

کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ۴ / گفتار ۱۱ / دکتر محمدرضا مسعودی نژاد

بیماری‌های منتقله از طریق آب با تاکید بر تصفیه آب

فهرست مطالب

اهداف درس	۶۶۱
۱ - نقش آب در انتقال بیماریها	۶۶۱
۲- عوامل بیماریزایی که آب وسیله انتقال آنها است	۶۶۲
۳- بیماریهایی که آب، محیط پرورش میزبان یا عامل آنها است	۶۶۶
۴- بیماریهایی که آب به صورت غیرمستقیم در انتشار آنها نقش دارد	۶۶۷
تاریخچه تصفیه آب در ایران باستان.....	۶۶۷
حذف پاتوژنهای مهم، با تصفیه آب	۶۶۸
آشنایی با فرایندهای تصفیه آب در تاسیسات بزرگ	۶۷۰
۱ - آماده‌سازی اولیه Preliminary Treatment	۶۷۰
۲ - هوادهی Aeration	۶۷۰
۳- انعقاد Coagulation	۶۷۱
۴- فلوکولاسیون Flocculation	۶۷۲
۵- ترسیب Sedimentation	۶۷۲
۶- فیلتر کردن Filtration	۶۷۳
۷- گندزدایی Disinfection	۶۷۳
انتخاب فرآیند مناسب جهت تصفیه آب	۶۷۶
پدافند غیرعامل در مقابل تهدیدهای بیولوژیک و آلودگی عمدی آب‌های آشامیدنی	۶۷۷
تاکید بر لزوم تامین آب آشامیدنی سالم در سند اهداف توسعه پایدار	۶۷۸
منابع	۶۷۸

بیماری‌های منتقله از طریق آب با تاکید بر تصفیه آب Waterborne Diseases & Water Treatment

دکتر محمدرضا مسعودی نژاد

دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

اهداف درس

پس از یادگیری این مبحث، فراگیرنده قادر خواهد بود:

- نقش آب در انتقال بیماریها را بشناسد
- گروههای مختلف بیماریها که آب در انتقال آن نقش دارد را نام ببرد
- روشهای کنترل بهداشت آب به منظور جلوگیری از انتقال بیماریها را توضیح دهد
- چرخه بیماریهای منتقله از طریق آب و چگونگی انتشار بیماری را تشریح نماید
- روشهای مختلف تصفیه آب برای اجتماعات بزرگ را بازگو کند
- انواع دستگاههایی که برای تصفیه عوامل مولد بو و طعم در آب وجود دارد را نام ببرد
- انواع دستگاههایی که برای حذف مواد معلق و کلوئیدی در آب بکار می‌رود نام ببرد
- انواع دستگاههایی که برای حذف مواد منعقد در آب بکار می‌رود را نام ببرد
- انواع روشهای گندزدائی آب و مزایا و معایب هر یک از این روشها را بازگو نماید
- پدافند غیرعامل را تعریف نموده ارتباط آن با بهداشت آب را بیان کند
- توجه سازمان ملل و سازمان جهانی بهداشت به سالم‌سازی آبها در سند اهداف توسعه پایدار را توضیح دهد.

۱ - نقش آب در انتقال بیماریها

هرچند در گفتار اول این فصل، به طور مفصل به این موضوع، پرداخته شده است ولی در این گفتار نیز به عنوان مدخلی برای ورود به بحث تصفیه آب به برخی از این بیماریها به اختصار، اشاره می‌گردد:

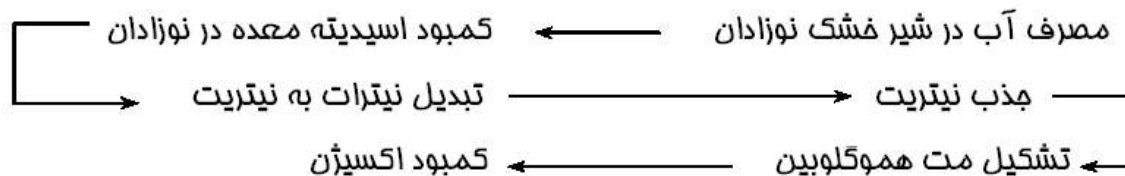
- ۱ - بیماری‌هایی که در اثر افزایش یا کمبود املاح محلول، موجود در آب آشامیدنی بروز می‌کنند
- ۲ - بیماری‌هایی که آب وسیله انتقال آنها است

- ۳ - بیماری‌هایی که آب، محیط پرورش میزبان یا عامل سببی آنها است
- ۴ - بیماری‌هایی که آب به صورت غیرمستقیم در انتشار آنها نقش دارد.

۱-۱- نقش افزایش املاح محلول در انتقال بیماری‌ها

۱-۱-۱ - متهموگلوبینمی (Blue babies) Methemoglobinemia

این بیماری در اثر افزایش نیتрат به میزان ۴۵ میلی گرم بر لیتر ایجاد می گردد.



۱-۲-۱ - فلوروزیس دندان‌ها Dental Fluorosis :

افزایش میزان فلوروز بیش از ۲ تا ۳ میلی گرم بر لیتر در آب آشامیدنی.

۱-۲-۳ - سرطان‌زایی

- افزایش هیدروکربورهای حلقوی در غلظت بیش از ۰/۲ میکروگرم بر لیتر در آب آشامیدنی
- افزایش احتمال بروز سرطان در مصرف آب‌های آلوده بیش از ۰/۰۵ میلی گرم بر لیتر آرسنیک
- افزایش احتمال بروز سرطان در مصرف آب‌های آلوده به ترکیبات نیتروزامین.

۲-۱- نقش کاهش املاح محلول با انتقال بیماری‌ها

- ۱-۲-۱- کمبود ید کمتر از یک میلی گرم بر لیتر مشروط بر عدم تامین ید مورد نیاز از سایر منابع غذایی
- ۲-۲-۱- پوسیدگی دندان، کمبود فلوروز کمتر از ۰/۵ میلی گرم بر لیتر باعث افزایش پوسیدگی دندان
- ۳-۲-۱- بیماری‌های قلبی - عروقی، مصرف آب‌های سبک (کمتر از ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر) باعث گسترش بیماری‌های قلبی، عروقی می گردد.

۲- عوامل بیماری‌زایی که آب وسیله انتقال آنها است

- ۱-۲- ویبریو کلرا، عامل وبا *Vibrio Cholerae*
- ۲-۲- سالمونلا تیفی، عامل تب روده *Typhoid Fever*
- ۳-۲- شیگلا، عامل شیگلوز *Shigellosis*
- ۴-۲- فرانسیسلا تولارنسیس، عامل تولارمی *Francisella Tularensis*
- ۵-۲- مایکوباکتریوم غیرتوبرکولوزیس، عامل سل *Non-Tuberculosis*
- ۶-۲- لپتوسپیرو، عامل لپتوسپیروز *Leptospirosis*
- ۷-۲- آنتاموبا هیستولیتیکا، عامل آمیبیاز *Entamoeba histolytica*

۱-۲- ویبریو کلرا

باکتری متحرکی است که هوازی بی‌هوازی اختیاری، گرم منفی، بدون اسپور و بدون کپسول، می‌باشد و در دمای ۲۲-۴۰ درجه سانتیگراد رشد می‌کند.

- در البسه مرطوب و آلوده ۱-۳ روز
- در سبزیجات و میوه‌های تازه ۴-۷ روز
- در مخازن نگهداری آب ۶ تا ۹ هفته
- در آب دریا تا ۴ روز
- در آب‌های سطحی تا ۱۳ روز

روش کنترل

- کلرزنی ۲ تا ۳ ppm برای مدت ۱۰ دقیقه.
- شستشوی توالت‌ها با گندزداها
- حوضچه ته‌نشینی
- استفاده از صافی شنی کند

۲-۲- سالمونلا تیفی

عامل بیماری تیفوئید، باسیل متحرک، بدون اسپور، هوازی بی‌هوازی اختیاری، جایگزینی در روده، ورود به غدد لنفاوی، جریان خون، بروز تب شدید.

- در آب‌های گل آلوده تا یکسال
 - در مخازن نگهداری تا ۶ ماه
 - در یخ تا ۳ ماه
 - کره، خامه، پنیر تا چند هفته
- آلودگی از طریق آب آلوده، غذای آلوده، حشرات

روش کنترل

- گندزدایی با کلر
- بهداشت فردی
- کارت معاینه بهداشتی (ناقلین سالم)
- کنترل حشرات
- کنترل مخازن آب
- رعایت فاصله در محل توالت‌ها

۲-۳- شیگلا

عامل بیماری شیگلوز، از دسته آنتروباکتریاسه می‌باشد، بدون تاژک و بی‌حرکت، بدون کپسول و اسپور، میله‌ای شکل. دارای ۴ گونه اصلی:

S. Sonnei S. Dysenteriae S. Flexneri S. Boydii

علائم: ایجاد اسهال همراه بلغم و خون در آب‌های تمیز تا یکماه و در آب دریا تا ۱۵ روز زنده می‌ماند.

روشهای کنترل

- آموزش بهداشت فردی
- کنترل افرادی که با مواد غذایی سروکار دارند
- کنترل حشراتی نظیر مگس
- بهداشت مواد غذایی (مخصوص مواد لبنی)
- رعایت فاصله در چاههای توالیت با مخازن و چاههای آب
- کنترل عوامل میکروبی حداقل ۱۱ متر در خلاف جهت حرکت آب‌های زیرزمینی
- کنترل عوامل شیمیایی حداقل ۴۵ متر در خلاف جهت حرکت آب‌های زیرزمینی
- کلرزنی آب مصرفی و کنترل مخازن نگهداری

۲-۴- بیماری تولارمی

Francisella Tularensis عامل تولارمی است، باسیل غیرمتحرک، گرم منفی، مطلقاً هوازی، عامل بیماری مشترک انسان و حیوان، مخزن، اکثراً حیوانات وحشی، حیوانات اهلی

عامل انتقال:

- تماس با آب، گل و لجن آغشته به مدفوع حیوانات آلوده.
- تماس زخم‌های پوستی با محیط آلوده.
- حشرات نیش زننده.
- مصرف گوشت آلوده شکار.
- عامل بیماری در آب‌های سرد تا ۲۳ روز و در آب‌های یخ‌زده تا ۳۰ روز زنده می‌ماند.
- در اثر تماس زخم با محیط آلوده ایجاد تورم در محل زخم.
- در اثر تماس چشم‌ها با آب آلوده ایجاد ورم ملتحمه چشم.
- در اثر مصرف خوردن گوشت آلوده شکار عوارض گوارشی.

۲-۵- سل (توبرکولوز)

مایکوباکتریوم‌های مجموعه **توبرکولوزیس**، باکتری‌های مقاوم به اسید، غیرمتحرک، بدون اسپور با خاصیت رنگ‌پذیری گرم مثبت ضعیف، هستند که بیشترین راه انتقال آنها از طریق تنفسی است. اما آلودگی منابع آب به برخی از گونه‌های مایکوباکتریوم که تحت عنوان **مایکوباکتریوم‌های غیر سلی (nontuberculosis)** معروف هستند و انتقال آنها از طریق تماس با آب و غذای آلوده نیز به اثبات رسیده است، امکانپذیر، می‌باشد. باکتری اخیر، از انسان به انسان منتقل نمی‌شوند و جزو ارگانیسم‌های منتقله از محیط و عوامل محیطی هستند. مهم‌ترین مایکوباکتریوم‌های منتقله از طریق آب، شامل مایکوباکتریوم **مارینوم**، مایکوباکتریوم **اولسرانس** و مایکوباکتریوم **آویوم آنتراسلولر**، می‌باشند که همگی جزو مایکوباکتریوم‌های غیرسلی هستند.

روشهای پیشگیری

رعایت مقررات و موازین بهداشتی
خودداری از تمیز کردن آکواریوم ماهی، بدون استفاده از دستکش
تعویض مرتب آب آکواریوم ماهی‌ها

۲-۶- لپتوسپیروز

عامل بیماری باکتری **لپتوسپیرو** است که برخی از سروتیپ‌های آن بصورت ساپروفیت در آب یافت می‌شوند اما برخی انواع عامل بیماری در بدن حیوانات وحشی بوده و به انسان نیز سرایت می‌کنند.

روش انتقال

عامل بیماری در مجاری ادراری میزبان زندگی می‌نماید آلوده شدن آب گل یا لجن به ادرار، باعث انتقال عامل بیماری به انسان می‌گردد. عامل لپتوسپیروز از طریق زخم‌های پوستی یا مخاط نیز وارد بدن انسان می‌گردد.

۲-۷- اسهال خونی آمیبی (آمیبیاز)

عامل آن *Entamoeba histolytica* است که نوعی پروتوزوئر می‌باشد و کیست آن در شرایط عادی به صورت بی‌ضرر در روده انسان یافت می‌شود ولی با خروج کیست‌ها همراه با مدفوع، موجبات آلودگی محیط و ابتلاء افرادی که موازین بهداشتی را مراعات نکرده و از سبزیجات، میوه‌ها ... و آب آلوده، استفاده می‌نمایند را فراهم کرده، باعث بروز اسهال خونی در آنها می‌گردد. ضمناً:

- کیست‌های خارج شده همراه مدفوع در محیط مقاومت.
- در آب‌های پذیرنده تا چند هفته زنده می‌مانند.
- در آب دریا تا ۲ هفته زنده می‌مانند.
- از طریق مگس و سوسک به راحتی به مواد غذایی، منتقل می‌شوند.

روشهای پیشگیری:

با توجه به اینکه کیست عامل بیماری در مقابل کلر، بسیار مقاوم می‌باشد لذا بهترین روش جهت حذف عامل بیماری‌زا استفاده از صافی‌های شنی کند می‌باشد که بصورت فیزیکی منابع آب را از عامل بیماری پاک می‌کنند.

۳- بیماری‌هایی که آب، محیط پرورش میزبان یا عامل آنها است

۳-۱- شایستوزومیازیس

شایستوزوماها جزو کرم‌های پهن گروه **ترماتود** هستند که در مویرگ‌های خونی جداره مثانه، کبد ... یا روده فرد مبتلا زندگی می‌کنند و در نوع مثانه ای (هماتوبیوم) تخم‌ها از راه ادرار وارد منابع شده در صورت وجود حلزون *Bulinus Truncatus* مراحل لاروی و فعالیت را پشت سر گذاشته در صورت تماس پوست با عامل بیماری وارد بدن می‌گردد. - این بیماری خاص مناطق گرمسیر است و در سواحل خلیج فارس و بخصوص خوزستان هم تا چند دهه قبل، به فراوانی یافت می‌شده است.

روشهای پیشگیری:

- دفع بهداشتی فضلاب.
- بیماریابی و جداسازی بیماران از سایر افراد.
- از بین بردن حلزون میزبان واسط.
- حفاظت فردی افرادی که با آب تماس دارند.

۳-۲- فاسیولیازیس (کپلک یا زالوی کبدی)

شایعترین عامل آن *Fasciola hepatica* از گروه کرم‌های پهن است که مخصوص مناطقی است که حیوانات علفخوار نظیر گوسفند زیاد است و در آب‌ها حلزون *Lymnaeidae* به عنوان میزبان واسط نیز وجود دارد. تخم انگل از طریق مدفوع حیوانات، دفع می‌شود و سپس بر روی گیاهان اطراف برکه بصورت لارو در می‌آید که حیوانات با خوردن علفها آلوده شده، انسان نیز بصورت اتفاقی آلوده می‌شود.

۳-۳- دراکونکولیازیس (پیوک یا کرم مدینه)

عامل آن *Dracunculus Medinensis* است که جزو کرم‌های گرد، طبقه‌بندی می‌شود. کرم ماده به درازای یک متر یا بیشتر، در بافت همبند زیر پوست بدن، زندگی می‌کند و با سوراخ کردن پوست پا در ناحیه قوزک یا حوالی آن لاروهای خود را به درون آب می‌ریزد و **لاروها** وارد بدن سخت پوستی به نام Cyclops شده و سرانجام، با خوردن این سخت پوست، همراه آبی که از صافی عبور نکرده است، وارد بدن افراد سالم، می‌گردد.

۴- بیماری‌هایی که آب به صورت غیرمستقیم در انتشار آن‌ها نقش دارد

۴-۱- بیماری مالاریا

عامل بیماری مالاریا انگل تک یاخته‌ای داخل گلبولی‌ای به نام پلاسمودیوم است که دارای گونه‌های مختلفی می‌باشد و از طریق یک ناقل بیولوژیک، مانند پشه آنوفل از فرد بیمار به فرد سالم انتقال می‌یابد و هرچند آب، نقش مستقیمی در انتقال عامل بیماری ندارد ولی، محیط مناسب برای تکثیر حشره ناقل است، به طوری که خشکانیدن باتلاق‌ها در شمال و جنوب کشور برای کاهش ناقل نقش موثری داشته است.

۴-۲- بیماری اونکوسرکیازیس: در این بیماری که کوری رودخانه نامیده شده ناقل بیماری نوعی مگس به نام سیمولیوم است به نام *Simulium damnosum* که در کنار سنگریزه‌های رودخانه تخم‌گذاری کرده شرایطی که از طریق آب بوجود آورده امکان تکثیر حشره و در نتیجه افزایش تعداد بیماران را فراهم می‌کند.

تاریخچه تصفیه آب در ایران باستان

نیاز به تصفیه آب‌های آشامیدنی از گذشته‌های نسبتاً دور هم احساس شده و اقدامات اولیه‌ای در این خصوص انجام می‌داده‌اند. ولی به تدریج، روش‌هایی با ویژگی‌های مدرن امروزی جایگاه خود را پیدا نمود و میکروب شناس‌ها به این نتیجه رسیدند که: "هیچ مداخله‌ای در تاریخ پزشکی و بهداشت، به اندازه تامین و تهیه آب سالم بر زنده ماندن افراد و کاهش بیماری‌ها تأثیرگذار نبوده است".

در منابع اصلی طب (پزشکی و بهداشت) نیاکان، یعنی دایره‌المعارف‌های چهارگانه حاوی (رازی)، کامل الصناعه (اهوازی)، قانون در طب (ابن سینا) و ذخیره خوارزمشاهی (جرجانی) در باره اهمیت سلامت آب و راه‌های مختلف سالم سازی آن که امروزه به تصفیه آب معروف است نکات جالب توجهی درج شده است که بازگو کردن آن در این گفتار به عنوان تاریخچه تصفیه آب در ایران باستان، و یادآوری فرهنگ بهداشتی ایرانیان، ضروری به نظر می‌رسد و لذا به نکات برگزیده‌ای از کتاب ذخیره و قانون در طب، اشاره می‌گردد:

- آب‌ها هر جا که باشند دستخوش تغییراتی واقع می‌شوند و این تغییرات نه برای آن که گوهر آن‌ها خود به خود تغییر می‌کند، بلکه به خاطر آنکه آب‌ها بر زمین‌های مختلفی که می‌گذرند موادی با آن‌ها می‌آمیزد و از کیفیت زمین‌ها حالت آن‌ها تأثیر می‌پذیرد و تغییر می‌کند {K3G2B3}.
- طریق آزمودن آب‌ها از چند روی، است که به مواردی از آن اشاره می‌شود: رنگ، بو، طعم، روشنی، تیرگی و سرعت صاف شدن و سرعت طبخ بعضی از خوراکی‌ها در آن‌ها و نیز سرعت سرد و گرم شدن ... و سبکی و سنگینی آن‌ها می‌باشد {K3G2B4}.

تدبیرهایی که آب‌های بد را به صلاح آورده و تباهی آن‌ها را شکسته و زیان آن‌ها را بازمی‌دارد:

- یکی آن است که با بهره‌گیری از پارچه‌های دوتوی پاکیزه، آن را بسیار بپالایند
- و یا داخل سِفال‌های نو کنند تا از آن‌ها بترایند

- آب را با خاک پاکیزه به شیوه‌ای که چربی را از دوغ می‌گیرند، خوب به هم بزنند و سپس بنشانند و بپالایند
- آب را بپزند یعنی حرارت بدهند و بجوشانند، چرا که جوشاندن، بیشترین آب‌های نامناسب را به صلاح می‌آورد. بویژه اگر با خاک پاکیزه بپزند و اگر این خاک، خاک شهر خویش باشد بهتر است
- اگر پنبه پاکیزه‌ای را در آب افکنند تا خیس شود و بفشارند، بی‌آنکه بپزند پالودنی نیک می‌باشد
- تبخیر کردن و چکاندن آب به شیوه گلاب‌گیران
- دو قدح را پهلوی یکدیگر بنهند و یکی را پُر آب کنند و دیگری را تهی بگذارند و از پشم پاکیزه فتیله‌ای درست کنند و یک سر فتیله در قدح آب و سر دیگر در قدح تهی بگذارند تا آب پالوده به وسیله این فتیله از قدح آب بر قدح تهی بازآید
- اگر عیب آن آب، غلیظی آن باشد چون بجوشانند، نیک می‌شود
- تریاق همه آب‌های آلوده، پیاز است! بویژه آن که با سرکه پرورده باشد {K3G2B5}.

ابن سینا در اوایل هزاره دوم میلادی، در کتاب قانون در طب، خیلی مفصل‌تر از ذخیره خوارزمشاهی که حدود ۲۰۰ سال بعد از کتاب قانون، نگاشته شده است به **بهداشت آب** می‌پردازد و محاسن و معایب آب‌های موجود اعم از آب چشمه و قنات و رودخانه و آب باران، را تشریح و با موشکافی هرچه تمام‌تر در خصوص تصفیه آب‌های مختلف، توضیح می‌دهد. وی در کتاب فن دوم از کتاب **اول قانون در طب**، در خصوص آب باران می‌نویسد: علت تعفن سریع آب باران، لطافت گوهر آن است و هر لطیف گوهری برای تعفن، آمادگی بیشتری دارد. اگر آب باران را بی‌درنگ بجوشانند تعفن را کمتر پذیرا خواهد بود. اگر کسی موقعی به ناچار آب باران آلوده را بنوشد و مواد ترش در پی آن بخورد زیانی بدو نمی‌رسد {K1FA2T2J1F16-1}.

حذف پاتوژن‌های مهم، با تصفیه آب

اطلاعات گسترده‌ای در خصوص برخی از بلایای ناشی از بیماری‌های منتقله توسط آب وجود دارد. تا دهه آخر قرن بیستم، فناوری‌های تصفیه آب بر کنترل بیماری‌های منتقله از طریق آب آشامیدنی و مدفوعی - دهانی، تمرکز داشت. انواع مختلفی از این بیماری‌ها در سرتاسر جهان وجود دارد که عدم تصفیه آب همیشه در ایجاد آن‌ها نقش بسزایی داشته است. در نقاطی از جهان که زیرساخت‌های آب و فاضلاب، هنوز توسعه نیافته است، نمونه‌هایی از این بیماری‌ها و بویژه، **وبا** و **تب روده**، باعث بروز همه‌گیری‌هایی می‌گردد و حتی در کشورهای توسعه یافته جهان، گاستروآنتریت‌های ناشی از عوامل عفونتهای دیگر ممکن است منتشر گردد. بدیهی است، جلوگیری از گسترش بیماری‌های منتقله از طریق آب در تصفیه آب باید در اولویت اول قرار گیرد.

توجه به این نکته ضروری است که با تصفیه آب آشامیدنی می‌توان از گسترش بیماری‌های نوپدید منتقله از طریق آب آشامیدنی نیز پیشگیری کرد. بدیهی است که مهمترین این بیماری‌ها را **بیماری‌های مشترک بین حیوانات و انسان** تشکیل می‌دهند. ضمناً یکی دیگر از مهمترین عوامل بیماری‌زایی که مربوط به آلودگی مدفوعی نمی‌باشند اما در محیط‌های آبی مختلف زندگی میکنند **عوامل عفونتهای فرصت طلب** هستند.

بعضی از شایعترین عوامل بیماری‌های مشترک بین حیوانات و انسان که در تصفیه آب‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند عبارتند از: **ژیاردیا** و **کریپتوسپوریدیوم**. این دو تک‌یاخته، از راه مدفوعی - دهانی در بین انسان‌ها و

همچنین از حیوانات به انسان منتقل میشوند. میکروارگانیسم‌های زئونوتیک دستگاه گوارش مانند سالمونلا، علاوه بر حیوانات، انسان‌ها را نیز مبتلا می‌کند و از عوامل عفونتهای دیگری که بین حیوان و انسان، مشترک هستند می‌توان ویروس‌های آنفلوآنزا را نام برد.

در این بخش از تصفیه آب به حذف میکروارگانیسم‌های بیماریزا در آب آشامیدنی و عوامل مضر دیگر، پرداخته شده است. تصفیه آب آشامیدنی تأثیر کمی بر روی افراد بیمار دارد ولی تأثیر نسبتاً زیادی بر روی قطع زنجیره انتقال از ناقلین فاقد علائم بالینی به افراد سالم دارد،

بسیاری از بیماریهای منتقله از طریق آب، از راه مدفوعی - دهانی بوسیله‌ی تعداد زیادی از ناقلین فاقد علائم بالینی منتقل میگردند. در نتیجه، اگرچه تصفیه آب می‌تواند از وقوع همه‌گیری‌ها در مقیاس زیادی جلوگیری کند، اما جنبه‌های دیگر بهسازی صحیح نیز نقش مهمی را در کاهش این بیماریها ایفا میکنند.

جدول ۱ - ارتباط پاتوژن‌ها با انواع گاستروانتریت

گاستروانتریت	علائم	ارگانیسم‌های مسئول
گاستروانتریت غیر التهابی	اسهال و یا استفراغ، گلبول سفید و خون در مدفوع وجود ندارد، معمولاً بدون تب میباشد.	باکتریها: استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سرئوس، کلوستریدیوم پرفرژنژس، کلوستریدیوم بوتولینوم، ویروسها: نورو ویروس پروتوزئ: ژیا ردیا لامبلیا (رودهای) کریپتوسپوریوم پاروم آگ: گونه پفی استریا
گاستروانتریت التهابی	اسهال و استفراغ، وجود لکوسیت در مدفوع، معمولاً تب شدید، خون در مدفوع وجود ندارد.	باکتریها: ویبریوکلرا، اشریشیا کولی انتروپاتوژنیک (ETEC)، اشریشیاکولی انترواگرسو (EAggEC)، کلوستریدیوم فکاليس، شیگلا، اشریشیاکولی آنتروتوکسی ژنیک (ETEC) ویروسها: روتاویروس پروتوزئ: آنتاموبا دیسپر
گاستروانتریت تهاجمی	حمله به قسمتی از لایه اپیتلیال دستگاه گوارش، ممکن است بدون اسهال یا استفراغ باشد، دیسانتری ممکن است رخ دهد (موکوس شامل مدفوع خونی)، وجود لکوسیت در مدفوع، تب، ممکن است مشکلات گوارشی نداشته باشد اما مشکلات سیستمیک شدید ایجاد نماید.	باکتریها: سالمونلا، کامپیلوباکتر ژژونی، اشریشیاکولی انترواینویسیو (EIEC)، اشریشیاکولی آنتروهموراژیک (EHEC)، ویبریو ولنیفی کوس، یرسینا، فرانسیسلا تولارنسیس، باسیلوس آنتراسیس، هلیکوباکتر پیلوری ویروسها: ناشناخته پروتوزئ: آنتاموبا هیستولیتیکا

آشنایی با فرایندهای تصفیه آب در تاسیسات بزرگ

آماده سازی اولیه Preliminary Treatment

هوادهی Aeration

انعقاد Coagulation

فلوکولاسیون Flocculation

ترسیب Sedimentation

فیلتره کردن Filtration

ضد عفونی کردن Disinfection

۱ - آماده سازی اولیه Preliminary Treatment

این نوع با توجه به نوع منابع آب متغیر است ممکن است از یک ته نشینی ساده تشکیل شود و یا با استفاده از مواد شیمیایی، تصفیه شیمیایی روی آن انجام شود. هدف از مرحله پیش تصفیه، جداسازی اجسام شناور، حذف جلبک‌ها و ته نشینی مواد معلق قابل ته نشینی می‌باشد.

جلبک‌ها مهمترین عامل حذف، در فرایند پیش تصفیه هستند. مهمترین جلبک‌ها شامل:

Blue – Green Algae

Green Algae

Diatomos

Pigmented Flagellate

مهمترین مشکلات آلگها در فرایند تصفیه عبارتست از:

- گرفتگی صافی‌ها.
- ایجاد قشر لزج ژلاتینی.
- ایجاد رنگ، بو و مزه.
- افزایش فرایند خوردگی.
- تداخل در سایر فرایندهای تصفیه.
- بروز سمیت

روشهای کنترل

- سولفات مس به میزان یک میلی گرم بر لیتر.
- استفاده از کربن اکتیو گرانوله.
- کاهش قلیائیت به میزان کمتر از $50 \text{ mg/l } \text{CaCO}_3$.

۲ - هوادهی Aeration

هوادهی به منظور حذف گازکربنیک، هیدروژن سولفور، متان، آهن، منگنز، مزه و طعم آب انجام

می‌شود.

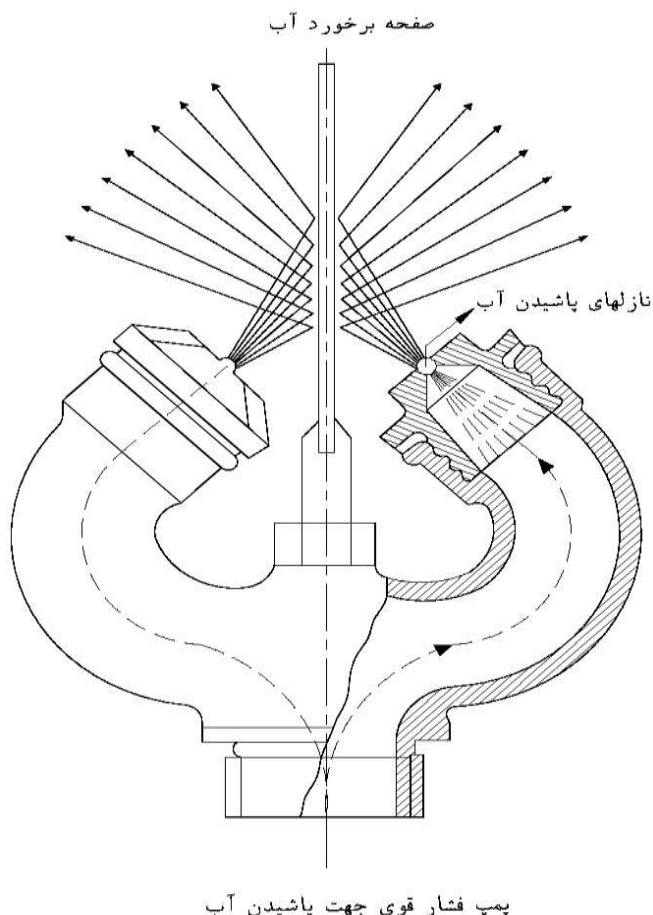
انواع روشهای هوادهی:

- هوادهی آبشاری.
- هوادهی به روش چکانیدن.
- هوادهی به روش پودر کردن آب.
- باران مصنوعی

۳- انعقاد Coagulation

مواد معلق موجود در آب قابل ته‌نشینی نیستند این ذرات را کلوئید می‌نامند سطح خارجی هر ذره دارای بار الکتریکی منفی است و ذرات از هم دور میشوند نیروی فوق را *Zeta Potential* می‌گویند.

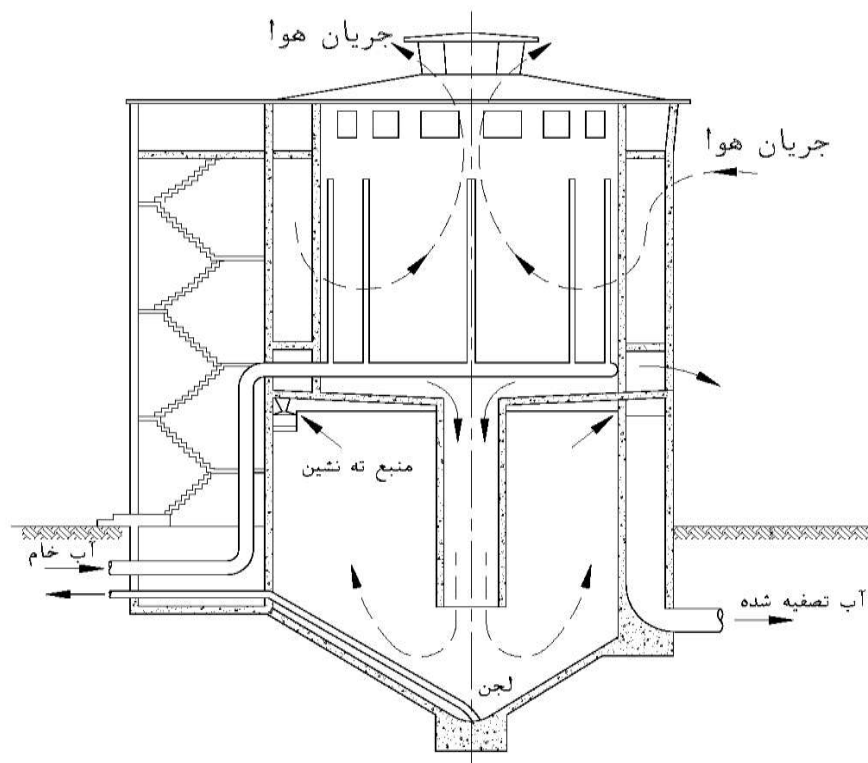
مواد منعقد کننده به عنوان هسته‌هایی با یون مثبت ذرات کلوئیدی را به هم چسبانده و *Flocc* تشکیل می‌دهند.



شکل ۱ - پودر کردن آب توسط انژکتور در روش هوادهی

جدول ۲ - نوع و مقدار مواد منعقد کننده

ماده منعقد کننده	فرمول شیمیایی	مقدار مصرف <i>mg/l</i>
سولفات آلومینیوم	$Al_2(SO_4)_3$	15 - 100
سولفات مس	$CUSO_4$	5 - 20
سولفات فریک	$Fe_2(SO_4)_3$	10 - 50
سولفات فرو	$FeSO_4$	5 - 25
آلومینات سدیم	$NaALO_2$	5 - 50



شکل ۲ - هوادهی در محیط سربسته

۴- فلوکولاسیون Flocculation

پس از اختلاط ماده منعقد کننده با آب نیاز به کنترل PH محیط می‌باشد هر منعقد کننده در PH خاصی بهترین راندمان را نشان می‌دهد این تاثیرات به کمک دستگاه جار تست ارزیابی و به کمک آهک PH محیط تنظیم می‌گردد سپس به وسیله *Padle* در حوضچه تشکیل فلوکها، ذرات فلوک درشت می‌گردد.

۵- ترسیب Sedimentation

فلوکها کم کم درشت شده در اثر سکون آب و طی رابطه استوکس سقوط می‌نماید معمولاً در تجهیزات پیشرفته سه واحد اختلاط، انعقاد و ته‌نشینی را به صورت مشترک طراحی می‌کنند.

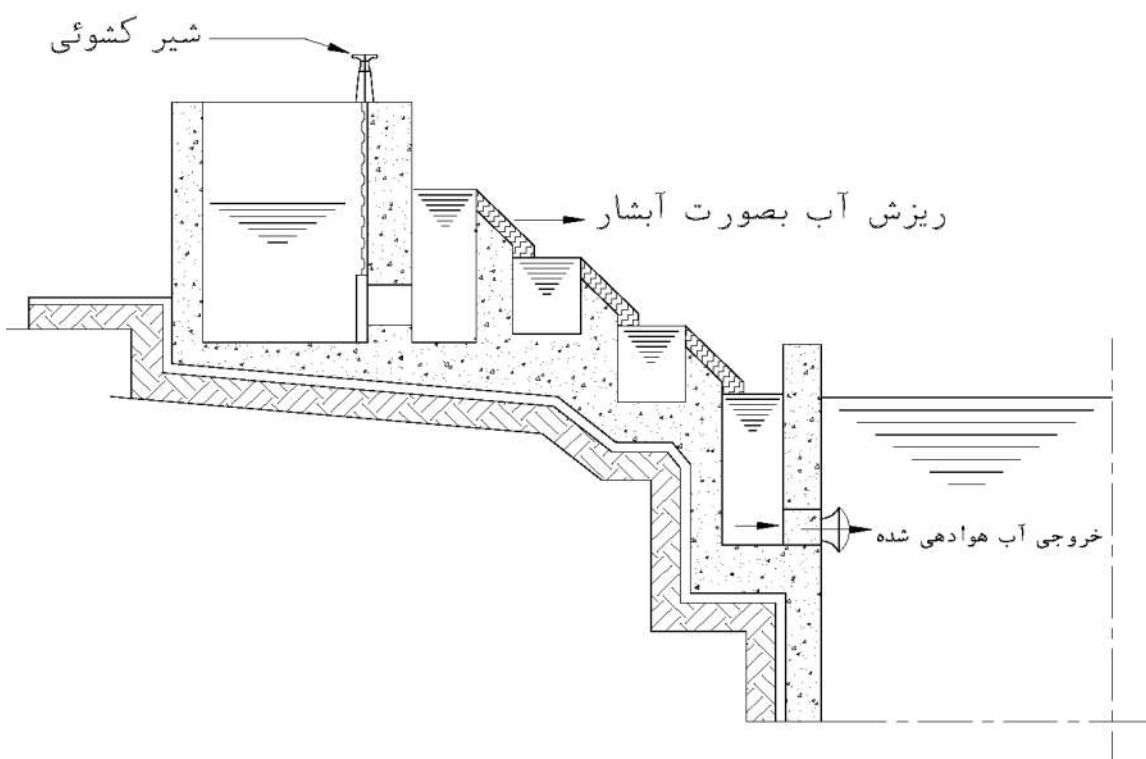
این واحدها به چهار گروه تقسیم می‌شود:

الف. *Centrifloc*

ب. *Accelator*

ج. *Pulsator*

د. *(Lamela) Plate Settlers*



شکل ۳ - ایجاد آبشار مصنوعی در روش هوادهی

۶- فیلتر کردن Filtration

بسیاری از ذرات معلق در واحد ته نشینی حذف می‌گردند اما هنوز ذرات بسیارریزی وجود دارد که بوسیله یک لایه شن دانه بندی شده به نام فیلتر حذف می‌گردند. انواع فیلترها شامل :

Slow sand filter

Rapid sand filter

Rapid Pressure filter

۷- گندزدایی Disinfection

روشهای متعددی برای گندزدایی آب وجود دارد که متداول‌ترین آن روش استفاده از کلر و ترکیبات آن است. ترکیبات کلر به وسیله دو نوع دستگاه تزریق می‌گردد:

الف) *Hypochlorinator*

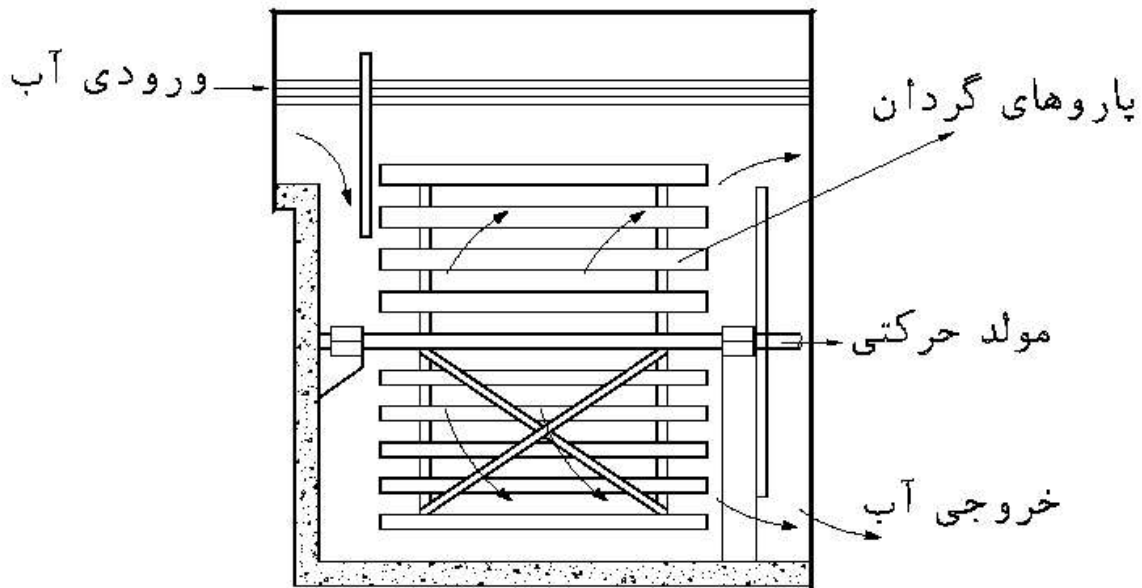
ب) *Injection Gas Chlorine*

الف - در این روش از پودر هیپوکلریت کلسیم استفاده می‌گردد. پس از انحلال کلر در آب با غلظت ۳ میلی گرم برلیتر برحسب درصد خلوص به وسیله پمپ دیافراگمی به خط انتقال آب تصفیه شده تزریق می‌شود.
ب - کلرزن‌های گازی که توسط دستگاه *Injector* به داخل خط آب تصفیه تزریق می‌گردد.

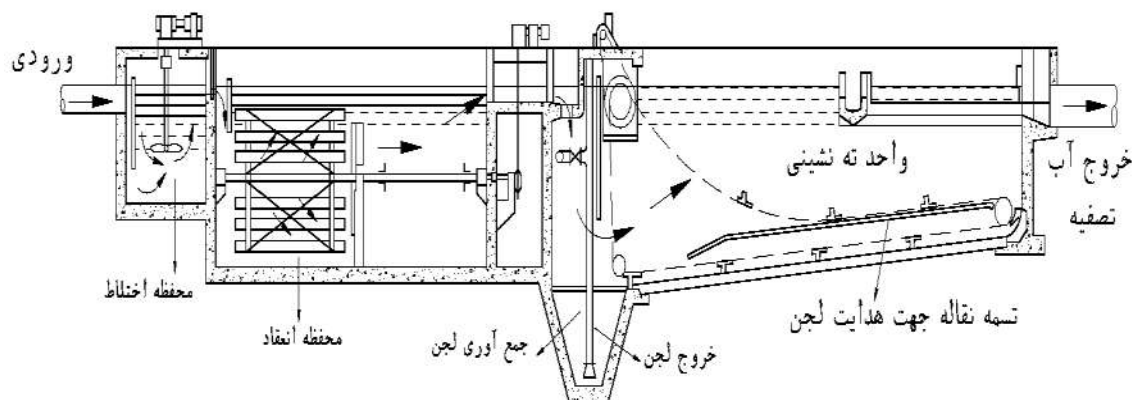
مزایا و معایب روشهای گندزدایی:

در روش گندزدایی مایع، تکنیک و تجهیزات بسیار ساده بوده، اما به علت ناخالصی‌های موجود در کلر نیاز به کنترل و رسیدگی دائم دارد.

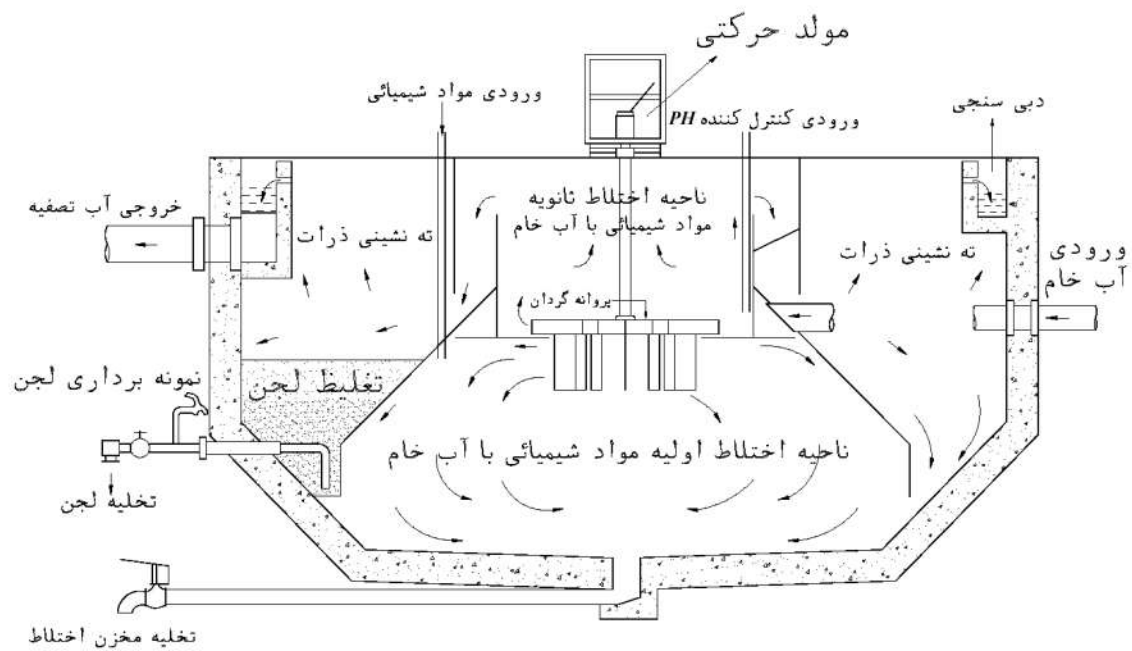
در روش گندزدایی گازی، کیفیت تصفیه بسیار خوب انجام می‌گردد اما این دستگاه‌ها همواره در معرض خطر نشت گاز و انفجار و نیاز به آموزشهای لازم جهت کنترل و حفاظت سیستم دارد.



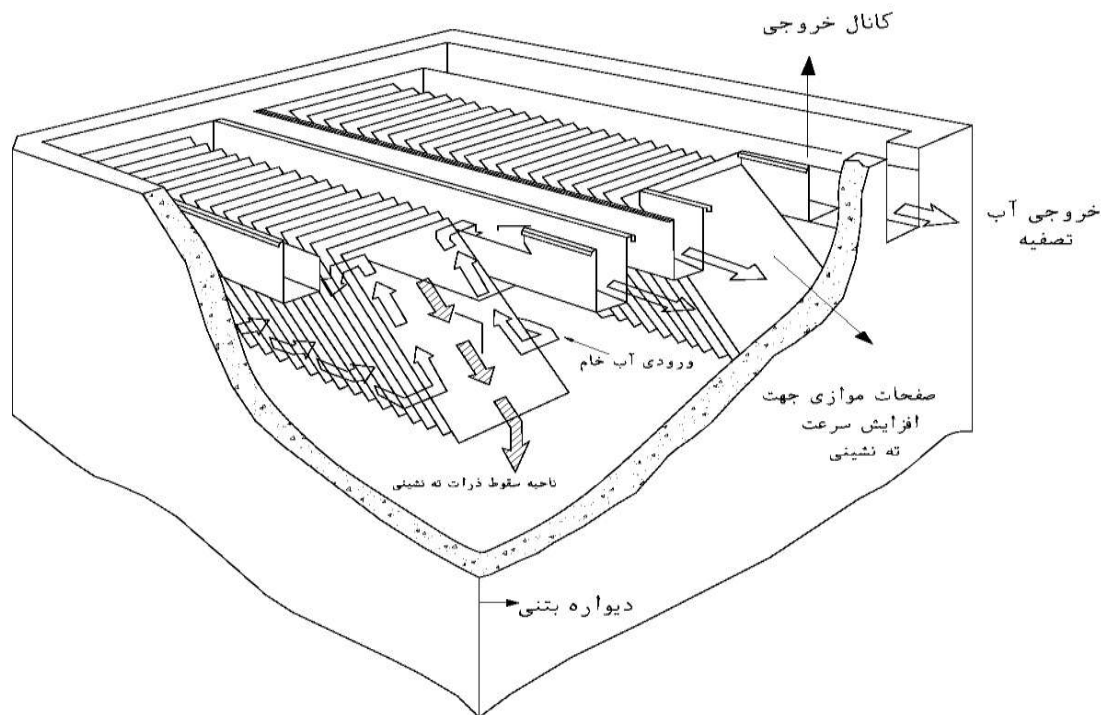
شکل ۴ - پاروهای گردان به منظور لخته‌سازی



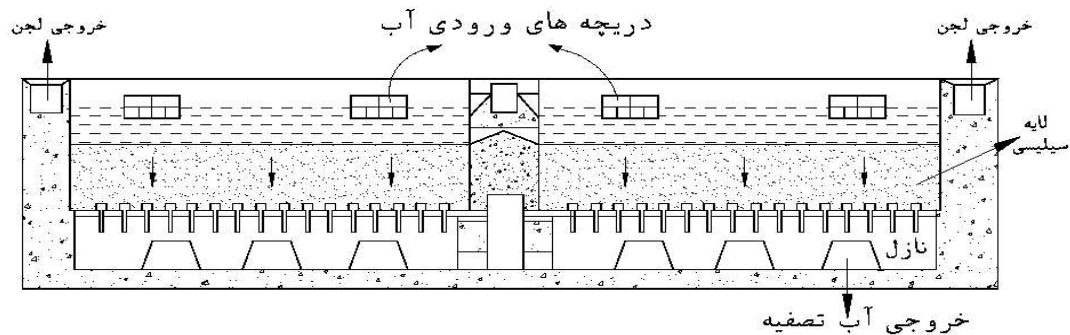
شکل ۵ - حوضچه سانترینلکوک جهت فرایند اختلاط انعقاد و ته نشینی ذرات کلوئیدی



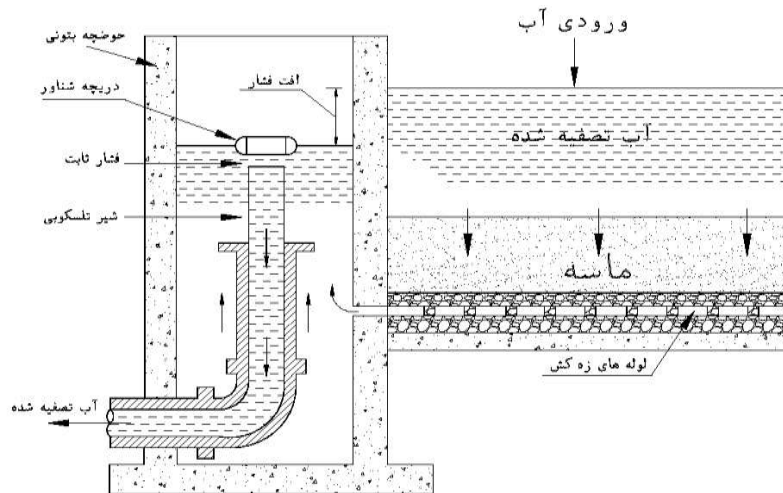
شکل ۶ - حوضچه اکسیلاتور جهت فرایند حذف مواد کلونیدی



شکل ۷ - حوضچه‌های ته نشینی لاملا (Lamla)



شکل ۸ - شمای یک صافی تند و دوتایی در حال تصفیه آب



شکل ۹ - صافی کند

انتخاب فرآیند مناسب جهت تصفیه آب

با توجه به تنوع روش‌های مختلف تصفیه در اجتماعات، انتخاب بهترین گزینه تصفیه به شرایط مختلفی از جمله جمعیت، کیفیت و کمیت منابع آب و اعتبارات بستگی دارد.

منابع تامین آب در اجتماعات را به دو گروه عمده تقسیم می‌نماید:

- منابع سطحی
- منابع زیرزمینی

گروه اول از جمله منابع عمده در تامین آب برای اجتماعات بزرگ محسوب می‌گردد این منابع از لحاظ کمی حجم قابل توجهی در اختیار اجتماعات زیستی قرار داده معمولاً با احداث سد در بالادست محل مصرف، اقدامات اولیه جهت آبیگری و انتقال به تصفیه‌خانه انجام می‌گردد. این نوع منابع همواره در معرض خطر آلودگی‌های مختلف از جمله آلودگی منابع سطحی به فاضلاب‌های شهری و صنعتی است که از عمده مخاطرات آلودگی در این منابع محسوب می‌گردد. از طرفی تخلیه پساب‌های کشاورزی به دریاچه پشت سدها و افزایش ترکیبات ازت و فسفر در فاضلاب این گروه باعث رشد بی‌حد و حصر آگ‌ها در پشت مخازن سد گردیده این امر

بر مشکلات ناشی از تصفیه می‌افزاید معمولاً چنانچه دریاچه پشت سدها دستخوش آلودگی‌های جلبکی گردد با استفاده از ترکیبات سولفات مس به مقدار یک میلی گرم بر لیتر می‌توان مخازن را پاکسازی نمود برای دستیابی به منابع سالم در اجتماعات بزرگ بهترین گزینه استفاده از فرآیندهای پولساتورها است زیرا در این روش، فرآیند با سرعت بالا قادر خواهد بود طیف گسترده‌ای از ذرات کلوئیدی را از محیط واکنش جداسازی نماید در پولساتورها با استفاده از تئوری جداسازی بستر لجن تماسی، راندمان جداسازی بهتر انجام می‌گردد.

معمولاً در اجتماعات کوچک و یا در مناطقی که دسترسی به منابع سطحی امکان پذیر نمی‌باشد از منابع زیرزمینی استفاده می‌گردد دسترسی به این منابع توسط چاه‌های عمیق و به کمک پمپ‌های شناور، امکان پذیر است. با استفاده از روش لوله گذاری و گراول پک (gravel pack) می‌توان میزان آبدهی این نوع چاه‌ها را افزایش داد. منابع آب‌های زیرزمینی معمولاً از نظر املاح محلول با توجه به بافت زمین دارای ترکیبات افزون بر منابع سطحی هستند. بعضی از این ترکیبات نظیر ترکیبات آهن و منگنز باعث تغییراتی در طعم و رنگ آب می‌شوند. منابع زیرزمینی آلوده لازم است با روش‌های مختلف، هوادهی شده ترکیبات فوق به صورت اکسید فلز نامحلول از محیط واکنش جداسازی گردد، روش هوادهی پلکانی، ساده‌ترین و ارزانه‌ترین روش در تصفیه آب‌های حاوی آهن و منگنز می‌باشد.

چنانچه املاح موجود در منابع زیرزمینی بیش از حد استاندارد باشد مشکلاتی را از نظر تغییرات رنگ، طعم، بو و سایر مشخصات فیزیکی، همچنین موانعی را از لحاظ مصرف ایجاد می‌نمایند، استفاده از ترکیبات کنترل کننده PH نظیر آهک، سود، مواد منعقد کننده مانند سولفات آلومینیوم، کلرورفریک و غیره باعث تولید حجم زیادی لجن در تصفیه‌خانه‌های آب گردیده این عمل مشکلات دفع لجن را به همراه دارد.

با طراحی بسترهای لجن خشک‌کن، انواع سانتریفوژها، فیلترهای پرسی می‌توان لجن مازاد تولیدی را جمع‌آوری و دفع نمود در این روشها دستگاه‌های فیلتر پرس با توجه به فضای کم اشغالی و راندمان نسبتاً بالا از سایر روش‌ها مناسب تر می‌باشد در نهایت با توجه به توسعه جمعیت در جوامع جهان و کمبود آب شیرین و سالم به نظر میرسد کشور ما نیز همانند اکثر کشورهای در حال توسعه در سال‌های آتی، ناگزیر به جدا کردن سیستم آب آشامیدنی و سایر مصارف، گردد و عملاً روش فوق که طی ۴۰ سال گذشته به عنوان روش قالب در تامین آب شهرها محسوب می‌گردد در آینده نزدیک نیاز به بازنگری اساسی دارد در حال حاضر در شهرهای بزرگ کشور بیش از ۲۵ درصد از آب تصفیه شده بدون استفاده و در اثر نشت از اتصالات فرسوده موجود در شبکه توزیع از دست می‌رود همچنین بصورت روزانه حجم عظیمی از آب تصفیه شده به مصارف غیرشرب می‌رسد که این عمل بار مالی شدیدی را بر بودجه کشوری تحمیل می‌نماید، علاوه بر موضوع فوق، جداسازی منابع می‌تواند امکان تامین بعضی از املاح نظیر آهن که در سطح گسترده در جوامع ایجاد کمبود می‌نماید مرتفع کند.

پدافند غیرعامل در مقابل تهدیدهای بیولوژیک و آلودگی عمدی آب‌های آشامیدنی

پدافند غیرعامل (Passive defense) در مقابل تهدیدهای بیولوژیک که به دفاع غیرنظامی نیز ترجمه

شده است عبارت است از آمادگی همه‌جانبه ارائه دهندگان و دریافت کنندگان خدمات بهداشتی در مقابل انتشار عمدی یا نوپدیدی عوامل بیماری‌زا که در فصل نهم کتاب حاضر به آن پرداخته شده است ولی با توجه به اینکه آلودگی آب‌های آشامیدنی نیز ممکن است به عنوان یک اقدام بیوتروریستی یا انتشار بعضی از بیماری‌های نوپدید، مطرح باشد در این گفتار، به اشاره‌ای در این خصوص اکتفا می‌نماییم:

هرچند بعد از واقعه تروریستی ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ در آمریکا و سوء استفاده بیوتروریستی از عامل سیاه زخم، ترس ناشی از آلوده کردن آب‌های آشامیدنی توسط بیوتروریست‌ها نیز قوت گرفت ولی از آنجا که ارگانسیم‌های خطرناکی نظیر باسیلوس آنتراسیس (عامل سیاه زخم)، یرسینیا پستیس (عامل طاعون)، فرانسیسلا تولارنسیس (عامل تولارمی)، کلوستریدیوم بوتولینوم (عامل بوتولیسم) و ویروس عامل آبله انسانی معمولاً از طریق آب منتقل نمی‌شوند و آلودگی‌های عمدی ممکن است صرفاً به ارگانسیم‌های شناخته‌شده‌ای نظیر ویبریوکلرا و سالمونلا تیفی و ... محدود باشد، لازم است طی طغیان‌ها و همه‌گیری‌های حاصله احتمال حمله بیوتروریستی را نیز در نظر داشته باشیم. در خصوص بیماری‌های نوپدید منتقله از طریق آب هم می‌توان به عوامل عفونت‌زایی نظیر لژیونرها و وبای ناشی از ویبریوکلرای O139 اشاره کرد.

تاکید بر لزوم تامین آب آشامیدنی سالم در سند اهداف توسعه پایدار

لزوم تامین آب آشامیدنی سالم در سند بهداشتی اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ که توسط WHO تدوین و جهت اجرا به تمامی کشورها ابلاغ گردیده است، چندین بار مورد تاکید قرار گرفته است و همچنین سند اصلی اهداف توسعه پایدار که توسط سازمان ملل، تدوین و منتشر گردیده است اصل ششم از اصول هفده‌گانه را به تامین آب و تاکید بر آب آشامیدنی سالم اختصاص داده و تحت عنوان "تامین آب سالم و بهداشت محیط" تصریح کرده است که:

«بیش از ۴۰ درصد مردم جهان در دسترسی به آب مشکل دارند که به نظر می‌رسد با توجه به گرم شدن کره زمین، اوضاع از این هم بدتر خواهد شد. غیر مطمئن بودن و وضعیت آب مسأله اساسی است. سال ۲۰۱۱ تعداد ۴۱ کشور کمبود جدی آب را تجربه کرده و ده کشور در حال از دست دادن آب تجدیدپذیر هستند. افزایش خشکسالی و بیابان زایی وضع را بدتر می‌کند. در ۲۰۵۰ یک چهارم مردم جهان دچار کمبود آب خواهند بود.

برای دسترسی همگان به آب آشامیدنی سالم و ایمن تا سال ۲۰۳۰ باید برای ساخت زیربنای کافی سرمایه‌گذاری شود و برتأمین تسهیلات بهداشت محیط و تشویق رعایت بهداشت در همه سطوح تاکید به عمل آید. لازمه جلوگیری از کمبود آب آن است که از اکوسیستم‌های مرتبط با آب نظیر جنگل‌ها، کوه‌ها، زمین‌های باتلاقی و رودخانه‌ها حراست شده و در صورت نیاز، بازسازی شوند».

منابع

1. WHO. From MDGs, Millennium Development Goals to SDGs, Sustainable Development Goals. World Health Organization 2015. Available from: <http://www.who.int/gho/publications/mdgs->

[sdgs/en/](#) . [Last accessed on 2019 March 19].

2. United Nations. Sustainable Development Goals. 17 goals to transform our world. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> . [Last accessed on 2019 March 19].

3. John C. Crittenden, R.Rhodes Trussell, David w.Hand, Kerry J. Howe,George Tchobanoglous, (2012) WATER TREATMENT PRINCIPLES AND DESIGN (MWH).

4. AWWA (1971) Water Quality and Treatment: Handbook of Public water Supply, American Water Works Association, Denver, CO.

5. Baker, M. N., and Taras, M. J. (1981) The Quest for Pure Water: The History of the Twentieth Century, vols. 1 and 2, American Water Works Association, Denver, CO.

6. Gordis, I. Epidemiology, third edition, Elsevier, 2004.

7. Crittenden JC, Trussell RR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G. Water Treatment Principles and Design, MWH Company. 2006: 143-213.

8. Bennett, N., Murray, s., ogrady, k., Guidelines for control of infections diseases, www.health.vic.gov.au/ideas/ blue book, May 2005.

9. National Health & Medical Research council, National guidelines for waste management in the health industry, www.nhmrc.gov.au 2004.

10. Crittenden, J, Trussell R, whand D. water treatment principles and design, john Wiley and sons, Inc, 2005.

11. Australian Government department of Health and Ageing, infection control guidelines for the prevention of transmission of infectious diseases in the health care setting, www.icg.health.gov.au 2004.

12. Rand,M.C., Greenbery,A.E.,Taras,M.J., standard Methods for the Examination of water. Murrar, Drew, Kobayashi, Thompson, Medical Microbiology, CV. Mosby company, 1990.

۱۳ - جرجانی سید اسماعیل. ذخیره خوارزمشاهی، کتاب سوم، فصول ۳ و ۴ و ۵. در دست بازنویسی، به کوشش: حسین حاتمی <https://sites.google.com/site/zakhirehkhawrazmshahi/zakhireh-sirjani/fehr-k03-htm>. [Last accessed on 2019 March 19].

۱۴ - ابن سینا حسین. قانون در طب، کتاب اول، فن دوم، جزو دوم، باب شانزدهم. تبدیل به بانک اطلاعاتی الکترونیک، به کوشش: حسین حاتمی. <https://sites.google.com/site/avicennacanon1a/canon-01/k1fa2-htm>. [Last accessed on 2019 March 19].

۱۵ - مسعودی نژاد محمد رضا، ایروانی الناز، ایروانی حسین، آقایانی احسان. مبانی تصفیه آب، فصل سوم، انتشارات شهر آب، سال ۱۳۹۰، صفحات ۲۱۸-۱۳۴.