

تصفیه و ضد عفونی آب و فاضلاب

مقدمه

امروزه حفظ منابع آب ، یعنی حیاتی ترین ماده ای که بشر به آن نیاز دارد بطور فزاینده ای مورد توجه مجامع مختلف بین المللی قرار گرفته است . رشد روزافزون جمعیت و در نتیجه بهره برداری بیش از حد از منابع محدود آب از یک طرف و آلوده شدن آنها بسبب فعالیتهای گوناگون زیستی ، کشاورزی و صنعتی بشر از طرف دیگر همگی دست به دست همدیگر داده و زنگ خطر بحران آب را در سالهای آینده به صدا در آورده است.

بنابراین حفظ کیفیت فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی منابع آب سرلوحه فعالیت بسیاری از سازمانهایی است که به نحوی با این منابع سرو کار دارند. این مهم از دو جنبه کلی قابل توجه است:

۱- افزایش کیفیت آبی که باید به مصارف گوناگون برسد که تحت تاثیر سه عامل عمده بوده است

-افزایش آلاینده ها در منبع طبیعی آب.

-آزمایشهای کیفی آب و فاضلاب با دقت بالا.

-افزایش سطح استاندارد آب آشامیدنی.

تحولاتی که در چند سال اخیر موجب پیشرفت تکنولوژی تصفیه آب و افزایش کیفیت آب

آشامیدنی شده است بشرح ذیل می باشد:

× حذف مرحله کلرزنی در ابتدای تصفیه خانه (استفاده از کلر فقط در آخرین مرحله تصفیه برای بهره برداری از کلر باقی مانده در شبکه.)

× استفاده از ازون و پرتودهی فرابنفش در مراحل مختلف تصفیه.

× استفاده بیشتر از سیستم ازون ، بویژه استفاده از اکسیژن برای تغذیه دستگاه و بهره گیری از برق با فرکانس متوسط ، باعث شده تا غلظت ازون بالا رفته و در نتیجه طراحی دستگاههای تولید ازون کوچکتر شود که نهایتا منجر به کاهش سرمایه گذاری اولیه برای تصفیه بروس ازون می گردد.

۲- افزایش کیفیت فاضلاب تصفیه شده گوناگون شهری ، روستایی ، کشاورزی و صنعتی. بر واضح است که اهمیت این جنبه زیاد بوده و اگر تمام توجه به آن معطوف می شد هیچگاه بشر با بحران کم آبی روبرو نمی شد.

۱- فاضلاب چیست ؟

همه جوامع ، هم به صورت جامد و هم به صورت مایع ، فضولات تولید می کنند . بخش مایع این فضولات ، یا فاضلاب ، اساسا همان آب مصرفی جامعه است که در نتیجه کاربردهای مختلف آلوده شده است . از نظر منابع تولید ، فاضلاب را می توان ترکیبی از مایع یا فضولاتی دانست که توسط آب از مناطق مسکونی ، اداری و تاسیسات تجاری و صنعتی حمل شده و بر حسب مورد ، با آبهای زیرزمینی ، آبهای سطحی و سیلابها آمیخته است.

اگر فاضلاب تصفیه نشده انباشته شود ، تجزیه مواد آلی آن ممکن است منجر به تولید مقدار زیادی گازهای بدبو شود . علاوه بر آن ، فاضلاب تصفیه نشده معمولا حاوی میکروارگانیسمهای بیماریزای فراوانی است که در دستگاه گوارش انسان زندگی می کنند و یا در برخی فضولات صنعتی موجودند . فاضلاب ، شامل برخی مواد مغذی نیز هست که می تواند سبب تحریک رشد گیاهان آبی شود ، و ممکن است ترکیبات سمی نیز داشته باشد ، بنا به این دلایل انتقال سریع و بدون دردسر فاضلاب از منابع تولید ، و سپس تصفیه و دفع آن ، نه فقط مطلوب ، بلکه در جوامع صنعتی ضروری است و جنبه اقتصادی و تولید درآمد نیز دارد.

تصفیه آب و فاضلاب شاخه ای از مهندسی محیط زیست است که اصول بنیادی علوم و مهندسی را در مسائل کنترل آلودگی آب به خدمت می گیرد . هدف نهایی مدیریت فاضلاب حفاظت محیط زیست است به نحوی که با اصول بهداشت عمومی و مسائل اقتصادی ، اجتماعی و سیاسی هماهنگ باشد.

۲- تصفیه فاضلاب

فاضلاب جمع آوری شده چه از مراکز جمعیتی یا کارخانجات نهایتاً باید به منابع آب یا خاک باز گردانده شود. در هر مورد باید به این سوال پیچیده پاسخ داد که: برای حفظ محیط زیست، کدام یک از آلاینده های فاضلاب، و تا چه حد باید حذف شوند؟ پاسخ به این سوال مستلزم بررسی شرایط و نیازهای محلی، همراه با کاربرد دانش علمی، قضاوت‌های مهندسی منکی به تجربه و رعایت شرایط و مقررات کشوری می‌شود.

گرچه جمع آوری آبهای سطحی و زهکشی از زمانهای قدیم شروع شده است، ولی پیدایش نظریه میکروبی توسط کخ و پاستور در نیمه دوم قرن نوزدهم آغازگر عصر جدیدی در زمینه بهداشت عمومی شد. قبل از آن زمان رابطه آلودگی و بیماری فقط به صورت مبهم شناخته شده و از علم نوپای باکتری شناسی نیز برای تصفیه فاضلاب استفاده نشده بود. روشهای تصفیه که در آنها کاربرد نیروهای فیزیکی عامل مهمتری است با عنوان عملیات واحد تصفیه شناخته شده اند. روشهای تصفیه که در آن حذف آلاینده ها از طریق واکنشهای شیمیایی و زیست شناسی صورت می‌گیرد با عنوان فرایندهای واحد تصفیه معروف اند در حال حاضر، عملیات و فرایندهای واحد تصفیه در هم ادغام شده و آنچه را که امروزه مراحل اولیه، و نهایی تصفیه نامیده می‌شود تشکیل داده اند. در تصفیه اولیه از عملیات فیزیکی تصفیه همچون آشغالگیری و ته نشینی برای جدا کردن مواد شناور و قابل ته نشینی موجود در فاضلاب بهره گرفته می‌شود. در تصفیه ثانویه از فرایندهای شیمیایی و زیست شناختی استفاده می‌شود تا قسمت اعظم مواد آلی از فاضلاب جدا شود. در تصفیه نهایی از واحدهای اضافی عملیات و فرآوری استفاده می‌شود. تا سایر آلاینده ها مانند نیتروژن و فسفر، که مقدار آنها در تصفیه ثانویه کاهش چشمگیری پیدا نکرده است، حذف شوند. روشهای تصفیه زمینی، که امروزه بیشتر به "سیستمهای طبیعی" معروف شده اند، مجموعه ای از مکانیسم های تصفیه فیزیکی، شیمیایی و زیست شناسی را به خدمت گرفته و آب را با کیفیتی مشابه آبی که از تصفیه نهایی فاضلاب حاصل شود تولید می‌کنند.

در طول ۲۰ تا ۲۰ سال گذشته تعداد مراکز صنعتی که فضولات خود را به شبکه های فاضلاب شهری تخلیه می‌کنند افزایش چشمگیری یافته است. با عنایت به اثرات سمی ناشی از حضور این فضولات، حتی با غلظت بسیار کم، در بسیاری از جوامع آمیختن فاضلاب خانگی با فاضلابهای صنعتی، که به طور کامل یا ناقص تصفیه اولیه شده اند، مورد ارزیابی مجدد قرار گرفته است. پیش بینی می‌شود که در آینده این کارخانجات ملزم شوند که این فضولات را، در محل تولید، تا سطح بالاتری تصفیه کنند تا بی ضرر بودن آنها، قبل از تخلیه به شبکه های شهری، تضمین شود. در حال حاضر بر روی اغلب عملیات و فرایندهای واحد مورد استفاده در تصفیه فاضلاب تحقیقات وسیع و پیوسته ای، از دیدگاه کاربرد و اجرا، صورت می‌گیرد. در نتیجه، تغییرات فراوان در فرایندها صورت گرفته و فرایندها و عملیات جدیدی ابداع و به کار گرفته شده است: به منظور ارتقا شرایط زیست محیطی آبهای سطحی و رودخانه ها روشهای تصفیه معمول باید بهبود یابد و سیستمهای تصفیه و تکنولوژی نوین دیگری به خدمت گرفته شوند. اگر قرار باشد پیشرفت مهمی در تحلیل و کاربرد فرایندهای موجود و جدید حاصل شود باید روشهای پیشرفته تری برای شناسایی مشخصه های مورد نظر بکار گرفته شود. گرچه اغلب مواد آلی حاضر در فاضلابهای انسانی را می‌شود تصفیه کرد، ولی فاضلاب صنعتی با بهره گیری از فرایندهای معمول حاضر، قابل تصفیه نیستند و یا فقط کمی تصفیه می‌شوند، به علاوه در بسیاری از موارد، از آثار دراز مدت زیست محیطی حضور اینگونه مواد اطلاعاتی در دسترس نیست و یا اطلاعات موجود ناچیز است. در بعضی از موارد ممکن است برای حفظ اینگونه آلاینده ها، قبل از تخلیه به داخل شبکه جمع آوری، کنترل بیشتر در منبع تولید ضرورت پیدا کند.

۳- روشهای گندزدایی منابع آب:

یکی از آلودگیهای بسیار عمده و خطرناک منابع آب، آلودگی بیولوژیکی است. آب می‌تواند به انواع میکروارگانیسم ها اعم از انواع باکتریها، انگلها، قارچها و ویروسها آلوده شود. آلودگی عمده و شایع آب، آلودگیهای باکتریایی شامل کلی فرمها (باکتریهای روده ای) و انگلی می‌باشد که به طرق مختلف این باکتریها را از بین می‌برند.

روشهای گوناگونی برای گندزدایی منابع آب وجود دارد که بطو کلی به دو دسته شیمیایی و فیزیکی تقسیم می شوند. از روشهای رایج شیمیایی، کلر زنی و استفاده از گاز اوزون، و از روشهای رایج فیزیکی، حرارت، فیلتراسیون و پرتو دهی را می توان نام برد. شرایط یک ضد عفونی کننده ایده آل در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همانگونه که دیده می شود، ضد عفونی کننده ایده آل باید طیف گسترده ای از مشخصه های مختلف داشته باشد. گرچه ممکن است چنین ترکیبی وجود نداشته باشد، در ارزیابی مواد ضد عفونی کننده توصیه شده یا پیشنهاد شده باید شرایط پیشنهادی در جدول ۲ را در نظر داشت. این نکته نیز مهم است که حمل و کاربرد ماده ضد عفونی کننده بی خطر باشد و بتوان غلظت آن را در آبهای تصفیه شده اندازه گیری کرد. ضد عفونی را اغلب با استفاده از عوامل شیمیایی، عوامل فیزیکی، ابزارهای مکانیکی و تابش انجام می دهند.

شرح	فرابنفش	کلر	اوزون
روش ضد عفونی	فیزیکی	شیمیایی	شیمیایی
زمان عملکرد	۵ ثانیه	۱۲۰۰ ثانیه	۶۰۰ ثانیه
تغییرات در ترکیب آب	ندارد	دارد	دارد
مواد شیمیایی زائد	ندارد	دارد	ندارد
پیدایش ترکیب آلی و اکسید های خطرناک	ندارد	دارد	ندارد
تخریب محیط زیست	ندارد	دارد	ندارد
خطر انفجار و نشت گاز به محیط	ندارد	دارد	ندارد
قدرت کشتن میکرو ارگانیسم های مختلف			
باکتریها	دارد	دارد	دارد
ویروسها	دارد	ندارد	دارد
قارچها	دارد	دارد	دارد

مشخصه ها	خواص/پاسخ کلر	سدیم هیپوکلریت	کلسیم دیوکسید	کلر برم کلر	اوزون	پرتو فرابنفش
در رفت زیاد سمیت برای میکروارگانیسمها شدت سمی باشد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
باید در آب یابافت سلولی قابل حل باشد	کم	زیاد	زیاد	کم	زیاد	بی ربط
افت میکروبو کشی در حالت توقف باید کم باشد	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار
پایداری	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار	پایدار
غیر سمی	برای میکرو	سمی	سمی	سمی	سمی	سمی

برای صورتهای عالی حیات	ارگانیسرها باید سمی باشد و برای حیات انسان و سایر حیوانات غیر سمی	محلول آن باید از نظر ترکیب یکنواخت باشد	همگن	همگن	همگن	همگن	همگن	همگن	همگن	بی ربط
برهم کنش با مواد خارجی	نیاید غیر از سلولهای باکتریها جذب مواد الی دیگر شود	در گستره دماهای محیط بتواند موثر باشد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
سمیت در دمای معمولی محیط	مواد آلی را اکسید می کند	باید قابلیت نفوذ را داشته باشد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	متوسط	متوسط
غیره خورنده و غیر لکه گذار	باید فلزات را تغییر شکل دهد و بروی پارچه ایجاد لک کند	توانایی بوبری بین ببرد	زیاد	متوسط	متوسط	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
دسترسی	باید در حال ضد عفونی کردن بو را از مقادیر زیاد و با قیمت معقول در دسترس باشد	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً	نسبتاً

۳-۱- گندزدایی به روش کلر

- کلر زنی اگر چه بسیار رایج است اما نیاز به تجهیزات متعدد و جاگیر و از همه مهمتر نقل و انتقال و کاربرد گاز خطرناک کلر دارد ایمنی کامل در طراحی سیستمهای ذخیره و نگهداری کلر بایستی رعایت گردد بدلیل آنکه گاز کلر بسیار سمی و خورنده است . در کاربرد کلر به عنوان ضد عفونی کننده رعایت موارد زیر الزامی است .
- کلریناسیون روزمره بایستی نزدیک نقطه کاربرد صورت گیرد .
 - ذخیره کلر و تجهیزات کلریناتور بایستی در اتاقهای جداگانه صورت گیرد.
 - تهویه بایستی کف اتاق تعبیه گردد بدلیل اینکه گاز کلر سنگینتر از هوا می باشد .
 - ذخیره کلر باید جدا از تغذیه کننده های کلر صورت گیرد .

- اتاق کلر یناتور باید از نظر حرارت کنترل گردد. حداقل دمای ۲۱ درجه سانتی گراد پیشنهاد می شود .
- از تابش خورشید بطور مستقیم روی سیلندرهای گاز کلر جلوگیری به عمل آید . وهرگز حرارت به طور مستقیم در تماس با سیلندرها نباشد .
کلر گازی است سمی و چنانچه در کاربرد آن رعایت نکات ایمنی نشود ممکن است باعث انفجار و مسمومیت گردد . به علاوه مانند تمام روشهای شیمیایی ماده ای به آب افزوده شده و طعم آن را تغییر می دهد و هزاران ترکیب خطرناک و بعضا سرطان زا پدید می آورد . امروزه مشخص شده که کلر با مواد آلی درون آب ترکیب و واکنش نشان داده و با تشکیل تری هالو متانهای گوناگون (THMS) چیزی حدود ۸۵۰ ترکیب کارسینوژن (سرطان زا) پدید می آورد .
اثرات زیست محیطی ناشی از گاز کلر در منابع آبی بدین صورت است که مقدار بیشتر از ۱/۵ میلی گرم در لیتر باعث مرگ و میر آبزیان مخصوصا ماهی می گردد .
بنابراین استفاده از پرتو دهی فرابنفش و گاز ازون بطور روز افزون مورد توجه قرار گرفته و جایگزین کلر می شوند .

۲-۲- گندزدایی به روش ازون :

- ازون چیست ؟
ازون گازی است تقریبا بی رنگ با بوی ترش با قدرت اکسیداسیون بالا. مولکول ازون پایدار نبوده و در نتیجه نمی توان آن را انبار یا حمل نمود . این امر باعث می گردد که تولید ازون همواره در محل انجام گیرد . لذا مرحله حمل و انبار مواد شیمیایی در این روش حذف می شود .

بطور کلی دلایل استفاده از گاز ازون به شرح زیر است :

- اکسیداسیون جزئی یا کلی مواد محلول در آب .
 - نه نشینی مواد محلول .
 - لخته سازی مواد آلی .
 - ناپایدار ساختن اجسام کلونیدی .
 - ضد عفونی و از بین بردن باکتریها ، انگلها و قارچها و...
- بر خلاف کلر و مواد شیمیایی دیگر ، اکسیداسیون بوسیله ازون ، هیچگونه مواد سمی یا مضر در آب بجای نمیگذارد و نیاز به پالایش مجدد آب ندارد . تجربه نشان داده است که ازون سریعاً اجزای محلول در محیط را اکسید می نماید و حاصل این اکسیداسیون تنها اکسید اجزا و اکسیژن می باشد لذا برای استفاده در مواردی که عناصر باقی مانده دیگر ممکن است مشکلات جنبی دیگر بوجود آورند مناسب می باشد . مولکول ازون پایدار نیست و پس از مدت کوتاهی شکسته می شود و تبدیل به مولکول پایدار اکسیژن می گردد .

- منابع تولید ازون

گاز ازون بطور طبیعی در زمان رعد و برق یا بوسیله اشعه U.V. Vacuum موجود در نور خورشید بوجود می آید . اما بطور مصنوعی تولید ازون به دو طریق لامپهای U.V ویا تخلیه الکتریکی صورت می گیرد. تولید ازون در حجم بالا عموماً با تخلیه الکتریکی بر روی دو قطب انجام می پذیرد که بنام Silent Electrical Discharge (SED) شناخته شده است . تولید کننده های ازون با استفاده از این روش با بهره برداری از الکترودهایی با ولتاژ بالا که به فاصله معین از هم قرار گرفته اند کار می کنند . در دستگاههای جدید تولید ازون ، اکسیژن در بین این فاصله جریان می یابد و با استفاده از تخلیه الکتریکی ازون تولید می شود .

۲-۲- گندزدایی به روش پرتو دهی :

در میان روشهای فیزیکی ، پرتو دهی از دیر باز مورد توجه بوده است . پرتوهای مورد استفاده در این روش به دو دسته پرتو یونیزان (شامل پرتو ایکس ، گاما ، بتا و آلفا) و پرتو فرابنفش تقسیم میشوند . پرتو یونیزان به دلایل گوناگون از جمله عدم دسترسی عموم به منابع تولید آنها (عمدتاً ایزوتوپهای رادیو اکتیو) ، خطر کاربرد آنها توسط عموم مردم در نتیجه نیاز به تخصصهای بالا و همچنین قدرت کم نفوذ برخی از آنها کمتر مورد استفاده قرار می گیرند . اما کاربرد پرتو فرابنفش چیزی نزدیک به حدود یک قرن است که مورد توجه قرار گرفته است گندزدایی بوسیله این پرتو را میتوان استفاده از یک روش طبیعی پنداشت چرا که در طبیعت و در نور خورشید نیز گندزدایی بطور طبیعی انجام می شود.

منابع تولید پرتو فرابنفش :

۳-۲-۱ - ماهیت فیزیکی پرتو فرابنفش :

پرتو فرابنفش به محدوده ای از امواج الکترومغناطیس اطلاق می شود که در ناحیه نامرئی طیف نوری در محدود طول موج ۱۹۰ - ۲۲۸ نانومتر (۱۹۰۰ - ۲۲۸۰ آنگستروم) قرار دارد. در واقع این محدوده از طیف بنفش پرتوهای مرئی نور شروع می شود و به محدوده امواج X ختم می شود. امواج الکترومغناطیس در هر محدوده ای از طول موج دارای سرعت های برابر و معادل سرعت نور میباشند. از آنجایی که این امواج دارای انرژی بوده و خواص دوگانه موج - ذره از خود نشان می دهند، میزان انرژی آنها براساس هر دو خواص آنها و به وسیله نظریه کوانتومی محاسبه می شود. این نظریه این امواج را به مثابه ذراتی از انرژی فرض می کند که از منبع مولد خود منتشر می شوند. سرعت نور برطبق رابطه $IC = f$ وابسته به فرکانس (f) و طول موج (I) می باشد. از طرفی برطبق نظریه کوانتومی میزان انرژی یک طیف خاص از رابطه $E = hf$ به دست می آید. با تلفیق این دو رابطه رابطه جدید $I/E = hc$ به دست می آید که در آن h ثابت پلانک (x10-27 erg/sec^{۶,۶۲}) می باشد. این رابطه نشان می دهد که هرچه طول موج یک طیف کوچکتر می شود انرژی آن بیشتر می شود. بنابراین پرتو فرابنفش از دسته پرتوهای پرانرژی بوده و بیشتر خواص و کاربردهای آن به خاطر همین انرژی زیاد آن می باشد. سازوکار عمل پرتو فرابنفش به این ترتیب است که به دلیل نزدیک بودن انرژی این پرتو به انرژی الکترون های پیوندی ترکیبات آلی، این پرتو روی این ترکیبات اثر گذاشته و باعث گسیستن برخی پیوندها و ایجاد پیوندهای جدید می شود. پیوندهای دوگانه یا سه گانه بین اتمهای کربن و یا پیوندهای بین کربن و دیگر اتمها مستعدترین پیوندهای آسیب پذیر توسط پرتو فرابنفش می باشند.

جذب پرتو فرابنفش توسط ترکیبات آلی و تشکیل طیفهای جذبی که برای هر ماده مخصوص به همان ماده است به همین منوال بوده و اساس یکی از روشهای تجزیه دستگاهی است.

۳-۲-۲ - تولید پرتو فرابنفش ا:

پرتو فرابنفش به طور طبیعی در نور خورشید وجود دارد. در واقع در طبیعت انجام عمل صدغفونی و کنترل رشد میکروارگانیسم ها به همین طریق انجام میشود. دلیل موثر بودن نور آفتاب در پاکیزگی بهتر لباس های شسته شده و همچنین زرد شدن و تغییر رنگ کاغذ و برخی از پارچه هایی که مدام در نور آفتاب قرار دارند وجود همین پرتو در نور خورشید است. تولید مصنوعی این پرتو با تخلیه الکتریکی در بخار جیوه در لامپهای مربوطه انجام می شود. مشخصه فیزیکی تخلیه الکتریکی در بخار جیوه تولید چند طیف مشخص و ناپیوسته است که دو طیف ۱۸۵ و ۲۵۴ نانومتر (به طور دقیق تر ۲۵۲/۷ نانومتر) آن در ناحیه پرتو فرابنفش قرار می گیرد و بقیه در ناحیه مرئی (شکل ۱). طول موج ۲۵۴ نانومتر بیشترین شدت را نسبت به دیگر طول موج ها داشته و واجد خاصیت میکروب کشی است.

لامپهای مولد پرتو فرابنفش سه دسته اند :

۱ - لامپهای کم فشار.

۲ - لامپهای با فشار متوسط.

۳ - لامپهای پر فشار.

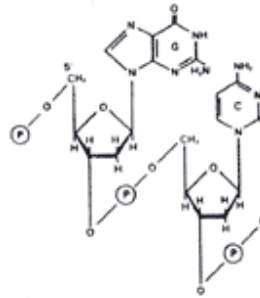
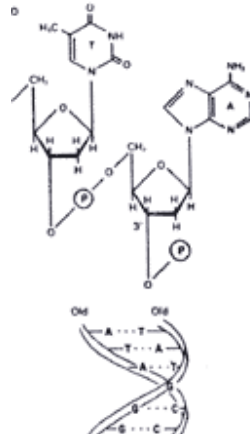
لامپهای کم فشار خود شامل دو دسته کاند گرم و کاند سرد می باشند. بازدهی این لامپها نسبت به انرژی مصرفی آنها بالایی است. حدود ۹۵% طول موج تولید شده در ناحیه ۲۵۲/۷ نانومتر قرار دارد. کارایی این لامپها شدیداً وابسته به ولتاژ ورودی دمای محل استفاده و عمر لامپ و تعداد دفعات خاموش و روشن آنها است که با کنترل هر یک از این عوامل در یک طراحی صحیح می توان اثرات هر عامل را به حداقل رسانید.

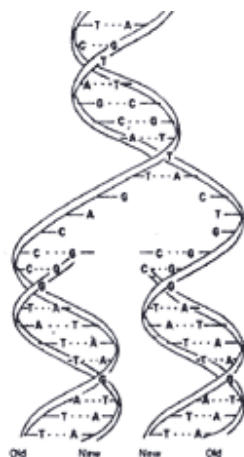
کارایی لامپهای با فشار متوسط مستقل از ۳ فاکتور باد شده است اما بازدهی آنها نسبت به انرژی مصرفی آنها کم می باشد. در عوض نفوذ پذیری پرتو ساتع شده از آنها به خاطر شدت بالای آن بیشتر از لامپهای کم فشار است.

۳-۲-۳ - ساز و کار اثر پرتو فرابنفش :

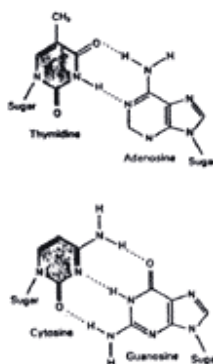
پرتو فرابنفش با اثر بر روی رشته وراثتی (DNA یا RNA) میکروارگانیسم ها سبب غیرفعال

شدن میکروارگانیزم ها می شود. رشته های وراثتی در تمام موجودات اعم از تک سلولی و پرسلولی از واحدهایی به نام نوکلئوتید شامل یک باز آلی، یک ملکول قند ۵ کربنی و یک دنباله فسفریل تشکیل شده اند. قندها و دنباله فسفریله آنها وظیفه پیوند دادن واحدهای نوکلئوتید را به عهده دارند و بازهای آلی در نگهداری دو رشته وراثتی در کنار یکدیگر با استفاده از پیوندهای هیدروژنی نقش دارند. (شکل ۲) بازهای آلی به کار رفته در نوکلئوتیدها در دو دسته بازهای پورین شامل آدنین و گوانین و بازهای پیریمیدین شامل



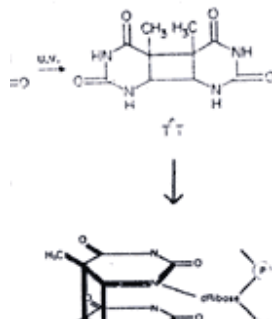


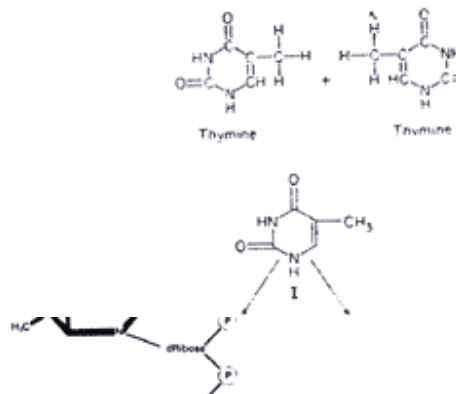
شکل ۲ - شمایی از واحدهای نوکلئوتید و چگونگی پیوند بین
(پایین، سمت چپ) و تشکیل ر



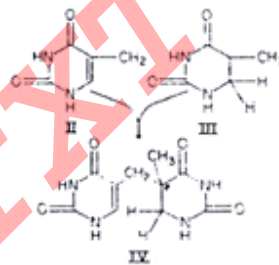
نہا برای تشکیل یک رشته وراثتی (بالا)، چگونگی تشکیل پیوند هیدروژنی
شده مارپیچ وراثتی (پایین سمت راست)

سیتوزین، تیمین، و اوراسیل قرار می گیرند. تمامی این بازها پرتو فرابنفش را در ناحیه ۲۶۰ نانومتر جذب می کنند که بسیار نزدیک به پرتو خارج شده از لامپهای مولا این پرتو میباشد. جذب پرتو فرابنفش توسط بازهای پیریمیدین بیش از بازهای پورین است. در نتیجه جذب انرژی پرتو فرابنفش هرچا که در طول رشته وراثتی بازهای پیریمیدین در مجاورت هم باشند به یکدیگر جوش می خورند. (شکل ۳) بنابراین دو رشته وراثتی





شکل ۳ - چگونگی تشکیل دیمرهای سیکلوبوتان تیمین - تیمین (بالا) و شمای فضایی آن (پایین سمت راست) و چگونگی تشکیل TDHT (پایین)



(و شمای فضایی آن (پایین سمت راست) و چگونگی تشکیل TDHT (پایین سمت چپ))

در این مکان ها به هم متصل شده و جدا نمی شوند و به این ترتیب میکروارگانیزم مربوطه قادر به تکثیر نخواهد بود. دیمرهای سیکلوبوتان تیمین - تیمین و تیمین - اوراسیل در مورد اشکال فعال و غیر اسپورباکتریها و ترکیب ۵ - تیمینیل - ۵ و ۶ - دی هیدروتیمین (TDHT) در مورد اشکال اسپورباکتریها و یا غیراسپور اما در حالت انجماد آنها شناسایی شده است. حساسیت میکروارگانیزم های گوناگون به این پرتو به دلیل وجود ساز و کارهای گوناگون ترمیمی در آنها با یکدیگر متفاوت بوده و از ۶۰۰۰-۶ وات در ثانیه بر مترمربع متغیر است. در واقع در مورد پرتو فرابنفش فاکتور IXT برای سنجش میزان تاثیر پرتو به کار می رود که معادل فاکتور CXT در مورد روشهای شیمیایی می باشد و در آن I شدت پرتو می باشد. به طور کلی ساز و کارهای ترمیمی در دودسته قرار می گیرند:

۱. واکنشهای ترمیم در نور که معمولا به طول موج زیر ۵۱۰ نانومتر نیاز دارند.
۲. واکنشهای ترمیم در تاریکی که شامل یک سری عملیات ترمیمی و اصلاحی روی ژنوم میکروارگانیزم ها می شوند.

جالب توجه است که دیمرهای TT و UT عموما توسط ساز و کارهای ترمیمی در نور از بین می روند اما ترکیب TDHT توسط ساز و کارهای ترمیم در تاریکی و آنهم به سختی از بین می رود. اگرچه نقطه ضعف روش پرتو دهی فرابنفش تنها همین مسئله مقاومت برخی از گونه های میکروارگانیزم ها است، اما با افزایش زمان پرتو دهی، شدت آن و یا هر دو (بر اساس فاکتور IXT) عملا هیچ میکروارگانیزمی نمی تواند جان سالم به در ببرد.

۲-۲-۴- عوامل مؤثر بر کار آبی پرتو فرابنفش :
آنچه در مورد کاربرد این پرتو مهم است فاکتورهایی است که می توانند عبور این پرتو را از

محیط آبی تحت تاثیر قرار دهند. ۴ فاکتور عمده عبارتند از:

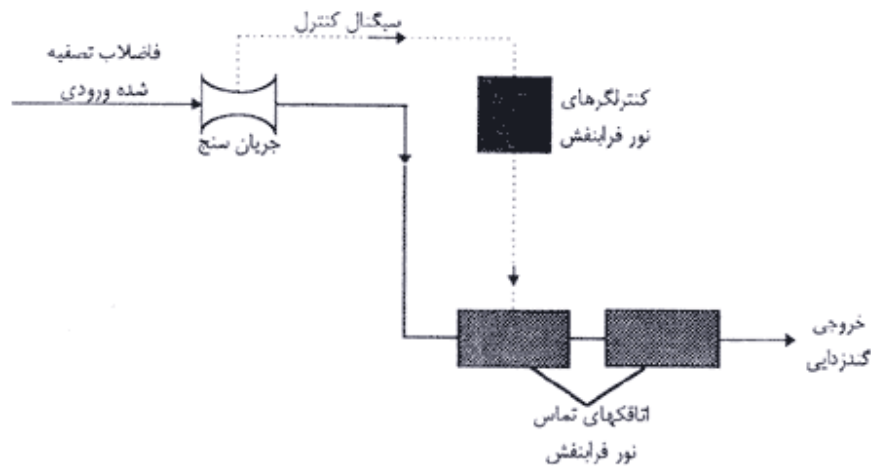
- ۱ . کدورت آب .
 - ۲ . غلظت ترکیبات آلی موجود در آب .
 - ۳ . میزان آهن موجود در آب .
 - ۴ . غلظت یونهای نیترات و نیتریت .
- هریک از این فاکتورها به شدت از میزان عبور این پرتو می کاهند. از طرفی تمیز بودن لامپهای مولد پرتو نیز مهم می باشد. امروزه با نصب بازوهای متحرک روی دستگاه ضد عفونی با پرتو فرابنفش به خوبی با این مشکل مقابله می شود و لامپها یا پوشش کوارتز آنها به طور خودکار یا دستی بدون نیاز به پیاده کردن دستگاه پاک می شوند.

۳-۲-۵- کاربرد پرتو فرابنفش جهت ضد عفونی منابع آب و فاضلاب :

کاربرد پرتو فرابنفش به عنوان یک روش ضد عفونی کننده فیزیکی در تصفیه منابع آب و فاضلاب به طور مستقل و یا به عنوان مکمل سایر روشها از دیرباز مورد توجه بوده است. جدیداً به کمک این پرتو در کنار استفاده از هیدروژن پروکساید برای از بین بردن ترکیبات آلی کلردار نیز استفاده می کنند

کاربرد این پرتو در زمینه های زیر می باشد:

- ۱ . ضد عفونی آب آشامیدنی در پایان مراحل تصفیه به عنوان روش اصلی ضد عفونی و پیش از توزیع به شبکه مصرف. در این خصوص تنها دوز کمی از کلر، کلردی اکساید یا کلرامین جهت توزیع آب به شبکه مورد نیاز است.
- ۲ . ضد عفونی آبهای سطحی و چاه، به ویژه در مزارع و روستاها به شرطی که کدورت و غلظت ترکیبات آلی و میزان آهن و یونهای نیتریت و نیترات آن در حد استاندارد معمول باشد.
- ۳ . ضد عفونی آبی که در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی، دارویی، الکترونیک و غیره به کار می رود.
- ۴ . گندزدایی پسابهای گوناگون در آخرین مرحله تصفیه فاضلاب. طرح شماتیک کاربرد پرتو فرابنفش برای چنین منظوری در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴ - واحد پرتو دهی فرابنفش در انتهای خط تصفیه فاضلاب

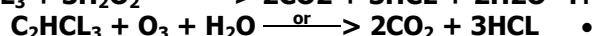
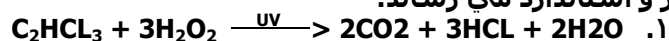
۵ - ضد عفونی اولیه آب استخرهای شنا به منظور کم کردن میزان کلر به کار برده شده در حد کلر باقی مانده.

فواید کاربرد پرتو فرابنفش در هر یک از موارد اشاره شده به شرح زیر می باشند:

- ۱ . انجام موثر عمل ضد عفونی.
- ۲ . سرعت عمل، سرعت ضد عفونی شدن با پرتو فرابنفش از هر روش شیمیایی و فیزیکی دیگر کوتاه تر بوده و در حد ثانیه است.
- ۳ . اقتصادی بودن روش.
- ۴ . عدم کاربرد مواد شیمیایی.

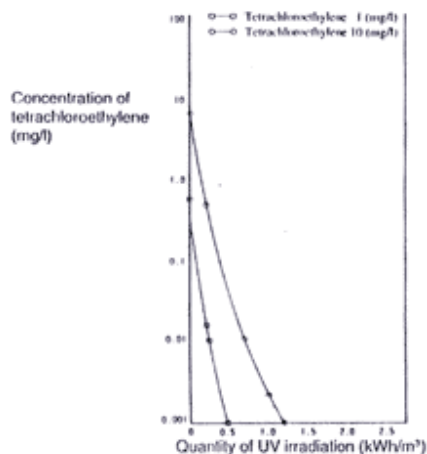
۵. امن بودن.
 ۶ - راحتی نصب دستگاه ها نگهداری آسان و بدون نیاز به پرسنل متخصص.
 ۷. اشغال فضای کم.
 ۸. خودکار بودن کار دستگاه.
 ۹. سازگاری با محیط زیست.
 مقایسه موارد فوق با روشهای دیگر به ویژه کلرزنی قابل درک است.

۶ - ۳ - ۲ - از بین بردن ترکیبات آلی کلردار:
 جدیداً مشخص شده است که چنانچه پرتو فرابنفش در مقادیری بیش از آنچه برای عمل ضد عفونی کردن لازم است (۱۰ - ۲ برابر) به همراه هیدروژن پروکساید به کار رود، غلظت ترکیبات آلی کلر دار مانند تری کلرو اتیلن، تتراکلرواتیلن، دی کلرواتیلن، کلروفرم و غیره را در آب طبق معادلات زیر در نهایت به دی اکسید کربن و اسید کلریدریک تجزیه کرده و به زیر مقادیر مجاز و استاندارد می رساند:

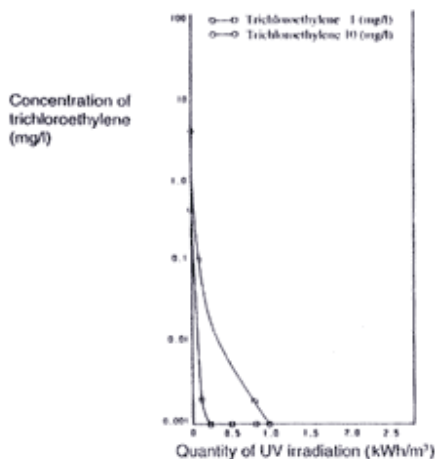


در شکل ۵، ۲ نمودار مربوط به کاهش موثر غلظت سه نوع از ترکیبات آلی کلردار به وسیله پرتو فرابنفش نشان داده شده است.

Degradation of tetrachloroethylene



Degradation of trichloroethylene



Results of Field Test
(In cooperation with Kumamoto City, Kyushu)

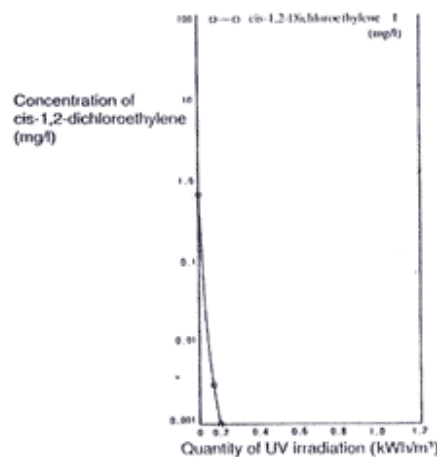
(units: mg/l)

1. Test site	Kumamoto City			
2. Test water	Groundwater used at a factory			
3. Initial quality of water tested	Tetrachloroethylene	0.033 - 0.11		
	Trichloroethylene	0.006		
	Dissolved iron	0.004		
	Total iron	0.005		
	Total organic carbon (TOC)	< 1		
	Suspended solids	< 1		
	pH	7.6		
4. Results	Quantity of UV irradiation:	Before UV irradiation	After UV irradiation	
		0.34 kWh/m ²	Tetrachloroethylene 0.058	0.008
	0.51 kWh/m ²		0.065	0.002
			0.082	0.004
		Trichloroethylene	0.006	< 0.001
		Tetrachloroethylene	0.053	< 0.001
		0.071	< 0.001	

Note: National effluent standards are:
Tetrachloroethylene < 0.1 mg/l
Trichloroethylene < 0.3 mg/l
Kumamoto Prefecture effluent standards are:
Tetrachloroethylene < 0.01 mg/l
Trichloroethylene < 0.03 mg/l

شکل ۵ - نمودارهای کاهش غلظت ترکیبات

Degradation of cis-1,2-dichloroethylene



ت آبی کلردار بر لار پرتودهی فرابنفش

- فواید کاربرد پرتو فرابنفش علاوه بر مواردی که برای کاربرد آن به عنوان عامل ضد عفونی کننده بیان شد شامل موارد زیر می باشد:
۱. اطمینان به از بین رفتن ترکیبات کلردار.
 ۲. عدم نیاز به تغییرات اساسی در سیستم اصلی.
 ۳. تخریب شیمیایی به موازات عمل ضد عفونی.
- کاربرد این روش جدید در ژاپن به طور عملی در شهر کوماموتو در استان کیوشو به اثبات رسیده است.