

کلرزنی و کلرسنجی سامانه‌های آب‌رسانی



اهداف آموزشی

امید است به‌ورزان محترم پس از مطالعه:

- کلر آزاد باقیمانده را به درستی اندازه‌گیری کنند.
- توزیع متقارن مکانی و زمانی آزمایش‌های کلرزنی را شرح دهند.
- میزان تطابق کلرسنجی با استاندارد را از نظر کیفی بیان کنند.
- دقت و صحت کیت‌های کلرسنجی را کنترل کنند.

صابر سالم

مری مرکز آموزش بهورزی
دانشگاه علوم پزشکی تبریز



عبدالحمید گوهری

کارشناس برنامه بهداشت آب آشامیدنی و استخرهای
عمومی شنا - دانشگاه علوم پزشکی مشهد



مقدمه

اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO) سالانه ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به منابع مطمئن آب سالم دسترسی ندارند. همچنین سالانه ۲/۲ میلیون نفر از ۴ میلیارد ابتلا به اسهال، به دلیل عدم دسترسی به آب آشامیدنی سالم جان خود را از دست می‌دهند و از این تعداد حدود ۸۵ درصد در اجتماعات کوچک و

آب سالم و بهداشتی نیاز اساسی برای ادامه حیات بشر است و رعایت موازین بهداشتی بویژه بهداشت فردی بدون وجود آب امکان‌پذیر نیست. عدم دسترسی به آب سالم و کافی باعث شیوع بیماری‌های واگیردار از قبیل اسهال، وبا، تیفوئید و پارا تیفوئید، هیپاتیت عفونی و اسهال آمیبی و باسیلی در جامعه می‌شود. بر

گندزدایی چیست؟

گندزدایی آب آشامیدنی با هدف از بین بردن عوامل میکروبی بیماری‌زا، کنترل میکروارگانیسم‌های مزاحم، ممانعت از رشد مجدد میکروبی در شبکه‌های آب‌رسانی و حذف یا تقلیل رنگ، طعم و بوی آب و مقابله با آلودگی‌های ثانویه انجام می‌شود. مواد گندزدا انواع مختلفی دارد. بر اساس استاندارد ملی کشور وجود کلر باقیمانده آزاد در آب ضروری است، لذا روش‌های متفاوتی برای کلرزنی آب وجود دارد:

۱. استفاده از گرانول یا پودر پرکلرین (هیپوکلریت کلسیم): معمولاً در بازار با غلظت ۶۵ درصد درجه خلوص وجود دارد و توسط دستگاه هیپوکلریناتور برقی کلرزنی آب انجام می‌شود.
۲. استفاده از هیپوکلریت سدیم (آب ژاول): به شکل مایع در غلظت‌های ۵ و ۱۵ درصد تأمین و توزیع شده و توسط دستگاه هیپوکلریناتور برقی کلرزنی آب انجام می‌شود.
۳. استفاده از گاز کلر که به شکل کپسول و در اوزان مختلف وجود دارد به علت احتمال نشت گاز کلر و مسمومیت افراد هم‌جوار، نصب دستگاه کلریناتور گازی در محل‌هایی که نزدیک اجتماعات انسانی ممنوع است.
۴. استفاده از روش الکترولیز نمک طعام: در این روش جدید، نمک طعام با جریان الکتروسیسته الکترولیز شده و باعث کلرزنی آب می‌شود.



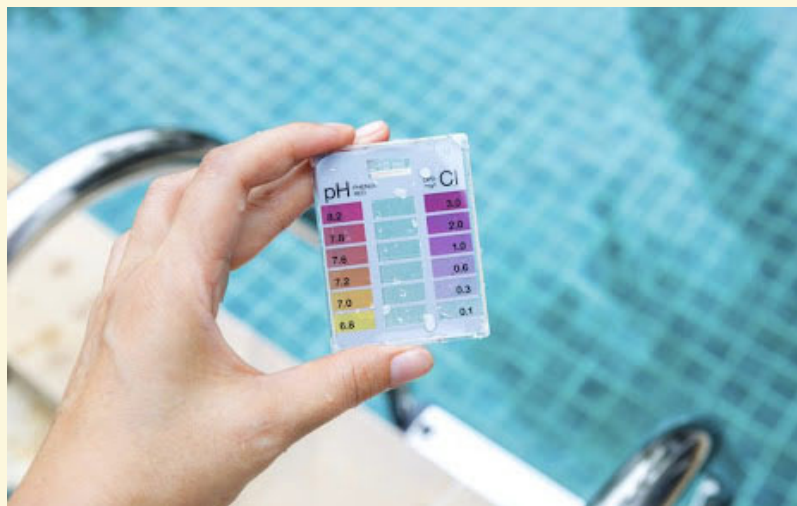
به آبی که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که پس از نوشیدن، عارضه سویی در کوتاه مدت یا درازمدت برای انسان ایجاد نکند «آب سالم» می‌گویند.

روستاها زندگی می‌کنند. بر اساس یافته‌های علمی، کمیت و کیفیت نامناسب آب و بهسازی ضعیف منابع آبی اصلی ترین علل بروز و شیوع مرگ و میر در دنیا بوده در حالی که قابل پیشگیری و کنترل است. آب، بخشی از محیط زیست بوده لذا وجود آلاینده‌های زیست محیطی مانند دفع غیر بهداشتی پسماندها (زباله) و فاضلاب‌های کشاورزی و صنعتی و خانگی، فضولات حیوانی، مواد شیمیایی و... می‌توانند منابع آب را بشدت آلوده کنند. بنابر این رعایت حریم منابع آب از هرگونه آلودگی ضروری است. یک منبع آب آشامیدنی باید بتواند، آب سالم و کافی را برای جامعه مورد نظر تأمین کند و برای رسیدن به این هدف علاوه بر فعالیت متولی آب‌رسانی، باید به شکل مستمر تحت نظارت و کنترل مسؤلان بهداشتی قرار داشته باشد تا در صورت مشاهده هر گونه آلودگی احتمالی در آب اقدام‌های اصلاحی لازم و فوری با مشارکت متولی انجام گیرد. تأمین آب سالم و مدیریت صحیح آب و فاضلاب نقش اصلی در کاهش شیوع بیماری‌های واگیردار منتقله از آب دارد. مجموعه اقدام‌های بهسازی محیط و آب‌رسانی بهداشتی، سالم و کافی ۴۰ تا ۱۰۰ درصد از موارد ابتلا به بیماری‌های واگیردار منتقله از آب را کاهش می‌دهد. یک آب به ظاهر سالم و زلال ممکن است دارای آلودگی میکروبی یا شیمیایی باشد و به همین دلیل باید قبل از آشامیدن، از سالم بودن آن مطمئن شویم. همان‌طور که می‌دانید به آبی که ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و رادیواکتیو آن در حدی باشد که پس از نوشیدن، عارضه سویی در کوتاه مدت یا درازمدت برای انسان ایجاد نکند «آب سالم» می‌گویند. لذا آب از نظر میزان عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و رادیواکتیو باید در حد استاندارد باشد. منظور از عوامل فیزیکی مواردی چون رنگ، طعم، بو، کدورت، مزه و درجه حرارت است. عوامل شیمیایی یعنی مواد معدنی سمی، مواد معدنی غیر سمی، سموم و مواد آلی و میزان کلر باقیمانده آب. عوامل بیولوژیکی نیز همان جلبک‌ها، قارچ‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها هستند. عوامل رادیواکتیو هم به عوامل پرتوزا می‌گویند که می‌توانند بسیار خطرناک باشند.

اصطلاحات و تعاریف

- کلر آزاد باقیمانده:** در هنگام کلرزنی آب، ابتدا مقداری از کلر وارد شده به آب با مواد شیمیایی موجود در آب ترکیب شده که کلر ترکیبی نام دارد و در انتها مقداری از آن در آب به شکل آزاد باقی می ماند تا بتواند آلودگی های ثانویه آب را حذف کند که به شکل اسید هیپوکلرو (HOCl) و یون هیپوکلریت (OCl⁻) در آب آشامیدنی وجود دارد که به آن کلر باقیمانده آزاد گویند و در هنگام آزمایش کلرسنجی، ملاک دآوری در خصوص میزان کلر باقیمانده در آب طبق استاندارد ملی ایران (به شماره ۱۰۱۱) کلر آزاد باقیمانده است.
- نقطه تحویل:** محلی است که آب به مصرف کننده تحویل داده می شود که معمولاً اولین شیر برداشت بعد از کنتور و قبل از ورود به تأسیسات داخلی، مانند مخزن یا پمپ در نظر گرفته می شود.
- شیر برداشت عمومی:** شیر برداشتی است که خارج از محل سکونت و در معابر عمومی بوده و عموم مردم می توانند از آن آب برداشت کرده و در محل دیگری ذخیره یا مصرف کنند.
- نقطه مصرف:** محلی است که معمولاً داخل ساختمان قرار دارد و آب به طور مستقیم توسط مصرف کننده برداشت و مصرف می شود.
- سازمان ناظر:** منظور وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و دانشگاه / دانشکده های علوم پزشکی تابعه است که ارزیابی سامانه های آب رسانی و بررسی دستیابی به اهداف کیفی آب آشامیدنی را مستقل از سازمان تأمین کننده انجام می دهد.
- سازمان تأمین کننده:** منظور شرکت آب و فاضلاب، نهادهای نظامی، انتظامی و بخش خصوصی است که علاوه بر تأمین آب، ارزیابی سامانه آب رسانی و دستیابی به اهداف کیفی آب مطابق با استاندارد ملی را انجام می دهد.
- راستی آزمایی (اعتبارسنجی):** منظور از راستی آزمایی یا اعتبارسنجی یک فرآیند رسمی به منظور

به منظور حذف آلودگی میکروبی اولیه و پیشگیری از آلودگی های ثانویه، میزان کلر باقیمانده آزاد آب در شرایط عادی بایستی بین ۰/۵ - ۰/۸ میلی گرم در لیتر باشد ولی مقادیر بیشتر کلر به آب بو و مزه بدی می دهد و ممکن است مردم از نوشیدن آن رویگردان شوند. البته «در نقطه مصرف» میزان کلر باقیمانده آزاد آب تا حداقل ۰/۲ میلی گرم در لیتر (ppm) نیز قابل قبول است. با مطالعه نقشه (پلان) شبکه آب رسانی روستا، محل منابع آب، ایستگاه پمپاژ، سامانه گندزدایی، محل مخازن، خطوط انتقال آب، محل آب ورودی به روستا، نقاط میانی و انتهای شبکه آب رسانی مشخص می شود. محل اندازه گیری کلر باقیمانده آزاد باید به گونه ای باشد که همه نقاط شبکه توزیع از محل ورودی آب به روستا، نقاط میانی تا انتهای شبکه را دربر گرفته باشد. اگر شبکه آب رسانی داخل روستا به شکل شبکه درختی باشد، وجود کلر باقیمانده آزاد در هر نقطه از این شبکه نشانه اطمینان از سلامت آب در بالادست آن محل بوده ولی در نقاط پایین دست آن محل نیاز به اندازه گیری کلر باقیمانده است. همچنین اندازه گیری و تغییرات میزان PH آب از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در مناطقی که نشت فاضلاب به داخل شبکه آب رسانی وجود داشته باشد میزان PH آب در آن محل و پایین دست شبکه افزایش پیدا می کند که لازم است در اسرع وقت هماهنگی لازم با آبدار و کارشناس بهداشت محیط مربوط برای نمونه برداری و آزمایش میکروبی و شیمیایی آب و اصلاحات لازم انجام گیرد.



بهورزان موظفند ضمن انجام نمونه برداری میکروبی از این نقاط، موضوع را در سریع ترین زمان، به شکل تلفنی و مکتوب به متولی (تأمین کننده آب) گزارش کنند. تأمین کننده آب موظف است در صورت دریافت گزارش عدم وجود کلر آزاد باقیمانده در آب، ضمن بررسی علت، اقدام مقتضی برای رفع مشکل را انجام داده و نتایج اقدامهایش را در سریع ترین زمان، تلفنی و مکتوب به «سازمان ناظر» گزارش کند.

روش اندازه گیری کلر آزاد باقی مانده: روش های مختلفی برای اندازه گیری وجود دارد ولی سریع ترین و ساده ترین روش، آزمایش با استفاده از کیت کلرسنجی پرتابل (قابل حمل دستی) است. انواع مختلفی از کیت ها برای سنجش کلر باقیمانده آب به شکل تجاری موجود است. اشکال زیر دو نمونه کیت کلرسنج چشمی و دیجیتالی را نمایش می دهد.

هر دو کیت نیازمند مواد مصرفی (شامل قرص یا



اطمینان از کارکرد مناسب سامانه آب رسانی و دستیابی به اهداف کیفی آب است که می تواند توسط تأمین کننده آب (شرکت آب و فاضلاب یا سایر متولیان) و سازمان ناظر (مرکز بهداشت) به شکل مستقل انجام شود.

۸. **سامانه آب رسانی:** شامل مجموعه تسهیلات و زیرساخت هایی است که در فرآیند تأمین، تصفیه، ذخیره سازی و توزیع آب آشامیدنی وجود دارد. سامانه آب رسانی می تواند شامل منبع (چاه، چشمه، قنات و رودخانه)، تصفیه خانه، خطوط انتقال، مخازن ذخیره و شبکه توزیع باشد. موضوع مهم در یک سامانه آب رسانی یکسان بودن کیفیت آب است. بدیهی است تغییرات نقطه ای و کوتاه مدت در شبکه ملاک عمل نیست. در صورتی که آب یک روستا از یک یا چند منبع تأمین می شود و کیفیت آب در مناطق مختلف یکسان باشد یک سامانه آب رسانی محسوب می شود. همچنین در «مجموعه های آب رسانی روستایی» که شبکه آب رسانی چندین روستا به هم متصل است هر روستا به عنوان یک سامانه تلقی می شود. توصیه می شود در روستاها، تعریف و ثبت سامانه های آب رسانی به طور مشترک توسط مرکز بهداشت و امور آب و فاضلاب شهرستان انجام شود.

۹. **نمونه برداری مشترک:** مشارکت فعال بهورز خانه بهداشت و آبدارروستا برای دستیابی اهالی به آب آشامیدنی سالم از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در صورت وجود مغایرت یا نامطلوب بودن نتایج آزمایش های کلرسنجی روزانه، انجام نمونه برداری و کلرسنجی مشترک ضروری و لازم است موارد نقص به شکل فوری پیگیری و مرتفع شود. در صورت عدم امکان رفع نقص فوری، باید مراتب را به مرکز سلامت جامع مربوط (واحد سلامت محیط و کار) یا مرکز بهداشت شهرستان جهت پیگیری اعلام کرد.

۱۰. **در صورت مشاهده موارد «عدم وجود کلر آزاد باقیمانده»** در مناطقی که کلرزنی به شکل پیوسته انجام می شود، بازرسان بهداشتی براساس گزارش

جدول شماره ۱: حداقل موارد روزانه کلرسنجی بر اساس جمعیت تحت پوشش سامانه آب رسانی

جمعیت (نفر)	تعداد روزانه کلرسنجی توسط تأمین کننده	تعداد روزانه کلرسنجی توسط سازمان ناظر
کمتر از ۵۰۰	۱	۱
۲۰۰۰۰-۵۰۰	۲	۲
۲۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰	به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر ۱ نمونه	به ازای هر ۲۰۰۰۰ نفر ۱ نمونه + ۱ نمونه اضافی
< ۱۰۰۰۰۰	به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر ۱ نمونه + ۱۰ نمونه اضافه	به ازای هر ۲۰۰۰۰۰ نفر ۱ نمونه + ۶ نمونه اضافی

تعداد آزمایش‌های کلرسنجی متناسب با شرایط موجود افزایش یابد.

توزیع متقارن مکانی و زمانی آزمایش‌های کلرسنجی:

۱. توزیع مکانی آزمایش‌های کلرسنجی

الف) محله‌های نمونه برداری باید به گونه‌ای انتخاب شوند که نمونه‌ها از نظر کیفی، معرف کل آب سامانه آب‌رسانی باشند.

ب) محل نمونه برداری باید در هر روز از نظر مکانی مشخص شود، برای اطمینان از توزیع متقارن نمونه برداری، موقعیت محل‌های نمونه برداری بر روی نقشه سامانه آب‌رسانی روستا مشخص شود.

ج) برای ارزیابی میزان کلر باقیمانده آزاد در شبکه توزیع، نمونه برداری از نقطه تحویل انجام می‌شود.

یادآوری: نمونه برداری آب برای آزمایش کلرسنجی «فقط از محل خانه بهداشت» باعث عدم آگاهی از آلودگی آب در سایر نقاط سامانه آب‌رسانی روستا / روستاها (نظیر شکستگی شبکه و...) شده و احتمال شناسایی طغیان بیماری‌های واگیر منتقله از آب وجود ندارد و عملکرد آن به‌روز را در انجام وظایف محوله زیرسؤال خواهد برد.

۲- توزیع زمانی آزمایش‌های کلرسنجی

برای سامانه‌های آب‌رسانی که تعداد نمونه مورد نیاز بیشتر از یک مورد در روز است، نمونه برداری باید به نسبت مساوی در دو نوبت قبل از ظهر و بعد از ظهر انجام شود. کلرسنجی در روزهای تعطیل رسمی نیز باید انجام شود.

پایش کلر آزاد باقیمانده

۱. پایش کلر آزاد باقیمانده در شبکه توزیع آب: انجام

محلول DPD1 و فنل رد) به ترتیب برای اندازه‌گیری کلر باقیمانده آزاد و PH هستند. کیت دیجیتال گران‌تر و نیازمند کالیبراسیون دوره‌ای بوده و دقت نمایش اعداد در حد صدم میلی گرم در لیتر (ppm) است ولی کیت چشمی ساده، دقت آن در حد دهم میلی گرم در لیتر است و نیاز به کالیبراسیون ندارد. برای اندازه‌گیری کلر باقیمانده سلول کیت را با آب نمونه تا نشانگر پر کرده و سپس یک قرص DPD1 به نمونه آب اضافه می‌شود که در صورت وجود کلر باقیمانده در آب باعث قرمز شدن رنگ آب می‌شود. شدت این رنگ در مقایسه با رنگ‌های استاندارد سنجیده می‌شود تا غلظت کلر باقیمانده تعیین شود. شدت رنگ بیشتر نشان دهنده غلظت بیشتر کلر باقیمانده در آب است. در صورتی که کلر باقیمانده‌ای در آب وجود نداشته باشد، تغییر رنگ ایجاد نمی‌شود. استفاده از کیت‌های کلرسنج که مواد مصرفی آن ارتوتولیدین است به علت سرطان‌زا بودن محلول مورد تأیید نیست. DPD مخفف «دی اتیل پی فنیلن دی آمین» است که در کیت‌های کلرسنج مختلف گاهی به شکل قرص یا پودر یا محلول مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده به میزان یک گرم در ۱۰ سی سی آب با توجه به غلظت کلر در آب، تولید طیف‌های رنگی، از قرمز پررنگ تا کمرنگ می‌کند.

تعداد آزمایش‌های کلرسنجی مورد نیاز: طبق جدول شماره ۱، براساس جمعیت موجود در هر سامانه آب‌رسانی، حداقل تعداد آزمایش کلرسنجی مورد نیاز روزانه برای ناظر و تأمین کننده «در شرایط عادی» قابل محاسبه است ولی در شرایط اضطراری یا طغیان بیماری‌های منتقله از آب یا تعمیر شبکه و تأسیسات آب‌رسانی، لازم است

کلرسنجی به جز نقاط معمول، باید شامل نقاط زیر نیز باشد:

- نقاط انتهایی شبکه توزیع، همچون مشترکان واقع در کوچه‌های بن بست یا انتهای شبکه‌های شاخه ای.
 - نقاط آسیب پذیر، شامل مشترکانی می‌شود که آسیب پذیری بیشتری در برابر بیماری‌ها دارند. مانند کودکان، سالمندان و بیماران و مواردی چون مدرسه ابتدایی، مهدکودک، کودکانستان، مرکز درمانی و بهداشتی، کلینیک درمانی، بیمارستان، خانه بهداشت، مرکز بهزیستی و خانه سالمندان.
 - اماکن عمومی همچون: مساجد، مدارس و ...
 - **تبصره:** برای تعیین میزان کلر آزاد باقیمانده (در نقطه تحویل)، نمونه باید از نزدیک‌ترین نقطه به کنتور و پس از دادن زمان لازم (حداقل ۳۰ ثانیه) جهت خروج آب و ثابت شدن دمای آن، برداشت شود.
۲. **پایش کلر آزاد باقیمانده در نقطه مصرف:** برای تعیین میزان کلر آزاد باقیمانده در نقطه مصرف در زمان «طغیان بیماری» یا برای «ارزیابی وضعیت لوله کشی داخلی ساختمان»، باید از شیر برداشت مشترک (خانوار) بلافاصله پس از باز کردن شیر آب، نمونه برداری و کلرسنجی انجام شود.

میزان تطابق نتایج کلرسنجی با استاندارد از نظر کیفی

وضعیت سامانه‌های آب‌رسانی بر اساس درصد موارد

کلرسنجی مطابق با استاندارد بر اساس جدول شماره ۲ ارزیابی و تحلیل می‌شوند. بدین منظور تعداد کل نتایج آزمایش‌های کلرسنجی را در طول ماه در فرم مربوط جمع بندی کرده، سپس تعداد موارد مطلوب را به دست می‌آوریم. در مرحله بعد با ضرب تعداد موارد مطلوب در ۱۰۰ و تقسیم آن بر تعداد کل آزمایش‌های انجام شده در آن ماه، درصد نتایج آزمایش‌های کلرسنجی مطلوب (مطابق با استاندارد) محاسبه می‌شود. حال می‌توان بر اساس جمعیت موجود سامانه آب‌رسانی طبق جدول شماره ۲ وضعیت کیفی سامانه آب‌رسانی (عالی، خوب، متوسط، ضعیف) را اعلام کرد.

در صورتی که در آب آمونیاک یا ترکیبات آمونیاکی وجود داشته باشد، کلر با آن وارد واکنش شده و ترکیبات کلر آمین بوجود می‌آید. قدرت گندزدایی کلر آمین‌ها نسبت به اسید هیپو کلرو (HOCL) کمتر است بنابراین به زمان تماس و مقدار بیشتر کلر نیاز است.

نقطه شکست در فرایند کلر زنی آب: بلافاصله بعد از تزریق کلر به آب، ابتدا موادی نظیر ترکیبات یون آهن، یون منیزیم، سولفید هیدروژن و بعضی مواد آلی به سادگی اکسید می‌شوند با کلر واکنش داده و کلر را به یون کلرید تبدیل می‌کنند. بعد از آن کلر با آمونیاک موجود در آب واکنش داده و کلر آمین‌ها را تشکیل می‌دهد. با ادامه کلر زنی به آب مقداری از کلر آمین‌ها به تری کلرید

جدول ۲: وضعیت کیفی سامانه‌های آب آشامیدنی بر اساس نتایج کلرسنجی مطابق با استاندارد و جمعیت

وضعیت کیفی سامانه آب رسانی	جمعیت		
	< ۵۰۰۰	۵۰۰۰ - ۱۰۰۰۰۰	> ۱۰۰۰۰۰
عالی	بیشتر یا مساوی ۹۰٪	بیشتر یا مساوی ۹۵٪	بیشتر یا مساوی ۹۹٪
خوب	بیشتر یا مساوی ۸۰ تا کمتر از ۹۰٪	بیشتر یا مساوی ۹۰ تا ۹۵٪	بیشتر یا مساوی ۹۵ تا ۹۹٪
متوسط	بیشتر یا مساوی ۸۰ تا ۸۰٪	بیشتر یا مساوی ۸۰ تا ۹۰٪	بیشتر یا مساوی ۹۰ تا ۹۵٪
ضعیف	بیشتر یا مساوی ۶۰ تا ۷۰٪	بیشتر یا مساوی ۷۰ تا ۸۰٪	بیشتر یا مساوی ۸۵ تا ۹۰٪

* **ضعیف:** دارای احتمال خطر بالا و نیازمند اقدام فوری

متوسط: دارای احتمال خطر متوسط و نیازمند اقدام برای ارتقا به شرایط خوب و عالی

خوب: دارای احتمال خطر پایین و نیازمند بهبود و ارتقا به شرایط عالی

عالی: نیازمند حفظ شرایط موجود

(یک ان تی یو) 1NTU وحداکثر مجاز 5NTU است و میزان PH آب باید بین ۶٫۸ تا ۷٫۲ باشد.

- در مناطقی که «فرآیند کلرزنی به شکل ناپیوسته» انجام می‌شود، در صورت شناسایی موارد فاقد کلر آزاد باقیمانده به علت عدم کلرزنی، نیازی به تکرار کلرسنجی در آن بازه زمانی و نمونه برداری میکروبی روزانه نیست و باید در اسرع وقت پیگیری‌های لازم به منظور اجرای کلرزنی و اجرای روش‌های سالم سازی آب آشامیدنی انجام شود.

- در روستاهایی که به علت «قطع شدن شبکه آب‌رسانی»، توزیع آب توسط متولی با تانکر سیار انجام می‌شود نمونه برداری آب از تانکر سیار در محل تخلیه و همچنین مخازن ثابت از نظر کلر باقیمانده آزاد مورد انتظار بوده و مقدار کلر باقیمانده آزاد به میزان امیلی گرم در لیتر مورد انتظار است. نظافت، شست و شوی و گندزدایی مخازن ثابت/ تانکر سیار قبل از بارگیری ضروری است. در صورت عدم وجود کلر باقیمانده در آب تانکر سیار، انجام کلرزنی و آزمایش‌های سنجش کلر باقیمانده در ابتدا (هنگام بارگیری به میزان ۱ تا ۲ میلی گرم در لیتر) و در انتهای مسیر (هنگام تخلیه آب به میزان ۱ میلی گرم در لیتر) توسط راننده آموزش دیده یا کارشناس همراه انجام و نتایج در فرم یا دفتر جهت بازرسی ثبت می‌شود.

- کلرزنی آب یک راه حل کامل نیست. اگر چه کلر همه میکروارگانیزم‌ها را نابود نمی‌کند اما تاکنون به عنوان مؤثرترین گندزدای موجود برای شرایط اضطراری شناخته شده است زیرا عمده ارگانیزم‌ها را از بین می‌برد. کلر آلاینده‌های شیمیایی را از آب حذف نمی‌کند. حذف آلودگی‌های شیمیایی دشوار تر است و مستلزم داشتن دانش فنی و تجهیزات بیشتری است.

- کلرزنی و شبکه‌های آب‌رسانی نوبتی: در سیستم‌های آب‌رسانی نوبتی (یعنی زمان خاصی از شبانه روز آب در شبکه جاری بوده ولی مستمر نیست) هیچ نقطه اطمینان بخشی برای کلرزنی وجود ندارد. در شبکه‌های لوله کشی دارای نشت وقتی جریان آب

نیتروژن تبدیل می‌شود و برخی از کلر آمین‌های باقیمانده به اکسید نیتروژن و نیتروژن، اکسید می‌شوند و کلر به شکل یون کلرید آزاد می‌شود. با افزایش میزان کلر از نقطه شکست به بعد، کلر باقیمانده آزاد در آب ایجاد می‌شود.

نکات مهم

- آب گندزدایی شده با کلر تنها پس از ۳۰ دقیقه زمان تماس و اطمینان از وجود کلر آزاد باقیمانده مناسب، قابل مصرف است.

- جابه جایی ترکیبات کلر باید با مراقبت کامل انجام شود. این مواد سمی و خطرناک بوده لذا باید در محل خنک، تاریک، خشک و دور از دسترس بچه‌ها نگهداری شوند.

- در هنگام مصرف همه مواد شیمیایی به ویژه ترکیبات کلردار رعایت نکات ایمنی ضروری است. برای ایمنی بیشتر و حفاظت دست‌ها، بدن و چشم‌ها از دستکش و پیش بند مناسب و عینک محافظ استفاده کنید.

- در صورت تماس ماده شیمیایی با چشم و پوست بلافاصله محل مورد نظر را به مدت ۱۵ دقیقه با آب شست‌وشو دهید و سپس به پزشک مراجعه کنید.

- با افزایش میزان کدورت آب، میزان اثربخشی کلر روی عوامل میکروبی کم می‌شود لذا باید میزان کدورت آب را کاهش داد.

- کدورت و PH آب اثر مهمی روی کارایی کلر به عنوان یک گندزدا دارند. کدورت آب در حد مطلوب



- در آزمایش‌های دوره‌ای سلامت به‌روزان محترم که اقدام به کنترل کیفیت آب می‌کنند منظور شود.
- در روستاهایی که تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب نیستند، باید گزارش‌های آزمایش‌های خودکنترلی توسط متولی تأمین آب (نظیر رییس شورای اسلامی، دهیار و...) به مراکز بهداشت شهرستان ارائه شود.
- در مناطقی که کلر زنی انجام نشده یا کلر باقیمانده آزاد وجود ندارد همچنین آلودگی منبع آب محرز بوده یا سابقه آلودگی میکروبی آب وجود دارد، اطلاع‌رسانی به مصرف‌کنندگان در خصوص عدم استفاده از آب شبکه، سالم سازی آب آشامیدنی و تأمین آب از سایر منابع مطمئن صورت پذیرد.
- **کنترل دقت و صحت کیت‌های کلرسنجی:** سازمان‌های تأمین‌کننده آب (شرکت آب و فاضلاب یا متولی آب روستا) و ناظر (مرکز بهداشت) باید به منظور اطمینان از همخوانی نتایج کیت‌های کلرسنجی مورد استفاده، نتایج خود را در بازه‌های زمانی مشخص به شکل مشترک با هم مقایسه کنند که در صورت مغایرت، اصلاحات لازم انجام شود.
- مواد مصرفی کیت‌های کلرسنج دارای تاریخ تولید و انقضا بوده و لازم است دور از رطوبت و نور آفتاب و حرارت نگهداری شوند.

در سیستم آب‌رسانی قطع می‌شود فشار در آن افت می‌کند و آب آلوده از طریق نقاط شکسته وارد سیستم می‌شود که مخاطرات بالایی داشته و نیازمند توجه خاص است.

- **«روستاهای فاقد شبکه آب‌رسانی»** اگر چه سامانه خاصی برای آب‌رسانی ندارند اما باید برای سالم‌سازی آب آشامیدنی نسبت به رعایت حریم منابع آب از هرگونه آلودگی، بهسازی منابع آب و همچنین ترویج استفاده از کلر مادر ۱ درصد برای گندزدایی آب اقدام شود. در صورت دسترسی نداشتن به کلر مادر ۱ درصد، لازم است آموزش‌های مناسب برای جوشاندن آب آشامیدنی قبل از مصرف به خانوار داده شده تا آلودگی میکروبی احتمالی آب از بین برود. زمان مناسب برای جوشاندن آب، از زمان به جوش آمدن سه دقیقه توصیه می‌شود. هوادهی آب جوشانده شده یا افزودن مقدار جزئی نمک، طعم آن آب را بهبود می‌بخشد. در صورتی که استریل کردن آب مد نظر است، باید آن را به مدت ۱۵ دقیقه از طریق ظروف تحت فشار (دیگ‌های مخصوص طبخ غذا) حرارت داد.
- به منظور پرهیز از خطای فردی در خواندن و گزارش نتایج کلرسنجی، لازم است تست بینایی سنجی و کوررنگی

منابع

- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۱۱ تجدید نظر هفتم با عنوان «آب آشامیدنی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون میکروبی»
- استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۵۳ تجدید نظر پنجم با عنوان «ویژه گی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی»
- راهنمای سنجش و ارزیابی کلر باقیمانده آزاد در آب آشامیدنی - مرکز سلامت محیط و کار ۱۳۹۸
- دستورالعمل اقدامات بهداشت آب و فاضلاب در پیشگیری و کنترل بیماری‌های منتقله از آب- مرکز سلامت محیط و کار ۱۳۹۰
- راهنمای بهداشت آب و فاضلاب در شرایط اضطراری و بلافاصله- مرکز سلامت محیط و کار وزارت- تابستان ۱۳۹۱
- World Health Organization (WHO), 2017: Guidelines for Drinking-Water Quality: fourth edition incorporating the first addendum ISBN 978-92-4-154995-0
- Metcalf & Eddy Inc., George Tchobanoglous, Franklin L Burton, H. David Stensel "Wastewater Engineering (treatment and reuse)" ed, c2003
- Mark Hammer & Mark j. Hammer Jr " Water and Wastewater Technology" 5th.ed, c2004

به این موضوع امتیاز دهید (اتا ۱۰۰). کد موضوع ۱۰۸۳۱ پیامک ۰۳۰۰۰۷۲۷۳۱۰۰۱. نحوه امتیازدهی: امتیاز- شماره مقاله. مثال: اگر امتیاز شما ۸۰ باشد (۸۰ - ۱۰۸۳۱)