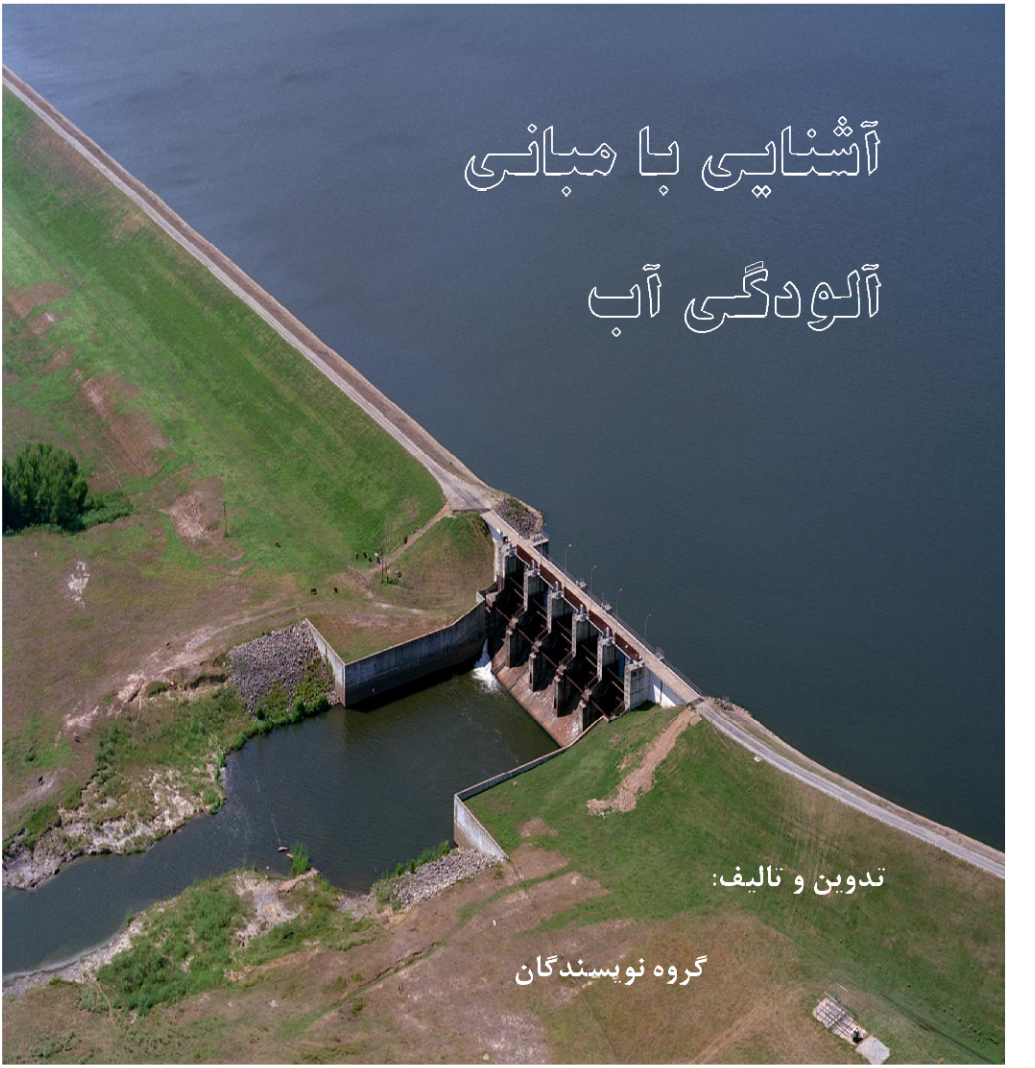
وزارت نیرو

شرکت مدیریت منابع آب ایران

شرکت آب منطقه ای زنجان



آشنایی با مبانی آلودگی آب

تدوین و تالیف:

گروه نویسندگان

بسم الله الرحمن الرحیم

شرکت آب منطقه ای زنجان

معاونت حفاظت و بهره برداری

گروه محیط زیست و حفاظت کیفی منابع آب

آشنایی با مبانی آلودگی آب

نویسندگان:

سهیلا امجدی - امیر نبئی - پرویز قزلباش - منصور گرانمایه

سال ۱۳۹۳

عنوان و نام پدیدآور	: آشنایی با مبانی آلودگی آب
مشخصات نشر	: زنجان : قلم مهر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ۴۹ص. : مصور(رنگی)، جدول.
شابک	: 978-600-7474-35-8
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: فهرستنویسی کامل این اثر در نشانی: http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: مولفان پرویز قزلباش، منصور گرانمایه، سهیلا امجدی، امیر نبئی.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۴۹؛ همچنین به صورت زیرنویس.
شناسه افزوده	: قزلباش، پرویز، ۱۳۴۷-
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۸۷۶۴۲۱
چاپ و صحافی	: امید زنجان

فهرست مطالب

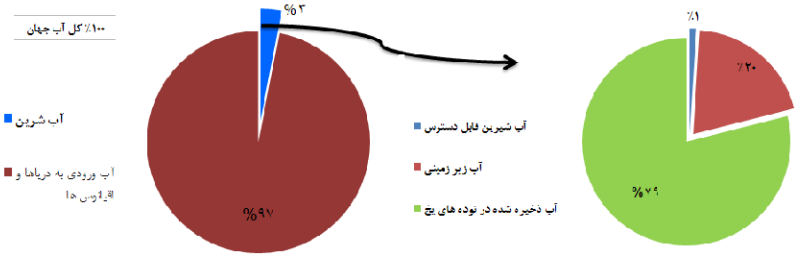
صفحه

مقدمه ۱
منابع تامین آب ۲
منابع آب سطحی ۳
منابع آب زیرزمینی ۳
چرخش آب در طبیعت ۴
آب سالم ۵
آلودگی آب ۶
طبقه‌بندی آلوده‌کننده‌های آب ۷
اکسیژن خواهی فاضلاب ۷
عناصر غذایی (نوترینت) ۹
عوامل بیماریزا ۱۰
جامدات معلق ۱۲
نمک‌ها ۱۲
ترکیبات آلی فرار ۱۳
آلودگی حرارتی ۱۴
آفت‌کش‌ها ۱۵
هیدروکربن های کلره ۱۷
ترکیبات آلی فسفره ۲۰
عناصر کمیاب (فلزات سنگین) ۲۱
دترجنت‌ها ۲۳
کیفیت آب سطحی: رودخانه‌ها و نهرها ۲۷
نیاز اکسیژن بیولوژیکی ۲۸
نیترات سازی ۲۸
تاثیر اکسیژن خواهی فاضلاب بر رودخانه‌ها ۳۰
هواگیری(جذب هوا) ۳۲

کیفیت آب دریاچه‌ها ۳۳
غنی‌شدن ۳۳
دریاچه اولیگوتروفیک ۳۵
دریاچه اوتروفیک ۳۶
دریاچه مزوتروفیک ۳۶
عوامل کنترل کننده فرآیند غنی‌شدن ۳۸
لایه‌بندی حرارتی ۳۹
مبانی مدیریت کیفیت آب در دریاچه ۴۲
اسیدی شدن دریاچه‌ها ۴۲
قدرت بافری بی کربنات ۴۳
فاضلاب ۴۴
منابع ۴۹

مقدمه

آب یک عنصر حیاتی با ویژگی‌های قابل توجه و کم نظیر است که بخش اعظم بدن موجودات زنده را تشکیل می‌دهد. همچنین مایع زیست‌شناختی بشمار می‌رود که واکنش‌های فیزیکوشیمیایی سوخت و ساز در پیکره موجودات زنده را مقدور و تسهیل می‌نماید. آب آشامیدنی علاوه بر تأمین مایع مورد نیاز بدن، دربردارنده املاح و عناصر ضروری می‌باشد که کمبود آنها مشکلات و بیماری‌هایی را سبب می‌گردد. بطور مثال فقدان فلوئور آب موجبات پوسیدگی دندان‌ها را فراهم می‌سازد. این مایع حیاتی به صورت یکنواخت در سطح کره زمین توزیع نمی‌گردد در نتیجه بسیاری از نقاط کره‌زمین با مشکل کمبود آب مواجه می‌باشند. شناخت آب از نظر کیفیت و کمیّت و نیز چگونگی حصول آن قدم اساسی در جهت بهینه سازی مصرف آن بشمار می‌رود. اگر چه بیش از سه چهارم زمین را آب فرا گرفته است ولی سهم اندکی از آن برای شرب و کشاورزی قابل مصرف می باشد. از کل میزان آب موجود در کره زمین حدود ۹۷/۳٪ آن در اقیانوس ها و دریاها و ۲/۱ ٪ آن توسط یخ‌های قطبی محصور شده است و تنها ۰/۶ ٪ آن در دریاچه‌ها و رودخانه و نیز در سطوح مختلف لایه‌های زمین جریان دارد.



دراین‌میان از نظر تأمین آب مورد نیاز برای مصارف انسان، آب‌های زیرزمینی نقش عمده‌ای دارند ولی با توجه به دردسترس بودن آب‌های سطحی (رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) نسبت به آب‌های زیرزمینی نمی‌توان نقش آنها را در گسترش جوامع نادیده گرفت. چرا که تمام تمدن‌های بزرگ قدیمی در کنار رودهای پرآب شکل گرفته است. کیفیت آبهای سطحی تقریباً بستگی زیادی به ترکیب و میزان مواد بستر جریان آب و شرایط جوی منطقه دارد. به همین دلیل این بخش از منابع آبی بیشتر از آب‌های زیرزمینی در معرض آلودگی‌ها قرار دارند. بسیاری از مشکلات بهداشتی کشورهای در حال توسعه، عدم دسترسی مردم به آب آشامیدنی سالم است. از آنجا که محور توسعه پایدار، انسان سالم می‌باشد لذا تأمین سلامت انسان خود در گرو تأمین آب آشامیدنی سالم و بهداشتی می‌باشد.

منابع تأمین آب

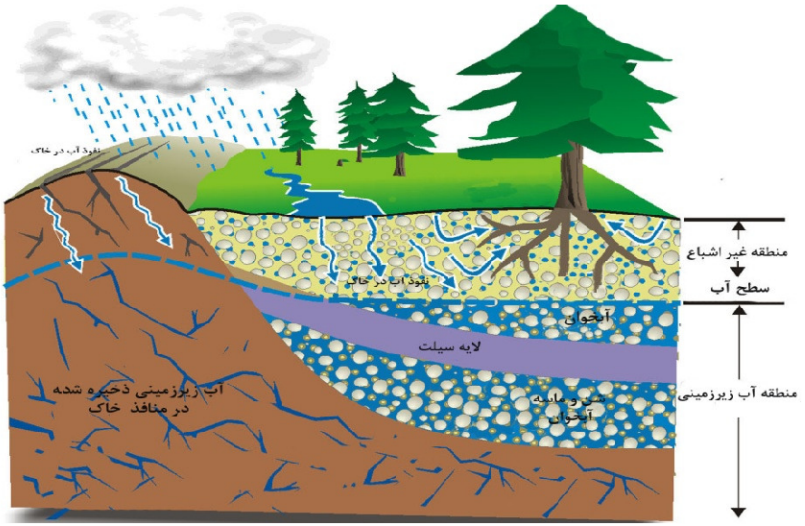
آب مورد نیاز اجتماعات بصورت کلی از منابع آب سطحی و زیرزمینی تأمین می‌گردند.

الف) منابع آب سطحی

آب موجود در رودخانه‌ها، دریاچه‌های طبیعی و یا انسان‌ساز که با در نظر گرفتن ملاحضات اقتصادی و بهداشتی می‌تواند برای شرب جوامع مورد استفاده قرار گیرد.

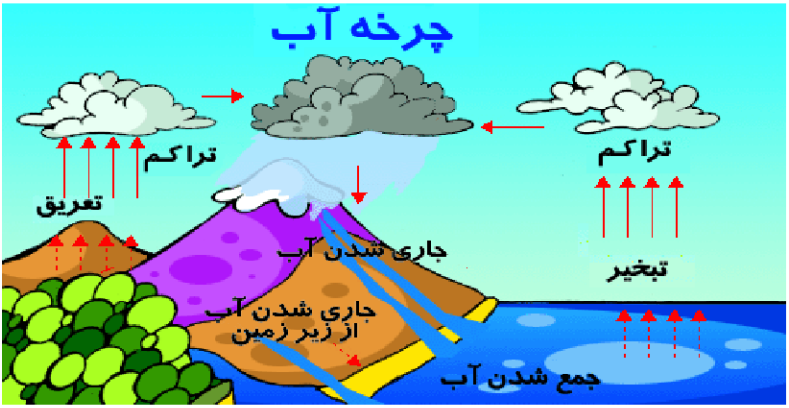
ب) منابع آب زیر زمینی

منابعی نظیر چشمه‌سارها، آب چاه‌های کم عمق، نیمه عمیق و عمیق همگی منابع آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهند. این بخش از منابع، بدلیل دور بودن از دست بشر نسبت به آب‌های سطحی کمتر آلوده شده و به‌همین منظور از اهمیت بیشتری برای تأمین آب شرب جوامع برخوردار است.



چرخش آب در طبیعت

مقدار آب موجود در کره‌زمین تقریباً ثابت می‌باشد زیرا آب‌های موجود در طبیعت همواره در حال تغییر شکل بوده و حالتهای مختلف مایع و گاز را بخود می‌گیرد. کوچکترین اختلال در این نظام تکامل یافته می‌تواند موجب تغییر اکوسیستم شود. با وجودی که این اکوسیستم تا میزان معینی قادر به خود تنظیمی می‌باشد اما متأسفانه با فعالیت‌های روزمره جوامع انسانی و نیز با دخالت‌های آگاهانه و یا ناآگاهانه بشر در طبیعت، اکوسیستم دچار تغییراتی شده و امکان خود تنظیمی آن تاحدود زیادی کاهش یافته است. افزایش دمای اتمسفر، فرسایش لایه ازون، آب شدن یخ‌های قطبی، بارش‌های اسیدی و ... همگی نشانه‌هایی از تغییرات منفی اکوسیستم می‌باشد.



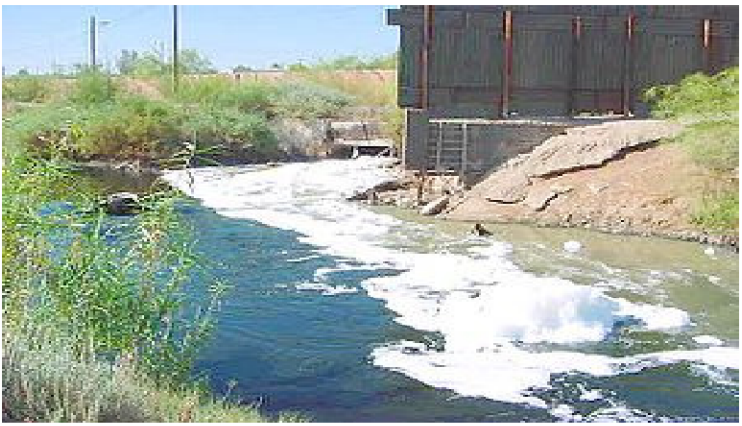
بر اثر تابش نور خورشید بر سطح آب‌های آزاد همواره مقداری از آب تبخیر شده و به سبب سبک شدن، به ارتفاع بالا صعود می‌نمایند. سالانه حجمی معادل لایه ای به ضخامت ۱ متر و به وسعت کل سطح زمین آب از سطح اقیانوس‌ها و سایر منابع آب سطحی تبخیر شده و به اتمسفر وارد می‌شود. طی این حرکت، بدلیل کم شدن فشار طبقات فوقانی اتمسفر دمای هوا کاهش یافته که خود موجب کاهش دمای بخار آب گشته و بخار آب متراکم شده و ابرها را تشکیل می‌دهند که در نهایت بصورت ریزش‌های جوی (برف، باران و ...) به سطح زمین برمی‌گردد. بخشی از آن در زمین نفوذ کرده و آب زیر زمینی را تشکیل می‌دهد و بخشی از آن در زمین جاری شده و رودها، رودخانه‌ها و در نهایت دریاها و اقیانوس ها را تشکیل می‌دهند. به همین دلیل چرخه آب را می‌توان یک سیستم بسته تلقی نمود.

آب سالم

آب سالم آبی است که برای مصرف کننده خطری نداشته و همچنین عاری از عوامل بیماری زا، مواد شیمیایی زیان آور و نیز بدون رنگ، بو و طعم باشد. آب آشامیدنی باید علاوه بر سالم بودن، به لحاظ خصوصیات فیزیکی نظیر بو، مزه، رنگ و ... دارای ویژگی های مطلوبی باشد تا مورد استقبال مصرف کنندگان قرار گیرد. زیرا آب سالم ولی کدر و یا با مزه نامطلوب همواره موجب اعتراض مصرف کنندگان خواهد بود.

آلودگی آب

آلودگی آب را می‌توان به عنوان یک تغییر نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب دانست که باعث به خطر افتادن سلامت، بقاء و فعالیت‌های انسان یا سایر موجودات زنده می‌شود. آب هرگز بطور خالص در هیچ کجای دنیا یافت نمی‌شود. حتی آب بارانی که در غیر آلوده‌ترین نواحی جغرافیائی می‌بارد شامل گازهای N_2 وCO_2 و O_2 محلول در آن است و همچنین گرد و غبار یا ذرات معلق در اتمسفر بصورت تعلیق در آب حمل می‌شوند. آب چشمه‌ها نیز معمولاً دارای ترکیباتی حمل شده از فلزاتی نظیر Na ,Mg , Ca, Fe می‌باشند. حتی آب‌های نوشیدنی هم از نظر شیمیایی خالص نیستند. در واقع آب بصورت کاملاً خالص برای نوشیدن مطبوع نیست و این ناخالصی‌های آب است که طعم آب را مشخص می‌نمایند.



طبقه بندی آلوده کننده های آب

مسئله آلودگی را از جنبه های متفاوتی می توان مورد بررسی قرار داد. در این بخش با تشریح مختصری از گروههای عمده آلاینده سعی در شناسایی منابع آلودگی و طرق انتقال آلودگی به آب هستیم.

اکسیژن خواهی فاضلاب[1]

یکی از شاخص‌های مهم در بررسی کیفیت آب میزان اکسیژن محلول (DO) [2] آب است. ظرفیت اشباع اکسیژن محلول در آب بسته به میزان درجه حرارت و شوری آب بین ۵ mg/l تا ۹ متغیر است. با مطالعات به عمل آمده بر روی آبزیان مختلف حداقل غلظت اکسیژن محلول لازم برای فعالیت و سلامت ماهیان (گونه‌های بسیار فعال مانند قزل‌آلا) بین ۵ mg/l تا ۸ و برای گونه‌هایی با فعالیت کم، نظیر خرچنگ حدود ۳ mg/l تعیین شده است.

هر ماده‌ای که بتواند با دریافت اکسیژن مولکولی محلول در آب اکسید شود به آن مواد اکسیژن خواه گویند. این مواد معمولاً مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی می‌باشند. تقریباً همه مواد آلی موجود در طبیعت نظیر مواد زاید و فضولات دامی و همچنین شاخ و برگ درختان که مواردی از منابع آلودگی

۱-Waste Oxygen Demand
۲-Dissolved oxygen

غیر نقطه‌ای می‌باشند، باعث مصرف DO می‌گردند. کاهش DO برای موجودات آبزی که نیاز به اکسیژن دارند، یک تهدید محسوب می‌شود.

عناصر غذایی (نوترینت)

منظور از عناصر غذایی آن دسته از مواد هستند که برای رشد موجودات زنده ضروری اند که از آن جمله می‌توان به نیتروژن، فسفر، کربن، کلسیم، گوگرد، پتاسیم، آهن، بر و کبالت اشاره کرد. در بحث کیفیت آب زمانی واژه آلاینده به مواد غذایی اطلاق می‌شود که غلظت آنها در آب برای تشدید رشد گیاهان آبزی به ویژه جلبک‌ها به حد کافی بالا باشد.

گونه‌های مختلف گیاهان آبزی به منظور رشد و نمو به طیف وسیعی از مواد غذایی نیاز دارند که در این بین سه عنصر کربن، نیتروژن و فسفر مهمترین آنها به شمار می‌روند. از آنجا که عنصر کربن از منابع مختلف نظیر قلیایی شدن، دی‌اکسیدکربن محلول در آب و پوسیدن مواد آلی تأمین می‌شود، لذا نمی‌تواند عامل محدودکننده باشد. بنابراین نیتروژن و فسفر می‌توانند به عنوان کنترل کننده رشد جلبکها عمل کنند. بطور معمول رشد جلبک‌های دریایی به وسیله نیتروژن و جلبک‌های آب شیرین بوسیله فسفر کنترل می‌گردد. تخلیه فاضلاب در آبهای سطحی و رواناب ناشی از زهکشی مزارع و دامداری‌ها از منابع اصلی ورود فسفر و نیتروژن به منابع آبی و غنی‌سازی آنها می‌باشند. بارش باران اسیدی نیز باعث افزایش نیتروژن دریاچه‌ها می‌گردد. برخلاف ازت که از منابع متعدد وارد آب می‌شود، فسفر عموماً از طریق پاک‌کننده‌های شیمیایی وارد آب های سطحی می‌گردد.

عوامل بیماری زا

میکروارگانیسم‌هایی که در فاضلاب خام یافت می‌شوند، نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها و پاتوژن‌ها می‌توانند موجب ایجاد بیماری‌های منتقله از آب به انسان گردند. حضور پاتوژن ها در آب می‌تواند نوع استفاده از منابع آبی را برای اهداف از پیش تعیین شده از قبیل آشامیدن، شنا کردن و حتی ماهیگیری نیز تحت تاثیر قرار دهد.

در اثر عدم رعایت موازین بهداشتی و آلودگی آب، بیماری‌های آب‌زاد[۱] و آب تماس[۲] افزایش خواهد یافت. بیماری‌های آب زاد به آن دسته از بیماری‌ها اطلاق می‌شود که عامل بیماری‌زا از طریق آب آشامیدنی و حتی آبی که برای شستشوی دهان، دستها و ظروف استفاده می‌شود وارد بدن شخص سالم می‌گردد. درصورتی که در بیماری‌های آب‌تماس حتی نیاز نیست که شخص آب بنوشد، در این حالت عوامل مولد بیماری از طریق پوست نیز جذب شده و وارد جریان خون می‌گردند.

۱-Waterborne
۲-water-contact

براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی سطح بهداشت پایین و ناکافی و عدم کفایت آب آشامیدنی سالم عامل بروز ۸۰٪ انواع بیماری ها در جهان می‌باشد. این رقم بطور ناخالص دربرگیرنده ۱۰ تا ۲۰ میلیون کودک در سراسر جهان است که هر ساله تنها بر اثر ابتلا به اسهال جان خود را از دست می‌دهند.

جامدات معلق

جامدات موجود در آب (TS) به طور کلی به ۲ دسته جامدات معلق (TSS) و جامدات محلول یا کلوئیدی (TDS) تقسیم می‌شوند. هرکدام از جامدات معلق و محلول به دسته‌های آلی و معدنی تقسیم می‌گردند. جامدات معلق و محلول آلی، اکسیژن خواه می‌باشند و انواع معدنی جامدات معلق در اثر تغییرات شرایط آبی نظیر کاهش سرعت آب در کف بستر رسوب می‌نمایند. ورود بیش از حد این رسوبات به دریاچه‌ها و مخازن مشکلات متعددی را فراهم می‌آورد. ترسیب رسوبات از یک سو موجب کاهش حجم مفید منابع آبی شده و از سوی دیگر حیات آبزیان را تهدید می‌نماید. بطور مثال تخم ماهی قزل‌آلا فقط می‌تواند در ماسه‌های سست بستر منابع آبی پرورش یافته و به نوزاد تبدیل شوند، چنانچه منافذ بین سنگریزه‌ها با رسوبات پر شوند، تخم‌ها خفه شده و جمعیت آنها کاهش می‌یابد.

نمک ها

به طور طبیعی نمکهای متعددی در آب محلول می‌باشند. که از آن جمله می توان به کربنات کلسیم و منیزیم، سولفات آهن و ... اشاره نمود. نمک‌های محلول در آب بطور معمول دارای کاتیون‌هایی نظیر سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و همچنین آنیون‌هایی نظیر کلراید، سولفات و بی‌کربنات می‌باشند. شوری آب را با اندازه‌گیری غلظت کاتیون‌ها وآنیون‌های موجود در آن تحت عنوان کل‌جامدات‌محلول(TDS) بیان می‌نمایند. ترکیب کاتیون و آنیون‌های

فوق، تغییراتی را در مزه آب ایجاد می‌نمایند بطور مثال مزه تلخی آب به وجود نمک‌های منیزیم و مزه گس موجود در آب به علت حضور نمک‌های آهن و آلومینیوم می‌باشد.

ترکیبات آلی فرار[1]

ترکیبات آلی فرار (VOCs) جزو گروهی از آلاینده‌ها هستند که عمدتاً به عنوان حلال در روند تولید مواد صنعتی در مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اغلب این مواد باعث بروز سرطان یا جهش‌های ژنتیکی در انسان و سایرجانداران می‌شوند. پنج گروه بسیار سمی از ترکیبات فرار که وجود آنها در آب آشامیدنی نگران کننده است شامل:

۱- وینیل کلراید(کلرواتیلن): این ماده سرطانزا به عنوان ماده اولیه تولید پلی وینیل کلراید (PVC) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- تتراکلرواتیلن: که به عنوان حلال و یک واسطه انتقال حرارت به کار برده می‌شود. این ماده در تولید کلروفلوروکربن‌ها (CFC_S) نیز کارایی دارد. تتراکلرواتیلن در جانوران باعث بروز تومورهای مختلف می‌گردد.

۳- تریکلرواتیلن (TCE): این ترکیب حلالی است که به طور وسیع در سرویس کاری و تمیزکاری قطعات الکترونیک، موتورهای جت و

۱-Volatile Organic Compounds

حتی سپتیک‌تانک‌ها از آن استفاده می‌شود. این ماده به عنوان یک عامل سرطانزا شناخته شده است.

۴- ۱و۲ دی کلرواتان: یک ترکیب چربی زدا از فلزات است و از حلالیت بالایی برخوردار است. از این ترکیب در تولید وینیل کلراید، تتراتیل سرب، فومیگان‌ها (مواد ضدعفونی کننده تدخینی)، براق کننده‌ها و ترکیبات صابون استفاده می‌شود. به نظر نمی‌رسد که این ترکیب سرطانزا باشد اما تماس مداوم با آن باعث صدمات جدی به سیستم مرکزی اعصاب، کبد و کلیه ها می‌گردد.

۵- تترا کلرید کربن: یکی از مسموم ترین مواد پاک کننده است که هنوز در منازل از آن استفاده می شود. این ماده اگر بصورت خوراکی مورد مصرف قرار گیرد، بسیار سمی است و چند میلی‌لیتر از آن کافی است تا یک انسان بالغ را از پای در آورد. این ترکیب در آب محلول نمی‌باشد.

آلودگی حرارتی

با افزایش درجه حرارت آب دو عامل به همراه هم باعث بروز مشکلاتی در سیستم‌های حیاتی آبزیان از نظر جذب اکسیژن می‌گردند. اولین عامل افزایش متابولیسم موجود زنده با افزایش درجه حرارت است. به ازای افزایش هر ۱۰ درجه سانتیگراد دما، متابولیسم جانداران ۲ واحد متابولیکی افزایش

می‌یابد. این مسئله با افزایش نیاز جاندار به اکسیژن همراه خواهد بود. همزمان با افزایش درجه حرارت آب از مقدار اکسیژن محلول در آب کاسته می‌شود. بنابراین با افزایش دمای آب نرخ اکسیژن خواهی افزایش می‌یابد در حالی که از غلظت اکسیژن محلول قابل دسترس کاسته می‌شود.

آفت کش ها[1]

به طیفی از مواد شیمیایی اطلاق می‌گردد که برای موجودات زنده خاصی که از نظر انسان مزاحم هستند کشنده است. آفت کش ها با توجه به نوع عمل و یا ترکیبات شیمیایی و ساختمان آنها طبقه بندی می‌شوند که بطور عمده شامل:

۱- علف‌کش‌ها[2]: این مواد شیمیایی، علف‌های هرز یا گیاهان ناخواسته دیگر را از بین می‌برد.
۲- حشره‌کش‌ها[3]: این مواد برای از بین بردن حشرات استفاده می‌شوند.
۳- قارچ‌کش‌ها[4]: برای انهدام قارچ‌های سمی به کار می‌روند و از نابودی گیاهان جلوگیری می‌کنند.

۱-pesticides
۲-Herbicides
۳-Insecticides
٤-Fungicides

۴- سایر آفت‌کش‌های ویژه[۱]: شامل موادی مانند کشنده جانوران جونده (موثر در برابر موش صحرایی و لاک‌پشت و...)، کشنده نرم‌تنان (برای استفاده علیه حلزون و نرم تنان صدفدار آب شیرین و ...) و کشنده کرم‌ها می‌باشد.

آفت‌کش‌ها به دو شکل آلی و معدنی وجود دارند که ترکیبات سرب، آرسنیک و جیوه از اشکال معدنی و هیدروکربورهای کلره، ترکیبات آلی فسفره و یک گروه عمومی آفت‌کش‌ها که شامل انواع علف‌کش، قارچ‌کش و کرم‌کش‌ها می‌باشند، از اشکال آلی بشمار می‌روند. روند کلی سنتز و تولید

۱-Other specific pesticides

آفت‌کش‌ها به سمت تولید ترکیباتی با طول عمر کوتاه که معمولا سمی‌تر هستند، بوده است. برای مثال آلدرین[۱]، دی‌آلدرین[۲]، هپتاکلر[۳]، ددت[۴] و توکسفان[۵] از هیدروکربورهای کلره هستند و سمیت کمی در پستانداران دارند اما دارای طول عمر طولانی در محیط هستند. از طرفی، آفت‌کش‌هایی نظیر پاراتیون و متیل پاراتیون که از گروه ترکیبات فسفره می‌باشند به آسانی در محیط تجزیه می‌شوند و از این رو طول عمر بسیار کوتاهی در محیط دارند اما در مقایسه با هیدروکربورهای کلره از سمیت بیشتری برای انسان برخوردارند.

الف– هیدروکربن های کلره

همانطور که از اسم آنها پیداست، هیدروکربورهایی هستند که کلر در نقاط مختلف ساختمان هیدروکربور، برروی زنجیره یا حلقه، قرار گرفته و مقدار و محل دقیق کلر قابلیت تجزیه پذیری ترکیب در محیط را تعیین می‌کند. به عنوان یک قاعده کلی نشان داده شده است که هر چه کلر بیشتری در ساختمان هیدروکربور جایگزین شود، ترکیب خاصیت آفت‌کشی بهتری

۱-Aldrin
۲-Dieldrin
۳-Heptachlor
٤-Dichloror Diphenly Trichloroethane
٥-Toxaphene

داشته و همچنین در برابر تجزیه پذیری در محیط مقاومت بیشتری نشان می‌دهد.

هیدروکربورهای کلره به علت سرعت کم تجزیه پذیری مشکلات محیطی بسیار جدی را بوجود می‌آورند. آفت کش های نسبتاً پایدار به مدت یک تا هجده ماه در محیط فعال بوده در حالیکه آفت‌کش‌های پایدار به مدت دو سال یا بیشتر در محیط مقاوم هستند. اغلب هیدروکربون‌های کلرینه شده به عنوان ترکیبات مقاوم و پایدار طبقه‌بندی می‌شوند.

ترکیبات آلی کلر سموم عصبی[۱] هستند و مقادیر زیاد این ترکیبات انتقال آکسونی[۲] محرکهای عصبی در سیستم‌های عصبی مرکزی و محیطی را قطع می‌نمایند. قرار گرفتن انسان در معرض این عوامل ممکن است باعث تحریک‌پذیری[۳]، سردرد، ناتوانی در درک زمان، مکان و افراد، تشنج و اغماء شده و سرانجام به مرگ منتهی شود. اگر ترکیبات کلره خورده شوند، معمولاً تهوع و استفراغ شدید رخ می‌دهد. بعضی از ترکیبات کلره خصوصاً آندرین[۴] که احتمالاً سمی‌ترین ترکیب این دسته از آفت‌کش‌ها می‌باشد، برای کبد سمی هستند. بهبودی بیماران مسموم شده با این دسته معمولا خوب است و

۱- Neurotoxins
۲- Axonic Transmission
۳- Excitability
٤-Endrin

مرگ در اثر مصرف مقادیر بسیار زیاد، مانند خوردن اتفاقی یا به قصد خودکشی رخ می‌دهد.

مطالعات نشان می‌دهد که آفت‌کش‌های کلره می‌توانند مستقیماً در داخل سیستم آب و سپس رسوبات حرکت نمایند. مطالعه کلردان[۱]، لیندان[۲] و ددت در یک سیستم آبی نشان می‌دهد که تمام ترکیبات تجزیه شده، به استثناء لیندان، ۱۲ هفته بعد از ورود به داخل سیستم آبی رسوب می‌کنند. همچنین مشاهده گردید که لیندان تنها ترکیبی بود که بوسیله میکرواورگانیسم‌های آب و رسوبات به مقدار قابل ملاحظه‌ای متابولیزه گردید این بدان معنی است که بعضی از هیدروکربورهای کلره (مانند کلردان و ددت) در برابر متابولیسم باکتری‌ها بینهایت مقاوم هستند در حالی که ترکیبات دیگر مانند لیندان بسرعت متابولیزه می‌شوند.

مطالعات دیگری نیز نشان می‌دهد که دی‌آلدرین در فیتوپلانکتون‌ها تجمع می‌یابد، بطوریکه غلظت دی‌آلدرین در فیتوپلانکتون‌ها ۱۵۰۰-۱۰۰۰ برابر غلظت دی‌آلدرین آب بوده است. در صورتی که فاکتور تغلیظ ددت در فیتوپلانکتون‌ها بیشتر از دی‌آلدرین بود، که اختلاف فاکتورهای تجمع این ترکیبات در فیتوپلانکتون‌ها به علت تفاوت حلالیت آنهاست. ددت نسبت به

۱-Chlordane

۲- Lindane

دی‌آلدرین خیلی کمتر در آب حل می‌شود و در حضور فیتوپلانکتون‌ها بسرعت از آب خارج می‌گردد.

ب- ترکیبات آلی فسفره

احتمالاً آفت‌کش‌های آلی فسفر پرمصرف‌ترین گروه حشره‌کش‌ها هستند و همانطور که از اسم آنها مشخص می‌شود، ترکیبات آلی هستند که با مولکول فسفر ترکیب شده‌اند. ترکیبات این دسته شامل پاراتیون، مالاتیون[۱]، کلرپیریفوز[۲]، دیازینون[۳] و ... می‌باشند.

این گروه از ترکیبات طول عمر کوتاهی داشته و نمی‌توانند در بدن انسان و یا زنجیره غذایی ذخیره شوند. محل فعالیت سم برای ترکیبات آلی فسفره در حوزه اعصاب سمپاتیک می‌باشد.

به استثناء مالاتیون و چند ترکیب دیگر، این عوامل برای پستانداران و حشرات نسبتاً سمی هستند. دلیل مستثنی نمودن مالاتیون متابولیسم سریع آن به وسیله کبد پستانداران است. به هر حال مقادیر زیاد آن می تواند بر این مکانیسم حفاظتی بدن غلبه نماید.

تفاوتهای عمده سموم کلره و فسفره عبارتند از:

۱- Malathion

۲- Chlopyrifos

۳- Diazinon

۱- ترکیبات فسفر معمولا بوی زننده و غیر قابل تحملی دارند که در ترکیبات کلره این حالت کمتر است.

۲- سموم فسفره خاصیت ابقایی و پایداری آنها نسبت به کلره کمتر است.

۳- مسمومیت حادی که در انسان و حیوان بر اثر مصرف سموم فسفره ایجاد می‌شود خیلی شدید است در صورتی که در سموم کلره مسمومیت مزمن ایجاد می‌شود.

۴- سموم فسفره از طریق تنفسی و استنشاقی می توانند ایجاد مسمومیت نمایند ولی سموم کلره این وضعیت را ندارند.

۵- سموم فسفره از طریق پوست هم می‌توانند ایجاد مسمومیت حاد نمایند در صورتی که سموم کلره از طریق پوست کمتر ایجاد مسمومیت می‌نمایند.

عناصر کمیاب(فلزات سنگین)

از دیدگاه بیولوژیکی واژه فلز به عنصری اطلاق می‌گردد که می‌تواند یک یا بیشتر الکترون از دست بدهد و در محیط آبی بصورت کاتیون درآید. ۸۰ عنصر موجود در جدول تناوبی به عنوان فلز دسته بندی شده اند و از این جهت آلودگی فلزات متنوع می باشند. تمام فلزات عنوان شده برای محیط خطر آفرین نمی باشند. تعدادی غیرسمی و تعدادی از فلزات حتی اگر سمی

هم باشند خیلی کمیاب بوده و یا ترکیبات آنها غیر قابل حل می‌باشد. در مباحث آلودگی فلزات از عناوین فلزات سنگین و فلزات کمیاب استفاده می‌شود.

از نظر بیولوژی واژه فلزات سنگین به عناصری که دارای خاصیت سمی هستند اطلاق می گردد. مهمترین اندام جذب کننده فلزات سنگین کلیه‌ها می‌باشند. کلیه از واحدهای بسیار ریزی به نام نفرون تشکیل شده است. بدین ترتیب به موادی که برای نفرون‌ها و در نهایت برای کلیه سمی می‌باشند، نفروتوکسین گویند. کادمیوم، سرب و جیوه از جمله فلزاتی هستند که در گروه نفروتوکسین قرار دارند. تقریبا تمام فلزات سنگین در بدن عوارض سویی نظیر اختلال در سیستم عصبی، کلیوی، ایجاد جهش‌های ژنتیکی و نیز ایجاد انواع غده‌ها را سبب می‌شوند.

فلزات با دانسیته کمتر از ۵ به عنوان فلزات سبک طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین فلزاتی که در وسعتی برابر یا کمتر از ۰/۱ ٪ (۱۰۰۰ppm) در پوسته زمین وجود دارند، به فلزات کمیاب موسوم‌اند. فلزات کمیاب بدلیل تاثیر بر محیط‌زیست و موجودات زنده، عموماً بسیار مهم‌تر از فلزات دیگر هستند. فلزات کمیاب در مقادیر مشخص، سلامتی انسان را تهدید می‌نماید. از میان یازده فلز کمیاب شامل بریلیوم، جیوه، باریم، کادمیوم، مس، سرب، منیزیم، نیکل، قلع، وانادیوم و روی فلزات جیوه و بریلیوم خطرناک‌ترین آنها می‌باشند.

دترجنت ها

رشد فزآیندهٔ جمعیت جهان، مشکلات عمده‌ای را در ارتباط با پاکیزه نگاه‌داشتن زمین ایجاد کرده است. نگرانی دربارهٔ تأمین بهداشت و رفع آلودگی‌های ناشی از صنعت که سرنوشت و حیات زمین را به مخاطره خواهند انداخت برنامه‌ریزی‌های جدی را برای تغییر و بهبود شرایط زندگی طلب می‌کند. گسترش بیش‌از حد صنایع صابون و شوینده‌ها در جهان علیرغم دارابودن جنبه‌های مثبت فراوان، آلودگی‌های نوینی را به محیط‌زیست تحمیل و توجه مسئولان محیط‌زیست کشورها را به خود جلب نموده است. ورود شوینده‌ها به فاضلاب به لحاظ بروز مسائل و عوارض متعددی چون پدیده مغذی شدن، تجزیه ناپذیری گروه سخت شوینده‌ها، ایجاد کف و ... سبب آلودگی منابع آبی و محیط‌زیست می‌شود. به ترکیباتی که علاوه بر انحلال در آب قدرت پاک‌کنندگی بالایی دارند، دترجنت گویند. اجزای شیمیایی یک پاک‌کننده به طور کلی به ۳ دسته عمومی طبقه‌بندی می‌شود:

۱) سورفاکتانتها (مواد فعال سطحی)

۲)سازنده‌ها

۳)مواد متفرقه

این عوامل در ساختمان مولکولی خود دارای دو ناحیه که یکی قسمت هیدروکربنی که دارای خاصیت آبگریزی (هیدروفوبی) و چربی‌دوستی داشته و قسمت دیگر شامل گروه آبدوست (هیدروفیل) می‌باشد.

سورفاکتانت‌ها: به دلیل داشتن ماهیت دوگانه خود – قطبی و غیرقطبی- به عنوان یک عامل مرطوب‌کننده عمل کرده و کشش‌سطحی آب را کم می‌کنند که در نتیجه آب براحتی وارد بافت الیاف می‌گردد.

سازنده‌ها: بخش دیگری از ساختمان پاک‌کننده‌ها را تشکیل می‌دهند، که نقش اصلی را در پاک‌کننده‌ها داشته و عامل جدا کنندگی می‌باشند.

دترجنت‌ها پس از مصرف به همراه پساب به دریاچه‌ها یا رودخانه‌ها تخلیه شده و بر روی محیط‌زیست تأثیر مخرب می‌گذارند. آلودگی محیط‌زیست ناشی از مصرف دترجنت‌ها بیشتر از نظر دو عامل قابل بررسی است.

۱) اثر مواد مؤثر موجود در دترجنت

۲) اثر مواد پر کننده موجود در دترجنت

امروزه بیشترین سازنده‌های متداول مورد استفاده، پلی‌فسفات‌ها هستند. نگرانی کنونی محیط‌زیست بیشتر در مورد سازنده‌هاست. این مواد مشکل تجزیه زیست محیطی ندارند اما بدلیل داشتن فسفر در ساختارخود، موجب افزایش قدرت تغذیه گرایی منابع پذیرنده می‌شود. آبی که در آن میزان مواد مغذی نظیر نیترات و فسفات بالا باشد، محیط خوبی برای رشد آلگ‌ها خواهدبود. علاوه بر سورفاکتانت‌ها و سازنده‌ها، در ساختمان یک ماده شوینده مواد متفرقه نیز حضور دارند که بطور کل شامل براق‌کننده‌ها، عطرها، عوامل ضدخوردگی، آنزیم‌ها، نرم‌کننده‌ها، خوشبو کننده‌ها و مات‌کننده‌ها می‌باشند.

یکی از مهمترین علت‌های مغذی شدن آب، فسفر ناشی از مصرف دترجنت‌های خانگی است. برای حل این مسئله و رفع این آلودگی سعی شد که به تدریج فسفات‌های موجود در دترجنت‌ها کاهش یافته و ماده دیگری جایگزین گردد. با توجه به مطالعاتی که برروی زئولیت انجام گرفت، این ماده برای جایگزینی فسفر در دترجنت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. عامل ایجاد کف در شوینده‌ها، سورفاکتانت آنها می‌باشد. وجود کف در حوض‌های ته‌نشینی اولیه تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مانع ته‌نشینی کامل مواد معلق می‌شود و چربی موجود در فاضلاب در اثر کف زیاد به سایر قسمت‌های تصفیه‌خانه نیز منتقل می‌شود. وجود کف در حوض‌های هوادهی نیز میزان انتقال اکسیژن به فاضلاب را به شدت کاهش داده و گاها راندمان تصفیه را به ۸۰٪ کاهش می‌دهد. ماهیان و آبزیان نیز از آثار سوء شوینده‌ها بی‌بهره نیستند زیرا شوینده‌ها باعث کاهش میزان اکسیژن‌گیری آب می‌شوند. شوینده‌ها قادرند حالت و کیفیت پروتئین را تغییر دهند و متابولسیم باکتری‌ها را مختل سازند و موجب کندی اعمال حیاتی آنها گردند، این امر ناشی از اثر شوینده‌ها در کاهش کشش سطحی آب می‌باشد.

شوینده‌ها به دو دسته سخت و نرم تقسیم می‌شوند که شوینده‌های نرم مثل L.A.B.S یا الکیل‌بنزن‌سولفونات خطی هستند که در محیط تجزیه‌پذیر می‌باشد. شوینده‌های سخت مثل A.B.S یا الکیل بنزن سولفونات شاخه‌ای می‌باشند که در محیط تجزیه نشده و سبب آلودگی محیط زیست می‌گردند.

حضور A.B.S در آب‌های سطحی اکسیژن‌گیری آب را کاهش داده و مانع خودپالایی آب‌ها می‌گردند. علاوه بر آن، طعمی شبیه طعم ماهی به آب می‌دهد.

مناسب‌ترین روش طبقه‌بندی بر پایه وضعیت یونی آنها در محلول آبی است. شوینده‌ها از نظر خاصیت یونیزه شدن به سه گروه تقسیم می‌گردند.

الف- کاتیونی

ب- آنیونی

ج- خنثی

شوینده‌های کاتیونی خاصیت میکروب‌کشی بالایی دارند و از سال ۱۹۳۵ مورد توجه قرار گرفته‌اند.

شوینده‌های آنیونی: از نظر خاصیت میکروب‌کشی ضعیف هستند. خاصیت پاک‌کنندگی آنها به گروه آنیونی موجود در ساختارشان برمی‌گردد. این گروه بیشترین مصرف را در خانه‌ها دارند.

شوینده‌های خنثی: این ترکیبات خاصیت ضد میکروبی ندارند. از این ترکیبات به عنوان مواد اولیه در مایعات ظرفشویی استفاده می‌شود. همچنین بدلیل صفر بودن بار الکتریکی، از آنها برای تهیه پودر رخت‌شویی، ظرف‌شویی و شامپو استفاده می‌نمایند.

کیفیت آب سطحی: رودخانه ها و نهرها

آب‌های سطحی پتانسیل بالایی برای آلوده شدن دارد. این آبها از دیرباز به طور جدی از سوی جوامع و مراکز صنعتی مورد تهدید بوده‌اند اتخاذ شیوه صحیح دفع فاضلاب که از عمده‌ترین آلاینده‌های آب‌های سطحی هستند از آلودگی بیشتر این آب‌ها جلوگیری می‌کند.

نیاز اکسیژن بیولوژیکی

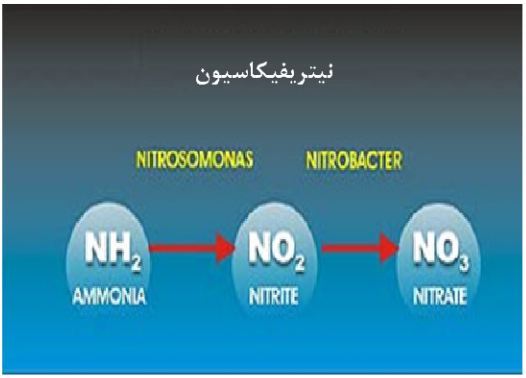
پارامتر اندازه‌گیری آلودگی آلی که در فاضلاب و در آب سطحی نیز بیشترین کارآیی را دارد، BOD_5 می‌باشد. این روش عبارت‌است از اندازه‌گیری اکسیژن محلول مصرف شده توسط میکروارگانیسم‌ها برای اکسیداسیون بیولوژیکی مواد آلی.

نیترات سازی[1]

قبلاً تصور می‌شد که اکسیژن خواهی در تجزیه مواد آلی فقط با تجزیه بخش کربن دار مواد آلی در ارتباط است در حالی که بخش مهمی از تقاضای اکسیژن به اکسیداسیون ترکیبات ازت‌دار موجود در مواد آلی مرتبط است. نیتروژن از جمله عناصری است که در ساختار پروتئین‌ها نقش مهمی داشته و به این دلیل وجود آن برای ادامه حیات لازم و ضروری می‌باشد. نیتروژن به اشکال مختلفی در زیست‌کره[2] وجود دارد. نیتروژن در جو زمین اساساً به شکل مولکولی N_2 و بخشی کمی از آن نیز به صورت اکسید نیتروژن N_2O وجود دارند. فرم مولکولی نیتروژن برای گیاهان قابل استفاده نمی‌باشد و باید ابتدا در روند تثبیت نیتروژن به آمونیاک (آمونیوم) یا نیترات تبدیل گردد.

۱-Nitrification

۲- Biosphere



فرآیند تثبیت نیتروژن در جریان رعد و برق با اکسیداسیون N_2 و بارش به شکل HNO_3 به همراه باران انجام می‌گیرد. علاوه بر مسیرهای فوق برخی از باکتری ها و جلبک‌های سبز- آبی نیز قادر به تثبیت نیتروژن و همچنین برخی از باکتری‌ها تحت شرایط بی‌هوازی قادر به احیا نیتروژن می‌باشند. به منظور تمایز اکسیژن‌خواهی ترکیبات نیتروژن‌دار از اکسیژن‌خواهی ترکیبات کربن‌دار به ترتیب آنها را با NBOD[۱] و CBOD[۲] نمایش می‌دهند. باکتری‌هایی که در اکسیداسیون مواد آلی کربن دار نقش دارند نسبت به باکتری‌های اکسید کننده ترکیبات نیتروژنه سرعت رشد و تکثیر بالایی دارند. از آنجا که سرعت تکثیر باکتری‌های تجزیه کننده نیتروژن کند می‌باشد، مطابق شکل ذیل در ۵ تا ۸ روز اول این باکتری‌ها فعالیت نداشته لذا اکسیژنی بابت تجزیه مواد آلی نیتروژن‌دار نیز مصرف نمی‌گردد. در فاضلاب خام تعداد کمی از

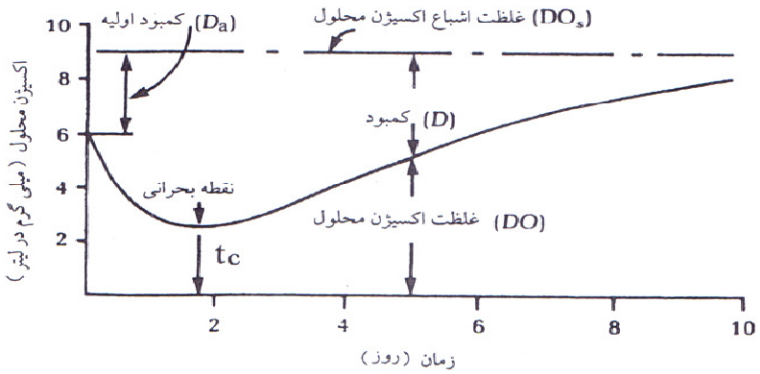
۱-Nitrogenous biochemical oxygen demand
۲- Carbonaceous biochemical oxygen demand

باکتری‌های نیتریفایر وجود دارند و به همین دلیل NBOD مدتی بعد از CBOD نمایان می‌شود و این تاخیر ناشی از زمان مورد نیاز برای رسیدن تعداد باکتری‌های نیتریفایر به حد کافی می‌باشد. در حالیکه در فاضلاب تصفیه شده جمعیت بالایی از ارگانیسم‌های نیتریفایر وجود دارند درنتیجه فاصله زمانی بین NBOD و CBOD کم خواهد بود.

تاثیر اکسیژن خواهی فاضلاب بر رودخانه‌ها

مقدار اکسیژن محلول در آب یکی از مهمترین شاخصهای سنجش سلامت رودخانه می‌باشد. همه رودخانه‌ها دارای ظرفیت مشخصی برای تصفیه خودبخودی (خودپالایی) هستند. تا زمانی که تخلیه مواد اکسیژن خواه در محدوده ظرفیت خودپالایی باشد، میزانDO در اثر اکسیداسیون مواد آلی کاهش نمی‌یابد. چنانچه مقدار فاضلاب تخلیه شده به رودخانه بیش از ظرفیت خودپالایی آن باشد DO کاهش یافته و در ادامه تغییرات زیان‌آوری به حیات آبزیان و گیاهان موجود در آب رخ خواهد داد. با کاهش DO به کمتر از ۴ mg/l تا ۵ تعداد گونه‌هایی که می‌توانند در آب فعالیت داشته باشند کاهش یافته و در حالت بحرانی با بروز شرایط بی‌هوازی گونه‌های عالی زنده از بین می‌روند و یا مجبور به ترک محل می‌شوند. DO رودخانه تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرند برای مثال فاضلاب‌ها از طریق افزایش BOD باعث کاهش DO می‌گردند، در حالی که گیاهان آبزی در روز با انجام عمل فتوسنتز بر مقدار DO می‌افزایند. همین گیاهان در شب به زمره مصرف

کنندگان اکسیژن محلول آب می‌پیوندند. تنفس میکروارگانیسم‌های حاضر در رسوبات رودخانه‌ای از دیگر عوامل موثر بر مقدار اکسیژن محلول آب می‌باشند. ورود آب از شاخه‌های فرعی رودخانه باعث افزایش اکسیژن محلول آب می‌گردد. درجه حرارت ناشی از تغییر فصول نیز بر مقدار آن موثر می‌باشد بطوری که با افزایش درجه حرارت، میزان حلالیت اکیسژن در آب کاهش می‌یابد. بطور کلی یکی از ابزارهای اصلی در مدیریت کیفیت آب رودخانه‌ها تشخیص و ارزیابی توان رودخانه در پذیرش و جذب مواد آلاینده نظیر فاضلاب می‌باشد. این عمل را می توان با رسم پروفیل غلظت DO در پایین دست محل تخلیه آلاینده‌ها انجام داد. مطابق شکل ۱ این پروفیل را منحنی افت DO می‌نامند.



شکل۱ – منحنی افت اکسیژن محلول

هواگیری(جذب هوا)

سرعت جایگزینی اکسیژن در آب متناسب است با اختلاف غلظت بین اکسیژن محلول آب رودخانه در یک نقطه مشخص با مقدار اکسیژن محلول در آب در حالت اشباع، این اختلاف مقدار بیانگر میزان کمبود اکسیژن در آب است. کاهش اکسیژن در اثر تجزیه مواد آلی و افزایش اکسیژن آب به وسیله هواگیری رودخانه دو فرآیندی هستند که در یک زمان در محلی از رودخانه در جهت مخالف یکدیگر صورت می گیرد.

در محل تخلیه مواد آلی، اکسیژن محلول آب دچار یک کاهش شدید غلظت می‌گردد. در این نقطه به دلیل سرعت زیاد تجزیه مواد آلی مقدار مصرف اکسیژن از مقدار تأمین اکسیژن پیشی می‌گیرد که به دنبال آن کاهش شدید DO رخ می‌دهد. هنگامی که سرعت کاهش با سرعت هواگیری برابر باشد، غلظت DO قابل استفاده در حداقل مقدار خود قرار می‌گیرد که به آن حد آستانه گفته می‌شود. در نقاط بالاتر از حد آستانه سرعت هواگیری نسبت به سرعت کاهش اکسیژن، افزایش یافته و جریان بطور طبیعی اصلاح می‌گردد (خودپالایی). از نظر کیفیت آب، محل قرار گرفتن نقطه آستانه و حداقل DO در رودخانه بسیار حائز اهمیت است، در این نقطه شرایط رودخانه در بدترین حالت ممکن می‌باشد.

کیفیت آب دریاچه ها

غنی شدن[1]

دریاچه‌ها ازجمله آبهای سطحی هستند که قابلیت زیادی برای جذب آلودگی‌ها و غنی شدن دارند و از این رو بسیار آسیب پذیرند. تقریباً تمامی دریاچه‌ها طی یک فرآیند طبیعی به سمت پیرشدن پیش می‌روند. این روند را که در اثر ورود و انباشت تدریجی مواد آلی به دریاچه صورت می‌گیرد، اصطلاحا غنی شدن دریاچه می‌گویند. ویژگی‌هایی نظیر غلظت کم مواد غذایی و تراکم اندک گیاهان آبزی از جمله خصوصیات دریاچه‌های جوان بشمار می‌روند. غنی‌شدن دریاچه‌ها یک فرآیند طبیعی است که ممکن است طی سال‌های طولانی بوقع بپیوندد. با ورود مواد مغذی به آنها مشکلات ذیل ایجاد شده و موجب کاهش کیفیت آب دریاچه و در نتیجه تبدیل دریاچه به برکه و باتلاق می‌شود. پدیده شکوفایی جلبکی حالتی است که در آن رشد گیاهان آبزی در دریاچه‌ها به علت ورود مواد مغذی به آنها تشدید می‌شود.

۱-Eutrophication

از آنجا که عمر این آلگ‌ها کوتاه است و از بین رفتن بیولوژیکی آنها مستلزم صرف مقدار زیادی اکسیژن می‌باشد، لذا بیلان اکسیژن محیط به هم می‌خورد و با کاهش این ماده حیاتی، فعل و انفعالات بی‌هوازی پیشرفت می‌کند در نتیجه به مرور لجن کف جریان‌ها افزایش یافته و از عمق مفید کانال‌ها کاسته شده و انواع گیاهان در این منطقه رشد می‌کنند و تمام منطقه به مرداب تبدیل می‌شود این پدیده یوتریفیکاسیون نامیده می شود. دریاچه‌ها با در نظر گرفتن غلظت مواد مغذی به سه گروه اولیگوتروفیک، اوتروفیک و مزوتروفیک تقسیم می‌شوند.

دریاچه های اولیگوتروفیک[1]

این دریاچه‌ها، حاصلخیزی کمی داشته و به شدت از نظر تأمین نوترینت‌های لازم برای تقویت رشد جلبکی محدود شده‌اند. به همین دلیل شفافیت این دریاچه‌ها بیشتر می‌باشد.در این شرایط ناحیه نوری-لایه سطحی آب که نور خورشید در آن نفوذ می‌نماید- اغلب در منطقه هیپولایمنیون که هوازی می‌باشد، گسترش می‌یابد. بنابراین دریاچه‌های الیگوتروف برای رشد و تکثیر ماهی‌های سردآبی مناسب می‌باشند.

۱-Oligotrophic

دریاچه‌های اوتروفیک[1]

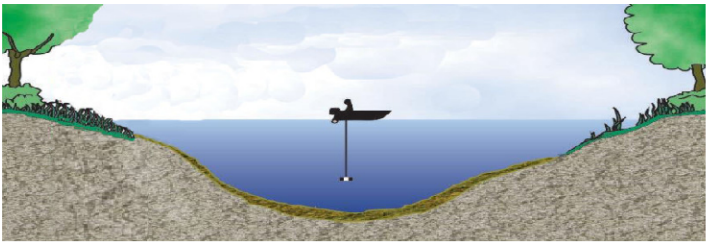
در این دریاچه‌ها نوترینت‌های مورد نیاز رشد جلبکی به میزان فراوان وجود دارند. افزایش رشد جلبک در آب، موجب افزایش کدورت دریاچه شده در این حالت ناحیه نوری تنها به سطح محدودی از اپی‌لایمنیون محدود می‌شود. اجساد جلبکی موجود در این دریاچه‌ها در لایه هیپولایمنیون ته‌نشین شده و توسط میکروارگانیسم‌ها مورد تجزیه قرار می‌گیرد. فعالیت ارگانیسم‌ها برای تجزیه جلبک‌ها موجب کاهش اکسیژن آب شده که در نهایت سبب ایجاد شرایط بی‌هوازی می‌گردد. به این دلیل دریاچه های اوتروفیک برای رشد ماهی‌های گرم آبی مناسب می‌باشد، زیرا ماهی‌های سردآبی برای رشد به DO بیش از ۵ mg/l نیاز دارند.

دریاچه مزوتروفیک[2]

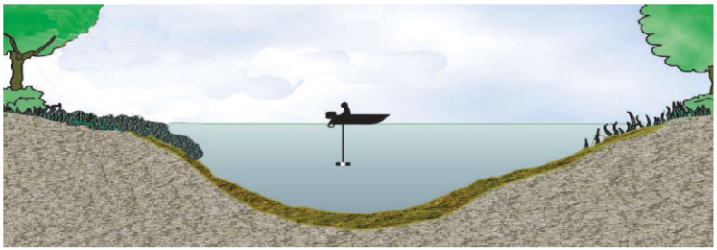
دریاچه‌هایی که شرایط حدواسط بین اولیگوتروفیک و اوتروفیک را دارند، مزوتروفیک محسوب می‌شوند. اگرچه اکسیژن محلول در لایه هیپولایمنیون دریاچه‌های مزوتروفیک تاحدودی کاهش یافته ولی این لایه همچنان هوازی محسوب می‌شود.

۱-Eutrophic

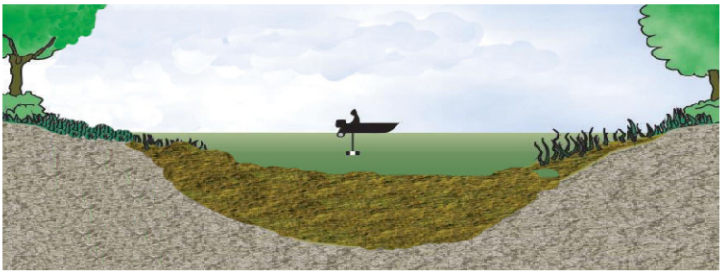
۲-Mesotrophic



الیگوتروفیک



مزوتروفیک



اوتروفیک

عوامل کنترل کننده فرآیند غنی شدن

در دریاچه‌های جوان به علت صاف بودن آب، امکان نفوذ نور خورشید تا اعماق دریاچه وجود دارد که این امر امکان فتوسنتز را برای گیاهان فراهم می‌آورد. اما در دریاچه‌های پیر آب به اندازه‌ای کدر است که عمل فتوسنتز تنها به لایه نازکی از سطح دریاچه محدود می‌شود. در یک دریاچه غنی شده لایه بالایی آب جایی که گیاهان آبزی بیشترین اکسیژن را تولید می‌نمایند، تحت عنوان ناحیه یوفوتیک نام‌گذاری می‌گردد که در آن غلظت اکسیژن محلول بیشتر از لایه‌های زیرین می‌باشد. تحتانی‌ترین لایه را لایه عمیق گویند که شدت نورگذری آن در حد بسیار زیادی کاهش یافته است. ما بین دو لایه فوق نیز لایه‌ای تحت عنوان لایه حد واسط قرار دارد که در آن شدت تابش یک درصد کل تابش است. از عوامل کنترل کننده رشد جلبک‌ها می‌توان به نور خورشید، عناصر مغذی و ... اشاره نمود. از آنجا که امکان کنترل نور خورشید به‌شکل مصنوعی بسیار مشکل می‌باشد به نظر نمی‌رسد که بتوان از آن در جهت کاهش غنی‌شدن دریاچه استفاده نمود. به همین دلیل کنترل غنی شدن از طریق کاهش ورود مواد مغذی رشد به دریاچه عملی‌تر خواهد بود. عناصر متعددی نظیر کربن، نیتروژن، فسفر، سولفور، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن، منگنز روی و مس در غنی‌سازی دخیلند. اما عمدتاً کنترل غنی‌سازی با کمک کاهش ورود فسفر و نیتروژن میسر می‌باشد. عنصر نیتروژن بطور طبیعی در ساختار سلولی موجودات وجود دارد. همچنین

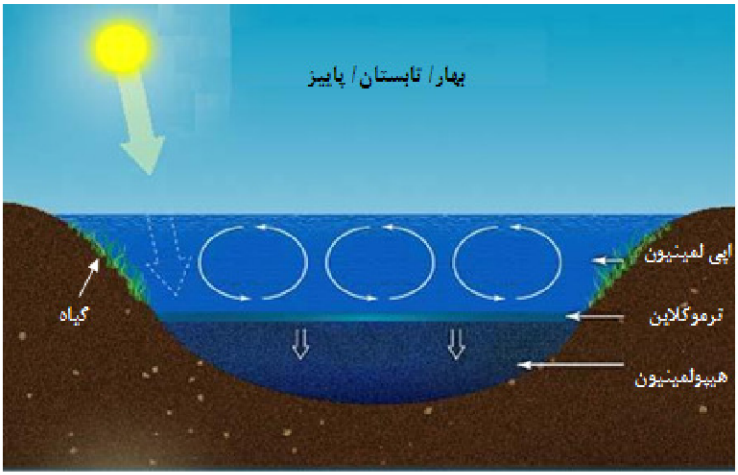
برخی از باکتری‌ها نظیر سیانوباکترها قادرند نیتروژن اتمسفر را بطور مستقیم جذب نمایند. به‌همین منظور بهترین راه کنترل غنی‌شدن دریاچه‌ها از طریق کاهش بار فسفر ورودی – نظیر عدم استفاده از فسفر در ساختار مواد شوینده و پاک کننده- می‌باشد.

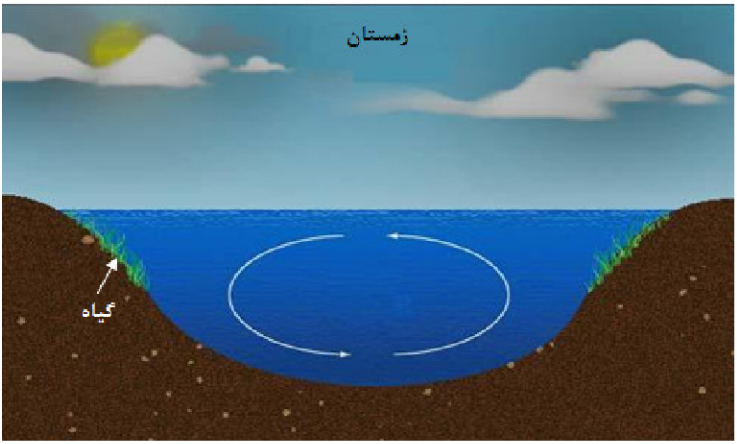
لایه‌بندی حرارتی

تقریباً همه دریاچه‌های موجود در مناطق معتدل در طول تابستان دچار لایه‌بندی حرارتی شده و در پاییز بدلیل تغییرات دمایی پدیده چرخش در آنها رخ می‌دهد. براین اساس در طول فصل تابستان آب سطحی دریاچه به طرق مستقیم (از طریق نور خورشید) و غیرمستقیم (در تماس با هوای گرم) گرم می‌شود. از آنجا که آب گرم در مقایسه با آب سرد چگالی کمتری دارد، در سطح بر روی لایه آب سرد باقی می‌ماند. این ویژگی باعث بروز لایه‌بندی پایداری در دریاچه می‌گردد که اصطلاحاً به آن لایه‌بندی حرارتی گویند.

دراین‌صورت به لایه سطحی اپی‌لایمنیون[۱] و به لایه تحتانی هیپولایمنیون[۲] گویند. حدفاصل مابین این دو لایه را ترموکلاین[۳] گویند.

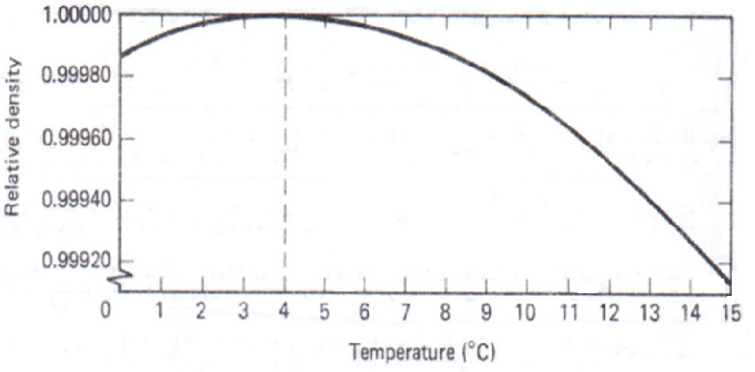
۱-Epilimnion
۲-Hypolimnion
۳- Thermocline





از ویژگی‌های مهم لایه ترموکلاین کاهش ناگهانی درجه حرارت آب در آن می‌باشد. در لایه اپی‌لایمنیون آب گرم در اثر وزش باد و امواج کاملاً مخلوط شده و تقریبا نیمرخ حرارتی یکنواختی را ایجاد می‌کند.

عمق لایه اپی‌لایمنیون به اندازه دریاچه بستگی دارد که در دریاچه‌های کوچک به حدود ۱ متر و در دریاچه های بزرگ تا ۲۰ متر یا بیشتر می‌رسد. در فصل پاییز، با کاهش دما، لایه اپی‌لایمنیون سردتر شده و در نتیجه جرم حجمی آن نسبت به لایه هیپولایمنیون افزایش می‌یابد. در این حالت لایه فوقانی به سمت عمق دریاچه جابجا شده و لایه تحتانی به سطح دریاچه حرکت می‌کند. با افت دمای سطح آب و حرکت آن به لایه زیرین و بالا آمدن دوباره آب تحتانی به سطح، این چرخش بطور مداوم انجام می شود که به آن اختلاط پاییزه گویند. دریاچه‌هایی که در مناطق سردسیر قرار دارند علاوه بر لایه‌بندی تابستانه در فصل زمستان نیز دچار لایه‌بندی زمستانه می‌شوند که این لایه‌بندی فاقد اثرات حاد لایه‌بندی تابستانه می‌باشد.



شکل ۲- جرم مخصوص آب در ۴ درجه سانتی گراد

غلظت اکسیژن محلول در هیپولایمنیون: غلظت DO در این لایه به عنوان معیار مهمی در حفاظت از منابع آبی مطرح می‌باشد، بگونه‌ای که با کاهش غلظت DO در آن حیات موجودات آبزی به خطر می‌افتد. اگر لایه هیپولایمنیون به شرایط بی‌هوازی برسد، مقادیر زیادی از آهن و منگنز که بطور طبیعی در رسوبات ته‌نشین شده‌اند، بشکل محلول درآمده و مشکلات متعددی از قبیل رنگ و بو و طعم را سبب می‌شوند. علاوه بر آن، طی ایجاد شرایط بی‌هوازی، سولفید هیدروژن تولید می‌گردد که به نوبه خود موجب ایجاد بوی تخم مرغ گندیده می‌شود.

مبانی مدیریت کیفیت آب در دریاچه

هدف از مدیریت کیفیت آب در دریاچه‌ها جلوگیری، کند کردن فرآیند یوتریفیکاسیون است بگونه‌ای که کیفیت آب دریاچه برای مصارف مختلف مناسب باشد. برای رسیدن به این هدف، لازم است معیارهایی تعیین شود که به کمک آن بتوان میزان اثر بخشی برنامه مدیریت را مشخص نمود.

اسیدی شدن دریاچه‌ها

براساس گزارش سازمان محیط زیست آمریکا (EPA) از طریق سوخت‌های فسیلی مصرفی در نیروگاهها، زباله سوزها، صنایع و ... سالانه میلیون‌ها تن ترکیبات Sox، Nox، Co، ذرات معلق و هیدروکربن وارد اتمسفر می‌شود که

اکسیدهای ازت و گوگرد با بخار آب موجود در اتمسفر ترکیب شده و اسید نیتریک و اسید سولفوریک را تشکیل می‌دهند.

در حالت طبیعی، آب باران در ترکیب با Co_2 موجود در جو اسید ضعیفی تحت عنوان اسیدکربنیک (H_2Co_3) ایجاد می‌نماید که در این حالت pH آب باران بطور طبیعی به حدود ۵/۶ می‌رسد. عامل اصلی تولید باران اسیدی حضور ترکیب So_2 در جو می‌باشد و نقش اکسیدهای ازت در تشکیل باران اسیدی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. بررسی‌های صورت گرفته حاکی از آن است که pH بسیاری از رودخانه‌ها در اثر باران اسیدی پایین آمده و تعادل اکوسیستم آنها برهم خورده است. اسیدی شدن دریاچه‌ها سبب توقف تولید مثل ماهی‌ها، خسارت به آبزیان و گیاهان و ... خواهد شد.

قدرت بافری بی کربنات

موجودات آبزی حساسیت زیادی نسبت به تغییرات pH دارند، بطوری که حیات اکثر آنها با کاهش pH تا کمتر از ۵/۵ تهدید می‌شود و تنها تعداد کمی از آبزیان این pH را تحمل می‌نمایند. علاوه بر این با کاهش pH برخی از عناصر سمی نظیر آلومینیوم، سرب و جیوه که در حالت عادی غیر محلول و تقریبا بی‌ضررند به فرم محلول درآمده و برای ماهیان و موجودات آبزی مخاطره آمیز خواهد بود. لیکن باید توجه داشت که افزایش اسید به آب ممکن است تأثیر بسیار کمی بر pH آب داشته باشد که این مسئله به قدرت بافری آب بستگی دارد.

درمورد آب دریاچه‌ها ظرفیت بافری علاوه بر ویژگی شیمیایی آب به ویژگی شیمیایی خاک حوزه آبخیز نیز بستگی دارد. بنابراین دانستن pH باران به تنهایی بدون توجه به ویژگی‌های آب دریاچه و خاک‌های حوضه آبخیز، اطلاعات ناقصی از مقدار و نوع تأثیر باران‌های اسیدی بر اکوسیستم آبی بدست می‌دهد. در اکثر دریاچه‌ها و اکوسیستم‌های آبی تعادل بین بیکربنات-اسیدکربنیک عامل ثبات pH یا بروز حالت بافری است. در منابع آبی بخشی از آنیون بی‌کربنات از تجزیه اسیدکربنیک و بخش دیگر از محلول خاک بدست می‌آید.

فاضلاب

منابع اصلی آلاینده‌های آب شامل فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی می‌باشد.

فاضلاب شهری: زندگی روزمره اجتماعات بشری همواره با تولید فاضلاب همراه است که از منازل، بیمارستان‌ها ، اماکن عمومی و مراکز تجاری موجود در سطح شهرتولید می‌شود. فاضلاب تولیدی باید به نحوی مدیریت شده و از محیط خارج گردد. به‌همین منظور از روش‌های سنتی نظیر چاه جذبی تا روش‌های مدرن تصفیه فاضلاب برای کاهش آلودگی‌های ناشی از آن استفاده می‌نمایند. با توجه به نوع جوامع و میزان فاضلاب تولیدی می‌توان به

روش‌های متعددی از قبیل انواع فرآیندهای لجن‌فعال، صافی‌چکنده، راکتور متوالی منقطع (SBR)[1]، ایمهاف تانک، سپتیک تانک و ... اشاره نمود.

فاضلاب صنعتی: صنایع از یک کارگاه کوچک آبکاری تا صنایع ذوب فلز، صنایع دارویی، نساجی و ... همگی مولد فاضلاب‌های صنعتی هستند که حاوی انواع فلزات سنگین، مواد شیمیایی و ... می‌باشند که متاسفانه در اغلب موارد بدون انجام مدیریتی صحیح در بخش تصفیه، فاضلاب خود را به محیط رها کرده و موجب بروز مشکلات متعددی در جوامع می‌گردند.

۱- Sequencing Batch Reactors

فاضلاب کشاورزی: ترکیبات آلی کمیاب مانند انواع حشره‌کش، آفت‌کش، علف‌کش و مصرف کودهای شیمیایی برای بیشتر گونه‌های حیات مضر می‌باشند. در مزارع همراه با آبیاری و در نتیجه ایجاد جریان آب به خارج از مزرعه چه بصورت سطحی و چه بصورت جریان‌های زیرزمینی باعث پخش و انتشار ترکیبات فوق در منابع آبی شده که به مرور زمان مسائل و مشکلات زیست محیطی را سبب می‌شوند. مطابق جدول شماره ۱، EPA بسیاری از این مواد شیمیایی را در گروه آلاینده‌های درجه اول– آلاینده‌هایی که براساس آثار شناخته شده یا مشکوک آنها در سرطانزایی، جهش‌زایی و آسیب‌رسانی به جنین در این گروه دسته‌بندی شده اند – طبقه‌بندی نموده است.

جدول شماره۱- ترکیبات نمونه‌وار مواد زاید حاصل از فعالیت‌های تجاری، صنعتی و کشاورزی که در رده آلاینده‌های درجه اول طبقه بندی شده‌اند

ردیف	نام ماده	کاربرد	اثر
۱	آرسنیک (As)	ماده افزودنی آلیاژساز برای فلزات به ویژه سرب و مس در گلوله، خانه‌های باتری، پوشش‌های کابل، لوله‌های دیگ بخار، درجه خلوص بسیار بالا (نیم رسانا)	در دراز مدت سرطانزا و جهش زا- گاهی باعث خستگی و بیحالی می‌شود. بیماری های پوستی
۲	سلنیم (Se)	الکترونیک صفحات زیراکس، دوربین‌های تلویزیونی، سلول‌های نوری، هسته‌های مغناطیسی کامپیوتر، باتری‌های خورشیدی، یکسوکننده‌های الکتریکی، رله‌ها، سرامیک(رنگ دهندهٔ شیشه) فولاد و مس، تسریع کننده کائوچویی، کاتالیزور	در دراز مدت موجب ایجاد لکه های قرمز رنگ روی انگشتان، دندانها، ضعف عمومی، افسرگی، خارش بینی و دهان
۳	باریم (Ba)	احیا کنندهٔ مس، نرم کننده‌های روتورهای آندی در لوله‌های پرتو ایکس، آلیاژهای شمع اتومبیل	در دمای معمولی به شکل پودر قابل اشتعال و در دراز مدت باعث فشار خون بالا
۴	کادمیوم (Cd)	پوش‌های غوطه‌ای و الکتریکی بر روی فلزات، یاتاقان و آلیاژهای دارای نقطه ذوب پایین، آلیاژهای لحیم کاری سخت سیستم‌های حفاظت از آتش سوزی، باتری‌های نیکل_کادمیوم، سیم‌های انتقال برق، بنیان رنگیزه‌های مورد استفاده در ورقه‌های سرامیکی، لعاب ماشین آلات، عکاسی و لیتوگرافی، جلبک‌کش، یکسو کننده‌های الکتریکی سلنیم، الکترودهای لامپهای بخار کادمیوم	به‌شکل پودر قابل اشتعال است. تنفس بخار یا دود آن مسموم کننده است. سرطانزا است. ترکیب محلول کادمیوم به شدت سمی است.. در دراز مدت در کبد، کلیه‌ها، لوزالمعده و تیروئید تجمع می‌یابند.

۵	**کروم (Cr)**	عنصر آلیاژی و ورقه ای در زیر لایه های فلزی و پلاستیکی برای مقاومت در برابر خوردگی، فولادهای زنگ نزن و کروم دار، پوشش حفاظتی برای قطعات اتومبیل و تجهیزات، تحقیقات در دمای بالا و تحقیقات هسته ای، جزءترکیبی رنگیزه های غیرآلی	ترکیبات کروم شش ظرفیتی سرطانزایند و بر روی پوست خوردگی ایجاد می‌کنند. در درازمدت موجب حساسیت پوست و آسیب دیدن کلیه‌ها می‌شود.
۶	**سرب (Pb)**	باتری، افزودنی بنزین، پوشش کابل، مهمات، لوله‌کشی، پوشش داخلی مخازن، آلیاژهای لحیم، دفع ارتعاشات در ساختمان‌های بزرگ.	تنفس گرد و دود آن و خوردن آن مسموم کننده است. در دراز مدت موجب آسیب دیدن کلیه ها و مغز و نیز موجب تولد کودکان ناقص الخلقه.
۷	**جیوه (Hg)**	دستگاههای کاتالیزور الکتریکی، ابزار، لامپ‌های بخار جیوه، پوشش سطح آینه، لامپ های قوسی، دیگ‌های بخار.	جذب پوستی و تنفس بخار یا دود آن به شدت مسموم کننده است. در درازمدت برای سلسه اعصاب مرکزی سمی است و ممکن است باعث نقص جنین شود.
۸	**نقره (Ag)**	ساخت نیترات نقره و برومید نقره، مواد شیمیایی عکاسی، پوشش مخزن و سایر تجهیزات لازم برای ظروف واکنش شیمیایی، تقطیر آب و غیره، آینه‌ها، رسانا‌های الکتریکی، تجهیزات الکتریکی با پوشش نقره‌ای، گندزداها، خالص‌سازی آب، گچ‌های جراحی، کاتالیزور هیدرایش و اکسایش، باتری‌های خاص، سلول‌های خورشیدی، بازتابنده‌های برج‌های خورشیدی، زیور آلات	فلز سمی است. در درازمدت موجب تغییر رنگ دائمی پوست چشم و غشاهای مخاطی به رنگ خاکستری.

منابع

۱- دبیری مینو. آلودگی محیط زیست (هوا- آب- خاک- صوت). چاپ سوم. تهران: نشر اتحاد، ۱۳۷۹

۲- افیونی مجید، عرفان‌منش مجید. آلودگی محیط‌زیست (آب- خاک و هوا). چاپ دوم. اصفهان: نشر ارکان اصفهان، ۱۳۸۱

۳- شریعت‌پناهی محمد. مبانی بهداشت‌محیط. چاپ دوم. تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران ، ۱۳۷۶

۴- ابریشم‌چی احمد، افشار عباس، جمشید بهشید. در ترجمه مهندسی فاضلاب (جلد اول)، شرکت مهندسی متکاف و ادی (مولف). چاپ دوم. اصفهان: مرکز نشر دانشگاهی با همکاری شرکت مهندسین مشاور طرح و تحقیقات آب و فاضلاب. ۱۳۷۸

۵- احمدی مهدی، موسوی غلامرضا. کلیات بهداشت‌محیط. چاپ اول. تهران: انتشارات شهراب و انتشارات آینده سازان، ۱۳۸۴

۶- ناصری سیمین، قانعیان محمدتقی. در ترجمه مدیریت کیفیت آب در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، کورنول دیوید، مکنزی لیو دیویس (مؤلف). چاپ اول. تهران: موسسه علمی فرهنگی نص، ۱۳۸۱.

نشانی: زنجان- ضلع شمالی میدان قائم

نشانی اینترنتی: www.znrw.ir

پست الکترونیکی: info@znrw.ir

کد پستی: ۴۵۱۳۷۱۳۱۳۳

تلفن: ۳-۳۳۴۴۱۰۴۱-۰۲۴ دورنگار: ۳۳۴۴۲۷۸۵ سامانه پیام کوتاه: ۳۰۰۰۸۱۹۱۹۰