

# ProMinent



## Chlorine Dioxide with Bello Zon® Technology

A presentation by  
Mahar Fan Abzar Co.

ProMinent Dosiertechnik GmbH  
[www.prominent.com](http://www.prominent.com)

Mahar Fan Abzar Co.

# ProMinent® Systems



**Ozon plants**



**RO systems**



**Chlorine dioxide plants**



**Polyelectrolyte preparation systems**



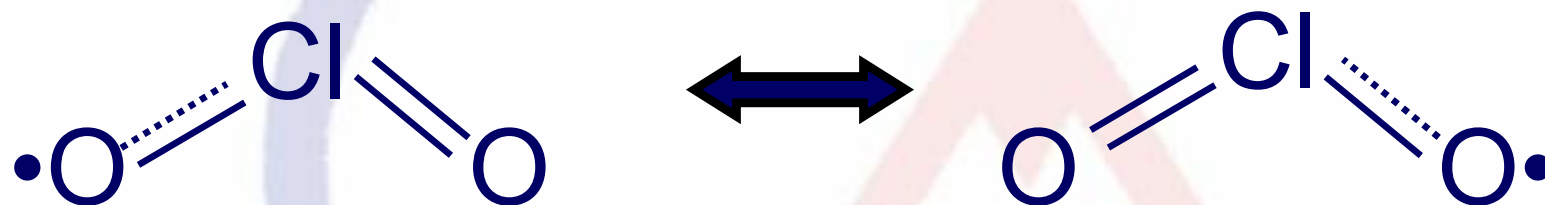
**UV systems**

# تاریخچه دی اکسید کلر

دی اکسید کلر یک گندزدای عمومی و متداول برای بسیاری از کاربردها در صنایع مختلف

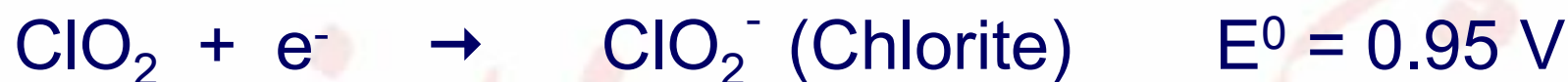
- ۱۸۱۱، کشف توسط **Sir Humphrey Davy**
  - از ۱۹۲۱ استفاده در صنایع کاغذسازی برای سفید کردن
  - از ۱۹۴۴ استفاده به عنوان گندزدا در تصفیه آب آشامیدنی
  - ۱۹۷۶ اولین تولید کننده دی اکسید کلر **Bello Zon®** در صنایع غذایی و نوشابه سازی
- امروزه بیش از ۹۰٪ مهمترین نوشابه سازی های آلمان از دی اکسید کلر استفاده می کنند

## خواص فیزیکی و شیمیایی



الکترون جفت نشده به صورت یک رادیکال آزاد در نظر گرفته می شود:

واکنش پذیری زیاد برای اکسیداسیون و گندزدایی



غیرقابل ذخیره سازی یا فشرده کردن، باید به صورت تازه تولید شود

محلول آبی آن برای چند روز پایدار است

# خواص فیزیکی و شیمیایی

- رنگ: گاز زرد- سبز
- دمای ذوب:  $-59^{\circ}\text{C}$
- دمای جوش:  $11^{\circ}\text{C}$
- قابل حل در آب به صورت فیزیکی
- ناپایدار، تجزیه در اثر حرارت، تحت فشار و توسط نور UV
- $2 \text{ClO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{O}_2$
- حداقل غلظت کاری:  $0.3 \text{ mg/m}^3$

# خواص فیزیکی و شیمیایی

- غیر قابل ذخیره سازی
- عدم امکان ذخیره سازی در مخازن روباز به دلیل امکان ایجاد آلودگی در محیط
- در محلول های ذخیره شده در میان مدت، مقدار زیاد تبخیر صورت می گیرد

■ پایداری: چندین روز  
شرایط:

- محلول خالص
- تاریکی
- $t < 25^{\circ}\text{C}$
- $\text{pH} < 7$



## واکنش با مواد معدنی

■ آهن و منگنز رسوب می کنند و باید فیلتر شوند

**۱ mg آهن، ۱/۲ mg  $\text{ClO}_2$  مصرف می کند:**



**۱ mg منگنز، ۲/۵ mg  $\text{ClO}_2$  مصرف می کند:**



■ نیتريت به نترات و سولفيد به سولفات اكسيد می شود

**۱ mg نترات، ۲/۹ mg  $\text{ClO}_2$  مصرف می کند:**



**۱ mg سولفيد، ۲/۱ mg  $\text{ClO}_2$  مصرف می کند:**



# واکنش با مواد آلی

- اکسیداسیون ترکیبات بودار سبک، مانند پیرازینن (Pyrazines) و فنل‌ها
- دی‌اکسید کلر، کلرینه نمی‌کند
- تشکیل بسیار محدود تری‌هالومتان‌ها (THM's)
- عدم تشکیل کلروفنل‌ها
- عدم تشکیل هالیدهای آلی قابل جذب  
(Absorbable Organic halides, AOX)
- عدم واکنش با آمونیم



# مکانیزم‌های غیرفعال‌سازی میکروب‌ها



واکنش با بیومولکول‌ها:

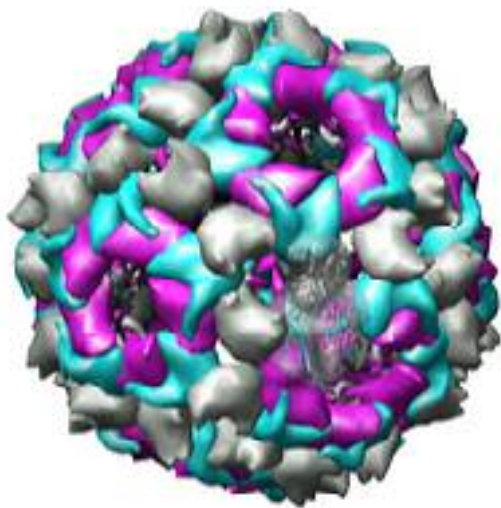
- واکنش با آمینواسیدهای سیستین، تریپتوفان و تیروسین

- عدم واکنش با اسید ریبونوکلئیک (RNA) (Noss et al., 1983; Olivier et al., 1985).

از این پژوهش نتیجه‌گیری شد که دی‌اکسید کلر ویروس‌ها را با تغییر دادن پروتئین‌های capsid ویروسی، غیرفعال می‌کند.

- عدم واکنش با اسیدهای چرب آزاد (Ghandbari et al., 1983).

# مکانیزم‌های غیرفعال‌سازی میکروب‌ها



صدمه فیزیکی شدید به سل‌های باکتری یا capsids ویروسی در غلظت‌های کم دی‌اکسید کلر که معمولاً برای گندزدایی آب استفاده می‌شود، مشاهده نشده است. بنابراین مطالعات بر روی دو مکانیزم اصلی که باعث غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها می‌گردد، متمرکز شده است: تعیین واکنش‌های شیمیایی خاص بین دی‌اکسید کلر و بیومولکول‌ها؛ و مشاهده اثر دی‌اکسید کلر روی فعالیت‌های فیزیولوژیکی.

## اثرات فیزیولوژیکی:

■ دی‌اکسید کلر نفوذپذیری ممبران خارجی را مختل می‌کند (Aieta and Berg, 1986). نتایج پژوهش Olivieri et al. (1985) و Ghandbari et al. (1983) حاکی از اینکه دی‌اکسید کلر لیپیدها و پروتئین‌های ممبران خارجی را به اندازه کافی تغییر می‌دهد که نفوذپذیری آن را افزایش دهد.

## کاهش باکتری‌ها با دی‌اکسید کلر

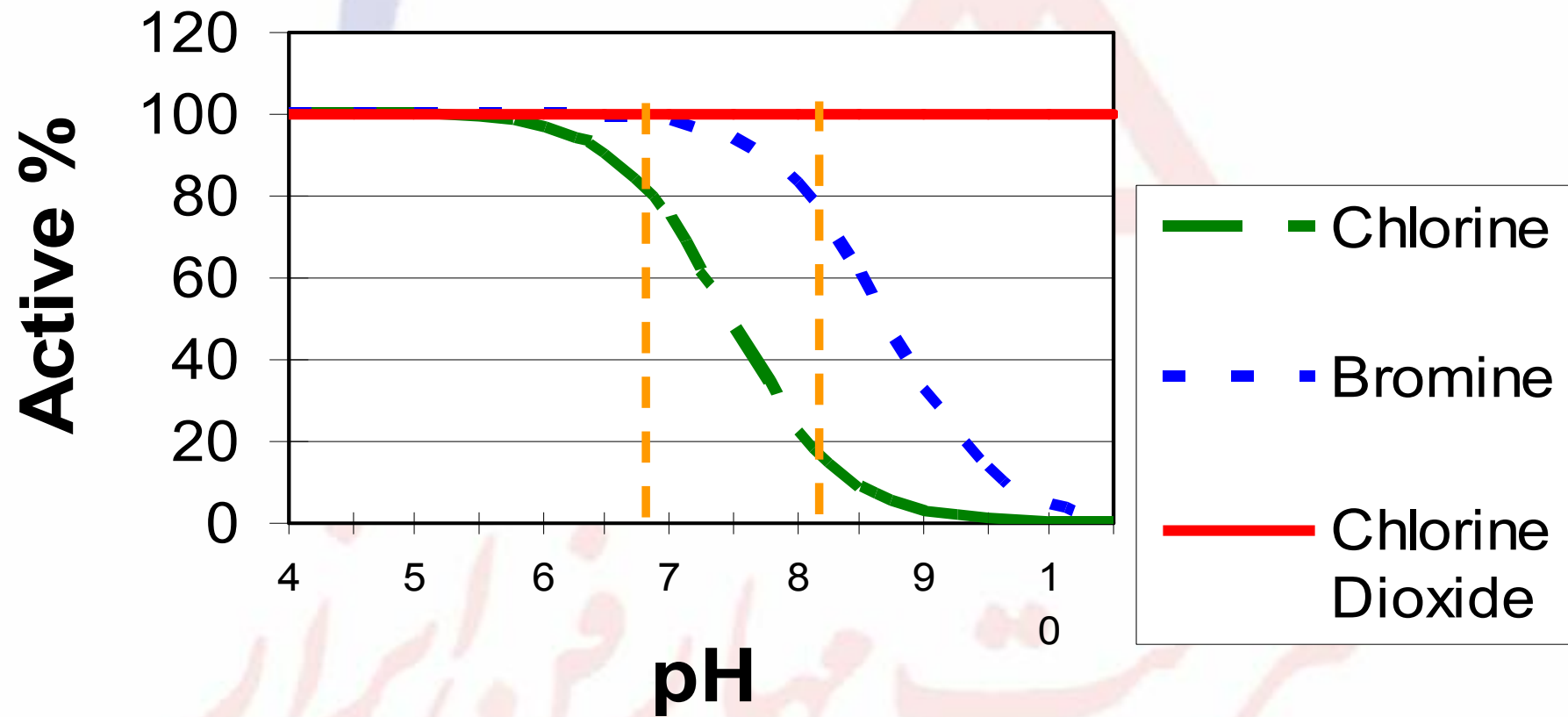
| Micro-organisms       | ppm<br>ClO <sub>2</sub> | Contact<br>time | Inactivation<br>in % |
|-----------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|
| Staphylococ. aureus   | 1                       | 60 sec.         | 99.999               |
| Escherichia coli      | 0.15                    | 5 min.          | 99.9                 |
| Escherichia coli      | 0.25                    | 60 sec.         | > 99.999             |
| Streptococcus faecali | 1                       | 15 sec.         | > 99.999             |
| Lactobacillus brevis  | 0.15                    | 5 min.          | 99.9                 |
| Lactobacillus brevis  | 1                       | 5 min.          | > 99.999             |
| Pseudomonas aerog.    | 1                       | 60 sec.         | > 99.999             |

# کاهش فعالیت قارچ‌ها با دی‌اکسید کلر

| Micro-organisms                   | ppm<br>ClO <sub>2</sub> | Contact<br>time | Inactivation in<br>% |
|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------|
| Saccharom. diastaticus<br>(yeast) | 0.15                    | 10 min.         | 99.9                 |
| Saccharom. diastaticus<br>(yeast) | 1                       | 60 sec.         | > 99.999             |
| Saccharom. cerevisiae<br>(yeast)  | 0.5                     | 10 min.         | > 99.999             |
| Saccharom. cerevisiae<br>(yeast)  | 1                       | 1 min.          | > 99.999             |
| Penicillium expansum<br>(mould)   | 2                       | 20 min.         | 99.999               |
| Pediococcus damnosus              | 1                       | 5 min.          | 99.999               |

# اثر مقادير مختلف pH

## Variations of the pH

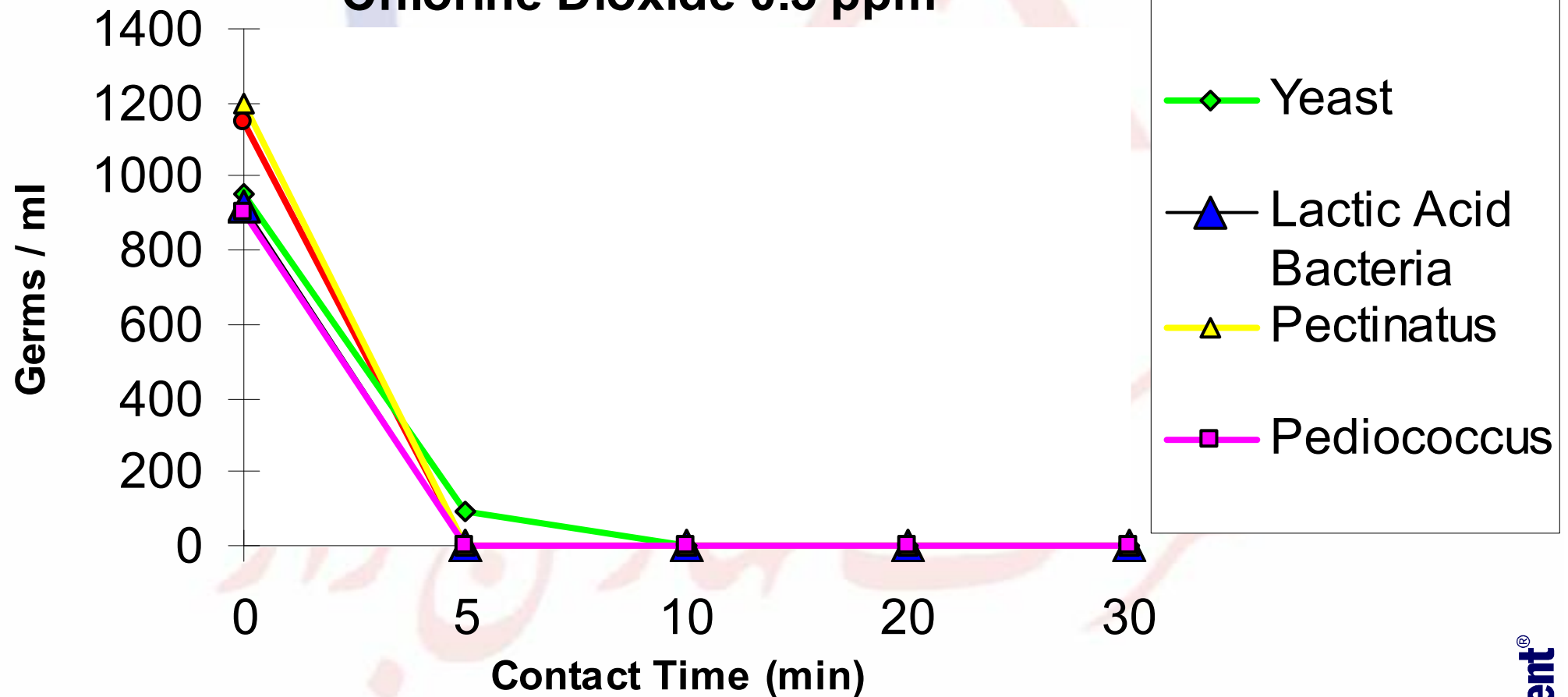




# اثر گندزدایی دی اکسید کلر

■ گندزدایی عالی حتی در غلظت‌های کم

Chlorine Dioxide 0.3 ppm

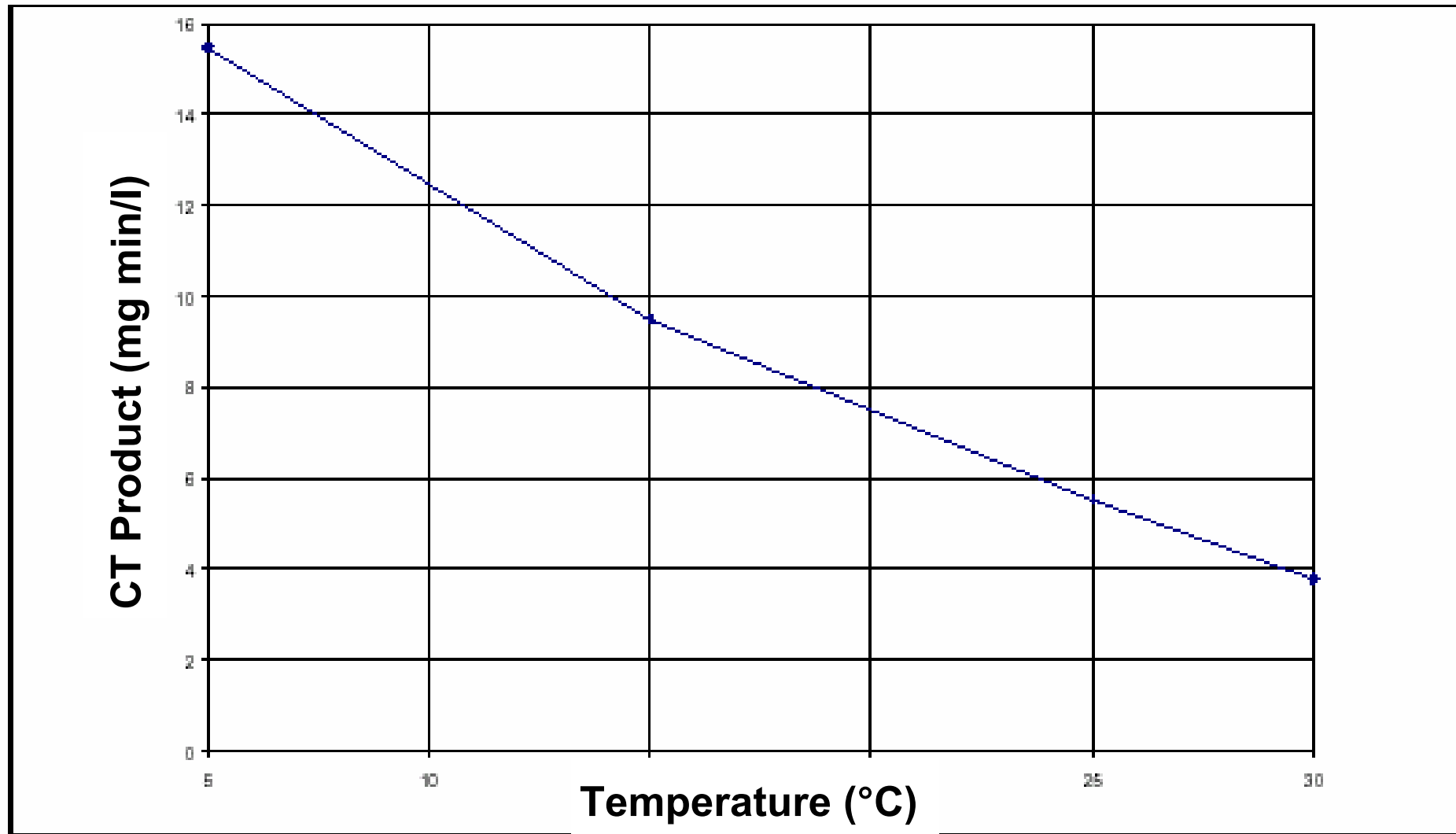




# مقایسه گندزداها

| Micro-organism                 | Reduction Rate (%) | Chlorine             | Chlorine Dioxide     | Ozone                | UV                   |
|--------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                |                    | c x t<br>(ppm x min) | c x t<br>(ppm x min) | c x t<br>(ppm x min) | J/m <sup>2</sup>     |
| Crypto-<br>sporidium<br>parvum | 99.9               | 1440                 | > 120                | > 5                  | 100-200<br>(99.99 %) |
| Giardia<br>lamblia             | 99.9               | 104-122              | 23                   | 1.4                  | 100-200<br>(99.99 %) |
| Escherichia<br>Coli            | ><br>99.99         | 3-4                  | 1.2                  | 0.012 - 0.4          | 128                  |

# اثر دما بر روی مقدار CxT



Effect of Temperature on *N. Gruberi* Cyst Inactivation at pH 7

# بیوفیلیم – یک مشکل فراگیر

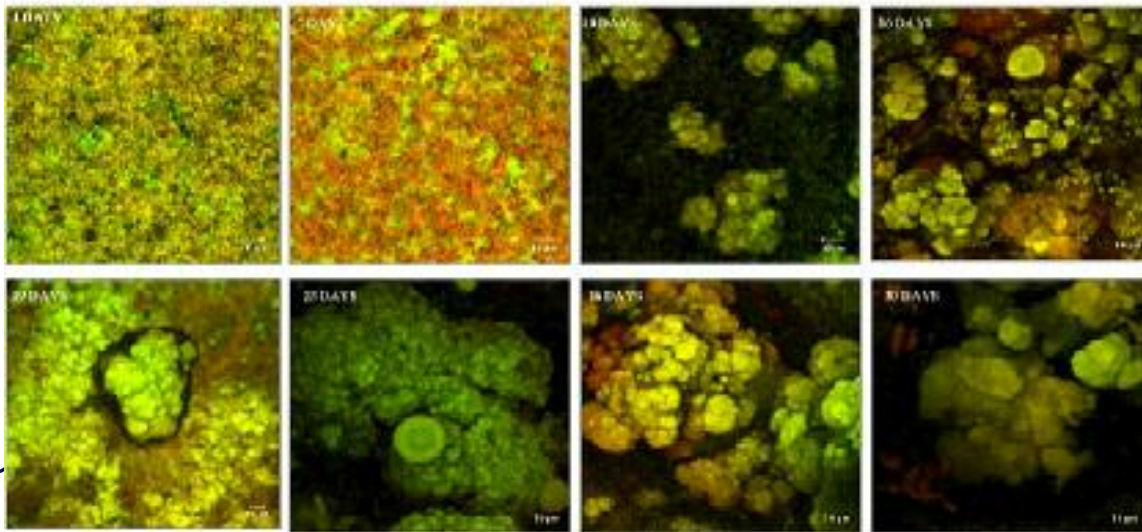
پوشش لغزنده میکرو ارگانیزم‌ها و پوسته‌های سلولی (extracellular) در لوله‌ها و مخازن

تجمع تعداد زیادی از میکروب‌های بیماری‌زا مانند *E. coli* یا *Legionella* در بیوفیلیم



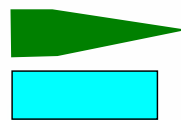
مقاومت بالای بیوفیلیم‌ها در مقابل گندزدها

دی‌اکسید کلر تنها گندزدای مناسبی است که قادر به کشتن و زدودن بیوفیلیم‌ها در لوله و مخازن آب آشامیدنی است



# خصوصیات گندزداها

| disinfectant               | reaction velocity | <div>optimal pH-range</div> |   |   |   |   |   |  |  | range of action |                 |              |              |       |       |       | influence by ambience |          |
|----------------------------|-------------------|-----------------------------|---|---|---|---|---|--|--|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|-----------------------|----------|
|                            |                   |                             |   |   |   |   |   |  |  | bacteria        |                 |              |              | fungi |       |       |                       |          |
|                            |                   |                             |   |   |   |   |   |  |  | grampositive    |                 |              | gramnegative | yeast | mould | virus |                       |          |
|                            |                   |                             |   |   |   |   |   |  |  | spores          | vegetativ forms | mykobakteria |              |       |       |       |                       |          |
| 2                          | 3                 | 4                           | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       |          |
| peracetic acid (PAA)       | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       | strong                |          |
| chlorine (Na-hypochlorite) | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | strong   |
| chlorine dioxide           | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | strong   |
| jodine                     | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       | strong                |          |
| formaldehyde               | I                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | strong   |
| formaldehyde separ. comp.  | II                |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | strong   |
| glutaraldehyde             | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | strong   |
| phenole and derivates      | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       | low                   |          |
| alkohole                   | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | low      |
| quaternary comp. (Quats)   | I                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | strong   |
| guanidine                  | F                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       | moderate              |          |
| amphotere compounds        | I                 |                             |   |   |   |   |   |  |  |                 |                 |              |              |       |       |       |                       | moderate |



efficiency strong > low

only weak efficiency

F fast  
I / II slow / very slow



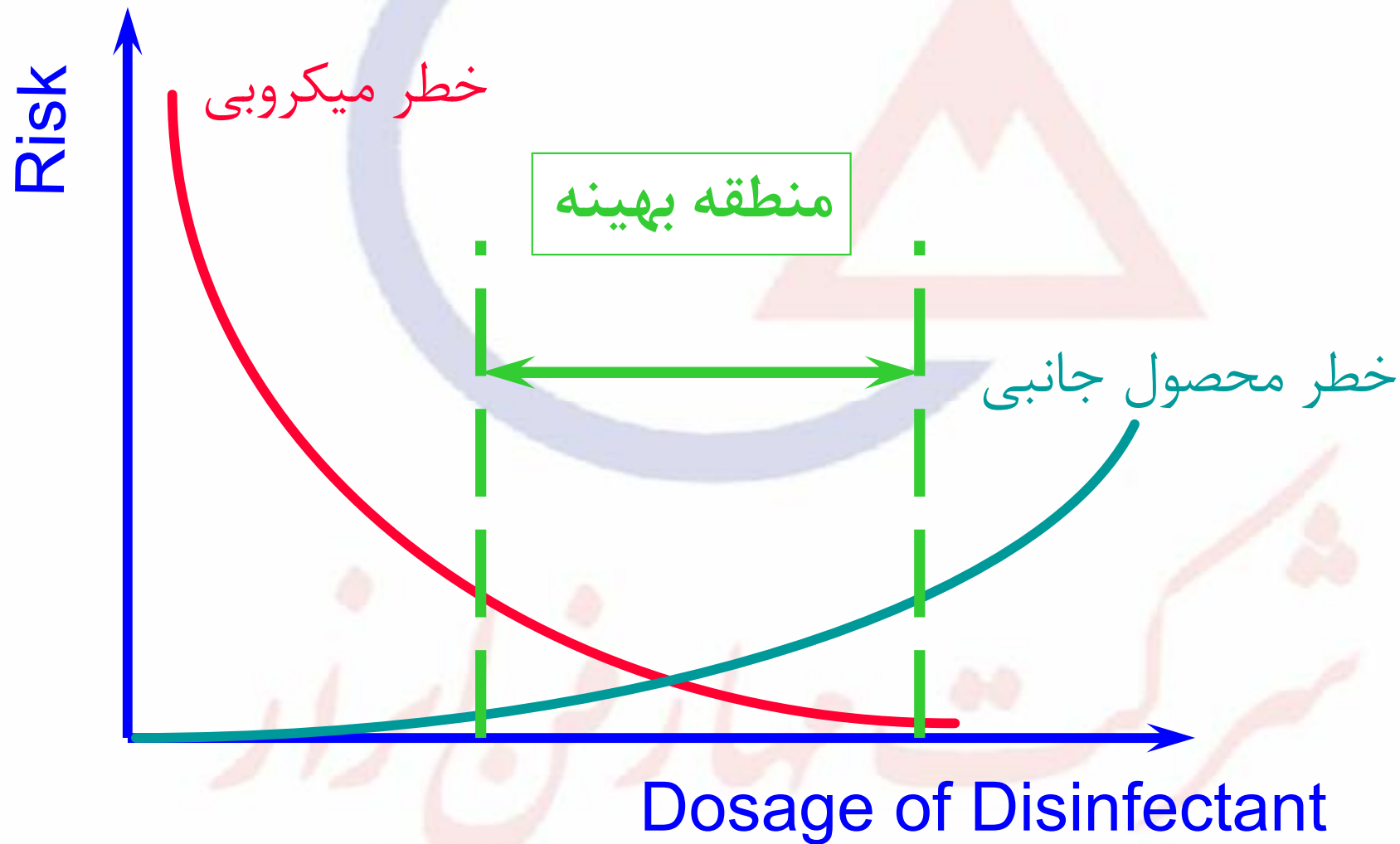
strong efficiency

moderate efficiency

unefficient

selektiv efficient

# گندزدایی: مزایا و خطر محصولات جانبی



(Morris)

# تشکیل ترکیبات هالوژنه THM

| Addition of            | CHCl <sub>3</sub> (ppb) | CHBrCl <sub>2</sub> (ppb) | CHBr <sub>2</sub> Cl (ppb) | CHBr <sub>3</sub> (ppb) | THM (ppb) |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|
| Chlorine 1 ppm         | 0.6                     | 1.4                       | 9.4                        | 53.8                    | 65.2      |
| Chlorine 5 ppm         | 1.7                     | 5.0                       | 30.6                       | 90.6                    | 127.9     |
| ClO <sub>2</sub> 1 ppm | 0.2                     | < 0.1                     | < 0.1                      | 0.4                     | 0.8       |
| ClO <sub>2</sub> 5 ppm | 0.1                     | 0.1                       | 0.1                        | 1.9                     | 2.2       |

River water after slow sand filtration

Bremen Waterworks , Germany (Prof. Sontheimer 1980)



# افزودنی‌های مجاز برای گندزدایی (TAVO)

| <u>گندزدا</u>                                                              | <u>مقدار افزایش</u> | <u>حد مجاز</u>         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|
| کلر<br>آب ژاول (NaOCl)<br>آب کلر یا کلسیم هیپوکلریت ( $\text{Ca(OCl)}_2$ ) | ۱/۲ mg/l            | ۰/۳ mg/l               |
| دی اکسید کلر                                                               | ۰/۴ mg/l            | ۰/۲ mg/l               |
| ازن برای اکسیداسیون<br>ازن برای گندزدایی                                   | ۱۰ mg/l             | ۰/۰۱ mg/l<br>۰/۰۵ mg/l |

# اثرات محیطی بر فعالیت دی اکسید کلر

## ■ pH:

در مقایسه با کلر:

در محدوده ۶ تا ۸/۵، اثر بسیار کمتری بر روی عملکرد دی اکسید کلر برای غیرفعال کردن عوامل بیماری زای ویروسی و cysts دارد

یکی از پژوهش‌های اخیر بر روی *Cryptosporidium* نشان داده است که غیرفعال سازی oocysts با استفاده از دی اکسید کلر در pH بین ۶ تا ۸، سریعتر اتفاق می افتد

در مقادیر CT مشابه، قدرت غیرفعال سازی در pH ۸ تقریباً دو برابر

مقدار آن در pH ۶ بود (Le Chevallier et al., 1997)

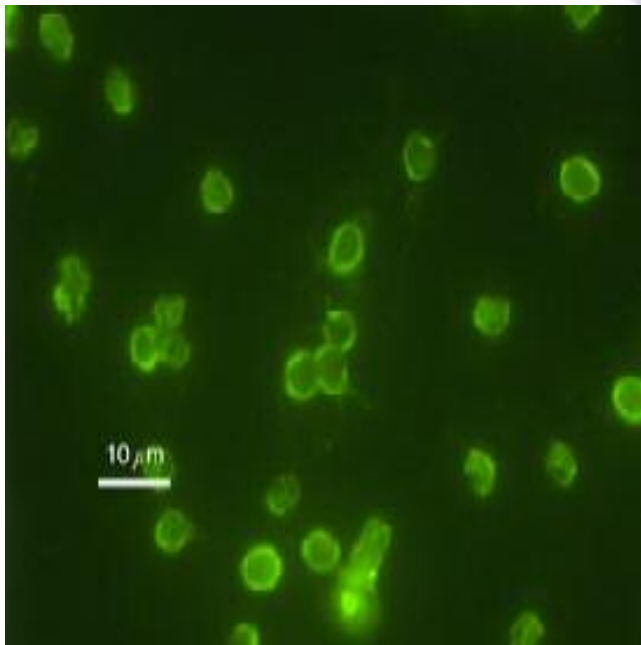
## ■ دما:

همانند کلر:

قدرت گندزدایی با کاهش دما، کاهش می یابد

## ■ مواد جامد معلق:

مواد جامد معلق و تجمع‌های میکروبی روی راندمان گندزدایی دی اکسید کلر اثر دارد

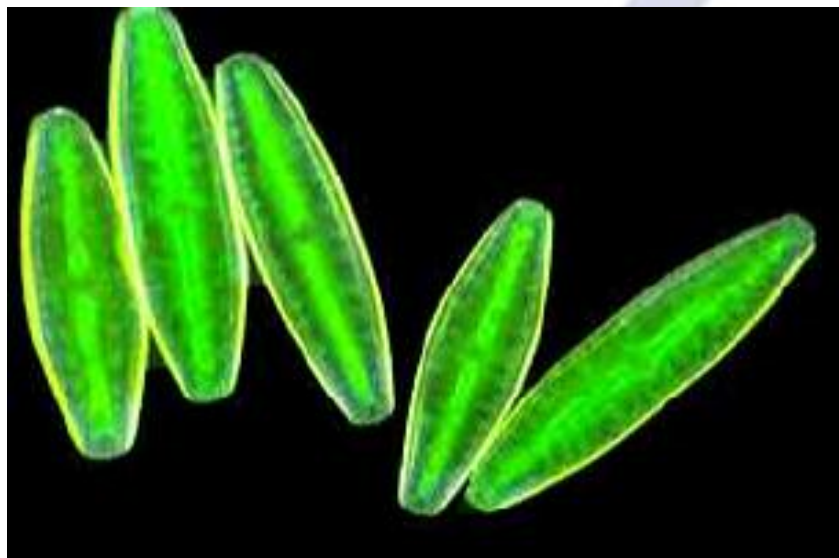


## مقایسه گندزداها

| UV                    | ازن                              | دی اکسید کلر                                       | کلر                                                                   |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| باقیمانده ندارد       | باقیمانده ازن چند دقیقه فعال است | باقیمانده دی اکسید کلر روزها فعال است              | باقیمانده کلر ساعتها فعال است                                         |
| انرژی الکتریسته       | هوای خشک محیط، انرژی الکتریسته   | مواد شیمیایی لازم: $\text{HCL}$ و $\text{NaClO}_2$ | گاز کلر، هیپوکلریت یا الکترولیز                                       |
| قدرت گندزدایی: متوسط  | قدرت گندزدایی: قوی ترین          | قدرت گندزدایی: قوی                                 | قدرت گندزدایی: متوسط                                                  |
| وابستگی به pH: ندارد  | وابستگی به pH: کمتر              | وابستگی به pH: ندارد                               | وابستگی به pH: شدید                                                   |
| محصولات جانبی: نیتريت | محصولات جانبی: برومات            | محصولات جانبی: کلریت                               | محصولات جانبی: تری هالومتان ها، کلروآمین ها، کلروفنل ها و ترکیبات AOX |

# مزایای دی‌اکسید کلر

عدم وابستگی قدرت اکسایش، گندزدایی و Biocidical دی‌اکسید کلر، به تغییرات pH



تاثیر قوی حتی در غلظت‌های کم

ماندگاری بالا و نیمه عمر طولانی

عدم ایجاد مقاومت میکروبی

کاهش قابل توجه میزان تولید ترکیبات کلردار مانند

THM و AOX به میزان ۹۰٪ نسبت به کلر

عدم واکنش با آمونیاک و آمونیوم

توانایی بالا در حذف ویروس‌ها، Cryptosporidium و Giardia (بسیار قوی‌تر از کلر)

توانایی حذف کاتیون‌ها و آنیون‌های آلاینده مانند آهن II، منگنز II و سولفیدها

توانایی حذف جلبک‌ها و بیوفیل‌ها

عدم واکنش با برمیدها و تولید برمات‌ها و سایر ترکیبات هیدروکربن برم‌دار (ترکیبات سرطان‌زای برم)

تولید آسان در محل با استفاده از دستگاه کاملاً خودکار



an Abzar Co.



# موارد کاربرد دی اکسید کلر

۱- آب آشامیدنی

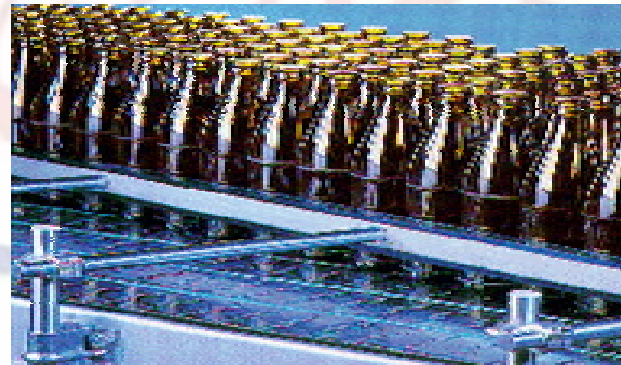
۲- آب صنعتی

۳- برج خنک کننده

۴- شستشو

۵- آب کشی

۶- پساب



# ۱- آب آشامیدنی

□ حداکثر افزایش:  $0.4 \text{ ppm (mg/l)}$

□ محدودیت حد مجاز کلریت  $\text{ClO}_2^-$   
برای مثال در آلمان  $0.2 \text{ ppm}$  است

□ مقادیر بیشتری اکسید کلر در شروع استفاده از آن در شبکه لوله کشی قدیمی حاوی بیوفیلیم



□ آنالیز کلر باقیمانده برای پایداری فرآیند  
در اغلب موارد می توان مقدار تزریق اولیه را کاهش داد

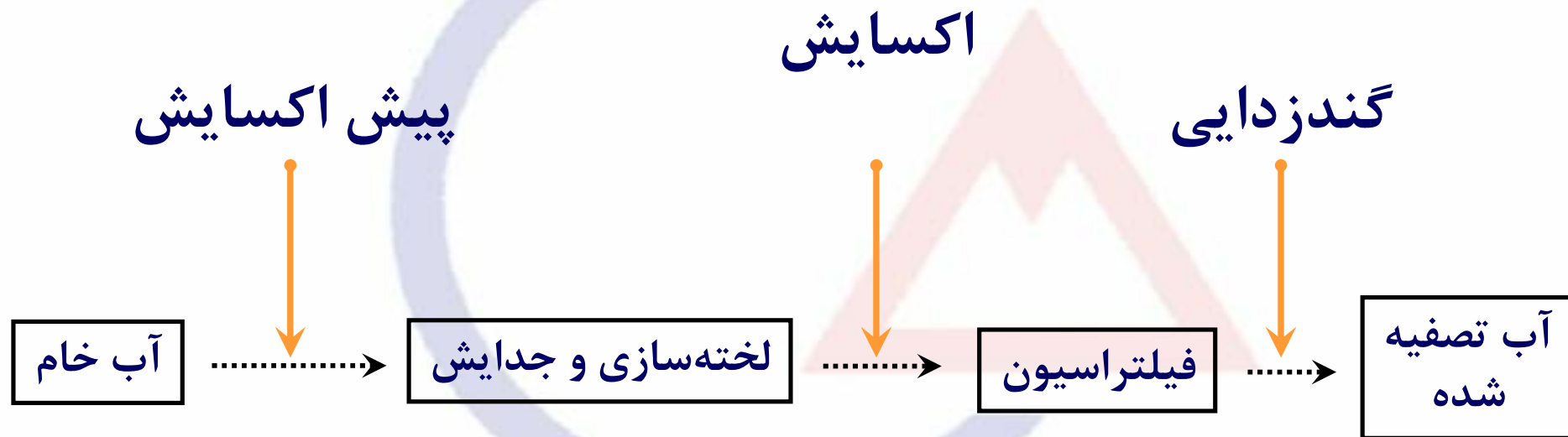
□ حذف کلریت تولید شده (مثلا توسط فیلتر کربن فعال) در صورت استفاده از دی اکسید  
کلر برای اکسیداسیون



# مزایای دی اکسید کلر در آب آشامیدنی

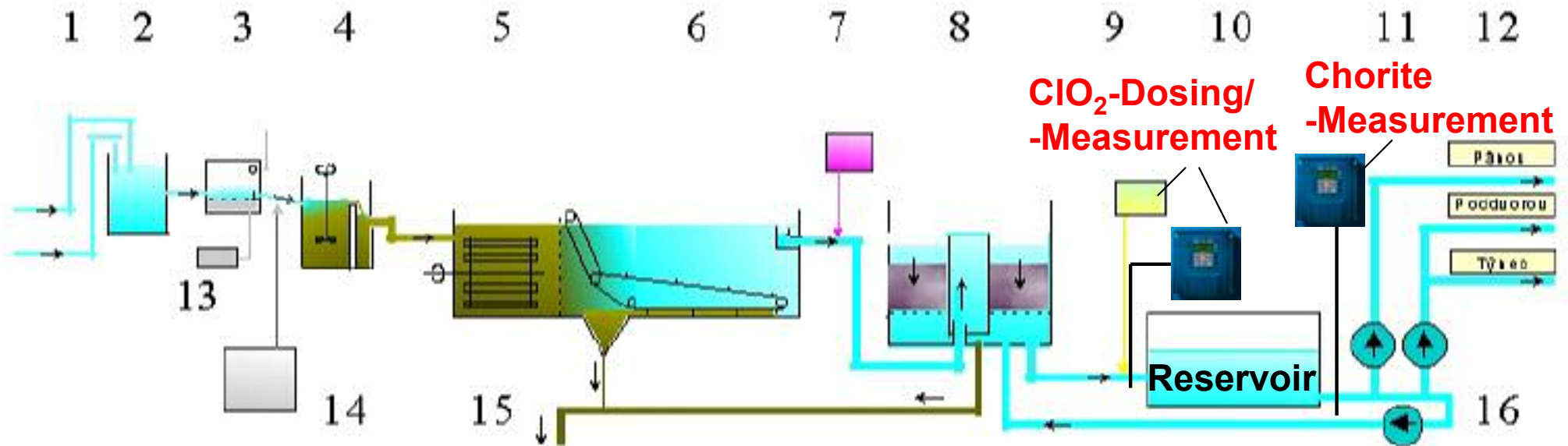
- حذف بو و مزه آب و عدم تولید ترکیبات بودار (هیومیک اسید و فنل‌ها، سولفیدها)
- حذف حشره کش‌ها و سموم دفع آفات نباتی
- بهبود فرآیند زلال سازی و رفع کدورت آب (Turbidity)
- حذف رنگ آب
- بهبود فرآیند لخته سازی
- قابل استفاده در فرآیند پیش تصفیه (Pre Treatment) یا پس تصفیه (Post Treatment)

## وظایف احتمالی دی اکسید کلر در تصفیه خانه



- اکسایش ترکیبات معدنی ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , ...)
- حذف بو و مزه
- اکسایش آلودگی های آلی
- تسریع تجزیه بیولوژیکی بار آلی
- گندزدایی؛ ماندگاری حفاظت از سیستم توزیع

# ClO<sub>2</sub>-Treatment in Water Work of Czech Republic



۹- گندزدایی با دی اکسید کلر

۱۰- مخزن آب

۱۱- ایستگاه‌های پمپاژ - خروجی آب تصفیه شده

۱۲- خروجی به مخازن آب روی تپه‌ها

۱۳- پمپ هوادهی

۱۴- تزریق شیرآهک

۱۵- پساب، لجن

۱۶- شستشوی فیلترها (آب و هوا)

۱- ایستگاه پمپاژ آب خام

۲- ورودی آب خام

۳- هوادهی آب

۴- هم زدن و همگن سازی

۵- هم زدن آرام و لخته سازی

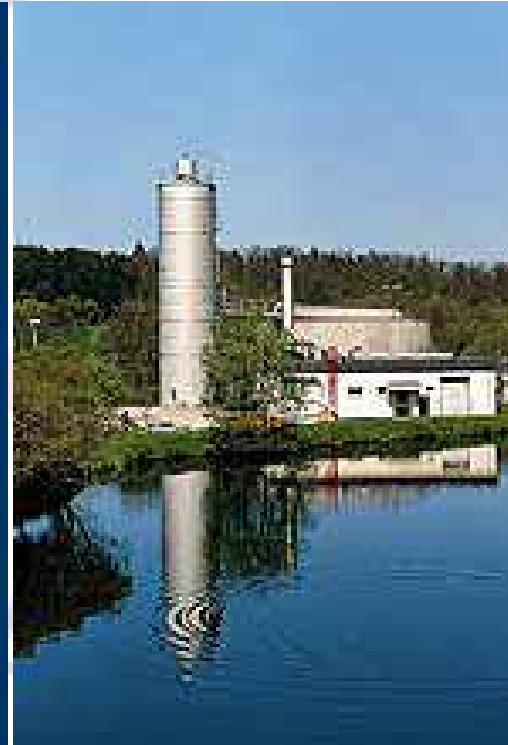
۶- ته نشینی

۷- تزریق پرمنگنات پتاسیم

۸- فیلتر شنی

# مزایای دی‌اکسید کلر در آب فرآیند

- سازگاری با عوامل ضد خوردگی مانند فسفونات ها، آزول ها و ترکیبات ضد رسوب مانند EDTA و غیره
- رفع آلودگی Legionella (بیوفیلم‌های) به طور کامل و موثر



# مزایای دی اکسید کلر در تصفیه پساب

اولین آزمایش برای گندزدایی نهایی با ۲-۴ ppm موفقیت آمیز بود  
کاهش شدید هیدروکربن های کلرینه شده



- کنترل اثر باکتری ها روی فیلترها
- حذف مواد بودار ناشی از فرآیندهای بی هوازی
- بهبود فرآیند تبدیل لجن غیرفعال به لجن فعال
- حذف آلودگی های ویژه فاضلاب و پساب مانند تترا اتیل سرب، سیانیدها، نیتريت ها، سولفیدها، هیدروکربن های آروماتیک، فنل ها و غیره
- عدم واکنش با اسیدهای چرب (عدم تولید هالواسستیک اسیدها)



# روش‌های مختلف تولید دی‌اکسید کلر

| روش                                                                                                                                                                     | رقیب‌ها                                                                                                                          | مزیت‌ها                                                                                                                                                                                                                                                                                        | محدودیت‌ها                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| کلریت سدیم/هیدروکلریک اسید<br>$4 \text{ HCl} + 5 \text{ NaClO}_2 \rightarrow 4 \text{ ClO}_2 + 5 \text{ NaCl} + 2 \text{ H}_2\text{O}$                                  | Wallace & Tiernan (US Filters)<br>Aldos<br>Henkel/Lang                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{ClO}_2</math> عاری از کلر، بنابراین عدم وجود محصولات جانبی کلرینه شده مانند THM's، کلروآمین‌ها یا کلروفنل‌ها</li> <li>• تزریق مقدار دقیق حتی در صورت نیاز به تزریق متغیر</li> <li>• ایده آل برای کنترل تزریق بر مبنای جریان آب</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• هیچ!</li> <li>• بالاترین استاندارد ایمنی تکنیکی باعث گرانی دستگاه Bello Zon کمپانی ProMinent است</li> </ul>                                                                                                                                                                                                            |
| کلریت/گاز کلر<br>$2 \text{ NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{ ClO}_2 + 2 \text{ NaCl}$                                                                         | Wallace & Tiernan (US Filters)<br>International Dioxide/Engelhard<br>(model Oxychlor II)<br>Capital Controls<br>Rio Linda/Vulcan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• مناسب برای تولید مقادیر زیاد <math>\text{ClO}_2</math></li> <li>• راندمان تئوری بالا تحت شرایط بهینه واکنش</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه تکنیکی بالا برای کار ایمن با گاز کلر</li> <li>• امکان تولید <math>\text{ClO}_2</math> عاری از کلر وجود ندارد. بنابراین همیشه محصولات جانبی کلرینه شده مانند THMs، کلروآمین‌ها یا کلروفنل‌ها تولید می‌شوند</li> <li>• امکان ضعیف کنترل تزریق باعث تغییر مقدار آن می‌شود</li> </ul>                                |
| سیستم سه ماده شیمیایی (کلریت سدیم، هیپوکلریت سدیم و هیدروکلریک اسید)<br>$2 \text{ NaClO}_2 + \text{NaOCl} + 2 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ ClO}_2 + 3 \text{ NaCl}$ | Wallace & Tiernan (US Filters)<br>International Dioxide/Engelhard<br>(model Oxychlor III)<br>Rio Linda/Vulcan                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• راندمان تئوری بالا تحت شرایط بهینه واکنش</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• کار با سه ماده شیمیایی مختلف راندمان متغیر به دلیل ناپایداری محلول هیپوکلریت</li> <li>• دستیابی به pH مناسب برای راندمان بهینه، غیرممکن است</li> <li>• تولید <math>\text{ClO}_2</math> عاری از کلر غیرممکن است! بنابراین همیشه محصولات جانبی کلرینه شده مانند THMs، کلروآمین‌ها یا کلروفنل‌ها تولید می‌شوند</li> </ul> |
| $2 \text{ NaClO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ ClO}_2 + 2 \text{ NaOH} + \text{H}_2$                                                                   | Halox / Nalco<br>International Dioxide / Engelhard<br>Pure Line                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• فقط به یک ماده شیمیایی نیاز است</li> </ul>                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• راندمان فقط ۷۰٪ است</li> <li>• دستگاه برای کار به آب دی‌یونیزه شده احتیاج دارد، در طی بازیابی مبدل یونی، <math>\text{ClO}_2</math> تولید نمی‌شود</li> </ul>                                                                                                                                                            |

# روش تولید دی اکسید کلر در Bello Zon®

مواد شیمیایی اولیه:

کلریت سدیم ( $\text{NaClO}_2$ )

هیپوکلریک اسید ( $\text{HCl}$ )



- محلول دی اکسید کلر عاری از کلر
- محصول جانبی: کلراید و کلرات؛ هیچگونه کلریتی تشکیل نمی شود
- هیچگونه گاز کلری مصرف یا تولید نمی شود

## Bello Zon® نوع CDV، با استفاده از مواد شیمیایی رقیق



| Type      | max.<br>Production (g/h) |
|-----------|--------------------------|
| CDVb 15   | 15                       |
| CDVb 35   | 46                       |
| CDVb 60   | 66                       |
| CDVb 120  | 130                      |
| CDVb 220  | 225                      |
| CDVa 400  | 400                      |
| CDVa 600  | 600                      |
| CDVa 2000 | 2000                     |

# عملکرد سیستم‌های CDVa

## ■ مواد شیمیایی:

■ کلریت سدیم: ۷/۵ w/w %

■ هیدروکلریک اسید: ۹ w/w %

■ (مواد با خلوص مطابق با DIN 938 bzw. DIN 939 برای استفاده در آب آشامیدنی مناسب هستند)

## عملکرد:

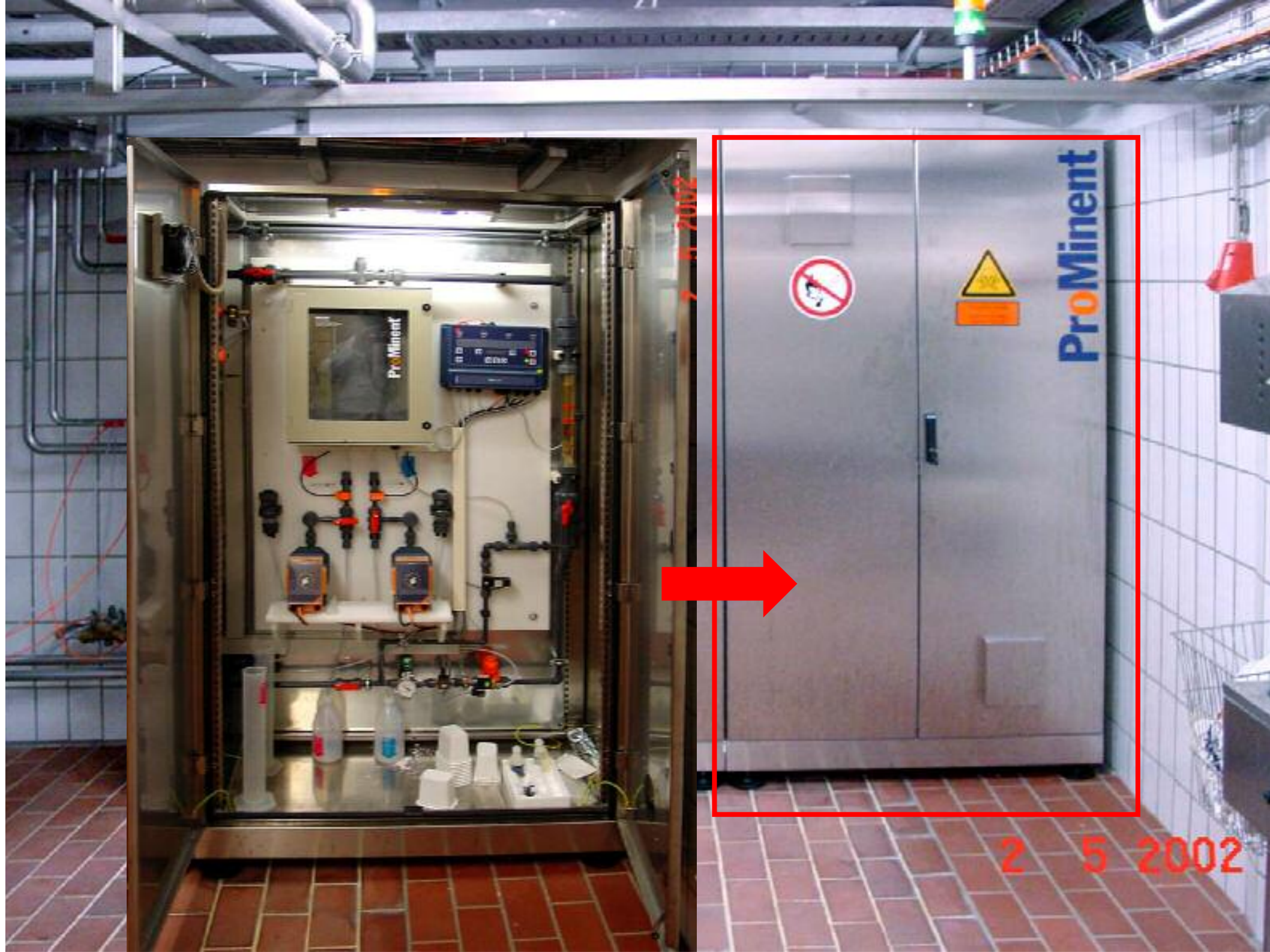


■ شرایط محیطی (دفترچه راهنمای Bello Zon را هم ببینید)

■ دما: حداقل ۱۵ - ۱۰ °C

■ پس فشار: حداکثر ۱۰ - ۸ bar









# Bello Zon® نوع CDKa، با استفاده از مواد شیمیایی غلیظ



| Type       | max.<br>Production (g/h) |
|------------|--------------------------|
| CDKa 150   | 150                      |
| CDKa 420   | 420                      |
| CDKa 750   | 750                      |
| CDKa 1500  | 1500                     |
| CDKa 6000  | 6000                     |
| CDKa 10000 | 10000                    |

پمپ رقیق سازی

# عملکرد سیستم‌های CDKa

■ مواد شیمیایی:

■ کلریت سدیم: ۲۵٪ w/w

■ هیدروکلریک اسید: ۳۰٪ w/w

■ (مواد با خلوص مطابق با DIN 19610 bzw. DIN 19617 برای استفاده در آب آشامیدنی مناسب هستند)

■ شرایط کاری:



■ شرایط محیطی (به دفترچه راهنمای Bello Zon نیز مراجعه کنید)

■ دما: حداقل ۱۵ - ۱۰ °C

■ پس فشار: حداکثر ۱۰-۸ bar



# گندزدایی آب آشامیدنی با دی اکسید کلر

- اولین قدم، تهیه آنالیز دقیق آب است
- تزریق دی اکسید کلر باید فقط متناسب با دبی آب ورودی انجام شود
- حداقل زمان واکنش ۱۵ دقیقه
- جریان آب بهینه (بدون نقاط مرده و غیره)
- حداکثر میزان تزریق  $\text{ClO}_2$  ۰/۴ mg/l
- حداکثر مقادیر  $\text{ClO}_2$  و  $\text{ClO}_2^-$  بعد از گندزدایی ۰/۲ mg/l برای هر کدام
- پایش اجباری، آزمایش DPD در هر روز یا پایش مداوم غلظت  $\text{ClO}_2$  و  $\text{ClO}_2^-$  با سنسور

# افت قدرت گندزدایی

## Loss of Disinfection Power

(mg disinfectant per mg species)

|            |                                                  | Chlorine | Products                            | Chlorine Dioxide | Products                            | Ozone     | Products                          |
|------------|--------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| INORGANICS | Iron ( $\text{Fe}^{2+}$ )                        | 0,6      | $\text{Fe}^{3+}$                    | 1,2              | $\text{Fe}^{3+}$                    | 0,4       | $\text{Fe}^{3+}$                  |
|            | Manganese ( $\text{Mn}^{2+}$ )                   | 1,3      | $\text{Mn}^{4+}$ ( $\text{MnO}_2$ ) | 2,5              | $\text{Mn}^{4+}$ ( $\text{MnO}_2$ ) | 0,9 - 2,2 | $\text{MnO}_2$ , $\text{MnO}_4^-$ |
|            | Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )                      | 1,5      | Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )         | 3                | Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )         | 1         | Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )       |
|            | Sulfide ( $\text{S}^{2-}$ )                      | 2 - 9    | Sulfur, Sulfate                     | 2 - 16           | Sulfur, Sulfate                     | 1,5 - 6   | Sulfur, Sulfate                   |
|            | Ammonia ( $\text{NH}_3$ , $\text{NH}_4^+$ )      | 4 - 32   | Chloramin, Nitrate                  | ./.              | ./.                                 | ./.       | ./.                               |
| ORGANICS   | BOD ( $\text{O}_2$ / bacteriae)                  | ?        | Chlorinated, partly                 | ?                | Partly oxidized                     | ?         | Partly oxidized                   |
|            | COD ( $\text{KMnO}_4$ )                          |          | oxidized products                   |                  | products plus                       |           | products plus                     |
|            | COD ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ / $\text{CrO}_3$ ) |          | (THM, AOX)                          |                  | Chlorite                            |           | Oxygen                            |
| CHEMICALS  | Peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )              | 2,1      | Oxygen, Chloride                    | 4                | Oxygen, Chlorite                    | 1,4       | Oxygen                            |
|            | Phosphonates (ATMP)                              | ?        | oxidized product                    | ?                | oxidized product                    | ?         | oxidized product                  |
|            | "Profitol xyz"                                   | .....    | .....                               | .....            | .....                               | .....     | .....                             |



# محدودیت‌های استفاده از دی‌اکسید کلر

- توصیه‌های سازمان بهداشت جهانی (WHO) برای کیفیت آب آشامیدنی، ویرایش سوم  
حداکثر ۰/۷ ppm کلرات، حداکثر ۰/۷ ppm کلریت
- سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA)  
حداکثر ۰/۸ ppm دی‌اکسید کلر، حداکثر ۱ ppm کلریت
- سازمان ایمنی و بهداشت انگلستان (HSC)  
حداکثر ۰/۵ ppm دی‌اکسید کلر+کلرات + کلریت
- توصیه‌های آب آشامیدنی آلمان  
حداکثر ۰/۴ ppm تزریق دی‌اکسید کلر  
حداکثر ۰/۲ ppm دی‌اکسید کلر باقیمانده  
حداکثر ۰/۲ ppm کلریت باقیمانده

# آنالیز دی اکسید کلر و کلریت



اندازه گیری و پایش مداوم:

Dulcometer® D1C



نمونه گیری دستی و کنترل:

photometer Dulcotest® DT 4  
chlorine dioxide + chlorite



# پروب‌های دی‌اکسید کربن و کلریت

## Dulcotest CDE 2-mA

برای دی‌اکسید کربن  
۳ محدوده اندازه‌گیری  
(10, 2 and 0,5 ppm)



## Dulcotest CLT 1-mA

برای کلریت  
دو محدوده اندازه‌گیری  
(2 and 0,5 ppm)

سنسور منحصر به فرد دنیا برای اندازه‌گیری کلریت

# Chemical Degradation of Chlorine Dioxide

- 0,25 g hydrogen peroxide / g  $\text{ClO}_2$  (0,9 g  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 %)



- 2,4 g sodium thiosulphate / g  $\text{ClO}_2$  (3,7 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ )



- 4,7 g sodium sulphite / g  $\text{ClO}_2$



- 3,5 g sodium bisulphite / g  $\text{ClO}_2$



# حذف دی اکسید کلر با تشعشع UV

■ شدت تابش مورد نیاز برای حذف ۰/۲ ppm دی اکسید کلر در دستگاه UV مدل Dulcodes:

$2500 \text{ J/m}^2$  (در صورتی که قابلیت عبور نور UV ۹۵٪ باشد)

■ برای مثال دستگاه Dulcodes® Powerline ۲ کیلوواتی برای حذف ۰/۲ ppm دی اکسید کلر در جریان  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  مناسب است.

■ دستگاه‌های بزرگتر Dulcodes تا ۱۰ kW





# نیروگاه ENEL نزدیک رم، ایتالیا

■  $432,000 \text{ m}^3/\text{h}$  آب دریا برای استفاده در برج خنک کننده

■ دما  $8 - 20^\circ \text{C}$

■ آب پس از استفاده مستقیماً به دریای مدیترانه تخلیه می شود

■ گندزدایی با ۴ سیستم BelloZon®  
با ظرفیت  $10 \text{ kg/h}$

■ مقدار تزریق طراحی شده  $0.1 \text{ ppm}$

■ مقدار عملی تزریق  $0.05 \text{ ppm}$



# پروژه RECAP، برزیل

- گندزدایی آب شدیداً آلوده رودخانه Tamaduatei طبقه‌بندی شده به عنوان "class 5" (پساب شهری و صنعتی) پیش تصفیه برای استفاده در برج خنک کننده، آب صنعتی و آشامیدنی – بعد از اسمز معکوس
- مشکلات قبلی:



- تشکیل محصولات جانبی نظیر کلروآمین‌ها و تری‌هالومتان‌ها
- راندمان کم گندزدایی
- مشکلات خوردگی در سیستم خنک کننده
- حوادث گاز کلر
- راه حل:

استفاده از دی‌اکسید کلر بجای گاز کلر

# برج خنک کننده در PCU، سائوپائولو، برزیل

■ گردش آب:  $16,000 \text{ m}^3/\text{h}$ ، حجم:  $4,700 \text{ m}^3$

■ کیفیت پایین آب،  
مقدار بالای مواد آلی (آروماتیک‌ها)  
و آمونیاک

■ تزریق مداوم:  
 $26 \text{ kg/h}$  گاز کلر

■ تزریق شوکی:  
 $1000$  کیلوگرم هیپوکلریت

■ آزمایش موفقیت‌آمیز با  
Bello Zon CDKa 7A ,  
 $6000 \text{ g/h}$



# از توجه شما سپاسگزاریم

لطفا سئوال‌های خود را مطرح بفرمایید

تهران، خیابان مطهری، خیابان اکبری (پارسا)، پلاک ۹۹، واحد ۴

تلفن: ۸۸۵۰۰۳۲۵، ۸۸۷۴۴۶۳۵    نمابر: ۸۸۵۰۰۳۲۶

پست الکترونیک: [water@maharfan.com](mailto:water@maharfan.com)