

استریل کردن آب با استفاده از مواد شیمیائی اکسیدکننده

نوشته‌ی

مر ترضی حسینیان

مهندس سازمان آب منطقه‌ای تهران

چکیده

همانطور که میدانیم آب آشامیدنی باید بی‌رنگ، بی‌بوی بوده و طعم آن گوارا و بقدر کافی خالص باشد تا رغبتی از طرف مصرف‌کننده باشماید آن ابراز گردد. علاوه بر آن باید مصرف آن هیچگونه خطری از نظر بهداشت و سلامتی پیش نیاورد. بزبان ساده‌تر عادی از هرگونه میکروارگانیسم بیماری‌زا باشد. مسلمست که آبی با چنین خصوصیات در طبیعت یا وجود ندارد و یا اگر یافت شود هیچگاه باندازه‌ای نیست که تکافوی تغذیه و شرب‌عده زیادی را بنماید. ولی آبهای موجود در طبیعت را میتوان با انجام پاره‌ای تغییرات بصورت قابل شرب درآورد. اعمالیکه برای تبدیل هر نوع آبی بآب قابل شرب انجام میگردد درسه قسمت اصلی زیر خلاصه میشود.

۱ - ته نشینی ساختن مواد معلق و انعقاد و مواد کلوئیدی

۳ - صافکردن آب با استفاده از صافیهای گوناگون

۳ - حذف و از بین بردن کلیه موجودات ذره بینی و میکروارگانیسمهای بیماری‌زا و یا استریل کردن آب در این نوشته قسمت ۳ مورد بحث و گفتگو قرار گرفته است و چون بحث در روشهای استریل کردن و توضیح کلیه عوامل استریل‌کننده طولانی بود سعی شده است فقط مواد شیمیائی اکسیدکننده که برای ضد عفونی کردن آب مورد استفاده قرار میگیرند مورد بررسی قرار گیرد. چون در کشور ایران بین کلیه مواد اکسیدکننده کلربیشتر از سایرین مورد استعمال دارد لذا بحث و گفتگو در باره آن با تفصیلات بیشتری انجام گرفته است.

پیشگفتار

استریل کردن آب از هزاران سال پیش مورد عمل بوده ولی اطلاعی از اثر این عمل در کیفیت آب نداشتند. اولین وسیله استریل کردن آب یعنی جوشاندن را به . . . سال قبل از میلاد مسیح نسبت داده‌اند. پاره‌ای از محققین شروع استریل کردن را از پیدایش تمدن میدانند. بزحمت میتوان منبع آبی که

بدون استریل کردن بتواند اجتماعی را تغذیه نماید پیدا کرد. بعلاوه صافیهای موجود اگر چه در بعضی موارد تعدادی از باکتریها را میگیرند، کافی برای در دسترس قرار دادن آب سالم و مطمئن برای مصرف کننده نیستند و چون اغلب آبها بخصوص رودخانه ها با مواد آلی که منشاء آن فاضلابهای شهری است آلوده هستند لذا پس از انجام عملیات کامل تصفیه استریل کردنشان قبل از توزیع ضروریست. از طرفی در حال حاضر برای آب در مصارف گوناگون استانداردها و قوانین معینی وضع شده که مطابعت از آنها لازم بنظر میرسد.

هدف اصلی از ضد عفونی کردن آب از بین بردن ویای غیر فعال نمودن کلیه میکروارگانیسمهای مولد بیماریست. این میکروارگانیسمها میتوانند چندین هفته در حرارت ۷ درجه قازنهایت و چندین ماه در حرارت پائین تر در آب بزندگی خود ادامه دهند. علاوه بر حرارت شرایط محیطی - PH آب، اکسیژن محلول آب و فراوانی مواد مورد نیاز برای زندگی آنها در آب، مقاومت آنها در مقابل عوامل سمی آب، همکاری آنها با سایر ارگانیسمها و قدرت تولید اسپر بوسیله آنها در مدت حیات و زندگی میکروارگانیسمها مؤثر است.

قدرت مولد بیماری با کتریها و میکربها نیز به کیفیت آن، میزان آنها، مقاومت بدن و چگونگی برخورد آنها با بدن مربوط است. شرح کلیه عوامل مؤثر وقتی یک ارگانیسم بیماریزا با بدن در تماس است مشکل میباشد. T. SMITH معادله $D = \frac{NV}{R}$ را در این مورد پیشنهاد نموده است که در آن D احتمال بیماری N - تعداد میکروارگانیسمهای بیماریزا - V میزان سمیت آنها و R مقاومت بدن در مقابل آنها است. وقتی حاصل ضرب $N \times V$ بزرگتر از R باشد پیدایش بیماری حتمی است و در حالت عکس یا بیماری بروز نمی نماید و یا عوارض ناشی از آن ناچیز است. از طریق استریل کردن آب میتوان $N \times V$ را بطور محسوسی کاهش داد.

استریل کردن آب نه تنها میکروارگانیسمهای بیماریزا را از بین میبرد بلکه باعث نابودی سایر ارگانیسمها نیز میشود ولی منظور از استریل کردن هیچگاه کشتن ارگانیسمهای غیر بیماریزا نیست. از عوامل مولد بیماری بجز باکتریها که در عمل استریل کردن نابود میشوند باید از ویروسها پروتوزوئها، بعضی ماکروارگانیسمها نام برد که همراه با بعضی موجودات آبی و گیاهان آبی تلف میشوند. مهمترین عامل حفظ و نگهداری ارگانیسمهای غیر بیماریزا میزان مقاومتشان در برابر عوامل استریل کننده است.

عوامل مؤثر در کفایت و تأثیر مواد استریل کننده بقرار زیرند:

۱ - انواع و میزان میکروارگانیسمهایی که باید نابود شوند

۲ - نوع، مقدار و غلظت ماده استریل کننده

۳ - زمان تماس بین میکروارگانسیم و ماده عفونی کننده

۴ - کیفیت شیمیائی و درجه حرارت آب مورد عمل .

مقاومت انواع باکتریها در مقابل مواد استریل کننده متفاوتست . باکتریهای که اسپرتشکیل نمیدهند مقاومت کمتر از باکتریهای مولد اسپردارند . کیستها و ویروسها گاهی اوقات مقاومت زیادی داشته و چه بسا حذف آنها احتیاج بنوعی تصفیه خاص داشته باشد . میزان ارگانسیمها یعنی تعداد آنها در حجم معینی از آب و یا تجمع آنها و یا زندگی کردن آنها بصورت نیمه تجمعی گاهی اوقات خود عامل مهمی در زیاد مصرف شدن مواد استریل کننده است . واضح است که دو نوع ماده استریل کننده نمی توانند اثر واحدی داشته باشند . گاهی تزریق ماده استریل کننده باعث پیدایش مواد ثانوی میشود که عمل استریل راممکنست تسریع ویا کند کنند .

غلظت ماده استریل کننده و زمان تماس آن با ارگانسیمها اهمیت زیادی دارد زیرا مواد فرق بمرور رقیق شده و اثرات کمتری خواهند داشت . در صورتیکه زمان تماس کم باشد باید از غلظت زیاد و بالعکس از غلظت کم مواد استریل کننده استفاده نمود . بر طبق قانون Chick میزان کشته شدن باکتریهای ثابت است و افزایش و کاهش آن بزمان مربوط است . کاهش کشته شدن تعداد باکتریها به میزان مقاومت آنها در مقابل عوامل ضد عفونی کننده مربوط است . وجود موادی در آب که باعث تداخل در عمل باکتری کشی ضد عفونی کننده ها شود در کاهش کشته شدن باکتریها مؤثر است . افزایش تعداد باکتریهای کشته شده بوسیله مواد استریل کننده به میزان نفوذ این مواد در سلول آنها مرابوط است .

کیفیت شیمیائی آب تأثیر مهمی در استریل کردن آب دارد مثلاً وجود مواد معلق که باکتریها و یا سایر ارگانسیمها را احاطه کرده باشد مانع نفوذ استریل کننده ها در سلول آنها خواهد گردید . اگر در آب مواد قابل اکسیداسیون موجود باشد مقداری از ماده استریل کننده صرف اکسیداسیون آنها خواهد شد . وجودها لوژنها مواد هیدرولیز شونده ، مواد دیسوسیه شونده اثرات مثبت و منفی در استریل کردن آب دارند . حرارت آب مورد عمل نیز عامل دیگری در تأثیر ، ماده استریل کننده است .

Fair و Al در مصرف مواد استریل کننده بنکات زیر اشاره نموده اند:

۱ - قدرت باکتری کشی ماده استریل کننده زیاد باشد و بتواند در شرایط عادی آب و نوع تصفیه -
ایکه در آن بعمل آمده مؤثر واقع گردد .

۲ - فراهم بودن و آماده شدن سریع ماده استریل کننده با قیمت مناسب و مصرف بدون خط آن

۳ - مصرف مواد استریل کننده بطوریکه هیچگونه اثرات سمی از خود در آب باقی نگذارد .

- ۴ - ماده استریل کننده قادر باشد بصورت باقیمانده در آب باقی بماند
- ۵ - سهولت تعیین میزان ماده استریل کننده مورد نیاز و سهولت کنترل آن در حین عمل و سهولت تعیین قدرت مؤثر آن

روشهای استریل کردن آب را در بخش مهم زیر مورد مطالعه قرار میدهم

- ۱ - روشهای شیمیائی .
- ۲ - روشهای فیزیکی .

۱ - روشهای شیمیائی

روشهای شیمیائی استریل کردن آب در دو قسمت مهم استفاده از مواد اکسید کننده و استفاده از مواد شیمیائی مورد بررسی قرار میگیرند.

الف - استفاده از مواد اکسید کننده

۱ - برم = برم که بصورت مایع قهوه‌ای نارنجی در فشار اتمسفر دیده میشود در حدود ۳۲ مرتبه سنگین تر از آبست و در ۳۷ درجه سانتیگراد بخار و در ۸۷ درجه سانتیگراد میجوشد. در آب بخوبی حل شده و عامل بسیار مفیدی در کشتنی باکتریهاست و برم باقیمانده در آب را براحتی میتوان اندازه گیری نمود. با آیونیاک آب برم آمین که خود ماده استریل کننده خوبسیت تولید مینماید.

مصرف برم بعنوان ضد عفونی کننده محدود بمصرف آن در آب استخرها و آبهای صنعتی است و تجربیات مربوط به کار بر آن از سال ۱۹۴ در دانشگاه ایلینوی انجام گرفته و مهمترین مزایای مصرفشان عبارتند از:

- ۱ - بهتر و راحتتر از کلر میتوان آن را دستکاری نمود
 - ۲ - قدرت باکتری کشی بر آمین از کلر برای آب استخرها بیشتر است
 - ۳ - خاصیت سوزش کمتری در مقایسه با کلر در شناگران بوجود میآورد
 - ۴ - زنده گی بوی آن کمتر از کلر است.
- ۲ - ید = از طرف سازمان بهداشت جهانی تحقیق درباره امکان استریل کردن آب با استفاده از ید مورد توجه قرار گرفته است. ید که در حالت عادی بصورت بلورهای بقدش رنگ موجود است نسبت با اغلب اجسام اطراف خود خاصیت خورندگی دارد و با هستگی در فشار عادی اتمسفر به بخار تبدیل میشود. Black و Al در مطالعات خود در مورد خاصیت ضد عفونی کنندگی ید دریافتند که این جسم قادر نیست با

مواد آلی وارد فعل و انفعال گردد ولی قدرت باکتری کشی آن قابل ملاحظه است و میتواند مثل یک عامل ضد عفونی کننده خوب عمل نماید.

اولین تجربه عملی در استفاده از ید در سال ۱۹۱۰ توسط Vergenoux انجام گرفت. این شخص ید را برای استریل کردن آب سربازخانه ها و گروه های تحقیقاتی که مجبور بودند مدتی در یک محل بمانند بکاربرد. در سال ۱۹۲۰ برای اولین بار از افزایش ید بآب برای جلوگیری از پیشرفت گواتر استفاده کردند و این موضوع از سال ۱۹۲۳ بوسیله Rochester بمدت ۱۰ سال در آمریکا مورد مطالعه قرار گرفت. در انگلستان مصرف ید از ۱۹۲۰ مورد توجه واقع شد و در سال ۱۹۳۷ Willard و Pond تعیین کردند که دو قطره ید ۷٪ در عرض ۱۰ دقیقه آب را از نظر میکروبی سالم مینماید. در همین سال Morris تأیید نمود که ید قدرت باکتری کشی خوبی در مورد ویروسها و کتیسها داد. از سال ۱۹۴۱ از ید برای استریل کردن آب کانتین ها استفاده کردند در سال ۱۹۵۹ Black اولین تجربیات خود را درباره استریل کردن آب استخرها انتشار داد و بالاخره کاملترین اطلاعات در سالهای ۱۹۶۵ و ۱۹۶۸ در مورد اثر ید در استریل کردن آب آشامیدنی انتشار یافت.

مقایسه ید با کلر

۱ - حلالیت = ید در حدود ۲۰ مرتبه کمتر از کلردر آب محلولست. ید جامد میتواند مدت مدیدی بعد از افزایش در آب باقی بماند. حلالیت کلروید بحسب میلی گوم در لیتر در ۲۰ درجه سانتیگراد در جدول زیر داده شده است.

کلر	۷۰۰۰ میلی گرم در لیتر
ید	۲۹۰ » » » »

۲ - اثر PH - PH های بالاتر از PH عادی آب آشامیدنی اثری در استریل کردن ید ندارد در PH حدود ۸ تقریباً ۸٪ کلر تزریقی بآب غیر فعال میشود (دیسوسیاسیون) در حالیکه در این PH تمام ید اضافه شده فعال است.

۳ - اثر آمونیاک و مواد آلی - بی اثری شیمیایی ید در مقایسه با کلر تأثیر زیادی در قیمت آب تصفیه شده خواهد داشت. این موضوع حاصل مصرف مقدار زیادی ماده استریل کننده برای غیر فعال کردن میکرو ارگانیسها است. بعنوان مثال یک میلی گرم در لیتر کلر یا ید وقتی بآبی که ۱۰۰ میلی گرم در لیتر آمونیاک دارد در ۲۰ درجه سانتیگراد اضافه شود، غلظت کلر باقیمانده پس از ۲ ساعت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر خواهد بود، در صورتیکه ید باقیمانده پس از این مدت ۵۰۰ میلی گرم در لیتر میباشد.

۴ - اثر میکروب کشی - در تزریق یک میلی گرم در لیتر ید و کلر از نظر ضد میکروبی اثرات مشابهی دارند. در مورد ویروسها اثر کلر بیشتر از ید است.

۵ - راحتی و اطمینان دستکاری - ید را در پاکت برای چندین سال میتوان نگهداری نمود در حالیکه کلرو ترکیبات آن در مدت نگهداری تجزیه میشوند. ید جامد با اطمینان بیشتری میتواند دستکاری گردد. در حالیکه کلر گازی سمی و خطرناک است و باید در سیلندر نگهداری شود.

مزایا

- ۱ - اثر ضد میکروبی ید با تغییر PH تغییر زیادی نمیکند
- ۲ - آمونیاک و سایر مواد آلی نمی توانند اثر زیادی در باکتر کشی ید بجای گذارد زیرا این ترکیبات باید مواد پیچیده ای تولید نمی نمایند
- ۳ - زمان تماس و درجه حرارت اثر کمی در خاصیت ضد میکروبی ید دارد و در غلظت کم و زمان تماس کوتاه کشته شدن باکتریهای بیماری زا با استفاده از ید امکان پذیر است
- ۴ - اسرار بوجود ید باقیمانده در آب از کلر باقیمانده کمتر است
- ۵ - اثر ناراحت کننده آن روی پوست و چشم و گوش و با طعم و بوی آن در کار بردش در استریل کردن استخر کمتر از کلر است.

معایب

- ۱ - در شرایط مساوی غلظت زیادتری در مقایسه با کلر برای استریل کردن آب لازم دارد
 - ۲ - رنگهای آلی و مواد احیا شونده قدرت باکتری کشی آن را کم میکنند
 - ۳ - در مقایسه با کلر قیمت آن خیلی گرانست
 - ۴ - طعم و رنگ مختصری در آب باقی میگذارد
 - ۵ - تهیه محلول ید سخت و غیر عادیست
 - ۶ - از نظر فیزیولوژی مصرف مداوم ید بخصوص در اطفال نامطلوبست.
 - ۳ - ازن = ازن که از اتحاد ۳ اتم اکسیژن بدست می آید بعبات ناپداری بهتر است در محل مصرف تهیه شود
- ازن در سال ۱۷۸۳ کشف و در سال ۱۸۴۰ توسط Schonlein در تصفیه آب مورد آزمایش قرار گرفت. آلمان اولین کشوریست که در ضد عفونی کردن آب آشامیدنی شهرهای خود از ازن استفاده نمود. در قرن ۱۹ در کشورهای فرانسه انگلیستان - هلند از این جسم بعنوان استریل کننده آب استفاده نمودند. در روسیه از سال ۱۹۰۵

مصرف ازن مورد توجه قرار گرفت. در آمریکا اولین واحد تزریق ازن در ۱۹۴۲ در شهر فیلادلفیا بکار افتاد. ازن در مقادیر کم بدون بو ولی در مقادیر زیاد دارای بوی زننده است. Ohmuller گزارشی داده است که ازن در کشتن باکتریهای وبا و تیفوئید بسیار مؤثر است. Stamm ثابت کرد که ازن هفت مرتبه سریعتر از کلر باکتریهای آب را نابود میسازد و مقدار ۱ ر. تا ۰ مینی گرم در لیتر آن بعنوان استریل کردن آب توصیه شده است.

برای تهیه ازن کافیت هوا را از بین دو الکتروود که بولتاژ زیاد (۱۰۰۰) ولت مربوط است عبور دهیم. چون رطوبت موجود در هوا باعث اکسیده شدن الکتروودها خواهد گردید بهتر است هوا را قبل از عبور از بین الکتروودها خشک نمائیم. عملاً برای تهیه هر گرم ازن به ۲ تا ۲۰ وات انرژی نیازمندیم. تولید ازن مقدار زیادی حرارت بوجود میآورد که باعث گرم شدن الکتروودها خواهد شد. طبق محاسبات انجام شده ۳۴۰۰۰ کالری حرارت در تولید هر گرم ازن بوجود میآید. بمنظور سمانعت از کاهش راندمان تولید ازن لازم است الکتروودها را با جریان آب و یا روغن سرد کنیم. در عمل برای استریل کردن آب آن را از بالای برجی که از پائین آن ازن داخل میشود فرو میریزند تا در اثر تماس بین آب و ازن عمل استریل کردن انجام گیرد.

مزایا

- ۱ - ازن آب را کاملاً استریل کرده و کلیه موجودات ذره بین مثل میکربها - آمیباها - ویروسها و مخصوصاً باکتریهای مولد گاز را از بین میبرد
- ۲ - چون ازن اکسید کننده قویست کلیه مواد آلی آب را اکسیده مینماید و باعث کاهش رنگ آب بمیزان ۶۰٪ میشود
- ۳ - عمل استریل کردن آن خارج از تأثیر حرارت و PH انجام میگردد.
- ۴ - بدون برجای ماندن هیچگونه ازن باقیمانده سریعتر و کاملتر از کلر آب را استریل مینماید
- ۵ - مصرف زیادی آن خطراتی را بوجود نیاورده و پیدایش بوهای نامطبوع بعلت ترکیب آن با بعضی از تشکیل دهندههای آب امکان پذیر نیست
- ۶ - بازرسی شیمیائی و میکربی تأسیساتی که با ازن کار میکنند اغلب بعلت اطمینان از کار آن ضروری نیست.

معایب

- ۱ - انرژی الکتریکی زیادی برای تهیه ازن لازم است
- ۲ - انعطاف کمتری از نظر تغییر دبی و تغییر کیفیت آب در مقایسه با کلردارد
- ۳ - برای کنترل عمل استریل کردن با ازن روش مناسبی موجود نیست
- ۴ - اگر آب محتوی مواد آلی زیاد و یا الک باشد، تصفیه مقدماتی آن برای کاهش این مواد ضروریست.

۴ - کلر و ترکیبات آن = خاصیت ضد عفونی کنندگی کلر از مدن‌ها پیش شناخته شده است. در فرانسه از آب ژوال بعنوان استریل کننده آب از سال ۱۷۹۲ استفاده نمودند. مصرف گاز کلر اولین بار بوسیله Lieutenant پزشکی هندی پیشنهاد گردید و بمیزان وسیعی در قسمت پزشکی ارتش آمریکا توسط M. Dornal بکار رفت. از سال ۱۹۰۲ در فرانسه و آمریکا مصرف پراکسید کلر مورد توجه قرار گرفت.

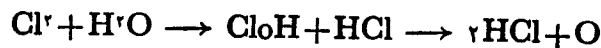
Bassenge در آزمایشات خود در یافت که ۰.۹۷۸٪ گرم در لیتر کلر میتواند آب را در عرض ده دقیقه کاملاً استریل نماید و اگر زمان تماس بیشتر باشد مقدار کمتری کلر مورد نیاز است و کلر باقیمانده را میتوان با استفاده از مواد شیمیائی خاصی زایل نمود. Thresh تأیید نمود که با مصرف کلر و ترکیبات کلردار براحتی میتوان از بروز اپیدمی جلوگیری کرد. در چنگ اول در سال ۱۹۱۰ توانستند با مصرف کلر در استریل کردن آب از اپیدمی پاراتیفوئید جلوگیری نمایند.

کلر گازی امروزه در استریل کردن آب آشامیدنی بیشتر شهرهای بزرگ دنیا مصرف میگردد ولی در در شهرهای کوچک و یا اجتماعات کم جمعیت بعنوان عامل ضد عفونی کننده مصرف هیپو کلریت ارجحیت دارد. مصرف کلردر آب هیچگونه اشکالی از نظر کاربرد آب در پخت و پز و یا مصرف آب در صنایع بوجود نمی‌آورد. اگر آبی با قیر و قطران آلوده باشد تزریق کلر باعث پیدایش بوی کلروفنل میگردد که با استفاده از ذغال فعال قابل حذف شدن است. تعیین میزان دقیق کلر لازم برای استریل کردن آب اهمیت زیادی دارد زیرا مقدار کم آن قادر با استریل کردن نخواهد بود و زیادی آن باعث پیدایش بوی زننده کلر در آب خواهد گردید. تزریق کلر نباید در حرارتی کمتر از ۲ درجه سانتیگراد انجام گردد زیرا با پیدایش هیدرات کلر باعث گرفتگی لوله‌های انتقال گاز کلر خواهد شد. کلریناسیون آب قبل از صافی باعث کاهش بار صافی از نظر گرفتن تعداد باکتریها در صافی میشود. مواد آلی آب رانیز میتوان با تزریق کلر نابود نمود. بعضی مواد مثل ترکیبات گوگردی نیز با تزریق کلر متلاشی میشوند.

Mallman و Cary روی B. Coli و B. Streptococci بعد از تزریق کلر مطالعاتی انجام داده‌اند و مشاهده کرده‌اند که اگر آبی را که کلر خورده بلافاصله کشت دهند وجود این باکتریها معرّض خواهد بود ولی اگر همان آب را بعد از گذشتن مدتی از زمان کلریناسیون کشت دهند آب کاملاً استریل است. این آزمایش اهمیت زمان تماس بین آب و کلر را روشن مینماید.

استفاده از کلرگازی و یا هیپوکلریت مربوط به پرسنلی است که هرتاسیسات میتواند در سرویس خود داشته باشد. از نظر قیمت تأسیسات کلرگازی هر خرج تر از تأسیسات آب ژاول است ولی بهره برداری از تأسیسات هیپوکلریت کم خرج تر از تأسیسات گاز کلر است. اثریکه بعلت آن کلر با کنریها را میکشد هنوز مشخص نشده و از نظر تئوری ۳ نظریه مهم زیر را درباره اثر ضد میکربی کلر بیان داشته‌اند:

اول - سابقاً عقیده داشتند ورود کلر بآب طبق فرمول زیر اکسیژن نوزاد تولید مینماید و همین اکسیژنستکه میتواند باکتریها را نابود نماید .



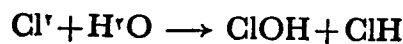
چون پاره‌ای از ترکیبات کلردار مثل کلر آمین اگر بآب اضافه شود نیز خاصیت میکرب کشی خوبی دارند و در فعل انفعال خود با آب اکسیژنی تولید نمیکند لذا این تئوری تقریباً غیرقابل قبول اعلام شده است.

دوم - بعضیها معتقدند که گاز کلر و یا ترکیبات کلردار ضمن نفوذ بداخل سلول از طریق جداره آن با آنزیمهای مؤثر در زندگی سلول مواد سمی مخصوصی که باعث کشته شدن میکرب میگردد بوجود میآورند. یا ممکنست از طریق نابود ساختن آنزیمهای مؤثر در متابولیسم میکربها را نابود سازند.

سوم - ممکنست کلر بالیپوئیدها و پروتئینهای جدار سلول ایجاد نوعی سم که در کتن میکرب مؤثر است نماید.

ترکیب کلر با آب

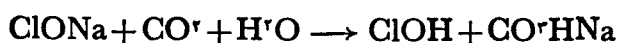
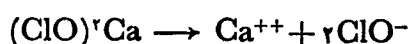
کلر در ترکیب با آب فرمول زیر تولید اسید هیپوکلرو می‌کند:



این اسید بنوبه خود بدیون هیدرژن و ClO^- هیپوکلریت یونیزه میگردد. وجود توام اسید کلرو و یون هیپوکلریت استکه باعث استریل شدن آب خواهد شد. مقدار یونیزاسیون اسید هیپوکلرو به PH

آب مربوط است و اگر PH بالاتر از ۱ باشد تمام کلر موجود تبدیل به یون هاپوکلریت خواهد گردید و اگر PH بین ۰ و ۶ بود بیشتر کلر تزریقی بصورت اسید هیپوکلرو خواهد بود. در حالت عادی که PH بین ۰ تا ۱ است بطور مساوی هیپوکلریت و اسید هیپوکلرو وجود دارد کلریکه در آب بصورت یون هیپوکلریت و اسید هیپوکلرو است بنام کلر آزاد نامیده میشود.

یونیزاسیون ترکیبات کلردار در آب مثل هیپوکلریت کلسیم بصورت زیر است :

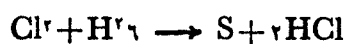


اگر آبی دارای ترکیبات ازتی مخصوصاً آمونیاک باشد کار میتواند با آنها وارد فعال انفعال شده کلر آمین بوجود آورد کلریکه بصورت کلر آمین موجود باشد بنام کلر ترکیبی نامگذاری شده است و مجموع کلر ترکیبی و کلر آزاد را که در لابراتوار بصورت باقیمانده ماده استریل کننده قابل اندازه گیریست کلر باقیمانده نامیده اند.

در استریل کردن آب بوسیله کلر باید بعوامل زیر توجه نمود.

- ۱ - جذب کلر بوسیله مواد معلق = در صورتیکه مواد معلق آب زیاد باشد و یا میزان مواد آلی موجود در آب بالا باشد مقدار زیادی از کلر تزریقی جذب این مواد خواهد گردید. از این رو تصفیه مقدماتی آب ها و کاهش هرچه بیشتر مواد معلق آنها از نظر مصرف بیش از اندازه مواد استریل کننده توصیه شده است.
- ۲ - محافظت با کتریها بوسیله مواد معلق = زیادی و بزرگی مواد معلق ممکنست مانع نفوذ کلر از جداره سلولها گردد. از این رو لازم است این مواد را از طریق روشهای ته نشین و استفاده از صافی از آب دور نمائیم.

- ۳ - جنس آب = ممکنست قسمتی از کلر تزریقی صرف اکسیداسیون ترکیبات آهندار - ترکیبات گوگردی و منگنز آب شوند. در این مورد نیز میتوان با کاربرد دشمای معمولی تصفیه آب این مواد را بعداقل ممکنه رسانید :



- ۴ - در صورتیکه در آب ترکیبات ازه بخصوص آمونیاک موجود باشد مقداری از کلر صرف فعل انفعال با این ترکیبات میشود.

۵ - اثر میزان باکتری = غلظت باکتریها برون کلریناسیون ارتباطی ندارند بلکه فقط روی میزان کلر مورد نیاز مؤثر است از نظر نوع باکتریها مخصوصاً آنهایی که با اسپر تولید مثل مینمایند اسپر آنها از باکتری مقاومت بیشتری در مقابل کلر دارد. غلظت باکتریها زمان تماس را هم نیز بالا میبرد. در حال حاضر این مسأله که آیا کلر قادر است ویروسها را نابود سازد مورد سؤال است. این موضوع مخصوصاً در استریل کردن آب استخرها که خود عامل شیوع بیماریها هستند اهمیت زیادی دارد.

۶ - درجه حرارت = درجه حرارت هم در میزان جذب کلز و هم در اثر ضد میکروبی آن مؤثر است. با افزایش درجه حرارت خاصیت میکرب کشی آب بالا میرود. بهمین جهت در حرارتهای کم و سرما مقدار بیشتری کلر بآب تزریق مینمایند. چنانچه در ۲ درجه سانتیگراد مقدار لازم چهار برابر آن در ۲۰ درجه سانتیگراد است.

۷ - زمان تماس = اثر ضد میکروبی کلر آبی نیست و درصد باکتریهای کشته شده به زمان تماس و مجاورت کلر با آب مربوط است. زمان تماس کمتر از ۱ دقیقه اصولاً کافی برای استریل شدن نیست.

۸ - اثر PH = کلریناسیون در محیطهای اسیدی سریعتر از محیطهای قلیائی انجام میشود Butterfield معتقد است که در PH حدود ۷ و حرارت بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد کلیه باکتریهای آب با تزریق کلر از بین میروند. از طرفی درصد پیدایش کلر ترکیبی و آزاد به PH آب بستگی داشته و در این مورد جدول زیر را تنظیم نموده اند

درصد تشکیل اسید هیپوکلرو	PH آب
۹۰٪ کلر آزاد	۲٫۷
» » ۸۰٪	۷
» » ۳۰٪	۸
» » ۵٪	۹

اثرات کلریناسیون در آب

کلر در تزریق بآب علاوه بر از بین بردن باکتریها و الگها که باید آنها را اثرات مفید کلر نامید اثرات نامطلوبی نیز بیار خواهد آورد که اهم آنها عبارتند از:

۱ - اثر روی ماهی = تخم ماهیها در مقابل کلر حساس هستند و اگر میزان کلر باقیمانده آب از ۱ میلی گرم در لیتر تجاوز نماید تخم ماهی از بین میرود. بعضی انواع ماهی تا ۳ میلی گرم در لیتر

کلر باقیمانده مقاومت دارند. ماهی قزل آن تا حدود ۱۶ میلی گرم در لیتر کلر میتواند زنده بماند.
 ۲ - اثر خوردگی = گاز کلر اگر خشک باشد هیچگونه اثر خواندگی ندارد وای در مقابل جزئی رطوبت بشدت خورنده است.

۳ - اثر کلر بر روی انسان = برای توجه باین اثر کلر بجدول زیر مراجعه مینمائیم:

غلظت کلر مورد قبولی در هوا و بی خطر در ۸ ساعت	۱ میلی گرم در لیتر
بوی ناراحت کننده	۰.۳ » » »
ایجاد مسمومیت	۰.۳ » » »
ماکزیمم مقدار خطرناک برای مدت کوتاه	۰.۴ » » »
خطرناک حتی برای مدت خیلی کوتاه	۰.۶ » » »
کشنده فوری	۱۰۰۰۰ » » »

مهمترین اثراتیکه کارو ترکیبات آن در آب باقی میگذارند عبارتند :

- ۱ - نابودن کردن کلیه باکتریهای بیماریزا و ممانعت از رشد الگها
- ۲ - تکمیل عملیات ته نشینی و جدا کردن روغن از آب که بوسیله اعمال کواگولاسیون مقدور نیست
- ۳ - کنترل بوی آب

۴ - ممانعت از فعالیت باکتریهای غیر هوازی

۵ - از بین بردن هیدرژن سولفور که عامل مهم خوردندگیست

در مورد استعمال گاز کلر بنکات زیر باید توجه کافی مبذول داشت :

- ۱ - سیلندرهایی گاز کلر را باید با احتیاط حرکت داد و از انداختن آنها و ضربه زدن بان خودداری نمود
- ۲ - لوله های ناقل گاز کلر بآب باید نسبت باین گاز بی اثر بوده و قابل انعطاف باشند
- ۳ - ظرفهای حمل و نقل کلر ممکنست آهنی - مسی - فولادی و یا پوشیده ای از طبقه ای از لاستیک های مخصوصی باشند.

۴ - اطاقی که سیلندر گاز در آن قرار دارد باید خوب تهویه و از آتش دور باشد

۵ - درجه حرارت سیلندر نباید از ۴۰ درجه سانتیگراد تجاوز نماید در غیر اینصورت لازم است حرارت

آن را با جریان آب کاهش دهیم.

لازم است کلر را درجائی بآب تزریق کنیم که فشار آب کم باشد ولی محل انتخاب شده باید بتواند

زمان تماس لازم بین کلر و آب را تامین کند. تزریق در محل وانتوری که بعلت وجود بهم خوردگی شدید آب امکان اختلاط را بیشتر مینماید توصیه شده است. چون همانطور که قبلاً گفتیم کلر مرطوب بشدت خورنده است لذا قبل از تزریق کلر را با استفاده از اسید سولفوریک و یا سایر مواد جاذب رطوبت خشک میکنند. تهویه مختصر آب کلر خورده نیز گاهی ضرورت دارد و در اثر این عمل فقط میزان بسیار کمی از کلر باقیمانده از آب خارج خواهد گردید.

انواع کلریناسیون

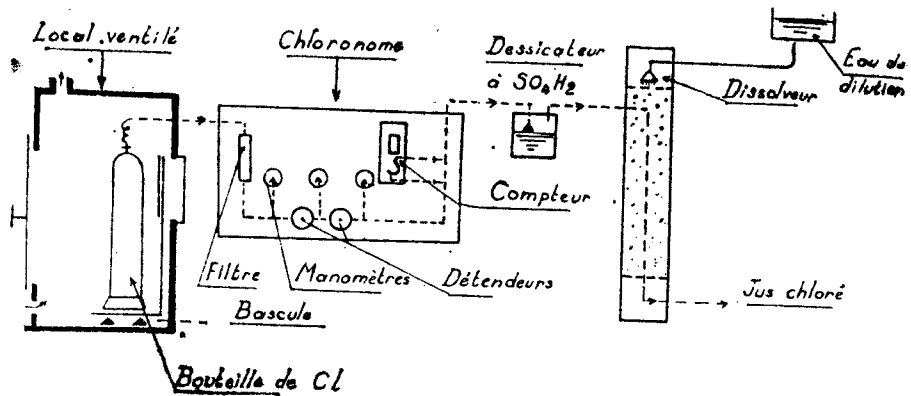
۱ - کلریناسیون ساده = در این عمل بعد از کلیه عملیات تصفیه که بر روی آب انجام میدهند قبل از توزیع استریل مینمایند. وجود حدود ۲.۰ تا ۰.۵ میلی گرم در لیتر کلر باقیمانده در این گونه آبها به منظور ممانعت از آلودگیهای بعدی ضروریست.

۲ - کلریناسیون دومرحله‌ای = ایننظریقه استریل کردن از ۱۹۱۰ بوسیله Houston در انگلستان پیشنهاد گردید در این عمل بآب خام قبل از انجام عملیات تصفیه و بآب تصفیه شده قبل از توزیع و مصرف کلر اضافه مینمایند. کلریکه بآب خام اضافه شده علاوه بر کمک به کواگولاسیون بار آلودگی صافیها را نیز کاهش میدهد.

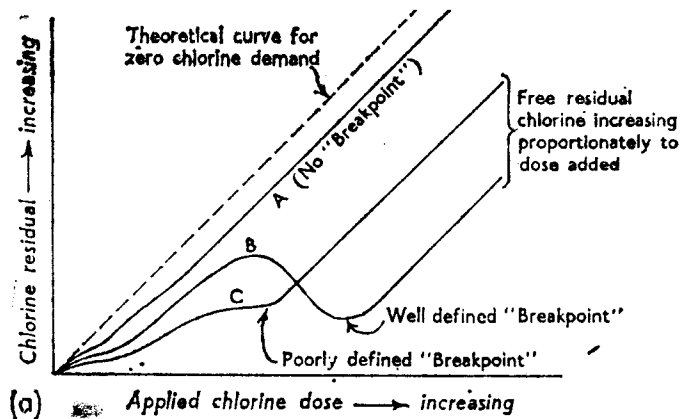
۳ - کلریناسیون تا نقطه شکست = اگر آبی محتوی آمونیاک و یا مواد آلی زیاد باشد یا تزریق کلر ابتدا کلر آمین بوجود میآید و این عمل تا وقتی که نسبت بین کلرو آمونیاک به ۰.۵ به ۱ برسد ادامه میابد. از این نقطه بعد افزایش کلر بآب باعث کاهش کلر آمین خواهد شد زیرا کلر آمین در اثر کلر زیادی اکسیده میشود و این اکسیداسیون تا از بین رفتن کلیه کلر آمین ها ادامه خواهد داشت بمجرد از بین رفتن کلر آمین ها تزریق کلر باعث بالا رفتن میزان کلر باقیمانده آب میشود. نقطه ای را که از آن بعد کلر آزاد در آب بوجود میآید نقطه شکست مینامند در شکل یک کیفیت تزریق گاز کلرو در شکل ۲ کیفیت پیدایش کلر آمین و اکسیداسیون آن و نقطه شکست بخوبی نمایش داده شده است. تزریق کلر ممکنست قادر نباشد کلیه مواد آلی و آمونیاکها را نابود نماید ولی تزریق کلر تا نقطه شکست این اکسیداسیون و نابودی را بطور کامل انجام میدهد. تزریق کلر تا نقطه شکست از پیدایش بوهای نامطبوع ممانعت مینماید. استریل کردن آب تا نقطه شکست بیشتر در مواردی که غلظت مواد آلی آب زیاد است بکار میرود.

۴ - سوپر کلریناسیون = یا تزریق کلر بیش از اندازه مورد لزوم - در مواردیکه آلودگی آب برای مدتی از سال زیاد است و یا آلودگی شدید ناگهانی برای آب پیش بینی میشود سوپر کلریناسیون قابل اجرا

STÉRILISATION AU CL GAZEUX
(Schéma de principe)



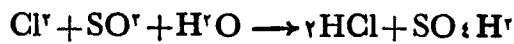
(شکل ۱)



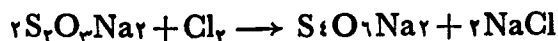
(شکل ۲)

است. برای این منظور بآب تصفیه شده حدود ۰.۰۰۱ تا ۰.۰۰۱ میلی گرم در لیتر کلر تزریق مینمایند و پس از عمل استریلیزاسیون زیاد کلر را تا میزانی که در آب حدود ۰.۳ تا ۰.۵ کلر باقیمانده موجود باشد با استفاده از روشهای زیر حذف مینمایند.

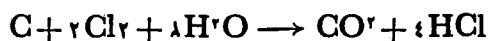
الف - گاز سولفوروس = این گاز بمقدار ۰.۹ میلی گرم در لیتر میتواند یک میلی گرم در لیتر گاز کلر را حذف نماید.



ب - تیوسولفات = کلرزادای با این جسم طبق فرمول زیر زایل میگردد:



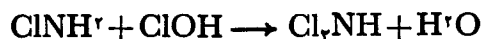
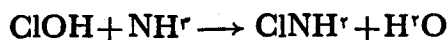
ج - تماس آب کلردار با ذغال آکتیو



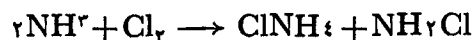
از نظر تئوری برای حذف هر میلی گرم در لیتر کمتر به ۹ ر. میلی گرم در لیتر تیوسولفات احتیاج است. متذکر میشود که استریل کردن آب استخرها بهمان اندازه استریل کردن آب آشامیدنی اهمیت دارد بر طبق توصیه های بهداشتی کلر باقیمانده آب استخر نباید در هیچ مورد از ۶ ر. میلی گرم در لیتر کمتر باشد و این خود کمک بزرگی به از بین رفتن باکتریهایی که ممکنست شناگران با خود باستخر بیاورند میشود. در سالهای اخیر پاره ای ترکیبات کلردار تحت نام های تجارتي خاص ببازار عرضه شده است.

کلر آمین

دانشمندان معتقدند که کلر آزاده ۲ مرتبه از کتر آمین فعالتر است. کلر آمین که از ترکیب آمونیاك با کلر حاصل میشود ساده ضد عفونی کننده خوبیست و چون در مقایسه با کلر و مشتقات آن مدت بیشتری میتواند در آب باقی بماند لذا اطمینان بیشتری از نظر استریل کردن آب موجود است و بهمین سبب مصرف کلر آمین در سالهای اخیر بعنوان عامل استریل کننده مورد توجه قرار گرفته است. باید توجه داشت که قدرت ضد میکربی آن از کلر کمتر است و روی این اصل در تأسیساتی که سرعت عمل مورد نظر است هیچگاه از کلر آمین استفاده نمی نمایند. کلر آمین اولین بار در ۱۹۱۸ بعنوان استریل کننده بکار رفت. برای تهیه کلر آمین بهتر است ابتدا کلر را بآب تزریق نمود و بعد از مدتی آمونیاك بآن اضافه کرده گاهی اوقات کلرو آمونیاك را تماماً بآب اضافه مینمایند. بهترین نسبت بین کلر و آمونیاك را ۱ به ۲ و یا ۱ به ۴ نوشته اند. Chapin در تجربیات خود دریافت که وقتی کلر و آمونیاك بآب تزریق شوند ابتدا در اثر ترکیب کلر با آب اسید هیپوکلر و تولید میگردد و این اسید میتواند با آمونیاك تولید کلر آمین نماید و شاید علت تزریق کلر مدتی قبل از تزریق آمونیاك تشکیل اسید هیپوکلر باشد.



بعضی معتقدند کلر بدون پیدایش اسید هیپوکلر و آمونیاك تولید کلر آمین میکند:



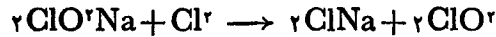
- منوکلر آمین ClNH_2 در PH بالاتر از ۷٫۰ و دی کلر آمین Cl_2NH در PH بین ۰ تا ۶٫۰ و ۰٫۰ و بالاخره تری کلر آمین Cl_3N و در PH حدود ۰٫۰ تشکیل خواهد گردید.
- از مهمترین خصوصیات مصرف کلر آمین میتوان بموارد زیر اشاره نمود :
- ۱ - کلر آمین از پیدایش طعمهای نامطبوعی که گاهی در اثر تزریق کثر بعلت ترکیب آن با بعضی تشکیل دهنده های آب بوجود میآید ممانعت مینماید
 - ۲ - کلر آمین در مقایسه با کلر مدت بیشتری در آب باقی میماند لذا اطمینان بیشتری از نظر استریل کردن و از بین بردن آلودگیهای بعدی آب موجود است . در حالیکه کلر بسرعت از آب زایل و فقط مقدار خیلی کمی از آن بصورت باقیمانده میماند .
 - ۳ - ۲٫۰ میلی گرم در لیتر کلرو ۱٫۰ میلی گرم در لیتر آمونیاک بهمان خوبی تزریق ۶٫۰ میلی گرم در لیتر کار بتنهائی آب را میتواند استریل نماید .
 - ۴ - وقتی نسبت بین کلرو آمونیاک به یک برسد تولید کلر آمین شروع و وقتی این نسبت به ۲ رسید عمل خاتمه یافته و زیادی کلر بصورت باقیمانده در آب خواهد ماند .
- باید توجه داشت آمونیاکی که دستی برای تهیه کلر آمین بآب افزوده میشود و جدا از آمونیاکیست که ممکنست در آب موجود باشد

بی اکسید کلر

این جسم از سال ۱۹۰۲ در فرانسه بعنوان استریل کننده آب مورد مصرف قرار گرفت . چون بی اکسید کلر از ایجاد کلروفنل که ممکنست تولید کننده بوهای نامطبوعی باشد ممانعت مینماید و قدرت اکسید کنندگی و رنگ بری شدیدی دارد . میزان قدرت ضه میکروبی آن حتی از کلر بیشترست . طبق مطالعات بعمل آمده بی اکسید کلر مخصوصاً در مورد آبهای که قبلاً سبک شده اند قدرت استریل کنندگی بیشتری دارد .

در شهرهایی که آب آشامیدنی آنها ممکنست حاوی مواد مولد طعم و بو باشد چون کلر نمیتواند به زایل شدن این عوامل کمک کند و شاید در بعضی موارد پیدایش طعم را تشدید نماید بهترین وسیله استریل کردن آب این شهرهایی اکسید کلر است . بی اکسید کلر در استریل کردن آب مصرفی کارخانجات تهیه مواد غذایی بهترین ماده شناخته شده است .

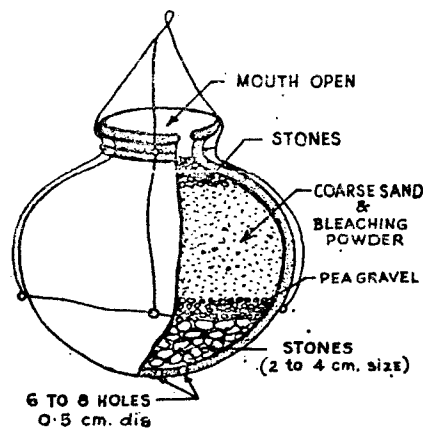
بی اکسید کلر را در محل مصرف از اثر اسید کلر هیدریک و یا گاز کثر برهیدرو کاربید سدیم بدست میآورند .



یادآوری این نکته ضروریست که دستکاری باین جسم تا حدی خطرناکست و گاهی ممکنست حتی این گاز در تماس با هوا منفجر گردد.

استریل کردن آب چاه در روستاها

آب چاه هنوز در اکثر قریب باتفاق روستاها بزرگترین منبع آب آشامیدنیست ولی بندرت چاهی که عاری از آلودگیهای میکربی باشد میتوان یافت. برای استریل کردن آب چاه بنابه توصیه سازمان بهداشت جهانی و نتایج تجربی که در روستاهای کشور هندوستان بدست آمده بهترین روش بکار بردن کوزه کلریناسیون است که میتواند با اطمینان زیاد آب چاه را برای مدت ۲ تا ۳ هفته استریل نماید. بعنوان مثال برای روستائی با ۶ نفر جمعیت میتوان از کوزه‌ای با ۸ لیتر ظرفیت استفاده نمود. این کوزه باید باندازه‌ای مواد استریل کننده‌دارا باشد که بتواند آب چاه را طوری استریل نماید که در آن ۲۰۰ میلی گرم در لیتر از ماده استریل کننده بصورت باقیمانده موجو باشد. کوزه را معمولا با ۳ کیلو شن و ماسه و ۱۰ کیلو ماده استریل کننده



شکل (۲)

و بالاخره لایه‌ای از شن پر مینمایند و با استفاده از طناب کوزه محتوی مواد فوق را در آب چاه قرار میدهند. ضمن نفوذ آب بداخل کوزه بمور ماده استریل کننده حل و بداخل آب چاه نفوذ مینماید و باعث استریل شدن آن میگردد. لازم است هر دو یا سه هفته یکبار محتویات کوزه را تجدید نموده. شکل شماره ۳ کیفیت پر کردن کوزه را باشن و ماسه و ماده استریل کننده نشان میدهد.

منابع اکتساب

- ۱ - WATER Quality and Treatment by A.w.w.A 1971
 - ۲ - WATER Treatment Hand book by Degremont 1965
 - ۳ - WATER Supply and Wast Water Disposol by Faire and Creyer
1967
 - ۴ - WATER Treatment by James 1966
 - ۵ - TEXTBOOK of Water Supply by Twort 1965
- ۶ - بروشورهای سازمان بهداشت جهانی