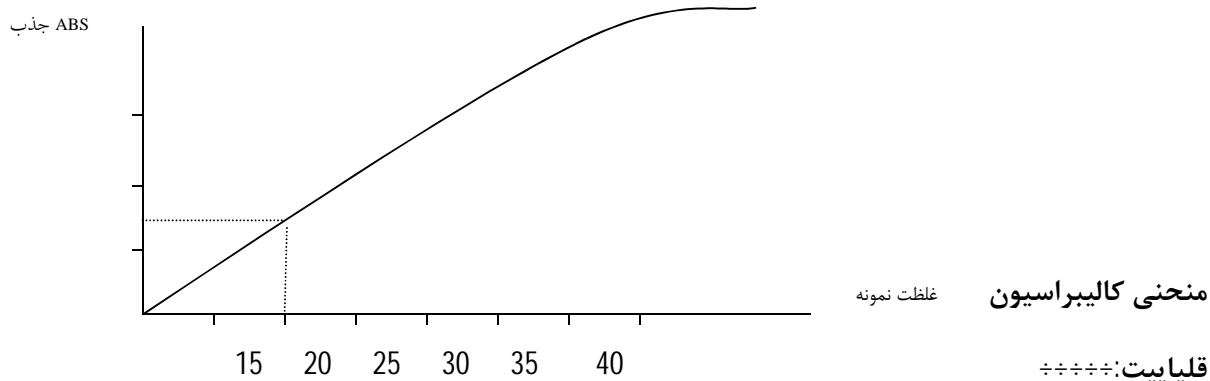
عامل مزاحمت: عبارت است از ماده معلق، سیلیس - نیترات - سولفیت - قطرات آب باقی مانده در نمونه خشک شده.

روش توربیدی متری: یون سولفات با افزودن کلرورباریم در حضور اسید کلریدریک رسوب فسفر رنگ سولفات باریم تشکیل می‌دهد. جذب نوری این محلول را با کمک اسپکتروفتومتر اندازه گرفته سپس غلظت سولفات را از روی منحنی استاندارد بخوانید.

عامل مزاحمت: عبارت است از: ماده معلق رنگی - سیلیس در مقدار بیشتر از 500 mg/L . حداقل غلظت قابل سنجش سولفات به کمک این روش 1 mg/L است. اگر سولفات بیشتر از 30 mg/L باشد دقت این نمونه کم می‌شود، پس باید عمل رقیق سازی انجام شود.

رسم منحنی استاندارد: 100 میلی لیتر استاندارد را در غلظتهای زیر تهیه کنید

میلی لیتر محلول استاندارد	غلظت نهایی mg/L سولفات
$1 \text{ mL}/100\text{cc}$	10
$2 \text{ mL}/100\text{cc}$	20
$3 \text{ mL}/100\text{cc}$	30



قلیابیت آب ظرفیت خنثی سازی اسید با توان پذیرش پروتون تعریف می‌شود. عمده ترین قلیابیت آب ناشی از هیدروکسید کربنات و بی کربنات است. ممکن است مقداری نیز بخاطر وجود سیلیکات و بورات باشد. قلیابیت به فرم قلیابی خاکی در تعیین آب مناسب در کشاورزی مهم است. در فرآیند انعقاد در تصفیه خانه آب مهم است. فاضلاب خانگی

قلیابیت کمتر یا اندکی بیشتر از آب دارد. هاضم بی‌هوای برای بهره‌برداری نیاز به قلیابیت حدود 2000 تا 4000 میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم دارد.

اهمیت قلیابیت: عبارت است از عامل مؤثر در تعیین اندیس اشباع آب. عامل ایجاد، طعم صابونی است. حداکثر مطلوب آن 250 mg/L کربنات کلسیم است. آب آشامیدنی باید بدون قلیابیت فنل فتالئین باشد.

روش تیراسیون: مصرف فنل فتالئین و متا کرزول ارغوانی تا $\text{PH}=8/3$ را اندازه می‌گیرند درحالی‌که برموا کرزول سبز یا مخلوط متیل رد برای اندازه‌گیری PH در دامنه $4/5 - 8/3$ به کار می‌رود.

مزاحمت: صابون و ماده روغنی جامدات معلق ممکن است الکتروود را بپوشاند و منجر به نتیجه غلط آزمایش شوند. نمونه نباید رقیق، غلیظ و حتی صاف شود.

اندازه نمونه: در نمونه با قلیابیت کم از $0/02 \text{ H}_2\text{SO}_4$ نرمال کمک بگیرید و حجم نمونه را نیز 200 سی‌سی انتخاب کنید.

فرمول محاسبه قلیابیت:

$$\text{قلیابیت} = \frac{A \times B \times 50000}{V}$$

A: حجم اسید سولفوریک مصرفی بر حسب mL

B: نرمالیت اسید سولفوریک

V: حجم نمونه

50000 = میلی‌اکی‌والان کربنات کلسیم

مثال: اگر در 50cc نمونه آب 46 سی‌سی اسید سولفوریک از نرمال مصرف شود میزان قلیابیت چقدر خواهد بود؟

$$\frac{46 \times 0.1 \times 50000}{50} = 4600 \text{ mg/L CaCO}_3$$

نتیجه تیتراژ	قلیابیت OH	قلیابیت CO_3^{2-}	قلیابیت بی‌کربنات
$P=0$	0	0	T
$P < \frac{T}{2}$	0	2P	T-2P
$P = \frac{T}{2}$	0	2P	0
$P > \frac{T}{2}$	2P-T	2(T-P)	0
$P=T$	T	0	0

محاسبه روابط قلیائیت

- قلیائیت کربناتی حضور دارد وقتی که قلیائیت فنل فتالئین صفر باشد اما کمتر از قلیائیت کل است
 - قلیائیت هیدرواکسید وجود دارد وقتی که قلیائیت فنل فتالئین بیشتر از نصف قلیائیت کل است
 - قلیائیت بی کربنات حضور دارد وقتی قلیائیت فنل فتالئین کمتر از نصف قلیائیت کل باشد.
- در جدول بالا P نشان دهنده قلیائیت فنل فتالئین و T نشان دهنده قلیائیت کل است.

مثال: تیتراسیون آب با محلول 0/02 نرمال اسید سولفوریک تا نقطه‌ی تغییر رنگ فنل فتالئین 1/5 میلی لیتر و تا نقطه‌ی تغییر رنگ متیل اورانژ 2/5 میلی لیتر اسید مصرف شده است. اگر مقدار نمونه آب 100 میلی لیتر باشد انواع قلیائیت را تعیین کنید.

$$\text{قلیائیت فنل فتالئین} = \frac{1.5 \times 0.02 \times 50000}{100} = 15$$

$$\text{قلیائیت متیل اورانژ} = \frac{2.5 \times 0.02 \times 50000}{100} = 25$$

$$\text{قلیائیت بی کربنات} = 0$$

$$\text{قلیائیت کربناتی} = 2(25 - 15) = 20$$

$$\text{قلیائیت هیدروکسید} = 5$$

مثال: قلیائیت متیل اورانژ در نمونه آبی 100 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم و قلیائیت فنل فتالئین آن 55 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم است انواع قلیائیت را تعیین کنید.

$$2(100 - 55) = 90 \text{ mg/L CaCO}_3$$

$$\text{قلیائیت هیدروکسید} = 10 \text{ mg/L CaCO}_3$$

قلیائیت از عوامل تعیین کننده شکنندگی ناشی از قلیا می باشد که به نام کواستیک آبرلیت (شکنندگی درون کریستال فلز) می باشد. قلیائیت اگر آنقدر بالا باشد که از خوردگی به حالت اسیدی جلوگیری کند و آنقدر کم نباشد که از انتقال مواد به همراه بخار و شکنندگی قلیایی بتواند جلوگیری کند می توانیم از روی مقدار قلیائیت مقدار CO₂ آب را تعیین کنیم.

اشباع کربنات کلسیم: برای تخمین تشکیل رسوب یا گرایش به انحلال به کار می‌رود که می‌تواند به برنامه‌های کنترل خوردگی جلوگیری از تشکیل رسوب کربنات کلسیم در لوله تجهیزات مثل مبدل‌های حرارتی آب گرم‌کن کمک کند.

آب فوق اشباع: گرایش به ته نشینی کربنات کلسیم دارد.

آب اشباع: گرایش به ته‌نشینی و انحلال کربنات کلسیم ندارد.

آب اشباع نشده: گرایش به انحلال کربنات کلسیم دارد.

در تعیین این اندیس به 4 عامل نیاز داریم:

قلیابیت کل - کلسیم - حرارت و PH

محدودیت: رسوب کربنات کلسیم به وسیله‌ی حضور ماده‌ی فسفات می‌تواند از وقوع آن جلوگیری شود. رسوب کربنات کلسیم در خط انتقال آبی که اشباع نشده است، یافت نمی‌شود. آب دارای اندیس مثبت حتماً محافظت شده است در حالیکه آب دارای اندیس منفی حتماً خورنده بوده و یا محافظت نشده است.

اندیس گرایش آب به انحلال یا رسوب کربنات کلسیم: این اندیس ها کلاً نشان می‌دهند آب فوق اشباع است و یا اشباع نشده است از این اندیس‌ها می‌توانیم به اندیس SI (لانگ‌نر یا اشباع) اندیس لانگ‌نر (RI) اندیس اشباع نسبی (RS) اشاره کنیم که معروفترین آنها اندیس اشباع است

$$SI = PH - PHs$$

برای اندیس SI سه حالت می‌شناسیم:

$SI > 0$ که نشان می‌دهد آب فوق اشباع بوده و تمایل به رسوب‌گذاری $CaCO_3$ دارد.

$SI = 0$ که نشان می‌دهد آب اشباع بوده و نه گرایش به رسوب و نه انحلال رسوب کربنات کلسیم دارد.

$SI < 0$ نشان می‌دهد که آب اشباع نشده است و گرایش به انحلال کربنات کلسیم دارد.

دیگرام کادوروال: طریقه دیگر محاسبه PH اشباع از روی این دیگرام می‌باشد. هم‌چنین می‌توانیم اندیس اشباع را از رابطه‌ی آن با اندیس اشباع نسبی به دست آوریم فرمول زیر رابطه‌ی اندیس اشباع و اشباع نسبی را نشان می‌دهد.

$$SI = 10 \log RS$$

اندیس خوردگی یا (AI): کلاً آبی را خورنده گویند که دارای PH پایین، سختی موقت کم، سختی دائم زیاد باشد و یا اینکه دارای CO_2 و کلرور زیاد باشد. این اندیس یک راهنما در انتخاب لوله در آبرسانی است و کلاً فرم ساده شده

اندیس اشباع است. در تعیین آن دانستن پارامترهای PH و قلیابیت و سختی کلسیم مهم است فرمول آن به شرح زیر است.

$$AI = PH + \log [Alk \times H_c]$$

Alk = قلیابیت کل بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم

H_c = سختی بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم

مثال: اگر قلیابیت کل و سختی کلسیم 100 و 80 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم و $PH = 7/6$ باشد اندیس خوردگی را محاسبه کنید:

$$AI = 7,6 + \log [100 \times 80] = 7,6 + 2 + 1,9 = 11,5$$

عدد 11/5 نشان دهندهی آن است که آب دارای خوردگی متوسط است.

نکته:

$AI < 10$ خوردنه است

$12 < AI < 10$ خوردگی متوسط

$AI > 12$ خوردنه نیست

نکته: اندیس ccpp قابلیت رسوب کربنات کلسیم می باشد که 3 حالت دارد:

1- منفی = غیر اشباع 2- مثبت = فوق اشباع 3- صفر = اشباع

کار دیگر این اندیس نشان دهندهی ظرفیت رسوب کربنات کلسیم است.

نکته: روش محاسبه اندیس ccpp از تست مرمر است.

سختی:

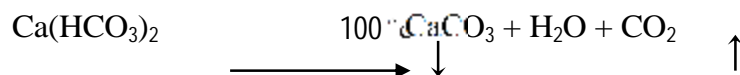
آبی را سخت می گوئیم که مصرف کنندهی صابون است و معیاری از ظرفیت آب در رسوب دادن صابون می باشد و بر حسب کاتیونها انواع سختی شامل کلسیم و منیزیم و فلزات قلیایی خاکی می باشد. سایر کاتیونهای چند ظرفیتی بخش جزئی در سختی آب دارند. سختی کل عمدتاً شامل سختی موقت و دائم بر اساس آنیون می باشد. اگر رقم سختی بزرگتر از قلیابیت باشد سختی شامل کربناتی یا موقت می باشد و اگر سختی کوچکتر از قلیابیت باشد تمام سختی از نوع کربناتی یا موقت است.

انواع سختی بر اساس آنیون:

1- کربناتی یا موقت: مربوط به کاتیونهای قلیایی خاکی کلسیم و منیزیم در مجاورت کربنات و بی کربنات و برای

حذف این سختی از جوشاندن و آهک زنی می توانیم استفاده کنیم.

جوشاندن در



طبق این رابطه سختی موقت ایجاد کننده قشر و لایه در دیگ بخار و انفجار آن است.

2- سختی دایم یا غیر کربناتی: مربوط به 2 فلز قلیایی خاکی کلسیم و منیزیم در مجاورت سولفات کلراید و نیترات

می باشد. مشکل حاصل از سختی دایم به آنیون آن مربوط است. برای مثال MgCl_2 خوردگی ایجاد می کند.

Mg (منیزیم) همواره با سولفات باعث روانی مزاج شده و کلاً آبی که دارای MgSO_4 و MgCl_2 است مزه تلخی دارد.

برای حذف سختی دایم از جوشاندن استفاده نمی کنیم بلکه از رزین کاتیونی به فرم هیدروژنی یا سدیمی و یا افسودن

ترکیب سوداش (Na_2CO_3) استفاده می شود. آب سخت هیچ مشکل بهداشتی ایجاد نمی کند و ضرر آن متوجه اقتصاد

است. آب سخت موجب کف نکردن صابون می شود.

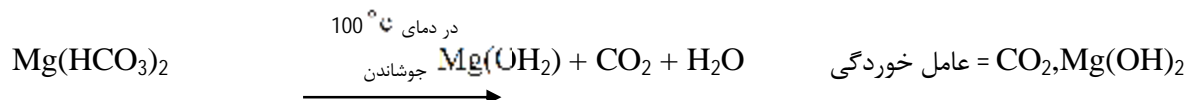
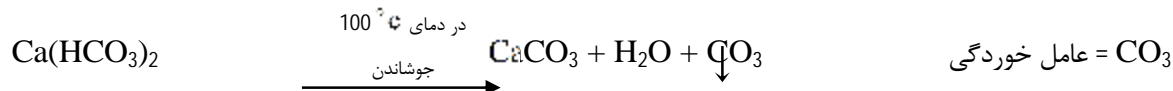
مضرات سختی کربناتی: نمک اسید چرب را صابون می گوئیم (RcooNa) که بصورت پالیمیتات (17 کربنه) و

استنارات (15 کربنه) کلسیم در آب رسوب می کند آبی که سختی 7/1 میلی اکی والان دارد باعث افزایش مصرف صابون

به اندازه 2/4 گرم در هر لیتر خواهد شد.

کاتیونهای کلسیم و منیزیم طول عمر پارچه را کاهش می دهند. گوشت و حبوبات اگر با آب سخت پخته شود پروتئین

آنها به شکل نامحلول در می آید. آب سخت مطابق فرمول زیر سبب خوردگی خواهد شد



هرگونه رسوبی که در وسایل جوشاندن آب و سماور - کتری و ... می‌بینیم ناشی از سختی موقت بوده و به فرم کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم خواهد بود.

معایب سختی در بهداشت بدن: جنبه مثبت سختی آن است که درصد بیماری قلبی عروقی را کاهش می‌دهد زیرا آب سخت مانع ورود عناصر جزئی به آب می‌شود ولی در افرادی که استعداد سنگ کلیه‌سازی دارد آب سخت مشکل ساز است. در بدن انسان این کاتیون کلسیم و آنیون فسفات تعادل برقرار است یعنی با افزایش یکی، دیگری کمتر خواهد بود.

انواع واحدهای سختی: عامل مشترک بین سختی و قلیابیت CaCO_3 می‌باشد.

$$\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 \text{ یا } \frac{\text{gr}}{\text{m}^3} \text{CaCO}_3 \text{ یا } \frac{\text{gr}}{1000\text{L}} \text{CaCO}_3 \text{ واحد آمریکایی}$$

$$10 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3 \text{ یا } \frac{\text{gr}}{100\text{Lit}} \text{CaCO}_3 \text{ واحد فرانسوی}$$

$$10 \frac{\text{mg}}{0.7\text{Lit}} \text{CaCO}_3 \text{ یا } \frac{\text{gr}}{7\text{Lit}} \text{CaCO}_3 \text{ واحد انگلیسی}$$

این واحدها قابل تبدیل به یکدیگرند.

$$\text{واحد انگلیسی } 3/511 = \text{واحد فرانسوی } 5/0 = \text{واحد آمریکایی } 50 = \text{اکی‌والان سختی}$$

مقدار $\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{CaCO}_3$	نوع آب
< 50	سبک
50 - 100	نسبتاً سبک
100 - 150	کمی سخت
> 150	سخت

درجه	مقدار $\frac{\text{meq}}{\text{Lit}}$	نوع آب
0-4	0-1/5	خیلی سبک
4-8	1/5-3	سبک
8-12	3-4/5	سختی متوسط
12-18	4/5-6	نسبتاً سخت
18-30	6-10	سخت
> 30	> 10	خیلی سخت

استاندارد سختی حداکثر 500 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم است و معمولاً برای آشامیدن مقدار سختی در محدوده 150 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم قرار می گیرد.

رابطه سختی و خوردگی:

- 1- اگر سختی موقت کمتر از 6 درجه باشد و اکسیژن محلول نیز 4 میلی گرم در لیتر باشد، آب خورنده است و خوردگی آن با افزایش اکسیژن محلول بیشتر می شود.
 - 2- اگر سختی موقت برابر یا بیشتر از 6 باشد و اکسیژن محلول نزدیک صفر و PH اسیدی باشد و آب خورنده است و این بار با کاهش PH خوردگی بیشتر می شود.
 - 3- اگر سختی موقت مساوی و یا بیشتر از 6 درجه اکسیژن محلول صفر PH آب اسیدی و CO_2 نیز داشته باشیم این آب خورنده بوده و شدت خوردگی با افزایش اکسیژن محلول بیشتر خواهد شد.
- مثال: اگر غلظت کلسیم 18 میلی گرم در لیتر باشد مقدار آنرا بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم محاسبه کنید.

40 Ca 100 کربنات

$$\frac{mg}{Lit} CaCO_3 45x = 18$$

مثال: اگر مقدار کلسیم و منیزیم در نمونه آبی 2 و 3 میلی اکی والان باشد، سختی کل بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم چقدر است؟

$$\frac{meq}{Lit} CaCO_3 5 = 3 + 2 = mg + Ca \rightarrow \text{سختی کل}$$

$$\frac{mg}{Lit} CaCO_3 250 = 50 \times 5 = \text{سختی کل}$$

روش تیتراسیون با EDTA: (اتیل دی آمین تتراستیک)

نمک سدیم EDTA همراه با مصرف EBT (اریوکروم بلاک تی) در مجاورت کاتیونها کلسیم و منیزیم در $PH=10$ رنگ قرمز شرابی تولید می کند و خاتمه واکنش با رنگ آبی مشخص می شود. اگر PH بیشتر از 10 باشد کاتیون mg به شکل هیدروکسید منیزیم رسوب می کند. یک بازه‌ی زمانی 5 دقیقه‌ای برای تیتراسیون انجام شود یا در نظر گرفته شود.

مزاخمت‌ها: وقتی که فلزات سنگین در نمونه زیاد باشد کلسیم و منیزیم را به روش دیگری غیر از تیتراسیون با EDAT سنجش کنید اگر ماده آلی و کلئوئید در نمونه آب وجود دارد مزاحم است و برای رفع آنها به این شکل عمل می‌کنیم:

نمونه را روی حمام بخار آب حرارت می‌دهیم تا خشک شود سپس در کوره الکتریکی (500 ± 50 درجه سانتی‌گراد) حرارت می‌کنیم. تا ماده آلی اکسید شود. پس از خنک شدن 10 سی‌سی اسید کلریدریک اضافه می‌کنیم و سپس به وسیله سود نرمالیده آنرا روی 7 تنظیم کنیم. حال 50 سی‌سی آب مقطر اضافه می‌کنیم این نمونه رفع مزاحمت از آن شده و آماده تیتراژ کردن می‌باشد.

احتیاط: تیتراسیون را در دمای آزمایشگاه انجام دهید. اگر نمونه سرد باشد تغییر رنگ به کندی انجام می‌شود و نیز تجزیه معرف در آب گرم مشکل‌ساز است.

محاسبه

$$A = \text{میلی لیتر EDTA مصرفی} = \frac{A \times B \times 50000}{V}$$

= سختی کل بر حسب mg/L CaCO_3

$$B = \text{نرمالیده EDTA} = 0/02$$

$$50000 = \text{میلی اکی والان کربنات کلسیم}$$

$$V = \text{حجم نمونه}$$

تعیین کلسیم:

حضور کلسیم در نمونه آب ناشی از گذشتن آب از روی سنگهای دارای ژئپس، آهک و دو لومیت است. مقدار کلسیم می‌تواند بین صفر تا چند صد میلی‌گرم در لیتر بسته به نوع منبع آب و حرارت آب باشد غلظت کم کربنات کلسیم با خوردگی لوله‌های فلزی همراه است. از طرف دیگر وجود کلسیم می‌تواند ایجاد کننده قشر در دیگ بخار باشد (هرگونه وسیله جوشاندن آب مثل کتری و ...). برای کاهش کلسیم از اسمز معکوس (سیستم RO) تبادل یونی و الکترودیالیز کمک می‌گیریم البته کاربرد تبادل یون به فرم کاتیونی کلاً رقم سختی را به صفر می‌رساند در حالیکه کاربرد مواد شیمیایی برای حذف سختی رقم را به حدود 30-40 میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم خواهد رساند.

مسئله‌ای که کلسیم به وجود می‌آورد بستگی به آنیون همراه آن دارد برای اندازه‌گیری کلسیم روشهای:

3-جذب یون پلاسما

2-جذب اتمی AAS

1-تیتراسیون با EDTA

را به کار برد که روش جذب یون پلاسما از همه دقیق تر است

اندازه گیری سختی کلسیم به روش تیتراسیون EDTA: با اضافه کردن سود، PH را به 12-13 می رسانیم. در این شرایط تنها یون کلسیم خواهیم داشت به عبارت دیگر منیزیم به شکل هیدروکسید رسوب می کند با اضافه کردن معرف مرواکساید با پر بورات، اگر آمونیوم کلسیم وجود داشته باشد رنگ صورتی ایجاد می شود. با این EDTA که 0/2 نرمال است تیترا را ادامه می دهیم تا رنگ ارغوانی یا بنفش را ببینیم

عوامل مزاحمت‌زا: حضور اورتو فسفات به دلیل تولید فسفات کلسیم مزاحمت‌ساز است. کاتیون استرانسیوم و باریم

خطای مثبت ایجاد می کند. اگر قلیابیت بیشتر از 300 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم باشد خطا ایجاد می کند.

پیش تصفیه نمونه آب: اگر مقدار قلیابیت بیشتر از 300 میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم است، قلیابیت را به روش زیر

خنثی کنید. اسید اضافه کرده سپس نمونه را 2 دقیقه بجوشانید

محاسبه

$$\text{سختی کلسیم بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم} = \frac{A \times B \times 50000}{V}$$

محاسبه کلسیم مانند سختی کل با همان نمونه‌ها است.

$$\text{سختی منیزیم بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم} = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot 50000}{V}$$

$$V_1 = \text{میلی لیتر EDTA مصرفی در سختی کل}$$

$$V_2 = \text{میلی لیتر EDTA مصرفی در سختی کلسیم}$$

$$N = 0/02 \text{ نرمال EDTA}$$

* واحدهای کلسیم - منیزیم - و سختی کل، قلیابیت و اسیدیته میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم است.

Ca	Mg	Sr	Al	Zn	Mn
2/5	4/16	1/14	5/56	1/511	1/82

جدول تبدیل واحد میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم

تعیین سدیم و پتاسیم:

سدیم در بیش تر آبهای طبیعی وجود دارد و مقدار آن کمتر از 10 میلی گرم تا بیشتر از 500 میلی گرم در لیتر است.

غلظت بالای آن در آب شوری و آبی که به روش تبادل کاتیونی سدیمی سبک شده است وجود دارد. نسبت سدیم به

مجموع کاتیونهای کلسیم و منیزیم در کشاورزی اهمیت دارد. در پاتولوژی انسانی میزان آن مهم است برای مثال سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) مقدار سدیم را در آب آشامیدنی 20 میلی گرم در لیتر برای جلوگیری از ناراحتی قلبی عروقی فشار خون و کلیه معرفی می کند.

قابلیت نفوذی خاک به وسیله ی سدیم صدمه می بیند غلظت 2 تا 3 میلی گرم در لیتر آن در دیگ آب بخار یا بویلرها با فشار بالا کار می کند پیشنهاد می شود برای کاهش سدیم و حذف آن از تقطیر و تبادل یونی به فرم هیدروژنی کمک می گیریم. سدیم از نظر فراوانی ششمین عنصر را تشکیل می دهد. در اندازه گیری آن از فلم فتومتر ، اسپکتروم (جذب اتمی) و هم چنین جذب یون پلاسما استفاده می کنیم. این که چه روشی استفاده کنیم تنها بستگی به حساسیت ندارد بلکه مقدار نمونه ، تعداد آن ، آسانی دسترسی به دستگاه و کیفیت دستگاه نیز در انتخاب روش مهم است.

نگهداری نمونه: از ظرف پلی اتیلنی استفاده می کنیم تا از آلودگی نمونه که ناشی از نشت سدیم از شیشه به داخل آب است جلوگیری کنیم.

فتومتری با شعله یا فلم فتومتری: فلم به معنی شعله و فتو به معنای نور و متر به معنای سنجش است سنجش نور به وسیله ی سوزاندن عنصر است. در اندازه گیری سدیم طول موج 589 نانومتر است. نمونه را به داخل شعله گاز اسپری می کنند (برای پودر شدن نمونه یا اسپری شدن آن از وسیله ای بنام Atmazer استفاده می شود). پس از تشکیل طیف به کمک فیلتر و وسایل پخش نور مانند شبکه گریٹینگ و منشور، طیف را ایزوله می کنند. شدت نور حاصل توسط تیوپ پتانسیومتری سنجش می شود. شدت نور متناسب با غلظت ماده است. اگر منحنی مربوط به آن را رسم کنیم در غلظت پایین خطی خواهد بود. عمل فیلتر تنها عبور دادن نور مربوط به عنصر سدیم یا پتاسیم است. سدیم رنگ شعله را زرد می کند. (فلم فتومتر مقدار نشت نور را مشخص می کند)

مزامت: کلور، سولفات و بی کربنات در غلظتهای بالا مزاحمت ایجاد می کنند. می توانیم از دترجنت غیر یونی برای انجام گرفتن دست افشانه (اسپری شدن) استفاده کنیم. حداقل غلظت قابل شناسایی 10 میکروگرم در لیتر است. کدورت، گرد و غبار ، ماده معلق ، نور مستقیم آفتاب و دود سیگار و مواد شیمیایی برای دستگاه مزاحمند. دستگاه را دور از این عوارض نگهداری کنید.

نگهداری و بهره برداری از دستگاه فلم فتومتر: انتخاب فوتوسل مناسب، طول موج مناسب، تنظیم پهنای شکاف دستگاه، سوخت و فشار اکسیژن یا هوای مناسب، شستشوی بویلرها و مشتعل کردن نمونه و بالاخره سنجش شدت نور

نشت شده برای تهیه بلانک یا شاهد از آب مقطر استفاده کنید. محلولهای استاندارد را در رنج 0-1، 1-10، 10-100 میلی گرم در لیتر تهیه کنید. از بالاترین غلظت شروع کرده و به کمترین آن برسید. سپس منحنی‌های سه‌گانه کالیبراسیون را رسم کنید.

نکته: ظرف شیشه‌ای را به‌وسیله‌ی محلول اسید نیتریک (15+1) شسته و سپس چند بار با آب مقطر بشوید. در آزمایش فوق تمام محلولها را در ظرف پلی‌استیلین نگه دارید و پیش از مصرف آن را تکان دهید.

$$1 = \text{اسید} \quad 15 = \text{آب} \quad 1 + 15 =$$

مشکلات ناشی از سدیم: در آب آبیاری برای تعیین کیفیت از نسبت جذب سدیم (S.A.R) استفاده می‌کنیم. می‌دانیم سدیم آب باعث چسبندگی خاک شده قابلیت نفوذ آب را کم می‌کند فرمول به شرح زیر است:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

در این فرمول کلیه کاتیونها بر حسب میلی‌اکی‌والان است آبی که درصد سدیم آن کمتر از 60 است در کشاورزی استفاده می‌شود.

رابطه سختی و سدیم: هرچه آب سخت‌تر باشد قابلیت جذب سدیم کمتر است و اثر این آب روی گیاه کمتر است. یعنی آب سخت زمین را نرم می‌کند.

اثر	مقدار ASR
قابل کاربرد در کشاورزی	< 20
کاربرد آن در کشاورزی عالی	< 10
کاربرد آن در کشاورزی متوسط	18-20
کاربرد آن در کشاورزی بد	> 26
کاربرد آن در کشاورزی خوب	< 10-18

پتاسیم:

غلظت پتاسیم در آبهای آشامیدنی به 20 میلی‌گرم در لیتر می‌رسد. از نظر فراوانی هفتمین عنصر را در طبیعت تشکیل می‌دهد. روش تعیین آن عبارت است از:

اسپکتروفتومتر (جذب سطحی)، فلم فتومتر، جذب یون پلاسما و الکتروود انتخابی

نگهداری نمونه: در ظرف پلی اتیلن که با اسید شسته شده انجام می‌گیرد. PH را به کمک اسید نیتریک به کمتر از 2 می‌رسانیم.

روش فلم فتومتری: طول موج بر حسب نانومتر در آزمایش پتاسیم 765/5 است رنگ شعله ناشی از آن بنفش است. حداقل غلظت قابل شناسایی 0/1 میلی گرم در لیتر است.
نکته: عوامل مزاحمت در پتاسیم مانند سدیم است.

راه اندازی دستگاه فلم فتومتر:

- 1- راه اندازی هوای فشرده تنظیم فشار هوا روی یک اتمسفر
- 2- برقراری جریان گاز و تنظیم شعله آبی بدون دود
- 3- قرار دادن نمونه ی آب مقطر و تنظیم گالوانومتر روی عدد صفر به وسیله ی پیچ Set Zero
- 4- قرار دادن نمونه ی استاندارد پتاسیم یا سدیم و تنظیم گالوانومتر روی عدد 100
- 5- قرار دادن مجدد آب مقطر برای شستشوی افشانک دستگاه و تنظیم صفر دستگاه
- 6- کنترل مجدد یا محلول استاندارد
- 7- قرار دادن محلول استاندارد سدیم و پتاسیم با غلظت های مختلف در دستگاه و یادداشت ارقام آن که این ارقام مربوط به گالوانومتر است
- 8- رسم منحنی استاندارد طوری که X غلظت باشد و محور Y عدد گالوانومتر
- 9- قرار دادن نمونه مجهول و خواندن رقم گالوانومتر
- 10- تعیین سدیم نمونه مجهول با کمک منحنی استاندارد و قرار دادن آب مقطر و شستشوی افشانک
- 11- قطع کردن گاز و سپس قطع کردن هوای فشرده

روش دیگر سنجش سدیم و پتاسیم وزنی است که برای اندازه گیری سدیم از محلول زینگ اورانیک استات 6 آبه استفاده می‌شود در حالیکه اگر بخواهیم پتاسیم را اندازه گیری کنیم به روش کوبالتی نیتريت سدیم استفاده می‌کنیم البته روش فلم فتومتر حساس تر، دقیق تر و سریع تر است.

در دستگاه فلم فتومتر از روی دستگاه و رنگ تشکیل شده به عنصر پی برده و از روی شدت نور به مقدار آن پی می‌بریم.

اثرات تغییرات پتاسیم و سدیم در پلاسمای خون:

استفراغ شدید در کودکان ذخیره‌ی قلیایی خون را به دلیل دفع کلرور افزایش می‌دهد. در حالیکه حالت اسهال شدید در کودکان موجب افزایش اسیدی بودن (اسیدوز) می‌شود که دلیل آن دفع سدیم و پتاسیم است. از نظر فیزیولوژی بدن، سدیم و پتاسیم به ترتیب در مایع خارج و داخل سلولی قرار می‌گیرند. هورمونی بنام آلدسترون تنظیم کننده سدیم و پتاسیم بدن است که از بخش قشری فوق کلیه ترشح می‌شود.

اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (Chemical Oxygen Remand(COD

تعیین COD: این آزمایش معیاری از ماده آلی موجود در نمونه بر حسب اکسیژن معادل می‌باشد که قابل اکسید شدن به وسیله‌ی اکسید کننده‌ی قوی است (دی کرومات) طریق دیگر اندازه‌گیری ماده آلی BOD و TOC است برای آزمایش از روش رفلکسی دی کرومات پتاسیم استفاده می‌کنیم.

نمونه با مقدار معینی از دی کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک را با محلول فروآمونیم سولفات تیتتر کرده، به عبارت دیگر مقدار ماده آلی متناسب با دی کرومات پتاسیم است. بین BOD و COD رابطه وجود دارد و BOD، 50-70 درصد COD را تشکیل می‌دهد از این آزمایش برای کنترل عملیات تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب استفاده می‌شود. کاربرد دی کرومات به عنوان اکسید کننده مزایای زیر را دارند:

- 1- قابلیت کاربرد وسیع
- 2- آسانی کاربرد
- 3- اکسیدکنندگی بیشتر

اکسیداسیون بیش تر ترکیبات آلی حدود 95-100 درصد آن است. می‌دانیم ترکیبات حلقوی و صابون و پیریدی به این روش قابل سنجش نیستند.

مداخله کننده‌ها: ترکیبات آلی خطی غیر فرار اکسید نمی‌شوند مگر اینکه از سولفات نقره به عنوان کاتالیزور استفاده

شود. برای رفع تداخل کلرات از ترکیب سولفات جیوه استفاده می‌شود (به نسبت $\frac{Hg}{Cl} = \frac{10}{1}$) یک گرم سولفات جیوه

برای 50 سی سی نمونه آب کافی است. اگر مقدار کلراید بیشتر از 2 گرم در لیتر باشد اصلاً COD را به کار ببرید. به ازاء

هر میلی گرم ازت نیتريت 1/14 میلی گرم COD اضافه می‌شود. برای رفع تداخل نیتريت از اسید سولفانیتیک استفاده

کنید (به ازاء هر 1 میلی گرم نیتريت 10 میلی گرم سولفانیلک افزوده شود) اگر مقدار نیتريت 1 تا 2 میلی گرم در لیتر

است از تداخل آن صرف نظر کنیم.

نمونه برداری: نمونه برداری در ظرف شیشه‌ای انجام می‌گیرد اگر بخواهیم نمونه را به مدت 1 روز نگهداری کنیم با اضافه کردن اسید سولفوریک غلیظ، PH به کمتر از 2 می‌رسانیم (روش محافظت) پیش از آزمایش نمونه را هم بزنیید اگر در حین جوشیدن سبز رنگ شوند باید آنها را رقیق می‌کردیم.

اصول بحث: نوع ماده آلی (خطی است) به وسیله‌ی مخلوط اسید سولفوریک و کورمیک جوشان اکسیژن شوند پس از عملیات هضم دی کرومات باقی مانده در مجاورت مصرف فروئین با محلول فروآمونیم سولفات تیترو می‌شود.

برای استاندارد کردن نرمالیتته محلول فروآمونیم سولفات به روش زیر عمل کرد: F.A.S

10 میلی لیتر کرومات پتاسیم را به حجم 100cc برسانید سپس 30 سی سی اسید سولفوریک غلیظ اضافه کنید و خنک کنید 2-3 قطره معرف فروئین اضافه نمایید و در مقابل محلول فرو آمونیم سولفات تیترو کرده 2 تغییر رنگ داریم سبز آبی - قرمز مایل به قهوه‌ای که پایان تیتراسیون است.

$$N_{FAS} = \frac{0.25 \times 10CC}{V_{FAS}}$$

$$FAS = V_{FAS} \text{ حجم مصرفی}$$

$$COD = \frac{(A - B) \cdot N_{FAS} \cdot 8000}{V}$$

A = میلی لیتر فروآمونیم سولفات مصرف شده در شاهد

B = میلی لیتر فروآمونیم سولفات مصرف شده در نمونه

V = حجم نمونه

مثال: اگر 10 سی سی دی کرومات پتاسیم 0/25 در برابر 10/8 میلی لیتر محلول فروآمونیم سولفات تیترو شود، نرمالیتته محلول فروآمونیم سولفات را بدست آورید.

$$N = \frac{0/25 \times 100}{10.8} = 2.3$$

مثال: برای مثال اگر نرمالیتته فروآمونیم سولفات 0/23 و حجم مصرفی فروآمونیم سولفات در شاهد و نمونه به ترتیب

10/4 و 5/5 باشد، مقدار COD بر حسب میلی گرم در لیتر چقدر است؟

$$COD = \frac{(10.9 - 5.5) \times 0.23 \times 8000}{20} = 497 \text{ mg/L}$$

تعیین اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (Biochemical Oxygen Demand(BOD))

تعیین آن مقدار اکسیژن لازم فاضلاب خانگی پس از خروجی از تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب و آب آلوده را نشان می‌دهد. وسیعترین کاربرد را در سنجش بارآلی و حاصلضرب ($Q \cdot BOD_5$) به تصفیه‌خانه و ارزیابی راندمان حذف BOD در سیستمهای تصفیه‌خانه دارد. آزمایش اکسیژن مصرفی در طی 5 روز انکیباسیون در 20 درجه سانتی‌گراد است و مقداری اکسیژن لازم برای ترکیب کربن نیاز دارد و هم چنین ترکیبات معدنی سولفید و فرو را تعیین می‌کند.

عوامل مزاحمت‌زا: ترکیب نیتروژن دار مزاحم است. مزاحمت ترکیب نیتروژن دار از ماده شیمیایی پیریدین استفاده می‌کنیم رقیق کردن پیش از آزمایش توصیه می‌شود چون رشد باکتریها به مواد مغذی مثل نیتروژن و فسفر و میزان مواد کمیاب بستگی دارد. بنابراین این مواد را به آب رقیق‌سازی اضافه می‌کنیم آب رقیق‌سازی باید فاقد فلزات سنگین باشد.

اصول بحث: شامل پر کردن شیشه، بستن آن، و آنرا در انکی باتور 20 درجه سانتی‌گراد در 5 روز قرار می‌دهیم. BOD از روی اختلاف اکسیژن در پیش و پس از انکیباسیون محاسبه می‌شود.

نمونه‌برداری و نگهداری: بهتر است نمونه را نزدیک به صفر درجه سانتی‌گراد نگه داریم. پیش از آزمایش بگذارید دمای نمونه به دمای آزمایشگاه برسد. اگر آنالیز را 2 ساعت پس از نمونه‌برداری انجام دهید سرد کردن نمونه ضرورت ندارد و در هنگام نمونه برداری دما و ساعت را یادداشت کنید.

مزاحمت: قلیائیت، اسید معدنی، کلر آزاد، فلزات سنگین، مزاحم هستند. ظرف BOD باید تمیز باشد. می‌دانیم فاضلاب خام و پساب اولیه فاقد باکتری نیتری فایر است ولی پساب ثانویه دارای باکتری نیتری فایر بوده و باید رفع مزاحمت باکتری نیتری فایر شود.

نکته: اگر فاضلاب صنعتی است برای آنکه دارای محیط باکتریایی شود بارور کننده اضافه می‌کنیم.

منبع بارو کننده: برخی از نمونه‌ها فاقد جمعیت میکروبی لازم هستند مانند پساب صنعتی، فاضلاب گندزائی شده، فاضلاب با دمای بالا و PH بالا. برای بارور کردن از فاضلاب خانگی خام و پس از ته نشینی اولیه استفاده می‌کنیم.

کنترل آزمایش توسط محلول گلوکز گلو تامیک:

آزمایش BOD دارای مبنای بیولوژیک است. نتایج آن به ماده سمی رقیق‌سازی بارور کننده بستگی دارد. پس مقدار آب رقیق‌سازی بارور کننده و اصول آزمایش را به کمک محلول گلوکز چک می‌کنیم. 15 میلی‌گرم در لیتر از محلول گلوکز و

15 میلی لیتر از محلول گلوتامیک را می‌سازیم. حال در ظرف دیگری 5 سی سی از هر کدام از این محلول‌ها را ریخته و به آب رقیق سازی 290 سی سی پر می‌کنیم و به مدت 5 روز در 20 درجه سانتی‌گراد می‌گذاریم که در انکیباتور باقی بماند.

پیش تصفیه نمونه‌های فاضلاب:

اگر PH بین 6/5-7/5 نباشد با افزودن اسید سولفوریک و سود PH را روی 7/5 تا 6/5 تنظیم می‌کنیم. اگر نمونه کلرزی شده باشد پس از کلرزدایی نمونه حتماً بارورکننده اضافه کنید. برای تشخیص کلرور نمونه به روشهای زیر عمل می‌کنیم:

- 1- 10 سی سی نمونه آب + مقدار کمی یدورپتاسیم و 1 سی سی اسید سولفوریک، 5 قطره چسب نشاسته.
- 2- اگر محلول آبی شد کلر داشته حال این نمونه را با سولفیت سدیم 0/025 نرمال تا رسیدن به بی‌رنگ تیترو می‌کنیم.
- 3- اگر نمونه دارای ماده سمی باشد پس از حذف ماده سمی بارورکننده اضافه کنید.
- 4- تنظیم دمای نمونه که در نمونه سرد می‌گذاریم دما پیش از آزمایش کردن به 20 درجه سانتی‌گراد برسد.
- 5- نمونه فوق اشباع از اکسیژن محلول باشد در آبهای بسیار سرد و یا آبی که در آن عمل فتوسنتز اتفاق می‌افتد با نمونه‌ای روبرو هستیم که اکسیژن محلول آن از 9 میلی گرم در لیتر بیشتر است. در این نمونه‌ها با ریختن نمونه در ظرف نیمه پر و تکان دادن شدید و یا رساندن حرارت نمونه آب سرد به 20 درجه سانتی‌گراد اکسیژن محلول را کاهش می‌دهیم. این نمونه‌ها به بارورکننده نیاز ندارند.

روش آزمایش تعیین BOD بدون بارورکننده:

- 1- میزان PH و کلرور باقی مانده را مشخص می‌کنیم آب مقطر در 20 درجه سانتی‌گراد و دارای 8 میلی گرم در لیتر اکسیژن مورد نیاز نمونه آب از 8 میلی گرم در لیتر بیشتر باشد نمونه را رقیق کنید. بهتر است که پس از 5 روز انکیبایسیون یک میلی گرم در لیتر اکسیژن محلول در نمونه داشته باشیم. البته اگر بجای 1، 2 میلی گرم در لیتر داشته باشیم نتیجه قابل اعتمادتری خواهیم داشت. فاضلاب شهری خام حدود 100-300 میلی گرم در لیتر BOD دارد که برای آزمایش آن به 3 تا 6 میلی لیتر حجم نمونه نیاز است فاضلاب پس از ته نشینی دارای 200-50 میلی گرم در لیتر BOD است. بنابراین برای آزمایش آن 12-6 میلی لیتر نمونه برمی‌داریم در لجن فعال به حدود 30 تا 150 میلی لیتر نمونه نیاز داریم. فاضلاب خیلی قوی یا صنعتی را به نسبت 1 به 9 رقیق می‌کنیم.

- 2- میلی لیتر حجم نمونه را به 2 بطری BOD منتقل کنید با آب رقیق سازی پر کنید.
- 3- 2 بطری دیگر را تنها با آب رقیق سازی پر می کنیم.
- 4- یک نمونه از محلول رقیق شده مرحله 2 و یک بطری دیگر را که فقط آب رقیق سازی دارند (مرحله سوم) در دمای 20 درجه سانتی گراد انکیباتور قرار دهید. روزانه کنترل کنید که تا بالای آن آب وجود داشته باشد.
- 5- میزان اکسیژن محلول بطری BOD باقی مانده مرحله 2 را تعیین کنید و میزان اکسیژن محلول اولیه را تحت عنوان D_1 یادداشت کنید میزان اکسیژن محلول نمونه رقیق شده از مرحله 4 و 2 را اندازه گیری کرده و تحت عنوان D_2 یادداشت کنید. در آزمایش BOD بهتر است 2 نمونه رقیق شده داشته باشیم که یکی از غلظتها 2 برابر دیگری باشد.

$$BOD = \frac{D_1 - D_2}{P} \times 100$$

P = درصد نمونه اضافه شده

$$P = \frac{\text{Sampl}}{300} \times 100$$

مثال: اگر D_1 و D_2 به ترتیب 8/9-4/1 میلی گرم در لیتر باشد و میلی لیتر بارور کننده نمونه 10 و 6 میلی لیتر باشد، اگر BOD بارور کننده 120 میلی گرم در لیتر باشد، مقدار BOD_5 را در نمونه مورد نظر بدست آورید.

$$BOD_5 = \left[(D_1 - D_2) \times \frac{BOD_5}{300} \right] \times \frac{300}{\text{میلی لیتر بارور کننده} \times \text{بارور کننده}}$$

$$BOD_5 = \left[(8.9 - 4.1) \times \frac{120 \times 1}{300} \right] \times \frac{300}{6} = 265 \text{ mg/L}$$

$$BOD_5 = 265 \text{ mg/L}$$

تعیین اکسیژن:

مقدار اکسیژن محلول نشان دهنده فعالیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است و سنجش آن یک تست کلیدی در کنترل فرآیند تصفیه فاضلاب و آلودگی آب است. بین اکسیژن محلول و ماده آلی رابطه عکس وجود دارد.

تعیین اکسیژن: روش تیتراسیون یدومتری و روش الکتروود غشایی نمونه ای از روش تیتراسیون یدومتری (روش اصلاح شده آزاد است) که مزاحمت نیتريت را حذف می کند. روش اصلاح شده پرمنگنات را وقتی آهن فرو در آب حضور دارد

به کار برید. اگر نمونه دارای 5 یا بیشتر از 5 میلی گرم آهن فرو است برای رفع مزاحمت آن از فلورید پتاسیم استفاده کنید.

در روش اصلاح شده پرمنگنات برای رفع مزاحمت آهن فریک بجای افزودن اسیدسولفوریک، اسید فسفریک اضافه می شود.

جمع آوری نمونه: روش نمونه برداری بستگی به منبع نمونه برداری شده (شیر آب یا رودخانه) دارد تا اینکه وابسته به روش آنالیز باشد. از تماس یافتن نمونه با هوا و یا هم زدن آب خودداری کنید. نمونه را از تغییر دما و فشار حفظ کنید. نمونه برداری در شیشه های مخصوص BOD به حجم 300 سی سی انجام می گیرد. اگر از لوله ای آب تحت فشار نمونه برداری شود کاربرد شلنگ پلاستیکی لازم است یعنی یک سر شیلنگ را به شیر آب وصل کرده و سر دیگر آن را در داخل شیشه BOD می گذاریم طوری که $\frac{1}{4}$ اینچ از کف ظرف فاصله داشته باشد. جریان آب را برقرار کرده و می گذاریم 2 تا 3 برابر حجم ظرف آب خارج شود به آرامی شیلنگ را بالا می کشیم و در آنرا می گذاریم طوری که حباب هوا نداشته باشیم.

نگهداری: نمونه را دور از نور آفتاب نگهداری کنید با اضافه کردن اسید سولفوریک غلیظ و سدیم آزاد می توانیم نمونه را به مدت 4-8 ساعت نگهداری کنیم. مواد فوق از رشد و فعالیت بیولوژیک جلوگیری می کنند. این نمونه را در دمای 16-10 درجه سانتی گراد به آزمایشگاه برسانید. پس از دریافت نمونه مواد زیر را به ترتیب اضافه کنید. 2 سی سی سولفات منگنز، 2 سی سی یدور قلیایی و پس از مدتی نیز 2 سی سی اسید سولفوریک غلیظ.

روش اصلاح شده آزاید: توجه کنید آزمایش BOD به روش وینکلر یا یدومتری اصلاح شده آزاید انجام می شود. کلاً روش اصلاح شده آزاید را وقتی به کار می بریم که نمونه دارای بیشتر از 50 میکروگرم نیتريت در هر لیتر آب بر حسب ازت است و آهن فروی آن از 1 میلی گرم در لیتر کمتر است. اگر نمونه دارای آهن فرو و فریک است برای رفع مزاحمت آن NaF اضافه می کنیم (حدوداً 1 سی سی).

در روش فوق املاح آهن، ماده آلی و ماده معلق دی اکسید گوگرد - سیانور - مزاحم هستند.

محاسبه اکسیژن محلول:

$$O = \frac{A \times B \times 8000}{V}$$

A = ملی لیتر حجم مصرفی تیوسولفات

$B =$ نرمالیته تیوسولفات

$8000 =$ میلی اکی والان اکسیژن

$V =$ حجم نمونه

روش الکتروود غشایی: این روش برای تعیین اکسیژن محلول نمونه‌هایی توصیه می‌شود که دارای مزاحم به روش اصلاح شده‌ی آزاید است مانند نمونه‌ی دارای سولفیت، کلر آزاد، رنگ، کدورت، میکروب.

گازهای محلول در آب: ناشی از ورود هوا به آب و یا فعالیت موجودات آبی و یا تجزیه به وجود می‌آید در دمای ثابت مقدار گازی که از جو در آب حل می‌شود متناسب با فشار جزئی گاز در جو است (قانون هنری) و نیز فشار ثابت قابلیت حل گاز به نسبتی که دمای بالا می‌رود کم می‌شود. هوا یکی از منابع تعیین کننده‌ی اکسیژن محلول آب است که خود در فعالیت تصفیه طبیعی شرکت می‌کند. عواملی مانند ریزش آب از بلندی برخورد با مانع طبیعی وزش باد حل شدن اکسیژن را در آب افزایش می‌دهند ارگانسیم‌های گیاهی فتوسنتز کننده منبع دیگر تولید اکسیژن در مدت طول روز است. به عبارت دیگر حل شدن اکسیژن جو در آب و فتوسنتز مجموعاً اکسیژن محلول آب را تأمین می‌کنند که نقش جو مهم‌تر از فتوسنتز کننده‌ها است.

رنگ:

با عبور آب از مناطق باتلاقی آب رنگی می‌شود و منشاء دیگر آن پساب صنعتی مثل نساجی است. رنگ آب می‌تواند به علت ذرات کلوئید دارای بار منفی باشد. سیلاب به علت ماده‌ی معلق رنگی به نظر می‌آید. انواع رنگ عبارتند از:

رنگ حقیقی: که ناشی از ماده‌ی محلول است که رنگ پس از حذف کدورت را گویند.

رنگ ظاهری: به رنگ اصلی نمونه بدون صاف کردن گویند که ناشی از ماده‌ی معلق و کلوئید است.

اهمیت رنگ: آب باتلاقیها سمی است. رنگ آب می‌تواند برای بدن سمی باشد، مانند آب باتلاق. آب آشامیدنی مقدار رنگش نباید از 5 پلاتین کبالت یا هیزن بیشتر باشد. معلوم بودن مقدار رنگ در هنگام دفع پساب صنعتی به رودخانه ضروری است.

روش تعیین رنگ: به روش پلاتین کبالت است. واحد رنگ 1 میلی گرم در لیتر پلاتین به شکل کلروپلاتینات می‌باشد پیش از آزمایش رنگ به کمک سانتریفیوژ کدورت را حذف می‌کنیم. اگر رنگ به وسیله‌ی دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین

می‌شود پیش از آن از دستگاه سانتیفریوژ استفاده می‌کنیم. رنگ آب به PH آن بستگی دارد و با افزایش PH رنگ کم می‌شود بنابراین هنگام گزارش کردن مقدار رنگ PH آب را نیز گزارش می‌کنیم.

چند واژه: درجه اشباع که با خلوص نور مشخص می‌شود، تالو را با شدت نور مشخص می‌شود. پیش از آزمون رنگ اول دمای نمونه را به دمای آزمایشگاه رسانده و سپس PH را روی 7/6 تنظیم می‌کنیم و آنرا سانتیفریوژ می‌کنیم.

بو و مزه:

در صنایع غذایی و دارویی نباید آب دارای بو و مزه باشد. منشاء بو و مزه می‌تواند آلی و معدنی باشد و یا بخاطر تجزیه گیاهان و ارگانیسیمهای آبی مثل جلبک سبز و آبی و اکتینومیسیت باشد که به بوی ناشی از سیانوفیسه‌ها، ژئوسیمین گویند.

مهمترین علل بو عبارتند از:

$$\text{TON} = \frac{A+B}{B}$$

فساد ماده آلی - موجودات ذره‌بینی - فراورده‌ی فنول و کلر

عددی که برای سنجش بو به کار می‌بریم TON (عدد آستانه بو) می‌باشد.

A حجم نمونه آب



B حجم آب مقطر اضافه شده



طرز سنجش بو: به آب مورد نظر آنقدر آب اضافه می‌کنیم که بویی ندهد.

اسیدپته:

علل اسیدپته: اسید معدنی قوی - اسید معدنی ضعیف مثل اسید استیک و اسید کربنیک، اصلاح هیدرولیز شده سولفات فرو و سولفات آلومینیم همچنین گاز کربن دی اکسید آزاد است.

اهمیت اسیدپته: نقش آن در خوردگی است و لذا در فرآیند شیمیایی و بیولوژیکی مؤثر است. سنجش آن نشان

دهنده‌ی تغییر در کیفیت آب است. اسیدپته شاخصی از مقدار باز مورد نیاز برای خنثی کردن نمونه تا PH خاص

می‌باشد و برای تعیین آن باید از تکان دادن نمونه پرهیز کرد. در سنجش آن می‌توانیم از محلولهای بازی مثل سود 0/02

نرمال و مصرف متیل اورانژ - فنل فتالین کمک بگیریم.

انواع اسیدپته: شامل اسیدپته متیل اورانژ یا معدنی در $PH = 4/5$ در اسیدپته فنل فتالین یا CO_2 در $PH = 8/3$ می شود.

روش کار: به 25 سی سی نمونه، 2 قطره متیل اورانژ اضافه کرده، سپس با محلول 0/02 نرمال سود تیترا کرده تا به رنگ زرد برسیم. آبی قابل شرب است که فاقد اسیدپته معدنی یا متیل اورانژ باشد.
واحد اسیدپته میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم است.

$$\text{mg/L CaCO}_3 = \frac{A \times B \times 5000}{V}$$

اسیدپته متیل اورانژ

A = میلی لیتر سود مصرفی

B = سود 0/02 نرمال

V = حجم نمونه

روش تعیین CO_2 آزاد: (فنل فتالین)

در این آزمایش نمونه را تکان ندهید و آنرا از تغییر دما حفظ کنید 25 سی سی نمونه آب، افزودن فنل فتالین و تیتراسیون با سود 0/2 نرمال تا رسیدن به رنگ صورتی را ادامه می دهیم.

$$\text{mg/L CaCO}_3 = \frac{A \times B \times 5000}{V}$$

اسیدپته فنل فتالین یا CO_2 آزاد

A = حجم مصرفی سود

B = نرمالپته سود

5000 = میلی اکی والان سود

V = حجم نمونه

نکته: اگر PH آب کمتر از 4/5 باشد آب قلیائیت ندارد.

نکات مهم و کنکوری درس شیمی آب و فاضلاب:

معرفهای شیمیایی لازم برای آزمایش کلرور:

- 1- نیترات نقره 0/0141 نرمال
- 2- کلرید سدیم 0/0141 نرمال
- 3- کرومات پتاسیم
- 4- فنل فتالین
- 5- هیدروکسید سدیم 1 نرمال
- 6- اسید سولفوریک 1 نرمال
- 7- پراکسید هیدروژن 30%
- 8- سوسپانسیون هیدرواکسید آلومینیوم

معرفهای شیمیایی لازم برای آزمایش سولفات:

- 1- محلول بافر A
- 2- محلول بافر B
- 3- کلرید باریم
- 4- محلول استاندارد سولفات

محلولهای شیمیایی لازم برای آزمایش سختی کل:

- 1- محلول بافر
- 2- عوامل کمپلکس کننده:

برای اکثر آبهای بدون کمپلکس کننده لازم است. بیش تر آب دارای یونهای مزاحم، به افزودن یک عامل کمپلکس کننده مناسب برای نشان دادن یک تغییر روشن و تند در رنگ در نقطه پایانی نیاز دارند. این مواد عبارتند از محافظت کننده‌ها.

این محافظت کننده موجب رسوب سولفید می‌شوند که نقطه پایانی را می‌پوشانند. وقتی که مقادیر محسوس فلزات سنگین وجود دارند.

3- اندیکاتورها:

اولین مشکل در رابطه با اندیکاتورها، خراب شدن آنها با گذشت زمان است. برای مثال محلول‌های قلیائی اریوکروم بلاک T نسبت به اکسیداسیون حساس‌اند و محلول‌های الکلی یا آبی ناپایدارند.

- بجای EBT می‌توان از کالمجیت استفاده کرد.

4- تیترانت استاندارد 0/01 M EDTA

چون تیترانت کاتیونهای موجب سختی را از ظروف شیشه‌ای نرم خارج می‌کند، در ظرف شیشه‌ای بروسیلیکات یا پلی اتیلن نگهداری کنید.

5- محلول کلسیم استاندارد:

این محلول معادل 1 میلی‌گرم کربنات کلسیم در یک میلی‌لیتر آب است.

محلول‌های شیمیایی لازم برای آزمایش کلسیم:

1- هیدروکسید سدیم 1 نرمال

2- اندیکاتور

اندیکاتور مورکسید (پوربورات آمونیوم) اولین اندیکاتوری بود که برای شناسایی نقطه پایانی تیتراسیون کلسیم به کار می‌رفت. تغییر رنگ آن از صورتی به ارغوانی از نقطه پایانی است. 50Mg آنرا در 100gr گلیکول اتیلن مطلق حل کنید. محلولهای آبی آن برای بیشتر از یک روز پایدار نیستند، مخلوطی از پودر آن و نمک طعام شکل پایدار اندیکاتور را فراهم می‌کند. چون در محیط قلیایی ناپایدار است تیتراسیون را بلافاصله بعد از افزودن اندیکاتور باید انجام داد.

- می‌توان از اندیکاتور Blue Blackr یا Solochrome Darkblue استفاده کرد.

محلولهای شیمیایی لازم برای آزمایش سدیم:

تمام محلولها را در ظروف پلاستیکی نگهداری کنید و قبل از مصرف آنها را تکان دهید.

1- آب مقطر

2- محلول سدیم مادر:

°

2/54 گرو نمک سدیم خشک شده در 140C را در 100C آب مقطر حل کنید. (1 ml = 1mgNa)

3- محلول سدیم واسط

4- محلول استاندارد سدیم

5- محلول 0/3 میلی اکی والان بر لیتر نمک طعام

محلولهای شیمیایی لازم برای آزمایش پتاسیم:

تمام محلولها را در ظرف پلاستیکی نگهداری کنید و قبل از مصرف آنها را تکان دهید.

1- آب مقطر

2- محلول پتاسیم مادر:

1/907 گرم کلرید پتاسیم را که در حرارت 110 C خشک کرده اید را در 1000 CC آب مقطر حل کنید.

3- محلول پتاسیم واسط

4- محلول پتاسیم استاندارد

معرفهای شیمیایی لازم برای آزمایش COD:

1- اسید سولفوریک - سولفات نقره

2- دی کرومات پتاسیم 0/25 N

3- محلول انیکاتور فروئین

4- محلول سولفات فروآمونیم (FAS) 0/25 یا نمک مور

5- سولفات جیوه

معرفهای شیمیایی لازم برای آزمایش BOD:

1- آب مقطر:

فاقد مس و ماده آلی، از آب مقطر باتری معمولی برای این کار نا مطلوب است.

2- محلول بافر فسفات

PH باید 7/2 باشد.

3- محلول سولفات منیزیم

4- محلول کلرید کلسیم

5- محلول کلرید فریک

6- آب رقیق سازی

یک میلی لیتر از هر یک از محلولهای بافر فسفات، سولفات منیزیم، کلرید کلسیم و کلرید فریک را به هر لیتر از آب مقطر اضافه کنید. قبل از مصرف دمای آنرا به دمای 20°C برسانید، این آب در طول 5 روز انکوباسیون بیش از PPM 0/2 کاهش اکسیژن محلول نشان دهید. این آب را در DO اشباع کنید پیش از آنکه در انکیباتور بگذارید.

7- محلول سولفات سدیم 0/025 نرمال

از این محلول برای کلرزدایی نمونه دارای کلر استفاده کنید.

8- عامل بازدارنده نیترونیفیکاسیون

9- محلول هیدروکسید سدیم 1 نرمال

10- محلول اسید سولفوریک 1 نرمال

معرف شیمیایی لازم برای آزمایش Do

1- محلول سولفات منگنز

2- محلول قلیا یداید آزاید

کدورت سفید رنگ Na_2CO_3 تولیدی هیچ ضرری ندارد.

3- اسید سولفوریک 36 نرمال

4- محلول تیوسولفات سدیم 0/025 نرمال

6/205 گرم تیوسولفات سدیم قلیایی 5 آبه و 0/4 g r هیدرواکسید سدیم را در آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده حل کنید و حداکثر تا یک لیتر درست کرده و هر هفته محلول تازه ای آماده کنید و آنرا با محلول بی یدات استاندارد کنید هر میلی لیتر معادل 0/2 میلی گرم D o است.

5- محلول نشاسته:

20 گرم نشاسته و 2 گرم اسید سالیسیک را در مقدار کمی آب مقطر حل کنید. حال آنرا به یک لیتر آب مقطر در حال جوش اضافه کنید و اجازه دهید چند دقیقه بجوشد، سپس آنرا سرد کنید و بگذارید در طول شب ته نشین شود. بخش صاف آنرا استفاده کنید.

جدول: خلاصه آزمایش‌های شیمیایی آب

پارامتر کیفی	روش آزمایش	مواد مورد نیاز
PH	سنجش با PH متر	-
کدورت	سنجش با کدورت سنج (نفلو متریک)	-
هدایت الکتریکی	سنجش با هدایت سنج	
جامدات T.S.S	صاف نمودن و خشک کردن مواد روی صافی در دمای 102-105	
V.S.S	سوزاندن T.S.S در کوره 550C° خشک کردن نمونه در دمای 180 تا رسیدن به وزن ثابت	
T.D.S	سوزاندن T.D.S در کوره 550C°	EDTA - تامپون EBT
V.D.S	تیتراسیون با EDTA	EDTA - تامپون EBT
سختی تام	تیتراسیون با اسید سولفوریک	اسید سولفوریک 0/2 نرمال
سختی موقت	تیتراسیون با اسید سولفوریک	اسید سولفوریک 0/2 نرمال
قلیابیت کل	مقایسه‌ی چشمی رنگ سنجی آلینازین	آلینازین
قلیابیت فنل	تیتراسیون با نیترات نقره	نیترات نقره - معرف دی کرومات پتاسیم کلروباریم
فتالین	کدورت سنجی در اسپکتو و فتومتری	اسید کلریدریک 1 نرمال
قلیابیت متیل اورانژ	اسپکتر و فتومتری جذب UV محاسبه	
فلوئورها (F)	مکانومتری با روش سولفانیل‌آمید رنگ سنجی با وانادات مولیندات	سولفانیل‌آمید و فنیل آمین وانادات مولیندات
کلرورها	تیتراسیون با EDTA روش محاسبه	ETDA - موراکسید سود 6 نرمال
سولفاتها	آزمایش شعله (فلم فتومتری)	
نیتراتها	آزمایش شعله (فلم فتومتری)	
کربناتها	روش LCV و روش تیتراسیون آمپر متریک	بی کرومات پتاسیم 0/025 نرمال اسید سولفوریک
بی کربناتها	اکسیداسیون مواد به کمک بی کرومات پتاسیم در محیط اسیدی و تقطیر و فلکسی با و تیتراسیون باقی مانده بی کرومات با آمونیوم فرسولفات	مخصوص COD - فروئین - آمونیوم فرسولفات - سولفات جیوه.
نیتريت		
فسفات		
کلسیم		
منیزیم		
سدیم		
پتاسیم		
ید		
COD		

جدول: حدود مجاز ویژگی های باکتریولوژیکی آب آشامیدنی:

منبع آب	تعداد کلی فرم در 100 میلی لیتر نمونه	حداکثر مجاز
آب لوله کشی	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
1- آب تصفیه شده در محل ورود به شبکه	-	در هیچ نمونه ای کلی فرم وجود نداشته باشد.
2- آب تصفیه نشده در محل ورود به شبکه	عدم کلی فرم در هیچ نمونه	حداکثر 3 کلی فرم مشروط بر اینکه نمونه فاقد کلی فرم مدفوعی باشد منبع آب بطور منظم و مستمر تحت پایش قرار داشته باشد بررسی های بهداشتی حاکی از رضایت بخش بودن در نمونه اتفاقی تعداد کلی فرم از 3 عدد تجاوز نکند.
3- آب در شبکه توزیع	عدم کلی فرم در هیچ نمونه	در نمونه اتفاقی تعداد کلی فرم از 10 عدد تجاوز نکند.
آب غیر لوله کشی مثل چشمه و چاه	عدم کلی فرم در هیچ نمونه	در نمونه اتفاقی تعداد کلی فرم باید صفر باشد.
آب آشامیدنی بطری شده	عدم کلی فرم در هیچ نمونه	

جدول: ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی:

ویژگی	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
رنگ	5	20
بو (TON)	غیر قابل اعتراض	-
PH	کمتر از 7 و بیشتر از 15 نباشد	کمتر از 6/5 و بیشتر از 9/2 نباشد
تیرگی (JTU)	5	25

جدول ویژگی های شیمیایی آب آشامیدنی:

ماده سمی	حداکثر مطلوب	حداکثر مجاز
آرسنیک (AS)	0	0/05
باریم (Ba)	0	1
بر (B)	0	1
کادمیوم (Cb)	0-0/005	0/01
کرم $(Cr)^{6+}$	0	0/05
سیانور (Cn)	0/1	0/05
سرب (Pb)	0/1	0/05
نیتريت (NO_2^-)	1	0/1
سلنیوم (Se)	0	0/01
نقره (Ag)	0	0/05
جیوه (Hg)	0	0/001
ترکیبات مس (Cu)	0	0/001
سایر موارد		
جامدات محلول	500	2000
سختی کل	-	500
منیزیم (Mg)	-	150
روی (Zn)	5	15
مس (Cu)	0/05	1
آهن (Fe)	0/1	1
منگنز (mn)	0/05	0/5
سولفات (SO_4^{2-})	250	400
کلرور (Cl)	200	600
مواد سمی		
نیترات (NO_3^-)	-	45
آمونیم (NH_4^+)	0/05	0/05
مواد پاک کننده	-	-

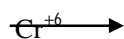
نکته مهم: روش حذف سیانور از طریق اکسید کردن آن از PH حدود 11 انجام می گیرد.

نکته مهم: حذف آهن از آب به مراتب ساده تر از حذف منگنز از آب است.

نکته مهم: اگر کلرور در بیشتر از 250 باشد بصورت کلرور سدیم باشد طعم شوری می دهد.

نکته مهم: کدورت آب تصفیه شده باید کمتر از 1 NTU باشد و حداکثر آن می تواند 5 NTU باشد.

نکته مهم: کروم سمیت آور است و بروی حد تحمل گلوکز اثر می کند برای حذف آن به روش زیر عمل می کنیم که احیا



کردن کروم 6 ظرفیتی به کروم 3 ظرفیتی است.

نکته: نمونه ای از مواد پاک کننده آلکیل بنزن سولفونات می باشد که حداکثر آن 0/2 میلی گرم در لیتر است.

نکته: اگر غلظت یون سولفات بیشتر از 250 میلی گرم در لیتر باشد، غلظت یون منیزیم نباید از 30 میلی گرم در لیتر تجاوز کند. اگر غلظت یون سولفات از مقدار مذکور کمتر باشد غلظت یون منیزیم می تواند 150 میلی گرم در لیتر افزایش یابد.

نکته: وجود پاک کننده در آب تا مقداری مجاز است که موجب تولید بو، طعم و کدورت در آب نکند.

نکته: اشکالات دترجنت ها را می توان

- 1- ایجاد کف
- 2- اثر بر مزه و بوی آب
- 3- اشکال در امور انعقاد و ته نشینی
- 4- صاف کردن
- 5- اثر بیشتر آن بر روی موجودات است؛ نام برد.

حداکثر مجاز سموم شیمیایی و حشره کش ها

نام ماده	حداکثر مجاز
آلدین	0/017
دی آلدین	0/017
اندین	0/002
هیپاکلر	0/018
لیندین	0/004
متوکسی کلر	0/1
کاربامات	0/1
کلروان	0/003
توکسافن	0/005
ددت	0/042
توکسافن	0/005
2,4 کلروفنوکسی	0/1
هیپا کلروپوکسید	0/018
2، 4، 5 تی پی نفلوکسی	0/01

نکته: نمونه ای از سموم کلرور آلی آلدین، دی آلدین می باشد. نمونه ای از سموم علف هرزکش یا هرپیساید

2-4-5 تی پی فنواکسید، 2 و 4 کلروفنواکسید می باشد.

جدول حداکثر مجاز مواد رادیو اکتیو:

تراکم کل اشعه α	3 پیکوکوری (10^{-12} کوری) در لیتر
تراکم کل اشعه β	30 پیکوکوری (10^{-12} کوری) در لیتر

بهداشت پرتوها:

پرتوهای α ، β و γ به طور هفتگی در منابع آب بررسی می‌شوند. اگر براساس واحد برکر باشد از 0/1 برای α و 1_ برای β در نظر می‌گیریم.

پرتو α هسته هلیوم 2 بار مثبت است. نمونه‌ای از آن اورانیوم است. نمونه‌ای از انتشار دهنده β استرانشیوم 90 است و نمونه‌ای از انتشار دهنده‌های γ کوبالت و سزیم است.

نکته: برای تبدیل غلظت به مول می‌آییم غلظت را تقسیم بر جرم مولکولی آن کرده و برای محاسبه PH_s یا PH اشباع به اطلاعاتی مثل PK_2 و PH_s غلظت کلسیم و بی‌کربنات نیاز داریم.

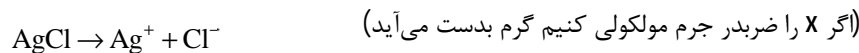
جدول:

<p>برخی کربنات‌های نامحلول</p> <p>Li_2CO_3</p> <p>MgCO_3</p> <p>MgCO_3</p> <p>BaCO_3</p> <p>CaCO_3</p> <p>SrCO_3</p> <p>AgCO_3 ← نامحلول‌ترین</p>	<p>برخی از سولفات‌های نامحلول</p> <p>CaSO_4</p> <p>SrSO_4</p> <p>PbSO_4</p> <p>BaSO_4 ← نامحلول‌ترین</p>
<p>برخی از کرومات‌های نامحلول</p> <p>BaCrO_4</p> <p>PbCrO_4</p> <p>AgCrO_4 ← نامحلول‌ترین</p>	<p>برخی از هیدروکسیدهای نامحلول</p> <p>AgOH</p> <p>Mg(OH)_2</p> <p>Al(OH)_3</p> <p>Fe(OH)_3 ← آجری مایل به قرمز</p>
<p>برخی از سولفیدهای نامحلول</p> <p>FeS</p> <p>PbS</p> <p>CaS</p> <p>ZnS</p> <p>CuS</p> <p>Ag_2S</p> <p>HgS</p>	<p>PbI_2</p> <p>AgCl_2</p> <p>CaF_2</p> <p>CuI</p> <p>AgBr</p> <p>AgI</p> <p>Hg_2Cl_2</p> <p>Hg_2I_2</p> <p>CuCl</p>

نکته: رنگ رسوب روی به عنوان یک آمفوتر سفید شیری است رسوب هیدرواکسید آلومینیوم سفید است و رنگ

هیدرواکسید کروم سبزرنگ است.

مثال: اگر ثابت انحلال AgCl برابر $10^{-6} * 1/0$ مول بر لیتر باشد، غلظت کلرور چقدر است؟



$$k_{sp} = |\text{Ag}^+| \cdot |\text{Cl}^-|$$

$$1/6 \times 10^{-10} = |x| \cdot |x|$$

$$x = \sqrt{1/6 \times 10^{-10}} = 0/4 \times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$0/4 \times 10^{-4} \times 35/5 = 0/0015 \frac{\text{gr}}{\text{lit}}$$

جدول حفاظت نمونه ها:

مدت ذخیره	روش نگهداری	نوع نمونه برداری	ظروف آن	نوع نمونه
حداکثر 6 ساعت	سرد کردن نمونه در 4°C	Grab	ظرف پلاستیکی/شیشه	BOD
حداکثر 7 روز	سرد کردن، افزودن اسید سولفوریک تا $\text{PH} < 2$	Grab/composid	ظرف پلاستیکی/شیشه	COD
حداکثر 24 ساعت	سرد کردن نمونه در 4°C	Grad	ظرف پلاستیکی/شیشه	قلیابیت
حداکثر نیم ساعت	نمی‌توانیم حفاظت کنیم	Grad	ظرف پلاستیکی/شیشه	کلر باقی مانده
حداکثر 24 ساعت	افزودن هیدروکسید سدیم تا pH بالای 12	Grab/composid	ظرف پلاستیکی/شیشه	سیانید
حداکثر 6 ماه	افزودن اسید نیتریک تا pH پائین 12	Grab/composid	ظرف پلاستیکی/شیشه	سختی
حداکثر 2 ساعت	آزمایش فوری	Grab/composid	ظرف پلاستیکی/شیشه	PH
حداکثر 28 روز	-	Grab/composid	فقط پلاستیکی	فلورائید
حداکثر 48 ساعت	سرد کردن در 4°C	Grab/composid	پلی اتیلن	نیترات
-	-	Grab/composid	شیشه	DO
-	درجه حرارت 4°C	Grab/composid	پلی اتیلن	اسیدیته
-	یک میلی لیتر سود 10% در 100 میلی لیتر نمونه	Grab/composid	پلی اتیلن	سیانور

توضیحات جدول صفحه بعد: (طبق شماره داخل جدول) و نکات مربوط به هر کدام:

1- در شرایطی که لازم می‌شود آهک اضافی به آب زده شود، مانند وقتی که باید منیزیم کربنات از آب گرفته شود و به

حدود 10/4 باید برسد و نقش سختی گیری در حذف باکتریها است.

2- باکتریها در داخل ذره های رسوبی مانده و همراه آنها از آب جدا می‌شود.

- 3- هر چه تیرگی آب بیشتر باشد فیلترها یا صافی زودتر مسدود شده و ظرفیت تصفیه آن کاهش می‌یابد. نقش صافی ماسه ای کند در حذف تیرگی
- 4- ترکیبات کلروفنل بدین طریق از آب جدا نمی‌شوند. نقش هوادهی در طعم و بو است.
- 5- اگر کلر زنی به مرحله‌ی نقطه شکست برسد، نقش مثبت کلر زنی در حذف بو و طعم است.
- 6- اگر کلر به علت وجود زیاد مواد مواد طعم و بو مورد استفاده قرار نگیرد. نقش منفی کلر زنی در حذف طعم و بو است.
- 7- برخی از مواد دلمه‌ساز که نباتها را به سولفاتها تبدیل می‌کند که گرفتن آنها مستلزم هزینه بیشتر است. نقش منفی انعقاد و ته نشینی در سختی است.
- 8- با جدا کردن اکسید و کربن از آب نقش مثبت هوادهی در حذف خوردگی است.
- 9- با افزایش غلظت اکسیژن محلول، در صورتیکه خیلی کمتر از حد اشباع باشد. نقش منفی هوادهی در حذف خوردگی است.
- 10- برخی از ترکیبات دلمه‌ساز اکسید کربن آزاد می‌کنند. نقش منفی انعقاد و لخته سازی در خوردگی است.
- 11- متغیر است. زیرا برخی از فلزات در بالاتر زودتر مورد حمله عوامل خوردگی قرار می‌گیرد. عمل سبک سازی در حذف خوردگی است.
- 12- پس از هوادهی، زیرا آهن و منگنز با اکسیژن هوا ترکیب شده تولید ترکیبات نامحلول را می‌نمایند. عمل مثبت صافی ماسه ای در حذف آهن و منگنز است.

واحد‌های تصفیه ناخالصی‌های آب	تبادل کات‌ها در اینجا	انعقادسازی و ته‌نشینی (ب)	سبک‌کردن با اهک و سودا و ته‌نشینی (ج)	صافی ماسه‌ای کند (د)	صافی ماسه‌ای تند پس از واحد انعقادسازی (ه)	گندزدایی که در اینجا کلرزی است
بakteriya	-	++	+++ ^{1و2}	++++	++++	+++
عوامل مولد رنگ	-	+++	++	++	++++	-
عوامل مولد تیرگی	-	+++	++ ²	++++ ³	++++	-
عوامل مولد طعم و بو	++ ⁴	+	++	++	++	++++ ⁵
سختی	+	--	++	-	-- ⁷	-- ⁶
خورندگی	+++ ⁸ --- ⁹	-- ¹⁰	11	-	-- ¹⁵	-
آهن و منگنز	+++	+	++	++++ ¹²	++++ ¹²	-

نکات مهم:

نکته 1- در حذف باکتری صافی ماسه ای تند بعد از واحد انعقاد و ته نشین و گندزدایی اثر مثبت و یکسان دارد و هوادهی نقش ندارد.

نکته 2- در حذف رنگ صافی ماسه ای تند بعد از انعقاد و ته نشینی بیشترین اثر را دارد. در حذف رنگ هوادهی و کلرزی بی اثر است.

نکته 3- بهترین راه حذف عامل تیرگی کاربرد صافی ماسه ای تند بعد از انعقاد و ته نشینی است هوادهی و کلرزی بی اثر است.

نکته 4- در حذف سختی صافی ماسه ای کند و کلرزی بی اثر است.

نکته 5- بهترین راه حذف خوردگی هوادهی است. صافی ماسه ای کند و کلرزی بی اثر است.

نکته 6- بهترین روش حذف آهن و منگنز صاف سازی بعد از هوادهی است. در حذف آهن و منگنز کلرزی خالی بی تاثیر است.

اوزن: ما باید اوزن را در محل تهیه کنیم اوزن باقی مانده در آب ایجاد نمی کند برای سنجش آن از یدروپتاسیم و چسب نشاسته می توانیم استفاده کنیم. اوزن گواریی آب را زیاد می کند تولید کننده تری ها لومتان نیست و فرآورده جانبی ناشی از اوزن زنی شامل آلدئیدهای کربن 1 تا 14 خواهند بود.

طبقه بندی آزمایشگاهها:

در رابطه با طبقه بندی میکروبهها و خطراتی که ممکن است برای کارکنان، افراد و اجتماع به وجود آورد کمیته مشاوران سازمان بهداشت جهانی آزمایشگاه را نیز به چهار گروه تقسیم کرده است:

نمونه بندی باکتریها در یک گروه	طبقه بندی آزمایشگاه	نمونه آزمایشگاه	نمونه: منبع میکروارگانیسم
طبقه I کم خطر برای افراد اجتماع	آزمایشگاه ابتدایی (Basic)	آزمایش اولیه	باسیلوس سوبتیلیس
طبقه II خطر نسبی برای افراد، خطر محدود برای اجتماع	آزمایشگاه نسبی و ابتدایی با داشتن کابینت حفاظتی B.S.C و وسایل لازم برای حفاظت افراد و وسایل فیزیکی حفاظتی در صورت لزوم	مرکز بهداشت اولیه بیمارستان سطح بیمارستان - آزمایشگاههای تشخیص آزمایشگاه آموزشی دانشگاه آزمایشگاههای بهداشت عمومی	سالمونلاتیقی - ویروس هپاتیت B - میکرو باکتریوم توبر کولوزیس
طبقه III: خطر فردی شدید، خطر کم برای اجتماع	محافظت شده	آزمایشگاههای تشخیص اختصاصی	نوع بروسلا - ویروس تب لاسا - هیستوپلاسما کاسپرلاتوم
طبقه IV: خطر شدید برای افراد، خطر شدید برای اجتماع	حداکثر حفاظتی	وجود بخشهای میکروبههای خطرناک	ویروس ابولا، ماربورک

جدول مواد شیمیایی ناسازگار:

نوع ماده	ناسازگاری با
اسید استیک استن استیلن آمونیا انیدروس فلزات آلکان آمونیم نیترات کربن فعال شده با کلسیم هیپوکلریت کلرات کلرومیک اسید کلرین دی اکسید مس سیانید هیدروژن پراکسید نیتریک اسید سدیم آزاید	کرومیک اسید، نیتریک اسید - گلیکول پرکلریک اسید - پراکسید و پرمنگنات مخلوط اسید سولفوریک و اسید نیتریک اشباع شده ترکیبات مس، فلور، برم، کلر - ید - نقره جیوه، هالوژن، کلسیم، هیپوکلریت، هیدروژن فلورید آب، کربن دی اکسید، کربن تتراکلرید، هیدروکربن های کلردار اسیدها - پودر فلزات - مایعات قابل اشتعال - کلرات ها - نیترات ها با تمام مواد اکسیدان - املاح آمونیاکی - اسیدها - پودر فلزات - سولفور - مواد سوزان و کربن استیک اسید - نفتالن - کافور - الکل - گلیسیسیرین تورپنتین و سایر مواد قابل اشتعال آمونیاک، متان - فسفین و هیدروژن سولفید استیلن و هیدروژن پراکسید اسید و قلیایی ها و باید با اجازه مسئول آزمایشگاه از آن استفاده کرد با مس - کرم - آهن - غالب فلزات و املاح فلزی - مواد سوزان آنیلین و نیترومتان استیک اسید - کرومیک اسید - هیدروسیانیک اسید - آنیلین - کربن - هیدروژن سولفید سرب، مس و سایر فلزات، ترکیبات ناپایدار قابل اشتعال تولید می کنند (در کیلینیک استفاده می شود) استیلن - اکسالیک اسید - تارتریک اسید و ترکیبات آمونیاکی کلرات - پرکلرات - پرمنگنات و آب روغن - گلر ها - هیدروژن و مواد قابل اشتعال

مثال: 10 سی سی محلول پرمنگنات در واکنش زیر 5 سی سی محلول فرو را با نرمالیتته 0/2 خنثی می کند. نرمالیتته

پرمنگنات را محاسبه کنید؟



$$N_1V_1 = N_2V_2$$

$$10 \times N = 0/2 \times 5 = \quad N = \frac{1}{10} \quad N = \frac{C}{E} \Rightarrow C = 0/1 \times 158/5 = 3/16 \text{gr}$$

مثال: 5 سی سی اسید کلریدریک 73% با وزن حجمی $\frac{1/5 \text{gr}}{\text{cm}^3}$ را برای تهیه 3 lit محلول اسید کلریدریک با نرمالیتته 0/1

لازم است.

N = نرمالیتته

E = اکی والان

a = % خلوص

d = دانسیته

$$N = \frac{10 \times a \times d}{E}$$

→ فرمول مهم

$$N = \frac{10 \times 73\% \times 1/5}{36/5} \Rightarrow N = 0/3$$

$$0/3 \times 5 + 0 = 0/1(5 + V) \Rightarrow V = 10 \text{cc}$$

مثال: برای تهیه 500 سی سی پرمنگنات پتاسیم 0/2 نرمال چند گرم پرمنگنان لازم است؟

$$N = \frac{C}{E} \quad C = 0/2 \times 15/5 = 6/32 \text{ gr} \quad \begin{array}{l} 1000 \text{ cc} \quad 6/32 \text{ gr} \\ 500 \text{ cc} \quad x = 3/16 \text{ gr} \end{array}$$

تعریف عیار: گرم ماده در 100 گرم جسم را عیار می گویند.

مثال: چقدر آب به 100 گرم اسید کلریدریک به عیار 27% اضافه کنیم تا عیار محلول 10% شود.

$$C_1 M_1 = C_2 M_2 \rightarrow 27 \times 1000 = 10 \times M_2 \quad M_2 = 270$$

$$M = M_2 - M_1 \Rightarrow 270 - 100 = 170$$

$$\text{نکته:} \quad M_2 = \text{جرم اسید} + \text{جرم آب}$$

$$\text{جرم اسید} = M_2 - \text{جرم آب}$$

مثال: 2 سی سی محلول سود 0/1 نرمال با چه حجم اسید سولفویک به غلظت 0/1 مولکول گرم در لیتر خنثی می گردد.

$$N = C \times n \rightarrow 0/1 \times 2 = 0/2$$

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 \rightarrow 0/1 \times 20 = 0/2 \times V_2 \rightarrow V_2 = 10 \text{ cc}$$

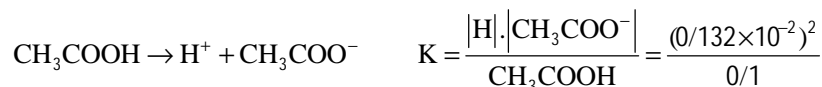
مولار و مولال را تعریف کنید:

مولار مولکول گرم در یک لیتر جسم و مولال مولکول گرم در 1000 گرم حلال

اسید یعنی: جسمی که پروتون از دست می دهد.

مثال: در محلول 0/1 مولار اسید استیک در حال تعادل (0/132 درصد تفکیک) ثابت یونیزاسیون را حساب

کنید؟



$$K = 1/74 \times 10^{-5}$$

مثال: ثابت تفکیک اسید استیک $1/8 \times 10^{-5}$ است غلظت هیدروژن در محلول 0/01 مولار آن چقدر است؟

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad 1/8 \times 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0/01} \quad \text{یا} \quad x = 4/2 \times 10^{-3} \quad 4/2\%$$

مثال: در محلول 0/1M اسید استیک غلظت یون هیدروژن برابر $1/3 \times 10^{-3}$ است PH آن را محاسبه کنید؟

$$[H] = N \cdot x \quad [H] = 1/3 \times 10^{-3} \rightarrow pH = -\log 1/3 \times 10^{-3}$$

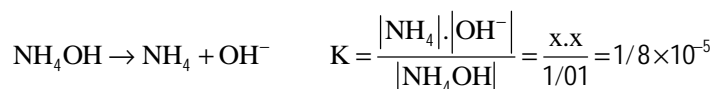
$$pH = 2/89$$

مثال: غلظت یون H^+ برابر $2/8 \times 10^{-4}$ است pH را بدست آورید.

$$pH = -\log 2/8 \times 10^{-4} \rightarrow pH = 3/5$$

مثال: ثابت تفکیک هیدرواکسیدآمونیم برابر $1/8 \times 10^{-5}$ است محلول 0/01 مولار آن خواسته‌های زیر را محاسبه کنید؟

الف) $[OH^-]$ ب) pH ج) درصد تفکیک



$$x = [OH^-] = 4/2 \times 10^{-4}$$

$$poH = -\log 4/2 \times 10^{-4} \rightarrow poH = 3/37$$

$$pH + poH = 14 \rightarrow pH = 14 - 3/37 \quad pH = 10/62$$

$$\% \text{ تفکیک} = \frac{\text{یون قابل یونیزه}}{\text{کل مولکول}} = \frac{4/2 \times 10^{-4}}{0/01} = 4/2\%$$

مثال: چند گرم پرمنگنات پتاسیم برای تهیه 5 لیتر محلول 0/2 نرمال لازم است؟

$$C = E \times \text{نرمالیتة} \times \text{حجم بر حسب لیتر} \quad C : 5 \times 0/2 \times \frac{158}{5} = 31/6 \text{ gr}$$

مثال: چند گرم سولفات سدیم برای تهیه 200 سی سی محلول سولفات سدیم 0/2 N لازم است؟

$$C = \frac{200}{1000} \times 0/2 \times \frac{142}{2} \Rightarrow C = 28/4 \text{ gr}$$

مثال: چند سانیمتر مکعب آب به 100 سی سی HCl 1/5 نرمال اضافه کنیم تا فاکتور 1/7 شود؟

$$N_1 V_1 + N_2 V_2 = N(V_1 + V_2) \rightarrow 100 \times 1/5 + 5 = 1/7(100 + V_2) \rightarrow V_2 = 40 \text{ cc}$$

نکته: محلول ایزوتونیک کلروسدیم همان سرم فیزیولوژی است که برابر 9‰ یا $0/9$ گرم درصد است.

مثال: محلول ایزوتونیک کلرورسدیم را تعریف کنید.

$$\text{فشار اسمزی} \times \text{اسمول} = \text{محلول ایزوتونیک}$$

$$\text{اسمول} = \frac{\text{جرم مولکولی}}{\text{تعدادمولکول قابل تجزیه}}$$

$$\text{محلول ایزوتونیک} = 58/2 \times 0/3 = 8/77\text{‰}$$

نکته: 1 میلی لیتر معادل 1000 لا مبدا است.

مثال: چه حجم اسید برای تهیه اسیدکلریدریک یک نرمال از اسیدکلریدریک با درجه خلوص 70% و چگالی 0/12 باید برداشت شود.

$$\% \text{ وزنی} \times \text{چگالی} \times \text{حجم} = \text{اکی والان}$$

$$36/5 = V \times 0/12 \times 70\% \rightarrow V = 0/43\text{cc}$$

نکته: برای تهیه یک لیتر اسید یک نرمال است. برای نمونه اگر بخواهیم یک لیتر کلروریک یک نرمال داشته باشیم 83cc اسید را به حجم 1 لیتر می‌رسانیم اگر اسید کلروریک 1 نرمال داشته باشیم 166cc را در 2 لیتر آب حل می‌کنیم اگر یک لیتر نرمال اسید بخواهیم داشته باشیم 166 سی سی اسید را در 1 لیتر آب حل می‌کنیم.

اگر 100 سی سی اسیدکلریدریک 1 نرمال بخواهیم بسازیم 8/3 لیتر از محلول را در 100cc آب حل می‌کنیم اگر بخواهیم یک لیتر اسید 0/1 نرمال داشته باشیم باز هم 8/3cc را به حجم 1 لیتر می‌رسانیم.

مثال: برای تهیه اسیدسولفوریک یک نرمال از اسیدسولفوریک با درجه خلوص (95-98)% و چگالی 1/84 باید چند سی سی اسید برداشت کرد؟

$$49 = V \times 1/84 \left(\frac{98+95}{2} \right) \% \quad V = 27/6\text{cc}$$

مثال: مقدار COD و BOD و اسمول یک گرم گلوکز را بدست آورید.

$$\text{CoD} = \frac{192}{180} \Rightarrow \text{CoD} = 1/06 \quad \text{اسمول گلوکز} = \frac{180}{1} = 180$$

$$\text{BoD} = 50\% \times \frac{192}{180} \Rightarrow \text{BoD} = 0/53$$

تعاریف:

نرمالیته: یعنی تعداد گرم هم ارزهای وزنی (اکی والان) ماده حل شده در یک لیتر محلول یا والانس گرم ماده موردنظر در یک لیتر محلول.

مول: اتم گرم یا وزن مولکولی بر حسب گرم.

صحت (Accuracy): عدم وجود انحراف و اختلاف بین معدل اندازه گیری های مکرر با معدل واقعی یک جمعیت صفر باشد.

دقت (Precision): قابلیت تکرار و نتایج چند آزمایش نشان می دهد که ارقام نزدیک هم هستند.

مثال: برای تهیه محلول اسید استوک یا مادر، چند گرم پودر پرکلرین لازم است؟

$$\frac{0/01}{\text{کلر فعال}} \times \text{غلظت کلر بر حسب گرم} = \text{وزن آب} \times$$

$$\frac{0/01}{0/7} \times 1000 = 15 \frac{\text{gr}}{\text{L}}$$

مثال مهم: تعداد فاز موجود در یک محلول اشباع از نمک چقدر است؟ و در یک محلول غیراشباع چقدر است؟

$$\rightarrow P + F = C + n \quad \text{P} = \text{نمره فاز}$$

$F = 1$ = درجه آزادی که دو حالت دارد: $F = 1$ اثر حرارت در اشباع

$F = 2$ اثر حرارت در غلظت (در غیر اشباع)

$C =$ اجزاء تشکیل دهنده

$n =$ برابر تعداد عامل خارجی است که 3 حالت دارد: $n = 2$ اثر حرارت و فشار

$n > 2$ اثر حرارت و فشار و سایر عوامل

$n < 1$ اثر حرارت

در سیستم مایع (n=2) و (F=1) می باشد.

$$P+1 = 2 + 2 = \boxed{P = 3} \quad \text{اشباع}$$

$$P+2 = 2 + 2 = \boxed{P = 2} \quad \text{غیراشباع}$$

نکته: $(CO_2 + O/5)$ برحسب میلی گرم اکی والان + سختی منیزیم + سختی کربناتی = مقدار آهک یا CaO

نکته: (میلی اکی والان گرم سختی غیر کربناتی + 0/5) مقدار Na_2CO_3

نکته (فرمول کواگولانت برای آب کدر و آب رنگی): DC آب کدر $DC = 3/5\sqrt{T}$

T = کدورت بر حسب ppm

C = رنگ برحسب پلاتین-کبالات DC آب رنگی $DC = 4\sqrt{C}$

w_A = قلیائیت آب برحسب میلی اکی والان

عدد یک = مزاد آهک برحسب میلی اکی والان $D_{lunc} = \left(\frac{DC}{57} - w_A + 1\right) \times 28$

فرمول و ترکیب آب:

فرمول آب $H_2O + x$ است و این فرمول آب است. فرمول آب مقطر H_2O است و x شامل عامل فیزیکی،

شیمیایی و میکروبی است. در تصفیه آب سعی می شود که عامل فیزیکی و میکروبی کاملاً از بین رفته و یا

کاهش یابند در حالیکه عامل شیمیایی دست نخورده باقی می ماند.

قانون اثر جرم:

هر ماده ای که وزن دارد جرم دارد. این قانون در بر گیرنده ی غلظت در حال تعادل است. یعنی این قانون متناسب با

سرعت یک فعل و انفعال با حاصل ضرب غلظت مولار مواد اثر می کننده به توان ضریب های مواد تاثیر کننده در واکنش

است. یعنی ضریب عددی غلظت ها تبدیل به توان می شوند. $cC+dD \rightarrow$

$aA+bB$

در این رابطه فرض می شود که ماده سمت راست با ماده سمت چپ در حال تعادل است. در این حالت دو واکنش از راست به چپ

و از چپ به راست صورت می پذیرد. $V_1 = K_1(A)^a(B)^b$

طبق قانون اثر جرم، سرعت واکنش چنین است:

$$V_1 = \text{سرعت}$$

A و B = غلظت مولار ماده A و B بر حسب ppm

هر ماده شیمیایی که وارد آب شود انحلال آن تابع تاثیر جرم، زمان، دما و PH است که پس از مدتی به حال تعادل می‌رسد. یعنی تا وقتی که ماده جدیدی به آب اضافه نماییم در آن تغییری به وجود نمی‌آید. زمانی آب را آلوده فرض می‌کنیم که تعادل بالا به هم بخورد.

$$V_2 = K_2(C)^c(D)^d$$

صورت عمومی قانون اثر جرم

$$V_1 = V_2 \rightarrow \frac{(C)^c(D)^d}{(A)^a(B)^b} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

K = ثابت تفکیک یا یونیزاسیون معروف است.

قدرت اسیدی مربوط به ثابت یونیزاسیون است و هدایت الکتریکی پیوند الکتریکی پیوند الکترووالانس بیشتر است. درجه اسیدی را با PH نشان می‌دهند.

مقدار ثابت یونیزاسیون با دما تغییر می‌کند و K را در 25 °C و فشار 1 atm سنجش می‌کنند.

مواد قابل یونیزاسیون:

به موادی گفته می‌شود که پس از ورود به آب به یون تبدیل می‌شود. معدنی باشد، آلی نباشد و شیمیایی باشد.

شرایط مواد قابل یونیزاسیون:

- 1- در رشته شیمیایی - معدنی هستند.
 - 2- قابل انحلال در آب هستند.
 - 3- شامل ترکیبات شیمیایی آلی محلول در آب نمی‌شود و این دسته غیر قابل یونیزه شدن هستند.
 - 4- این مواد هدایت الکتریکی را افزایش می‌دهند (بر خلاف نا الکترولیت ها)
- نقطه انجماد آب بدن 0/56- و نقطه انجماد ترکیباتی که یونیزه نمی‌شوند 1/86- و خارج قسمت این دو برابر 0/3 اسمول است.

تعریف اسمول میزان فشار اسمزی ناشی از محلول مولار 22/4 اتمسفر (300 msi) می‌باشد.

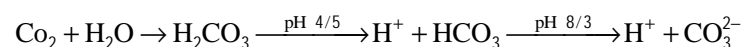
قلیابیت و اسیدیته آب:

نکته: محاسبه اسیدیته سختتر از قلیابیت است زیرا H_2 و CO_2 فرارند.

قلیابیت مربوط به 3 عامل CO_3^{2-} و OH^- و HCO_3^- است که به ترتیب میزان قلیابیت را افزایش می‌یابد معرف آن متیل اورانژ و فنل فتالئین است.

$$OH > CO_3^{2-} > HCO_3^- > CO_2^-$$

CO_2 ناشی از هوا و تجزیه مواد آلی موجود در آب نقش موثری در شیمی آب دارد. CO_2 به آسانی در آب حل شده و رادیکال CO_3^{2-} و HCO_3^- را تولید می‌کند.



هنگامی که PH آب بیشتر از 4/5 باشد (اسید کربنیک به یون بی کربنات تجزیه شده) که این در PH بالای 8/3 به رادیکال کربنات قابل تبدیل است. قلیابیت تا PH 8/3 به قلیابیت فنل فتالئین و در PH 4/5 به قلیابیت کل (متیل اورانژ) مرسوم است. در قلیابیت فنل فتالئین نوع قلیابیت غالب HCO_3^- است. قلیابیت یک معیار باروری است.

امکان وجود مواد قلیایی در PH های مختلف به ترتیب زیر است:

تا 4/5 $CO_2 = PH$ و اسید معدنی

4/5-8/3 $HCO_3^- = PH$ و CO_2 آزاد

8/3-10 CO_3^{2-} و $HCO_3^- = PH$

10-13 $OH^- = PH$

توجه: PH یک عامل شدتی است و قلیابیت یک عامل خواصیتی است.

می‌توان موضوع‌های زیر را نتیجه گرفت:

1- وقتی قلیابیت فنل فتالئین صفر باشد، تمام قلیابیت مربوط به بی کربنات کلسیم، منیزیم و سدیم بوده و PH آن کمتر از 8/3 است.

2- زمانی که دو برابر قلیابیت فنل فتالئین کمتر یا مساوی قلیابیت متیل اورانژ است فرض می‌شود که قلیابیت بعلت وجود کربنات و بی کربنات کلسیم، منیزیم و سدیم است و PH بالای 8/3 است.

3- زمانی که دو برابر قلیابیت فنل فتالئین بیش از قلیابیت متیل اورانژ است فرض می‌شود که قلیابیت بی کربنات نداریم و قلیابیت ناشی از کربنات و هیدروکسید کلسیم، منیزیم و سدیم است PH بالای 8/3 است.

مقدار قلیابیت:

طعم نوشابه غیر الکلی گازدار شدیداً تحت اثر قلیابیت آب است. قلیابیت زیاد در آب تغذیه کننده دیگ بخار نامطلوب است زیرا گرما موجب تجزیه بی کربنات و آزاد شدن CO_2 می شود که کاهش PH و خوردگی در لوله‌ی انتقال بخار را افزایش می دهد. آب دیگ بخار دارای قلیابیت هیدرو اکسید و کربنات است. آب تصفیه شده با آهک و سودا حاوی کربنات و OH است.

تعریف اسیدیته آب:

اسید کافی آزاد به HCl و H_2SO_4 گرفته می شود.

اسیدیته مربوط به گاز کربنیک، اسید معدنی و نمک حاصل از ترکیب اسید قوی و باز ضعیف است. اگر نمک مربوط به اسید قوی باشد PH اسیدی و اگر مربوط به باز قوی باشد PH قلیایی است. بطور کلی اسیدیته ناشی از CO_2 بوده و اسیدیته متیل اورانژ (اسیدیته معدنی) است و آب آشامیدنی نباید این اسیدیته معدنی را داشته باشد. اگر PH بسیار کمتر از 4/5 باشد PH_3 اسیدیته تحت تاثیر CO_2 خالی نبوده بلکه سایر اسیدها چون HCl و H_2SO_4 نیز در آب وجود دارند و این خطرناک است CO_2 ، به شکل اسید کربنیک و Hc_3^- در آب وجود دارد که نقش مهمی در شیمی آب دارد زیرا عامل مهم در خوردگی است، در حالیکه کربنات در آب ایجاد رسوب می کند و عامل سختی است.

انواع آب بر اساس PH عبارتند از:

- 1- نمونه آبی دارای CO_2 آزاد نیست (اسیدی نیست) و دارای کربنات همراه یا بدون بی کربنات بوده و PH آن بیشتر از 8 است.
 - 2- نمونه آب که شامل کربنات نیست و دارای CO_2 آزاد و بی کربنات بوده و PH آن بین 4/5-8 است و اگر این آب دارای PH بیش از 4/5 باشد، پس از جوشاندن نمونه، مقدار PH آن بیش از 7 بود می توان نتیجه گرفت که تنها اسید موجود در آب CO_2 است.
 - 3- نمونه آب دارای CO_2 و سایر اسیدها است و PH آن کمتر از 4/5 است.
- اصولاً آب سختی که از زمین آهکی می گذرد PH بالا دارد.

رابطه متیل من:

بین CO_2 و CO_2 به فرم آزاد و کربناتی رابطه زیر وجود دارد که به متیل من معروف است.

$$\text{pH} = 6.82 + \log_{10} \frac{g}{f} \quad \text{CO}_2 = g \quad \text{به شکل کربناتی}$$

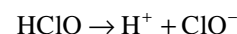
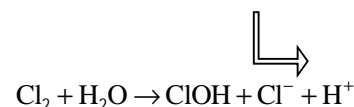
$$\text{CO}_2 = F \quad \text{به شکل آزاد}$$

شیمی کلریناسیون:

کلر ماده مهمی برای ضد عفونی آب است.

گندزدایی به معنی از بین بردن مواد آلی موجود در آب است که موجب امراض و بیماریها می شود. در این باره بیشتر از کلر که به شکل جامد، گاز، مایع در بازار وجود دارد استفاده می شود. اقتصادی ترین راه ضد عفونی آب، کلر زنی است که کلر را به صورت گاز Cl_2 و یا هیپوکلریت کلسیم $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ، یون هیپوکلرو (ClO^-) و هیپوکلریت سدیم یا آب ژاول (NaClO) که از اثر سود بر روی Cl_2 رقیق و سرد بدست می آید مصرف می کنند.

کلر و ترکیبات آن پس از ورود به آب تجزیه شده و تولید اسید هیپوکلرو (HClO) و یون هیپوکلرو (ClO^-) می کنند که روی پروتوپلاسم سلول زنده اثر گذاشته و فعل و انفعال آنزیمی آنرا از کار می اندازد.



اگر PH کمتر از 2 باشد کلر به شکل مولکولی و در PH_5 به شکل HClO و در PH_{10} به شکل (ClO^-) و PH_{5-10} به شکل مخلوطی از (ClO^-) و HClO است.

مضرات کلر: محرک پوست و مخاط و قرمزی و تورم و تاول در پوست می شود. مدت زمان ماند حداقل 2 دقیقه است.

عامل موثر در کلر زنی:

1- شرایط آب از نظر مقدار آلودگی

آبی که ضد عفونی می شود باید صاف، زلال و عاری از مواد معلق باشد. آخرین مرحله ی تصفیه آب کلر زنی است. زیرا نیتريت، سولفیت، آهن فرو و مواد آلی موجب جذب مقادیر زیادی کلر می شوند.

ترکیبات آمونیاکی سبب تاخیر کلریناسیون و در نتیجه افزایش زمان ضد عفونی کنندگی کلر می شود.

2- دما:

بالا رفتن آن سبب تشدید تاثیر کلر و کلر آمینها می شود. چنانچه در حرارت 4°C مقدار کلر مصرفی دو و سه چهار

(3و4 و 2) مرتبه بیشتر از مقداری است که در دمای 25°C برای میکروب کشی در PH 7 مورد نیاز است.

PH - 3 آب:

Hclo بیش از ClO^- خاصیت میکروب کشی دارد. اگر آب قلیایی باشد یون H^+ خنثی و قدرت میکروب کشی H^+ HClO می گردد.

لذا کلریناسیون در شرایط PH پایین نتیجه‌ی بهتری می‌دهد بطوری که در شرایط یکسان مقدار کلر لازم در محیط PH_{10} ، 150 مرتبه بیش از کلر لازم در محیط PH_5 است و در محیط PH اسیدی مقدار Hclo بیشتر است.

4- نوع و میزان باکتری:

برخی از باکتریها مقاومت بیشتری در برابر کلر دارند.

انواع کلریناسیون

1- کلرزی ساده: که در نمونه های چاه فقط به کلرزی ساده نیاز دارند.

2- کلرزی کلروآمین: آمونیاک با آب تولید منودی تری کلروآمین می‌کند که به آن کلر ترکیبی باقی مانده می‌گویند در حالیکه به ClO^- و Hclo کلر آزاد با باقی مانده می‌گویند.

3- سوپر کلریناسیون: که برای مواردی که آب دارای آلودگی زیاد است اهمیت دارد.

4- کلرزی تا نقطه شکست: اگر آب دارای آمونیاک یا مواد آلی باشد با تزریق کلر ابتدا کلروآمین به وجود می‌آید. پس از افزودن کلر به آب، کلروآمین اکسید شده و تا از بین رفتن تمام کلروآمین ادامه می‌یابد و اگر کلر پس از نقطه‌ی شکست از بین رفتن کلروآمین اضافه شود کلر باقی مانده در آب بالا می‌رود.

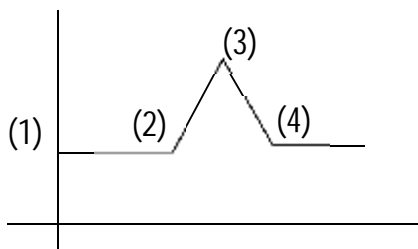
نقطه ای که از آن به بعد در آن کلرو باقی مانده بوجود می‌آید نقطه شکست و روش کلرزی را کلرزی تا نقطه شکست می‌نامند.

نکته مهم: کلروآمین $\text{PH} = 8 - 8/5$ ، دی کلروآمین $\text{PH} = 5 - 8$ ، تری کلروآمین $\text{PH} = 4 - 4/5$

منحنی نقطه شکست:

افزودن تدریجی کلر به آب آلوده باعث ترکیب کلر با عناصر معدنی و آلی موجود در آب شده و ابتدا یک نقطه Max و سپس یک نقطه Min به وجود می‌آید. یعنی کلر پس از خنثی کردن ترکیبات اضافی آب به صورت خطی زیاد می‌شود و کلر باقی مانده آزاد را تشکیل می‌دهد. نقطه max را نقطه شکست گویند. این نقطه معرف حداقل کلرزی است که باید

به آب اضافه شود. ترکیبات اضافی خنثی پس از آن کلر باقی مانده موثر آزاد به وجود می‌آید و در تصفیه آب آنقدر کلر اضافه می‌کنیم تا کلر باقی مانده آن به $0/2 \text{ PPM}$ برسد.



عوامل شیمیایی حذف کلر باقی مانده:

1- هوادهی

2- افزودن تیوسولفات سدیم

3- CO_2

4- پودر کربن فعال

عوامل فیزیکی:

مرحله اول: نابودی کلرو توسط احیا کننده

مرحله دوم: ترکیب شدن کلرو با مواد آلی

مرحله سوم: ترکیب شدن با آمونیاک و تولید کلروآمین

مرحله چهارم: نابودی کلروآمین

مقدار کلر برای تصفیه آب که عوامل بیماریزا و غیر بیماریزا را نابود می‌کند یا اختلاف کلر و کلر آزاد ترکیبی باقی مانده تحت عنوان کلر لازم گزارش می‌شود طوری محاسبه می‌شود که جزیی از آن بصورت کلر آزاد (کلر باقی مانده) در آب باقی بماند.

انواع کلر در آب تصفیه شده:

1- کلر باقی مانده آزاد مربوط به ClO^- و HClO است.

2- کلر باقی مانده ترکیبی مربوط به کلر مؤثر ترکیبی شامل کلروآمین است.

3- کلر باقی مانده که مجموع تمام موارد بالاست.

کلر قابل دسترسی: معیاری از قدرت اکسیدکنندگی محلول که بر حسب کلر بیان می شود.

روش سنجش کلر باقی مانده (آزاد ترکیبی) یدومتری - کلریمتری به طریق DPD و OTO است که کاربرد DPD بر OTO ارجحیت دارد زیرا OTO برای پوست سمی است. اگر کلر باقی مانده وجود داشته باشد رنگ ناشی از DPD و OTO به ترتیب صورتی و زرد است.

البته 10-15% کلر باقی مانده را کلر ترکیبی تشکیل می دهند.

کلر مورد نیاز تابع عوامل زیر است:

- 1- غلظت کلر
- 2- دمای آب که هرچه بیشتر باشد کلر مورد نیاز بیشتر است.
- 3- PH آب هر چه بیشتر باشد کلر مورد نیاز بیشتر است.
- 4- کیفیت شیمیایی آب مثل Fe^{2+} .
- 5- مقدار محتوی میکروبی.
- 6- کدورت و رنگ که هرچه بیشتر باشد کلر مصرفی بیشتر است.

نکته: در اثر کلرزنی یکسری ترکیبات جانبی بنام تری ها لومتان ها بوجود می آید که مهمترین آنها عبارت از: کلروفرم -

تری برمومتان - برمودی کلرومتان - دی برموکلرومتان است و حداکثر آن 0/1 میلی گرم در لیتر است و حذف آن توسط

فرآیند غشایی است و جایگزین پرمنگنات پتاسیم در پیش کلرزنی و کاربرد ClO_2 در کنترل روش مؤثر است.

حداکثر قدرت تولید آن در محیط قلیایی (pH = 9) است. کاستن ماده آلی در آب پیش از ضدعفونی با کلر باید باشد.

غلظت فنل در آب 0/001 است که روش حذف فنل از آب کاربرد ازن، زغال فعال و سوپر کلریناسیون است. هزینه‌ی

حذف آن بخاطر استفاده از نیروی برق است و با آمونیاک ترکیب نمی شوند.

ازن زنی:

یکی از راه‌های ضدعفونی آب کاربرد ازن در آب است که تغییرات pH و آمونیم در ازن زنی آب بی اثر است. کاربرد UV

در آب 1 برد الکترومغناطیس است و طول موج آن بلندتر از X و کوتاه تر از نور مرئی است که طول موج آن 210-380

نانومتر است که بروی DNA اثر می‌کند. ازن را در همان محل تهیه و استفاده می‌کنند و هزینه‌ی ازن‌زنی بسیار بالاست بخاطر استفاده از نیروی برق و با آمونیاک ترکیب نمی‌شود و تولید باقی‌مانده هم نمی‌کند.

کیفیت مواد آلی در آب (TOC) و اکسیژن موردنیاز شیمیایی (COD) برای آزمایش مقدار کل ماده‌ی آلی موجود به کار می‌روند. در حالی که اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی (BOD) یک شاخص ماده‌ی آلی قابل تجزیه موجود است. برای سنجش ماده‌ی آلی بهتر است نمونه را در 4°C نگهداری کنید. در آزمایش BOD هرگز به نمونه‌ها نگهدارنده اضافه نکنید. یکی از راه‌های نشان‌دهنده‌ی وجود مواد آلی و میکروب‌ها هوای کم‌بودن اکسیژن آب است، در حالیکه آب تمیز و پاک دارای مقدار کافی اکسیژن و عدم وجود ماده‌ی آلی است.

طریقه‌ی حذف PAH (پلی‌کربوکسیلیک هیدوکربن) به کمک زغال فعال است.

مزایای COD نسبت به BOD عبارتند از:

1- سهولت اجرای آزمایش و دریافت نتایج آن در زمان کوتاه‌تر.

2- دقت بیشتر COD نسبت به BOD.

3- مقدار آن بیشتر BOD است.

رابطه COD و BOD:

نسبت $\frac{\text{CoD}}{\text{BoD}}$ اگر از $\frac{2}{5}$ تجاوز کند امکان تجزیه آلوده‌کننده‌ها به طریق بیولوژیکی کم‌تر است. اگر این نسبت به چهار

برسد (COD بالا) امکان تصفیه بیولوژیکی فاضلاب وجود ندارد.

تعریف نالکترولیت و الکترولیت:

ماده‌ی شیمیایی که پس از ورود به آب یونیزه نشود نالکترولیت نام دارد که عمدتاً ماده‌ی آلی است و تشخیص این ماده نالکترولیت براساس سنجش BOD و COD و ازت آلی انجام می‌گیرد در حالیکه سنجش ماده‌ی معدنی از روی هدایت الکتریکی انجام می‌گیرد و از روی این عامل فقط ماده‌ی نالکترولیت محاسبه می‌شود.

COD برای پی‌بردن آلودگی آب به فاضلاب صنعتی است و BOD برای پی‌بردن به آلودگی آب به فاضلاب خانگی است. رودخانه غیرآلوده دارای BOD کوچکتر از 2ppm است. اگر نسبت جریان فاضلاب تصفیه شده‌ای به جریان

رودخانه $\frac{1}{8}$ باشد، BOD قابل قبول برای آن 20ppm است.

روش حذف مواد آلی و شیمیایی مواد:

روش حذف مواد آلی، کربن فعال، رزین آمفولتیت که به حذف آفت کش کلره کمک می‌کند؛ کاربرد اکسیدان مانند ازن است. بهتر است میزان سموم شیمیایی آفات پیش از تصفیه آب، کاهش یابد. PAH در حضور دترجنت قابلیت حل آن در آب زیاد می‌شود. اثرات سمی PCB₅ که تجمع رنگدانه در بافت بدن است.

انواع کلوئیدها:

بر 2 نوع است؛ آبدوست و آب‌گریز. از آب‌گریزها می‌توان به رس - نفت - طلا اشاره کرد و آبدوست را می‌توان به پروتئین اشاره کرد البته حذف آب‌گریزها آسانتر از آبدوست است.

حالات کلوئید:

ذرات کلوئید که فاز پراکنده حاوی ذراتی به قطر 1-100 میلی‌میکرون است که در فاز پیوسته پخش می‌شوند که به آن سل می‌گویند. اگر سوسپانسیون نمک در آب را در نظر بگیریم نمک فاز پراکنده و آب فاز پیوسته است. عموماً کلوئید یک سیستم هتروژن چند فاز است که بار منفی Zeta Potention، خاصیت پراکندن نور (به علت برابری آن با طول موج)، سطح ویژه بزرگ دارند.

نکته: کدورت میزان شفافیت آب را مشخص می‌کند و یک خاصیت ظاهری آب است.

نمونه	فاز پراکنده	فاز پیوسته	نام سیستم کلوئید
Smoke	جامد	گاز	آتروسول 1: جامد در گاز
اسپری یا Fog	مایع	گاز	2- مایع در گاز
رس در آب	جامد	مایع	ایوسولها هیدروسول (جامد در مایع)
شیشه رنگی، سنگ پا	جامد	جامد	Solisol جامد در جامد
روغن در آب چربی در شیر	مایع	مایع	امولسیون مایع در مایع
کفصابون	گاز	مایع	کف گاز در مایع
-	مایع	جامد	ژل جامد در مایع

«انواع سیستم کلوئید»

مختصری درباره‌ی بیماری‌های ناشی از آب:

1- یون F^-

کمبود F^- در آب سبب پوسیدگی دندان می‌شود که برای پیشگیری از آن غلظت فلوئور در آب شرب را به 1ppm می‌رساند (در $26^{\circ}C-21$) مقدار آن تابع دما است.

افزایش فلوئور آب موجب پیدایش خط قهوه‌ای رنگ عرضی در دندان می‌شود. میزان فلوئور در سن 0-12 سالگی که دوره کلسینه شدن دندان و استخوان است باید کنترل شود.

دو عارضه‌ی دیگر افزایش فلوئور در آب سخت لنگیدن زانو و فلسی شدن اولین مهره‌ی گردن است. مهمترین ترکیب فلوئور برای تزریق به آب آشامیدنی NaF و فلوئور سیلیکات سدیم است.

یون NO_3^-

در مناطق دارای آهن (مثل آجرکاری چاه تازه‌ساز) مواجهه با احیاء نیترات به نیتريت هستیم. گاهی نیترات سدیم در لاگون فاضلاب که کمبود اکسیژن دارد اضافه می‌شود. که نقش منبع اکسیژن اضطراری را برای برقراری مجدد رشد عادی باکترها بر عهده دارد.

منشاء نیترات در آب کود کشاورزی است. کل ازت اکسید شده شامل نیترات و نیتريت است و نیترات در زمستان بالاتر از تابستان است.

افزایش NO_3^- موجب بیماری کودک آبی می‌گردد که کودک دچار کبودی می‌شود. این بیماری در کودکان کمتر از 6 ماه رخ می‌دهد که کمبود ویتامین C سبب تشدید متهموگلوبین می‌شود.

- منشاء آرسنیک آفت کش است که حد مجاز آن 0/05 است و برای سرب 0/05 که محل تجمع آن استخوان است.

- فقدان مس موجب کم‌خونی کودکان می‌شود. و از طریق اتصالات وارد آب می‌شود. آهن مزه تلخ به آب می‌دهد.

تفاوت آب زیر زمینی و آب سطحی:

آب زیر زمینی F^- بیشتری دارد.

آب زیر زمینی Fe^{2+} و Mn^{2+} بیشتری دارد.

کدورت آب زیر زمینی کمتر است.

TDS آب زیر زمینی بیشتر است.

سختی آب زیر زمینی بیشتر است.

فرمول چند ماده شیمیایی:

CaO همان آهک زنده است.

Quick Line همان آب آهک Ca(OH)_2 است.

کالگون همان سدیم هگزا فسفات است.

Liquide Chlorine همان ClO_2 است.

ترکیبات محلول در آب: (بسیار مهم و کنکوری)

تمام نیترات‌ها انحلال پذیرند.

تمام استات‌ها انحلال پذیرند.

تمام کلرات‌ها انحلال پذیرند.

تمام کلریدها انحلال پذیرند به جز $\text{CuCl}_2 - \text{PbCl}_2 - \text{Hg}_2\text{Cl}_2 - \text{AgCl}$

- ترکیبی انحلال پذیرند که به مقدار $10 \frac{\text{gr}}{\text{L}}$ در 25°C حل شوند.

تمام برمیدها انحلال پذیرند به جز $\text{HgBr}_2 - \text{PbBr}_2 - \text{AgBr}$

- ترکیب با انحلال پذیری کم به مقدار $1-10 \frac{\text{gr}}{\text{L}}$ حل می‌شوند.

تمام یدیدها انحلال پذیرند به جز $\text{AgI} - \text{HgI}_2 - \text{PbI}_2 - \text{Hg}_2\text{I}_2$ - یدید و برمیدمس (I) - یدید و برمیدسرب

تمام سولفیدها انحلال پذیرند به جز سولفید عناصر IA و IIA - $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

تمام کربنات‌ها انحلال پذیرند به جز IA - $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

تمام سولفیت‌ها انحلال پذیرند به جز IA - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$

تمام فسفات‌ها انحلال پذیرند به جز IA - $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$

تمام هیدرواکسیدها انحلال پذیرند به جز IA - $\text{Ca(OH)}_2 - \text{Sr(OH)}_2 - \text{Ba(OH)}_2$

بی‌کربنات سدیم کم محلول است.

فلوریدها همه محلولند به جز فلوریدمس I، فلوریدجیوه I و فلوریدسرب

تمام سولفات‌ها انحلال پذیرند به جز $Ca - Sr - Ba - Pb - Hg - Ag$ که $BaSO_4$ و $PbSO_4$ نامحلول و بقیه کم‌محلولند.

میکروبیولوژی آب و فاضلاب

مختصری درباره‌ی تاریخچه‌ی پیدایش باکتریولوژی آب:

استفاده از باکتری‌ها بعنوان اندیکاتور (معرف) به آلودگی آب در سال 1880 میلادی توسط نون‌وریش بنانهاده شد. او کلبسیلا پنومونیا را به عنوان میکرو اورگانسیم نماینده آلودگی آب به وسیله انسان معرفی کرد. کمی بعد Escherich باکتری‌ای بنام اشیرشیاکلی به عنوان اندیکاتور آلودگی آب معرفی کرد. ظاهراً این شروع علم باکتریولوژی و بهداشت آب است. امروزه، به طور کلی، کلی‌فرم‌ها را اندیکاتور آلودگی آب شناخته شده‌اند.

شاخص‌های آلودگی آب:

میکرو ارگانسیم‌های بیماری‌زا که به آب وارد می‌شوند معمولاً از مواد دفع شده از روده انسان یا حیوانات هستند. برخی از باکتری‌ها بخصوص کلی‌فرم‌ها، استرپتوکوک مدفوعی و کلستریدیوم ولشای معروفند که از ارگانسیم‌های طبیعی و بی‌ضرر روده بزرگ انسان و سایر حیوانات هستند و در مدفوع وجود دارند.

بنابراین وجود آنها در آب نشان آلودگی آب به مدفوع است و وجود آنها در آب نشان است که احتمال وجود میکرو ارگانسیم‌های بیماری‌زا نیز در آب وجود دارد. مزایای شناسایی کلی‌فرم‌ها عبارتند از:

- 1- عده‌ای که لاکتوز را به سرعت تخمیر می‌کند. نظیر اشیرشیاکلی، کلبسیلا، اریوباکترورایوژنز.
 - 2- عده‌ای که لاکتوز را بکندی تخمیر می‌کنند نظیر سرانیا، هافینا، آریزمرنا، پرویدسیانا و شیروباکتر.
 - 3- عده‌ای که لاکتوز را تخمیر نمی‌کند نظیر شیگلا، سالمونلا و پروتئوس.
- گونه‌های مشخص و معروف آن اشیرشیاکلی و آنروباکتر آئروژنز است که اشیرشیاکلی در روده انسان، حیوانات و دومی به روی گیاهان یافت می‌گردد. و وجود آنها در آب نشان جدید آلودگی آب با مدفوع است.

ویژگی‌های اشیرشیاکلی:

- باسیل گرم منفی و بدون اسپور است.
- عدم توانایی در تخمیر ساکاروز، دارای توانایی تخمیر گلوکز، لاکتوز، مالتوز، آرابینوز و مانیتول است.
- برخی از آنها بدون کپسول و برخی دیگر میکروکپسول دارند.

- به دلیل داشتن فلوژل متحرکند.
 - مولد گاز آندول.
 - لاکتوز فرمنت بوده و آن را به شدت تخمیر می‌کند.
 - سه نوع آنتی‌ژن دارند، آنتی‌ژن O یا آنتی‌ژن سوماتیک که پیکر باکتری است، آنتی‌ژن K کپسولی و آنتی‌ژن H یا آنتی‌ژن فلوژل.
 - در نوزادان تولید گاستروآنتریت کلی باسیلی و در بزرگسالان همراه با استافیلو کوک‌ها تولید گلودرد در انسان می‌کند.
 - همچنین در بزرگسالان عفونت مجاری ادراری، عفونت آپاندیسی، صفاق کیسه صفرا را موجب می‌شود.
 - باکشت روی محیط Endo ایجاد کلنی قرمز با جلای طلائی، قرمز تیره و صورتی با مرکز تیره را می‌کند.
- تشخیص درجه آلودگی با توجه به تعداد اشرشیاکلی در آب عبارتند از:**

- 1- آلودگی شدید، بیش از 10000 باکتری در لیتر.
 - 2- آلوده، 1000 باکتری در لیتر.
 - 3- آلودگی کم، 100 باکتری در لیتر.
 - 4- آلودگی رضایت‌بخش، 10 باکتری در لیتر.
 - 5- قابل شرب، 3 و کمتر در یک لیتر.
- درجه آلودگی آب توسط کلی تیترا (Coli-Titer) و اندکس کلی (Coli-Index) بیان می‌شود.
- کلی تیترا عبارت بود از کوچکترین حجم آب برحسب میلی‌لیتر که شامل یک اشرشیاکلی است. اندکس کلی شامل اشرشیاکلی در 1000 میلی‌لیتر آب است. بر طبق استاندارد روسیه مقدار اندکس کلی در آب شرب نباید بیشتر از 3 و مقدار کلی تیترا نباید کم‌تر از 300 باشد.

میزان کلی‌فرم در طی بارندگی افزایش می‌یابد.

نمونه‌برداری از آب برای آزمایشات میکروبی:

از نظر نمونه‌برداری آنها به 3 نوع تقسیم می‌شوند:

- 1- آب شیر سیستم توزیع
- 2- آب منبع یا مخزن (رودخانه - دریاچه)

3- آب چاه

1- نمونه برداری از شیر یا خروجی تلمبه:

- 1) خروجی شیر را به کمک پنبه‌ی آغشته به الکل در مجاورت شعله تمیز کنید.
- 2) شیرآب را 1 تا 2 دقیقه باز کنید و اجازه دهید آب خارج شود.
- 3) شیر را به کمک شعله یک پنبه‌ی الکی مشتعل با یک مشعل گازی به مدت یک دقیقه استریل کنید.
- 4) شیر را به مدت 1 تا 2 دقیقه باز کنید تا با سرعت متوسط آب خارج شود.
- 5) گره نخ‌ی که بر روی کاغذ کاهی محافظ درب بطری پیچیده شده را باز کنید و درب بطری را بردارید.
- 6) درحالی‌که درب بطری و پوشش محافظ آن را رو به پائین نگهداری می‌کنید بطری را فوراً زیر جریان آب بگیرید و پر کنید. قسمتی از فضای بالای بطری را $1/3$ سانتی‌متر خالی بگذارید (درمجاورت شعله)
- 7) درب بطری را بگذارید و کاغذ کاهی را محافظ آن قرار داده و با نخ ببندید.
- 8) پس از نمونه‌برداری روی ظرف نمونه‌برداری مشخصات زیر که روی برچسب قبلاً نوشته شده است را بچسبانید. نظیر مکان، زمان نمونه‌برداری، نام نمونه‌بردار، تاریخ نمونه‌برداری و کلر باقی‌مانده.

2- نمونه‌برداری از منابع یا مخزن آب:

- 1) درب بطری استریل را به روشی که در بخش بالا گفته شد، بردارید.
 - 2) قسمت پایین بطری را بگیرید و آن را تا عمق 20 سانتی‌متر در آب پایین ببرید. دهانه بطری باید بطرف جریان آب باشد.
- درب بطری را مانند روش پیش بگذارید.

نکات مهم:

3- نمونه‌برداری از چاه:

- 1) با یک قطعه نخ سنگ را به یک بطری نمونه‌برداری متصل کنید و بطری را به نخ وصل کنید.
- 2) نخ تمیز بطول 20cm را بدور یک تکه چوب پیچیده شده را به نخ بطری گره بزنید.
- 3) بطری را در چاه فرو ببرید، به گونه‌ای که با دیواره چاه تماس پیدا نکند.
- 4) بطری را در آب چاه غوطه‌ور کنید و تا حد ممکن پایین ببرید و آن را پر کنید.

- (5) بطری را در آب با پیچیدن نخ بدور تکه چوب بالا آورید.
 - (6) کاغذ کاهی را روی آن قرار دهید.
 - (7) در آن را طبق روش قبل بگذارید.
- 1- باید توجه کرد که نمونه‌های اخذ شده را در فلاسک و مجاورت یخ در حرارت 4°C در اسرع وقت (کمتر از 6 ساعت) به آزمایشگاه منتقل شوند.
 - 2- چنانچه آب برای آزمایش کلرینه باشد بایستی به ازای 120cc از نمونه مقدار 0/1cc (2 قطره) از محلول 20% تیوسولفات سدیم به شیشه‌ها اضافه شود و سپس استریل شوند.
 - 3- برای نمونه‌برداری از شیشه‌های در سمباده‌ای استفاده می‌شود که پس از شستشو و خشک کردن یک نوار کاهی بین گردن شیشه و درب سمباده‌ای آن قرار داده و به مدت 2 ساعت در حرارت 160°C در اتو خشک قرار داده و استریل می‌کنیم.

وسایل موردنیاز برای آزمایش‌های میکروبی:

- 1- وسایل موردنیاز برای نمونه‌برداری:
 - بطری نمونه‌برداری دارای درب به حجم 120 سی‌سی و استریل
 - پنبه
 - الکل
 - فلاسک یخ
 - برچسب
 - کبریت
 - گیره
 - کیت کلرسنجی
- 2- وسایل موردنیاز برای آزمایش‌های میکروبی:
 - فیلیدوپلاتین: سیم درجه 24-26 (به طول 10-7/5 cm) و از جنس پلاتینیوم، ایریدیوم یا نیکل کروم که قطر انتهای آن 3-4 میلی‌متر است.

- کوره هوای داغ برای استریل کردن پی‌پت و بطری نمونه‌برداری
 - اتوکلاو برای استریل کردن محیط‌های کشت
 - بن‌ماری
 - تراز و برای توزین کردن محیط‌های کشت
 - دستگاه آب مقطرگیری
 - پی‌پت‌های 10 - 1 - 0/1 سانتی‌متر مکعب که دهانه‌های آن با پنبه مسدود شده است. این پی‌پت‌ها بطور جداگانه در ظرف قابل استریل نگهداری می‌شوند.
 - مشعل گاز و پایه
 - لوله‌های آزمایش و لوله‌های دوره‌ام، لام و لامل
 - میکروسکوپ با بزرگ‌نمایی 900
 - جا لوله‌ای
 - ارلن
 - کلنی کانت و پلیت
 - هیتر همراه با مگنت
- 3- محیط‌های کشت موردنیاز برای آزمایش‌های میکروبی:
- (1) لاکتوز برات (5) Escherichia Coli Broth (EC)
 - (2) (EMB) (6) MRVP
 - (3) آب پیتون (7) آمیل الکل واتیل الکل
 - (4) سیمون سیترات دوسدیم (8) اسید کلریدریک غلیظ
- محیط‌های کشت دیگر شامل:
- متیل رد - سود
 - آلفا نفتل - پارادی‌متیل آمینو بنزآلدئید
 - نوترین آگار

4- تهیه محیط کشت:

- 1) مقدار مشخص شده از محیط کشت خشک (حدود $26\% - 13\%$ لاکتوز برات و سایر محیط‌های کشت را در آب مقطر حل کنید و سپس آن را روی هیتر - مگنت‌دار - حرارت دهید تا رنگ آن شفاف شود.
- 2) حدود 10 سی‌سی از هر کدام از محیط‌های کشت (با دقت بالا و دقت نصف) را بین لوله‌های آزمایش که دارای دورهام هستند توزیع کرده و درب آن را ببندید.
- 3) در اتوکلاو با دمای 115°C به مدت 13-15 دقیقه در فشار 15Psi استریل نمایید.
- 4) محیط‌های کشت را دور از آفتاب و نور در محل خنک نگهداری کنید.

آزمایشات باکتریولوژیکی آب برای کلی‌فرم‌ها:

1- شمارش کلیه میکروب‌ها:

با این آزمایش می‌توان تعداد میکروب‌های هوازی، بی‌هوازی و بی‌هوازی اختیاری را در آب تعیین کرد. چون تاکنون محیط کشتی ساخته نشده است که کلیه میکروب‌ها بتوانند در آن رشد کنند، این آزمایش تعداد میکروب‌ها را کمتر از آنچه که واقعیت دارد نشان می‌دهد. برای این آزمایش از محیط کشت نوترین آگار 23% استفاده می‌شود.

مراحل عمل

- 1- شیشه محتوی نمونه را بطوری واژگون حرکت دهید و سپس 1ml آن را در پلیت و در مجاورت شعله بریزید.
- 2- 20 سی‌سی از محیط نوترین آگار کاملاً مذاب که در بن‌ماری به حرارت 50°C رسیده را در کنار شعله به پلیت می‌افزایید.
- 3- به مدت 8-10 دقیقه حرکتی به شکل 8 به پلیت می‌دهیم تا آب با نوترین آگار مخلوط شود.
- 4- پس از بستن نوترین آگار، پلیت را واژگون نموده و در اندیکاتور $25 \pm 0/5^{\circ}\text{C}$ قرار دهید.
- 5- پس از 48 ساعت کلنی‌ها را به کمک کلنی‌کانت بشمارید. شمارش کلنی‌ها تا 20 دقیقه پس از خروج از اتو بایستی انجام گیرد و اگر فرصت نبود تا حداکثر 24 ساعت در یخچال نگهداری کنید.

2- روش چند لوله‌ای

این روش به نام MPN (Most Probably Number) معروف است و برای شمارش کلی‌فرم‌ها استفاده می‌شود که شامل 3 مرحله است:

آ- آزمایش احتمالی:

محیط کشت به کار رفته لاکتوز برات است (با دو دقت $13 \frac{\text{CFU}}{\text{lit}}$ و 26) در این مرحله می‌توان از روش کشت 5 لوله‌ای یا 15 لوله‌ای به ترتیب در آب‌های تمیز (آبی که 95% از نظر کلی فرم منفی باشد) و آب آلوده استفاده کرد. اصول کار در آب‌های غیر آلوده و تمیز چنین است.

- 1) کاغذ روی درب بطری محتوی نمونه را باز کنید. (درمجاورت شعله)
- 2) در حالیکه درب بطری در جای خود قرار دارد بطری را محکم تکان دهید تا باکتری‌ها یکسان در آب منتشر شوند.
- 3) درب شیشه را برداشته و روی شعله، قسمت بیرونی آن را استریل کنید.
- 4) با یک پی‌پت استریل 10cc از نمونه را داخل 5 لوله محتوی 10 ml لاکتوز برات $26 \frac{\text{CFU}}{\text{lit}}$ بریزید.
- 5) لوله‌ها را تکان داده و به مدت 24 ساعت در انکیباتور $35-37^{\circ}\text{C}$ قرار دهید
- 6) پس از 24 ساعت لوله‌ها را از نظر تشکیل گاز در لوله دورهام مشاهده کنید.
- 7) تعداد لوله‌های مثبت پس از 24 ساعت را در جدول یادداشت کنید.
- 8) لوله‌های منفی را برای 24 ساعت دیگر در انکیباتور قرار دهید. پس از این مدت دوباره لوله‌ها را برای تولید گاز در لوله دور هام بررسی کنید.
- 9) نکته: تولید گاز در لوله دورهام در پایان 24 ساعت یا 48 ساعت احتمالاً به خاطر وجود کلی فرم در نمونه است

اصول کار در آبهای آلوده بشرح زیر است:

- 1- سر ردیف 5 تایی لوله آزمایش را در یک جالوله‌ای قرار دهید. لوله‌های ردیف اول حاوی 10 سی‌سی محیط کشت لاکتوز برای با غلظت دو برابر ($26 \frac{\text{CFU}}{\text{L}}$) می‌باشند و حال آنکه لوله‌های ردیف دوم و سوم حاوی 10cc از لاکتوز برات با غلظت معمولی ($13 \frac{\text{CFU}}{\text{L}}$) می‌باشند.
- 2- با پی‌پت استریل در ردیف اول تا سوم به ترتیب 10، 1، 0/1 سانتی‌متر مکعب از آب نمونه برداری را بریزید.
- 3- پس از تکان دادن ملایم لوله‌ها برای اختلاط کامل، جالوله‌ای محتوی 15 لوله را به مدت 24 ساعت در انکیباتور $35-37^{\circ}\text{C}$ قرار دهید و سایر مراحل را تکرار کنید.
- 4- برای تعیین MPN در باره‌ی روش 5 لوله‌ای و 15 لوله‌ای از جدول 5-15 MPN لوله استفاده کنید.

$$\text{MPN} = \frac{\text{تعداد لوله‌های مثبت} \times 100}{\sqrt{\text{میلی لیتر نمونه منفی} \times \text{میلی لیتر کل نمونه}}}$$

مثال: در نمونه آب کشت داده شده اگر تعداد لوله‌های مثبت در ردیف 10 - 1 - 0/1 به ترتیب 3 و 2 و 1 باشند، MPN را با توجه به فرمول توماس در دو حالت تخمیر 9 لوله‌ای و 15 لوله محاسبه کنید.

$$MPN = \frac{5 \times 100}{\sqrt{55/5 \times 33/4}}$$

لوله‌های مثبت	لوله‌های منفی
2	$3 \times 10 = 30$
2	$3 \times 1 = 3$
1	$4 \times 0/1 = 0/4$
	$33/4$

روش 9 لوله را باید از جدول بخوانیم.

جدول 9 لوله‌ای:

MPN	3 لوله محتوی 0/1 ml از نمونه	3 لوله محتوی 1 ml از نمونه	3 لوله محتوی 10 ml از نمونه
<3	0	0	0
3	1	0	0
3	0	1	0
4	0	0	1
7	1	0	1
7	0	1	1
11	1	1	1
11	0	2	1
9	0	0	2
14	1	0	2

جدول 5 لوله‌ای:

MPN	تعداد لوله‌هایی که مثبت بوده‌اند (از 5 لوله که محتوی 10 میلی‌لیتر نمونه بوده‌اند)
0	0
2/2	1
5/1	2
9/2	3
16	4
غیر قابل تعیین	5

ب: آزمایش تأییدی (Confirm test)

در مرحله کشت احتمالی به علت اینکه برخی از باکتری‌های غیر کلی‌فرم ممکن است بر روی محیط لاکتوز برات رشد کنند برای تأییدی وجود کلی‌فرم از محیط کشت برلیان گرین لاکتوز برات (B.G.B) استفاده می‌کنیم. این محیط کشت به علت داشتن ماده صفراوی از رشد میکروب‌های غیر کلی‌فرمی جلوگیری می‌کند.

1- لوپ را روی شعله بگیرید تا سرخ شود. سپس لوله‌های مثبت از مرحله کشت احتمالی را بردارید و پس از گرفتن روی شعله، لوپ را روی آن کنید. (به ازای لوله مثبت از کشت احتمالی یک لوله دارای BGB بگذارید) و صبر کنید تا سرد شود.

2- لوپ را تا انتهای لوله کشت احتمالی مثبت فرو ببرید. سپس یک حلقه به قطر 3mm در محیط برلیان گرین ببرید. (این عمل را دو بار تکرار کنید) تمام این عملیات در مجاورت شعله انجام می‌گیرند.

1- لوله‌های BGB کشت داده شده را به مدت 48 ساعت در انکیباتور $35-37^{\circ}\text{C}$ بگذارید.

- برای تأیید آلودگی مدفوعی آب از محیط کشت E C استفاده می‌کنیم. از لوله‌های مثبت در مرحله کشت احتمالی به وسیله لوپ برداشت کرده و بر روی محیط E C می‌بریم و در بن‌ماری به مدت 24 ساعت در حرارت $44 \pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد بگذارید. اگر در پایان 24 ساعت در لوله گاز مشاهده شد، وجود کلی‌فرم‌های مدفوعی تأیید می‌شود. اندیکاتور آلودگی مدفوعی آب اشرشیاکلی است. آب‌هایی قابل شرب هستند که در هیچ‌کدام از آنها از 100ml نمونه‌های کلی‌فرم مدفوعی وجود نداشته باشد.

پ- آزمایش تکمیلی: (Complete test)

لوله‌های مثبت در مرحله کشت تأییدی (BGB) را به روی ائوزین متیلن بلو آگار (EMB) برده و در انکیباتور $35 \pm 0/5^\circ\text{C}$ به مدت 24 ساعت بطور وارونه بگذارید. پس از 24 ساعت کلنی‌های کلی‌فرم به صورت مشخص با یا بدون جلای فلزی و یا بطور غیر مشخص کدر غیرهسته‌ای لزج یا مخاطی با رنگ صورتی رشد می‌کنند. از کلنی‌های مشخص کلی‌فرم‌های تشکیل شده EMB بر روی لاکتوز برات و نیز بر روی نوترین آگار خوابیده (Nutrien Agar) می‌بریم و به مدت 24 ساعت در انکیباتور 35°C قرار دهید. پس از 24 ساعت (از روی نوترین آگار خوابیده یا لاکتوز برات) لام میکروسکوپی تهیه کنید و رنگ آمیزی گرم انجام دهید. (میکروپهای میله‌ای شکل گرم منفی و فاقد اسپور کلی‌فرم هستند که تأیید آزمایش مرحله تکمیلی است.

د- تست‌های افتراقی:

افتراق و جداکردن گروه‌های کلی‌فرم براساس 4 تست زیر است:

- | | |
|------------------|---------------------|
| (I) تست آندل | (3) وس پرسکوئر (Vi) |
| (2) متیل رد (MR) | (4) سدیم سیترات (C) |

که مجموع این چهار تست IMViC معروف است. برای انجام تست از محیط نوترین آگار خوابیده مثبت استفاده می‌کنیم:

1- تست آندول:

آنتروباکتری‌بایسه‌هایی که قادرند از اسید آمینه ضروری تریپتوفان موجود در ساختمان پپتین را مورد استفاده قرار دهیم و گاز آندول تولید کنند. به عبارت دیگر از تریپتوفان برات بعنوان محیط کشت استفاده شده است.

راجنت کواکس (ارلیخ):

برای تهیه تریپتوفان برات 10 گرم آن را در یک لیتر حل می‌کنیم. 5 gr پارادی آمینو بنزالدئید را در 75 گرم ایزوامیل الکل حل کنید و 25cc اسید کلریدریک غلیظ به آن اضافه کنید. این محلول باید زرد باشد و باید در شیشه‌های قهوه‌ای و در یخچال نگهداری شود.

بین معرف کواکس و ارلیخ تفاوتی وجود ندارد جز آنکه در کواکس امیل الکل و ارلیخ اتیل الکل به کار می‌رود.

طرز عمل:

به 5 سی سی محیط استریل شده آب پپتونه یک لوپ از محیط نوترین آگار خوابیده کشت دهید و به مدت 24 ساعت در دمای $35 \pm 0/5$ درجه سانتی گراد در انکیباتور بگذارید. پس از مدتی 0/2 تا 0/3 میلی لیتر از محلول را جنت کواکس (ارلیخ) بریزید پس از 15 دقیقه رنگ قرمز در سطح محلول امیل الکل نشان دهنده تست مثبت اندول است و عدم تغییر رنگ نشان دهنده منفی بودن تست و رنگ نارنجی احتمالاً وجود اسکاتل را نشان می دهد.

2- تست متیل رد:

این تست برای پی بردن به شدت اسیدینه حاصل از متابولیسم آبگوشت فسفات و گلوکز است. رنگ محیط متیل رد زرد است و رنگ قرمز دال بر مثبت بودن آزمایش است.

- نکته: تست MR عکس VP جواب می دهد.

راجنت متیل رد:

0/1 gr متیل رد را در 300 cc الکل اتیلیک 95% حل کنید و حجم را به کمک آب مقطر به 500cc برسانید.

طرز عمل:

به 5 سی سی محیط MR.VP استریل شده یک لوپ میکروب از محیط نوترین آگار کشت داده و پس از مخلوط کردن به مدت 5 روز در حرارت 35°C قرار داده و سپس 5 قطره معرف بریزید.

3- تست وس پرسکوئر:

هرگاه آئروباکتر ائروژنز را روی آبگوشتی که فسفات و گلوکز داشته باشند، به کارند، ماده ای به نام استیل متیل کربی نول به وجود می آید. حال اگر به محیط کشت، یک میلی لیتر محلول پتاس 40% بیافزاییم، این ماده در مجاورت هوا اکسید شده و به ماده ی دیگری به نام دی استیل تبدیل می شود که با یکی از مشتقات پتین ترکیب و رنگ قرمزی به وجود می آورد. رنگ محیط VP زرد است.

-دی استیل ماده حد واسطه ای است که برای تولید بوتیلن گولیکول از گلوکز تشکیل می شود.

راجنت هیدرواکسید پتاسیم:

4 gr پتاس را در 100cc آب مقطر حل کنید.

طرز عمل:

به 5 سی سی محیط MR.VP استریل شده یک لوپ میکروب از محیط نوترین آگار خوابیده کشت داده به مدت 24 ساعت در دمای 35°C سپس 3cc آلفانوقتل و 1cc هیدرواکسیدپتاسیم را به روی آن بریزید. تبدیل تدریجی رنگ صورتی به قرمز خونی در مدت 15-60 دقیقه جواب مثبت خواهد بود.

3- تست سدیم سترات:

محیط جامد پپتین دار سیمون سترات شیب دار سبز است و در صورت تغییر رنگ سبز به آبی، نشان مثبت بودن تست است. به عبارت دیگر اشرشیاکلی نمی تواند سترات دو سدیم را تجزیه کند و آن را به مصرف تغذیه خود برساند. در صورتی که ائروباکتر آئروژنز قادر به این عمل است.

طرز عمل:

از محیط خوابیده نوترین آگار با انس بدون لوپ میکروب را برداشته و به طور عمیق و سطحی روی محیط سیمون سترات کشت می دهیم و 24 ساعت در دمای $35 \pm 0/5$ در انکیباتور می گذاریم. رشد میکروب به روی محیط کشت همراه با رنگ آبی جواب مثبت تلقی می شود.

ویژگی های باکتریولوژی آب:

- 1- در هیچ نمونه آبی اشرشیاکلی وجود نداشته باشد.
- 2- اگر آب کلرزی می شود هیچ نمونه ای نباید دارای کلر فرم باشد و در دونمونه برداری پشت سر هم نباید کلی فرم وجود داشته باشد.
- 3- اگر آب کلرزی نمی شود، حداکثر 10 کلی فرم در 100c نمونه قابل قبول است.
- 4- در دو نمونه برداری متوالی نباید کلی فرم مشاهده شود. اگر نمونه مثبت شود، پیشنهاد انجام مجدد نمونه برداری داده شود.

شناسنامه‌ی اشرشیاکلی و آئروباکتر آئروژنز:

سیمون سیترات	وس پرسکوئر	متیل زرد	آندول (I)	ارگانسیم
-	-	+	+	اشرشیاکلی
+	+	-	-	آئروباکتر آئروژنز

رنگ آمیزی:

سیر آزمایشات آلوده بودن به مدفوع انسان:

1- استرپتوکوکوس فیکالیس که جزء گروه استرپتوکوک آلفا همولیتیک از گروه D است و وجود آن در آب به دلیل آلودگی آب بامدفع است. استرپتوکوک دیگر بنام بتا همولیتیک از گروه A است که موجب آئزین چرکی می‌شود.

2- نسبت کلستریوم ولشای که یکی از باکتری‌های اسپوردار گرم منفی است و کشت آن در محیط شیر تورنسل دار تولید تخمیر طولانی می‌کند و مؤید آلودگی مدفوعی قدیمی است.

بعبارت دیگر وجود این ارگانسیم‌ها در آب نشانه آلودگی آب به مدفوع است. تعداد استرپتوکوک در مدفوع انسان کمتر از

$$\frac{1}{10} \text{ اورگانسیم‌های کلی فرمی (عدد } 10000 \text{) است. اگر چه در خاک نیز دیده می‌شوند.}$$

تحقیق بر روی استرپتوکوک‌ها بعنوان مکمل سایر آزمایشات می‌تواند موقعیت میکروبی آنها (بخصوص دریاچه و رودخانه) را روشن کند. مطالعه آنها همراه کلی فرم می‌تواند اطلاعاتی درباره منبع آلودگی بما بدهند.

باتوجه به این نکته که خارج از محل طبیعی زندگی (روده‌ها) مدت زیادی نمی‌تواند زنده بماند حضور آن در آب نمایانگر آلودگی از منبع بسیار نزدیک است. نسبتی بین کلی فرم و استرپتوکوک‌ها وجود دارد.

$$\frac{F_c}{F_s} = \frac{\text{Fecial ColiForm}}{\text{Fecial Sterptococci}}$$

که اطلاعاتی درباره منبع آلودگی به ما می‌دهد. اگر عدد بیش از 4/1 باشد نمایانگر فضولات انسانی و اگر کمتر از 0/7

باشد، نمایانگر منبع آلودگی بغیر انسان است و اعداد بین 0/7-4/1 معمولاً نمایانگر آلودگی مخلوط انسان و حیوان است.

ریشه رنگی جسم رنگ کننده را ریشه کروموژن گویند. ریشه های اسیدی و بازی را اگزوکرم می نامند. رنگی که پس از یونیزه شدن بار مثبت دارد و با سلول های pH اسیدی که بار منفی دارند، ترکیب می شوند را بازیگ گویند. یعنی رنگ دارای ریشه قلیایی کلروره و سولفات می باشد مثل کلریدرات تترامتیل تیونین (بلورومتیلن). رنگهای اسیدی که بار منفی دارند و با مواد قلیایی سلول ترکیب می شوند بیش تر ملح قلیایی هستند مانند ائوزینات سدیم (ائوزین) علت رنگ شدن اجزاء سلولی عبارتند از کاپیلاریته، اسمز، اکسید و احیاء و ترکیب اسید و باز. مکانیسم رنگ آمیزی این است که دیوویوله در سیتوپلاسم ترکیبی می دهد که می تواند از پرده سیتوپلاسمی گرم منفی خارج شود و در نتیجه با الکل شسته می شود ولی نمی تواند از پرده سیتوپلاسمی گرم مثبت ها عبور کند. ترکیب ریبونو کلمات دو منیزیم در جسم میکروب گرم مثبت وجود دارد که رنگ را به خود جذب می کند. در رنگ آمیزی گرم پرده سیتوپلاسمی دخالت دارد.

مراحل رنگ آمیزی

- 1- ماده را به شکل ورقه نازک و شیشه ای پهن می کنند (prelevement)
- 2- تیغه را حرارت دهید تا جسم میکروب بر اثر انعقاد به سطح شیشه بچسبد (Fixation)
- 3- پس از سرد کردن محلول منفی ویوله دوزانسیان بریزید و یک تا دو دقیقه صبر کنید و با آب بشویید.
- 4- با چند قطره لوگل بشویید (نیم دقیقه)
- 5- با آب بشویید سپس آنرا با محلول الکل استن بشویید و فوراً با آب بشویید.
- 6- رنگ فوشین یا سافرائین ریخته یک دقیقه صبر کنید.
- 7- لام را شسته و خشک کنید.
- 8- با عدسی شیء ایمازیسیون روغنی میکروبها را نگاه کنید برخی رنگ بنفش ویوله دوزانسیان را حفظ کرده اند و بنفش رنگ هستند (گرم مثبت ها) و برخی دیگر رنگ بنفش را در اثر محلول الکل و استون از دست داده و رنگ قرمز فوشین یا زرد سافرائین را گرفته اند (گرم منفی ها)

طرز تهیه ویوله دوزانسیون:

محلول (I) شامل 2gr کریستال اگزالات آمونیوم 90% خالص در 20cc اتیل الکل 95% محلول (II) 0/8gr اگزالات آمونیوم یک آبه در 80cc آب مقطر.

محلول یک و دو را مخلوط کرده و از کاغذ صافی عبور دهید و پس از 24 ساعت استفاده کنید.

طرز تهیه لوگل:

یک گرم کریستال ید + دو گرم یدور پتاسیم را در 300cc آب مقطر حل کنید.

طرز تهیه الکل - استن:

یک قسمت الکل اتیلیک 95% و یک قسمت استون را مخلوط کنید.

طرز تهیه فوشین و سافرائین:

فوشین بازی یک 0/5gr را در 100cc آب مقطر حل کنید.

2/5 gr سافرائین را در 100cc الکل اتیلیک 95% حل کنید.

10MI از این محلول را برداشته و 100cc آب مقطر اضافه کنید.

تشخیص آنتروباکتریاسه از یکدیگر:

قند (گلوکز)	قند ساکاروز	ژلاتین	قند(لاکتوز)	آندل	ارگانیسرها
+	+	-	+	-	آئروژنز کلبسیلا
+	+	+	+	-	کلوآکه
+	-	-	-	+	پاراکلی
+	-	-	-	-	سالمونلا

- سالمونلا قند گلوکز را تخمیر می کند ولی ساکاروز و لاکتوز را تخمیر نمی کند و آندول آن نیز منفی است.

- در پاراکلی آندل مثبت بوده و قند گلوکز را تخمیر می کند.

جدول تشخیص کلی باسیل و کلبسلا:

اورگانیسرها	محیط آئروژین متیل بلو	محیط سیم حرکت	محیط اوره آزا	محیط سیمون سیترات
کلی باسیل	ایجاد کلنی با جلدی فلزی	++	-	-
کلبسیلا	ایجاد کلنی بدون جلدی فلزی (موکوئید)	---	+/-	+

- کلبسیلا از نظر آزمون سیمون سیترات مثبت بوده و حرکت نمی کند.
- کلی باسیل که سیمون سیترات آن منفی است و اوره آزا آن منفی است.

طبقه بندی آب های آشامیدنی از نظر آلودگی آبها:

کلی فرم در 100 میلی لیتر	کلی فرم در 100ml	
0-20	0-50	آلودگی باکتریایی که از راه ضد عفونی کردن برطرف شود آلودگی باکتریایی که نیاز به روش های پی در پی ضد عفونی دارد آلودگی زیاد آب که باروش های تصفیه پرخرج برطرف می شود. آلودگی خیلی بالای آب که غیر قابل قبول می باشد
20-2000	50-5000	
2000-20000	5000-50000	
بیش از 20000	بیش از 50000	

حد استاندارد تعداد کلی فرم برای تعادل بدن با آب برای مصارف تفریحی حدود 200 کلی فرم مدفوعی است.

کیفیت باکتریولوژیک آب آشامیدنی:

در هر گرم مدفوع حدود 50 میلیون کلی فرم وجود دارد. فاضلاب خانگی تصفیه نشده، حاوی بیش از 3 میلیون کلی فرم در صد میلی لیتر می باشد.

کلی فرم مدفوعی در آب های سطحی مشخص کننده آلودگی آن توسط یک یا ترکیبی سه منبع فضولات انسانی، حیوانی و ناشی از خاک است.

کیفیت باکتریولوژیک آب آشامیدنی:

میزان رهنمود	ارگانیسم‌ها
نباید در هر 100ml نمونه قابل تشخیص باشد	- زمانی که تمام آب برای آشامیدن به کار می‌رود اشرشیاکلی یا کلی‌فرم‌های مقاوم در برابر حرارت
نباید در هر 100ml نمونه قابل تشخیص باشد	آب تصفیه‌شده ورودی به سیستم توزیع اشرشیاکلی یا کلی‌فرم مقاوم در برابر حرارت کل باکتری‌های کلی‌فرم

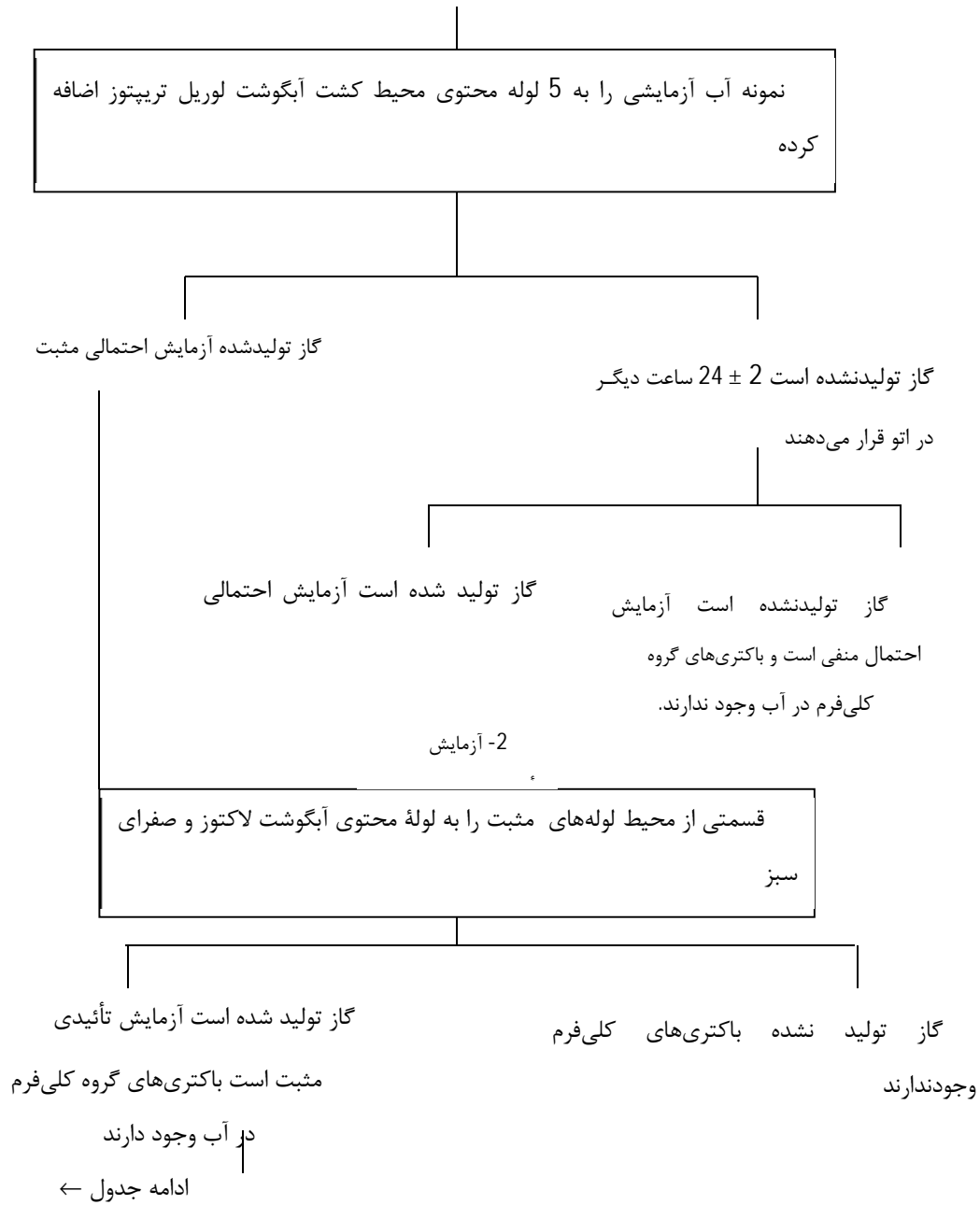
آب تصفیه نشده نباید وارد سیستم توزیع شود. کلی فرم مدفوعی صفر و غیرمدفوعی 3 باید باشد

اورآزا	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
H ₂ S	-	-	-	+	++	-	-	+	+	+
گلوکز فرمنت	+	-	-	+	+	+	++	++	+	-
گلوکز	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
(C)	-	-	-	+	-	++	++	++	++	-
(VP)	-	-	-	-	-	+	-	-	++	-
MR	+	-	+	+	+	++	+	+	+	+
I	+	+	++	-	-	++	-	+	-	-

Organism	لاکتوز	مولیسیتی
Escherichia (E. Coli)	+	±
Shigella Sannei	?	-
Shigella dysenterie	-	-
Salmonella enteritidis	-	+
Salmonella Cholersuis	-	+
Kle bsiella Pheuioniae	+	-
Kle bsiella ozaenae	±	-
Proteus Volgaris	-	+
Proteus mirabilis	-	+
Salmnella Tefe	-	+

خلاصه آزمایش تشخیص گروه کلی فرم‌ها به روش تخمیر در لوله‌های چندگانه:

1- آزمایش احتمالی



3- آزمایش تکمیلی

قسمتی از محیط کشت لوله‌های مثبت را به بشقاب محتوی (EMB) آگار منتقل و مدت 24 ± 2 ساعت در اتوکلد و $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ قرار می‌دهند

<p>قسمت کوچکی از کلی فرم محیط EMB را به لوله محتوی محیط کشت آگار خوابیده و آبگوشت لوریل تریپتوز منتقل و به ترتیب 24 ± 2 ساعت در اتو $35 \pm 0.5^\circ\text{C}$ قرار می‌دهند و پس در حرارت آزمایشگاه قرار می‌دهند.</p>	<p>گاز تولید نشده است کوکسی‌های قرمز رنگ یا باکتری‌های میله‌ای آبی رنگ رشد می‌نمایند. آزمایش تکمیلی منفی است.</p>
---	---

گار تولید شده است باکتری‌های میله‌ای بدون اسپور قرمز رنگ
آزمایش تکمیلی مثبت است

میکروبیولوژی آب و فاضلاب

مقدمه:

میکروب‌شناسی محیط تنها با میکروب‌های موجود در آب و خاک سر و کار دارد و به 2 شاخه تقسیم می‌شوند یکی مربوط به تصفیه و سالم‌سازی آب آشامیدنی و دیگری در تصفیه‌ی فاضلاب. میکروب‌شناسی آب بیشتر در برای تهیه آب سالم برای مصرف کنندگان است. کار عمومی این قسمت آزمایشگاه آب از نظر باکتری‌های بیماری‌زا و تعیین روش ضدعفونی آب برای لوله‌ها و خوردگی لوله‌ها الک‌ها و اکتینومیسیت‌ها که مسئول ایجاد بو و مزه آبهای آشامیدنی سطحی می‌شود. میکروبیولوژیست باید توانایی پیش‌بینی مسائل را داشته باشد که توسط میکروب‌ها به وجود می‌آید و آنها را دفع کند. میکروب‌های اکسید کننده آهن و میکروب‌های تولید کننده لجن لزج و چسبناک ممکن است باعث انسداد صافی شنی و لوله آب شوند. متخصص آب و فاضلاب هم با میکروب‌های آب و خاک سر و کار دارد و توجه اندکی به میکروب‌های بیماری‌زا می‌کند و بیشتر توجه او معطوف به میکروب‌های تجزیه کننده‌ی مواد آلی است.

تعریف سلول و انواع آن:

واحد هر موجود گیاهی یا حیوانی سلول نام دارد که به دو دسته پروکاریوت و اوکاریوت تقسیم می‌شوند. سلول پروکاریوت شامل سلول باکتری‌ها و الگ سبز آبی می‌شوند و سلول یوکاریوت که هسته مشخص دارند و هسته آنها نیز غشاء مشخص دارد شامل کلیه سلول‌های موجودات به استثناء باکتری‌ها و الگ‌های سبز آبی می‌باشند. سلول ویروس‌ها را آکاریوت می‌گویند. نام دیگر الگ سبز آبی، سیانوباکتری‌ها یا فوتوباکتری است.

اوکاریوت	پروکاریوت	اجزاء
+	-	لیزوزیوم
+	-	جسم کلژی
+	-	شیکه آندوپلاسمی
+	-	واکونل ذخیره ساز
+	-	کلروپلاست
+	-	میتو کندری
+	-	هیستون همراه با کروموزوم
هسته به وسیله‌ی غشاء محدود است	-	ناحیه محدود به غشاء
3 و بیشتر	1	تعداد کروموزوم

میکروب یک کلمه یونانی است و از دو کلمه میکرو به معنی کوچک و بیوز به معنی حیات یا زندگی تشکیل شده است. لون هوک اولین مخترع میکروسکوپ در سال 1676 این موجودات را به دو دسته زیر تقسیم کرد:

پروتوزوئرها	} موجودات حیوانی	قارچهای پست (مخموکپک)	} موجودات گیاهی
روتیفرها		انگلهای تک سلولی	
کرسیتاسه ها		ویروسها باکتریها	

نقش میکروبها در طبیعت:

میکروب در طبیعت دارای یک نقش سه بعدی است که شامل نقش میکروب در انتقال یا تغییر و تبدیل مواد (Transformation)، نقش میکروب در بوجود آوردن امراض (Patagen) و نقش میکروب در تولید ماده غذایی و ماده بیولوژیک مورد نیاز بدن برای تولید انرژی کاربرد دارد.

باکتریها

1- تعریف باکتری:

باکتری موجودی است تک یاخته ای که از طبقه سلولهای نباتی و حیوانی به شمار می آید. لون هوک در سال 1683 برای اولین بار توسط میکروسکوپ شکل ظاهری باکتری را رسم کرد.

ملاک های منفی و مثبت برای تعریف باکتریها:

- 1- هسته: باکتری دارای هسته‌ی حقیقی نیست و به جای آن جسم کروماتینی دارد.
- 2- حفره: باکتری حفره ندارد.
- 3- کلروپلاست: پیگمان‌های فتوسنتتیک باکتری بر خلاف الگها در اجزاء کلروپلاست نیستند و در سیتوپلاسم پراکنده اند.
- 4- جریانهای سیتوپلاسمی: در باکتری جریانهای سیتوپلاسمی مشاهده نمی‌شود.

5- دی آمینوپیمیلیک اسید: وجود آن در پوسته خارجی باکتریها ثابت شده است. این اسید در پوسته خارجی هیچ میکروارگانیسمی دیده نشده است. ویژگی میکروگانسیم نباتی دارا بودن پوسته جامد و حیوانی قابلیت تحرک آن است.

2- مرفولوژی:

باکتری به اشکال مختلف دیده می‌شود:

1- **میله‌ای (Rod) یا (Bacilli):** برخی از باسیل‌ها کمی خمیده و با قدرت تحرک زیاد هستند که تحت عنوان کوکوباسیل نامیده شده و بنام ویبریو خوانده می‌شوند.

2- **گرد (Coccus) شامل:** دیپلوکوکوس، استرپتوکوک (زنجیرهای)، تتراکوک (چهار تایی) و هشت تایی سارسین.

3- **اسپیرال:** به دو گروه اسپریل (مارپیچ) و اسپروکت (فتری شکل) تقسیم می‌شوند. از بین اسپریل‌ها می‌توان به اسپریل مینوس و از بین اسپروکت‌ها از بورلیا (تب راجعه) تریونما (سیفلیس) و لپتوسپیرا نام برد. باکتری‌های میله‌ای بزرگترین نوع میکروبها محسوب می‌شوند. تمام میکروبهای میله‌ای شکل بدون اسپور را باکتری گویند. میکروبیایی را که می‌توانند تولید اسپور کنند باسیل گویند.

3- تغذیه باکتری:

باکتری‌ها دارای اندام گوارشی خاصی نیستند و مواد غذایی از راه جذب اسمزی با عبور از خلل و فرج غشاء وارد سلول باکتری می‌شوند.

اتوتروفها: گروهی از باکتری‌ها که کربن خود را از CO_2 و کربنات‌ها تامین می‌کنند را گویند که خود به دو گروه تقسیم می‌شوند:

آ: آنهایی که انرژی خود را از نور خورشید جذب می‌کنند. به این دسته فتوسنتتیک گویند.

ب: آنهایی که انرژی خود را از اکسیداسیون مواد غیر آلی بدست می‌آورند به این دسته شیمیوسنتتیک گویند.

دسته‌ی آ شامل باکتری‌های ارغوانی و سبز گوگردی و دسته (ب) شامل باکتری‌های آهن، باکتری‌های از ته (Nitrifying) باکتری‌های بیرنگ گوگردی می‌شوند. در باکتری‌های آهن نسبت آهن اکسید شده به کربن جذب شده از CO_2 ، 500 به 1 است. اگر آبی شامل آهن دو ظرفیتی باشد و سرعت آب کم باشد باعث تشکیل جرم در لوله‌ها می‌شود که بنام پدیده Red water معروف است.

هتروتروفها: کربن خود را از مواد آلی تامین می‌کنند که شامل باکتری‌های عامل فساد و تخمیر کننده‌ها می‌شوند.

4- آناتومی باکتری:

1- **کپسول:** مشخص کردن آن توسط رنگهای بازی مانند مرکب چین و نیگروزین انجام می‌گیرد و شامل مواد زیر است:

پلی ساکارید - پلی پیتید با وزن مولکولی زیاد، گلوتامیک اسید و سلولز

2- **پوسته:** پوسته باکتری شامل پوسته خارجی (Cellwall) و دیگری پوسته داخلی یا پرده سیتوپلاسمی می‌شود. **پوسته خارجی:** ضخامت پوسته در باکتریها متفاوت است. مثلا در استافیلوکوکوس اورئوس حدود 20-15 میلی میکرون بوده و 20% وزن خشک باکتری را تشکیل می‌دهد. این پوسته موجب مشخص شدن فرم باکتری می‌شود و از ترکیدن (تورژانس) و یا جمع شدن (پلاسمولیز) آن در اثر اختلاف فشار اسمزی باکتری با محیط اطراف جلوگیری می‌کند و از باکتری محافظت می‌کند. پوسته‌ی خارجی شامل مواد زیر است:

پروتئین، پلی ساکارید، لیپید، پیملیک اسید.

در باکتریهای گرم مثبت مقدار موکوپلی ساکارید و در باکتریهای گرم منفی مقدار لیپو پروتئین بالا است. ترکیب پیملیک اسید و مورامیک در باکتری و جلبک سبز و آبی وجود دارد.

پرده سیتوپلاسمی: در زیر سل وال قرار دارد و از لیپوپروتئین تشکیل شده است و دارای خاصیت نفوذ پذیری انتخابی است که به برخی مواد اجازه عبور می‌دهد و مواد دفعی نظیر اگزوتوکسین و دیاستازها از این پرده عبور می‌کنند. این پرده به آسانی رنگ بازیک را به خود می‌گیرد. خاصیت گرم مثبت بودن باکتریها نیز به نحوی با این پرده ارتباط دارد. مایکوپلازما در غشاء سیتوپلاسمی استرول مانند کلسترول دارد. غشاء سلولی به مواد لیپوفیل اجازه ورود به سلول را می‌دهد (حتی اگر درشت باشند) در حالیکه به هیدروفیل اگر ریز باشند، اجازه ورود نمی‌دهد.

در غشاء سیتوپلاسمی لیپوپلی ساکارید دولایه در وسط و طرفین آن پروتئین است.

3- **پرتوپلاست:** مجموعه سیتوپلاسم و هسته را پرتوپلاست گویند.

4- **سیتوپلاسم:** شامل غشاء سیتوپلاسمی و سیتوپلاسم یا پرتوپلاسم می‌گردد. دارای اجسام زیر است:

ماده قندی (پلی ساکارید)، گلیکوژن (ماده ذخیره غذایی)، دانه کروماتوفور که حاوی پیگمانهای فتوسنتیک می‌باشد، دانه های گوگردی، دانه های چربی، دانه های ولوتین (حاوی متافسفات که نکلو پروتئین واقعی است، ریبونوکلیک اسید، میتو کندری، ریبوزوم و لیزوزوم سیتوپلاسم عاری از واکوئل است.

ضریب سدیمان ریبوزوم کامل 70s است. متا کروماتیک در کورینه باکتریوم و مایکو باکتریوم وتوبرکولین یافت می‌شود. در کلستریدیوم دانه گلوکان (گرانولوز) وجود دارد.

گرانولوم لیپیدی، خاص با سیلوس و پسودموناس است.

گرانولوم گوگردی، خاص تیوباسیلوس است.

تفاوت پروتوپلاسم هسته (کاریوپلاسم) و پرتوپلاسم سلول (سیتوپلاسم) وجود کروماتین است.

5- هسته: باکتری، فاقد هسته‌ی حقیقی است و در عوض دارای جسم کروماتینی می‌باشند که در آن ریبونوکلیک اسید و داکسی ریبونوکلیک یافت می‌گردد. این اجسام کروماتینی توسط رنگ فلگن مشخص می‌شوند. در داکسی ریبونوکلیک اسید غشایی بنام نوکلئوپلاسم و داخل آن جسم کروی نوکلئول وجود دارد که کروماتین دارد.

6- آندوسپور: فرم مقاوم باکتری که در شرایط مساعد می‌تواند به شکل فرم رویشی یا vegetative در آید را آندوسپور گویند. آندوسپور در اتوکلاو (دمای 120-140 درجه سانتی گراد) نابود می‌شود و نسبت به دمای انجماد، گرمای خشک و سموم شیمیایی مقاوم است. اسید دی پی کولینیک موجود در اسپورها را در اشکال رویشی وجود ندارد.

5- تاژک: عامل تحرک در باکتری تارهایی بنام تاژک یا فلاژل است که از سیتوپلاسم ریشه می‌گیرند. ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی آن پروتئین و میوزین است. به عبارت دیگر پروتئین فلاژلین ساخته شده است. منبع پادتن هاش در تاژک می‌باشد.

طرز قرار گرفتن تاژک روی باکتری چهار نوع است:

1- مونوتریشوس یا یگانه قطبی مانند ویبریوکلا

2- آمفوتریشوس یا دوگانه قطبی مانند باسیلوس مگاتریم

3- پرتیشوس با تمام برای مانند سالمونلاتیمی

4- لوفوتریشوس یک دسته فلاژل در انتهای سلول مانند پseudonas سیانوزن Atriche که تاژک ندارد.

گاهی در باکتری اجسامی دیده می‌شود که شباهت بسیاری به تاژک دارند و به آنها ساقه (stalk) گویند که از رسوب املاح فروبه فریک بوجود می‌آیند. باکتری که کپسول دارد تاژک ندارد.

باکتری قلیا دوست از انرژی موجود در گرادیان Na^+ برای حرکت استفاده می‌کند و حرکت چرخشی باکتری به علت جریان پروتئین درون سلول آن است.

6- تکثیر:

تولید مثل باکتری‌ها به روش تقسیم سلولی (scissiparite) می‌باشد و این تولید شکاف بر خلاف پروتوزوئرها عرضی است. تکثیر جنسی در باکتری اشرشیا کلی مشاهده می‌شود که به شکل تبادل ژنتیکی و و ماده کروماتین بین دو

باکتری صورت میگیرد که باکتری گیرنده را، receptor و باکتری دهنده را، donor گویند. سایر روش ها عبارتند از شاخه دوانیدن، کونیدی، اشکال ديه نيس وال (در باکتری گرم منفی)

7- تغییرات در باکتری:

- 1- پلئومورفیزم: تغییرات کوچکی در باکتری بوجود می آید که به آن پلئومورفیزم گویند.
- 2- انولوسیون: کم شدن مواد غذایی و ترشحات متابولیکی باکتری در محیط کشت باعث می شود که باکتری پیر شود. این نوع تغییر برگشت پذیر است.
- 3- انعطافی: این تغییرات بیش تر تغییرات انعطافی آنزیمی می باشند.
- 3- ناگهانی (موتاسیون): این تغییرات اغلب تغییرات ارثی می باشند و شامل تغییرات مرفولوژیک، آناتومیک و فیزیولوژیک می شود.
- 8- طبقه بندی باکتری: تفاوت باکتری با الک های سبز آبی در وجود تاژک در باکتری و فقدان کلروفیل در وجود دی آمینوپیمپلیک اسید است.

جدول - ترتیب نام گذاری باکتری (E.coli)

گیاهی	سلسله	Kingdom
تالوفیتها	شاخه	Division
شیزومیستها	رده	Class
اوباکتریالها	راسته (به آل ختم می شود)	Order
اوباکترینه	زیرراسته (به اینه ختم می شود)	Suborder
انتروباکتریاسه	خانواده (به آسه ختم می شود)	Family
اشرشیا	قبیله (به اوئیده ختم می شود)	Tribe
اشرشیا-آئروباکتر	جنس (به ایپا ختم می شود)	Genus
اشرشیاکلی	گونه (به آ ختم می شود)	Species

بر طبق قرارداد کنگره بین المللی میکروبیولوژی، میکروبوها به وسیله دو نام لاتین مشخص می شوند. نام اصلی که با حرف بزرگ شروع می شود مشخص کننده ی جنس و نام دوم که با حرف کوچک شروع می شود مربوط به گونه آن است.

باکتریهای غیر حقیقی به چند گروه تقسیم می شوند:

- 1- اکتینومیست ها چون غشاء هسته ندارند از باکتریها محسوب می شوند.

2- باکتریهای آهن دارای الیاف (Filamentous): شیزومیست که اتوتروف بوده و می‌توانند توسط اکسید کربن، آهن فرو را به آهن فریک، تبدیل نموده و انرژی خود را برای فیکسه کردن CO₂ تأمین کند. مانند فروباسیلوس فرواکسیدانس.

3- باکتری گوگرد دارای الیاف: این گروه اتوتروف شیمیو سنتتیک هستند و با اکسید کردن H₂S، انرژی لازم برای گرفتن کربن دی اکسید را تأمین می‌کنند.

4- باکتری مخاطی که بدون پوسته‌ی خارجی است و شامل سلولیتیک (روی سلولز زیست می‌کند) و باکتریولیتیک (روی سایر اورگانیزم ها زیست می‌کند) می‌شود.

5- اسپیرولیک ها فاقد تاژک است.

6- باکتری جوانه دار

7- ریکیستا

جدول مقایسه ترکیبات سل وال در باکتری های گرم مثبت و گرم منفی

نوع باکتری	لیپیداها	پروتئین	پلی ساکراید	مورثین	حساسیت به پنی سیلین
گرم منفی	10-23%	+	20-60%	1%	نیمه حساس
گرم مثبت	1-2%	-	20-40%	40-50%	کاملا حساس

از نظر تولید اسپور، اصولا باکتری گرم منفی اسپور تولید می‌کند.

از نظر تولید سم، باکتری گرم مثبت سم بیرونی و باکتری گرم منفی سم درونی تولید می‌کند.

باکتری گرم مثبت بیشتر موکوپیتید و باکتری گرم منفی بیشتر لیپو پروتئین دارند.

گرم منفی	گرم مثبت	خصوصیت
لیپوپروتئین	موکوپیتید	سل وال
-	+	نمک منیزوم اسید نوکلئیک
4 تا 5	2 تا 3	نقطه ایزوالکتریک
-	+	حساسیت به تری فنیل متان
-	+	حساسیت به پنی سیلین ویدولیزوزیم و دتر جنت
+	-	حساسیت به استرپتومیسس
-	+ و -	اسید دوزیستان
-	+	متفاوت به تغییرات مکانیکی

نمونه ای در اسیدوفاست ، مایکو باکتریوم توپر کولین (عامل بیماری سل) است.

ویروسها

اصولا میکروارگانسیم‌هایی را که نمی‌توان با میکروسکوپ معمولی دید اولترا میکروب گویند. مانند باکتریو فاژها و ویروسها.

ویروسها تنها به وسیله‌ی میکروسکوپ الکترونی قابل رویت هستند و انگل اجباری ریز تلقی می‌شوند.

ویروسها ذراتی هستند که شامل پروتئین و گاهی لیپید، اسید نوکلئیک (DNA یا RNA) بوده و بدون ساختمان سلولی معمولی هستند. ویروس ها کوچک‌ترین میکروارگانسیم‌هایی هستند که به آسانی از خلل و فرج صافی بیولوژیکی عبور می‌کنند. با گذشت زمان ویروس‌هایی کشف شدند که به عنوان عامل بیماری در انسان ، حیوان و گیاهان شناخته شدند. آبله، آبله مرغان، هاری، آنسفالیت، پولیو، یرقان عامل ویروسی دارند.

اگر این ویروسها در محل سردی باشند فعالیت آنها به مدت دو سال حفظ می‌شود. اثر گذزداها روی ویروسها یکسان نیست. ویروسها در تماس با نور خورشید از بین می‌روند. ویروسها توانایی تغییر پذیری داشته و این ویژگی را به نسل خود منتقل می‌کنند.

ویژگی اختصاصی ویروسهای بیماریزا این است که تنها می‌توانند در داخل سلول میزبان زنده رشد و تکثیر نمایند. در واقع در محیط غذایی مصنوعی قادر به رشد نیستند. بنابراین ویروسها دارای عمل متابولیسم مستقل نمی‌باشند و از آنزیم حیوانات زنده و سلولهای گیاهی استفاده می‌کنند. سنتز شیمیایی در یک سلول زنده که شامل متابولیسم مداوم اسیدهای آمینه ، اسیدهای نوکلئیک ، کربوهیدراتها و لیپیدهای پروتوپلاسم است برای برآوردن نیازهای رشد و زندگی ویروسها ضروری می‌باشد.

1- مرفولوژی ویروس:

از نظر ساختمانی اشکال مختلفی دارند که در این میان شکل کروی بیشتر دیده می‌شود. ویروسها دارای ساختمان هندسی منظم هستند. سایر اشکال عبارتند از فنی، چند وجهی و یا ترکیبی (T-even). به ویروسی که باکتری را آلوده می‌کند باکتریوفاژ گویند.

2- آناتومی:

ژنوم DNA یا RNA ویروس توسط پوسته ای از جنس پروتئین به نام کپسید احاطه شده است. کپسید از مجموعه پلی پپتیدها بنام کپسومر تشکیل می شود. در برخی از ویروسها پوسته و کپسید با غشاء لیپیدی بنام اینولوپ پوشش می شود و اینولوپ ویروس ها با ترکیبات هالوژنه از بین می روند.

یک ویروس کامل را ویرون می گویند. فاقد ریبوزوم و میتو کندری و توانایی تولید انرژی و سنتز پروتئین است و قابل کریستالیزاسیون است و معمولا دارای تقارن 20 وجهی اند.

3- کشت ویروس ها

ویروسها را در داخل بافت زنده کشت میدهند. مانند حیوانات آزمایشگاهی.

4- اساس طبقه بندی ویروس ها

نوع اسید نوکلئیک، اندازه، مرفولوژی حساسیت به عوامل شیمیایی و فیزیکی، ایمونولوژیکی، روش های طبیعی انتقال، پاتولوژی و ایجاد بیماری، وجود آنزیم های اختصاصی بخصوص DNA و RNA.

تفاوت ویروس ها و سایر موجودات:

1- پیکر ویروس تنها یک اسید نوکلئیک DNA یا RNA دارد.

2- پیکر ویروس تنها از اسید نوکلئیک خود آنها تولید می شود.

3- در ویروس، تقسیم دوتایی صورت نمی گیرد.

4- ویروس از یاخته میزبان استفاده می کند.

5- گروه های اصلی ویروس های جانوری:

1- **بوکس ویروس:** دارای DNA و بیرون غلافدار (envelope) و تقارن مارپیچی هستند. ویروس های این گروه مولد بیماری آبله در انسان و برخی از پرندگان هستند که بزرگترین ویروس از نظر اندازه است که حتی با میکروسکوپ نوری نیز دیده می شود. ویروس معمولا دارای تقارن 20 وجهی است.

2- **میکسو ویروس:** دارای RNA و بیرون به وسیله ی غلافی احاطه شده و تقارن مارپیچی دارند. ویروس های این گروه مولد بیماری آنفلوآنزا هستند.

3- **پارامیکسو ویروس:** مولد بیماری مانند سرخک، اوریون، پارانفلوآنزا، نیوکاسل هستند.

- 4- **هرپس ویروس:** دارای DNA و ویرون غلافدار هستند و تقارن مکعبی با 162 کپسومر دارند. ویروسهای این گروه بیماریهایی مانند زونا، تبخال و آبله مرغان ایجاد می‌کنند.
- هرپس ویروس انسانی شامل هرپس سمپلکس 1 و 2 (ضایعات دهانی و تناسلی) ، واریسلا ، زوستر (زونا ، آبله مرغان) است.
- 5- **آدنوویروس:** دارای DNA و بدون غلافند و بیماری در دستگاه تنفسی ایجاد می‌کنند و دارای ژنوم DNA دو رشته ای است. آدنوویروس ایجاد تومور در نوزاد می‌کند.
- 6- **رئوویروس:** مولد بیماری در دستگاه تنفسی بوده و دارای RNA و بدون غلافند که شامل رئووروتاویروس هستند. گاستروانتریت روتاویروس دو ویژگی دارد. شیوع فصلی و انتشار در گروه سنی خاص.
- 7- **اربوویروس:** غلاف دارد و مولد برخی بیماریها مانند تب زرد هستند .
- 8- **پیکورناویروس:** دارای RNA و ویرون بدون غلاف است . این گروه مولد بیمار بهای مانند پولیو کودکان هستند . شامل پیکوویروس (دارای RNA یک رشته ای است) . اکوویروس ، کوکساکسی ، انتروویروس و هپاتیت A
- 9- **پاپوواویروس:** دارای DNA دو رشته‌ایی و بدون غلافند . مولد زگیل در انسان هستند (پاپیلوماویروس) که در استخر شنا دیده می‌شود . ویروس مقاوم به اثر و دارای DNA حلقوی رشته ای است .
- 10- **رابدوویروس:** دارای RNA و غلافند و تقارن مارپیچی دارند . این ویروس ها عامل بیماریهایی نظیر هاری هستند.
- 11- **هپادنا ویروس:** حاوی لیپید است و ایجاد هپاتیت حاد و مزمن می‌کند که همراه با سرطان کبد است.
- 12- **پیکودنا ویروس:** دارای DNA و بدون غلافند.
- 13- **لوکیماویروس:** دارای RNA و غلافند.
- 14- **کلسی ویریده:** شامل هپاتیت E و نورواک ویروس (ساختمان مدور کوچک و دارای RNA) که هپاتیت E عامل ایجاد هپاتیت در مناطق استوایی شناخته می‌شود و ویروس هپاتیت به گرما مقاوم است و فرد مبتلا به هپاتیت باید از مصرف الکل خودداری کند و میرایی در نوع هپاتیت B آن بیشتر است. روش پیشگیری، از جوشاندن سوزن در 100 درجه سانتیگراد به مدت 5 دقیقه یا اتوکلاو 120 درجه به مدت 30 دقیقه است.

6- طبقه بندی ویروس ها:

کمیته بین المللی رده بندی و نامگذاری ویروس ها ، در سال 1965 از روش دو اسمی لاتینی برای نام گذاری استفاده کرد . لذا ویروس ها را در شاخه ای به نام ویرا جا داده اند . ویروس تبخال بنام علمی هرپس ویروس هومینی سس از خانواده ((هرپه ویریده)) راسته ((پیلوویرال)) رده ((دزو کسی کوبیکا)) زیر شاخه ((دزوکسی ویرا)) و شاخه ویرا است.

پروتوزوئرها:

1- تعریف:

پروتوزوئرها ارگانسیم های تک یاخته ای هستند که بسیاری از فعالیت های حیوانات پریاخته را از خود نشان می دهند. این ارگانسیم ها صدها بار بزرگتر از باکتری ها می باشند مانند حیوانات دارای پوسته جامد، ولی نرم و قابل انعطاف هستند . غشاء خارجی آنها نسبتاً ترد و شکننده است . معمولاً پوسته آنها شامل کیتین یا ترکیبات مشابه بوده ولی سلولز ندارد . پروتوزوئرها دارای هسته و سیتوپلاسم هستند. سیتوپلاسم دارای واکوئل می باشند. واکوئل غذایی نقش عمده را بازی می کند و سایر واکوئلها مواد ناشی از متابولیسم مانند CO_2 را جمع کرده و سپس دفع می نمایند. سیتوپلاسم نیز دارای دانه های ذخیره غذایی بوده و در جایی که پروتوزوئرها احساس کمبود نمایند استفاده می شوند. پروتوزوئرها به کمک اکسیژن محلول در آب تنفس می کنند.

پروتوزوئرها نسبت به نور، گرما، مواد شیمیایی مختلف، نیروی شتاب ثقل و الکتریسیته حساس هستند. غذا می تواند از هر نقطه وارد سیتوپلاسم شده و یا از یک نقطه وارد سیتوپلاسم شود. بیش تر پروتوزوئرها هالوزوئیک هستند و از ذرات درشت غذایی جامد تغذیه می کنند.

پروتوزوئرها در آب رودخانه ها ، استخرها ، دریاچه ها، اقیانوسها، لجن و در مدفوع یافت می شوند.

پروتوزوئرها عامل فعال در تثبیت مواد آلی در شرایط طبیعی و غیر طبیعی تصفیه فاضلاب هستند.

اما باید دانست که برخی از آنها عامل بیماریهای انسانی و حیوانی هستند.

تولید مثل آنها از راه تقسیم دو تایی است. در ماستیگوفورا در برای طولی و در اینفوزوریا (مژکداران) تقسیم عرضی صورت می گیرد. برخی از آنها به روش جنسی تولید مثل می کنند. روش دیگر تولید مثل آنها به روش جوانه زدن می باشد. در شرایط نامساعد برخی از آنها، کیست تشکیل می دهند که می تواند ارگانسیم را در برابر عوامل نامساعد محیطی حفظ کند.

کیست آمیب رودهای برای سه تا چهار ماه قادر به حیات است. در میان پروتوزوئرها انواع میکرو ارگانیسم های بیماریزا نیز یافت می شوند. مانند عامل ما لاریا و عامل دیسانتری آمیبی .

لجن فعال و لایه بیولوژیکی شامل سارکودینا، ماستیگوفورا، اینفوزوریای مژه دار و اینفوزوریای مکنده (ساکتوریا) است. پروتوزوئرها، میکروارگانیسم های تک سلولی غیر فتوسنتز بوده که بیشتر آنها متحرک اند و برای حرکت نیاز به مژک و تاژک و حرکت آمیبی دارند. بیش تر آنها هتروتروف هوازی هستند و تعداد کمی از آنها بی هوازی اند. باکتری به عنوان منبع انرژی تغذیه می کند و با مصرف باکتری و ذرات آلی به عنوان زلال کننده پساب حاصل از فرایند تصفیه فاضلاب نام می برند.

شکل ثابت بوده و شکل تخم مرغ دراز و کروی است و در برخی، شکل بر حسب محیط زندگی تغییر می کند. تک یاخته دارای زندگی آزاد، مستقل، همزیستی و انگلی است که نوع زندگی آزاد در سطح آب شیرین و دریا شناور است. در حالی که نوع کومنسال یا همزیست برای زندگی نیاز به موجود دیگر دارد و زندگی هر دو آنها نیاز به هم دارد و نمونه نوع انگلی آن آنتا مپیا هیستولیتیکا است. تغذیه تک یاخته از باکتری، مخمر انگل و سایر تک یاخته ها است. برخی از آنها شکل کلنی زندگی می کنند. برخی از آنها از ماده آلی پوسیده یا جلبک تک سلولی تغذیه می کنند و لذا بیشتر آنها در نقطه ای که گیاه آبی و جلبک دارد وجود دارند.

بهتر است نمونه جمع آوری شده در ظروف شیشه ای بزرگ نگهداری شده و در کف آن به میزان کافی ماده آلی و خاک و گل افزود. نمونه را از تغییر دما و نور مستقیم خورشید دور نگه دارید و در مدت 12 ساعت باید آزمون شوند و آنها را روی محیط کشت آگار رشد می دهند.

2-انواع پروتوزوئرها:

آ-سارکودینا:

شاخص این دسته آمیب است که در آبهای آلوده یا روی شن زندگی می کنند. بدون آمیب از یک سیتوپلاسم نیمه مایع، توام با یک هسته کوچک حبابی تشکیل شده است. آمیب توسط پاهای کاذب که در قسمتهای مختلف بدن موقتاً ایجاد می شوند، حرکت می نماید که به این نوع حرکت، حرکت آمیبی می گویند. همچنین از پای کاذب برای گرفتن غذا استفاده می کنند.

حرکت آمیبی یک صفت ذاتی پروتوپلاسم است. حرکات بدنی آمیب که پseudopodia) نام دارد باعث حرکت و جذب غذا می‌شود. غذا توسط واکوئل غذایی گوارش می‌شود و مواد ناشی از متابولیسم و آب اضافی از راه واکوئل منقبض شونده، دفع می‌شود.

آمیب تشکیل کیست نیز می‌دهد.

جنس های آنتامبیا هیستولیتیکا (اسهال آمیبی) هارتمنلا ونگریا (عامل مننگو آنسفالیت) بیماریزا هستند. آمیب نرم و قابل انعطاف و شکل نامنظم دارد و سایر تک‌یاخته‌ها و باکتری ها تغذیه می‌کند و تکثیر آن شکل تقسیم دو تایی است.

ب- ماستیگوفورا (تاژکداران):

این دسته شامل اینفوزوریای شفاف و فلاژله‌دار و انواع رنگین آنها مثل اوگلنا می‌باشد. فلاژل عامل حرکت تک‌یاخته می‌باشد. به عنوان مثال در انتهای بدن اویکوموناس یک تورفتگی به چشم می‌خورد که شبیه لب است. در طرف دیگر بدن پدیکول (پایک) دیده می‌شود از این راه خود را به جسم جامد می‌چسباند. این ویروس تاژکدار غذا را از طریق آبی که وارد بدنش می‌شود به دست آورده و مورد استفاده قرار می‌دهد. جنس تریکوموناس بیماریزا است. به طور کلی تاژکداران را به دو گروه تقسیم می‌کنند:

دارای کروفیل و بدون کروفیل که یوگلنا و آستاسیا در دسته دارای کروفیل قرار دارند .

اوگلنا:

اوگلنا مانند آمیب معمولی در آبهای راکد مثل استخر یافت می‌شوند . بدن آنها کشیده است . غشاء سیتوپلاسمی آنها ضخیم است . در اوگلنا فلاژله ای که از سیتوپلاسم منشعب می‌شود تا حدودی باعث حرکت آن می‌شود. سیتوپلاسم اوگلنا شامل یک هسته و بیش از 20 کلروپلاست سبز بیضوی بوده که باعث رنگ سبز در اوگلنا می‌شوند. کلروپلاست ها شامل کروفیل می‌باشند .

اوگلنا در نور رفتار گیاهی و در تاریکی رفتار حیوانی از خود بروز می‌دهد . مواد ناشی از متابولیسم ساده تکثیر و آب اضافی از طریق واکوئل های منقبض شونده از بدن دفع می‌شوند.

اوگلنا از راه تقسیم ساده تکثیر یافته و قادر به تشکیل کیست نیز است.

پ- بادو:

توسط دو فلاژل حرکت می‌کند که یکی آن را مستقیماً به طرف جلو و دیگری آن را به عقب می‌راند .

ت - ترپوموناس:

بدن پهن و موجی دارد . در انتهای بدن یک دهان و چهار فلاژل دیده می‌شود . این موجود دارای دو هسته دوکی شکل و یک واکوئل منقبض شونده می‌باشد.

ث - سیلیات‌ها (مژه‌داران):

شاخص این گروه اینفوژوریای مژه‌دار است. از مشخصات آنها می‌توان به اشکال متنوع آنها، نظم و ترتیب در قرارگرفتن مژه‌ها، روش بدست آمدن غذا اشاره کرد. بسیاری از اینفوژوریاها پارازیت انسان، حیوانات و ماهی‌ها هستند. نمونه آن پارامیسیوم کائوداتوم بوده که در فاضلاب زندگی می‌کند. پارامیسیوم شکل ثابتی دارد زیرا لایه سیتوپلاسم آن ضخیم است.

پارامیسیوم در یک انتهای بدن دارای دهانی همراه با یک لوله نای مانند است به طوری که غذا توسط مژه‌های بزرگ اطراف دهان به جلو رانده می‌شود. غذا از طریق نای وارد واکوئل غذایی شده در آنجا گوارش یافته و سپس مصرف می‌شود. واکوئل‌های منقبض شونده مواد ناشی از متابولیسم را جمع‌آوری و دفع می‌کنند. پارامیسیوم از طریق جنسی و تقسیم ساده تکثیر می‌یابد.

تنها مژه دار بیماری‌زایی انسان بالانتیدیوم کلی است.

حرکت سیلیات‌ها توسط مژک صورت می‌گیرد. مژه اجزای مو مانندی است که از غشاء سلول خارج می‌شود و علاوه بر حرکت، برای گرفتن مواد غذایی جامد کاربرد دارد. به دو نوع شناور و چسبیده تقسیم می‌شود که نوع شناور آزاد آن پس از باکتریها موجب غالب حوض هوادهی است.

نمونه سیلیات‌ها شناور پارامیسی است که در تصفیه فاضلاب مهم است. سیلیات‌ها نوع چسبیده نسبت به شناور به غذای کمتری برای تامین انرژی نیاز دارد. روتیلا سیلیات‌ها چسبیده است که در فرآیند لجن فعال مهم است.

ج - ساکتوریا:

اینفوژوریای مکنده ای است که در محیط قادر به حرکت نمی‌باشد اما به وسیله پاهای غیر قابل انقباض خود به گیاهان، حلزون ها و فلوکهای لجن می‌چسبد. بدن آنها از یک لایه نازک پوشیده شده است. بسیاری از آنها دارای پوسته‌ی ضخیم هستند. تولید مثل آنها از راه جوانه زدن و در حالت‌های نادر از راه تقسیم صورت می‌گیرد.

ساکتوریا فاقد دهان بوده و شاخک حسی دارد که مایعات را می‌مکد. ساکتوریا بیش‌تر از اینفوژوریای مژه دار تغذیه می‌کند؛ اما گاهی از جلبکها و بقایای گیاهی نیز استفاده می‌کند. یکی از گونه‌های اینفوژوریا به دلیل اینکه غذا را از راه رسوب مواد معلق بدست می‌آورد رسوب کننده نامیده می‌شود. اینفوژوریا دارای مژه هایی بوده که غذا به راحتی توسط آنها مصرف می‌شود. مژه ها اندام حرکتی هستند که به یک عضو گیرنده غذایی تبدیل شده اند.

ساکتوریا دارای بازوی بلند است و از آن برای گرفتن تک‌یاخته‌های دیگر و کشیدن سم به داخل بدن خود استفاده می‌کند. در اول زندگی مژک دارند و در بلوغ بازو را از دست می‌دهند.

چ- روتیفرها:

از موجودات شاخص قلمروی حیوانی بوده که بدن آنها از یک لایه شفاف پوشیده شده است. اما دارای پوسته سفت و محکم هستند. روتیفرها به کمک زوائد و غده هایی که مواد چسبناکی را ترشح می‌کنند، خودشان را به ماده غذایی می‌چسبانند. سیستم گوارش شامل دهانی است که به یک نای عضلانی منتهی می‌شود و نیز دارای سیستم جویدن غذا، مری و معده هستند که معده به روده باریکی منتهی شده که مرتبط با اندکی دفعی می‌باشد. سیستم تنفسی و خون رسانی در روتیفرها دیده می‌شود و نیز دارای لکه های قرمز چشمی هستند.

روتیفرها هوازی بوده و به کمبود اکسیژن حساس اند. ماکزیمم دمایی که روتیفرها می‌توانند تحمل کنند حدود 50 درجه سانتیگراد است. در شرایط نامساعد کیست تشکیل می‌دهند. وجود این موجودات شاخص در سیستم های فاضلاب، مبین کارآیی خوب این سیستم ها در شرایط هوازی است.

تک‌یاخته‌های مهم بیماریزا در آب و فاضلاب:

دو جنس مهم پروتوزوا شامل سپروزوا جنس پلاسمودیوم عامل مالاریا و جنس توکسوپلازما عامل بیماری توکسوپلاسموز می‌شود. رده ماستیگوفورا شامل تریکوموناس، ژیاودیالامبیلیا، تریپانوزوم، لیشمانیا می‌شود که به ترتیب در انسان بیماری ژیاودیازیس، بیماری خواب و لیشمانیوز را ایجاد می‌کند.

آ- ژیاودیالامبیلیا:

ژیاودیالامبیلیا دارای 4 جفت تاژک است و مدت زنده ماندن کیست آن بستگی به دما دارد و ژیاودیالامبیلیا در 55 درجه سانتیگراد پس از 5 دقیقه می‌میرد. کیست آن مقاومت کمتری از آنتامباهیستولیتیکا دارد. اسپروزوا دارای اسپور است و در دسته انگل اجباری است و شامل 4 گونه پلاسمودیوم عامل بیماری مالاریا است.

ب- کریپتوسپوریدیوم:

کوکسی شکل بوده و در دستگاه گوارش و تنفس حیوانات یافت میشود که گونه های موریس و پارویوم انگل پستانداران و انسان است. تراکم ائوسیست آن در فاضلاب خام 5000 در لیتر است و ائوسیست نوع پارویوم مارپیچی است و این تک یاخته در برابر کلر مقاوم است و شیوع آن در مناطقی که از آب تصفیه نشده و یا آبی که تنها کلر زنی شده و تصفیه متداول (انعقاد، ته نشینی، صافی شنی و کلر زنی) ندارد، ایجاد می شود. ائوسیست در دمای زیر صفر یا بالای 45 درجه سانتیگراد بمدت 5 تا 20 دقیقه می میرد.

پ- بالانتیدیوم کلی:

کیست بالا نتیدیوم کلی حالت مارپیچ دارد. دارای یک دیواره دو غشایی است و رنگ سبز مایل به زرد دارد.

ث- نگلریافاولری و آکانتامبا:

عفونت نگلریافاولری (نگلریازیس یا مننگوآنسفالیت آمیبی اولیه) و آکانتامبا (مننژیت یا کراتیتیس) از طریق تماس با آب منتقل میشود. عامل نگلریافاولری مقاوم تر از آنتامباهستولیتیکا است. نگلریافاولری آمیب دارای زندگی آزاد است و ایجاد مننگوآنسفالیت آمیبی اولیه (PAM) می کند و در اثر تماس انسان با آب برای تفریح ایجاد می شود و سه شکل دارد: تروفوزیت، تاژکدار و کیستی. نگلریافاولری گرما دوست است. تولید مثل آن تقسیم دوتایی ساده است و کیست آن به کلرزی مقاوم می کند.

انواع آکانتاما موجب کراتیتیس، عفونت پوستی، چشمی و مننژیت می شود و عفونت چشمی در اثر عدم ضد عفونی کافی نیز رخ می دهد. نگلریا دارای یک مرحله آمیبی و یک مرحله تاژکداری است. انعقاد و صافسازی تا 99% کیست ژیا ردیا و آنتامباهیستولیتیکا را از آب جدا می کند. در PH=6 کلر باقی مانده آزاد 0,2 mg/L پس از 30 دقیقه زمان تماس باکتری را می کشد ولی برای نابودی کیست کلر باقی مانده آزاد باید 2 mg/L در دمای 25-22 درجه سانتیگراد باشد.

کرمها:

تجزیه مواد آلی در شرایط طبیعی و مصنوعی توجه دانشمندان را به وجود نماتودها و کرمهای کم تار در خاک معطوف داشت. کرمها دارای چند سلول بوده و دارای سیستمهای دفع و عصبی و تولید مثل هستند.

انواع کرمها:

1- نماتودها:

کرمهای استوانه ای شکلی هستند که انتهای آنها باریکتر است. این کرمها فاقد بند یا حلقه و سیستم عروقی و تنفسی می باشند. سیستم گوارشی آن شامل مری عضلانی و روده است. این موجودات غذا را از راه دهان که در قسمت جلویی بدن قرار دارد به دست می آورند. عمل دفع توسط سلولهای مخصوصی که در ناحیه دفع قرار دارند صورت می پذیرد. پوشش خارجی بدن نماتودها شامل دو لایه محکم به هم چسبیده است. لایه فوقانی کوتیکولی و شفاف است. این پوشش جامد اغلب نسبت به مواد خارجی نفوذناپذیر است. لایه زیرین شامل یک پروتوپلاسم ضخیم شفاف با دانه های ریز است. (هیپودرم) و فاقد ساختمان سلولی خاصی بوده اما دارای هسته هستند.

نماتودها به روش جنسی تولید مثل می کنند. یک حلقه عصبی به دور مری نماتود کشیده شده است. اندام حسی به شکل یک چشم ابتدایی است. این لکه چشمی با دریافت نور به کار می افتد و فقط در گونه های آزاد یافت می شود. نماتودها به صورت گسترده در آب های شیرین، خاک، گیاهان و دریاها به وفور یافت می شود. نماتودهای آزاد شناور بیش تر کف زی بوده و ارتباط نزدیکی با گیاهان زیر زمینی دارد. بسیاری از نماتودها بر روی اسکله ها و اجسام شناور زندگی می کنند. نماتودها به طور شخصی و به صورت یک لایه فعال بر روی اکسیدایزهای بیولوژیکی و واحدهای تصفیه فاضلاب دیده می شوند. نمونه این گروه آسکاریس است.

2- کرمهای کم تار:

این کرم ها دارای بند یا حلقه هستند . بدنشان از زوائد مو مانند و سوزنی شکل پوشیده شده است. برخی از این کرمها دارای برونش هستند. در صورت فقدان سیستم برونشی از طریق پوست تنفس میکنند. این کرم ها به روش جنسی و غیر جنسی افزایش می یابند. نایس و آئلوزوما از جمله کرمهایی هستند که بروی اکسیدایزهای بیولوژیکی مصنوعی حضور دارند. این کرمها دارای مو هستند که رنگ آنها از قرمز تا سفید شیری متغیر است.

ذرات لجن منبع غذایی کرمها می باشند این مواد از میان بدن کرمها عبور کرده ، معدنی شده و نوزاد آن را به صورت ذرات درشت به محیط اطراف دفع می کنند . این عمل زلال سازی پساب های تصفیه شده را افزایش می دهد. وقتی کرمها به مقدار فراوان در صافی ها وجود داشته باشد باعث گرفتگی صافی می شوند.

3- کرم مسطح:

شامل ترماتود و سستود می‌شود. ترماتودها دارای اندامهای تولید مثل نر و ماده اند که تعدادی از آنها برای بالغ شدن نیاز به میزبان واسطه دارند. در حالی که برخی دیگر برای ادامه‌ی نسل در مرحله لاروی نیاز به مهاجرت در اندام میزبان دارند. تعدادی نیز برای وارد شدن به مرحله انگلی فقط چند ساعتی را برای جنین دار شدن تخم، در لایه‌های پوست بدن میزبان توقف می‌کنند. انگلها در بدن میزبان اختلالات زیر را موجب می‌شوند:

- اخذ مواد غذایی و جذب عناصر مفید مانند آهن

- اختلال در جذب غذا

- ایجاد انسداد در عروق و روده

4- آکانتاسفال (Acanthocephala):

بدن آن بند بند نبوده و به شکل انگل زندگی می‌کند و در سیر تکاملی آنها یک میزبان واسطه بندپا وجود دارد

5- نماتومورفا (Phylum Nematomorpha):

کرمهای نخعی شکلی هستند که مرحله لاروی خود را در بافت خونی حشرات می‌گذارند و کرمهای بالغ به صورت آزاد در آب زندگی می‌کنند.

6- آنه لیده (Annelida):

بدن آنها بند بند و دارای تقارن دو طرفی است. نوعی از آن زالو است.

در تقسیم بندی بالا دو رده کرمهای پهن و کرمهای گرد یا نخعی شکل بیشتر از سایر دستجات انگل انسان هستند.

تقسیم بندی کرمها از نظر بیماریزایی از نظر WHO:

1- کرمهای منتقله از خاک (soil-transmitted Helminths) که تخم یا لارو کرم برای یافتن قدرت آلودگی مدتی را باید در خاک به سر برد. مانند تخم آسکاریس و لارو کرم قلابدار.

2- کرمهایی که توسط بندپایان منتقل می‌شوند (Athrepod transmitted) مرحله آلودگی کننده در میزبان واسطه که از دسته بندپایان است ایجاد می‌شود و آلودگی با نیش حشرات و یا خوردن بندپایان به انسان یا حیوانات منتقل می‌گردد مانند انواع فیله ها و کرم پیوک.

3- کرمهای منتقله به وسیله‌ی حلزون‌ها (snai l-transmited Helminths) مرحله‌ی آلوده‌کننده در بدن حلزون میزبان واسط رشد می‌کند و مرحله لاروی یا از راه پوست و یا دستگاه گوارش وارد بدن میزبان اصلی شده ایجاد عفونت و بیماری می‌کند مانند شیستوزوما و پاراگونیموس.

4- کرمهای منتقله به وسیله‌ی غذا و خوردن گوشت حیوانات آلوده (Food & Animal Transmited) در این گروه مرحله عفونی کرم در داخل بدن دام ایجاد می‌شود و انسان با خوردن گوشت نیم پز دام مبتلا می‌شود. (تنیاسازیناتا) یا حیواناتی که تخم آلوده را دفع می‌نماید و انسان با خوردن آن به عنوان میزبان واسط مبتلا به بیماری می‌شود. (تنیا اکینو کوک).

5- کرم‌های منتقله در اثر تماس مستقیم (cantagious or Fecal borne Helminthe) مانند اکسیور (کرمک) و هیمنو لیپیس نانا.

اپیدمیولوژی کرمهای منتقله به وسیله خاک:

خاک آلوده در روستاهای کشور اولین وسیله انتشار تخم و لارو کرم‌های منتقله از خاک دارند. در حالیکه آب و سبزی‌ها در درجه دوم اهمیت قرار دارند.

در سطح شهرها سبزی‌ها در نقش اول در انتشار تخم و لارو کرم‌های منتقله از خاک اند و شغل و عادات مردم در انتقال آن موثر است. برای نمونه اشخاصی که با خاک سر و کار دارند بیشتر از بقیه در معرض آلودگی هستند نظیر زارعین، معدنچیان و کودکانی که با خاک بازی می‌کنند.

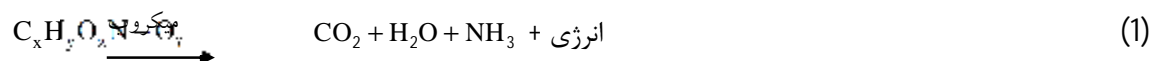
جنس خاک، شرایط اقلیمی درانتشار بیماری انگلی منتقله به وسیله‌ی خاک موثر است برای مثال انتشار تخم تریکوسفال به حرارت کم، رطوبت بالا، اکسیژن کافی در خاک و تاریکی نیاز دارد. جنس زمین اگر رسی باشد برای تریکوسفال و آسکاریس عامل مساعد کننده بوده و اگر جنس زمین شنی باشد برای کرم قلابدار عامل مساعد کننده محسوب می‌شود. آلودگی به کرم قلابدار در جنوب ایران بیش‌تر از جنس انکیلوستوم و در شمال ایران نکاتور است. آلودگی به تریکو سترونژیلوس اوریان تالیس در مناطق جنوبی کشور بیش از نواحی شمالی است. در حالیکه آلودگی استرونژیلوس استراکوراالیس در ناحیه شمالی ایران بیش از مناطق جنوبی است.

متابولیسم:

مجموعه فعل و انفعالات شیمیایی میکروارگانیسم به منظور بدست آوردن نیرو و مصرف آن برای انجام اعمال حیاتی مانند رشد و نمو، تولید مثل و حرکت را متابولیسم گویند. متابولیسم میکروارگانیسم ها به دو گروه تقسیم می شود:

1- کاتابولیسم:

عبارت از تجزیه و یا تخریب ماده غذایی و تبدیل آن به اتم ها که همراه با تولید انرژی است.

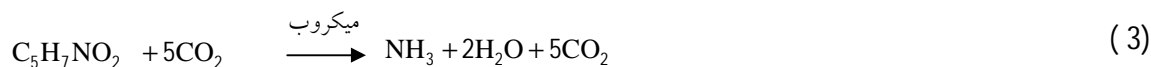


2- آنابولیسم:

عبارت است از کلیه فعالیت های سنتزی میکروب و ایجاد سلول جدید که همراه مصرف انرژی است مثل فتوسنتز که مهمترین فعالیت آنابولیسم است.



* اتولیز



عوامل موثر در رشد میکروارگانیسم ها:

میکروارگانیسم ها در صورت شرایط مناسب در هر جایی یافت می شوند. این شرایط عبارتند از: رطوبت کافی، مواد غذایی، دمای مطلوب و اکسیژن. زندگی میکروبهها به فاکتورهای مختلف محیطی بستگی دارد مانند حرارت، نور، مواد ارگانوژن (کربن، ازت، فسفر، گوگرد، هیدروژن، اکسیژن) ترکیبات نمکدار محیطی، فشار اسمزی، کشش سطحی و واکنش های فعال محیطی.

عوامل مضر که موجب نابودی میکروب می شود عبارتند از PH، تغییر بالای دما، کمبود غذا، اثر مستقیم نور خورشید، اختلاط در عمل اکسیژن و فاکتورهای بیولوژیکی به عنوان مثال میکروارگانیسم ها در اثر لیز شدن توسط باکتروفاژها و یا در اثر حمله سایر باکتریها از بین می روند.

1- فاکتورهای رشد:

برخی میکروارگانیسم‌ها نمی‌توانند به مقدار کافی مواد آلی (مانند اسیدهای آمینه، بازهای پورین و پیریمیدین و ویتامینها) و مواد معدنی مورد نیاز سلول را سنتز کنند و لازم است این مواد را به محیط اضافه کنیم. این مواد را فاکتورهای رشد می‌نامند. میکروارگانیسم‌هایی که به این فاکتورها نیازمندند اگزوتروفیک و میکروارگانیسم‌هایی که نیاز به این فاکتورها ندارند، پروتوتروفیک می‌نامند.

یون نیترات منبع ازت برای جلبکها و قارچها و اکتینومیستها می‌باشد.

میکروارگانیسم‌ها برای رشد به فسفات های معدنی به صورت KH_2PO_4 و K_2HPO_4 نیاز دارند که خود ترکیبات بافری هستند. این ماده قندی در نوکلئوتیدها و اسید های نوکلئیک وجود دارد.

DNA و RNA و ATP اجزای مهم سلول زنده هستند.

گوگرد در سیستمین در گروه تیول (--sh) وجود دارد. متیونین، بیوتین، تیامین، گلوتامین، از مشتقات سیستمین هستند. منبع گوگرد برای میکروب ها SO_4^{2-} و $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ می‌باشد. آهن برای موجودات هوازی جز مواد لازم است و منیزیم برای گیاهانی که فتوسنتز می‌کنند، ضروری است. عناصر جزئی مانند مس، منگنز و روی به عنوان کوآنزیم (قسمت غیر پروتئینی آنزیم یا گروه پروسته تیک) آنزیم ها در فعل و انفعالات حیاتی به کار می‌روند.

از نظر تغذیه، میکروارگانیسم ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

1-Holozoic که غذای خود را به صورت جامد می‌خورند.

2-Holophytic که غذای خود را به صورت محلول یا ذرات ریز کلونیدی می‌خورند؛ مثل گیاهان و پروکاریوت ها .

تقسیم بندی میکروارگانیسمها از نظر متابولیسم:

1-از نظر منبع کربن: اتوتروف ها که CO_2 منبع کربن آنها است و هتروتروف ها که از کربن آلی تغذیه می‌کنند، شامل می‌شود.

2-از نظر منبع نیرو: فتوتروفها که از نور آفتاب استفاده می‌کنند و شیمیوتروفها که انرژی خود را از اکسیداسیون مواد معدنی بدست می‌آورند، شامل می‌شود.

3-از نظر مواد غذایی: شامل لیتوتروفها که از مواد معدنی استفاده می‌کنند و ارگانوتروفها که از مواد آلی استفاده می‌کنند.

روند رشد میکروبه‌ها از نظر متخصص بهسازی محیط بر اساس توده آنها می‌باشد. نمودار روند رشد شامل فازهای زیر می‌شود:

1- فاز تأخیری (Lag phase): در این فاز تعداد میکروبه‌ها افزایش نمی‌یابد و میکروب خود را با شرایط وفق می‌دهد. آدپتاسیون (Adaptation)

2- فاز لگاریتمی (log phase): در این فاز میکروبه‌ها به شدت رشد می‌کنند.

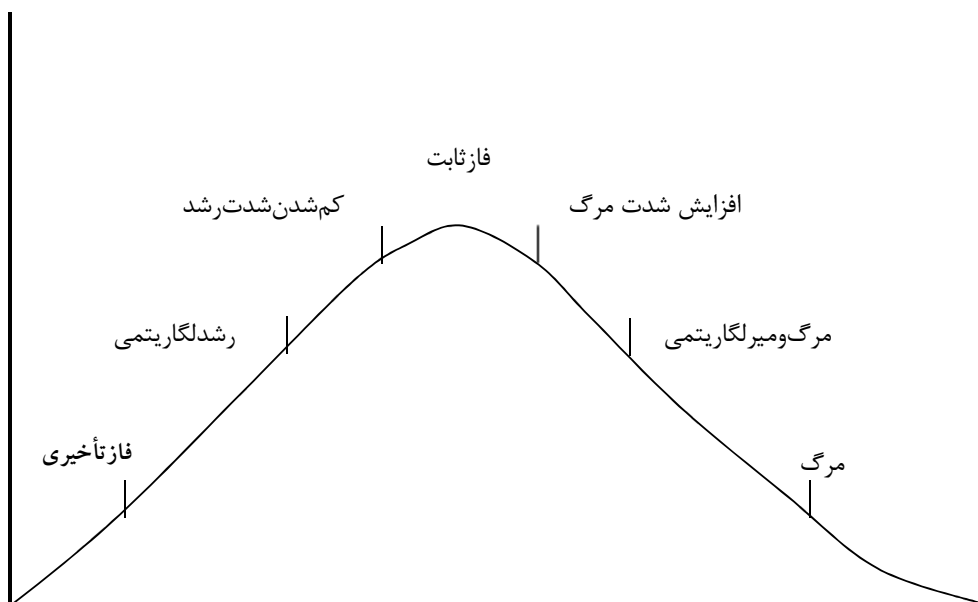
3- فاز کم شدن شدت رشد (Declining phase): که در اثر کم شدن مواد غذایی شدت رشد کم می‌شود.

4- فاز ثابت (Station phase): تعداد تکثیر با تعداد مرگ برابر اند.

5- افزایش شدت مرگ: تعداد تکثیر با تعداد مرگ برابر نیست و مرگ بیشتر از تکثیر است.

6- مرگ و میر لگاریتمی (Log death): میکروبه‌ها به شدت می‌میرند.

7- خود تخریبی (Endogenous): دیگر میکروب زنده‌ای در محیط وجود ندارد.



«منحنی تغییرات رشد میکروب‌ها»

2- هوا:

میکروارگانسیم ها از نظر نیاز به هوای محلول به 3 دسته تقسیم می‌شوند:

1- Aerobic: میکروبهای هوازی اجباری که بدون اکسیژن توانایی رشد ندارند مانند میکوباکتریوم توبرکولین.

2- Facolative: میکروبهای هوازی اختیاری که در حضور و عدم حضور اکسیژن قادر به رشد هستند.

مثل سالمونلا وشرشیاکلی

3- Anaerobic: میکروبهای بیهوازی اجباری که در غیاب اکسیژن می‌توانند رشد کنند.

برای حذف اکسیژن در محیط کشت از روشهای زیر استفاده می‌کنند:

1- اضافه نمودن ماده احیا کننده اکسیژن با ریختن موادی نظیر تیوگلیکولات سدیم

2- اضافه نمودن پارافین روی محیط کشت

3- تخلیه اکسیژن از ظروف

تفاوت هوازی و بی‌هوازی بودن در گیرنده نهایی هیدروژن است.

3- اثر دما:

بیش تر میکروبهها در دمای صفر تا 80 درجه سانتیگراد زندگی کرده و بیش تر آنها دمای 3 تا 45 درجه سانتیگراد را

ترجیح می‌دهند. میکروارگانسیم ها را از نظر حساسیت به گرما به 3 گروه تقسیم می‌کنند:

1- سایکروفیلیک (سرما دوست Psychrophilic): دمای بهینه برای رشد آنها نزدیک به صفر درجه سانتیگراد

است.

2- مزوفیلیک (میان دما دوست Mesophilic): گسترده دما برای آنها 5 تا 40 درجه سانتیگراد بوده و دمای بهینه

32-35 درجه سانتیگراد است.

3- ترموفیلیک (گرما دوست Thermophilic): گسترده دما برای رشد آنها 40 تا 80 درجه سانتیگراد و دمای

بهینه برای رشد 55 درجه سانتیگراد می‌باشد.

شدت فرآیندهای بیولوژیک بستگی مستقیم به دما دارد. اگر دما 10 درجه سانتیگراد افزایش یابد، سرعت فرآیندها دو

برابر می‌شود. افزایش درجه حرارت برای میکروبهها مفید، زیان آور است.

میکروبها در دماهای پایین وارد یک حالت کمون می‌شوند. این حالت را آنابوسیس گویند. این میکروبها با افزایش گرما دوباره بازسازی شده و فعال می‌شوند به عبارت دیگر سرما خاصیت میکرواستاتیک دارد. اسپور باکتریها در دمای 120 درجه سانتیگراد و فشار 1/5 اتمسفر در زمان 20-40 دقیقه از بین می‌رود. دمای بالا با تخریب RNA و با صدمه زدن به غشاء سیتوپلاسمی ارگانیسم ها را از بین می‌برند. با تبدیل مایع به یخ در طی یک سرمازدگی متناوب و اتلاف آب از سلول میکروارگانیسم ها از بین خواهند رفت.

4-1 اثر نور:

میزان حساسیت میکروبهای مختلف به نور متفاوت است. نور برای زیست جلبکها و باکتریهای سبز و ارغوانی که مواد آلی را جذب CO₂ و سنتز می‌کنند عامل مهم و ضروری است. فلورای سطح آب با جذب CO₂ و دفع اکسیژن به محیط، نقش مهمی در عمل فتوسنتز بازی می‌کنند.

نور یکی از عوامل تصفیه خود به خود (طبیعی) محسوب می‌شود. نور برای اکسیداسیون مهم است. نور برای میکروفلورای بیماریزا مضر است. پرتوهای فرابنفش با تشدید فرایندهای اکسیداسیون، باکتری ها را نابود می‌کند. نور بر روی سیتوپلاسم باکتری اثر گذارده و با کاهش فرایندهای فتوشیمیایی سبب مرگ آنها می‌شود. بیش تر ساپروفیتها نسبت به نور حساس نیستند.

اثر PH محیط:

هر گونه ای از میکروبها می‌تواند در محیط خاصی زندگی کند. اثر PH روی فعالیت میکروبها ناشی از عمل هیدروژن روی آنزیم غشاء سیتوپلاسمی و دیواره سلولی است. تغییر در غلظت یون هیدروژن محیط غلظت این یون را در سیتوپلاسم تغییر نمی‌دهد. زیرا غشاء سیتوپلاسمی نسبت به یون هیدروژن و یون هیدروکسیل اختلال ایجاد می‌کند. PH مطلوب برای اغلب باکتریها 7 است. اما برخی از میکروبها در PH خاصی می‌توانند زندگی کنند.

اشرشیاکلی 7/8-4/4

باکتری نیتريت 8/8-4/8

باکتری گوگرد 4-1

کپک و مخمر 6-4

اکتینومیست محیط قلیایی ضعیف

تغییرات PH عامل آنزیم را به دو دلیل مختل می‌کند:

1- دیسوسیه کردن گروپ اصلی آنزیم: آنزیم دارای دو گروه آمین ($-NH_2$) و کربوکسیل ($-COOH$) است. وقتی PH کم می‌شود غلظت H^+ بالا رفته و بار مثبت بیشتر بوده و گروه آمین به NH_3 تبدیل می‌شود و لذا مولکول اسید آمینه در PH اسیدی بار مثبت خواهد داشت.

2- از بین رفتن آنزیم

قارچها

قارچ اوکاریوت، هتروتروف، غیر فتوسنتتیک هستند (چون کلروفیل ندارند) که در دسته گیاهان قرار می‌گیرند.

قارچها به 3 دسته مخمرها و کپکها و شبه مخمرها تقسیم می‌شوند:

مخمرها: فقط تحت شرایط بی‌هوازی قند را متابولیسم کرده و تولید الکل می‌کنند.

کپکها: غیر فتوسنتتیک، چند سلولی، هتروتروف، هوازی هستند که تولید واحد میکروسکوپی بنام هایفا می‌کنند.

(مسلیوم)

شبه مخمرها: سلولهای کروی هستند و به آنها مخمر دارای مسیلیوم کاذب گفته می‌شود.

ممکن است قارچ که حالت دو شکل (دیمر فیک) داشته باشد یعنی در 35 درجه سانتیگراد حالت کپک و در 37 درجه سانتیگراد حالت مخمر داشته باشند.

از این نوع قارچها می‌توان به قارچهای اسپوروتریکوز، هیستوپلاسما، بلاستومایکوز، کوکسیدیوایدومایکوز اشاره کرد.

تولید مثل قارچها:

تکثیر آن شامل غیر جنسی مانند اسپور (کنیدیوسپور - ژئوسپور - اسپورانژیوسپور) جوانه زدن، قطعه قطعه شدن (آتروسپور - کلامیدوسپور که به ترتیب در کپک شیر بنام آندومیس لاکتیس و فوزاریوم دیده می‌شود) و جنس (بازیدیوسپور، آسکوسپور، زیگوسپور) انجام می‌گیرد.

باکتریهای مزاحم در آب و فاضلاب:

آگلوباکتر شامل باکتریهای آهن (فروباکتر) و باکتریهای گوگردی (تیوباکتر) می‌شود:

1- باکتریهای گوگردی:

- تیوباسیلوس تیواکسیدانس باکتری اکسید کننده سولفور که تولید H_2SO_4 می‌کند.

-باکتری بی رنگ گوگرد مثل تیوباسیلوس فرواکسیدانس که از Fe^{2+} استفاده می کند.

-باکتری گوگرد رنگی مثل کروبیاسه سبز و کرومایتاسه ارغوانی.

-باکتری اکسید کننده سولفور (شیمیوتروف) شامل تیوباسیلوس -تیودندران -بگژیاتوا -سولفولوباس

-کروماتیوم اوکئی

-تیواسپریلیوم از خانواده تیوباکتریاسه

-سولفورپیریو احیا کنند سولفات

-تیواکسیدانس

-تیولناروس

-تیوتریکس

2-باکتری ازت (نیتریفایر):

-پسودوموناس

3-باکتری منگنز

موجب ایجاد آب سیاه می شود (با رشد که انجام می گیرد Mn بصورت Mn^{2+} منگانیت در می آید که آب سیاه می دهد

توسط سیدروباکتریال خانواده گالیویلا مصرف می شود.

4-باکتری آهن:

-لپتوتریکس که رشته هایی هستند و در پدیده آب قرمز استفاده می شوند.

-کرنوتریکس و هر هر دو آهن را بشکل $Fe(OH)_3$ رسوب می دهند و جز شیزومیست هستند.

-اسفروتیلوس ناتیس که باکتری رشته ای شکل است که به قارچ فاضلاب نیز معروف است و غلاف آن را $Fe(OH)_3$ در

برمی گیرد . در لجن کار می کند ولی به علت رشته ای بودن اجازه نمی دهد لجن ها خوب رشد کنند.

-لایسکلا

-کلنوتریکس

-گالیونلا بیشتر در پدیده black water شرکت می کند.

-کلادوتریکس که یک شیزومیست است .

-سیدروباکتریال (نمونه از باکتری آهن)

بیماری های منتقله به وسیله آب:

مخاطرات بهداشتی مربوط به آب بر 3 دسته تقسیم می شوند.

1- ورود موجودات بیولوژیکی به بدن

2- تماس با آب نظیر حمام کردن و شنا کردن

3- بیماری های منتقله توسط حشره های ناقل در آب

1- مخاطرات بهداشتی مربوط به بیولوژیکی در بدن

آ- میکروب های بیماری زا

این میکروب ها یا مستقیماً توسط آب منتقل می شوند و یا غیر مستقیم توسط مصرف آب برای تهیه غذا سرایت میکنند

مانند عفونتهای میکروبی به ویژه آن دسته که به علت شیگلاها می باشند. ممکن است توسط صدف های خوراکی که در

آبهای آلوده پرورش یافته اند به انسان سرایت کند.

جدول زیر مهمترین بیماری های میکروبی با منشاء آب را نشان می دهد:

بیماری های با منشاء آب:

عامل	بیماری
وُیبریوکلرا-التور	وبا
شیگلاها	اسهال باسیلی
سالمونلاتیقی	حصبه
سالمونلاپاراتیقی A , B , C	شبه حصبه
پروتئوس-شیگلا	گاستروآنتریت
تیپ های پاتوژن-اشرشیاکلی	اسهال کودکان
انواع لیپتوسپیرو	لیپتوسپیروز
پاستورالاتولارنیسس	تولارمی

درباره‌ی نوع کلاسیک وبا باید گفت مهمترین راه انتشار آن از راه محیط بخصوص آب می‌باشد.

اپیدمی‌های سالمونلوز اگر چه بیشتر مربوط به سرایت از طریق غذا است ولی گاهی توسط آب هم انتشار می‌یابد.

لژیونلا:

باکتری فاقد کپسول و اسپور، کاتالاز مثبت و اکسیداز مثبت است ولی پیلی دارد. عامل تب پونتاک لژیونلا پنوموفیلا

است؛ این ارگانسیم‌ها برای رشد نیاز به آهن و سیستئین دارند. مخزن آن آب دستگاه خنک کننده است.

آنتی بیوتیک انتخابی آن اریترومایسین است؛ که به آب خنک کننده هیپو کلریت سدیم اضافه می‌شود.

ب- ویروسها:

ویروس‌هایی که بیش‌تر در فاضلاب و آب آلوده دیده می‌شوند شامل آنترو ویروس‌ها (پولیو-کوکساکسی واکو)، آدنوویروس

ها، رئوویروس‌ها و ویروس عامل هپاتیت می‌شود. راه مستقیم مدفوعی دهانی بنظر می‌رسد که بیشترین راه برای سرایت

کوکساکسی واکو می‌باشد. آدنوویروس و رئوویروس از راه حل حلق و حنجره (راه تنفس) سرایت می‌کند. هپاتیت عفونی

ممکن است از راه مصرف صدف خوراکی که در آبهای آلوده پرورش یافته است به انسان سرایت کند و موجب حساسیت

کبدی، نکروز حاد کبدی و یرقان می‌شود. هپاتیت نوع D ناشی از ویروس دلتا است. هپاتیت A دارای RNA است

و برای نابودی به دمای 60 درجه سانتی گراد بمدت 60 دقیقه نیاز دارد. هپاتیت نوع A همراه با ورم کبدی است و

کشندگی آن $\frac{1}{500}$ تا $\frac{1}{1000}$ است.

پ- پارازیت‌ها:

پارازیت‌هایی که ممکن است بلعیده شود آنتامبا هیستولیتیکا است که باعث اسهال آمیبی و آبسه کبدی می‌شود.

کلرزی آب در مقادیر معمولی روی کیست تاثیر ندارد. کلر باقی مانده ترکیبی در حدود 0/8 قدم در PH₈ (دوز کلر 2

قدم) آن را می‌کشد.

- پیپوک (Guinea-worm) که عامل بیماری دراکونتاژیس است؛ فیلرمدی تن سیس یا فیلرمدین است و بخصوص

توسط چاه‌های آب سرباز و یا برکه آلوده که میزبان واسط (سیکلوپس) در آن فراوان است سرایت می‌کند. راه مهم نابودی

سیکلوپس کاربرد سولفات مس است.

- آسکاریس لومبریکوئیدس و تریکورس تریکورا توسط آشامیدن آب آلوده به انسان سرایت می‌کند.

-دستوماتوزیس کبدی بیماری انگلی دیگر است که توسط آشامیدن آبهای آلوده به کیست فاسیولاهپاتیکا به انسان سرایت می‌کند میزبان واسط آن حلزون لیمنه آ است.

-فاسیولوپس بوسکی ایجاد دیستوماتوز روده‌ای می‌کند و حلزون آن پلانوربیس است.

-کیست هیداتیک معمولاً یک سیکل سگ-گوسفند-سگ را برای نگه داشتن مخزن عفونت لازم دارد و گاهی با خوردن آب آلوده به مدفوع حیوانات و یا غذای آلوده به مدفوع حیوانات به انسان سرایت می‌کند.

2- بیماریهایی که توسط تماس انسان با آب سرایت می‌کند:

این تماس به شکل فعالیت های تفریحی در آب اتفاق می‌افتد، نظیر شنا کردن، اسکی روی آب

آ- شیستوزومیاز:

دریاچه و سد و برکه های مصنوعی که برای کشاورزی تهیه می‌شوند محیط مناسبی برای رشد یک نوع حلزون آبهای شیرین که ناقل بیماری است را بوجود می‌آورند. این بیماری در انسان معمولاً بعلت آلودگی به اسپس های شیستوزوما هماتوبیوم، شیستوزوما مانسونی و شیستوزوما ژاپونیکوم خواهد بود. شیستوزوما هماتوبیوم عامل شیستوزوماهای مجاری تناسلی و ادراری است. دوتیپ دیگر ناراحتی های داخلی را باعث می‌شوند.

تخم های شیستوزوما از راه ادرار و مدفوع دفع شده و جنین آن میراسیدیا خارج شده و وارد آب می‌شود و سپس به بدن حلزون میزبان از جنس بیومفالاریا یا بولینوس یا اونکوملانیا می‌شود. سپس به صورت سرکر از بدن حلزون خارج می‌شود و با سوراخ کردن پوست در موقع حمام کردن یا کار کردن در آب آلوده وارد بدن انسان می‌شود.

بیماری شیستوزوما هماتوبیوم بنام هماتوری شیستوزومیایی -مثانه یا بیلارزیوز ادراری خوانده می‌شود.

بیماری شیستوزوما مانسونی بنام بیلارزیوز روده‌ای است و میزبان آن بیوم فالاریا یا استرالوپس می‌شود.

بیماری شیستوزوما ژاپونیکوم بیماری شیستوزومیایی شرقی یا کاتاکاما یا بیلارزیوز احشایی خوانده می‌شود و میزبان آن حلزون انکوملانیاست.

داروی موثر بر علیه شیستوزوما اوگزامنگوین است؛ طریقه مبارزه با آن عبارتند از:

3- پنتاکلروفنات سدیم

2- حلزون کش ها

1- گیاه آبی

بیماری جلدی swimmer's itch بعلت ورود سرکر شیستوزومیای حیوانی -پرنندگان یا جوندگان در پوست شناگران ایجاد می‌شود. علامت مشخصه بیلارزیوز دفع خون همراه با ادرار است. بیلارزیوز خاص منطقه خوزستان است که نوع شیستوزوهای آن هماتوبیوم می‌باشد.

سایر بیماری‌های انگلی که راه ورود آنها از طریق پوست است آنکی لوستومیاز و استرونژی لوئیدیاز هستند. -نکاتور آمریکن (راه ورود آن پوست) و آنکیلو ستومیادئودنالیس (راه ورود آن دهان) مسائل بیشتر موارد بیماری و آنکیلو ستومیاز هستند. تخم این انگل‌ها توسط مدفوع دفع می‌شود. پس از خارج شدن جنین از آن، لارو به مرحله فیلاری فورم (مرحله سوم) می‌رسد که برای انسان آلوده کننده است و در ریه انسان بالغ شده و ایجاد کم‌خونی می‌نمایند. کرم قلابدار ایجاد خارش در محل ورود کرم به پوست هموراژی و پنومونی می‌نماید.

-استرونژیلوئیدیس استرکوراریس در نسج مخاطی روده کوچک زندگی می‌کند و سیر تکاملی تخم و لارو آن مانند آنکیلوستوم است. انسان تنها در اثر ورود آنها به جلد از طریق خاک و آب آلوده مبتلا به این دو انگل می‌شود. لارو آسکاریس در حضور اکسیژن محلول 7-9 mg/lit در آب کامل می‌شود.

-لپتوسپیروزیس مهمترین عفونت میکروبی (باکتریایی) است که به وسیله میزبان مهره‌دار در تماس مستقیم با آب آلوده به انسان سرایت می‌کند و به وسیله لیپتوسپیرا از دسته اسپروکت منتشر می‌شود.

ب- مخاطرات بهداشتی آب‌های ساحلی شناکردن کنار دریاها

بیشترین تعداد قابل قبول شمارش کلی فرم در آب دریا 10000 کلیفرم در لیتر و شمارش استرپتو کوکوس فیکالیس نیز 200 عدد در لیتر آب دریا است.

3- مخاطرات بهداشتی بیماریهای منتقله توسط حشرات ناقل آبی:

-مالاریا مشهورترین آنها است که پشه آنوفل ناقل این بیماری است

-انکوسرکیازیس یا بیماری کوری رودخانه که توسط مگس سیاه از نوع سیمولیوم منتشر می‌شود. اسامی دیگر مگس سیاه مگس قهوه یا پشه بوفه است.

-تب زرد که توسط پشه Aedes منتشر می‌شود.

-تریبونوزومیازیس یا بیماری خواب که توسط مگس سه‌تسه منتقل می‌شود. بیماری منتقله توسط تریپانوزوماگامبی نیسس بخصوص با گیاهان رشد کرده کنار آب ارتباط دارد.

-فیلاریازیس که عاملین آن ووشریا پانکروفتی و بوژیا مالایی است و ازدیاد مبتلایان به بیماری مربوط به گسترش شهرنشینی است که در نتیجهی آن محل تخم گذاری ناقلین اصلی بیماری مانند کولکس پی پی انس فاتیگانس (Culex pipiens Fatigans) به تعداد زیاد افزایش یافته است.

موجودات مزاحم:

سایر ارگانسیم‌ها ممکن است مخاطرات غیرمستقیم داشته باشد برای نمونه آب را غیر قابل شرب کنند و یا در تصفیه و توزیع آب مزاحمت ایجاد کنند، این موجودات شامل لخته‌های بیولوژیکی می‌شوند که در سطح داخلی لوله‌ها تجمع نموده رشد می‌نمایند. الک و خزها مثل پلوماتلا (Plumatella) ممکن است مزاحم کار صافی‌ها گردند. ملوسک‌ها نظیر دری‌سینا (Dreissena) لوله‌ها را مسدود می‌کنند. کروسناسه‌ها و نماتودها خود بیماریزا نیستند لکن باکتری‌ها و ویروس در معده و دستگاه گوارش آنها تجمع می‌یابند و این اورگانسیم‌ها را از اثر کلر برای گندزدایی محافظت می‌کنند برخی از الک‌ها بو و مزه‌ی نامطبوع به آب می‌دهند.

موجودهای مزاحم در آب‌های آشامیدنی:

اثر	موجود
مسدود کردن لوله‌ها و سیستم توزیع - کمک به رشد میکروب تولید کننده متان	لخته بیولوژیکی
مسدود کردن لوله‌های آب	ملوسک ، دریسینا
مزاحمت در عمل صافی‌ها	الک‌ها - پلوماتلا
آب را غیر قابل آشامیدن می‌کنند	آسلوس
احتمال متراکم نمودن ارگانسیم‌های پاتوژن و حفظ آن در برابر اثر کلر بر گندزدایی	نماتود

بیماری‌های منتقله توسط آب براساس نوع بیماری به چند گروه تقسیم می‌شوند:

الف: بیماریهای باکتریایی

1- وبا

ویبریو وبا به PH کم حساس است که سروتیپ آن اینابا-اوگاوا-لیکوجیما است. عامل مولد وبا سیل گرم منفی ویبروکلا و بیوتیپ التور است. اینگونه منحصراً انگل انسان بوده و پس از تکثیر در روده انسان آنتروتوکسین ایجاد می‌کند که با اثر گذاشتن بر اپتیلیوم روده موجب دفع آب و الکترولیت‌های بدن می‌شود.

این بیماری از راه آب آلوده به مدفوع، غذای آلوده و تماس با بیمار رخ می‌دهد. همچنین مرغ و ماهی آلوده در شیوع بیماری مؤثراند. نوع سروتیپ 01 آن ایجاد وبا می‌کند.

علائم آن شامل مدفوع آبکی آب برنج با بوی ماهی گاهی تب همراه اسیدوز و اختلالات قلبی بعلت کمبود پتاسیم. داروی ضد آن تتراسایکلین است. با آزمایش مدفوع به آن پی می‌برند.

2- حصبه یا تیفوئید:

عامل مولد بیماری باکتری گرم منفی سالمونلاتیقی یا باسیل تیفوئید است. این باکتری پس از ورود به بدن از طریق سیستم لنفاوی وارد جریان خون شده و ایجاد سپتی سمی می‌کند.

انتقال بیماری از راه آب و غذای آلوده، صدف خوراکی، سبزی و تماس با ناقلین صورت می‌گیرد. 3-5 درصد مبتلایان به حصبه بدون علامتند. بیماری همراه با تب است. کاهش اسیدیته معده توسط غذا ایجاد عفونت را کم می‌کند و داروی ضد آن کلرآمفینکل است.

3- پاراتیفوئید یا شبه حصبه:

مولد بیماری سالمونلاپاراتیقی A, B, C است. شبه حصبه معمولاً از راه آب و غذای آلوده بخصوص شیر، تخم‌مرغ، لبنیات و افراد ناقل سرایت می‌کند. سالمونلاپاراتیقی A در انسان و نوع B در حیوان و نوع C هم در حیوان و هم در انسان ایجاد بیماری می‌کند.

4- اسهال باسیلی یا دیسانتری باسیلی:

عامل بروز آن انواع شیگلا هستند. این عفونت گاهی از طریق آب آلوده به مدفوع منتقل می‌شود ولی عامل اصلی آن انتقال مگس است. خطرناک‌ترین نوع شیگلا، شیگلا دیسانتری یا شیگلا شیگه‌ای می‌باشد که اگزوتوکسین تولید می‌کند و موجب مسمومیت غذایی می‌شود. شیگلا سونئی در کودکان تولید بیماری می‌کند.

5- اسهال مسافرین

عامل بروز آن اشرشیاکلی و شیگلا می‌باشد. اسهال شیرخواران را از این نوع اسهال می‌دانند.

6- لژیونلا:

باکتری گرم منفی، بدون اسپور و هوازی است که دارای تاژک قطبی یا جانبی بوده و برای رشد نیاز به آهن و سیستئین دارد. شکل اولیه آن پنومونی ایجاد می‌نماید که بنام لژیونلوز خوانده می‌شود و شکل ثانویه آن غیر پنومونی است و تب پونتاک نام دارد. در سیستم خنک‌کننده و گرم‌کننده وجود دارد. (آئروسول ریز که وارد ریه می‌شود که اندازه 5 میکرون دارد) می‌تواند به وسیله‌ی آمیب‌های معین مثل آنتامبا - هارتمنلا و نگلریا وارد بدن می‌شود. طریقه پیشگیری نگهداری دمای خنک‌کننده زیر 20 درجه و گرم‌کننده بالای 70 درجه سانتی‌گراد است.

ب: بیماری‌های پروتوزوئی:

1- آمیبیاز و اسهال آمیبی

عامل مولد بیماری آنتاموبا هیستولیتیکا می‌باشد که در روده‌ی بزرگ انسان زندگی می‌کند و تولید کیست کرده که کیست از راه مدفوع دفع می‌شود و با خوردن آب و غذای آلوده به کیست‌ها و تماس مستقیم با افراد ناقل آلودگی منتقل می‌شود. مگس و حشرات نیز می‌توانند کیست‌ها را انتقال دهند کیست در بدن انسان تبدیل به فرم فعال شده و به مخاط روده بزرگ آسیب می‌رساند.

2- ژباردیازیس:

یک عفونت روده‌ی باریک می‌باشد که عامل آن تک‌یاخته تاژکدار ژبارد یا میبلیا می‌باشد. در عفونت‌های شدید به علت اختلالات زیاد انگل در جذب ویتامین‌های محلول در چربی ممکن است بیمار دچار استئاتوره، کم‌خونی و کاهش وزن شود. انسان تنها مخزن این انگل است.

3- بالانتید یازیس:

پروتوزوئر مژه دار بالانتیدیم کلی است که اسهال خونی شبیه اسهال ناشی از آنتاموبا ایجاد می کند.

تک یاخته های متقله توسط آب و اهمیت آنها در منابع آب آشامیدنی

تک یاخته	اهمیت بهداشتی	راه مواجهه با آنها	پایداری در آب آشامیدنی	مقاومت در برابر کلر	مقدار عفونت زدایی نسبی	مخزن حیوانی مهم
آنتاموباهیسیتولیتیکا	زیاد	0	متوسط	زیاد	کم	خیر
ژیا ردیا انتیسس تنالیس	زیاد	0	متوسط	زیاد	کم	بله
کریپتوسپوریدیوم پارووم	زیاد	0	طولانی	زیاد	کم	بله
گونه های آکانتاموبا	متوسط	1,0	متغیر	زیاد	؟	خیر
نگلر یافاولری	متوسط	0	متغیر	متوسط	کم	خیر
بالانتیدیم کلی	متوسط	0	؟	متوسط	کم	بله

پ- بیماری های ویروسی:

شیوع عفونت های آنترو ویروسی در فصل تابستان بیشتر است. راه انتقال متداول آنترو ویروس ها تماس مدفوع با دهان است. حشرات از جمله مگس و پشه نقش ناقلین غیر فعال را دارند. رتو ویروس ها از طریق دستگاه تنفسی و روده انتشار می یابند.

1- بیماری های ناشی از ویروس های کوکساکسی:

1- مننژیت، بیماری دست و پا، آنزین تبخالی و تولید اسهال در کودکان

2- بیماری های ناشی از اکو ویروس ها:

مننژیت، بیماری های تبار، اسهال، عفونت خفیف بخش فوقانی دستگاه تنفسی.

3- گاسترو آنتریت ویروس:

دو گروه روتا ویروس ها و پارو ویروس ها عامل بیماری هستند. پارو ویروس ها عامل بیماری در افراد بالغ و کودکان بزرگ می باشند و نشانه های آن مدفوع پر چربی است. روتا ویروس سبب اسهال حاد بویژه در کودکان می شود که از نظر بهداشت عمومی مهم است. در فصل تابستان بیشتر شایع است و راه انتقال متداول آن تماس مدفوع با دهان است و مگس و پشه نقش ناقلین غیر فعال را دارند.

4- پولیومیلیت:

ویروس مولد این بیماری قادر است در غشاء مغز تولید عفونت کرده و بیماری‌های مننژیت ایجاد کند. ویروس از طریق منابع آب تصفیه نشده تماس مستقیم با افراد بیمار و غذای آلوده به مدفوع منتقل می‌شود.

5- هپاتیت:

ویروس مولد هپاتیت در روده به سر می‌برد و از طریق مدفوع دفع می‌شود. انتقال بیماری از طریق تماس مستقیم با افراد بیمار و آب و غذای آلوده و صدف نرم‌تن صورت می‌گیرد. مولد آن یک آنتر ویروس است. طریق انتقال آن در کشورهای پیشرفته و کشورهایی با بهداشت محیط بد به ترتیب مواد غذایی آلوده (مثل صدف) و آب آلوده می‌باشد. هپاتیت نوع D یا دلتایک ویروس RNA دار است. عامل همه‌گیری هپاتیت از طریق آب در هند ویروس HNANB (ویروس هپاتیت نه A و نه B) بود.

هیپوکلریت 0/5 درصد یک گندزدایی کارآمد است. عامل هپاتیت با 5 دقیقه جوشاندن از بین می‌رود. فرمالین روی آن مؤثر است. کلر به مقدار 1 میلی گرم در لیتر به مدت 30 دقیقه آن را می‌کشد و انسان تنها مخزن عفونت است. هپاتیت نوع B، HbsAg یا AntiHBs است. یک ویروس DNA دار است. گروه در معرض خطر نسبت به این نوع هپاتیت: جراحان، دندانپزشکان، پرستاران، کارمندان بانک خون و آزمایشگاه می‌باشند.

مشخصات ویروس‌های مسبب آلودگی آب عبارتند از:

- مقاوم به اسید در صفرا بوده و در روده کوچک تکثیر می‌یابند.

- از راه مدفوع دفع می‌شوند.

- با میکروسکوپ الکترونی مشاهده می‌شوند.

- اندازه‌ی آنها حدود 20 نانومتر است.

بدون تردید ویروس‌های هپاتیت A و E، روتاویروس و نوروالک ویروس از طریق آب منتقل می‌شوند.

عوامل مؤثر در حذف ویروس‌های آب:

دما و نور خورشید -PH- فلزات سنگین - کلر -ازن- برم- ید- جلبک‌ها و باکتریها و تک یاخته‌ها روی فعالیت ویروس‌ها

مؤثر هستند. اثر (عامل حلال چربی) - فنل (فاسد کننده پروتئین) - فرمالدئید و آمونیاک (اثر بر اسید نوکلئیک).

مواد معلق و کدورت ساز سبب ابقای آنها در آب می‌شوند و لذا انعقاد 88 تا 99/8% ویروس را کاهش می‌دهد و حذف آنها در صافی شنی بالاتر است و بهترین راه حذف آنها انعقاد همراه ته نشینی و صاف است.

جلبکها:

جلبکها به گروه بزرگی از ارگانیسمها اطلاق می‌شوند که گیاهان پست را شامل می‌شوند. (فتوسنتتیک اند) جلبکها گیاهانی هستند از دسته تالوفیتها (ریسه داران) دارای کلروفیل و ساختمان ابتدایی بوده و بر خلاف گیاهان آبی ریشه، ساقه و برگ ندارند و بجای ریشه، ریسه (تال) دارند.

رنگ سبز در آنها ناشی از وجود کلروفیل می‌باشد. تمام جلبکها دارای کلروفیل α هستند. برخی از اوقات رنگ جلبکها بعلت وجود برخی پیگمانهای مختلف نظیر فیکوسیانیین (آبی) فیکواریترین (قرمز)، کاروتن (نارنجی)، گرانتوفیل (زرد) و فوکوگزانتین (قهوه‌ای) تغییر می‌کند بنابراین بسته به نوع پیگمان، رنگ جلبکها متفاوت خواهد بود.

جلبکها به اشکال تک سلولی، چند سلولی و کلنی دیده می‌شوند. تعدادی از آنها فقط دارای یک لایه خارجی ضخیم از پروتوپلاسم بوده و برخی دیگر پوشش سلولزی دارند. پکتین اغلب جزئی از پوشش جلبکها را تشکیل می‌دهند. پوشش برخی از جلبکها آهک و سیلیس دارد.

تعدادی از آنها دارای هسته مشخص و برخی دیگر هسته مشخصی ندارند. برخی از آنها در دیواره پلازما دارای اشکال مختلفی از پیگمان بنام کروماتوفور می‌باشند که در بیش تر وقتها کروماتوفورها دارای توده‌های حجیم پیروئوئید (غنی از پروتئین) هستند. نشاسته یکی از مواد ذخیره ای است که در اطراف پیروئوئید یافت می‌شود. چربی، روغن، لکوزین، ماینترول، گلوکز، از مواد غذایی آن محسوب می‌شوند.

جلبکها به روش جنسی، غیر جنسی و رویشی تولید مثل می‌کنند که تولید مثل رویشی همان تقسیم دوتایی است. منابع آبی محل اصلی زندگی جلبکها می‌باشند. مثل خاک مرطوب، برف و یخ، حتی روی سطح بدن جانداران و گیاهان موجود در کف دریا رویش می‌یابند (کف زی Benthos)

بیشترین انتشار آنها در آب است و تولید کنندگان اولیه مواد در دریا محسوب می‌شوند.

رشد جلبکها بستگی به فصل سال، مواد قندی و ترکیب نمک، گرما و نورو اکسیژن در محیط دارد. یعنی باتوجه به فصل سال تنوع خاصی از جلبکها در منابع آب یافت می‌شوند. دیاتومه‌ها در زمستان و بهار جلبکهای سبز و سبز آبی در تابستان یافت می‌شوند. در پاییز رشد دیاتومه‌ها مانع رشد و گسترش جلبکهای سبز و سبز آبی می‌شود.

طبقه‌بندی جلبک‌ها از نظر کروماتوفورها:

- 1- کروماتوفور مارپیچی مانند اسپروژیر
- 2- کروماتوفور ستاره‌ای مانند زیگما
- 3- کروماتوفور فنجانی شکل مانند کلامیدوموناس
- 4- کروماتوفور گرد مانند دیاتومه‌ها و شکل دانه تسبیح مانند آنابنا
- 5- کروماتوفور شبیه هلال مانند کلستویوم

انواع جلبک‌ها از نظر محل رویش:

- 1- اپی زوئیک: جلبک رشد کرده بر سطح خارج آبزیان
- 2- کریوفلورا: جلبک رشد کرده بر سطح برف و یخ
- 3- اپیفیتیک: جلبک رشد کرده بر سطح گیاهان
- 4- اپی لیتیک: جلبک رشد کرده بر صخره‌ها
- 5- اپی پلیک: جلبک رشد کرده بر سطح شن و ماسه
- 6- بنتوس: جلبک کفزی

طبقه‌بندی جلبک‌ها بر اساس رنگدانه (پیگمان)

- 1- جلبک سبز-آبی (سیانوفایتا): آنابنا - آناسیس تیس - اوسیلاتوریا - آنا
- 2- جلبک سبز (کلروفایتا): اسپروژیرا - زیگما - کلرلا - کلادوفورا - کارا - ولوکس
- 3- جلبک قهوه‌ای (فئوفایتا): دیکیتونا - لامیناریا - سیس تیس - اکره‌ژیا
- 4- جلبک قرمز (ردوفایتا): با تراکوسپرموم - هیلدن براند
- 5- جلبک سبز زرد (کریزوفایتا): دیاتومه - سانپورا - داینوبریون - پری دینیوم - سراتیوم

دسته‌بندی جلبک‌ها از نظر تغییراتی که در آب ایجاد می‌کنند:

- 1- جلبک‌های مولد طعم و بو (Taste & Odour Algae) مانند سانپورا و داینوبریون - استیونلا - آنابنا
- 2- جلبک‌های مسدودکننده صافی و مخازن (Filter Clogging Algae) مانند دیاتومه‌ها نظیر سیندرا و ملوزیرا

- 3- جلبک‌های آب‌های آلوده (Pollutes Water Algae) مانند یوگلنا و کلامیدوموناس
- 4- جلبک‌های آب‌های پاک (Clean Water Algae) مانند نایکلا و سیکلوتا
- 5- جلبک‌های آب‌های سطحی (Surface Water Algae) مانند زیگنما و سیندزموس
- 6- جلبک‌های چسبیده به دیواره مخازن (Algae Growing on Reservoir) مانند وشریا و کلادوفورا و

اولوتریکس

انواع جلبک‌ها:

1- جلبک‌های سبز – آبی (Cyanophyceae)

دارای ساختمان سلولی شخص هستند. هسته، کروماتوفور، غشاء، میتوکندری، واکوئل و شیرۀ سلولی ندارد. تاژک ندارد و کلروفیل آنها در کلروپلاست قرار ندارد. پروتوپلاست آنها از طریق لایۀ رنگین محیطی (کروماتوپلاسم) و بخش مرکزی (سانتروپلاسم) تشخیص داده می‌شود.

پیگمان‌های موجود در آنها شامل کلروفیل، فیکواریترین، فیکوسیانین و کاروتن می‌باشد. مواد پراکنده در جلبک‌های سبز – آبی شامل اجسام خاص و آندوپلاست بوده که متراکم و چسبیده می‌باشند.

مواد کروماتینی بین آندوپلاست‌های غشاء پلاسمایی یافت می‌شوند. دانسیته‌ی آنها کم‌تر از آب است و لذا روی سطح آب شناور می‌باشند.

عامل ایجاد طعم و بو هستند و توانایی استفاده از نیترژن اتمسفر را دارند و دارای سم آنتروتوکسین‌اند و باعث مسمویت می‌شوند. سموم دیگری که ترشح می‌کنند شامل هیپاتوتوکسین و نوروتوکسین می‌شود. برخی از آنها مثل آنابنا و میکروسیس تیس باعث انسداد صافی شنی می‌شوند.

جلبک‌های سبز – آبی در آب‌های شور و شیرین، خاک، صخره‌ها، بیابان‌ها و در نواحی قطبی یافت می‌شوند. دو جلبک سبز- آبی بنام نوستوک کامن و آنابنا وجود دارد و در آب آلوده به فاضلاب بیشتر دیده می‌شوند. برخی از آنها موجب ته‌نشینی املاح Ca^{2+} و Mg^{2+} موجود در آب می‌شوند. تعداد زیاد آنها در آب نمایانگر آلودگی آب است.

2- باسیلا روفیسه:

این گروه از بزرگترین دسته‌جات جلبک‌های تک‌سلولی می‌باشند که جنس دیواره آن از ماده سیلیسی است (دیاتومه‌ها). آب‌های سطحی و آب انبارها به ندرت از وجود این ارگانسیم‌ها عاری می‌باشد. رنگ قهوه‌ای طلایی (پوسته سیلیسی دارد) است. یکی از مهمترین کلاس‌های جلبک از نظر کیفیت آب هستند.

معروف‌ترین آنها عبارتند از:

- استریونلا، تابلاریا، دیاتومه، ساکروتلا

دیاتومه‌ها:

در آب شیرین و شور هر دو یافت می‌شوند. دارای یک هسته و کلروپلاست به رنگ سبز تا قهوه‌ای طلایی می‌باشند. بدون داشتن تاژک حرکت ویژه‌ای دارند که ناشی از جریان سیتوپلاسمی درون سلول است. این ارگانسیم‌ها دارای دو پوسته روی هم افتاده می‌باشند. پروتوپلاسم در بسیاری از گونه‌ها به صورت یک لایه‌ی نازک با دیواره‌هایی به شکل پل پروتوپلاسمی قرار گرفته است.

به روش جنسی، غیر جنسی و اگزوسپور (تقسیم رویشی) رشد می‌کنند.

دارای کلروفیل a و c و کاروتنوئید هستند که رنگ زرد مایل به قهوه‌ای به آنها می‌دهد. از فراوان‌ترین دیاتومه‌ها می‌توان به تابلاریا و ناویکلا اشاره کرد. استریونلا به تعداد بیش از 1000 عدد در یک میلی لیتر بویی شبیه شمعدانی در آب و رنگ آب را زرد متمایل به قهوه‌ای می‌نمایند.

گنغونما و نیتزشیا دیاتومه‌ آب آلوده هستند. کوآگولاسیون و ته‌نشینی می‌تواند 90-95 درصد جلبک‌ها را حذف کند.

کروماتوفورها به شکل دانه‌ای و بشقابی می‌باشند. مواد ذخیره‌ای در آنها لکوزین، و لوتین و چربی است.

دیاتومه‌ها یک گروه Pennales اغلب در خاک دیده می‌شوند. پس از مرگ، پوسته سیلیسی به قعر دریا رفته و تشکیل خاک دیاتومه‌ای را می‌دهد. به تعداد زیاد موجب انسداد صافی شنی و بوی نامطبوع آب می‌شود.

3- کریزوفیتها:

نزدیک‌ترین جلبک‌ها به پروتوزوئرها می‌باشند. این گروه زندگی در آب‌های زلال و پاک را ترجیح می‌دهند.

4- جلبک‌های سبز (کلروفیسه):

جلبک‌های سبز از متداول‌ترین انواع جلبک‌ها می‌باشند. اغلب دارای یک پوشش سلولزی، واکوئل با شیره سلولی و هسته‌های مختلف می‌باشند. دارای کلروپلاست بوده و در دسته پروتیست آلی قرار دارند. دارای غشاء هسته و میتوکندری هستند. کروماتوفورهای آنها به اشکال فنجانی، بشقابی، نواری یا دانه‌ای دیده می‌شود.

جلبک‌های سبز دارای کاروتن و کلروفیل a و b هستند. آنها به طریق جنسی و غیر جنسی تولید مثل می‌کنند. به اشکال کروی - مثلثی - هلالی و بی نظم دیده می‌شوند.

جلبک پروفوکوکوس از دسته جلبک‌های سبز می‌باشد. این اورگانسیم‌ها تک سلولی بوده ماده‌ی ذخیره‌ای آنها نشاسته است. ساده‌ترین جلبک شاخص کلرولولگاریس می‌باشد. می‌توان به پرپستوم (ستاره‌ای شکل)، اسپروژیورها و کلادوفورا که نواری شکل هستند، اشاره نمود.

ولوکس نیز یکی جلبک سبز است که پوشش پکتین و سلولزی دارد. ولوکس در آب‌های تمیز و آلوده با جریان تند یا آرام، در خاک و سایر گودال‌های پر از آب یافت می‌شوند. کروماتوفور آن به رنگ سبز و شکل فنجانی هستند. برخی اوقات کلروفیل توسط هماتوکروم پوشیده و جلبک‌ها به رنگ قرمز دیده می‌شوند. به عنوان مثال کلامیدوموناس نیوالیس که در نواحی قطبی یافت می‌شوند، قرمز رنگ و به اشکال تخم‌مرغی، گلابی، بیضی و دوکی شکل است که در ساختمان فلاژل آنها دو واکوئل ضربان دار وجود دارد. برخی از جلبک‌ها ساپروفیت هستند.

برخی از آنها مانند یوگلنا تاژکدار، برخی مانند کلستریوم (هلالی شکل) فاقد حرکت، برخی مثل اسپروژیور و کلادوفورا نواری شکل بوده در حالیکه کلرا در برکه تثبیت دیده می‌شود.

5- پیروفیت‌ها:

جلبک‌های این گروه معمولاً جلبک‌های تک‌سلولی هستند و پاره‌ای از آنها دارای ساختمان آناتومی ریشه‌ای می‌باشند. دارا بودن دیواره سلولزی و زندگی کردن به شکل کلنی از ویژگی‌های آنها می‌باشد. بیشتر آنها بدون مواد رنگی فتوسنتزی هستند. فیکوپرین رنگ قهوه‌ای متمایل به زرد و پریدینینگ Pridining قرمز رنگ است.

6- یوگلوپیت‌ها:

این دسته از جلبک‌ها گاهی بخشی از پروتوزوئرها و گاهی نزدیک به آنها به حساب می‌آیند. اساساً ارگانسیم‌های تک‌سلولی هستند و به خاطر نداشتن دیواره سلولزی بسیار انعطاف‌پذیر هستند. تنها عامل که آنها را از پروتوزوئرها جدا می‌کند داشتن مواد رنگی است. این گروه موجب رنگین شدن آب استخرهای کوچک می‌شوند.

نقش جلبک‌ها:

اکسیژن محلول آب (Desolved Oxygen) از دو طریق زیر تأمین می‌شود.

1- تلاطم، حرکت آب و ورود اکسیژن از اتمسفر به آب

2- فعالیت گیاهان کلروفیل دار آبی

پس نقش جلبک‌ها در تأمین اکسیژن محلول آب مشخص می‌شود. جلبک‌ها در طی روز به کمک نور خورشید و عمل فتوسنتز اکسیژن وارد آن می‌کنند. در حالیکه در طی شب مصرف کننده اکسیژن محلول هستند. در ساعت اولیه روز مقدار اکسیژن محلول آب بسیار کم و در ساعات پیش از غروب آفتاب میزان آن حداکثر می‌باشد.

رشد بیش از حد جلبک‌ها در آب بطوری که با چشم غیر مصلح دیده شوند و تشکیل پوشش ضخیمی بدهند اصطلاحاً Water Bloom گویند، که وجود آن نوید این نکته است که آب در حال اوتریفیکاسیون (مرگ آب) می‌باشند. اجتماع شناور جلبک که در سطح آب بسر می‌برد و رشد زیاد آنها ایجاد شکوفه می‌نماید بنام نوستون خوانده می‌شود، اگر در مرز بین آب و هوا و یا سطح آب قرار داشته باشد اپی نوستون، اگر زیر سطح آب قرار داشته باشد هیپونوستون می‌گویند.

آب از نظر آلودگی و وجود مواد قندی به 3 تقسیم می‌شود:

1- اولگیوتروفیک با مواد آلی و اکسیژن محلول زیاد

2- اوتروفیک با مواد آلی کم و اکسیژن محلول کم

3- دیستروفیک با مواد آلی نیمه تجزیه شده و هومیک اسید و به رنگ زرد مایل به قهوه ای .

مشکلات ناشی از جلبک‌ها

- 1- جلبک‌ها سبب انسداد لوله‌ها و صافی‌های شنی می‌شوند و بروی تأسیسات تصفیه خانه لایه لزجی (Slim) بوجود می‌آورند و تولید بو و مزه می‌کنند. بو و مزه از مهمترین و عمده‌ترین مشکلات ناشی از جلبک‌ها می‌باشد. علت مزه و بوی جلبک به علت ترکیبات پیچیده آلی است که خود محصول فرعی سیکل جلبک‌ها است.
- جلبک‌ها سه نوع مزه شیرین، تلخ و ترش در آب ایجاد می‌کنند. طعم جلبک‌ها به وسیله‌ی زبان احساس می‌شود به جلبک روغنی یا چرب، فلزی یا خشک و خشن تقسیم می‌شوند.
- 2- جلبک‌ها روی سطح صافی رشد کرده و یک لایه ضخیم که صافی را مسدود می‌کند، بوجود می‌آورند. دیاتومه‌ها علت اصلی گرفتگی صافی‌ها هستند.
- 3- لایه‌ای که در اطراف سلول جلبک قرار گرفته است ماده لزج و ژلاتینی شکل ترشح می‌کند. جلبک‌های آبی سبز مایع لزج و ژلاتینی تولید می‌کنند که سطح بتن را لغزنده می‌نماید. قشر ژلاتینی بد منظره و بد بو است. چون جلبک‌ها برای رشد به اکسیژن نیاز دارند. بنابراین تجمع قشر ژلاتینی در قسمت‌های تاریک شبکه توزیع آب با رشد باکتری‌ها ارتباط دارد.
- 4- رنگ نتیجه محصول فرعی جلبک‌ها می‌باشد. ضمناً نشانگر مزه و بو در آب می‌باشد. جلبک‌ها رنگ‌های زرد - سبز متمایل به سبز، آبی - سبز، قرمز و قهوه‌ای در آب ایجاد می‌کنند.
- 5- جلبک‌ها ممکن است مستقیماً هنگامیکه بروی سطوح مختلف رشد می‌کنند یا غیر مستقیم به وسیله‌ی تغییرات فیزیکی و شیمیایی آب در خوردگی شرکت کنند. برخی نظیر اوسیلاتورها موجب خوردگی لوله می‌گردند. جلبکی که باعث خوردگی لوله می‌شود در ناحیه آلفا فروساپروبیک قرار دارد.
- 6- جلبک‌ها در اثر رشد و عمل فتوسنتز در طی روز قلیابیت آب را افزایش می‌دهند و همچنین در اثر رشد و مرگ، PH، سختی، اکسیژن محلول و مواد آلی آب را تغییر داده و در تصفیه آب مزاحمت ایجاد می‌کنند. جلبک‌ها مقدار مواد آلی آب را افزایش داده و در این شرایط کلر بیشتری برای گندزدایی آب لازم است. تغییرات PH موجب افزایش مقدار مصرف داروی کواگولانت در مرحله‌ی انعقاد در تصفیه آب می‌شود.

7- برخی جلبک‌ها سمی هستند. جلبک آبی - سبز آنابنا باعث ناراحتی پوستی، جلبک آبی - سبز آناسیس تیس موجب حساسیت تب یونجه و شیوع ناراحتی معدی - روده‌ای (بعلت ترشح مواد سمی از رشد جلبک)، نابودی ماهی بعلت کاهش اکسیژن محلول می‌شوند.

یک جلبک سمی که سبب قرمز شدن آب می‌شود، به نام ژینیولاکس خوانده می‌شود.

کنترل جلبک‌ها:

مصرف سولفات مس به مقدار 2 میلی گرم در لیتر و پودر ذغال فعال برای کنترل جلبک‌ها در منابع آب آشامیدنی به کار می‌روند. اگر این مقدار در ابتدای بهار و تابستان افزوده شود، مؤثرتر است و مقدار مصرف آن به کیفیت شیمیایی آب مثل PH و قلیابیت بستگی دارد.

جلبک چسبیده در مقایسه با جلبک پلانکتونی به کریستال بزرگتر سولفات مس نیاز دارد و سولفات مس تنها برای مخازن با سطح کم کاربرد دارد. کلرزی و دی کلروفتوکینون با غلظت 5 ppm روی جلبک سبز - آبی که ایجاد شکوفه می‌کند، مؤثر است.

مصرف جلبک‌کش برای مبارزه با جلبک چسبیده سبز رشته‌ای مثل کلادوفورا درست نیست زیرا پس از مرگ تولید طعم می‌کند و جدا کردن آن توسط ماشین مخصوص انجام می‌گیرد. بالا بردن کدورت تا 100 JTU پلانکتون‌ها را می‌کشد. جلوگیری از ورود نور به منابع آب در کنترل آن مؤثر است.

جلبک‌ها و برکه تثبیت:

وجود جلبک‌های کلادوموناس و یوگلنا در برکه‌ی تثبیت، مؤید کارایی خوب برکه است. برکه تثبیت براساس همزیستی مسالمت‌آمیز جلبک (با تولید O_2) و باکتری (با مصرف اکسیژن و تولید CO_2) کار می‌کند و از نوع جلبک آب آلوده است. بعبارت دیگر باکتری از اکسیژن بعنوان گیرنده الکترون برای اکسیدکردن ترکیب کربن استفاده می‌کند.

انواع برکه تثبیت:

بی‌هوازی (Anaerobic) - اختیاری - (Facolative) - هوازی (Aerobic). نام دیگر برکه‌ی هوازی صیقل‌دهنده یا پیشرفت‌هاست و اکسیژن محلول برکه بیشتر به وسیله‌ی فتوسنتز تأمین می‌شود. برکه‌ی تثبیت سیستم اختلاط کامل بدون برگشت محسوب می‌شوند. PH برکه بین 7-10 است.

استخر در صبح بعلت نزدیکی یوگلنا به سطح استخر رنگ سبز دارد و هنگام غروب بعلت تغییر محل رنگ خاکستری دارد. استخر تکمیلی رنگ سبز، استخر اختیاری رنگ سبز مایل به قهوه‌ای و سبز، استخر بی‌هوازی رنگ خاکستری مایل به سیاه دارد.

رنگ صورتی نشانه حضور تیوزپرلیوم کروماتوم در فاضلاب خانگی و تیوپداری در نوع صنعتی است رنگ قرمز و قهوه‌ای نشانه باکتری گوگردی فتوسنتز کننده است که منشاء بوی H_2S را کم می‌کند (بی‌بوکننده بیولوژیکی) فرم غالب در استخر هوازی اختیاری جلبک سبز است، سایر موجودات برکه پرتوزدا، روتیفر کرساثر و آنیلیدز هستند. حضور توبیفکس در استخر رنگ آن را قرمز می‌کند. دی‌سولفوویبریو در برکه تثبیت وجود دارد و احیاکننده‌ی سولفات است. فعالیت دی‌سولفوویبریو به‌وسیله‌ی اسید استیک خنثی می‌شود. باکتری بی‌رنگ گوگرد ارگانسیم هوازی مطلق بوده و برای رشد نیاز به سولفید دارد. باکتری گوگردی فتوسنتزی ارگانسیم بی‌هوازی و اتوتروف بوده و برای رشد نیاز به نور، سولفید و CO_2 بعنوان گیرنده H_2 دارد مانند کلروباکتریاسه سبز و تیورده‌آسه ارغوانی. فرم غالب در استخر هوازی جلبک سبز است (تیورده‌آسه)

لایه‌ی حد واسط در برکه اختیاری جلبک سبز است. ترتیب قرارگرفتن برکه‌ی اختیاری پس از برکه‌ی بی‌هوازی بوده بعنوان یک برکه‌ی ثانویه شناخته می‌شود. پساب خروجی از برکه‌ی اختیاری رنگ سبز دارد. یک راه نابودی توده جلبک در برکه کاربرد جت آب است.

فواید جلبک‌ها:

- 1- استخراج اسید آلژینیک از فئوفایتا، مصرف املاح آن در تغلیط موادغذایی و کرم‌های آرایشی، پارچه‌بافی، لاستیک‌سازی، لعاب‌سازی، کاغذ و کاشی‌سازی.
- 2- استخراج کاراژینس از جلبک قرمز (کوندروس کریس پوس) و استفاده از آن در حضور یون پتاسیم به منظور تثبیت محلول‌های امولسیونه در صنایع غذایی، پارچه‌بافی، داروسازی، چرم‌سازی.
- 3- استخراج فونوری و کاربرد آن در تهیه‌ی چسب و آهار.
- 4- استخراج دیاتومه برای تهیه صافی‌ها.
- 5- استخراج یدوفرم.
- 6- افزودن جلبک سبز - آبی به شالیزار برنج به منظور تثبیت ازت.

7- استخراج آگار برای تهیه محیط کشت.

آلودگی های آب

1- آلودگی شدید (منطقه ی پلی ساپروبیك)

در این منطقه به علت وجود میکروب های غیرهوازی، میزان آلودگی و تعفن زیاد است. چون در آب این منطقه بقایای گیاهی و جانوری و به عبارت دیگر، پروتئین ها، چربی ها، سلولز و فرآورده های ناشی از آنها بسیار زیاد است. ارگانسیم های مقاوم در آب های این منطقه باعث گسترش سولفید هیدروژن، متان و دی اکسید کربن می شوند. تعداد باکتری های این منطقه یک میلیون در یک میلی لیتر است.

2- آلودگی متوسط (منطقه مزوساپروبیك)

در این منطقه در اثر اکسیداسیون، مواد آلی تثبیت می شوند. ازت نمک های آمونیوم توسط میکروب ها به نیترات، سولفید هیدروژن به سولفات و مواد آلی به دی اکسید کربن تبدیل می شوند. این منطقه به دو قسمت آلفا و بتا مزوساپروبیك تقسیم می شود. اختلاف این دو منطقه در شدت فرآیند اکسیداسیون است. شدیدترین عمل اکسیداسیون مواد آلی، مربوط به منطقه بتا مزوساپروبیك است.

مواد آلی در این منطقه کاملاً تثبیت شوند. تعداد باکتری ها در این منطقه از صد هزار تا یک میلیون در یک میلی لیتر است.

آ- شرایط هوازی معمولاً به کمک فرایند فتوسنتز ایجاد می شود.

ب- در آب های اتروفیک در طی روز، اکسیژن به میزان فوق اشباع می رسد.

پ- فرآیندهای احیاء سرانجام کامل شده و در اثر تجزیه پروتئین، محصولات آمینواسیدها، اسیدهای چرب و آمونیاک در غلظت پایین یافت می شود.

ت- آب معمولاً شفاف بوده و یا دارای کدورت بسیار کمی می باشد. هم چنین بو و رنگ در آن مشاهده نمی شود.

ث- آب های سطحی به وسیله وجود گیاهان زیرآبی، بنتوس های حیوانی بزرگ (بویژه نرم تنان، حشرات، هیرودینا، آنتوموستراکا) و ماهیان درشت (سایپرینیدا) مشخص می شود.

ج- فلور جلبک ها در آن، مانند آب های اتروفیک است.

نسبت $P/R > 1$ است.

اکسیژن محلول حدود 4 تعداد کلی فرم در لیتر 1×10^5 و میزان BOD کمتر از 4 است.

3- منطقه آب خالص (اولیگوساپروبیك)

در این منطقه مواد آلی دیده نمی‌شوند. فرآیند اکسیداسیون نیتريت به نیترات کاملاً انجام می‌گیرد. تعداد میکروب‌های آب از هزار تا ده هزار باکتری در یک میلی‌لیتر است. باکتری‌های شاخص در این منطقه، باکتری‌های آهن هستند که آهن دو ظرفیتی را آهن سه ظرفیتی تبدیل می‌کنند. آ- اکسیژن به حالت اشباع است.

ب- معدنی شدن منجر به تشکیل باقیمانده معدنی یا آلی پایدار (مانند مواد هیومیک) می‌شود.

پ- گونه‌های حساس‌تر مانند خزّه‌های آبی، پلاناریا و لارو حشرات در آن یافت می‌شود.

ت- ماهی غالب، گونه قزل‌آلا و آزاد است.

نکته: 3 منبع مهم مورد نیاز میکرو ارگانیسم‌ها عبارتند از:

آ: منبع انرژی

ب: منبع کربن

پ: دهنده الکترون

باکتری‌های سولفور رنگی

باکتری سولفور رنگی بر اساس رنگ سلول‌ها که در اثر پیگمان‌های فتوسنتتیک ایجاد شده است به دو گروه باکتری‌های سولفور سبز و ارغوانی تقسیم می‌شوند.

از مشخصات باکتری‌های سولفور ارغوانی و سبز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- 1- همه‌ی این باکتری‌ها بر اساس مرفولوژی سلولیشان به جنس‌های جداگانه تقسیم می‌شوند.
- 2- باکتری‌های ارغوانی بزرگتر از سبز هستند.
- 3- دارای اشکال کوكسی و باسیل بوده و یک جنس از باکتری‌های ارغوانی به شکل اسپریل است.
- 4- مشخصات متابولیکی دو فامیل سبز و ارغوانی در برخی موارد مشابه است.
- 5- همه‌ی گونه‌ها، به استثنای یک گونه فتوتروف اجباری و بی‌هوازی اجباری هستند.
- 6- در این نوع باکتری‌ها انرژی توسط چرخه فتوفسفریلاسیون تولید می‌شود.

7- همه‌ی گونه‌ها، توانایی رشد در محیط کاملاً معدنی را دارند، بصورت فتولیتوترون و فتواتوتروف با به‌کاربردن سولفید هیدروژن بعنوان دهنده الکترون برای احیای NADP و سنتز همه مواد سلولی از دی اکسید کربن، می‌توانند به زندگی خود ادامه دهند.

بیشتر گونه‌ها می‌توانند از هیدروژن هم بعنوان دهنده الکترون استفاده کنند. البته در این حالت رشد آرام‌تر از حالتی است که از سولفید هیدروژن بعنوان انتقال دهنده الکترون استفاده می‌شود.

نکته: روتیفرها شامل فیلودیناروزئولا - کالیدینا وراکس - کاتیپنالونا - نوتوماتا آتاتا

نکته: پروتوزوئر (سارکودینا) شامل آمبالیماکس - آمبارادیوزا - آرسلا دیسکوئیدس - سنتزوپیکسیس لویژاتا - سنتزوپیکسیس آکولتا - اوگلیفا آلوکلاو - اوگلیفالویس - پامفاگوس هیالینوس - اکتینوفریس وریکولاتا

نکته: اینفوزوریا (مژه‌داران) شامل: پارامیسیوم کائوداتوم - اسپیدیسکا کاستاتا - آکسی تریک پلیونلا - استیلونیکیا پوستولاتا - سیکیدیوم گلاکوم - رایدوستیل اووم - لیونوتوس لاملا - ورتسیلامیکروسستوما - ورتسیلا کانوالاریا - اپرکولاریا کوارکتاتا - اپرکولاریا گلمراتا - اپیستابلیس پلیکاتیلیس - سینتوکیلوم مارگاریتاسنوم.

نکته: تاژکدار دینوفلاژله‌ها مانند گیمنودیونیوم ، گایرونیوم ، سراتیوم ، آمفی دینیوم ، پردینیوم

نکته: تاژکداران هترولوبوسیا (پروتیست‌هایی با یک مرحله آمیبی و یک مرحله تاژکداری) مانند نگلریا

نکته: تاژکداران رنگی مانند کدونوسیگا ، دیپلوکا ، دیپلوسیکوپسیس ، مونوسیگا ، پاکیسوکا

نکته: اگر عمل تصفیه فاضلاب به خوبی انجام بگیرد، لجن فعال شامل مقادیری (ورتسیلا کانوالاریا) و نیز کلنی‌هایی از اینفوزوریا خواهد بود. حرکت سیلیاته‌ها بیانگر اکسیژن گیری کافی مخزن و فقدان مواد سمی در فاضلاب تصفیه شده می‌باشد. حضور آئلوژوما نشان دهنده‌ی نیتروبیفیکاسیون پایدار است.

ارگانیسم‌های مذکور ، عامل تثبیت مواد آلی هستند میزان تثبیت مواد آلی بستگی به شرایط محیطی هر کدام از میکرو ارگانیسم‌ها دارد. ارگانیسم‌های شاخص ، به وضوح بیان کننده شرایط واحدهای تصفیه فاضلاب و نیز بیانگر حضور عواملی هستند که در عمل تصفیه مخازن هوادهی ایجاد اختلال می‌کنند.

سخت پوستان:

1-سایکودا 2-پودورا 3-هیدروکارینا

باکتری‌های نیتروفیکاسیون کننده

1- نیتروزوموناس اورپیه (باکتری نیتريت)، مرحله‌ی منفرد

2- باکتری مذکور در مرحله ژلاتینی

3- نیتروزوموناس جوان انسیس (باکتری نیتريت)

4- نیتروباکتر (باکتری نیترات)

برای درک مشکلات بیماری‌های مرتبط با آب، دسته بندی آنها به چهار گروه بر اساس ویژگی‌های

اپیدمیولوژی سودمند است:

1- بیماری منتقله water-borne

2- بیماری‌های ناشی از عدم شستشوی کافی water-washed

3- بیماری‌های که آب در سیکل انتقال آنها نقش دارد water-based

4- بیماری‌های منتقله توسط حشرات مرتبط با آب water-vectored

همه‌ی نکته‌هایی که در جداول آمده بسیار مهم و کنکوری هستند

جدول نواحی عمومی وجود فیتوپلانکتونها و ویژگی‌های انواع مختلف آنها در ارتباط با آنها

فیتوپلانکتون غالب	کل جامدات معدنی	کل کربن آلی	ازت کل	فسفر کل	چگالی فیتو-پلانکتون	نوع ناحیه
-	2-15	-	<1-250	<1-5	<1	فوق الیگوتروفیک
کریپتوفیاسه، کریزوفیاسه	-	<1-3	-	-	-	الیگوتروفیک
دینوفیاسه-باسیلاریوفیاسه	10-200	10-200	250-600	5-10	1-3	الیگومزوتروفیک
-	-	<1-5	-	-	-	مزوتروفیک
-	100-500	-	500-110	10-30	3-5	فرواوتروفیک
باسیلاریوفیاسه-سیانوفیاسه	-	5-30	-	-	-	اوتروفیک
کروفیاسه - اوگلنوفیاسه	400-6000	-	- >15000	30 >500	>10	هیپواوتروفیک
-	5-200	3-30	<1-500	<1-10	-	رسیتروفیک

ویژگی‌های برخی از تخم‌کرم‌هایی که از نظر عفونت‌زایی مهم هستند.

مشخصات	انواع تخم کرم
جدار تخم نازک، اندازه 20-30 میکرون، بیضوی، یک طرف آن مسطح	انتروبیوس ورمیکولاریس (اکسیور)
بیضی شکل، زائده‌های پستان مانند 35-70 میکرون	آسکاریس لومبرکوئیدس (بارو)
برجستگی‌های سطح دارای پوشش نامنظم، کاملاً بیضی نبوده و تا حدی کشیده	آسکاریس لومبرکوئیدس (نابارور)
اندازه 45-70 میکرون، جدار تخم نازک، دارای سلول جنین‌دار	کرم فلابدار
شکل مانند سینی، پوسته تخم ضخیم، در دو انتها برجستگی، رنگ آن صفراوی	تریکورس تریکورا
بیضی شکل، دارای خار جانبی، حاوی میراسدیوم و خار انتهایی ندارد	شیستوزوما مانسونی
بیضی شکل دارای خار انتهایی درادار دیده شده	شیستوزوما هماتوبیوم
تخم کروی شکل، دارای خار تحلیل رفته، کوچکتر از مانسونی و هماتوبیوم	شیستوزوما زاپنیکوم
بیضی شکل تقارن دو طرفی، بدون جنین، دارای اوپرکول، نسبتاً بزرگ	فاسیولاهپاتیکا
کروی، قطر 40 میکرون، درون دو تخم 3 جفت قلاب دارای خط‌های ریز	تنیا
تقریباً گرد متمایل به بیضی، دارای جنین شش قلابی، دو غشاء داخلی	همینولپیس نانا
بیضی، نامتقارن دارای اوپرکول، دارای جنین، رنگ صفراوی	دیگروسلیوم دندریتیکوم

ویژگی‌های کرم‌هایی که در انسان ایجاد عفونت می‌کند:

عامل	میزبان	بیماری	انتقال
آسکاریس لومبریکوئیدس	انسان	آسکاریزیس- عفونت متوسط سبب مشکلات تغذیه‌ای و هضم شده، دردهای شکمی و تهوع عفونت شدید کبدی منجر به مرگ می‌شود	ورود تخم به بدن راز طریق خاک، سالاد، سبزی‌های آلوده با تخم خروجی از طریق مدفوع انسان
شیستوزوها -مانسونی -هماتوبیوم -اینترکالانوم -ژاپونیکم	حیوانات خانگی انسان و موش‌ها که به عنوان میزبان اولیه هستند میزبان ثانویه آن حلزون است	شیستوزومیازیس عفونت مزمن روی کبد و سیستم ادراری تأثیری می‌گذارد	آب آلوده با سرکر (لارو) که در بدن حلزون رشد کرده است. نفوذ از طریق پوست انسان تخم‌ها از راه ادرار یا مدفوع دفع شده و میراسدیم در آب به تکامل می‌رسد
نکاتور آمریکانوس آنکیلوستوم دئودنال	انسان	آنکیلوستومیازیس بیماری کرم قلابدار عفونت شدید منجر به کندی رشد می‌شود ایجاد ناتوانی همراه با آنمی، عفونت کبد تأثیر کمی دارد.	تخم‌ها از راه مدفوع دفع می‌شوند، لارو از راه پوست نفوذ می‌کند آنکیلوستوم از راه دهان می‌تواند وارد شود.
استرنژیلوئیدس استرکوریس	انسان و احتمالاً سگ	استرنژیلوئید یازیس عفونت روده‌ای سبب دردهای عضلانی کم شدن وزن، تهوع، وضعیت بندرت منجر به مرگ می‌شود	لارو در خاک مرطوب آلوده شده با مدفوع وجود دارد و از طریق پوست نفوذ کرده و از راه سیستم تنفسی به دستگاه گوارش می‌رسد.
تریکوربستریکورا	انسان	تریکوربازیس - عفونت در روده بزرگ اغلب بدون علائم، عفونت شدید منجر به دردهای شکمی کاهش وزن و اسهال می‌شود.	ورود تخم موجود در خاک یا سبزیجات آلوده به مدفوع

رهنمودهایی برای شناخت و حذف ارگانسیم‌های مسئله‌ساز آب:

ارگانسیم	علائم	راه حل مناسب
اکتینومیسیت	بوها و مزه‌های خاکی کپکی	ازن، پراکسید هیدروژن و ازن
جلبک	صافی‌های مسدود شده کاهش اکسیژن مخازن مرگ ماهیها بوها و مزه‌ها	در منابع آبی: سولفات مس، اکسیژن‌دهی، کنترل مواد قندی در تصفیه‌خانه: کربن فعال، ازن، کلریناسیون سولفات مس، اکسیژن‌دهی، کنترل مواد مغذی بسته به نوع جلبک متغیر است راه حل‌ها مانند حالت اول کربن فعال
کرم‌های خونی (لارو حشره)	مشاهده‌ی ارگانسیم‌ها	افزایش کلریناسیون و شستشوی معکوس، ایجاد جریان ناگهانی آب
کروستاسه	صافی‌های مسدودشده رنگ دخاله در عمل ضد عفونی بو و مزه افزایش کدورت مشاهده اورگانسیم	ایجاد جریان ناگهانی آب افزایش راندمان صاف‌سازی. ضد عفونی‌کننده‌های مورد نیاز برای ارگانسیم خاص راه حل مانند صافی‌های مسدود شده می‌باشد راه حل مانده صافی‌های مسدود شده می‌باشد ازن، کربن فعال مانند حالت اول (صافی‌های مسدود شده)

راه حل مناسب	علایم	ارگانیسیم
افزایش کلرزنی و شستشوی معکوس، ایجاد جریان ناگهانی در آب فرآیند بهینه‌سازی تصفیه، ته‌نشینی ویژه مانند حالت اول (دخالت در عمل ضدعفونی)	دخالت در عمل ضدعفونی مشاهده اورگانیسیم‌ها	نماتودها
کلریناسیون مداوم نصب صافی، جلوگیری از ترک و شکاف ساختمان کلریناسیون مداوم نصب صافی، جلوگیری از ترک و شکاف ساختمان درچاه‌ها: سوپر کلریناسیون، تلاطم فیزیکی، بخش پاک‌کننده‌ها در صافی‌ها: شستشوی معکوس، سوپر کلریناسیون، کلرزنی مقدماتی استفاده از صافی‌های ماسه‌ای در سیستم توزیع: سوپر کلریناسیون، ایجاد حلقه در سیستم حذف فیزیکی باکتری‌ها، تصفیه شیمیایی خوردگی، صاف‌سازی کلریناسیون کلریناسیون مداوم نصب صافی، جلوگیری از ترک و شکاف ساختمان کلریناسیون مداوم نصب صافی، جلوگیری از ترک و شکاف ساختمان کلریناسیون مداوم نصب صافی، جلوگیری از ترک و شکاف ساختمان	رنگ خوردگی افزایش میزان مورد نیاز ضدعفونی‌کننده بو و مزه افزایش کدورت	باکتری‌های آهن
ایجاد جریان ناگهانی آب، سوپر کلریناسیون مخازن و تانک‌های ذخیره افزایش نسبت کلر به ازت کاهش زمان ماند در مخازن و سیستم توزیع کلرزنی	افزایش میزان مصرف ضدعفونی	باکتری‌های نیتروفاير
ضدعفونی خاص برای ارگانیسیم مورد نظر، ایجاد موانع متعدد برای حفاظت کیفیت آب، بهینه‌سازی عمل تصفیه	بیماری روده‌ای	پروتوزوا
غیرفعال‌سازی پیش از تصفیه، بهبود عمل انعقاد، لخته‌سازی و	مشاهده اورگانیسیم	-روتیفرها

راه حل مناسب	علایم	ارگانسیم
صافسازی استفاده از مخازن آبی سرپوشیده		
ضد عفونی، اسیدیفیکاسیون و پاکسازی، افزایش اکسیژن محلول کاربرد مداوم ضد عفونی کننده ها به حداقل رساندن عدم فعالیت پمپ	رنگ خوردگی	باکتری های سولفید هیدروژن سولفور
حذف ارگانسیم های فاسد شده، ضد عفونی کلریناسیون، ازن زنی، شستشوی با فشار بالا، در هر روش نیاز به حذف صدف های راه راه مرده و یا زنده است.	بو و مزه کاهش ظرفیت	صدف های راه راه Zebra mussels

انواع میکروارگانسیم ها:

مشخصات	نماینده	سلسله
چند سلولی با بافت متفاوت	روتیفرها کروستاسه ها	حیوانات
چند سلولی با بافت متفاوت	خزه سرخس گیاهان دانه دار	گیاهان
اوکاریوتیک (هسته دار) تک سلولی یا چند سلولی با یا بدون بافت پروکاریوتیک (بدون هسته)	الک پروتوزوئرها قارچ کپک الگ های سبز - آبی باکتری	پروتیست ها عالی پست

از نظر منبع انرژی و کربن به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

منبع کربن	منبع انرژی	گروه
اتوتروف { CO ₂ CO	نور اکسیداسیون مواد معدنی واکنش احیا	اتوتروفیک شامل: 1- فتوسنتتیک (فتوتروف) 2- شیمیوسنتتیک (شیمیوتروف)
کربن آلی ← هتروتروف	اکسیداسیون مواد آلی واکنش احیا	هتروتروفیک

ویژگی‌های میکروارگانیسم‌های فتوتروف:

رشد در تاریکی	تثبیت N ₂	منبع کربن اصلی	ارتباط با O ₂	دهنده الکترون	فتوفسفریلاسیون	میکروارگانیسم
بله	خیر	CO ₂	هوازی	H ₂ O	غیر چرخشی	اوکاریوتیک‌ها -الگه‌ها
خیر	بله	CO ₂	هوازی	H ₂ O	غیر چرخشی	پروکاریوتیکا -سیانوباکتر
خیر	بله	CO ₂	بی‌هوازی	H ₂ S و H ₂	چرخشی	-باکتری‌های سولفور
بله	بله	مواد آلی	بی‌هوازی-اختیاری	مواد آلی	چرخشی	ارغوانی -غیرسولفور
خیر	بله	CO ₂	هوازی	H ₂ O	غیر چرخشی	-سولفور سبز

انواع ویروس‌های مدفوعی - دهانی:

نام ویروس	نام بیماری
آنتروویروس‌ها پولیوویروس کوکساکسی ویروس اکو ویروس ویروس هپاتیت A و E	فلج اطفال مننژیت، آنسفالیت، اسهال ویروسی و... بیماری دستگاه تنفس انواع هپاتیت
آدنو ویروس	التهاب چشم (کنژکتیویت)
رئو ویروس	اسهال در کودکان
کلسی ویروس‌ها	اسهال در افراد بالای 6 سال

ویژگی‌های متابولیکی باکتریهای مزاجم:

منبع کربن	منبع انرژی	گیرنده الکترون	ارتباط با O ₂	استفاده از کربن آلی
باکتری‌های نیتروفایر				
اکسیدکننده آمونیاک	NH ₄ ⁺	O ₂	هوازی	بسیار محدود
اکسیدکننده نیتريت	NO ₂ ⁻	O ₂	هوازی	بسیار محدود
باکتری‌های سولفور				
اجباری	H ₂ S, S ₂ O ₃ , S	O ₂	هوازی	بسیار محدود
اختیاری (میکسوتروف)	H ₂ S, S ₂ O ₃ , S	O ₂	هوازی	محدود
باکتری‌های آهن	Fe ²⁺	O ₂	هوازی	احتمالاً نامحدود
باکتری‌های هیدروژن	H ₂	O ₂	هوازی	نامحدود
متانوزن‌ها	H ₂	-	بی‌هوازی	بسیار محدود
متیلوتروف‌ها	CH ₄ , CH ₃ , OH	O ₂	هوازی	بسیار محدود
سیانوباکترها	H ₂ O	O ₂	هوازی	نمی‌کنند

ویژگی های باکتری های سولفور:

کاربرد مواد آلی	تثبیت N ₂	ارتباط با O ₂	رشد در تاریکی	گیرنده الکترون	دهنده الکترون	منبع کربن	باکتری
نه برخی گونه	بله	بی هوازی	نه	-	H ₂ S, H ₂	CO ₂	سولفور ارغوانی
بله	بله	اختیاری	-	-	مواد آلی	مواد آلی	غیر سولفور
نه	بله	بی هوازی	نه	-	H ₂ S, H ₂	CO ₂	سبز
خیلی محدود	نه	هوازی	-	O ₂	H ₂ S, S, SO ₃ ²⁻	CO ₂	سولفور بی رنگ اجباری
محدود	نه	هوازی	-	O ₂	H ₂ S, S, SO ₃ ²⁻ با ترکیبات آلی	CO ₂ یا ترکیبات آلی	اختیاری یا میکسوتروف

واکنش های مختلف آنروباکتریاسه:

رشد در KCN	وکس پروسکوتز	سیترات	اورآز	حرکت	گازاز گلوکز	اسیداز لاکتوز	جنس
-	-	-	-	+	+	+	اشرشیا
-	-	-	-	+	+	-	ادواردسیلا
-	-	-	-	-	-	-	شیگلا
+	-	+	+/-	+	+	+	سیتروباکتر
-	ادامه	+	-	+	+	-	سالمونلا
+	جدول ←	+	+	-	+	+	کلپسیلا

+	+	+	+/-	+	+	+	انتروباکتر
+	+/-	+	-	+	+	-	هافینا
+	+	+	-	+	+/-	+/-	سراسیا
+	-	+/-	+	+	+	-	پروتئوس
+	-	+	-	+	+	-	پروویدنسیا
-	+/-	+	-	+	-	+/-	اروبینا

کلید: + بیشتر یا تمام گونه مثبت

- بیشتر یا تمام گونه منفی

+/- برخی گونه‌ها منفی و برخی مثبت

تک یاخته‌های پاتوژن انسانی:

انتقال	بیماری	میزبان	تک یاخته‌ها
ورود از راه خراش‌ها زخم‌ها، بعنوان مهاجم در طی سایر عفونت‌ها	مننگوآنسفالیت آمیبی	آب شیرین، فاضلاب انسان	آکانتامبا کاستلانی
آب آلوده به مدفوع (خوک)	بالانتید یازیس (اسهال خونی)	خوک، انسان	بالانتیدیوم کلی
آب آلوده	اسهال خونی	انسان	انتامباهیستولیتیکا
آب آلوده	ژباردزیس (گاستروانتریت)	حیوانات، انسان	ژباردیالامبلیا
شنا در دریاچه‌های آب شیرین	مننگوآنسفالیت آمیبی اولیه	خاک، آب، سبزی فاسد	نگریافاولری

میزان کلر باقیمانده برای از بین بردن کیست‌ها و باکتری‌ها:

کلر آزاد $\text{HOCl} + \text{OCl}^-$			
کیست‌کشی $2-5^{\circ}\text{C}$	کیست‌کشی $22-25^{\circ}\text{C}$	باکتری‌کشی $0-25^{\circ}\text{C}$	PH
7/5	2/0	0/2	6
10	2/5	0/2	7
20	5	0/2	8
70	20	0/6	9

همانطور که در جدول پیش مشخص شده است در $\text{PH} = 6$ ، کلر باقیمانده 0/2 میلی گرم در لیتر است. پس از 30 دقیقه تماس می‌تواند باکتری‌ها را از بین ببرد، درحالی‌که برای از بین بردن کیست‌ها کلر باقیمانده حدود 2 میلی‌گرم در لیتر در دمای 22-25 درجه سانتی‌گراد 7/5 میلی گرم در لیتر در دمای 2-5 درجه برای مدت زمان تماس سی دقیقه مورد نیاز است.

اسامی باکتری‌های تولید کننده متان و مشخصات آن:

نوع ارگانیسم	مرفولوژی	واکنش گرم	سابستری	حرکت
متانوباکتریوم رومینانیتوم	کوکسی	+	$\text{H}_2 + \text{CO}_2$ فرمات	متغیر
متانوباکتریوم فرمیسی سیوم	باسیل منحنی	متغیر	$\text{H}_2 + \text{CO}_2$	متغیر
متانوباکتریوم موبیلیس	باسیل کوتاه	-	$\text{H}_2 + \text{CO}_2$ (فرمات)	متحرک
متانوسارسیناپور کری	سارسینا	+	H_2, CO_2 (فرمات)	بی حرکت
متانوکوکوس وانیلی	کوکوس	?	H_2, CO_2 (فرمات)	متغیر
متانواسپرلیوم (گونه)	اسپرلیوم	+	H_2, CO_2 (فرمات)	تازک قطبی
متانوکوکوس	کوکوس	+	H_2, CO_2	متغیر

انواع گروه‌های میکروارگانیسم براساس منابع آنها:

منابع	گروه
منبع کربن	هتروتروف
آلی	اتوتروف
معدنی	
منبع انرژی	شیمیوتروف
شیمیایی	فتوتروف
نور	
دهنده الکترون	ارگانوتروف
آلی	لیتوتروف
معدنی	

محدوده حرارتی برای میکروارگانیسم‌های مختلف:

درجه حرارت °C	ارگانیسم
45-50	پروتوزوئرها
56	الک‌های اوکاریوتیکا
60	قارچ‌ها
70-73	باکتری‌های فتوسنتیک شامل سیانوباکتری‌ها
99	باکتری‌ها

منابع:

- 1- غلامی - میترا و حامد محمدی (1378). میکروبیولوژی آب و فاضلاب . مؤسسه فرهنگی انتشاراتی حیان.
- 2- خانی - محمدرضا و کامیار یغمائیان (1378). میکروبیولوژی محیط زیست (جلد 1 و 2) . انتشارات دیباگران تهران.