

یکی از اساسی ترین اهداف تصفیه آب گند زدائی یا ضد عفونی نمودن آب جهت مناسب نمودن برای شرب می باشد. تاکنون برای گند زدائی آب روشهای مختلفی ارائه گردیده است که مهمترین آنها کلرزنی ، ازن زنی و استفاده از دی اکسید کلر ، برم ، ید و نیز اشعه UV می باشد.

عمومی ترین روش گند زدائی در جهان کلر زنی می باشد که از دلایل عمده استفاده از آن می توان موثر بودن در غلظت پائین ، ارزان و در دسترس بودن و نیز داشتن باقیمانده در آب پس از عمل گند زدائی را نام برد. با توجه به تشکیل ترکیبات آلی کلرینه و سایر ترکیبات تری هالومتان در اثر گند زدایی با کلر که عوارض نامطلوبی را برای مصرف کنندگان به همراه دارد استفاده از گند زدا های جدید روز به روز ابعاد وسیع تری می یابد.

ازن از جمله ترکیباتی است که با توجه به خواص ویژه خود ، نزدیک به یک قرن است که بعنوان گند زدا در آب آشامیدنی توسط کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفته است . اولین کار برد ازن در سال ۱۸۹۳ در کشور هلند و برای تصفیه خانه ای که از آب رودخانه راین تغذیه می نمود صورت پذیرفت . امروزه بیش از یک هزار تصفیه خانه آب از ازن بعنوان بخشی از تصفیه شیمیائی استفاده می کنند که اغلب آنها در کشورهای غربی بویژه فرانسه ، سوئیس و کانادا فرا دارند . بزرگترین تاسیسات گند زدائی با ازن در مناطق پاریس و مونترال بکار گرفته شده است .

خواص فیزیکی و شیمیائی ازن

ازن یکی از اشکال آلوتروپی اکسیژن بوده و گازی آبی رنگ با بوی تند و ناپایدار می باشد . این ترکیب یک اکسید کننده قوی بوده و بسیار قوی تر از اسید هیپوکلرو (ماده موثر گند زدایی کلر در آب) می باشد. حلالیت ازن در آب ۱۲ مرتبه کمتر از حلالیت کلر بوده و محلول آبی آن نیز ناپایدار می باشد.

با توجه به ناپایداری گاز ازن ، باید در محل مصرف و نیز زمان مصرف تولید شود و نمی توان آنرا مثل کلر ذخیره نمود. با توجه به حوادث زیادی که در خصوص ترکیدن سیستم های ذخیره و نگهداری کلر بوقوع پیوسته است این محدودیت لزوماً جزء معایب استفاده از گاز ازن محسوب نمی شود. لکن عدم امکان ذخیره آن در مواردی موجب توقف یا اشکال در امر استفاده از سیستم گند زدا می گردد.

خصوصیات بیوشیمیائی ازن

نقش ازن در تصفیه آب و پساب بعنوان یک عامل اکسید کننده و یک ترکیب میکروب کش حائز اهمیت بوده و در محیط آبی خصوصیات مشابهی با کلر دارد . از اینرو این دو ماده بعنوان رقیب یکدیگر و در مواردی مکمل یکدیگر مطرح می باشند. ازن دارای دو خاصیت بسیار مهم در ارتباط با محیط اطراف خود می باشد

۱- قدرت گند زدائی بالا

خصوصیات میکروب کشی ازن بیانگر پتانسیل بالای اکسید اسیون آن می باشد. تحقیقات نشان می دهد که گند زدائی توسط ازن حاصل اثر مستقیم آن بر باکتریها و تجزیه دیواره سلولی باکتریها می باشد. که از این نظر با مکانیسم عمل کلر در فرایند گند زدائی متفاوت است. با توجه به قدرت بالای گند زدائی ازن در مقایسه با کلر و سایر گندزداها، زمان کمتری جهت تکمیل فرایند گند زدائی نیاز می باشد. بررسی ها همچنین بیانگر توانائی بیشتر ازن در از بین بردن ویروسها در مقایسه با کلر می باشد.

۲- ازن به عنوان یک اکسید کننده قوی

ازن مصارف زیادی در تصفیه آب آشامیدنی از قبیل کنترل طعم و بو کنترل رنگ و حذف آهن و منگنز علاوه بر گند زدائی دارد. قدرت این اکسید کننده در شفاف سازی منابع آب با کیفیت پائین مانند آبهای بازیافتی مهم می باشد. ازن مواد معدنی را بطور کامل اکسید نموده و موجب ته نشینی و حذف آنها می گردد. اهمیت عمده ازن در قابلیت شکستن ترکیبات آلی همراه با آهن و منگنز می باشد.

ازن در برطرف نمودن ترکیبات آلی مولد رنگ، قوی و موثر نشان می دهد بطوریکه بعنوان یک عامل جلا دهنده خوب برای فاضلاب و حذف کننده رنگ در آب شرب کاربردهای فراوانی یافته است. ازن همچنین قادر است ترکیبات فنولیک و دیگر ترکیبات مولد طعم را در آب شرب از بین ببرد. تحقیقات نشان داده است که ازن می تواند آفت کشتهای مالاتیون و پاراتیون را که ترکیباتی سرطان زا و خطرناک هستند به اسید فسفریک (بی خطر) تبدیل نماید. اخیراً در خصوص استفاده از ازن به منظور کنترل و حذف کدورت و مواد آلی در مقررات EPA رهنمود هایی ارائه گردیده است.

کنترل کدورت

در یک تصفیه خانه متعارف که از آب سطحی بعنوان ورودی استفاده می نماید اولین مرحله تصفیه حذف کدورت می باشد که براساس کیفیت آب خام ورودی باید تعیین نمود که مقدار پیش ازن زنی با مقادیر کم مناسب است یا خیر؟ برای آبهای با کدورت زیاد مصرف مقدار کمی ازن باعث کاهش کدورت می شود در حالیکه مصرف مقدار زیاد ازن باعث افزایش کدورت می گردد.

اگر پیش ازن زنی در مقادیر کم صورت پذیرد نیاز به دو مرحله ازن زنی در سیستم متداول تصفیه آب می باشد در ازن زنی با مقادیر کم همواره اولین مرحله مربوط به کنترل کدورت و حذف آهن و منگنز می باشد. در مرحله دوم ازن زنی، مواد آلی مولد طعم و بو و رنگ و DOC با استفاده از مقادیر بیشتر ازن و تماس زیاد اکسید می شوند.

اگر پیش ازن زنی برای آبهای با کدورت کم در نظر گرفته شود اغلب مقادیر کم ازن کفایت می نماید و در نتیجه تمام مراحل اکسید اسیون به منظور انجام گند زدائی اولیه در یک نقطه صورت می پذیرد. در این گونه موارد معمولاً از فیلتراسیون مستقیم جهت عملیات صاف سازی استفاده می شود و ازن از طریق ناپایدار کردن ذرات معلق و خنثی سازی بار ذرات کلوئیدی موجبات حذف کدورت را فراهم می نماید. این امر موجب انجام مناسب تر فرایند انعقاد و صرفه جوئی در مصرف مواد شیمیائی مورد نیاز می گردد به گونه ای که صرفه جویی حاصل از مصرف مواد با افزایش هزینه های مربوط به نصب سیستم ازن زنی مطابقت می نماید.

محصولات جانبی حاصل از گند زدائی با ازن

در غیاب یون برمید در آب ، محصولات جانبی حاصل از ازن زنی شامل اسید هایی با وزن ملکولی کم و غیرها لوژن دار ، آلدئید ها، کتون ها و الکل ها می باشند که این ترکیبات اغلب توسط میکرو ارگانسیم های موجود در آب قابل تجزیه بیولوژیکی می باشند و معمولاً برای مصرف کنندگان بی خطر هستند . بطور معمول در آبهای سطحی مقدار کمی یون برمید یافت می شود که در اثر ازن زنی به یون برمات (BrO_3^-) و محصولات جانبی دیگر تبدیل می شود . این محصول همانند محصولات حاصل از کلر زنی خطراتی جدی برای سلامتی ایجاد می نماید.

پیش ازن زنی باعث تغییر شکل مواد آلی موجود در آب خام می گردد ازن ، مواد آلی دارای زنجیره طولانی و با تعداد ملکول زیاد را به مواد غیر قابل تجزیه بیولوژیکی و نیز برخی ترکیبات کوچکتر قابل تجزیه تبدیل می نماید. این امر بطور همزمان موجب افزایش اکسیژن محلول آب می گردد و شرایط برای رشد باکتریهای هوازی مهیا می شود. در صورت استفاده از فیلترهای کرین فعال گرانولی (GAC) در بخش فیلتر اسیون ، مواد آلی بر روی منافذ و سطح کرین فعال گرانولی جذب می شوند و لذا فیلتر بعنوان منبع تغذیه و رشد باکتریهای ایفای نقش می نماید . در این صورت آبی که از چنین فیلتر هایی عبور می نماید مواد آلی را در سطح فیلتر باقی گذاشته و از رشد باکتریها در آب پس از فیلتر جلوگیری بعمل می آورد.

تجربیات تعدادی از کشورها در استفاده از ازن

۱- کشور آمریکا

در سال ۱۹۴۰ نخستین واحد ازن زنی به منظور از بین بردن طعم و بوی حاصل از مواد فنلی در آمریکا تاسیس گردید . البته همواره از کلر زنی نیز بصورت توأمان استفاده می گردید تا در سیستم توزیع مقدار باقیمانده پایدار از گندزداها وجود داشته باشد. تحقیقات نشان داده که استفاده از ازن قبل از کلر زنی باعث کاهش تولید تری هالومتانها در حد کمتر از ۱ میکروگرم در لیتر می باشد. با توجه به بالاتر بودن کیفیت آب منابع در دسترس در آمریکا نسبت به منابع آبی اغلب کشورهای غربی ، استفاده از ازن در ایالات متحده کمتر مورد توجه قرار گرفته است لکن با افزایش آلودگی

آبهای سطحی وزیر زمینی در دهه ۹۰ قوانین جدیدی در راستای بهبود کیفیت آب وضع شده که از جمله آنها رویکرد بیشتر به استفاده از ازن در جهت افزایش کیفیت و قابلیت اعتماد به آب شرب مصرفی می باشد. از این رو تعداد تصفیه خانه های دارای تاسیسات ازن زنی در این کشور بین سالهای ۹۰ تا ۹۴ از ۲۰ به ۶۰ عدد افزایش یافته است.

۲- کشور کانادا

اولین تاسیسات ازن زنی در کانادا در سال ۱۹۵۶ نصب و راه اندازی شد. در این کشور از ازن بعنوان گندازدا و نیز حذف کننده طعم و بو و کنترل کدورت استفاده گردیده است هرچند جهت حفظ مقادیر باقیمانده گندزدا در شبکه سیستم کلر زنی نیز بصورت همزمان بکار گرفته شده است. عمده کاربرد ازن در کانادا در حذف مشکلات طعم و بوهای فصلی جهت کمک به امر گند زدایی بوده است.

۳- کشور فرانسه

در سال ۱۹۹۲ حدود ۷۰۰ تصفیه خانه در فرانسه با استفاده از سیستم ازن زنی مشغول بکار بوده اند که آب تمامی این تصفیه خانه ها از آبهای سطحی تامین می شده است. هدف اصلی برای استفاده از ازن کنترل طعم بو، تخریب فنل، حذف مواد آلی و غیر فعال سازی ویروسها و از بین بردن باکتریها می باشد. در تعدادی از تصفیه خانه ها از ازن برای حذف رنگ و آهن و منگنز استفاده می شود و در اکثر تصفیه خانه ها گزارش شده که ازن باعث افزایش راندمان حذف کدورت گردیده است.

۴- کشور سوئیس

در سوئیس ۱۵۰ تصفیه خانه بزرگ و کوچک از ازن زنی برای از بین بردن باکتریها و ویروسها، حذف طعم و بو و مواد آلی استفاده می نمایند.

۵- کشور استرالیا

در استرالیا نیز تعداد ۴۲ تصفیه خانه با سیستم ازن زنی فعالیت دارند که تعدادی بعنوان گند زدای مکمل کلر و تعدادی نیز بعنوان حذف کننده رنگ و مواد آلی بکار گرفته شده اند.

هزینه ها

هزینه های مربوط به خرید و نصب تاسیسات ازن زنی با توجه به میزان ازن مورد نیاز و دبی تصفیه خانه متفاوت است ولی بطور متوسط هزینه ای بالغ بر ۵۰۰ تا ۶۰۰ هزار دلار برای آن پیش بینی می گردد. انرژی متوسط مورد نیاز جهت تولید هر کیلو گرم ازن، ۱۵ تا ۲۰ کیلو وات ساعت خواهد بود. این در حالیست که برای انجام مناسب گند زدائی با ازن، دوز تعیین شده ۱-۱/۵mg/lit می باشد. تاسیسات تولید ازن حدود ۶۸ در

صد از الکتریسته مورد نیاز فیلتر اسیون تصفیه خانه را مصرف می نماید. تخمین زده می شود که در صورت تزریق ۱mg/lit ازن، به ازای هر یک هزار متر مکعب آب تصفیه شده یک دلار صرف گردد.

مزایا و معایب استفاده از پیش ازن زنی در مقایسه با کلر :

۱- مزایا

- ۱-۱- کاهش مقادیر رنگ، طعم و بو به میزان قابل توجه
- ۱-۲- افزایش راندامان فیلتر اسیون (حدود ۵۰ درصد)
- ۱-۳- افزایش راندامان گند زدائی
- ۱-۴- کاهش زمان مورد نیاز برای تشکیل فلوک و لخته سازی
- ۱-۵- کاهش مواد شیمیائی مورد نیاز برای فرایند انعقاد
- ۱-۶- کاهش ترکیبات تری هالومتان به میزان قابل توجه و نیز دیگر ترکیبات آلی کلر دار
- ۱-۷- کاهش لجن حاصل از بک واش فیلتر

۲- معایب

- ۲-۱- هزینه نصب و راه اندازی بالا
- ۲-۲- ناپایداری و عدم ایجاد باقیمانده در آب
- ۲-۳- ایجاد ترکیبات جانبی مضر (این ترکیبات نسبت به ترکیبات جانبی کلر از حجم و عوارض کمتری برخوردار است)
- ۲-۴- عدم امکان ذخیره سازی جهت موارد اضطراری

نتیجه گیری

به سختی می توان تمام کاربردهای ازن در آب آشامیدنی را در این مبحث کوتاه ارائه نمود. مهمترین موضوعی که لازم است بخاطر داشته باشیم اینست که با بکار گیری ازن در تصفیه آب آشامیدنی می توان بسیاری از مشکلاتی که توسط دیگر گند زدها و اکسید کننده ها قابل رفع نیستند را برطرف نمود که از جمله می توان از اکسید اسیون آلاینده های میکرو، تثبیت بیولوژیکی آب و ضد عفونی نام برد.

درست مثل هر اکسید کننده دیگر، با بکار گیری ازن در تصفیه آب نیز فراورده های جانبی حاصل می شود که برخی از آنها از نقطه نظر بهداشتی قابل توجه هستند. افزایش دانش و تجربیات محققین در ۲۵ سال گذشته در خصوص کاربرد ازن منجر به کاهش مخاطرات و نگرانیها مربوط به استفاده از آن به کمترین حد ممکن گردیده است.

منابع

- ۱- ضد عفونی کننده ها در تصفیه آب وفاضلاب - ترجمه حسین علیدادی - انتشارات تصفیه خانه آب اصفهان - سال ۱۳۷۹
- ۲- واحد های عملیاتی و فرایند در مهندسی محیط زیست - نوشته تام دی رنلرزوپل ای ریچاردز ترجمه ایوب ترکیان و سعید مردان - انتشارات شرکت شهرکهای صنعتی تهران - سال ۱۳۸۱
- ۳- ازن و تصفیه نوشته g.p. Duget انتشارات تصفیه خانه آب اصفهان - سال ۱۳۸۱