

مهندسی آب و فاضلاب

<https://telegram.me/mohandesifazlab>

جلوتر از دیگران حرکت کنید

کانال تخصصی مهندسی آب و فاضلاب

اطلاعات آموزشی

اطلاعات فنی و مهندسی

اخبار روز آب و فاضلاب

اخبار استخدامی کارفرمایان

در کانال مهندسی آب و فاضلاب

<https://telegram.me/mohandesifazlab>

@mohandesifazlab



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

معاونت نظارت بر بهره‌برداری

معرفی روش های حذف مواد آلی از آب های آلوده

دفتر نظارت بر بهداشت آب و فاضلاب

شورای سیاست‌گذاری کنترل کیفیت آب

کارگروه حذف مواد آلی

تاریخ تدوین : مردادماه 1395

تهیه کنندگان:

ندا نیکنام ، غلامرضا رئیسی ، غلامرضا احمری ، مریم ملک حسینی ، سید محمد سید خادمی ، سهراب طالبی ، آریتا حاجی لاری

تأیید کنندگان، اعضای شورای سیاست گذاری کیفیت آب:

رئیس شورای سیاست گذاری

کوشیار اعظم واقفی
مدیر دفتر نظارت بر بهداشت آب شرکت مهندسی آبفای کشور

دبیر شورای سیاست گذاری

ژاله فرهاد پور
کارشناس دفتر بهداشت آب شرکت مهندسی آبفای کشور

اعضای شورای سیاست گذاری به ترتیب حروف الفبا

- | | |
|------------------------|---|
| 1- غلامرضا احمری | مدیر کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی |
| 2- محمد جواد ادیبی نیا | مدیر کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب خراسان رضوی |
| 3- پروین اکبری | رئیس اداره کنترل کیفیت آب شرکت آبفای استان خراسان جنوبی |
| 4- فیصل بدوی | مدیر کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب روستائی استان آذربایجان غربی |
| 5- سیدمحمد سید خادمی | مدیر کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب استان گلستان |
| 6- محمد حسن ربیعی راد | مدیر کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان |
| 7- عبدالصمدنارویی | مدیر کنترل کیفیت شرکت آبفا استان سیستان و بلوچستان |
| 8- سعید رضا هادی زاده | مدیر کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب روستائی استان لرستان |

بسمه

با توجه به اینکه مواد آلی که از منابع طبیعی و مصنوعی وارد آب می‌شوند به علت ویژگی‌های خاص از جمله ایجاد بو و مزه نامطبوع، واکنش با کلر و تشکیل فرآورده‌های جانبی گندزدایی، که اغلب سرطان‌زا می‌باشند و نیز عدم امکان حذف کامل در تصفیه متداول آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند، حذف آنها از اولویت‌های بهداشتی آب‌های آشامیدنی محسوب می‌شود. در همین راستا کارگروه حذف مواد آلی در شورای سیاست‌گذاری کنترل کیفیت آب اقدام به تهیه راهنمای "روش‌های حذف مواد آلی از آب‌های آلوده" نموده است. ضمن تقدیر از کسانی که مسئولیت تهیه‌ی راهنمای مذکور را برعهده داشته‌اند، امید است با به‌کارگیری این راهنما توسط واحدهای ذیربط، به اهداف تضمین کیفیت آبی که به دست مصرف‌کننده می‌رسد دست یابیم.

حمیدرضا تشیعی

بهره

1395

فهرست مطالب :

7	مقدمه
8	هدف
8	دامنه کاربرد
8	کلیات
8	تعریف مواد آلی
8	انواع مواد آلی
9	طبقه بندی مواد آلی طبیعی
11	معرفی کلی روش های حذف مواد آلی
11	معرفی روش های حذف براساس نوع ترکیبات آلی
11	روشهای حذف ترکیبات نفتی
12	روشهای حذف مواد دارویی
12	روشهای حذف سورفاکتانت
13	روشهای حذف Lubricants
13	روشهای حذف پلیمرها
13	روشهای حذف فتالاتها

13	روشهای حذف هیروکربنهای سایکلک آروماتیک
14	موادسمی و حشره کش ها
21	پیوست
22	جذب سطحی بوسیله کربن فعال
22	تولید کربن فعال
23	کاربرد روش جذب سطحی
23	روش های غشایی
24	روش غشایی میکروفیلتراسیون
24	روش غشایی اولترافیلتراسیون
27	نانو فیلتراسیون
29	اسمز معکوس
29	اساس کار اسمز معکوس
30	انتخاب غشاء
31	مقایسه فرآیندهای غشایی
32	اکسیداسیون متداول
32	ازن زنی
34	کلرزنی
35	گندزدایی به روش پرتو دهی
42	اکسیداسیون پیشرفته
42	فنتون

- 42 شناورسازی هوای محلول
- 43 انعقاد و ته نشینی
- 43 واژگان کاربردی
- 44 منابع

فهرست جداول :

- جدول 1- برخی موادآلی شناخته شده در آب با ذکر حداکثر مجاز آنها 10
- جدول 2 - میزان بازدهی روش ها نسبت به ترکیبات 15
- جدول 3- جدول بازدهی مربوط به روشهای حذف 15
- جدول 4- جدول روش های حذف متناظر با نوع ترکیبات آلی 16
- جدول 5 - جدول روش های حذف براساس نوع منبع آب 16
- جدول 6 - روشهای حذف پیشنهادی متناسب با منبع آب مورد استفاده 17
- جدول 7 - گزارش مزایا و معایب روشهای حذف براساس منبع آب 18

از آنجائیکه حذف مواد آلی به عنوان ایجاد کننده طیف وسیعی از آلودگیها در آب بسیار حائز اهمیت است، لذا این سوال مطرح می شود که چگونه مواد آلی طبیعی باعث آلودگی در آب می شوند. مواد آلی طبیعی در غلظت های بالا می توانند یک رنگ جزئی مایل به زرد ایجاد نمایند. از واکنش مواد آلی طبیعی با گندزدهای شیمیائی محصولات جانبی گندزدایی تشکیل می شوند. بسیاری از این محصولات جانبی خاصیت سرطان زایی داشته یا دارای تاثیرات مضر عمومی بر سلامتی هستند.

مواد آلی طبیعی می توانند با فلزات و مواد شیمیایی آلی آب گریز (نظیر آفت کش ها) کمپلکس تشکیل دهد و حلالیت آنها را افزایش دهد. هنگامیکه این مواد شیمیایی قابل حل باشند، آسانتری می توانند در محیط های آبی انتقال یابند و حذف آنها طی تصفیه دشوارتر خواهد بود.

مواد آلی طبیعی با گندزدها واکنش داده و آنها را مصرف میکنند لذا مقدار گندزدای لازم برای دستیابی به گندزدایی موثر خیلی بیشتر از زمانی خواهد بود که مواد آلی طبیعی وجود ندارد. مواد آلی طبیعی با منعقد کننده ها واکنش داده و آنها را مصرف میکنند لذا مقدار منعقد کننده لازم برای حذف موثر کدورت بیشتر از زمانی خواهد بود که مواد آلی طبیعی وجود ندارد.

همچنین مواد آلی طبیعی جذب سطحی کربن فعال می شود و سریعاً ظرفیت جذب سطحی کربن را کاهش می دهد. پیش بینی ایزوترم جذب سطحی در حضور مواد آلی طبیعی بسیار مشکل است. مواد آلی طبیعی توسط غشاها جذب سطحی شده و در نتیجه منافذ غشا را مسدود و سطوح را آلوده می سازد. این امر به افت سریع جریان عبوری از غشا خواهد انجامید.

در نهایت مواد آلی طبیعی قابلیت تجزیه بیولوژیکی دارد که به خوردگی و رشد لجن در سیستم های توزیع منجر می شود. (به ویژه هنگامیکه اکسید کننده ها طی تصفیه به کار می روند).

هدف : هدف از نگارش این راهنما ، بررسی و معرفی روشهای پیشنهادی ممکن جهت حذف مواد آلی از آب با توجه به نوع ماده آلی موجود در آب هر منطقه یا استان ، همچنین نوع منبع تامین آب منطقه ای یا استانی می باشد.

دامنه کاربرد : حوزه بهره برداری شرکتهای آب و فاضلاب شهری و روستایی.

کلیات :

تعریف مواد آلی

به مواد شیمیایی خطی یا حلقوی که شامل عناصر کربن وهیدروژن هستند مواد آلی می گویند.

انواع مواد آلی

مواد آلی شیمیایی شناخته شده در آب به دسته های زیر تقسیم بندی می شوند :

1- ترکیبات نفتی

2- مواد دارویی

3- سورفکتانت ها

4- لابیکنت ها

5- پلیمر ها

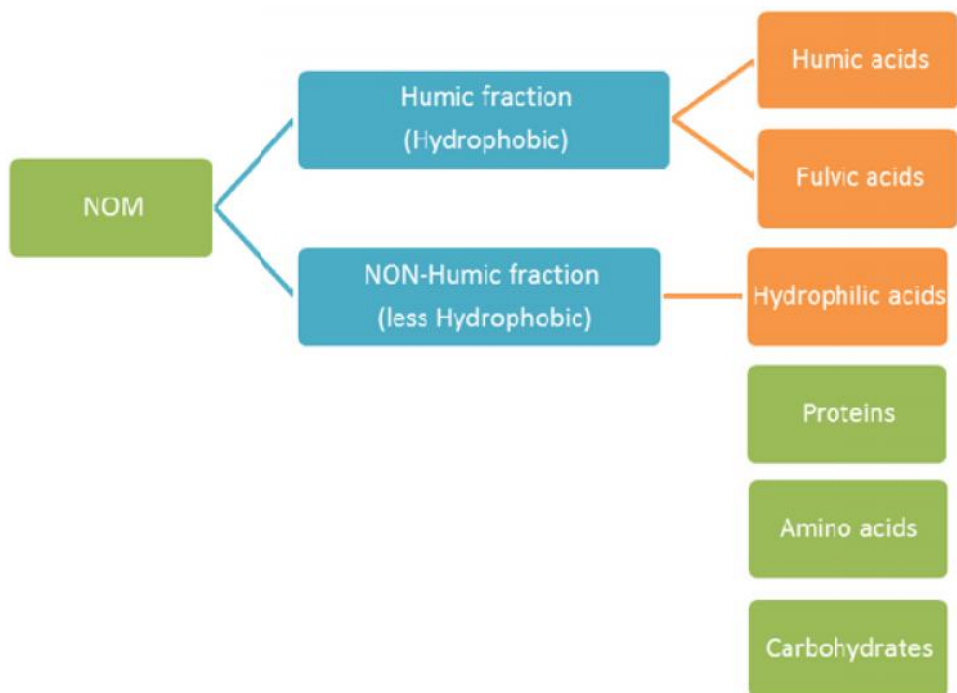
6- فتالاتها

7- هیدروکربنهای پلی سایکلک آروماتیک

8- حشره کش ها و مواد سمی

9- محصولات جانبی حاصل از گندزدایی

Classification of the natural organic matters



برخی موادآلی شناخته شده در آب با ذکر حداکثر مجاز آنها (براساس استاندارد 1053)

موادآلی	حداکثر مجاز (PPM)
Benzene	0.01
Benzopyrene	0.0007
Carbon tetrachloride	0.004
1,2-Dichlorobenzene	1
1,4-Dichlorobenzene	0.3
1,2-Dichloroethane	0.03
1,1- Dichloromethane	0.02
2,4-Dichlorophenol	0.0003
Dioxin	0.05
Monochlorobenzene	0.01
Styrene	0.02
Xylenes	0.5
Toluene	0.7
Penta chlorophenol	0.009
Methoxychlor	0.02
Tetrachloroethylene	0.04
Vinylchloride	0.0003
Acrylamide	0.0005

معرفی کلی روش های حذف مواد آلی

روشهای شیمیایی و فیزیکی حذف مواد آلی بطور کلی به صورت زیر طبقه بندی می شوند :

1- جذب با کربن فعال

2- اکسیداسیون

3- فرآیند اکسیداسیون پیشرفته

4- اوزون زنی

5- Air Stripping

6- Membrane

7- Coagulation/Flocculation

8- UV Photolysis

9- Chlorination

10- Centrifuge

برای مطالعه مبانی روش های فوق به پیوست مراجعه فرمایید .

معرفی روش های حذف براساس نوع ترکیبات آلی

روشهای حذف ترکیبات نفتی

1- با استفاده از زئولیت ها (روش جذب)

2- استفاده از سانتریفیوژ

3- Air Stripping

4- Coagulation : با استفاده از آلومینیوم سولفات 18 آبه و کلرید آهن 6 آبه

5- Flocculation : پلی الکترولیت زی تگ Zetag 50

روشهای حذف مواد دارویی

- 1- روش جذب با کربن فعال
- 2- روش اکسیداسیون
- 3- روش Membrane
- 4- انعقاد و لخته سازی

مواد دارویی موجود در آب شامل موارد زیر است :

Carbamazepin-Ibuprofen-Diclofenac-Clofibrac acids-Metoprolol-Iopromide

روشهای حذف سورفاکتانت

- 1- روش جذب با کربن فعال
- 2- روش انعقاد و لخته سازی

بطور کلی سورفاکتانت ها به دو نوع آنیونی و کاتیونی تقسیم می شوند که روشهای حذف آنها نیز متفاوت است :

روش های حذف سورفاکتانت آنیونی :

- 1- Bubble Sparging
- 2- Surface Swipping
- 3- Tank Overflowing
- 4- Surface Vaccuming

مثال هایی از سورفاکتانت آنیونی : سدیم دو دسیل سولفات (SDS) - سدیم لوریل سولفات (SLES) - پرفلورواکتان سولفات (PFOS) - آلکیل بنزن سولفونات خطی (LABS).

روش های حذف سورفاکتانت های کاتیونی :

با استفاده از Clinoptilolite Zeolite .

مثال هایی از سورفاکتانت کاتیونی :

بنزآلکونیوم کلراید (BAC) - بنزتونیوم کلراید (BZT).

روش های حذف Lubricants

- 1- روش جذب با کربن فعال
- 2- روش Membrane از نوع AC

روش های حذف پلیمرها

- 1- روش جذب با کربن فعال
- 2- اوزون زنی
- 3- روش Membrane از نوع AC و NF
- 4- انعقاد و لخته سازی از نوع چیتوسان (منعقد کننده دوستدار محیط زیست)

مثال هایی از پلیمرهای موجود در آب :

پلاستیک ها – پلی آمین ها-پلیمر های آنیونی و غیر آنیونی.

روشهای حذف فتالاتها

- 1- روش Membrane از نوع RO و UF و NF

- 2-انعقاد و لخته سازی از نوع چیتوسان

مثال هایی از فتالاتهای موجود در آب :

دی اتیل هگزیل (DEHP) – دی اتیل (DEP) –فتالات استر (PAE).

روشهای حذف هیدروکربنهای سایکلیک آروماتیک

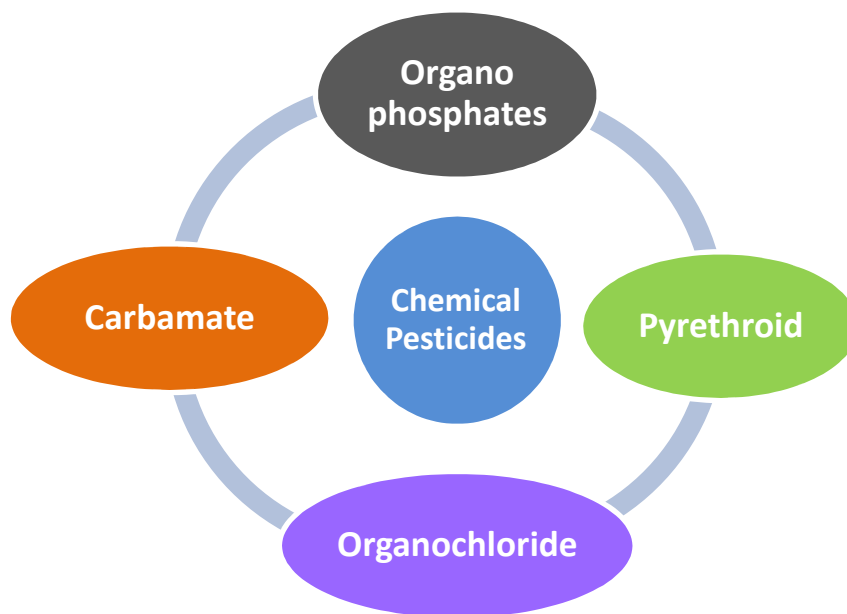
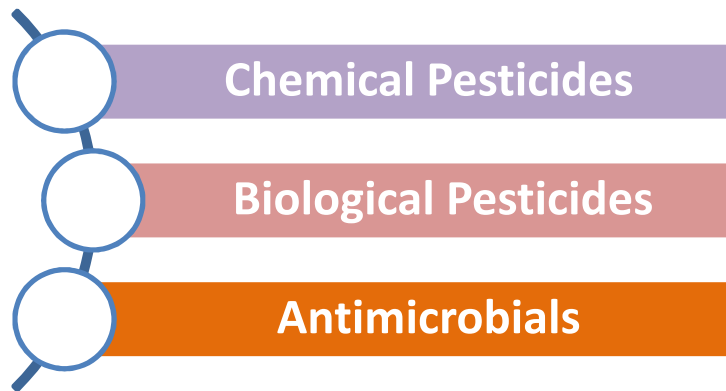
- 1- جذب با کربن فعال
- 2- روش اکسیداسیون پیشرفته
- 3- اوزون زنی
- 4- کلرزنی

مثالهایی از هیدروکربنهای سایکلیک آروماتیک :

بنزوپیرن – تتراسن –آنتراسن –فنانترولین –نفتالین –تری فنیلن .

مواد سمی و حشره کش ها

انواع سموم و حشره کش ها :



روشهای حذف سموم و حشره کشها

- Adsorbtion -1
- Advanced oxidation process -2
- Ozonation -3
- UV Photolysis -4
- Chlorination -5

نمونه هایی از سموم و حشره کشهای موجود در آب :

. DDT- Chlordan- Cabofuran- Bentazone- Aldrine and dieldrin - Alachlor - Atrazine

روش های حذف محصولات حاصل از گندزدایی

Adsorbtion -1

Advanced oxidation process -2

جدول زیر نمایانگر میزان بازدهی روش ها نسبت به ترکیبات می باشد

Compounds Removal Manners	Cyclic	Aliphatics	Aromatics	Total
Oxidation	1	4	48	از 54 نمونه
Adsorbtion	28	49	87	از 164 نمونه
Air Stripping	13	13	28	از 54 نمونه
Biological Treatment	2	18	17	از 37 نمونه

جدول بازدهی دیگر مربوط به روشهای حذف در زیر آورده شده است

Treatment Process	NOM Removal Efficiency	Complexity
Coagulation	نسبتا خوب	پایین
Ac Filtration	خیلی خوب	خوب
Ozonation	خیلی خوب	خوب
Nano Filtration	عالی	متوسط

جدول روش های حذف متناظر با نوع ترکیبات آلی

روشهای حذف											مواد آلی مورد بررسی در آب
Centrifuge	Chlorination	UV Photolysis	Coagulation/flocculation	Membrane	Air Stripping	Ion exchange	Ozonation	Advanced oxidation process (AOP)	Precipitate flotation	Adsorption (GAC)	
●			●	●	●					●	ترکیبات نفتی
			●	●						●	مواد دارویی
			●							●	Surfactants
				●						●	Lubricants
			●	●			●			●	پلیمرها
			●	●							فنالاتها
	●						●	●		●	هیدروکربنهای پلی سایکلیک آروماتیک
	●	●					●	●		●	مواد سمی / حشره کش ها
						●			●	●	اسید هیومیک ها

طبق جدول زیر روش های حذف براساس نوع منبع آب پیشنهاد میشود



روشهای حذف پیشنهادی متناسب با منبع آب مورد استفاده

آب زیرزمینی

- جذب سطحی
- جریان سازی با هوا
- اکسیداسیون متداول
- اکسیداسیون پیشرفته
- روش های غشایی

آب سطحی

- روش های غشایی
- اکسیداسیون پیشرفته
- اکسیداسیون متداول
- انعقاد و ته نشینی
- جریان سازی با هوا
- جذب سطحی

آب سطحی آلوده شده باپساب

- شناورسازی با محلول (DAF)

گزارش مزایا و معایب روشهای حذف براساس منبع آب

نوع آلاینده قابل حذف	معایب	مزایا	نوع منبع آب	مکانیسم عمل	روش
<p>1- مواد آلی پایدار</p> <p>2- مواد معدنی</p> <p>3- فلزات سنگین</p> <p>4- پاتوژن ها</p> <p>5- مواد آلی زیست</p> <p>تجزیه پذیر</p> <p>6- مواد آلی مولد طعم و بو</p>	<p>-گران</p> <p>-گرفتگی غشا و نیاز به پاکسازی</p> <p>-نیاز به پیش تصفیه</p> <p>-مصرف انرژی</p> <p>-ورود فناوری از خارج</p> <p>و ایجاد وابستگی</p> <p>-نیاز به اپراتور ماهر</p> <p>-تولید شوراب</p> <p>و ضرورت مدیریت آن</p>	<p>-کارائی بالا</p> <p>-امکان حذف انواع آلاینده های آلی و معدنی به طور همزمان</p> <p>-راه اندازی ، Shutdown سریع و راندمان بالا</p>	<p>1- آب زیر زمینی</p> <p>2- آب سطحی</p> <p>تصفیه شده</p> <p>و خروجی از صافی های شنی</p>	<p>غربال فیزیکی و فشار اسمزی</p>	<p style="color: red;">روشهای غشایی</p> <p>- میکروفیلتراسیون</p> <p>- اولترافیلتراسیون</p> <p>- نانوفیلتراسیون</p> <p>- اسمز معکوس</p>
<p>1- مواد آلی پایدار</p> <p>2- پاتوژن ها</p> <p>3- مواد آلی زیست</p> <p>تجزیه پذیر</p> <p>4- مواد آلی مولد طعم و بو</p> <p>5- رنگ ها</p> <p>6- حذف NOM</p>	<p>-نیاز به مصرف مواد شیمیائی</p> <p>-عملکرد غیر انتخابی</p> <p>رادیکال هیدروکسیل و احتمال مصرف برای آلاینده غیر هدف</p> <p>- امکان تولید متابولیت های سمی در مواقع اکسیداسیون ناقص</p> <p>-تولید لجن بالا در برخی فرآیندها نظیر فنتون</p> <p>-عدم کارائی روشهای مبتنی بر پرتو UV در آب یاپساب های بسیار کدر</p> <p>-احتمال گران بودن فرآیند های مبتنی بر ازن با UV</p>	<p>-امکان حذف همه نوع مواد آلی</p> <p>-امکان معدنی سازی کامل</p> <p>-امکان پیش تصفیه و شکستن اولیه ماده آلی</p> <p>-حذف مواد آلی مولد بو و طعم</p> <p>-حذف پاتوژن ها</p> <p>-زمان ماند کوتاه و سرعت عملیات</p> <p>-عدم وابستگی به شرایط آب و هوایی ، راه اندازی و Shutdown سریع</p>	<p>1- آب زیر زمینی</p> <p>2- آب سطحی</p> <p>تصفیه شده</p> <p>و خروجی از صافی های شنی</p>	<p>اکسیداسیون سریع ، پر شدت و غیر انتخابی</p> <p>مبتنی بر تولید رادیکال واکنشگر هیدروکسیل</p>	<p style="color: red;">اکسیداسیون پیشرفته</p> <p>1- ازن زنی در PH بالا</p> <p>2- ازن زنی + هیدروژن پروکسید</p> <p>3- ازن زنی + UV</p> <p>4- ازن زنی + تیتانیوم اکسید</p> <p>5- UV + کاتالیزور تیتانیوم</p> <p>6- فنتون و فنتون اصلاح شده</p> <p>7- اولتراسونیک + ازن با پراکسید هیدروژن</p>

<p>1- مواد آلی پایدار 2- مواد آلی مولد طعم و بو 3- فلزات سنگین</p>	<p>- پرشدن ظرفیت جاذب و ضرورت احیای آن - راهبری پیچیده - هزینه بالا جاذب کربن فعال - احتمال واجذب آلاینده در جذب فیزیکی - ضرورت پیش تصفیه آب</p>	<p>- فناوری اثبات شده - راندمان بالا - امکان تولید جاذب از مواد ارزان قیمت کارآمد در غلظت های بسیار جزئی آلاینده - در دسترس بودن طیف گسترده ای از مواد طبیعی برای تولید جاذب</p>	<p>1- آب زیرزمینی 2- آب سطحی تصفیه شده و خروجی از صافیهای شنی</p>	<p>جذب سطحی فیزیکی با به دام انداختن آلاینده هدف در خلل و فرج جاذب و جذب سطحی شیمیایی با برقراری پیوند شیمیایی میان آلاینده و گروههای عامل جاذب</p>	<p style="text-align: center;">جذب سطحی</p>
<p>1- پاتوژن ها 2- مواد آلی زیست تجزیه پذیر 3- مواد آلی مولد طعم و بو 4- حذف NOM</p>	<p>- احتمال تولید بقایای سمی اکسیداسیون نظیر THM و HAA - نیاز به مصرف مواد شیمیایی - عملکرد غیر انتخابی - احتمال مصرف برای آلاینده غیر هدف - امکان تولید متابولیت های سمی در مواقع اکسیداسیون ناقص - عدم کارائی روشهای مبتنی بر پرتو UV در آب یا پساب های بسیار کدر - احتمال گران بودن فرآیندهای مبتنی بر ازن با UV - نیاز به زمان ماند بالادر غلظت های بالای آلودگی احتمال باقی ماند بو (کلر آمین) - عدم باقی ماندن ماده پایدار وعدم امکان مقابله با آلودگیهای ثانویه (ازن و UV).</p>	<p>- سریع - راه اندازی و راهبری ساده - در برخی موارد نظیر کلر، اوزون حذف پاتوژن ها - کنترل عوامل گیاهی و جلبکی - حذف مواد مولد طعم و بو - امکان تولید در محل (مثال ازن و دی اکسید کلر) - ماندگاری بالا و مقابله با آلودگیهای ثانویه (کلر و کلر آمینها)</p>	<p>1- آب زیرزمینی 2- آب سطحی</p>	<p>اکسیداسیون غیر انتخابی ترکیبات آلی موجود در نمونه آب یا پساب</p>	<p style="text-align: center;">اکسیداسیون متداول</p> <p>1- کلرزنی و مشتقات کلر 2- ازن زنی 3- کاربرد پرتوها به ویژه UV و گاما</p>
<p>1- مواد آلی</p>	<p>- راندمان پایین برای</p>	<p>- فناوری ساده و ارزان</p>	<p>افزودن مواد</p>		

<p>2-رنگ ها 3-NOM 4-کلوئیدها 5-فلزات سنگین 6-ترکیبات معدنی</p>	<p>مواد آلی -مصرف موادشیمیایی و تولید لجن انبوه -مصرف قلیائیت وخورنده شدن آب</p>	<p>-امکان حذف چندین پارامتر به طور همزمان</p>	<p>آب سطحی</p>	<p>منعقدکننده وحذف همزمان کلوئید ، بارآلی و رنگ با مکانیسم جذب سطحی وخنثی سازی باربا انعقاد جارویی و تشکیل فلوک های قابل ته نشینی حذف NOM</p>	<p>انعقاد و ته نشینی</p>
<p>1- VOCs 2- برخی ترکیبات مولد طعم و بو در آب</p>	<p>-عدم تغییر و تبدیل آلاینده وانتقال آن به اتمسفر - راندمان پایین - مصرف انرژی - راهبری پیچیده - وابستگی شدید به شرایط محیطی نظیر دما و فشار وشرایط آب شامل غلظت TDS</p>	<p>- فناوری ساده و در دسترس - عدم مصرف مواد شیمیایی - کارآمد برای ترکیبات فرار - زمان ماند کم</p>	<p>1-آب زیرزمینی 2-آب سطحی تصفیه شده و خروجی از صافی های شنی</p>	<p>اکسیداسیون (ترکیبات گوگردی مثل SH2) با اکسیژن یا فراریت برای ترکیبات فرار</p>	<p>عریان سازی با هوا</p>
<p>1-روغن و چربی وبرخی هیدروکربنهای نفتی</p>	<p>-احتمال گرفتگی سوراخهای دیفیوزر -احتمال افت فشار هوا -نیاز به انرژی بیشتر در اثر عبور هوا از روزنه های کوچک</p>	<p>1- فناوری اثبات شده 2-راندمان قابل قبول</p>	<p>1-پساب 2-آب سطحی یا زیرزمینی آلوده شده</p>	<p>تزیق حباب های هوا به حوضچه ، صعود حباب ها به سطح در نتیجه تغییرات فشار وجابجایی ذرات روغن وچربی به سطح ، و در نهایت جمع آوری فیزیکی روغن و چربی از سطح</p>	<p>شناور سازی با هوای محلول (DAF)</p>

پیوست

جذب سطحی بوسیله کربن فعال

به طور کلی، جذب سطحی فرآیند جمع آوری موادی است که به صورت محلول در فصل مشترک مناسبی قرار دارند. فصل مشترک می تواند بین مایع و گاز، مایع و جامد یا مایع و مایع باشد.

پیش از این در تصفیه فاضلاب از فرآیند جذب سطحی به طور گسترده استفاده نمی شده است، اما نیاز به کیفیت بالاتر خروجی فاضلاب تصفیه شده، به بررسی عمیق و گسترده از فرآیند جذب سطحی روی کربن فعال منجر شده است. معمولاً تصفیه فاضلاب با کربن فعال را یک فرآیند تمیز سازی نهایی تلقی می کنند که روی آبی که قبلاً در معرض تصفیه زیست شناختی متعارف قرار گرفته است اعمال می شود. در این حالت برای جداسازی بخشی از مواد آلی محلول باقیمانده از کربن استفاده می شود. بسته به وسیله تماس کربن با آب، می توان مواد جامد ریز موجود را نیز جدا کرد.

تولید کربن فعال :

کربن فعال را ابتدا با تهیه ذغال از موادی چون پوست بادام، نارگیل و گردو و سایر انواع چوب و ذغال سنگ تولید می کنند. برای تهیه این ذغال، مواد تا حد گداختگی گرما می دهند تا هیدرو کربن های آن خارج گردند، اما مقدار هوا را کمتر از مقدار کافی نگه می دارند تا سوخت ادامه یابد. سپس ذرات ذغال را با قرار دادن آن در معرض یک گاز اکساینده در دمای بالا فعال می کنند. این گاز یک ساختار متخلخل در ذغال ایجاد می کند و بدین ترتیب یک سطح بزرگ با مساحت زیاد درون آن ایجاد می گردد. پس از فعال سازی، کربن را می توان در اندازه های مختلف با ظرفیت های مختلف جذب سطحی جدا کرد. دو نوع اندازه آن عبارتند از: پودری و دانه ای

تصفیه با کربن فعال دانه ای (GAC): از ستون یستر ثابت به منزله وسیله تماس فاضلاب با کربن فعال دانه ای استفاده می شود. آب از بالای ستون وارد و از پایین آن تخلیه می شود. کربن را با یک سیستم تخلیه تحتانی در پایین ستون در جای خود نگه می دارند.

تصفیه با کربن فعال پودری (PAC): روش دیگر استفاده از کربن، به کارگیری کربن فعال پودری است. این نوع کربن را در خروجی فرآیندهای تصفیه زیست شناختی، به طور مستقیم در فرآیندهای مختلف تصفیه زیست شناختی و در نمودارهای جریان-فرآیند تصفیه فیزیکی-شیمیایی به کار برده اند.

در تاسیسات تصفیه زیست شناختی، کربن فعال پودری را در یک حوضچه تماس به خروجی اضافه می کنند. پس از مدتی تماس اجازه می دهند کربن به ته مخزن ته نشین شود و سپس آب تصفیه شده را از

مخزن خارج می کنند. چون دانه های کربن بسیار ریز است، برای کمک به جداسازی ذرات کربن، به لخته سازی همچون یک پلی الکتروولیت و صاف کردن با صافیهای دانه ای متوسط نیاز خواهد بود.

کاربرد روش جذب سطحی:

تعداد زیادی از ترکیبات را که با سایر روش های تصفیه نمی توان جدا کرد ممکن است به روش جذب سطحی از آب حذف کرد. برای مثال: آفت کش ها و علف کش ها نظیر حشره کش های کاربامات را شاید بتوان از راه جذب سطحی روی گرد کربن فعال جدا کرد. ولی موادی نظیر ایلیت، کائولی نیت و مونت موری لونیت این جذب سطحی را نمی توان انجام داد. بعلاوه تعلیقهای کلوئیدی DDT ، کلروبنزن و اسید پارا کلر و بنزن سولفونیک ناشی از تولید DDT را شاید بتوان با کاربرد کربن فعال شده حذف کرد.

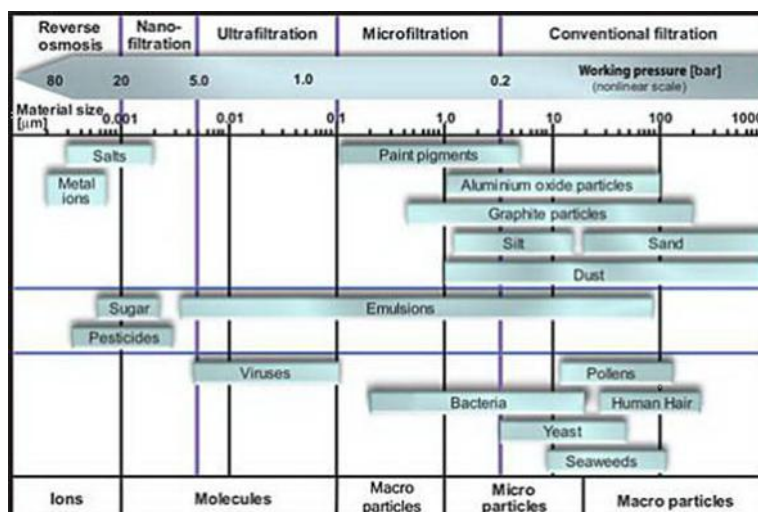
روش های غشایی

از تکنولوژیهای غشایی اولین بار برای فیلتراسیون آب آشامیدنی ارتش آلمان استفاده شد. تحقیقات برای استفاده گسترده از این تکنولوژی توسط کشور آمریکا مورد حمایت قرار گرفت و نهایتاً توسط شرکت میلی پور ، اولین و بزرگترین تولیدکننده میکروفیلتر، مورد بهره برداری قرار گرفت. در گذشته بیشترین کاربرد میکروفیلتراسیون در صنایع نوشیدنی ($0/45 \mu\text{m}$)، استریلیزاسیون تجاری سرد برای مصارف دارویی ($0/2 \mu\text{m}$) و تامین آب خالص در فرایندهای نیمه رسانایی ($0/1 \mu\text{m}$) بود . تا سال 1960 با وجود درک اصول اساسی غشاهای مدرن صنایع مهمی در این زمینه وجود نداشت تا اینکه به تدریج با رفع برخی از معایب آنها نظیر قیمت بالا ، فرایندهای کند و زمان بر ، غیر انتخابی بودن و... غشاها از آزمایشگاه به صنعت راه یافتند.

اساس فرایندهای غشایی عبور مواد از میان صافی است ، که این امر توسط یک نیروی رانشی صورت می گیرد. این رانش در فرایندهای غشایی به چهار دسته تقسیم می شود و شامل:

- اختلاف فشار : در فرایندهای غشایی میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس
- اختلاف پتانسیل الکتریکی : نظیر الکترودیالیز و الکترولیز غشایی
- اختلاف دما : مانند membrane distillation
- اختلاف غلظت: نظیر gas separation

- در فرایندهای غشایی میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس این نیروی رانشی اختلاف فشار است اما در سایر فرایندهای غشای همانگونه که اشاره شد، این نیروی رانشی می تواند متفاوت باشد. دامنه کاربرد و ابعاد انواع غشاهای میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس در زیر نشان داده شده است.



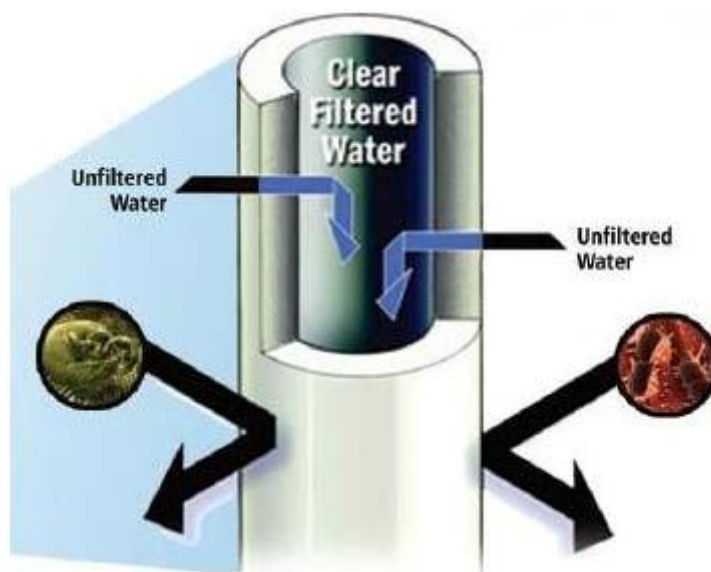
روش غشایی میکروفیلتراسیون :

یکی از فرایندهای غشایی میکروفیلتراسیون است ، که در آن عبور مواد از غشاء با سوراخهای 0/1 تا 10 میکرومتر و تحت فشار 1 تا 2 بار صورت می گیرد. در فرایند میکروفیلتراسیون غشاهای متخلخل سرامیکی دارای بیشترین کاربردند. این غشاها از پایداری حرارتی، شیمیایی و مکانیکی بسیار بالایی برخوردارند. مقاومت حرارتی آنها بسیار بالاتر از پلیمرهاست و به راحتی با انواع مواد شوینده اسیدی و قلیایی قابل شستشو هستند.

روش غشایی اولترافیلتراسیون :

اولترافیلتراسیون تکنولوژی جداسازی توسط ممبرین است که بر مبنای غشای نیمه تراوا جهت جداسازی محلول های حاوی ترکیبات مفید و غیرمفید به کار برده می شود. اختلاف فشار، نیروی محرک جریان، جهت عبور از میان غشای ممبرین می باشد. ساختار نامتقارن ممبرین های UF باعث جدا شدن ذرات بزرگتر از وزن مولکولی ممبرین و باقی ماندن آن ها در سطح ممبرین می شود در حالیکه ذرات کوچکتر از میان ساختار ممبرین عبور می کنند. فیلتراسیون، پالایش، جداسازی و تغلیظ محلول زمانی که غلظت مواد باقیمانده بر سطح ممبرین افزایش پیدا می کند به پایان می رسد. ممبرین های (PVDF UF) ممبرین

هایی جدید با بافت تو خالی جهت جداسازی، فیلتراسیون و تغلیظ مواد می باشند. قطر داخلی بافت ها تقریباً $0.7-0.8\text{ mm}$ و قطر خارجی آن ها $1.1-1.3\text{ mm}$ است. میزان وزن جداکننده مولکولی از $5000-100000\text{ dalton}$ و بافت های ممبرین پوشیده شده توسط پوشش رزینی اپوکسی پوشیده (pack) شده است.



در غشاهای اولترافیلتراسیون، علاوه بر اندازه مولکول ها، جاذبه های بین اجزاء و غشا در فرآیند تاثیرگذار است. اختلاف فشار اسمزی در دو طرف غشا با توجه به عبور نمک ها و یون ها از غشا خیلی زیاد نیست و بنابراین فشار لازم برای انجام اولترافیلتراسیون در حدود 2 تا 7 بار می باشد که نسبت به فشار اعمالی در فرآیند نانوفیلتراسیون فشار کمتری است. شار به دست آمده در اولترافیلتراسیون با توجه به اندازه حفره های غشا بیش از نانوفیلتراسیون و اسمزمعکوس و کمتر از میکروفیلتراسیون است. با توجه به خصوصیات شمرده شده از این فرآیند، می توان در عملیات تصفیه، تغلیظ و تفکیک استفاده نمود.

به طور کلی کاربرهای غشا اولترافیلتراسیون شامل موارد زیر است:

• کاربرد برای آب فوق خالص

- خالص سازی اولیه آب های صنعتی

- پیش تصفیه آب فوق خالص
- پیش تصفیه برای نمکزدایی آب دریا
- پس تصفیه برای آب های فوق خالص
- کاربرد در صنایع زیست محیطی
- تصفیه پساب های صنعتی
- صنایع غذایی و نوشیدنی
- تصفیه آب های معدنی
- خالص سازی و تصفیه آبمیوه
- حذف پروتئین و آنزیم
- صنایع مختلف
- صنایع لبنی (تغلیظ شیر و پنیر)
- صنایع داروسازی (آنزیم ها، آنتی بیوتیک ها)
- صنایع نساجی
- صنایع شیمیایی
- صنایع کاغذسازی
- صنایع چرم
- مزایای فرایند اولترافیلتراسیون
- کیفیت بالای محصول فیلتر شده
- حذف باکتری و ویروس
- فشار پایین عملیاتی

- بازده بالا

- کاهش نیاز به مواد شیمیایی

- هزینه عملیاتی پایین

- کاهش کدورت تا NTU 1/0

- شستشوی راحت

اگرچه اکثر ممبرین های اولترافیلتراسیون به شکل فیبر توخالی (Hollow Fiber) می باشند، شرکت CSM توانسته است ممبرین های UF به شکل حلزونی (Spiral-Wound) نیز تولید کند. ممبرین های UF از جنس های مختلفی می باشند که از آن جمله می توان به پلی پروپیلن (PP)، پلی وینیلیدن فلوراید Polyvinylidene Fluoride (PVDF)، پلی سولفون (PS) Polysulfon و پلی اکریلو نیتریل Polyacrylonitrile (PAN) اشاره کرد.

نانو فیلتراسیون :

نانو تکنولوژی دامنه وسیعی از تجهیزات و کاربردها را در بر گرفته است و یکی از فوق العاده ترین فناوری های قرن 21 به حساب می آید. خطر آلودگی منابع آب آشامیدنی و عدم امکان تصفیه منابع آلوده با روشهای مرسوم و از طرفی آلودگی نیتراتی منابع زیرزمینی نیاز به روش های جایگزین تصفیه را محسوس تر می نماید.



یکی از این روش ها نانو فیلتراسیون می باشد که در سالهای اخیر به شدت در دنیا مورد توجه قرار گرفته است. توانایی حذف باکتری ها و ویروس ها در این روش ها بسیار زیاد است و در مقایسه با اسمز معکوس ، مقرون به صرفه تر بوده و بهره برداری از آن نیز آسانتر می باشد.

امروزه تحقیقات بیشتر بر روی بررسی های کاربردهای جدید از جمله حذف یونهای تک ظرفیتی متمرکز است. جداسازی در این غشاها بر پایه مکانیسم غربالگری بوده و از طرفی به دلیل باردار بودن این غشاها، واکنش بین غشاء و سیال عبوری هم در فرآیند جداسازی موثر است.

نانوفیلتراسیون یکی از روش های تصفیه غشایی می باشد که بسیاری از ترکیبات با جرم مولکولی بالا و محلول در آب را حذف می کند. غشاءهای نانوفیلتراسیون سختی آب را به جز یون های با جرم مولکولی پایین که برای بدن انسان مفید می باشد را حذف می کند. این روش همچنین مولکول های آلی بزرگ را مانند رنگ آب، تقریباً تمام ویروس ها، بسیاری از مواد آلی طبیعی و برخی نمک ها را حذف می کنند. اندازه حفره های فیلترهای نانوفیلتراسیون حدود 0/001 میکرون می باشد.

مزایای روش نانوفیلتراسیون

مصرف انرژی پایین تر

هزینه کمتر نسبت به اسمز معکوس

دبی خروجی محصول بالاتر

کیفیت آب خروجی بالاتر جهت آب آشامیدنی

هزینه های نگهداری پایین تر نسبت به روش اسمز معکوس

بازدهی بیشتر نسبت به روش اسمز معکوس

طول عمر بالاتر غشاهای نانوفیلتراسیون نسبت به اسمز معکوس

کاربردهای روش نانوفیلتراسیون

تصفیه آب های سطحی و زیرسطحی برای مصارف آشامیدنی

تصفیه پساب های صنعتی - کشاورزی

حذف آلاینده های آلی از آب

گندزدایی آب های سطحی و زیرزمینی

حذف رنگ از آب آشامیدنی

اسمز معکوس :

اسمز معکوس (به انگلیسی: Reverse osmosis) فرایندی است که در آن از فشار برای معکوس نمودن جریان اسمزی آب از درون یک غشای نیمه تراوا استفاده می‌شود. اگر یک غشای نیمه تراوا بین دو محلول آب خالص و آب ناخالص قرار گیرد آب به گونه‌ی طبیعی و تحت خاصیت اسمزی از غلظت پایین تر به غلظت بالاتر جریان می‌یابد. این پدیده تا هنگامی که پتانسیل‌های شیمیایی دو طرف برابر گردند ادامه خواهد یافت. در حالت تعادل اختلاف فشار بین دو طرف غشا برابر اختلاف فشار اسمزی است. اگر فشاری برابر با اختلاف فشار اسمزی به محلول غلیظ‌تر اعمال گردد جریان آب قطع خواهد شد. در صورتیکه فشار اعمال شده بیشتر از فشار اسمزی باشد، جهت جریان طبیعی آب، معکوس خواهد گردید.

در این روش آب با فشار از میان غشایی گذرانده می‌شود که نیترات و سایر مواد معدنی را فیلتر می‌کند. نیم تا دو سوم آب پشت این غشا باقی می‌ماند که به عنوان آب پسمانده دور ریخته می‌شود. سیستم‌های اسمز معکوس با کارایی بالا از فشارهای در حد یک میلیون پاسکال استفاده می‌کنند.

همچنین بهترین روش نمک زدائی از آبهای لب شور استفاده از فرایند اسمز معکوس می‌باشد، زیرا سیستم پیچیده‌ای نداشته و راهبری آن قابل کنترلتر از دیگر روشها می‌باشد و با توجه به توسعه روشهای پیشرفته تولید غشاهای پلیمری، به کارگیری این روش، توجه بیشتری دارد.

صنایع امروز برای تصفیه آب مورد استفاده در بخشهای تولید بخار و فرایند خود از سیستم اسمز معکوس استفاده فراوانی می‌برند. اساس کار این دستگاهها بر عبور ملکولهای غیر یونی مثل آب از یک غشاء با روزه‌های بسیار ریز بنا شده است. این غشاءها به صورتی ساخته شده‌اند که ملکولهای خنثی را براحتی از خود عبور می‌دهند. به همین دلیل آب ورودی به سیستم، که دارای املاح مختلف است به آب تقریباً خالص تبدیل می‌گردد. در سیستم اسمز معکوس، جریان ورودی یا خوراک (Feed) به دو جریان آب تصفیه شده (Permeate) و پساب غلیظ (Reject) یا (Brine) تبدیل می‌شود.

اساس کار اسمز معکوس

فرض کنید دو ظرف، یکی حاوی آب نمک (۱) و دیگری حاوی آب خالص (۲) توسط یک لوله به یکدیگر متصل بوده و هر دو دارای ارتفاع مساوی از آب و در یک سطح قرار داشته باشند. جهت برقراری تعادل در غلظت یونهای سدیم و کلراید از ظرف آب نمک، یونهای نمک به صورت نفوذ مولکولی به ظرف آب خالص انتقال یافته تا تعادل غلظت بین هر دو ظرف برقرار گردد. اما اگر بین این دو ظرف و در مسیر جریان آب یک غشاء قرار گیرد که فقط اجازه دهد مولکولهای آب از آن عبور کنند، یونهای نمک اجازه عبور نخواهند

داشت. لذا برای برقراری تعادل در غلظت، آب خالص از ظرف شماره (۲) به ظرف شماره (۱) انتقال می‌یابد و این عمل تا آنجا ادامه می‌یابد که افزایش ارتفاع حاصله در ظرف آب نمک، فشار مضاعف ایجاد کرده و اجازه انتقال آب از ظرف شماره (۲) به ظرف شماره (۱) را ندهد. این فشار را فشار اسمزی می‌گویند و طبق قانون Vant Hoff تابعی است از غلظت نمک در هر دو ظرف غشاء.

انتخاب غشاء

در سیستم اسمز معکوس غشاء مهمترین و حساسترین قسمت دستگاه می‌باشد. زیرا فشار عملیاتی مورد نیاز ارتباط مستقیم با ضخامت غشاء و قطر سوراخهای آن دارد. همچنین غشاء به علت تماس مداوم با مواد شیمیایی افزوده شده به آب، بایستی مقاوم بوده و با مواد بازدارنده و ضد رسوب گذار و زیست کشها (Biocides) واکنش ندهد.

عوامل مؤثر در مقایسه غشاءها عبارتند از:

قطر سوراخها

ضخامت

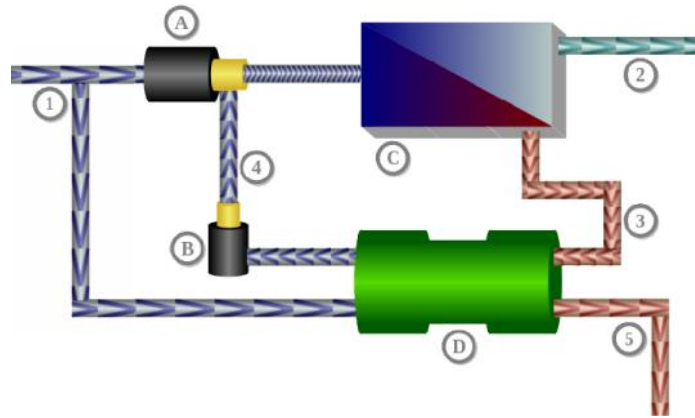
مقاومت در مقابل مواد شیمیایی

قیمت

افت فشار

شرکت سازنده

سعی می‌شود آب قبل از ورود به دستگاه اسمز معکوس، حتماً تصفیه مقدماتی گردد. ولی با این حال لازم است پیش از انتخاب غشاء عملیت پایلوتی صورت پذیرد. به علت کیفیت بسیار عالی آب خروجی از سیستم اسمز معکوس امروزه بیشتر صنایع از این روش، بجای بکارگیری سیستمهای تعویض یونی استفاده می‌کنند. زیرا مبادله کننده‌های یونی به علت مصرف زیاد مواد شیمیایی و رزین، دارای هزینه راهبری و نگهداری زیادی می‌باشند.



طرح واره‌ای از یک سیستم اسمز معکوس (آب شیرین کن) ۱: جریان ورودی از آب دریا، ۲: جریان آب تصفیه شده (۴۰)، ۳: جریان تغلیظ شده (۶۰)، ۴: جریان آب دریا (۶۰)، ۵: ماده ته مانده (فاضلاب)، A: پمپ فشار بالا، B: پمپ گردش آب، C: واحد اسمز به همراه غشا، D: مبدل فشار

مقایسه فرآیندهای غشایی :

فرآیندهای غشایی از جمله میکروفیلتراسیون، نانوفیلتراسیون، الترافیلتراسیون، و اسمز معکوس بطور فزاینده‌ای جهت حذف باکتری‌ها، میکروارگانیسم‌ها، ذرات و مواد آلی طبیعی بکار می‌رود و می‌تواند رنگ، بو، و محصولات جانبی حاصل از گندزدایی آب را از بین ببرد. در تکنولوژیهای غشایی انواع غشاهای متخلخل، متراکم، فاقد تخلخل و باردار الکتریکی استفاده می‌شوند.

اگرچه روش اسمز معکوس در گذشته جزء بهترین روشهای تصفیه آب به شمار می‌آمد، اما به دلیل صرف هزینه و انرژی نسبتاً زیاد و حذف برخی از یونهای ضروری از آب شرب در طی فرآیند، روش نانوفیلتراسیون و الترافیلتراسیون مورد توجه قرار گرفت. از جمله مزایای روش نانوفیلتراسیون و UF می‌توان به مواردی از قبیل صرف هزینه و انرژی کمتر، افزایش نرخ تصفیه آب، کاهش میزان گرفتگی و رسوب‌گذاری و عدم حذف یونهای ضروری آب شرب اشاره نمود. در عین حال روش اسمز معکوس همچنان به عنوان بهترین روش در تهیه آب مقطر و آب خالص مورد نیاز صنایع خاص محسوب می‌شود.

یکی از فرآیندهای غشایی میکروفیلتراسیون است، که در آن عبور مواد از غشاء با سوراخهای 0.1 تا 10 میکرومتر و تحت فشار 1 تا 2 بار صورت می‌گیرد. از دیگر فرآیندهای غشایی نانوفیلتراسیون است که دارای فشاری در حدود 10 تا 25 بار می‌باشد و قطر منافذ غشاء نیز در آن کمتر از 2 نانومتر است. بنابراین نانوفیلتراسیون قادر است اکثر ترکیبات را از یک محیط آبی جدا کند.

فرآیند اسمز معکوس از دیگر فرآیندهای غشایی است که تنها آب از خلال سوراخهای بسیار ریز ممبران عبور می کند. بنابراین می توان از آن برای نمک زدایی آب دریا و همچنین تهیه آب با خلوص بسیار بالا جهت مصارف دارویی و آب مقطر استفاده کرد.

اکسیداسیون متداول

یکی از اساسی ترین اهداف تصفیه آب گندزدائی یا ضدعفونی نمودن آب جهت مناسب نمودن برای شرب می باشد. تاکنون برای گندزدائی 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 گندزدائی 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 1893 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 قرار دارند بزرگترین تاسیسات گند زدائی با ازن در مناطق پاریس و مونترال بکار گرفته شده است.

ازن زنی

خواص فیزیکی و شیمیائی ازن:

ازن یکی از اشکال آلتروپی 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 12 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.

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

1- قدرت گند زدائی بالا

خصوصیات میکروب کشی ازن بیانگر پتانسیل بالای اکسیداسیون 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 (25 برابر) 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.

2 - 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 زائد 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 کشهای 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 رهنمودهایی ارائه گردیده است.

محصولات جانبی حاصل از گند زدائی با ازن:

در غیاب یون برمید در آب، محصولات جانبی حاصل از ازن زنی شامل اسیدهایی با وزن ملکولی کم و غیر هالوژن دار، آلدهیدها، کتون ها و الکل ها می باشند که این ترکیبات اغلب توسط میکرو ارگانیسم های موجود در آب قابل تجزیه بیولوژیکی می باشند و معمولاً برای مصرف کنندگان بی خطر هستند. پیش از 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 باکتریها ی هوازی مهیا می شود. در صورت استفاده از فیلترهای کربن فعال گرانولی (GAC) در بخش فیلتر اسیون ، مواد آلی بر روی منافذ و سطح کربن فعال گرانولی جذب می شوند و لذا فیلتر بعنوان منبع تغذیه و رشد باکتریها 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 درآب پس از فیلتر جلوگیری بعمل می آورد.



کلرزنی

برای حصول اطمینان از درستی کلرزنی قواعد زیر بایستی رعایت شود:

- 1 - آب مورد گندزدایی، صاف و بدون کدورت باشد.
- 2 - کلر مورد نیاز آب مشخص گردد، نقطه شکست کلر و کلر باقی مانده آزاد حائز اهمیت است.
- 3 - در هر حال زمان تماس حدود یک ساعت برای از بین بردن زیستوارکهای حساس در مقابل کلر منظور گردد.
- 4 - حداقل کلر باقیمانده پس از یک ساعت 0.5 میلی گرم در لیتر پیشنهاد می شود. این مقدار در بیماریهای همه گیر روده تا 1 میلی گرم در لیتر نیز توصیه شده است.

5 - مقدار کلر مورد نیاز هر نوع آب برابر خواهد بود با مقدار کلری که به آب اضافه می‌شود تا پس از یک ساعت مقدار 0.5 میلی گرم در لیتر کلر باقی مانده داشته باشد.

روش کلرزنی

با توجه به حجم آب مورد گندزدایی و وسعت پروژ، روش کلرزنی تعیین می‌گردد. کلر ممکن است به یکی از اشکال زیر در دسترس باشد:

الف) گاز کلر Cl_2

ب) کلرامین NH_2Cl و $NHCl_2$

ج) پرکلرین (High Test Hypochlorit) H.T.H

د) دی اکسید کلر ClO_2

کلر اولین ماده انتخابی در گندزدایی آب است زیرا ارزان، موثر و کاربرد آن بسیار ساده است. برای جلوگیری از آثار سمی آن توسط دستگاه کلرزنی به آب اضافه می‌شود. ترکیب آمونیاکی کلر نیز برای گندزدایی آب به کار می‌رود لیکن اثر آن کندتر از اثر کلر است. این امر باعث محدودیت استفاده از آن شده است.

پرکلرین یا H.T.H یا هیپوکلریت پر قدرت، یکی از ترکیبات کلسیم است که 60-70 درصد کلر دارد. محلول ساخته شده از H.T.H و ترکیبات دیگر کلردار برای گندزدایی آب بکار می‌رود.

- پرکلرین $Ca(OCl)_2$ به صورت پودر یا کریستال ریز در بسته هایی با وزن مشخص تهیه و توزیع می‌گردد.

- گرد سفید کلر $CaOCl_2$ که کلر قابل استفاده آن 33.5-39٪ است.

- محلول هیپوکلریت سدیم NaOCl که دارای 3-5 و 10-16 درصد وزنی کلر قابل استفاده است.

به هر حال علی رغم ترکیبات جانبی کلر با مواد آلی آب و خطرات احتمالی آن برای سلامت هنوز کلر به عنوان یک ماده شیمیایی گندزدا برای بهسازی آب آشامیدنی مورد استفاده است.

فرآورده های جانبی گندزدایی با کلر (DBPs) Disinfection By-Products:

ترکیبات خطرناک حاصل از واکنش گندزداها با ناخالصیهای موجود در آب به ویژه مواد عالی طبیعی (NOMs) Natural Organic Matters که از تجزیه مواد آلی در اکوسیستمهای اکولوژیکی به طریق طبیعی و مصنوعی وارد محیط شده اند ناشی می شوند. از جمله اسیدهای هیومیک که پیش ساز

نامیده میشوند را فرآورده های جانبی گندزدایی گویند. تشکیل DBP شدیداً وابسته به TOC در نقطه کاربرد گندزدا است.

مهمترین DBP ها، تری هالومتانها (THMs) بوده که در اثر واکنش کلر آزاد با مواد آلی ایجاد میشود و شامل تری کلرو متان (کلروفرم) دی کلرو برمو متان، و تری برمو متان (برموفرم) هستند. استاندارد کل THM در آب آشامیدنی ۰.۸ میلیگرم در لیتر است و روش اندازه گیری آنها گاز کروماتوگرافی به همراه اسپکترومتری جرمی (GC-MS) است. خطرناک ترین نوع

THM کلروفرم است که حدود 70 درصد کل تری هالومتانها را شامل می شود.

نکته: به کل مواد آلی هالوژنه موجود در آب TOX گفته میشود

هالواستیک اسیدها (HAAS) و هالواستونیتریل ها (HANS) و هالوکتونها، هالوآلدئیدها، کلروپیکرین و... از دیگر DBP ها بوده که حاصل تاثیر کلر بر پیش سازهای آلی هستند.

کلریت و کلرات در اثر گندزدایی با CLO₂ ایجاد میشوند. برمات توسط ازن و کلر فنل در اثر گندزدایی آبهای فنل دار با آب تولید میشوند. کلریدسیانوزن فرآورده فرعی گندزدایی آب با کلر آمینها است. کلرو پیکرین در اثر واکنش کلر با اسیدهای آمینه و هیومیک و نیترو فنلها ایجاد میشود. و در حضور یون نترات افزایش میابد. با توجه به اینکه مواد آلی طبیعی بیشتر

در ابهای سطحی یافت میشوند لذا مسئله تولید THMs بیشتر در منابع آب سطحی مطرح بوده و راهکارهای حفاظتی مناسب بایستی اندیشیده شود.

همه فرآورده های جانبی گندزدایی برای سلامتی انسان خطرناک و بایستی کنترل گردند بر اساس قانون فرآورده های جانبی گندزدایی (DBPR) دو روش برای محدود کردن این مواد وجود دارد:

1- حذف پیش سازها یا NOM که بر اساس TOC سنجش میشوند توسط انعقاد پیشرفته و جذب سطحی و فرایندهای غشایی به ویژه RO و تبادل یونی (رزین یونی).

2- حذف فرآورده های جانبی پس از تشکیل و قبل از مصرف آب توسط جذب سطحی و یا فرایندهای غشایی (RO) و زدایش توسط هوا

عوامل موثر بر تشکیل THM ها

1- غلظت و نوع ماده آلی: رابطه مستقیم با تشکیل THM

2- شکل و دوزاژ کلر: رابطه مستقیم

3- دما و pH: رابطه مستقیم

چند نکته

*پیش کلر زنی پتانسیل تشکیل فراوردهای جانبی گندزدایی (DBPFP) را به دلیل بالا بودن TOC در آب خام افزایش میدهد و بایستی از آن صرف نظر کرد

*اسیدهای هیومیک و فولومیک که قسمت بیشتر TOC را تشکیل میدهند در PH زیر 6 بار منفی داشته و توسط رزینهای آنیونی قابل حذف هستند

*در فرآیند انعقاد و ته نشینی و فیلتراسیون حدود 80 درصد TOC حذف میشوند

*تشکیل THMها با PH رابطه مستقیم و تشکیل هالواستیک اسیدها (HAA) با آن رابطه عکس دارد

گندزدایی به روش پرتو دهی

در میان روشهای فیزیکی، پرتو دهی از دیر باز مورد توجه بوده است. پرتوهای مورد استفاده در این روش به دو دسته پرتو یونیزان (شامل پرتو ایکس، گاما، بتا و آلفا) و پرتو فرابنفش تقسیم میشوند. پرتو یونیزان به دلایل گوناگون از جمله عدم دسترسی عموم به منابع تولید آنها (عمدتاً ایزوتوپهای رادیو اکتیو)، خطر کاربرد آنها توسط عموم مردم در نتیجه نیاز به تخصصهای بالا و همچنین قدرت کم نفوذ برخی از آنها کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. اما کاربرد پرتو فرابنفش چیزی نزدیک به حدود یک قرن است که مورد توجه قرار گرفته است گندزدایی بوسیله این پرتو را میتوان استفاده از یک روش طبیعی پنداشت چرا که در طبیعت و در نور خورشید نیز گندزدایی بطور طبیعی انجام می شود.

پرتو فرابنفش:

سازوکار عمل پرتو فرابنفش به این ترتیب است که به دلیل نزدیک بودن انرژی این پرتو به انرژی الکترون های پیوندی ترکیبات آلی، این پرتو روی این ترکیبات اثر گذاشته و باعث گسستن برخی پیوندها و ایجاد پیوندهای جدید می شود. پیوندهای دوگانه یا سه گانه بین اتمهای کربن و یا پیوندهای بین کربن و دیگر اتمها مستعدترین پیوندهای آسیب پذیر توسط پرتو فرابنفش می باشند.

جذب پرتو فرابنفش توسط ترکیبات آلی و تشکیل طیفهای جذبی که برای هر ماده مخصوص به همان ماده است به همین منوال بوده و اساس یکی از روشهای تجزیه دستگاهی است.

۳ - تولید پرتو فرابنفش :

پرتو فرابنفش به طور طبیعی در نور خورشید وجود دارد. در واقع در طبیعت انجام عمل ضد عفونی و کنترل رشد میکروارگانیسم ها به همین طریق انجام میشود. دلیل موثر بودن نور آفتاب در پاکیزگی بهتر لباس های شسته شده و همچنین زرد شدن و تغییر رنگ کاغذ و برخی از پارچه هایی که مدام در نور آفتاب قرار دارند وجود همین پرتو در نور خورشید است. تولید مصنوعی این پرتو با تخلیه الکتریکی در بخار جیوه در لامپهای مربوطه انجام می شود.

مشخصه فیزیکی تخلیه الکتریکی در بخار جیوه تولید چند طیف مشخص و ناپیوسته است که ۲۵۳ نانومتر) آن در ناحیه پرتو فرابنفش قرار / دو طیف ۱۸۵ و ۲۵۴ نانومتر (به طور دقیق تر ۷ می گیرد و بقیه در ناحیه مرئی. طول موج ۲۵۴ نانومتر بیشترین شدت را نسبت به دیگر طول موج ها داشته و واجد خاصیت میکروپ کشی است.

لامپهای مولد پرتو فرابنفش سه دسته اند :

۱ - لامپهای کم فشار.

۲ - لامپهای با فشار متوسط.

۳ - لامپهای پرفشار.

لامپهای کم فشار خود شامل دو دسته کاند گرم و کاند سرد می باشند. حدود ۹۵٪ طول موج تولید شده در ناحیه ۷ نانومتر قرار دارد. کارایی این لامپها شدیداً وابسته به ولتاژ ورودی دمای محل استفاده و عمر لامپ و تعداد دفعات خاموش و روشن آنها است که با کنترل هر یک از این عوامل در یک طراحی صحیح می توان اثرات هر عامل را به حداقل رسانید.

کارایی لامپهای با فشار متوسط مستقل از ۳ فاکتور یاد شده است اما بازدهی آنها نسبت به انرژی مصرفی آنها کم می باشد. در عوض نفوذ پذیری پرتو ساعت شده از آنها به خاطر شدت بالای آن بیشتر از لامپهای کم فشار است.

۳- ساز و کار اثر پرتو فرابنفش :

میکروارگانسیم ها سبب غیرفعال RNA یا DNA پرتو فرابنفش با اثر بر روی رشته وراثتی شدن میکروارگانسیم ها می شود. رشته های وراثتی در تمام موجودات اعم از تک سلولی و پرسلولی از واحدهایی به نام نوکلئوتید شامل یک باز آلی، یک ملکول قند ۵ کربنی و یک دنباله فسفریل تشکیل شده اند. قندها و دنباله فسفریله آنها وظیفه پیوند دادن واحدهای نوکلئوتید را به عهده دارند و بازهای آلی در نگهداری دو رشته وراثتی در کنار یکدیگر با استفاده از پیوندهای هیدروژنی نقش دارند بازهای آلی به کار رفته در نوکلئوتیدها در دو دسته بازهای پورین شامل آدنین و گوانین و بازهای پیریمیدین شامل سیتوزین، تیمین، و اوراسیل قرار می گیرند. تمامی این بازها پرتو فرابنفش را در ناحیه ۲۶۰ نانومتر جذب می کنند که بسیار نزدیک به پرتو خارج شده از لامپهای مولد این پرتو میباشد.

جذب پرتو فرابنفش توسط بازهای پیریمیدین بیش از بازهای پورین است. در نتیجه جذب انرژی پرتو فرابنفش هر جا که در طول رشته وراثتی بازهای پیریمیدین در مجاورت هم باشند به یکدیگر جوش می خورند بنابراین دو رشته وراثتی در این مکان ها به هم متصل شده و جدا نمی شوند و به این ترتیب میکروارگانسیم مربوطه قادر به تکثیر نخواهد بود. دیمرهای سیکلوبوتان تیمین - تیمین و تیمین - اوراسیل در مورد در (TDHT) اشکال فعال و غیر اسپورباکتریها و ترکیب ۵ - تیمینیل - ۵ و ۶ - دی هیدروتیمین مورد اشکال اسپورباکتریها و یا غیراسپور اما در حالت انجماد آنها شناسایی شده است.

حساسیت میکروارگانسیم های گوناگون به این پرتو به دلیل وجود ساز و کارهای گوناگون ۶ وات در ثانیه بر مترمربع متغییر است. در - ترمیمی در آنها با بکدیگر متفاوت بوده و از ۶۰۰۰ برای سنجش میزان تاثیر پرتو به کار می رود که معادل IxT واقع در مورد پرتو فرابنفش فاکتور شدت پرتو می باشد. I در مورد روشهای شیمیایی می باشد و در آن CxT فاکتور به طور کلی ساز و کارهای ترمیمی در دودسته قرار می گیرند:

۱. واکنشهای ترمیم در نور که معمولا به طول موج زیر ۵۱۰ نانومتر نیاز دارند.

۲. واکنشهای ترمیم در تاریکی که شامل یک سری عملیات ترمیمی و اصلاحی روی ژنوم میکروارگانسیم ها می شوند.

عموما توسط ساز و کارهای ترمیمی در نور از بین می UT و TT جالب توجه است که دیمرهای توسط ساز و کارهای ترمیم در تاریکی و آنها به سختی از بین می رود. TDHT روند اما ترکیب اگرچه نقطه ضعف روش

پرتودهی فرابنفش تنها همین مسئله مقاومت برخی از گونه های میکروارگانسیم ها است، اما با افزایش زمان پرتودهی، شدت آن و یا هر دو (بر اساس فاکتور عملا هیچ میکروارگانسیمی نمی تواند جان سالم به در ببرد.

۳- عوامل موثر بر کار آبی پرتو فرابنفش:

آنچه در مورد کاربرد این پرتو مهم است فاکتورهایی است که می توانند عبور این پرتو را از محیط آبی تحت تاثیر قرار دهند. ۴ فاکتور عمده عبارتند از:

۱. کدورت آب .

۲. غلظت ترکیبات آلی موجود در آب .

۳. میزان آهن موجود در آب .

۴. غلظت یونهای نیترات و نیتريت .

هریک از این فاکتورها به شدت از میزان عبور این پرتو می کاهند. از طرفی تمیز بودن لامپهای مولد پرتو نیز مهم می باشد. امروزه با نصب بازوهای متحرک روی دستگاه ضدعفونی با پرتو فرابنفش به خوبی با این مشکل مقابله می شود و لامپها یا پوشش کوارتز آنها به طور خودکار یا دستی بدون نیاز به پیاده کردن دستگاه پاک می شوند.

4- کاربرد پرتو فرابنفش جهت ضد عفونی منابع آب و فاضلاب:

کاربرد پرتو فرابنفش به عنوان یک روش ضدعفونی کننده فیزیکی در تصفیه منابع آب و فاضلاب به طور مستقل و یا به عنوان مکمل سایر روشها از دیرباز مورد توجه بوده است. جدیداً به کمک این پرتو در کنار استفاده از هیدروژن پروکساید برای از بین بردن ترکیبات آلی کلردار نیز استفاده می کنند

کاربرد این پرتو در زمینه های زیر می باشد:

۱. ضدعفونی آب آشامیدنی در پایان مراحل تصفیه به عنوان روش اصلی ضدعفونی و پیش از توزیع به شبکه مصرف. در این خصوص تنها دوز کمی از کلر، کلردی اکساید یا کلرامین جهت توزیع آب به شبکه مورد نیاز است.

۲. ضدعفونی آبهای سطحی و چاه، به ویژه در مزارع و روستاها به شرطی که کدورت و غلظت ترکیبات آلی و میزان آهن و یونهای نیتريت و نیترات آن در حد استاندارد معمول باشد.

۳. ضدعفونی آبی که در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی، دارویی، الکترونیک و غیره به کار می رود.

فواید کاربرد پرتو فرابنفش در هر یک از موارد اشاره شده به شرح زیر می باشند:

۱. انجام موثر عمل ضدعفونی.

۲. سرعت عمل، سرعت ضدعفونی شدن با پرتو فرابنفش از هر روش شیمیایی و فیزیکی دیگر کوتاه تر بوده و در حد ثانیه است.

۳. اقتصادی بودن روش.

۴. عدم کاربرد مواد شیمیایی.

۵. امن بودن.

۶. راحتی نصب دستگاه ها نگهداری آسان و بدون نیاز به پرسنل متخصص.

۷. اشغال فضای کم.

۸. خودکار بودن کار دستگاه.

۹. سازگاری با محیط زیست.

مقایسه موارد فوق با روشهای دیگر به ویژه کلرزی قابل درک است.

از بین بردن ترکیبات آلی کلردار:

جدیدا مشخص شده است که چنانچه پرتو فرابنفش در مقادیری بیش از آنچه برای عمل 2 برابر) به همراه هیدروژن پروکساید به کار رود، غلظت - ضدعفونی کردن لازم است (10 ترکیبات آلی کلر دار مانند تری کلرو اتیلن، تتراکلرو اتیلن، دی کلرو اتیلن، کلروفرم و غیره را در آب طبق معادلات زیر در نهایت به دی اکسید کربن و اسید کلریدریک تجزیه کرده و به زیر مقادیر مجاز و استاندارد می رساند .

فواید کاربرد پرتو فرابنفش علاوه بر مواردی که برای کاربرد آن به عنوان عامل ضدعفونی کننده بیان شد شامل موارد زیر می باشد:

۱. اطمینان به از بین رفتن ترکیبات کلردار.

۲. عدم نیازه تغییرات اساسی در سیستم اصلی.

۳. تخریب شیمیایی به موازات عمل ضدغفونی.

اکسیداسیون پیشرفته :

1- اوزون زنی در PH بالا

2- اوزون زنی همراه با هیدروژن پروکسید

3- اوزون زنی همراه با UV

4- اوزون زنی همراه با تیتانیوم اکسید

5- UV همراه با کاتالیزور تیتانیوم

6- فنتون

7- اولتراسونیک همراه با ازن یا پراکسید هیدروژن

فنتون :

فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته، همواره منجر به تولید رادیکال های بسیار فعال هیدروکسیل می گردند که این رادیکال ها، پتانسیل بالایی برای اکسیداسیون ترکیبات آلی دارند. یکی از فرایندهای اکسیداسیون شیمیایی، فنتون است که در آن، یون آهن به عنوان کاتالیست در یک محیط اسیدی با اکسیدان وارد واکنش شده و تولید رادیکال هیدروکسیل می نماید. این واکنش از نوع واکنش های اکسایش- احیا می باشد به این ترتیب که یون فلزی، انتقال یک الکترون را می پذیرد. کارایی این روش تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله pH، دما، غلظت آهن، پراکسید هیدروژن و زمان واکنش است.

از کاربردهای این روش حذف فنول و مواد شوینده از آب است .

شناورسازی هوای محلول

ترکیبات آلی فرار از صنایع به هوا انتشار می یابند به دلیل اثرات زیان آور این ترکیبات بر انسان حیوانات و گیاهان جلوگیری از انتشار این ترکیبات به هوا امری ضروری است. حذف این ترکیبات از فاضلاب ها و پسابها با استفاده از روش عاری سازی با هوا دریک پایلوت آزمایشگاهی روشی عمومی است. برای ارتقا عملکرد حذف از روش شناورسازی با هوای محلول جهت تولید حباب هوا استفاده می شود دراین روش هوا تحت

فشار داخل آب حل گردیده و آب فوق اشباع وارد ستون حباب اتمسفری شده و به دلیل افت فشار ناگهانی حبابهای بسیار ریز تولید می شود. آلاینده توسط این حباب ها بالا رفته و به سطح ستون می رسد هوای آلوده جهت حذف نهایی ترکیبات آلی از بالای ستون حباب وارد ستون حباب و وارد ستون کربن فعال می شود تا ترکیبات آلی از بالای ستون حباب وارد ستون کربن فعال میشود تا ترکیبات آلی فرار از آن جدا گردد.

انعقاد و ته نشینی

انعقاد و لخته سازی، ذرات عامل کدورت که غیر قابل ته نشین هستند را به شکل قابل ته نشینی تبدیل کرده و به این ترتیب مواد به شکل موثری از طریق ته نشینی ثقلی حذف خواهند شد.

این ذرات اغلب به شکل کلوئیدی هستند. ذرات کلوئیدی عامل کدورت، اندازه ی خیلی کوچکی (1 تا 100) نانومتر دارند ، بنابراین به شکل ثقلی ته نشین نخواهند شد. این ذرات به شکل معلق باقی مانده و باعث ایجاد کدورت می شوند. اغلب بار این ذرات منفی است. این ذرات با استفاده از موادی حذف می شوند که آنها را به شکل توده تبدیل نموده و ذرات سنگینی تشکیل می دهد که به آنها لخته گفته می شود و این لخته ها ته نشین خواهند شد. به مواد استفاده شده نیز، منعقد کننده گفته می شود. یک منعقد کننده، الکترولیتی است که کاتیون ها (یون های با بار مثبت) را ایجاد می کند که ذرات کلوئیدی با بار منفی عامل کدورت را ته نشین می کند. برای این منظور هر چه بار کاتیون منعقد کننده زیاد باشد، منعقد کننده موثرتر خواهد بود. بنابراین منعقد کننده هایی که معمولا استفاده می شوند شامل ترکیبات آلومینیوم و آهن هستند که به ترتیب کاتیون های Al^{+3} و Fe^{+3} را در آب ایجاد می کنند. اغلب از برخی مواد دیگر هم برای تسهیل انعقاد استفاده می شود که به آنها کمک منعقد کننده گفته می شود. این فاز تصفیه، دومین سدی است که می تواند کدورت، پاتوژن های منتقله از طریق آب و آلاینده های دیگر را از آب حذف کند و از سه بخش اختلاط تند، انعقاد و لخته سازی تشکیل شده است.

واژگان کاربردی :

Coagulation and Flocculation

انعقاد و لخته سازی

Air Stripping

عریان سازی با هوا

Advanced Oxidation

اکسیداسیون پیشرفته

Adsorbtion Surface	جذب سطحی
Membrane Methods	روشهای غشایی
Ion Exchange	تعویض یونی
Centrifuge	سانتریفیوژ
Surfactants	شوینده ها
Lubricants	روان کننده ها
Uv Photolysis	نورکافت فرابنفش
pesticides	حشره کش ها
Ozonation	ازن زنی
Chlorination	کلرزنی
Reverse Osmosis	اسمز معکوس
Ultra Filtration	اولترا فیلتراسیون
Activate Carbon	کربن فعال
Ultra Sonic	اولتراسونیک

منابع :

1- Kitis, M., Karafani, S T., Kilduff, J. E., and Wigton, A.: The reactivity of natural organic matter to disinfection by-products formation and its relation to specific ultraviolet absorbance, *Water*

Sci. Technol., 43, 9–16, 2001

2-Korshin, G. V., Kumke, M. U., Li, C.-W., and Frimmel, F. H.: Influence of chlorination on chromophores and fluorophores in humic substances, *Environ. Sci. Technol.*, 33, 1207–1212

3- Leenheer, J. A.: Comprehensive approach to preparative isolation and fractionation of dissolved

.organic carbon from natural waters and wastewaters, *Environ. Sci. Technol.*, 15(5)

.1981 ,587–578

4- Li, C.-W., Benjamin, M. M., and Korshin, G. V.: Use of UV spectroscopy to characterize the

.reaction between NOM and free chlorine, *Environ. Sci. Technol.*, 34(12), 2370–2575, 2000

5- Najm, I. N., Patania, N. L., Jacangelo, J. G., and Krasner, S. W.: Evaluating surrogates for

.disinfection by-products, *J. Amer. Water Works Assoc.*, 86, 98–106, 1994

6- Nguyen, M.-L., Westerhoff, P., Baker, L., et al.: Characteristics and reactivity of algae-produced

.dissolved organic carbon, *J. Environ. Eng.*, 131(11), 1574–1582, 2005

7- Peiris, B. R., Halle, C., Haberkamp, J., et al.: Assessing nanofiltration fouling in drinking water

.treatment using fluorescence fingerprinting and LC-OCD analyses, *Water Sci. Technol*

.*Water. Supp.*, 8, 459–465, 2008

8- Reckhow, D. A., Singer, P. C., and Malcolm, R. L.: Chlorination of humic materials: byproduct

.formation and chemical interpretations, *Environ. Sci. Technol.*, 24(11), 1655–1664, 1990

9- Roccaro, P. and Vagliasindi, F. G.: Differential vs. absolute UV absorbance approaches in

.studying NOM reactivity in DBPs formation: Comparison and applicability, *Water Res.*, 43

.2009 ,750–744

10- Rosario-Ortiz, F. L., Snyder, S. A., and Suffet, I. H.: Characterization of dissolved organic matter

in drinking water sources impacted by multiple tributaries, *Water Res.*, 41, 4115–4128, 2007.

Senesi, N.: Molecular and quantitative aspects of the chemistry of fulvic acid and its interaction
11-

.with metal ions and organic chemicals. Part 2. The fluorescence spectroscopy approach

Analit. Chim. Acta, 232, 77–106, 1990

12- Okoniewska, J. Lach, M. Kacprzak, and E. Neczaj. 2007. The removal of manganese

iron and ammonium nitrogen on impregnated activated carbon. *Journal of*

.Desalination. 206: 251-258

13- C.R. Omelia, W.C. Becker, and K.K. Au. 1999. Removal of humic substances by
.coagulation. Journal of Water Science and Technology. 40(9): 47-54

14- D.M. Owen, G.L. Amy, Z.K. Chowdhury, R. Paode, G., McCoy, and K. Viscosil. 1995
.NOM characterization and treatability. Journal of American Water Work Association
.78-72 :87

15- D.J. Pernitsky, and J.K. Edzwald. 2006. Selection of alum and polyaluminium
coagulants: principles and applications. Journal of Water Supply: Research and
.Technology-AQUA. 55(2): 121-141

16- D.J. Pernitsky. 2003. Coagulation 101. www.awwoa.ab.ca/acrobat/coagulation

J. Pietsch, F. Sacher, W. Schmidt, and H.J. Brauch. 2001. Polar nitrogen compounds and
.their behaviour in the drinking water treatment process. Journal of Water Research
.3544-3537 :(15)35

17- F.W. Pontius. 2000. Regulation for aluminium in drinking water. Journal of American
.Water Work Association. 92(4): 18-22

18- A. Prüss-Üstün, R. Bos, F. Gore, and J. Bartram. 2008. Safer water, better health: Costs
benefits and sustainability of interventions to protect and promote health. World
.Health Organization. Geneva, Switzerland

19- G. Qun, and W. Ajun. 2006. Effects on molecular weight, degree of acetylation and ionic
.strength on surface tension of chitosan in dilute solution. Carbohydrate Polymers. 64
.36-29

.RAIS. (2005). Risk Assesment Information System

(http://rais.ornl.gov/homepage/rap_docs.html (accessed 20 May 2010

20- D.A. Reckhow, and P.C. Singer. 1985. Mechanism of organic halide formation during
fulvic acid chlorination and implication respect to preozonation. In Water

Chlorination Chemistry: Environmental Impact and Health Effect. Vol 5. Lewis

.Publisher

21- F. Renault, B. Sancey, P.M. Badot, and G. Crini. 2009. Chitosan for coagulation/flocculation processes-An eco-friendly approach. European Polymer Journal. 45: 1337-1348

22- M. Rinaudo. 2006. Chitin and chitosan: Properties and applications. Progress in Polymer Science Journal. 31(7): 603-632

23- L. Rizzo, A. Di Gennaro, M. Gallo, and V. Belgiorno. 2008. Coagulation/chlorination of surface water: A comparison between chitosan and metal salts. Separation and Purification Technology Journal. 62: 79-85

24- J.J. Rook. 1977. Chlorination reactions of fulvic acids in natural waters. Journal Of Environmental Science and Technology. 11: 478-482