

## ازن چیست؟

ازن مولکولی با ۳ اتم اکسیژن، گازی آبی رنگ با بوی زننده است که به دلیل دارا بودن خاصیت اکسیدکنندگی قوی به صورت یک ضدعفونی کننده در فرایند تصفیه آب و فاضلاب در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. خاصیت گندزدایی و ضدعفونی کنندگی ازن بسیار بیشتر از کلر، دی اکسید کلر، کلروآمین ها و سایر ضدعفونی کننده ها می باشد که به همین دلیل از بین برنده ی بسیاری از باکتری ها، ویروس ها، تخم ها و کیست های انگلی می باشد که بسته به نوع صنعت و ترکیبات فاضلاب، کاربردهای مختلفی می یابد. ازن کمک می کند تا مواد مضر، رنگ، بو و میکروارگانیسم ها مستقیماً و بدون ایجاد محصولات جانبی مضر یا مواد باقی مانده از بین روند. عدم توانایی کلر در حذف کامل آلودگی های میکروبی، تغییر در کیفیت آب و اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از استفاده از کلر، سبب گردید تا استفاده از گاز ازن بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

### مزایای استفاده از ازن در تصفیه فاضلاب

استفاده از ازن به دلیل مزیت های بسیاری که نسبت به سایر روش های گندزدایی همچون کلر زنی دارد به سرعت در حال افزایش است. تعدادی از مزیت های استفاده از این روش عبارتند از:

هزینه جاری بسیار پایین

عدم نیاز به ماده مصرفی

قدرت گندزدایی بسیار بالا و اکسیدکنندگی قوی ( قوی ترین اکسید کننده موجود در جهان )

اثرگذاری بالاتر در از بین بردن ویروس ها و باکتری ها

زمان اثرگذاری کوتاه تر

عدم تولید آلودگی جانبی

تولید در محل، مشکلات کمتر در حمل، بارگیری، تخلیه، نیاز به فضای کم، و...

عدم نیاز به روش های حذف دیگر در فرایند تصفیه و حذف میکروارگانیسم های آلاینده

## کاربردهای ازن در فرایندهای تصفیه فاضلاب صنعتی

استفاده از ازن و دستگاه ازن ژنراتور که تولید کننده‌ی ازن است در فرایندهای تصفیه فاضلاب بخصوص زمانی که سطح آلودگی بالاست و نیاز به سطح بالایی از گندزدایی است به سرعت در حال افزایش است. کاربرد اصلی استفاده از ازن در فرایندهای تصفیه آب، فاضلاب و هوا می باشد که بر این اساس در صنایع زیر کاربردهای فراوانی یافته است:

تصفیه خانه های آب و فاضلاب (تصفیه آب آشامیدنی)

استخرها، آکواریوم ها، استخر های پرورش آبزیان

دامداری ها و کشتارگاه ها

صنایع غذایی (پاک کنندگی و شستشوی تجهیزات و دستگاه ها، ضد عفونی سبزیجات و میوه جات، انبارهای مرکبات، میوه جات، غلات و دانه های خوراکی)

صنایع کشاورزی (از بین برنده انگل خاک، استفاده به عنوان علف کش در کشاورزی)

صنایع بیمارستانی (ضد عفونی وسایل بیمارستانی)

صنایع نساجی

صنایع رنگ سازی

برج های خنک کننده و چیلرها

ضد عفونی و گندزدایی آب استخرهای شنا از دیرباز یکی از دغدغه‌های اصلی صاحبان این اماکن ورزشی و درمانی بوده است. امروزه، از گاز کلر برای تصفیه آب این اماکن در کشور ما استفاده می شود که علی رغم گندزدایی نسبتاً کامل آن، برخی آثار سوء بر اجزای سیستم و نیز بر سلامتی شناگران بر جای می گذارد؛ آثاری نظیر سوزش چشم و بینی شناگران (به واسطه تولید دی کلروآمین)، حساسیت‌های پوستی و گاه گوارشی، پوسیدگی تاسیسات، و تولید آمونیاک و تری هالومتان‌ها در استفاده از کلر. در این مطالعه، با توجه به توسعه روزافزون استفاده از گاز ازن برای تصفیه منابع آب شرب و فاضلاب‌های شهری و صنعتی، به منظور رفع

مشکلات فوق و نیز به دلیل مزایای مختلف استفاده از گاز ازن از قبیل تجزیه ازن بعد از تاثیرگذاری بر آب و تبدیل آن به گاز اکسیژن و قدرت اکسیدکنندگی بالای ازن برای تصفیه آب

### استفاده از ازن در صنایع میکروالکترونیک

اخیرا صنعت میکروالکترونیک در استفاده از ازن برای تمیز کردن نیمه هادی ها به جای استفاده رایج از ترکیبات  $H_2SO_4$  سرمایه گذاری کرده است. استفاده از ازن یک روش دوستدار طبیعت است و میتواند باعث کاهش هزینه ها شود. برای بهینه کردن این روش شستشو، دانستن رفتار ازن در آب فوق خالص ضروری میباشد. تجزیه و انحلال ازن در آب فوق خالص تابع دما و pH و افزودنی های مختلف میباشد.

### استفاده از ازن در مکان های آبی مانند استخر

استفاده از ازن در استخرها از تشکیل محصولات جانبی ناشی از وجود کلر مانند تری هالو متان ها جلوگیری میکند که این امر باعث کاهش مشکلات تنفسی و مشکلاتی مانند قرمزی چشم میشود هم چنین استفاده از ازن باعث میشود میزان نیاز به جایگزین کردن آب کمتر شود بنابراین تاثیر زیادی بر هزینه های ناشی از گرم کردن آب میگذارد.

### استفاده از ازن در برج های خنک کننده

آب برج های خنک کننده به تصفیه نیاز دارد و دو فاکتور مهم و اساسی در آنها باید کنترل شود:

خوردگی و رسوب گذاری در واحد های تبادل حرارت و لوله ها

رشد میکروبی (باکتری و میکروارگانیسم ها)

این فاکتورها جدا از هم نیستند برای مثال کاهش pH باعث جلوگیری از رسوب گذاری میشود اما از طرفی خوردگی فلزات را افزایش میدهد. با استفاده از ازن تمامی این فاکتورها بدون اضافه کردن مواد شیمیایی دیگری قابل کنترل میشود.

## استفاده از ازن در صنایع غذایی

از آنجایی که ازن یک گندزدای قوی و بی خطر است میتواند برای کنترل رشد بیولوژیکی میکروارگانیسم ها در محصولات و تجهیزات مورد استفاده در صنایع غذایی استفاده گردد. ازن در هوا برای کنترل باکتری ها و آلودگی های موجود در اتمسفر و در فضایی که عمل آوری محصولات غذایی انجام میشود، استفاده میگردد. از دیگر سو ازن به صورت محلول در آب برای شستشوی مواد غذایی و زدودن آلودگی های موجود در سطح این مواد استفاده میشود. در بعضی از مواقع ازن گازی با غلظت بسیار کم و به صورت مستقیم برای استریلیزه کردن ماده ی غذایی به آن زده میشود. هم چنین آب ازن زده شده میتواند برای شستشوی تجهیزات، سطوح و دیوار های اتاق فرآوری مواد غذایی استفاده شود.

### کاربردهای ازن در صنایع غذایی:

در شستشوی میوه جات و سبزیجات

در تولید و عمل آوری گوشت قرمز و گوشت ماکیان

در صنایع غذاهای دریایی و آبی پروری

در ذخیره ی مواد غذایی

در مدیریت آفات

در آبیاری

در کنترل کیفیت هوای محیط

در صنایع تولید نوشیدنی ها

### استفاده از ازن در تولید آب در بطری (Bottled water)

امروزه ازن نقش مهمی در پروسه تصفیه آب در تولید آب در بطری را ایفا میکند. آب های معدنی و یا آب چشمه ها در پروسه تبدیل به آب در بطری میتوانند از ازن به عنوان ضد عفونی کننده برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسم های مضر استفاده کنند. ازن تمام پاتوژن هایی که در آب به وجود می آیند را از بین میبرد و هم چنین میتواند برای حذف ذرات مولد طعم و بو نیز استفاده گردد.

## پارامترهای موثر در ازن زنی

همانطور که پیشتر هم گفته شد پارامترهای مربوط به کیفیت آب نقش مهمی در ازن زنی دارند به عنوان مثال برای pH های مختلف، دزهای مختلف ازن نیاز است همچنین افزایش کدورت، مواد آلی، رنگ و مواد غیر آلی مانند آهن و منگنز مقدار نیاز به ازن را افزایش میدهند. خاصیت گندزدایی و اکسیداسیون به دما ارتباطی ندارد اما افزایش دما باعث کاهش حلالیت ازن در آب میشود. میزان تاثیر ماده ی گندزدا به میزان حساسیت و آمادگی میکروارگانیسم های هدف، زمان تماس و غلظت ازن بستگی دارد در واقع میزان غلظت ازن تولید شده (C) و زمان تماس (T)، CT را که مشخصه ی مهمی برای نشان دادن توانایی ازن جهت ضد عفونی و غیر فعال کردن میکروب هاست را نشان میدهد.

## انحلال ازن در آب

مطالعات پایه ای شیمی نشان داده زمانی که ازن وارد آب میشود واکنش های متوالی رخ میدهد و به صورت خود به خود و طبق مکانیسم های پیچیده درون آب تجزیه میگردد که حاصل آن تولید رادیکال هیدروکسیل (OH $\cdot$ ) است. رادیکال هیدروکسیل نیم عمر بسیار کوتاه و در حد میلیونیم ثانیه دارد اما ظرفیت اکسیداسیون آن بسیار بالا و از خود ازن بیشتر است بنابراین اکسیداسیون با مولکول ازن در مقایسه با اکسیداسیون با رادیکال هیدروکسیل بسیار آرامتر صورت میگیرد.

همانطور که در شکل زیرهم نشان داده شده است ازن میتواند به دو صورت زیر با ترکیبات واکنش دهد:

۱- اکسیداسیون مستقیم ترکیبات توسط مولکول ازن

۲- اکسیداسیون ترکیبات با رادیکال آزاد هیدروکسیل که از تجزیه ازن

اکسیداسیون مستقیم ترکیبات به آرامی صورت میگیرد اما غلظت ازن نسبتا بالاست و به عبارت دیگر واکنش رادیکال هیدروکسیل با ترکیبات سریع رخ میدهد اما غلظت هیدروکسیل تحت شرایط نرمال ازن زنی بسیار کم است. در شرایط اسیدی اکسیداسیون مستقیم با ازن مولکولی اهمیت دارد و در شرایطی که رادیکال هیدروکسیل تولید میشود مانند pH بالا، یا قرار گرفتن در معرض اشعه UV و یا افزایش هیدروژن پراکسید، اکسیداسیون توسط رادیکال هیدروکسیل غالب میشود.