

استریل کردن آبها

تنظیم از

مهندس مرتضی حسینیان

پیشگفتار : آبهای آشامیدنی باید کاملاً خالص و دارای مزه و طعم عادی و عاری از میکروب و ترکیبات آلی باشد. پاره‌ای از این خصوصیات در حین تصفیه‌های فیزیکی و یا انجام روشهای شیمیائی درآب حاصل میشود ولی برای اطمینان کامل از سالم بودن آب و یا از بین بردن کلیه باکتریها و میکروارگانیسمهای بیماریزا و در صنعت برای از بین بردن الگها و انواع آن که با ایجاد رسوب در لوله های جریان آب مانع گردش آن میشود باید آبها را استریل نمود. حتی ممکنست جواب آزمایش برای تعیین مقدار ماده ضد عفونی کننده نیز منفی باشد یعنی آب هیچ عاملی که موجب آلودگی گردد همراه نداشته باشد، اما چون حین جریان و مصرف احتمال آلودگی آن میرود از اینرو در این مواقع هم استریل کردن لازم آن بنظر میآید. در مصرف مواد ضد عفونی کننده مطالب زیر را باید در نظر گرفت :

۱- ماده ضد عفونی کننده باید بتواند کلیه باکتریهای بیماریزا ، آلگها و سایر موادی را که در آب ایجاد آلودگی میکنند از بین ببرد .

۲- ماده ضد عفونی کننده باید بتواند در شرایط عادی آب عمل کند .

۳- دستکاری ماده ضد عفونی کننده باید خطرناک نبوده و از نظر اقتصادی مصرفشان مقرون بصرفه باشد .

۴- مواد ضد عفونی کننده باید درآب ایجاد مسمومیت نکنند .

امروزه با استفاده از سه روش زیر عمل استریل کردن آبها را انجام میدهند :

الف - استفاده از حرارت .

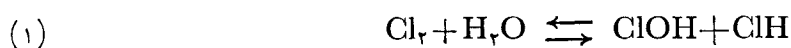
ب - استفاده از نور (نور خورشید و یا نور چراغهای مولد اشعه ماوراء بنفش) .

ج - روشهای شیمیائی (استفاده از گاز کلروازن و پرمنگنات و یونهای فلزی و مواد دیگر) .

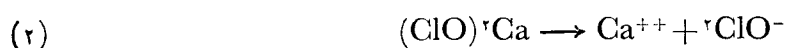
در زیر بطور اختصار در مورد هر یک از روشها و موادی که در آن روش بکار می‌رود بحث و گفتگو خواهد شد.

کلریناسیون : خاصیت ضد عفونی کلر و ترکیبات آن از مدت‌ها پیش شناخته شده کما اینکه در فرانسه از ۱۷۹۲ از آب ژاول و در انگلستان از ۱۸۹۷ از هیپوکلریت سدیم برای ضد عفونی کردن آب استفاده می‌کردند. گاز کلر در سال ۱۹۰۸ توسط جرج. آ. جانسون^(۱) و جان. ال. لید^(۲) برای استریل کردن آب آشامیدن شهر جرس مورد استفاده واقع شده است. بعدها در آمریکا از پراکسیدهای کلر برای ضد عفونی کردن آب استفاده نمودند و از سال ۱۹۵۲ مصرف پراکسیدها مورد توجه دولت فرانسه واقع و مطالعاتی در این زمینه آغاز شد.

کلر در ترکیب با آب طبق فرمول (۱) تولید اسید هیپوکلرو می‌کند.



این اسید خود بدو یون H^+ , ClO^- (هیپوکلریت) یونیزه می‌شود و وجود اسید هیپوکلرو و یون هیپوکلریت است که باعث استریل کردن آب می‌شود (مقدار یونیزاسیون اسید هیپوکلرو مستقیماً به pH آب مربوط است. کلریکه در آب بصورت اسید هیپوکلرو و یا یون هیپوکلریت موجود می‌باشد بنام کلر آزاد^(۳) نام گذاری شده است. یونیزاسیون ترکیبات کلردار مثل هیپوکلریت سدیم یا کلسیم که بعنوان مواد استریل کننده مصرف می‌شوند در آب طبق فرمول (۲) می‌باشد.



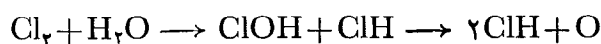
ممکنست یون هیپوکلریت حاصل با یونهای H^+ محیط تولید اسید هیپوکلرو را طبق فرمول (۳) بنماید.



بطور کلی کلر جسم مؤثریست که با کلیه ترکیبات پیچیده آلی ترکیب و آنها را اکسیده می‌کند اگر در آب ترکیبات نیترو و یا آمونیاک موجود باشد کلر با آنها ترکیب و ایجاد کلرآمین ها را می‌کند. کلری که باین ترتیب یعنی بصورت کلرآمین در آب موجود است به کلر ترکیبی Combined available Chlorine موسوم بوده و مجموع کلرآمین ها و کلر آزاد را کلر باقیمانده می‌نامند که در آزمایشگاهها با استفاده از اندیکاتور ارتو تولیدین قابل اندازه گیری است.

راجع به اثر ضد میکروبی کلر و ترکیباتش در آب عوامل زیر را بیان کرده اند :

۱- سابقاً عقیده داشتند ورود کلر به آب طبق فرمول زیر اکسیژن نوزاد تولید کرده و همین اکسیژن در کشتن میکروبها مؤثر است.



1) GORGE, A, JOHNSON.

2) JOHN, L, LEAD.

3) Available Free Chlorine.

چون بعضی ترکیبات کلر مثل کلرآمین ها هم اگر به آب افزوده شوند بدون ایجاد اکسیژن نوزاد میکربها را از بین میبرند لذا این نظر غیر قابل قبول میباشد.

۲- نحوه از بین رفتن میکربها در اثر وجود گاز کلر یا ترکیبات آن ممکنست بعلت نفوذ آن از جداره میکرب و از بین بردن آنزیمهای مؤثر در متابولیسم سلولها باشد.

۳- ممکنست کلر با لیپوئیدها و پروتئین های جدار سلولها ایجاد نوعی سم که در کشتن میکرب مؤثر است بنماید. تزریق کلر بآب توسط دستگاهی بنام کلریناتور انجام میشود که بعضی از آنها خود کار بوده و میتوان تزریق کلر را با آنها کنترل نمود. عواملی که در اثر ضد میکربی کلر مؤثرند عبارتند از:

۱- زمان مجاورت: چون اثر ضد میکربی کلر آبی نیست باید مدتی آب مجاور آن باشد تا کلیه میکربها از بین بروند از طرفی مقدار کلر تزریقی را طوری در نظر میگیرند که بعد از استریل کردن آثاری از آن هنوز در آب باقی بماند. مدت مجاورت با مقدار کلر تزریق شده نسبت عکس دارد. همچنین وجود موادی مثل آمونیاک - سولفورها - نیتريت ها و مواد پیچیده آلی مقدار تزریق کلر را بالا خواهد برد.

۲- درجه حرارت: با افزایش درجه حرارت خاصیت ضد میکربی کلر بالا خواهد رفت لذا در سرما و حرارت کم اکثراً مقدار بیشتری کلر به آب تزریق میشود چنانچه در حرارت ۰ درجه سانتیگراد کلر لازم برای ضد عفونی کردن آب چهار برابر مقدار آن در ۲۰ درجه است.

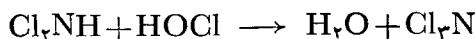
۳- PH آب: اثر ضد میکربی کلر در محیطهای قلیائی کمتر از محیطهای اسیدیست.

۴- تعداد میکربها یا بطور کلی مقدار میکروارگانیسمها: هر چه تعداد میکربها بیشتر و یا مواد آلی زیادتر باشد کلر لازم برای استریل کردن آب بیشتر خواهد بود.

۵- جنس آب: اگر آب دارای مقداری مواد معلق باشد قسمتی از کلر تزریقی جذب این مواد خواهد شد، همچنین عدم شفافیت آب و وجود پاره‌های ناخالصیها مقدار کلر لازم را بالا خواهد برد. اصولاً قبل از تعیین کلر لازم و تزریق کلر لازمست یک آنالیز کامل شیمیائی از آب مربوطه بعمل آید.

۶- غلظت ضد عفونی کننده: هر چه ماده ضد عفونی کننده غلیظتر باشد مقدار لازم آن برای استریل کردن آب کمتر خواهد بود.

همانطور که قبلاً گفته شد اگر در آب املاح آمونیاکی و ترکیبات نیترو موجود باشد کلر تزریقی بعنوان ضد عفونی کننده با آنها وارد فعل و انفعال شده و تولید کلرآمین ها را میکند. این اجسام ترکیبات نسبتاً پایداری از کلر هستند که خود بعنوان مواد ضد عفونی کننده مورد استعمال دارند ولی خاصیت ضد میکربی آنها از کلر و ترکیبات آن کمتر است لذا در موقع استعمال آنها برای ضد عفونی کردن آب مدت مجاورت بیشتری لازم است. فیر^(۱) چگونگی تشکیل آنها را به ترتیب زیر بیان کرده است:



منوکلرآمین در PH های بالای ۷/۵ و دی کلرآمین در PH های بین ۶/۵ تا ۷ تری کلرآمین در PH های تا ۴/۵ تشکیل خواهد شد. در پاره‌ای تأسیسات تصفیه آب برای تثبیت کلر در آب بعنوان استریل کردن لازم است که همراه کلر مقداری آمونیاک به آب اضافه شود در اینگونه موارد لازم است ابتدا کلر را به آب اضافه نموده تا در اثر فعل و انفعال آن با آب اسیدهیپوکلرو تشکیل گردد. بعداً آمونیاک به آب افزود. تا با اسیدهیپوکلروی حاصل تولید کلرآمین‌ها را بنماید. باید یادآور شد که در این روش بوهای خساک‌ی و آلگی آبها از بین نخواهند رفت. مهمترین اثراتیکه کلر یا ترکیبات آن روی آب میگذارند عبارتند از:

۱- نابود کردن کلیه میکربهای بیماریزا و سمانعت از رشد الگها و اکثر میکروارگانیسمهای موجود در آب.

۲- تکمیل عملیات ته نشین شدن و جدا کردن روغن‌ها از آب.

۳- کنترل بوی آب که در سیستمهای تصفیه فاضل آبها اهمیت زیادی دارد.

۴- سمانعت از فعالیتهای میکربهای غیر هوازی.

۵- نابودی هیدرژن سولفور که در خوردگی اثر مهمی دارد.

در مورد استعمال گاز کلر نکات زیر را باید در نظر گرفت:

۱- سیلندرهای گاز کلر را باید با احتیاط حرکت داد و از انداختن آنها و ضربت زدن بآنها خودداری نمود.

۲- لوله‌های ناقل کلر باید نسبت باین گاز بی‌اثر بوده و قابل انعطاف باشد.

۳- ظرفهای حمل و نقل کلر ممکنست آهن - سس - فولادی یا پوشیده از طبقه‌ای از لاستیک‌های خاصی باشند.

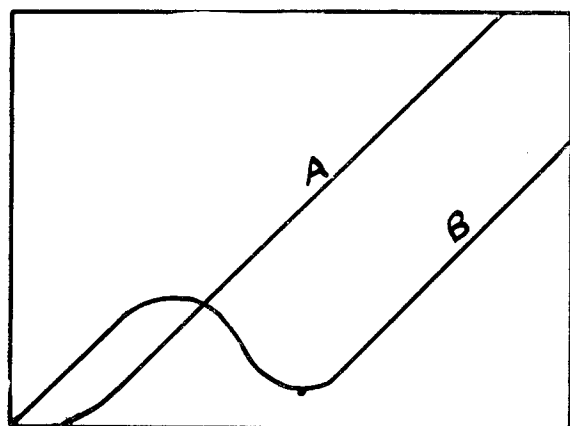
۴- اطافی که سیلندرهای کلر در آن قراردارند باید خوب تهویه شود و دور از آتش باشد.

۵- لجمی که در تأسیسات تزریق کلر بکار میرود از جنس نقره یا سرب باشد.

۶- درجه حرارت سیلندرهای کلر نباید از ۴۰°C. درجه تجاوز نماید در غیر اینصورت لازم است آنها را با جریان آب، سرد نمود.

از بین بردن کلر زیادی Dichloronation: در پاره‌ای از آبها که تغییرات شیمیائی و میکربی آنها زیاد است برای از بین بردن بو و مزه حاصل از این تغییرات و از بین بردن کلیه ترکیبات ازتی با اکسیداسیون بوسیله کلر از روش سوپرکلریناسیون استفاده میکنند برای این منظور ممکنست از روش کلر دادن تا نقطه

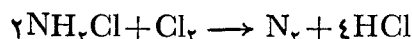
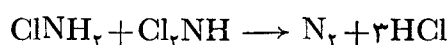
شکست Break - Point استفاده نمود. در این روش با تزویق کلر ابتدا کلر باقیمانده بالا رفته و غفلتاً پائین آمده بعد اقل میرسد و مجدداً بالا میرود و علت پیدایش این امر اینستکه در ابتدا کلر تزویقی با آمونیاک موجود در آب تولید کلرآمین میکند و بعد از پیدایش حداکثر مقدار کلرآمین ادامه کلریناسیون کلرآمین های حاصله را اکسید کرده و نابود مینماید از این بعد افزایش کلر صرفاً کلر باقیمانده را افزایش داده و بالا میرود (شکل ۱).



A- در حالت معمولی که افزایش کلر باعث افزایش کلر باقیمانده نمیشود بدون داشتن نقطه شکست
 B- حالتی که افزایش کلر ابتدا با آمونیاک تولید کلرآمین کرده سپس کلرآمین ها اکسید میشود ، بعد افزایش کلر باعث افزایش کلر باقیمانده میشود

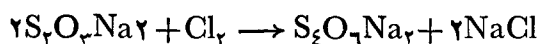
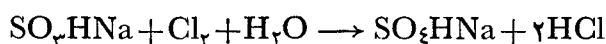
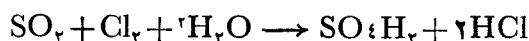
کلر مصرف نشده میلی گرم در لیتر

در مورد نابودی کلرآمین ها واکنشهای زیر را پیشنهاد کرده اند :



در این مورد لازم است کلر زیادی را از محیط حذف نمود. برای این بین بردن کلر زیادی میتوان از انیدرید

سولفور و تیوسولفات سدیم ، بی سولفیت سدیم و زغال طبق فرمولهای زیر استفاده نمود :



امروزه ترکیبات گوگردار کلرآمین بصورت قرص ب بازار آمده که میتوان از آنها برای استریل کردن آبها

استفاده نمود. این ترکیبات در آب ایجاد اسید هیپوکلرو نموده و این اسیدیست که بانها خاصیت ضد عفونی کردن میبخشد. از انواع مهم آنها میتوان H.T.H. و هالوزون و سوکسین کلرآمید را نام برد که مقدار کلر آنها در حدود ۷ درصد وزنی میباشد.

ازن - برای اولین بار در نیمه اول قرن ۱۹ در فرانسه از ازن برای استریل کردن آب استفاده نمودند.

مهمترین اشکالی که در مورد استفاده از آن پیش آمد تهیه مقادیر زیاد ازن بود. اولین شهریکه در سال ۱۹۰۵ در فرانسه از ازن بعنوان ماده ضد عفونی کننده در تأسیسات آب آشامیدنی از آن استفاده کردند شهر نیس است و در سال ۱۹۴۸ در پنچ شهر بزرگ اسرکا از ازن استفاده کردند. برا تهیه آن کسافیت هوا را از بین دو

الکتروود که به واتناژ زیاد (. . . ۱۰ ولت) مربوط است عبور داد. این گاز در مقادیر کم بوی زننده ندارد ولی در مقادیر زیاد دارای بوی زننده می باشد. مقدار توصیه شده آن برای استریل کردن آبها بین ۱-۵/ گرم برای هر متر مکعب آب گفته شده است. و این مقدار بر حسب افزایش مواد آلی آب افزایش مییابد. با افزایش درجه حرارت راندمان تولید ازن کم میشود. بهمین جهت در موقع تهیه ازن لازم است الکتروودها را سرد نمود.

مزایای مهم استریل کردن آب با ازن بقرار زیرند:

- ۱- ازن آب را کاملاً استریل کرده کلیه موجودات ذره بینی مثل میکربها، آمیباها، ویروسها و مخصوصاً باکتریهای مولد گاز را از بین میبرد.
- ۲- رنگ آب را تا ۰.۶٪ زایل میکند.
- ۳- مواد آلی آب را اکسیده کرده و از رشد موجودات در مخازن جلوگیری مینماید.
- ۴- چون ازن در آب اکسیژن آزاد میکند لذا احتمال ورود مواد خارجی به آب از بین میرود.
- ۵- مدت مجاورت ازن و آب برای استریل کردن خیلی کوتاه است.
- ۶- بازرسی شیمیائی و میکربی تأسیساتی که با ازن استریل میشوند بعلت اطمینان کارش در اکثر موارد لازم نیست. بعلت این مزایای مهم در بیشتر کشورها جهت استفاده از این گاز برای استریل کردن آبهای آشامیدنی مطالعات مفصلی در جریان است و روز بروز بر مصرف آن افزوده میشود.

اشعه ماوراء بنفش: اشعه های غیر مرئی ماوراء بنفش در کشتن انواع میکربها، باکتریها، اسپرها مؤثر است. از این اشعه برای اولین بار در سال ۱۹۰۹ کورمون و نوژیته استفاده نمودند و امروزه دستگاههای بزرگی برای تهیه اشعه ماوراء بنفش بنام نوژیته در جهان موجود است. بطور ساده میتوان این اشعه را از عبور جریان برق از داخل لامپهای جیوه ای احاطه شده با کوارتز بدست آورد. و اشکال عمده ای که در مصرف اشعه ماوراء بنفش موجود است تهیه مقادیر زیاد آنست. اگر کدورت آب بیش از ۱۰ میلی گرم در لیتر سیلیس باشد فعالیت ضد میکربی این اشعه از بین میرود.

اشعه ماوراء بنفش با اثر مستقیم روی پروتوپلاسم میکربها باعث کشتن آنها میگردد. چون هیچگونه تغییری در طعم و بوی آب ندارد هیچ خطری بعلت افزایش مقدار آن در آب بوجود نمیآید و بر سایر استریل کننده ها مزیت دارد ولی بعلت گرانی هزینه ایجاد شده مصرف آن به تأسیسات خصوصی و مقادیر کم آب محدود شده است.

پرمنگنات: برای اولین بار در ۱۸۷۰ لربوله Lerebolet بخاصیت ضد میکربی پرمنگنات پی برد و در سال ۱۸۹۲ شیبیلی لوف Schipiluf با افزودن پرمنگنات به آب آنرا استریل نمود. بورداش و ژیرار بجای استفاده از پرمنگنات پتاسیم از ملح کلسیم آن استفاده نمودند. مقدار توصیه شده جهت ضد عفونی کردن آب را بین ۰.۲-۴ میلی گرم در لیتر نوشته اند. باید توجه داشت که از تجزیه پرمنگنات مقاداری بی اکسید منگنز بدست میآید که خود در ته نشین کردن مواد معلق مؤثر است.

استفاده از یونهای فلزی : از مدت‌ها پیش خاصیت ضد میکروبی پاره‌ای یون‌های فلزی را می‌شناختند. مهمترین یون فلزی که در استریل کردن آبها مورد استفاده واقع میشود نقره است که در سال ۱۹۲۹ برای اولین بار بوسیله دکتر کروس مصرف شده است. این شخص نوعی نقره فعال تهیه کرد و آنرا کاتادین نام داد. در عمل ممکنست با عبور جریان برق مستقیم و ضعیفی از دو الکترود نقره واقع در آب مقدار بسیار کمی نقره در آب یونیزه نمود و این عمل باعث استریل کردن آن میشود. مقدار نقره لازم برای کشتن میکرب های آبهای آشامیدنی در حدود ۱/۰ میلی گرم در لیتر توصیه شده است.

آهک : اثر ضد میکروبی آهک موقعی است که با افزایش آهک به آب بتوانیم PH را تا حدود ۱۱ بالا ببریم و در این PH اگر آب با آهک ۷ ساعت مجاورت داشته باشد تقریباً قسمت اعظم میکربها و باکتری های آن از بین خواهد رفت حتی با این عمل میتوان مزه و بو و قسمت اعظم مواد آلی را از بین برد. بعد از ۷ ساعت زیادی آهک را با گاز کربنیک حذف میکنند.

QUANTITY OF COPPER SULFATE AND CHLORINE REQUIRED FOR DIFFERENT ORGANISMS

Organisms	Odor	Copper sulfate, mg./l.	Copper sulfate per mil. gal. of water, lb.	Chlorine, mg./l.
Diatomaceae:				
Asterionella.....	Aromatic, fishy, geranium	0.10	0.8	0.5-1.0
Melosira.....		0.30	2.5	2.0
Synedra.....	Earthy	1.00	8.3	1.0
Navicula.....		0.07	0.6	
Chlorophyceae:				
Conferva.....		1.00	8.3	
Scenedesamus.....		0.30	2.5	
Spirogyra.....		0.20	1.7	0.7-1.5
Ulothrix.....		0.20	1.7	
Volvox.....	Fishy	0.25	2.1	0.3-1.0
Xygnema.....		0.70	5.8	
Coelastrum.....		0.30	2.5	
Cyanophyceae:				
Anabaena.....	Moldy, grassy, vile	0.10	0.8	0.5-1.0
Clathrocystis.....	Grassy, vile	0.10	0.8	0.5-1.0
Oscillaria.....		0.20	1.7	1.1
Aphanisomenon.....	Moldy, grassy, vile	0.15	1.2	0.5-1.0
Protozoa:				
Euglena.....		0.50	4.2	
Uroglena.....	Fishy, oily	0.05	0.4	0.3-1.0
Peridinium.....	Fishy	2.00	16.6	
Chlamydomonas.....		0.50	4.2	
Dinobryon.....	Aromatic, violet, fishy	0.30	2.5	0.3-1.0
Synura.....	Cucumber, fishy, bitter	0.10	0.8	0.3-1.0
Schizomycetes:				
Beggiatoa.....	Putrefactive	5.00	41.5	
Crenothrix.....	Putrefactive	0.30	2.5	0.5

حرارت : اگر آب را تا نقطه جوش حرارت داده و ۲ دقیقه در این درجه حرارت نگهدارند استریل شده و کلیه باکتریها و میکروبیهای آن از بین خواهند رفت. در این روش ممکنست پاره‌ای باکتریهای اسپرزا که در حرارت جوش مقاومت باقی بمانند باید توجه داشت که از روش حرارت دادن برای مقادیر کم آب میتوان استفاده نمود. در پاره‌ای مواقع میتوان حتی برای استریل کردن آبها از حرارت آفتاب استفاده نمود.

سطوح فعال شیمیائی : دترجنت‌های کاتیونی و آنیونی یکی از عوامل مهم ضد عفونی کردن هستند از ایندو نوع دترجنت کاتیونی فعالتر از نوع آنیونی است. از این روش برای استریل کردن آبهای شستشو استفاده میکنند.

صافیهای خانگی : میتوان در صافیهای که از طبقات مختلف شنی یا اجسام متخلخل درست شده و برای تصفیه فیزیکی آب مورد مصرف دارد با افزودن مقدار کمی کاتادین (نقره فعال) برای استریل کردن آبها استفاده نمود.

سولفات مس : در پاره‌ای مواقع که آب را برای مصارف بعدی در محللهائی مخزن میکنند برای جلوگیری از فعالیت الگها و بعضی انواع باکتریها مقداری سولفات مس بآن میافزایند باید توجه داشت که منظور از این عمل کشتن میکروارگانیسمهای بیماریزا نیست. در جدول صفحه قبل برای از بین بردن انواع الگها و باکتریها و انواع میکروارگانیسمهای بیماریزا مقدار کلر و سولفات مس لازم بحسب میلی گرم در لیتر داده شده است :

منابعیکه در تنظیم این گزارش از آنها استفاده شده است :

- 1 - Water Supply (Ernest W. Steel 1960).
- 2 - Water Supply (Fair and Geyer 1956).
- 3 - Water conditioning for industry (Powell 1956).
- 4 - Water treatment handbook (Degremont 1965).