تصفيه و ضد عفوني آب و فاضلاب

مقدمه

امروزه حفظ منابع آب ، يعني حياتي ترين ماده اي كه بشر به آن نياز دارد بطور فزاينده اي مورد توجه مجامع مختلف بين المللي قرار گرفته است . رشد روزافزون جمعيت و در نتيجه بهره برداري بيش از حد از منابع محدود آب از يک طرف و آلوده شدن آنها بسبب فعاليتهاي گوناگون زيستي ، كشاورزي و صنعتي بشر از طرف ديگر همگي دست به دست همديگر داده و زنگ خطر بحران آب را در سالهاي آينده به صدا در آورده است.

بنابراين حفظ كيفيت فيزيكي و شيميايي و بيولوژيكي منابع آب سرلوحه فعاليت بسياري از سازمانهايي است كه به نحوي با اين منابع سرو كار دارند.
اين مهم از دو جنبه كلي قابل توجه است:

١ -افزايش كيفيت آبي كه بايد به مصارف گوناگون برسد كه تحت تاثير سه عامل عمده بوده است
-افزايش آلاينده ها در منبع طبيعي آب.
-آزمايشهاي كيفي آب و فاضلاب با دقت بالا.
-افزايش سطح استاندارد آب آشاميدني.
تحولاتي كه در چند سال اخير موجب پيشرفت تكنولوژي تصفيه آب و افزايش كيفيت آب آشاميدني شده است بشرح ذيل مي باشد:
×حذف مرحله كلر زني در ابتداي تصفيه خانه (استفاده از كلر فقط در آخرين مرحله تصفيه براي بهره برداري از كلر باقي مانده در شبكه. (
×استفاده از ازون و پرتودهي فرابنفش در مراحل مختلف تصفيه.
×استفاده بيشتر از سيستم ازون ، بويژه استفاده از اكسيژن براي تغذيه دستگاه و بهره گيري از برق با فركانس متوسط ،باعث شده تا غلظت ازون بالا رفته و در نتيجه طراحي دستگاههاي توليد ازون كوچكتر شود كه نهايتا منجر به كاهش سرمايه گذاري اوليه براي تصفيه بروش ازون مي گردد.

٢ -افزايش كيفيت فاضلاب تصفيه شده گوناگون شهري ، روستايي ، كشاورزي و صنعتي.
پر واضح است كه اهميت اين جنبه زياد بوده و اگر تمام توجه به آن معطوف مي شد هيچگاه بشر با بحران كم آبي روبرو نمي شد.

١ -فاضلاب چيست ؟
همه جوامع ، هم به صورت جامد و هم به صورت مايع ، فضولات توليد مي كنند . بخش مايع اين فضولات ، يا فاضلاب ، اساسا همان آب مصرفي جامعه است كه در نتيجه كاربردهاي مختلف آلوده شده است . از نظر منابع توليد ، فاضلاب را مي توان تركيبي از مايع يا فضولاتي دانست كه توسط آب از مناطق مسكوني ،اداري و تاسيسات تجاري و صنعتي حمل شده و بر حسب مورد ، با آبهاي زيرزميني ، آبهاي سطحي و سيلابها آميخته است.

اگر فاضلاب تصفيه نشده انباشته شود ، تجزيه مواد آلي آن ممكن است منجر به توليد مقدار زيادي گازهاي بدبو شود . علاوه بر آن ، فاضلاب تصفيه نشده معمولا حاوي ميكروارگانيسمهاي بيماريزاي فراواني است كه در دستگاه گوارش انسان زندگي مي كنند و يا در برخي فضولات صنعتي موجودند . فاضلاب ، شامل برخي مواد مغذي نيز هست كه مي تواند سبب تحريک رشد گياهان آبزي شود ، و ممكن است تركيبات سمي نيز داشته باشد ،بنا به اين دلايل انتقال سريع و بدون دردسر فاضلاب از منابع توليد ، وسپس تصفيه و دفع آن ، نه فقط مطلوب ، بلكه در جوامع صنعتي ضروري است و جنبه اقتصادي و توليد درآمد نيز دارد.
تصفيه آب و فاضلاب شاخه اي از مهندسي محيط زيست است كه اصول بنيادي علوم و مهندسي را در مسائل كنترل آلودگي آب به خدمت مي گيرد . هدف نهايي مديريت فاضلاب حفاظت محيط زيست است به نحوي كه با اصول بهداشت عمومي و مسائل اقتصادي ، اجتماعي و سياسي هماهنگ باشد.

٢ -تصفيه فاضلاب

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

فاضلاب جمع آوري شده چه از مراكز جمعيتي يا كارخانجات نهايتا بايد به منابع آب يا خاک باز گردانده شود . در هر مورد بايد به اين سوال پيچيده پاسخ داد كه : براي حفظ محيط زيست ، كدام يک از آلاينده هاي فاضلاب ، و تا چه حد بايد حذف شوند؟ پاسخ به اين سوال مستلزم بررسي شرايط و نيازهاي محلي ، همراه با كاربرد دانش علمي ، قضاوتهاي مهندسي متكي به تجربه و رعايت شرايط و مقررات كشوري مي شود.

گرچه جمع آوري آبهاي سطحي و زهكشي از زمانهاي قديم شروع شده است ، ولي پيدايش نظريه ميكروبي توسط كخ و پاستور در نيمه دوم قرن نوزدهم آغازگر عصر جديدي در زمينه بهداشت عمومي شد . قبل از آن زمان رابطه آلودگي و بيماري فقط به صورت مبهم شناخته شده و از علم نوپاي باكتري شناسي نيز براي تصفيه فاضلاب استفاده نشده بود.
روشهاي تصفيه كه در آنها كاربرد نيروهاي فيزيكي عامل مهمتري است با عنوان عمليات واحد تصفيه شناخته شده اند . روشهاي تصفيه كه در آن حذف آلاينده ها از طريق واكنشهاي شيميايي و زيست شناسي صورت مي گيرد با عنوان فرايندهاي واحد تصفيه معروف اند در حال حاضر ، عمليات و فرآيندهاي واحد تصفيه در هم ادغام شده و آنچه را كه امروزه مراحل اوليه ، و نهايي تصفيه ناميده مي شود تشكيل داده اند . در تصفيه اوليه از عمليات فيزيكي تصفيه همچون آشغالگيري و ته نشيني براي جدا كردن مواد شناور و قابل ته نشيني موجود در فاضلاب بهره گرفته مي شود . در تصفيه ثانويه از فرآيندهاي شيميايي و زيست شناختي استفاده مي شود تا قسمت اعظم مواد آلي از فاضلاب جدا شود . در تصفيه نهايي از واحدهاي اضافي عمليات و فرآوري استفاده مي شود . تا ساير آلاينده ها مانند نيتروژن و فسفر ، كه مقدار آنها در تصفيه ثانويه كاهش چشمگيري پيدا نكرده است ، حذف شوند .
روشهاي تصفيه زميني ، كه امروزه بيشتر به "سيستمهاي طبيعي " معروف شده اند ، مجموعه اي از مكانيسم هاي تصفيه فيزيكي ،شيميايي و زيست شناسي را به خدمت گرفته و آب را با كيفيتي مشابه آبي كه از تصفيه نهايي فاضلاب حاصل شود توليد مي كنند.

در طول ۲۰تا ۳۰ سال گذشته تعداد مراكز صنعتي كه فضولات خود را به شبكه هاي فاضلاب شهري تخليه مي كنند افزايش چشمگيري يافته است . با عنايت به اثرات سمي ناشي از حضور اين فضولات ،حتي با غلظت بسيار كم ، در بسياري از جوامع آميختن فاضلاب خانگي با فاضلابهاي صنعتي ، كه به طور كامل يا ناقص تصفيه اوليه شده اند ، مورد ارزيابي مجدد قرارگرفته است . پيش بيني مي شود كه در آينده اين كارخانجات ملزم شوند كه اين فضولات را ، در محل توليد ، تا سطح بالاتري تصفيه كنند تا بي ضرربودن آنها ،قبل از تخليه به شبكه هاي شهري ،تضمين شود . در حال حاضر بر روي اغلب عمليات و فر آيندهاي واحد مورد استفاده در تصفيه فاضلاب تحقيقات وسيع و پيوسته اي ، از ديدگاه كاربرد و اجرا ،صورت مي گيرد . در نتيجه ، تغييرات فراوان در فرآيندها صورت گرفته و فرآيندها و عمليات جديدي ابداع و به كار گرفته شده است : به منظور ارتقا شرايط زيست محيطي آبهاي سطحي و رودخانه ها رو شهاي تصفيه معمول بايد بهبود يابد و سيستمهاي تصفيه و تكنولوژي نوين ديگري به خدمت گرفته شوند . اگر قرار باشد پيشرفت مهمي در تحليل و كاربرد فرآيندهاي موجود و جديد حاصل شود بايد روشهاي پيشرفته تري براي شناسايي مشخصه هاي مورد نظر بكار گرفته شود . گر چه اغلب مواد آلي حاضر در فاضلابهاي انساني را مي شود تصفيه كرد ،ولي فاضلاب صنعتي با بهره گيري از فرآيندهاي معمول حاضر ، قابل تصفيه نيستند و يا فقط كمي تصفيه مي شوند ، به علاوه در بسياري از موارد ، از آثار دراز مدت زيست محيطي حضور اينگونه مواد اطلاعاتي در دسترس نيست و يا اطلاعات موجود ناچيز است . در بعضي از موارد ممكن است براي حفظ اينگونه آلاينده ها ، قبل از تخليه به داخل شبكه جمع آوري ، كنترل بيشتر در منبع توليد ضرورت پيدا كند .

۳ -روشهاي گندزدايي منابع آ ب:

يكي از آلودگيهاي بسيار عمده و خطرناک منابع آب ، آلودگي بيولوژيكي است . آب مي تواند به انواع ميكروارگانيسم ها اعم از انواع باكتريها ،انگلها ، قارچها و ويروسها آلوده شود . آلودگي عمده و شايع آب ، آلودگيهاي باكتريايي شامل كلي فرمها (باكتريهاي روده اي) و انگلي مي باشد كه به طرق مختلف اين باكتريها را از بين مي برند.

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

روشهاي گوناگوني براي گندزدايي منابع آب وجود دارد كه بطو كلي به دو دسته شيميايي و فيزيكي تقسيم مي شوند . از روشهاي رايج شيميايي ، كلر زني و استفاده از گاز ازون ، و از روشهاي رايج فيزيكي ، حرارت ،فيلتراسيون و پرتو دهي را مي توان نام برد.
شرايط يک ضد عفوني كننده ايده آل در جدول شماره ۱ ارائه شده است . همانگونه كه ديده مي شود ، ضد عفوني كننده ايده آل بايد طيف گسترده اي از مشخصه هاي مختلف داشته باشد . گرچه ممكن است چنين تركيبي وجود نداشته باشد ، در ارزيابي مواد ضد عفوني كننده توصيه شده يا پيشنهاد شده بايد شرايط پيشنهادي در جدول ۲ رادر نظر داشت . اين نكته نيز مهم است كه حمل و كاربرد ماده ضد عفوني كننده بي خطر باشد و بتوان غلظت آن را در آبهاي تصفيه شده اندازه گيري كرد . ضدعفوني را اغلب با استفاده از عوامل شيميايي ،عوامل فيزيكي ، ابزارهاي مكانيكي و تابش انجام مي دهند.

جدول ۱- مقايسه زيست محيطي دستگاه فرابنفش با دستگاه كلرزن

شرح	فرابنفش	كلر	ازون
روش ضدعفوني	فيزيكي	شيميايي	شيميايي
زمان عملكرد	۵ ثانيه	۱۲۰۰ ثانيه	۶۰۰ ثانيه
تغييرات در تركيب آب	ندارد	دارد	دارد
مواد شيمايي زائد	ندارد	دارد	ندارد
پيدايش تركيب آلي و اكسيد هاي خطرناک	ندارد	دارد	ندارد
تخريب محيط زيست	ندارد	دارد	ندارد
خطر انفجار و نشت گاز به محيط	ندارد	دارد	ندارد
قدرت كشتن ميكرو ارگانيسم هاي مختلف			
باكتريها	دارد	دارد	دارد
ويروسها	دارد	ندارد	دارد
قارچها	دارد	دارد	دارد

جدول ۲- مقايسه مشخصه هاي ايده ال و واقعي ضد عفوني كننده هاي رايج

مشخصه ها	خواص/پاسخ كلر	سديم هيپوكلريت	كلسيم هيپوكلريد	كلر ديوكسيد	برم كلر	اوزون	پرتو فرابنفش
سميت براي ميكروارگانيسمها	در رفت زياد بايد به شدت سمي باشد	زياد	زياد	زياد	زياد	زياد	زياد
حل شوندگي	بايد در آب يابافت سلولي قابل حل باشد	زياد	زياد	زياد	كم	زياد	بي ربط
پايداري	افت ميكروب كشي در حالت توقف بايد كم باشد	كمي پايدار	نسبتا" پايدار	ناپايدار، بايد در موقع مصرف توليد شود	كمي ناپايدار	ناپايدار، بايد در موقع مصرف توليد شود	بايد در موقع مصرف توليد شود
غير سمي	براي ميكرو	سمي	سمي	سمي	سمي	سمي	سمي

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

براي صورتهاي عالي حيات	ارگانيسمها بايد سمي باشد و براي انسان و ساير حيوانات غير سمي	صورتهاي عالي حيات بسيار سمي					
همگني	محلول آن بايد از نظر تركيب يكنواخت باشد	همگن	همگن	همگن	همگن	همگن	بي ربط
برهم كنش با مواد خارجي	نبايد غير از سلولهاي باكتريها جذب مواد الي ديگر شود	مواد آلي را اكسيد مي كند	اكساينده فعال	اكساينده فعال	زياد	مواد آلي را اكسيد مي كند	مواد آلي را اكسيد مي كند
سميت در داي معمولي محيط	در گستره داماهاي محيط بتواند موثرباشد	زياد	زياد	زياد	زياد	زياد	زياد
نفوذ	بايد قابليت نفوذ ار سطوح را داشته باشد	زياد	زياد	زياد	زياد	زياد	متوسط
غيره خورنده وغير لكه گذار	نبايد فلزات را تغييرشكل دهد و بروي پارچه ايجاد لک كند	بسيار خورنده	خورنده	خورنده	بسيار خورنده	خورنده	بسيار خورنده
توانايي بوبري	بايد در حال ضد عفوني كردن بو را از بين ببرد	زياد	متوسط	متوسط	زياد	متوسط	زياد
دسترسي	بايد در مقادير زياد وبا قيمت معقول در دسترس باشد	ارزان	نسبتا" ارزان	نسبتا" ارزان	نسبتا" ارزان	نسبتا" ارزان	نسبتا" ارزان

۱-۳- گندزدايي به روش كلر
كلر زني اگر چه بسيار رايج است اما نياز به تجهيزات متعدد و جاگير و از همه مهمتر نقل و انتقال و كاربرد گاز خطرناک كلر دارد ايمني كامل در طراحي سيستمهاي ذخيره و نگهداري كلر بايستي رعايت گردد بدليل آنكه گاز كلر بسيار سمي و خورنده است . در كاربرد كلر به عنوان ضد عفوني كننده رعايت موارد زير الزامي است .
- كلريناسيون روزمره بايستي نزديک نقطه كاربرد صورت گيرد .
- ذخيره كلر و تجهيزات كلريناتور بايستي در اتاقهاي جداگانه صورت گيرد.
- تهويه بايستي كف اتاق تعبيه گردد بدليل اينكه گاز كلر سنگينتر از هوا مي باشد .
- ذخيره كلر بايد جدا از تغذيه كننده هاي كلر صورت گيرد .

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

- اتاق كلر يناتور بايد از نظر حرارت كنترل گردد. حداقل دماي ۲۱ درجه سانتي گراد پيشنهاد مي شود .
- از تابش خورشيد بطور مستقيم روي سيلندرهاي گاز كلر جلوگيري به عمل آيد . وهرگز حرارت به طور مستقيم در تماس با سيلندرها نباشد .
كلر گازي است سمي و چنانچه در كاربرد آن رعايت نكات ايمني نشود ممكن است باعث انفجار و مسموميت گردد . به علاوه مانند تمام روشهاي شيميايي ماده اي به آب افزوده شده و طعم آن را تغيير مي دهد و هزاران تركيب خطرناک و بعضا سرطان زا پديد مي آورد . امروزه مشخص شده كه كلر با مواد آلي درون آب تركيب و واكنش نشان داده و با تشكيل تري هالو متانهاي گوناگون (THMS) چيزي حدود ۸۵۰ تركيب كارسينوژن (سرطان زا) پديد مي آورد .
اثرات زيست محيطي ناشي از گاز كلر در منابع آبي بدين صورت است كه مقدار بيشتر از ۱/۵ ميلي گرم در ليتر باعث مرگ و مير آبزيان مخصوصا ماهي مي گردد .
بنابراين استفاده از پرتودهي فرابنفش و گاز ازون بطور روز افزون مورد توجه قرار گرفته وجايگزين كلر مي شوند .

۲-۳- گندزدايي به روش ازون :
- ازون چيست ؟
ازون گازي است تقريبا بي رنگ با بوي ترش با قدرت اكسيداسيون بالا. مولكول ازون پايدار نبوده و در نتيجه نمي توان آن را انبار يا حمل نمود . اين امر باعث مي گردد كه توليد ازون همواره در محل انجام گيرد . لذا مرحله حمل و انبار مواد شيميايي در اين روش حذف مي شود .

بطور كلي دلايل استفاده از گاز ازون به شرح زير است :
- اكسيداسيون جزيي يا كلي مواد محلول در آب .
- ته نشيني مواد محلول .
- لخته سازي مواد آلي .
- ناپايدار ساختن اجسام كلوئيدي .
- ضد عفوني و از بين بردن باكتريها ، انگلها و قارچها و...
بر خلاف كلر و مواد شيميايي ديگر ، اكسيداسيون بوسيله ازون ، هيچگونه مواد سمي يا مضر در آب بجاي نميگذارد و نياز به پالايش مجدد آب ندارد . تجربه نشان داده است كه ازون سريعا اجزاي محلول در محيط را اكسيد مي نمايد و حاصل اين اكسيداسيون تنها اكسيد اجزا و اكسيژن مي باشد لذا براي استفاده در مواردي كه عناصر باقي مانده ديگر ممكن است مشكلات جنبي ديگر بوجود آورند مناسب مي باشد . مولكول ازون پايدار نيست و پس از مدت كوتاهي شكسته مي شود و تبديل به مولكول پايدار اكسيژن مي گردد .

- منابع توليد ازون
گاز ازون بطور طبيعي در زمان رعد و برق يا بوسيله اشعه U.V. Vacuum موجود در نور خورشيد بوجود مي آيد . اما بطور مصنوعي توليد ازون به دو طريق لامپهاي U.V ويا تخليه الكتريكي صورت مي گيرد. توليد ازون در حجم بالا عموما با تخليه الكتريكي برروي دو قطب انجام مي پذيرد كه بنام Silent Electrical Discharge (SED) شناخته شده است . توليد كننده هاي ازون با استفاده از اين روش با بهره برداري از الكترودهايي با ولتاژ بالا كه به فاصله معين از هم قرار گرفته اند كار مي كنند . در دستگاههاي جديد توليد ازون ، اكسيژن در بين اين فاصله جريان مي يابد و با استفاده از تخليه الكتريكي ازون توليد مي شود .

۳-۳- گندزدايي به روش پرتو دهي :
در ميان روشهاي فيزيكي ، پرتو دهي از دير باز مورد توجه بوده است . پرتوهاي مورد استفاده در اين روش به دو دسته پرتو يونيزان (شامل پرتو ايكس ، گاما ، بتا و آلفا) و پرتو فرابنفش تقسيم ميشوند . پرتو يونيزان به دلايل گوناگون از جمله عدم دسترسي عموم به منابع توليد آنها (عمدتا ايزوتوپهاي راديو اكتيو) ، خطر كاربرد آنها توسط عموم مردم در نتيجه نياز به تخصصهاي بالا و همچنين قدرت كم نفوذ برخي از آنها كمتر مورد استفاده قرار مي گيرند . اما كابرد پرتو فرابنفش چيزي نزديک به حدود يک قرن است كه مورد توجه قرارگرفته است گندزدايي بوسيله اين پرتو را ميتوان استفاده از يک روش طبيعي پنداشت چرا كه در طبيعت و در نور خورشيد نيز گندزدايي بطور طبيعي انجام مي شود.

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

منابع تولید پرتو فرابنفش :

۱-۳-۳ - ماهیت فیزیکي پرتوفرابنفش :
پرتوفرابنفش به محدوده اي ازامواج الکترومغناطیس اطلاق مي شود که درناحیه نامرئي طیف نوري درمحدود طول موج ۱۹۰ - ۳۲۸ نانومتر (۱۹۰۰ - ۳۲۸۰ آنگستروم) قرار دارد. در واقع این محدوده از طیف بنفش پرتوهاي مرئي نور شروع مي شود وبه محدوده امواج X ختم مي شود. امواج الکترومغناطیس در هر محدوده اي از طول موج داراي سرعت هاي برابر و معادل سرعت نور میباشند. از آنجایي که این امواج داراي انرژي بوده و خواص دوگانه موج - ذره ازخود نشان مي دهند، میزان انرژي آنها براساس هر دوخواص آنها و به وسیله نظریه کوانتومي محاسبه مي شود. این نظریه این امواج را به مثابه ذراتي از انرژي فرض مي کند که از منبع مولد خود منتشر مي شوند. سرعت نور برطبق رابطه lC = f وابسته به فرکانس (f) وطول موج (l) مي باشد. ازطرفي برطبق نظریه کوانتومي میزان انرژي یک طیف خاص از رابطه E = hf به دست مي آید. با تلفیق این دو رابطه رابطه جدید l/E = hc به دست مي آید که درآن h ثابت پلانک (۶,۶۲ x10-27 erg/sec) مي باشد. این رابطه نشان مي دهد که هرچه طول موج یک طیف کوچکترمي شود انرژي آن بیشتر مي شود. بنابراین پرتوفرابنفش از دسته پرتوهاي پرانرژي بوده و بیشتر خواص و کاربردهاي ان به خاطر همین انرژي زیاد آن مي باشد.
سازوکارعمل پرتو فرابنفش به این ترتیب است که به دلیل نزدیک بودن انرژي این پرتو به انرژي الکترون هاي پیوندي ترکیبات آلي، این پرتو روي این ترکیبات اثرگذاشته و باعث گسستن برخي پیوندها و ایجاد پیوندهاي جدید مي شود. پیوندهاي دوگانه یا سه گانه بین اتمهاي کربن و یا پیوندهاي بین کربن و دیگر اتمها مستعدترین پیوندهاي اسیب پذیر توسط پرتوفرابنفش مي باشند.
جذب پرتو فرابنفش توسط ترکیبات آلي و تشکیل طیفهاي جذبي که براي هر ماده مخصوص به همان ماده است به همین منوال بوده و اساس یکي از روشهاي تجزیه دستگاهي است.

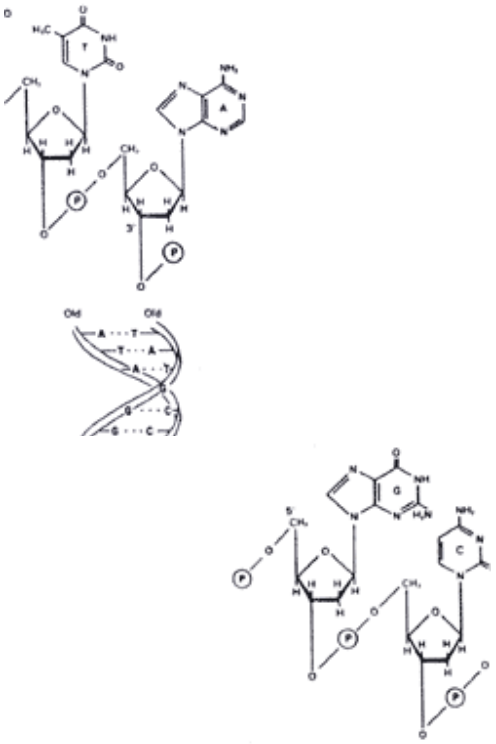
۲ - ۳- ۳ - تولید پرتو فرابنفش :ا
پرتو فرابنفش به طور طبیعي درنور خورشید وجود دارد. در واقع در طبیعت انجام عمل ضدعفوني و کنترل رشد میکروارگانیسم ها به همین طریق انجام میشود. دلیل موثر بودن نور آفتاب در پاکیزگي بهتر لباس هاي شسته شده و همچنین زرد شدن و تغییر رنگ کاغذ و برخي از پارچه هایي که مدام در نور آفتاب قرار دارند وجود همین پرتو در نور خورشید است.
تولید مصنوعي این پرتو با تخلیه الکتریکي در بخار جیوه در لامپهاي مربوطه انجام مي شود. مشخصه فیزیکي تخلیه الکتریکي در بخار جیوه تولید چند طیف مشخص و ناپیوسته است که دو طیف ۱۸۵ و ۲۵٤ نانومتر (به طور دقیق تر ۲۵۳/۷ نانومتر) آن در ناحیه پرتو فرابنفش قرار مي گیرد و بقیه در ناحیه مرئي (شکل ۱). طول موج ۲۵٤ نانومتر بیشترین شدت را نسبت به دیگر طول موج ها داشته و واجد خاصیت میکروب کشي است.

لامپهاي مولد پرتو فرابنفش سه دسته اند :
۱ - لامپهاي کم فشار.
۲ - لامپهاي بافشارمتوسط.
۳ - لامپهاي پرفشار.

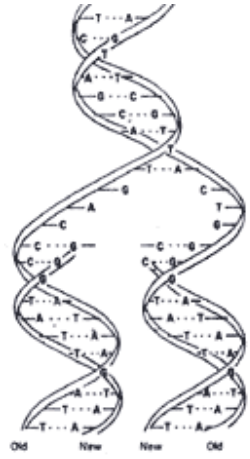
لامپهاي کم فشارخود شامل دو دسته کاتد گرم وکاتد سرد مي باشند. بازدهي این لامپها نسبت به انرژي مصرفي آنها بالامي باشد. حدود۹۵% طول موج تولید شده در ناحیه ۲۵۳/۷ نانومتر قرار دارد. کارآیي این لامپها شدیدا وابسته به ولتاژ ورودي دماي محل استفاده و عمر لامپ و تعداد دفعات خاموش و روشن آنها است که با کنترل هر یک از این عوامل در یک طراحي صحیح مي توان اثرات هر عامل را به حداقل رسانید.
کارآیي لامپهاي با فشار متوسط مستقل از ۳ فاکتور یاد شده است اما بازدهي آنها نسبت به انرژي مصرفي آنها کم مي باشد. در عوض نفوذ پذیري پرتو ساتع شده از آنها به خاطر شدت بالاي آن بیشتر از لامپهاي کم فشار است.
۳ - ۳- ۳- ساز و کار اثر پرتو فرابنفش :
پرتو فرابنفش با اثر بر روي رشته وراثتي (DNA یا RNA) میکروارگانیسم ها سبب غیرفعال

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

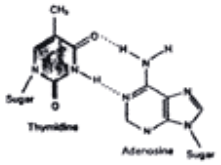
شدن ميكروارگانيسم ها مي شود. رشته هاي وراثتي در تمام موجودات اعم از تک سلولي و پرسلولي از واحدهايي به نام نوكلئوتيد شامل يک باز آلي، يک ملكول قند ۵ كربني و يک دنباله فسفريل تشكيل شده اند. قندها و دنباله فسفريله آنها وظيفه پيوند دادن واحدهاي نوكلئوئيد را به عهده دارند و بازهاي آلي در نگهداري دو رشته وراثتي در كنار يكديگر با استفاده از پيوندهاي هيدروژني نقش دارند. (شكل ۲) بازهاي آلي به كار رفته در نوكلوئيدها در دو دسته بازهاي پورين شامل آدنين و گوانين و بازهاي پيريميدين شامل

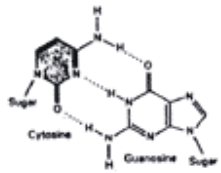


www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران



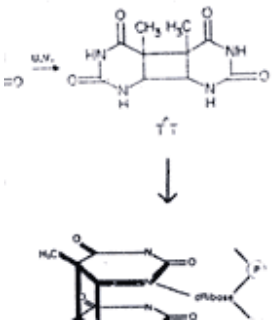
شکل ۲ - شمایی از واحدهای نوکلئوتید و چگونگی پیوند بین ا
(پایین ، سمت چپ) و تشکیل ر



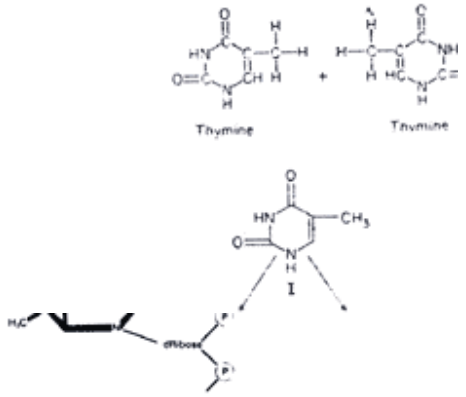


تها برای تشکیل یک رشته وراثتی (بالا) ، چگونگی تشکیل پیوند هیدروژنی
شته مارپیچ وراثتی (پایین سمت راست)

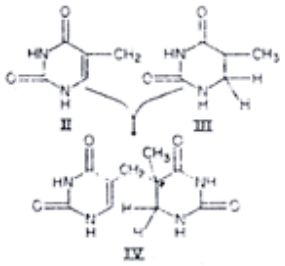
سیتوزین، تیمین، و اوراسیل قرار مي گیرند. تمامي این بازها پرتو فرابنفش را در ناحیه ۲۶۰ نانومتر جذب مي کنند که بسیار نزدیک به پرتو خارج شده از لامپهاي مولد این پرتو میباشد. جذب پرتو فرابنفش توسط بازهاي پیریمیدین بیش از بازهاي پورین است. در نتیجه جذب انرژي پرتو فرابنفش هرجا که در طول رشته وراثتي بازهاي پیریمیدین در مجاورت هم باشند به یکدیگر جوش مي خورند. (شکل ۳) بنابراین دو رشته وراثتي



www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران



شکل ۳ - چگونگی تشکیل دیمرهای سیکلوبوتان تیمین - تیمین (بالا
(پایین =



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

در این مکان ها به هم متصل شده و جدا نمي شوند و به این ترتیب میکروارگانیسم مربوطه قادر به تکثیر نخواهدبود. دیمرهاي سیکلوبوتان تیمین - تیمین وتیمین - اوراسیل در مورد اشکال فعال و غیر اسپورباکتریها و ترکیب ۵ - تیمینیل - ۵ و ٦ - دي هیدروتیمین (TDHT) در مورد اشکال اسپورباکتریها و یا غیراسپور اما در حالت انجماد آنها شناسایي شده است. حساسیت میکروارگانیسم هاي گوناگون به این پرتو به دلیل وجود ساز و کارهاي گوناگون ترمیمي در آنها با یکدیگر متفاوت بوده و از ٦۰۰۰ -٦ وات در ثانیه برمترمربع متغییراست. در واقع در مورد پرتو فرابنفش فاکتور I×T براي سنجش میزان تاثیر پرتو به کار مي رود که معادل فاکتور C×T در مورد روشهاي شیمیایي مي باشد و درآن I شدت پرتو مي باشد.
به طور کلي ساز و کارهاي ترمیمي در دودسته قرار مي گیرند:
۱ . واکنشهاي ترمیم در نور که معمولا به طول موج زیر ۵۱۰ نانومتر نیاز دارند.
۲ . واکنشهاي ترمیم در تاریکي که شامل یک سري عملیات ترمیمي و اصلاحي روي ژنوم میکروارگانیسم ها مي شوند.
جالب توجه است که دیمرهاي TT و UT عموما توسط ساز و کارهاي ترمیمي در نور از بین مي روند اما ترکیب TDHT توسط ساز و کارهاي ترمیم در تاریکي و آنهم به سختي از بین مي رود. اگرچه نقطه ضعف روش پرتودهي فرابنفش تنها همین مسئله مقاومت برخي از گونه هاي میکروارگانیسم ها است، اما با افزایش زمان پرتودهي، شدت آن و یا هر دو (بر اساس فاکتور I×T) عملا هیچ میکروارگانیسمي نمي تواند جان سالم به در ببرد.

٤-۳-۳- عوامل موءثر بر کار آیي پرتو فرابنفش :
آنچه در مورد کاربرد این پرتو مهم است فاکتورهایي است که مي توانند عبور این پرتو را از

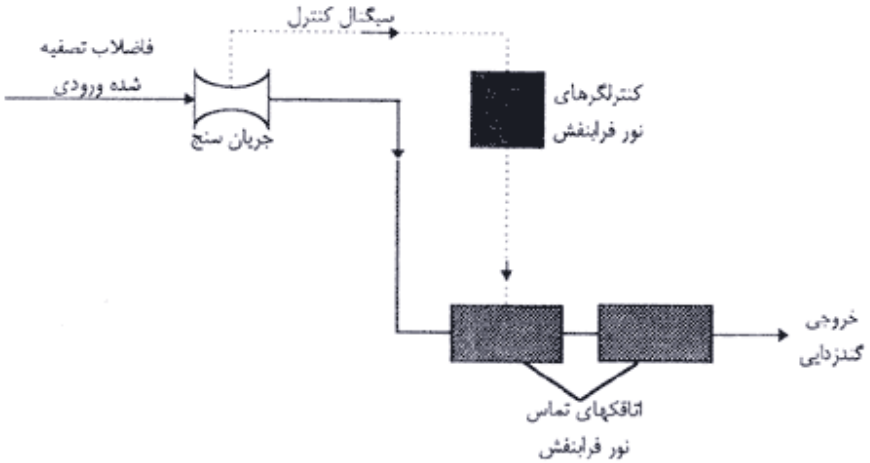
www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

محيط آبي تحت تاثير قرار دهند. ٤ فاكتور عمده عبارتند از:
١ . كدورت آب .
٢ . غلظت تركيبات آلي موجود در آب .
٣ . ميزان آهن موجود در آب .
٤ . غلظت يونهاي نيترات و نيتريت .
هريک از اين فاكتورها به شدت از ميزان عبور اين پرتو مي كاهند. از طرفي تميز بودن لامپهاي مولد پرتو نيز مهم مي باشد. امروزه با نصب بازوهاي متحرک روي دستگاه ضدعفوني با پرتو فرابنفش به خوبي با اين مشكل مقابله مي شود و لامپها يا پوشش كوارتز آنها به طور خودكار يا دستي بدون نيازبه پياده كردن دستگاه پاک مي شوند.

٥-٣-٣- كاربرد پرتو فرابنفش جهت ضد عفوني منابع آب و فاضلاب :

كاربرد پرتو فرابنفش به عنوان يک روش ضدعفوني كننده فيزيكي در تصفيه منابع آب و فاضلاب به طور مستقل و يا به عنوان مكمل ساير روشها از ديرباز مورد توجه بوده است. جديدا به كمک اين پرتو در كنار استفاده از هيدروژن پروكساييد براي از بين بردن تركيبات آلي كلردار نيز استفاده مي كنند

كاربرد اين پرتو در زمينه هاي زير مي باشد:
١ . ضدعفوني آب آشاميدني در پايان مراحل تصفيه به عنوان روش اصلي ضدعفوني و پيش از توزيع به شبكه مصرف. در اين خصوص تنها دوز كمي از كلر، كلردي اكساييد يا كلرامين جهت توزيع آب به شبكه مورد نياز است.
٢ . ضدعفوني آبهاي سطحي و چاه، به ويژه در مزارع و روستاها به شرطي كه كدورت و غلظت تركيبات آلي و ميزان آهن و يونهاي نيتريت و نيترات آن در حد استاندارد معمول باشد.
٣ . ضدعفوني آبي كه در صنايع مختلف از جمله صنايع غذايي، دارويي، الكترونيک و غيره به كارمي رود.
٤ . گندزدايي پسابهاي گوناگون در آخرين مرحله تصفيه فاضلاب. طرح شماتيک كاربرد پرتو فرابنفش براي چنين منظوري در شكل ٤ نشان داده شده است.



شکل ۴ - واحد پرتودهی فرابنفش در انتهای خط تصفیه فاضلاب

٥ - ضدعفوني اوليه آب استخرهاي شنا به منظور كم كردن ميزان كلر به كار برده شده در حد كلر باقي مانده.
فوايد كاربرد پرتو فرابنفش در هر يک از موارد اشاره شده به شرح زير مي باشند:
١ . انجام موثر عمل ضدعفوني.
٢ . سرعت عمل، سرعت ضدعفوني شدن با پرتو فرابنفش از هر روش شيميايي و فيزيكي ديگر كوتاه تر بوده و در حد ثانيه است.
٣ . اقتصادي بودن روش.
٤ . عدم كاربرد مواد شيميايي.

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

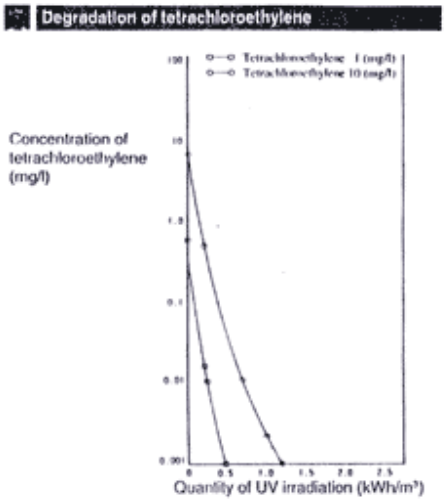
۵ . امن بودن.
٦ - راحتي نصب دستگاه ها نگهداري آسان و بدون نياز به پرسنل متخصص.
۷ . اشغال فضاي كم.
۸ . خودكار بودن كار دستگاه.
۹ . سازگاري با محيط زيست.
مقايسه موارد فوق با روشهاي ديگر به ويژه كلرزني قابل درك است.

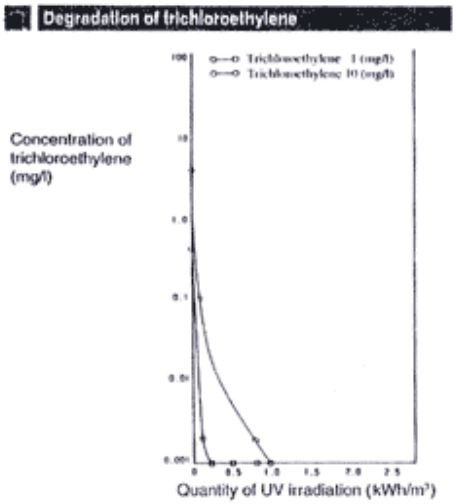
٦ - ۳ - ۳ - از بين بردن تركيبات آلي كلردار:
جديدا مشخص شده است كه چنانچه پرتو فرابنفش در مقاديري بيش از آنچه براي عمل ضدعفوني كردن لازم است (۱۰ - ۲ برابر) به همراه هيدروژن پروكساييد به كار رود، غلظت تركيبات آلي كلر دار مانند تري كلرو اتيلن، تتراكلرواتيلن، دي كلرواتيلن، كلروفرم و غيره را در آب طبق معادلات زير در نهايت به دي اكسيد كربن و اسيد كلريدريک تجزيه كرده و به زير مقادير مجاز و استاندارد مي رساند:

۱. $C_2HCL_3 + 3H_2O_2 \xrightarrow{UV} 2CO2 + 3HCL + 2H2O$

- **$C_2HCL_3 + O_3 + H_2O \xrightarrow{or} 2CO_2 + 3HCL$**

درشكل ۵، ۳ نمودار مربوط به كاهش موثر غلظت سه نوع از تركيبات آلي كلردار به وسيله پرتو فرابنفش نشان داده شده است.





www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

Results of Field Test

(In cooperation with Kumamoto City, Kyushu)

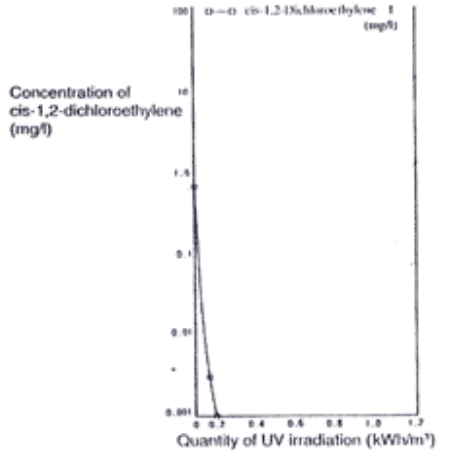
(units: mg/l)

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
	0.3 kWh/m³	Tetrachloroethylene 0.058	0.008
		0.065	0.002
		0.082	0.004
		Trichloroethylene 0.006	< 0.001
	0.8 kWh/m³	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 ترکیبا

Degradation of cis-1,2-dichloroethylene



ت آلي كلردار بر اثر پرتودهي فرابنفش

فواید کاربرد پرتو فرابنفش علاوه بر مواردي كه براي كاربرد آن به عنوان عامل ضدعفوني كننده بيان شد شامل موارد زيرمي باشد:
۱ . اطمينان به ازبين رفتن تركيبات كلردار.
۲ . عدم نيازبه تغييرات اساسي در سيستم اصلي.
۳ . تخريب شيميايي به موازات عمل ضدعفوني.
كاربرد اين روش جديد در ژاپن به طور عملي در شهر كوماموتو در استان كيوشو به اثبات رسيده است.

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران

مراجع References:

١ - مهندسي فاضلاب، جلد اول، شركت مهندسي متكاف وادي (تجديد نظر توسط جورج چوبانوگلوس، فرانكلين ال. بورتن) ترجمه احمد ابريشم چي، عباس افشار، بهشيد جمشيد - ١٣٧٤.
صفحات ١٥ - ٤١١ ، ٨ –٥٩٧

2 - Disinfection , sterilization, and preservation, Block, Seymour stanton, 4 th ed, 1991, pp 33-34, 553-565
3 - Principles and practice of disinfection, Preservation and sterilization; A.D.Russell, W.B. Hugo, G.A.J.Ayliffe, 1982 pp 534 - 547
4 - Osram HNS/UVC Lamps. Technical Information , MKAB/UV, Edition Aug . 1991, pp3 and 6.
5- Water Purification System. UV Fresher, from NEC catalogue No . 061- 2003NN-9507 , NEC Environment Engineering , Ltd

www.irebooks.com
کتابخانه امید ایران