

اوزن چیست؟

اوزن یا اکسیژن ۳ گانه ، مولکول ۳ اتمی است که از سه اتم اکسیژن تشکیل شده است و به عنوان آلتروپ اکسیژن دارای پایداری به مراتب کمتر از مولکول دو اتمی اکسیژن (O_2) می باشد. ریشه نامگذاری این ترکیب واژه ای یونانی بوده و به معنی "بو" و به ویژه " بوی تند " اطلاق می گردد. اوزن امروزه به عنوان یک راهکار شناخته شده در سیستم های ضد عفونی و گند زدایی آب به کار می رود.

تاریخچه:

۱۸۴۰: گاز اوزن توسط پژوهشگر آلمانی "کریستین فردریش شونباین" کشف گردید.
 ۱۹۰۶: برای اولین بار در تأسیسات تصفیه آب در نیس فرانسه استفاده گردید.
 ۱۹۳۷: برای اولین بار در ضد عفونی استخرهای شنا در نیوجرسی آمریکا از اوزن استفاده شد.
 ۱۹۴۰: از اوزن برای ضد عفونی آب استخرهای خانگی در آنابولیس آمریکا استفاده شد.
 ۱۹۸۴: در استخر های المپیک ۱۹۸۴ لوس آنجلس از اوزن برای ضد عفونی آب استخر استفاده شد.
 ۱۹۷۶: آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) مجوز استفاده از اوزن را به عنوان ضد عفونی کننده ضد میکرب صادر کرد.
 ۱۹۸۲: اتحادیه بین المللی تولید کنندگان آب های معدنی و بسته بندی شده (IBWA) استاندارد استفاده از اوزن به عنوان ماده ضد عفونی کننده آبهای بسته بندی شده آشامیدنی را صادر نمود.
 ۱۹۹۹: EPA: مجوز استفاده گسترده از اوزن به عنوان راه حل جامع ضد عفونی آب های زیر زمینی و سطحی را صادر نمود.
 ۲۰۰۱: سازمان ملی غذا و داروی آمریکا استفاده از اوزن به عنوان ماده افزودنی در صنایع غذایی به عنوان راهکار ضد عفونی موثر، اعلام نمود.

تولید اوزن:

روشهای تولید اوزن را می توان در ۳ گروه خلاصه نمود:

۱- روش (C.D) Corona Discharge

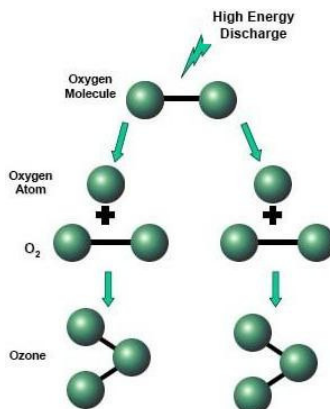
۲- روش (U.V) Ultra Violet

۳- روش Cold plasma

امروزه استفاده از اوزون در جوامع پیشرفته صنعتی به عنوان راهکاری بهینه در ضد عفونی آب ، هوا و سطوح کاملاً پذیرفته شده است.

در هر سه روش فوق پیوند بین دو اتم اکسیژن مولکول اکسیژن دو اتمی با دریافت انرژی از ولتاژ بالا (روش CD) ، تشعشعات ماوراء بنفش (روش U.V) یا تابش پلاسما (روش Cold Plasma) گسسته شده و اتمهای اکسیژن آزاد شده با پیوستن به مولکول O_2 ترکیب ناپایدار O_3 را تولید می نمایند. این پروسه در شکل شماره ۱ نمایش داده شده است.

تصویر شماره ۱- چگونگی تولید اوزن در روش C.D



علاوه بر این روشها می توان به تولید اوزن به صورت تصادفی نیز اشاره نمود که این روش تولید ، حاصل از تولید اوزن به صورت تخلیه ولتاژ در هوای داخل ماشین ها و موتورهای الکتریکی و تشعشعات مغناطیسی خصوصاً در دستگاهایی که با ولتاژ بالا کار می کنند می باشد. به عنوان مثال می توان از دستگاه های کوچک تصفیه هوا به روش تولید یون، پرینترها، دستگاه های فتوکپی ، ماشین های جوشکاری به روش قوس الکتریکی و.. نام برد.

مقایسه روشهای تولید اوزن:

روش cold plasma به علت تحمیل هزینه سنگین تولید تشعشعات پلاسما عموماً نقشی در مولدهای اوزن نداشته و بیشتر در کاربردهای آزمایشگاهی مورد استفاده قرار می گیرد. مقایسه دو روش تولیدی CD و UV در جدول ذیل ارائه گشته است:

روش تولید U.V	روش تولید CD
مزایا - ساده تر بودن سیستم. - کارباولتاژ پائین. - عدم تولید محصولات جانبی بین پروسه تولید	مزایا - حجم و فضای کوچک تجهیزات - قیمت پایین تر از روش U.V - عدم محدودیت در تولید (تا ۵۰ کیلوگرم در روز) - عمر بالای تجهیزات (هر سلول CD دارای طول عمر حداکثر ۱۰ سال می باشد)
معایب غلظت پایین اوزن تولیدی (در برخی موارد یک دهم اوزن تولیدی با CD) - مصرف انرژی بالا - عمر پایین لامپهای U.V	معایب - پیچیده تر بودن سیستم در مقایسه با روش U.V - لزوم استفاده از Dryer در مسیر هوای ورودی به مولد اوزن در صورت فقدان Dryer ، بخار آب موجود در هوای می تواند در مجاورت نیترون هوا باعث تشکیل اسید نیتریک گردد)

در روش CD دمای نقطه شبنم گاز ورودی که می تواند هوای خشک یا اکسیژن خالص باشد باید کمتر از ۶۰- تا ۷۰- باشد. غلظت وزنی اوزن خروجی در صورت استفاده از هوای خشک به عنوان ورودی دستگاه بین ۵/۰ تا ۳ درصد بوده و در صورت استفاده از اکسیژن خالص به دست آمده از مولد اکسیژن، غلظت اوزن خروجی بین ۲ تا ۴ برابر مقدار فوق می باشد.

**استفاده از اوزن سبب ایجاد
هیچ گونه تغییر در طعم ، بو ،
رنگ و PH آب نمی شود.**

کاربردهای اوزن:

ترکیب ناپایدار اوزن به علت قدرت اکسید کنندگی بالا (در حدود ۲/۰۷ ولت) امروزه در صنایع گوناگون کاربرد دارد. دامنه گسترده این کاربرد که از صنایع داروسازی تا پروسه های رنگ بری در کارخانه نساجی و همین طور از فرآیندهای تصفیه آب و فاضلاب تا کارخانجات لاستیک و پلاستیک را شامل می شود نقش و اهمیت این ترکیب را دو چندان کرده است. اما عمده ترین

کاربر اوزن به عنوان ضد عفونی کننده آب، هوا، مواد غذایی، داروها و سطوح می باشد. در این نوشتار به بررسی مکانیزم ضد عفونی آب و فاضلاب با استفاده از اوزن می پردازیم.

مولکول اوزن پس از ورود به آب به سرعت سبب تشکیل رادیکال های آزاد هیدروژن پراکسی (HO_2) و هیدروکسیل (OH) می شود. این ترکیبات در تماس با توده های آلودگی (باکتریه ها، ویروسها، میکروبه ها و...) به علت توان بالای اکسیداسیون و همچنین میل به رسیدن به ترکیب پایدار تر O_2 ، سبب اکسید کردن آلودگی ها می شود. در این پروسه اتم اضافی اکسیژن از O_3 جدا شده و جذب مولکول اکسید شونده می شود. این پروسه در شکل شماره ۲ نمایش داده شده است.

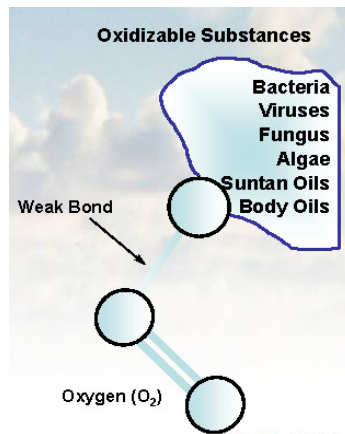
کیفیت ضد عفونی کنندگی اوزن به چهار عامل غلظت اوزن تزریق شده، زمان تماس و دما آب یا فاضلاب و نهایتاً نوع آلاینده ها وابستگی دارد. در شکل شماره ۳ منحنی تغییرات قابلیت حلالیت و واکنش دهی اوزن در آب در مقایسه با تغییرات دما ارائه شده است.

**استفاده از اوزن سبب حذف
هزینه های تهیه، حمل و
نگهداری مواد شیمیایی می شود**

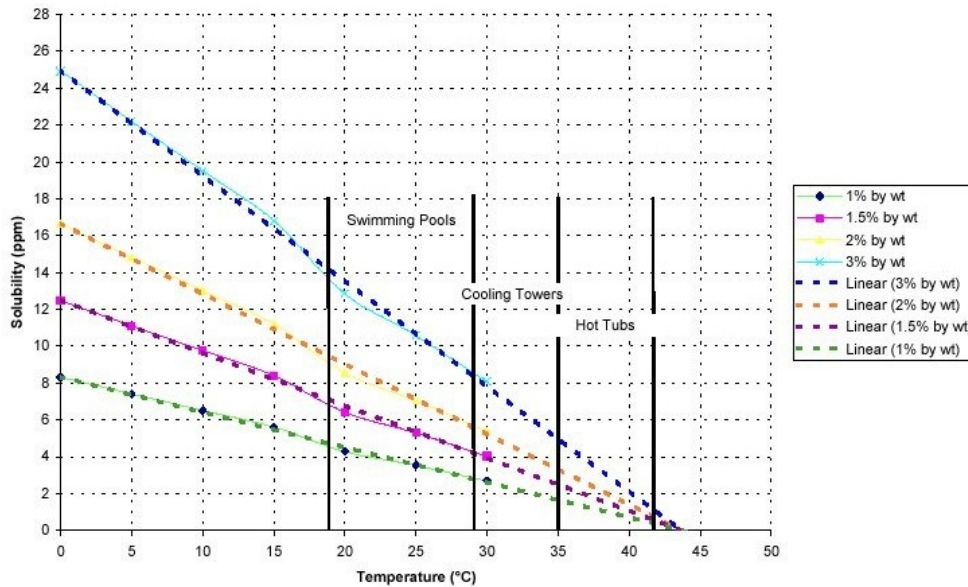
علاوه بر این اوزن قادر است ترکیبات فنولیک و دیگر ترکیبات مولد طعم را در آب از بین ببرد. همچنین اوزن به علت آزاد سازی اکسیژن در آب سبب فلوکولاسیون (flocculation) و منعقد سازی ترکیبات محلول در آب گشته و سبب شفافیت بیشتر و پایین آمدن مقدار کدورت آب می گردد.

یکی از مزیت های مهم اوزن در ضد عفونی آب و فاضلاب، سازگاری آن با موادی نظیر کلر و برم که به صورت سنتی برای ضد عفونی آب استفاده می شود می باشد. در پروسه های ضد عفونی ترکیبی (Hybrid) که به صورت همزمان از کلر و اوزن استفاده می گردد، اوزن با حذف کلر آمین ها، و تبدیل کلرین به یونهای کلراید، سبب کاهش مصرف کلر تا ۸۰ درصد می گردد. در این سیستمها اوزن به عنوان اکسید کننده و ضد عفونی کننده اصلی و ترکیبات هالوژنی (کلر و برم) به عنوان عامل تامین باقیمانده مورد استفاده قرار می گیرند.

شکل شماره ۲: نمایش شماتیک نحوه عملکرد اوزن به عنوان ضد عفونی کننده آب و فاضلاب



شکل شماره ۳: منحنی تغییرات قابلیت حلالیت اوزن در دماهای مختلف



مقایسه ضد عفونی آب با استفاده از کلر و اوزن:

در یک مقایسه کلی و با استفاده از شاخص CT که توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده تدوین شده است و واحد آن میلی گرم دقیقه بر لیتر می باشد، اوزن توانایی نابود سازی باکتریها و ویروسهای درون آب را ۱۵۰۰ برابر موثرتر از ترکیبات کلرآمین و ۶ برابر موثرتر از ترکیبات کلر آزاد دارا می باشد.

در سال ۲۰۰۳ و با افزوده شدن موادی به قانون فدرال آب در آمریکا و کانادا (CWA)، حد مجاز باقیمانده کلر در خروجی تصفیه خانه های فاضلاب به ۱۷ میکروگرم در لیتر محدود گشته است که کنترل مستمر این مقدار بسیار کم، به سادگی ممکن نمی باشد. از این رو استفاده از اوزن در خروجی تصفیه خانه های فاضلاب می تواند علاوه بر پاکسازی بیشتر خروجی تصفیه خانه، استفاده از این آب برای کشاورزی را نیز به سادگی ممکن سازد.

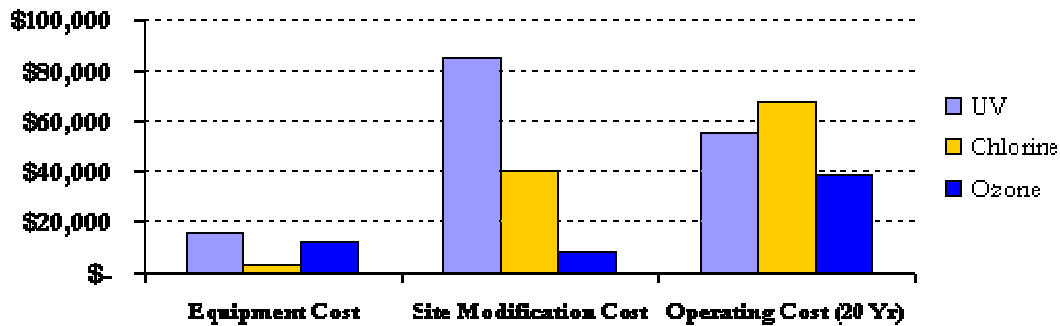
اوزن	کلر	تاثیر در آب
۲/۰۷	۱/۳۶	پتانسیل اکسیداسیون (ولت)
عالی	محدود	ضد عفونی باکتریها
عالی	محدود	ضد عفونی ویروسها
بله	خیر	سازگاری با محیط زیست
عالی	خوب	از بین بردن رنگها
غیر ممکن	ممکن	احتمال سرطانزا بودن
خوب	محدود	اکسیداسیون ترکیبات معدنی
محدود	خیر	فلوکولاسیون (منعقد سازی)
خیلی کم	زیاد	تغییر PH آب بر اثر تزریق
۲۰ دقیقه	۲ تا ۳ ساعت	نیمه عمر موثر در آب
محدود	خطرناک	ایجاد آسیب بر اثر تماس
خطرناک	خطرناک	ایجاد آسیب بر اثر تنفس

زیاد	کم	پسچیدگی فرآیند
زیاد	کم	سرمایه گذاری اولیه
خیلی کم	متوسط	هزینه بهره برداری
بله	خیر	احتیاج به تصفیه و خشک کردن هوای ورودی

بررسی هزینه های سرمایه گذاری:

امروز سیستم تزریق کلر به صورت محلول یا گاز دارای قیمت های چندان زیادی نیستند اما هزینه های راهبری این سیستم ها با توجه لزوم تهیه پودر یا گاز کلر نسبتاً زیاد و قابل توجه می باشد. در مورد مولدهای اوزن عکس این مسئله صادق است. این مولدها دارای قیمت بالا ولی هزینه های نگهداری پایین می باشند. از سوی دیگر اوزن توانایی تولید در محل تزریق را دارا می باشد و به این سبب هزینه های حمل و نقل و نگهداری به حداقل ممکن می رسد. تحلیل مالی احداث یک تصفیه خانه فاضلاب به ظرفیت ۲۰۰۰ مترمکعب در روز با سه سیستم کلر، اوزن و UV در نمودار زیر ارائه گشته است:

Cost Comparison of UV vs. Chlorine vs. Ozone



در مورد دیگر در تصفیه خانه فاضلاب شهر ایندیاناپلیس ایالت ایندیانا آمریکا که در سال ۱۹۸۵ و با ظرفیت یکصد و بیست و پنج میلیون گالن در روز به بهره برداری رسیده است، هزینه تهیه و ساخت مجموعه اوزوناتور ۸ درصد هزینه احداث کل تصفیه خانه و هزینه راهبری سالانه حدود ۲ درصد هزینه راهبری سالانه تصفیه خانه می باشد.