

بررسی کاربردهای فناوری نانو در صنعت آب

نویسندگان: علیرضا فخاریان^۱ - محمد قدیریان^۱

آدرس: یزد - میدان امام حسین (ع) - دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد - دانشکده بهداشت

Email: fakharian.alireza.2008@gmail.com

چکیده:

فقدان دسترسی به آب تمیز و بهداشتی در کشورهای در حال توسعه، اولویت توسعه و استفاده از فن آوری جدید را بیش از پیش مطرح می‌کند. استفاده از فناوری های نوین به خصوص فناوری نانو در راستای کاهش اثرات سوء آلودگی های زیست محیطی، بعنوان یکی از راهکارهای مدیریتی مطرح می‌باشد و بالطبع، یکی از مواردی که این فناوری کاربرد خود را متبلور می‌نماید در ارتباط با منابع آبی است، که با در نظر گرفتن چالش های پیش رو، ضرورت استفاده از آن را پررنگ تر از قبل نموده است. فن آوری نانو با راهکارهای نوین و جدید خود اظهار می‌دارد که مواد با پایه نانو می‌توانند به فن آوری های تصفیه آب ارزان قیمت تر، بادوام تر و مؤثرتری منجر شوند، که با این وجود بخشی از نیازهای کشورهای در حال توسعه را می‌توانند به نوعی برآورده سازند. با توجه به شتاب روز افزون جامعه جهانی برای رشد و توسعه فناوری نانو، لزوم مطالعات دانشگاهی و آزمایشگاهی و مدیریت کلان این فناوری به همراه ایجاد تسهیلات، رفع مشکلات، و ایجاد زمینه های مناسب، در این بخش بیش از پیش احساس می‌شود. با این تفاسیر مقاله موجود قدم در جهت ارائه برخی راهکار و تکنولوژی ها، و همچنین مقایسه آنها با سیستم های سنتی و قدیمی تصفیه آب دارد؛ بطوریکه سعی بر این بوده که با ارائه برخی راهکارهای مدیریتی، و با تکیه بر اطلاعات پژوهشی موجود این حوزه تحقیقاتی نو ظهور، را بیش از پیش معرفی کنیم.

واژه های کلیدی:

نانو - آب - غشاء - نانو فیلتر - ژئولیت - پلیمر - نمک زدایی - کاتالیست - آلاینده ها

Abstract:

the lack of availability of healthy and pure water in underdevelopment countries puts forward the priority of development and usage of new technologies more than past. utilizing new technologies specially nanotechnology for decreasing bad effects of environmental pollution has been put on the table as one of management technologies. as a matter of course, one of the cases in which this technology has been shown its use can be related to water source paying attention to confronting challenges the necessity of its use has been high lighted more than past. nanotechnology with its new and modern techniques states that nano - established materials can be leading to filtration technology of less expensive ,more durable and more effective water which never the less in some way accomplishes some parts of underdevelopment countries needs .paying attention to universal society ever-increasing speed for nanotechnology growth and development ,the necessity of experimental and university studies and macro-management of it along with constructing facilities ,solving problems and making proper under construction has been felt more than previous times. According to former explanations, this article attempts to offer some techniques and technologies and also comparing them with traditional and old water treatment. we try to introduce this unprecedented field of researches by offering some management techniques and relying on available searching information.

key words:

Nano - Water - Membrane - Nanofilter - Zeolite - Polymerr - Desalination - Catalyst - Contaminator.

^۱ دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

آب یکی از نعمات بزرگ پروردگار، منشاء حیات و سرآغاز زندگی موجودات زنده است. اهمیت آب به اندازه ای است که بیان و توجیه اثرات کامل آن در زندگی بشر به دشواری میسر می گردد. متأسفانه بنابر بی توجهی های موجود امروزه تمدن جدید ، تغییراتی را در کیفیت آب ها باعث گردیده ، چه از طریق شهرنشینی و رشد بی رويه جمعیت و چه از طریق ایجاد آلودگی های ناشی از صنعت . این آبها ، دیگر به همان گونه که قبلا مورد استفاده قرار می گرفته اند نمی توانند مورد بهره برداری قرار گیرند. و از طرفی امروزه نیازها و فشارهای موجود برای تامین آب با کیفیت بالا، بیشتر و بیشتر از پیش احساس می شود. بر این اساس با توجه به توانمندی های فراوان فناوری نانو نسبت به روشهای قدیمی و سنتی موجود ، در حذف و کنترل آلودگی های محیطی و همچنین تصفیه و جلوگیری از انتشار آلودگی ها ، میتوان آنرا به عنوان یک تکنولوژی سبز و ابزاری موثر برای دستیابی به توسعه ای پایدار ، چه از نظر اقتصادی و چه از نظر بهره وری بیشتر در نظر گرفت . ورود این فناوری به عرصه مهندسی بهداشت محیط و استفاده کاربردی از آن بالاخص در زمینه های تصفیه آب و فاضلاب و ایجاد شرایط لازم برای استفاده مجدد از پساب های تصفیه شده ، با توجه به قرار گرفتن کشور در شرایط بحران آب امری ضروری است . لذا در این مقاله کاربردهای ذرات نانو مقیاس در تصفیه آب برای حذف رنگ ، آرسنیک ، نیترات ، مواد آلی و فلزات سنگین و هم چنین استفاده از نانو تیوپ ها برای ردیابی آلودگی پساب ها مورد بررسی قرار گرفته است.

فناوری نانو :

فناوری نانو، امروزه به دلیل گستردگی حوزه های کاربردی، و تاثیرگذاری مستقیم بر اغلب صنایع و علوم ، یک فناوری اولویت دار و استراتژیک برای تمامی کشورها محسوب می شود. به همین دلیل و اهمیت، این تکنولوژی در سالهای اخیر با رشدی سریع و گسترشی فوق العاده در بسیاری از زمینه ها گسترده شده است ،^۱ بطوریکه امروزه در دنیا از این فناوری بعنوان یک تکنولوژی کلیدی و تاثیر گذار بر علم و صنعت یاد شده و بسیاری از کشورهای توسعه یافته صنعتی و در حال توسعه برنامه هایی را در سطح ملی برای پشتیبانی از فعالیت های تحقیقاتی و صنعتی این فناوری در اکثر گرایشهای تدوین و اجرا می نمایند ؛ زیرا فناوری نانو به عنوان انقلابی در شرف وقوع آینده اقتصادی و صنعتی کشورها را در جهان تحت تاثیر جدی قرار خواهد داد. و این مسئله توسط صاحب نظران و محققان تبیین شده و برای مدیران اجرایی به صورت یک امر شفاف و قطعی در آمده است.

" نانو " در اصل و یا به نوعی در زبان علمی یک پیشوند برای واحدهای اندازه گیری بوده ، و معادل 10^{-9} می باشد.

بطور مثال یک نانو معادل یک میلیاردیم متر است ، بطوریکه این مقدار برابر با اندازه مولکول های کوچک و یا اندازه ۲۰ اتم هیدروژن کنار هم است . به نوعی این مثال ها در پی بردن به ابعاد مقیاس مادون ریز بیشتر به ما کمک خواهد کرد: برای درک بهتر ؛ موی سر انسان را در نظر بگیرید ، قطر آن یک دهم میلیمتر است ، باید گفت؛ یک نانومتر صد هزار برابر کوچکتر از این مقیاس است^۱ .

به بیان و فهم اندک ما، دنیای فناوری نانو ؛ مجموعه تکنیک هایی است که ، ساخت ، مشاهده و اندازه گیری اشیاء ، ساختارها و سیستم های نانو مقیاس را ممکن می سازد ، و به بیان برنامه پیشگام ملی آمریکا^۲ فناوری نانو عبارتست از :

✓ توسعه علمی و تحقیقاتی در سطوح اتمی، مولکولی یا ماکرومولکولی، در محدوده اندازه های طولی از ۱ تا ۱۰۰ نانومتر .

✓ ساخت و کاربرد ساختارها ، تجهیزات و سیستم هایی که به علت ابعاد کوچک و یا متوسط خود دارای ویژگی ها و کارکردهای نوین و منحصر به فردی هستند^۱ .

اهمیت کاربرد فناوری های نانو در صنعت آب :

فناوری نانو طی مدت کوتاهی که از ظهور آن می گذرد کاربردهای مختلفی در صنایع گوناگون یافته است. بالطبع صنعت آب نیز بعنوان یکی از پایه های اساسی حیات از این مسئله مستثنی نبوده و امروزه شاهدیم که در بخش های مختلف آن، از جمله ؛ ساخت سدها، حفاظت خطوط لوله انتقال آب، تصفیه آب و پساب ها، شیرین سازی آب و ... ، کاربرد یافته است .

^۲ برنامه تحقیق و توسعه دولتی ، جهت هماهنگی میان تلاش های صورت گرفته از طرف حوزه های علمی ، مهندسی و فناوری

امروزه در جهان بسیاری از مردم به دلایل بلاهای طبیعی، جنگ و زیر ساختهای ضعیف خالص سازی آب، به آبی بهداشتی دسترسی ندارند. بر طبق آمارهای موجود و به نقل از سازمان جهانی بهداشت؛ حدود یک میلیارد نفر به منابع آبی سالم و بهداشتی دسترسی نداشته و این میزان چیزی حدود یک ششم جمعیت کره زمین را در بر می گیرد. طی اعداد و ارقام موجود دیگر، روزانه ۵۰۰۰ کودک به علت مبتلا شدن به امراض ناشی از مصرف آب غیر بهداشتی می میرند. امروزه تمام دغدغه و تلاش محققین و دانشمندان این عرصه آن است که با کمک روشها و فناوری های جدید این مشکلات را کاهش دهند. که یکی از فناوریهای مورد نظر، فناوری نوظهور نانو است. آنچه در این مبحث، بیش از پیش دنبال آن هستیم، ایجاد بستری مناسب، برای دستیابی به آبی سالم، با کیفیت و مقرون به صرفه است. به یمن استفاده از شیوه های جدید مخصوصاً نانو تکنولوژی در تصفیه آب، شرایط ذکر شده برای ما میسر گردیده است، بطوریکه با توجه به حذف موثر آلاینده ها و کاهش هزینه های تمام شده تولید آب سالم، استفاده از این فناوری ها، نسبت به روشهای قدیمی بیشتر مورد توجه و استقبال قرار گرفته است. البته از آنجا که هیچ یک از تکنولوژی های موجود را نمیتوان بطور مطلق پاک و ایمن دانست، در کنار اهداف تولید باید به جنبه های زیست محیطی، و پتانسیل های بالقوه آسیب رسان آنها نیز توجه شود.

در ادامه، مبحث فناوری نانو در صنعت آب را در دو بخش پی می گیریم؛

بخش اول؛ مقایسه اجمالی فناوری های مختلف تصفیه آب

بخش دوم؛ بررسی برخی از روش های جدید، فناوری نانو در تصفیه آب و حذف آلاینده های موجود

مقایسه فناوری های تصفیه آب:

کمبود آب چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی در برخی از کشورها و بویژه در کشور ما، مردم را در معرض تهدیدی جدی قرار داده است. از این رو علم و تکنولوژی دست به دست هم داده اند، تا با توسعه روش ها این مشکلات را از پیش رو بردارند. در ابتدای این قسمت برخی از روشهای قدیمی تصفیه آب را مطرح کرده و به ذکر معایب آنها می پردازیم، سپس در بخش بعد وارد بحث استفاده از فناوری نانو شده و مزایای آنرا مورد بررسی قرار خواهیم داد.

مراحل تصفیه در روش سنتی:

پیش تصفیه - منعقد شدن ذرات - فلوکولاسیون - رسوب گذاری - گندزدایی - هوادهی - صافی کردن

برخی از معایب شیوه سنتی در تصفیه آب:

- ✓ هر کدام از این فرایندهای مذکور به تنهایی قادر به از بین بردن تمامی آلاینده ها نیستند.
- ✓ این روش ها اساساً بر مبنای نصب تاسیسات فرایندی (مثل حوضچه های ته نشینی، صافی ها و...) و استفاده از چندین فرایند متوالی بوده، بنابراین امکان حمل و نقل سیستم هایی که از این شیوه استفاده می کنند، سخت و مشکل است، (مشکلاتی از قبیل شکنندگی تجهیزاتی چون فیلترهای سرامیکی، نشست زمین در اثر نیروی وزن سیستم های تصفیه خانه ها و...).
- ✓ کاهش بازدهی برخی از فرایندها با افزایش دبی شاره ها (مثل فیلترهای کربن فعال که با افزایش دبی، سریعتر اشباع شده و این خود باعث وارد شدن برخی آلاینده ها، به درون آب تصفیه شده می گردد)
- ✓ برخی از این فرایندها حساسیت زیادی نسبت به شرایط فیزیکی و شیمیایی آب از خود نشان می دهند. بدین معنی که با تغییرات pH، قلیائیت، دما و مقدار ناخالصی های مختلف در آب بازدهی فرایندها تغییر پیدا می کند. (مثلاً در گندزدایی؛ کاهش دما و افزایش تیرگی، تاثیر منفی، در از بین بردن میکروب ها خواهد داشت).
- ✓ هزینه بهره برداری از این سیستم ها نسبت به روش های غشایی (استفاده از نانو فیلترها) بیشتر است. (با استفاده از مواد شیمیایی در فرایندهایی مثل؛ منعقدسازی و گندزدایی هزینه های نگه داری سیستم بالاتر می رود).
- ✓ بعلت استفاده از مواد شیمیایی در برخی فرایندها (مثل افزودن کلر در عملیات گندزدایی) آب حاصل برای شرب مطبوع نیست.

برخی کاربردهای فناوری نانو در عرصه صنعت آب:

فناوری نانو با روش های زیر می تواند در تهیه آب تمیز، بهداشتی و قابل شرب کمک کند؛

۱- غشاهای فیلتراسیون نانو متری به منظور افزایش بازیابی آب

۲- روشهای سازگار با محیط زیست جهت تصفیه آبهای زیر زمینی به وسیله اجزای معدنی و آلی

۳- نانو مواد برای بهبود کارایی فرایندهای فتوکاتالیستی و شیمیایی

۴- نانو حسگرهای زیستی جهت تشخیص سریع آلودگی آب

بر اساس پیش بینی سازمان ملل در سال ۲۰۲۵ حدود ۴۸ کشور (یعنی ۳۲ درصد جمعیت جهان) دچار کمبود آب آشامیدنی خواهند شد. در ارائه راه حل برای این مسئله، فناوری نانو در دوعرصه می تواند مفید باشد:

۱ تولید نانو کامپوزیت ها و دخل و تصرف در ساختار آنها برای جداسازی بسیاری از منابع آلاینده آب که بعنوان نمونه پژوهشهای انجام شده در این عرصه حاکی از حذف فلزات سنگین از جمله جیوه، سرب و آرسنیک می باشد.

۲ تولید الکترودهای با مساحت سطحی بالا که از طریق کنار هم قرار دادن نانو لوله های کربنی و دیگر ابتکارات طراحی که رسانای الکتریکی شده اند و قادرند نسبت به تامین آب شرب از دریا با مصرف انرژی کمتر (به میزان حداقل ۱۰ برابر کمتر از انرژی دستگاه اسمز معکوس و ۱۰۰ برابر کمتر از روش تقطیر) آب دریا را نمک زدایی کنند.

الف) حذف آرسنیک:

آرسنیک در اثر انحلال مواد معدنی موجود در سنگها و خاکهایی که تحت تاثیر عوامل فرساینده طبیعی قرار گرفته اند؛ در لایه های زمین پخش می گردد. این ماده بی بو، بی مزه و بسیار سمی و سرطان زا می باشد که استفاده دراز مدت از آب آلوده به آن باعث ایجاد سرطان های پوستی، لنفاوی، کلیوی، صفراوی و ریوی می شود. حد مجاز آرسنیک مطابق استاندارد WHO برابر با ۱۰ میلی گرم در لیتر می باشد. بنابراین کاربرد فن آوریهای نوین برای حذف آرسنیک از آبهای آشامیدنی حائز اهمیت است که در زیر بطور مثال به دو نمونه اشاره می شود:

۱- اختراع جدید موسوم به ArsenXnp کارایی و رانندگی بالایی در حذف آرسنیک نشان داده است. این اختراع در حقیقت یک رزین مبادله یونی است که در راستای تکمیل رزین های انتخابگر جهت تصفیه آبهای زیرزمینی از یون های نیترات، پرکلرات و کروم شش ظرفیتی ساخته شده است. از مهمترین امتیازات ArsenXnp؛ انتخابگری بالای آن برای یون آرسنیک است که پلیمرهای پایه آن برای دوام و بقا نیاز به شستشو ندارند. بعبارت دیگر این محصول عمر طولانی و کاربرد بسیار ساده ای دارد. این فن اوری علاوه بر حذف آرسنیک از آب آشامیدنی، جهت حذف آرسنیک از پساب های صنایع نیمه هادی و آب های استفاده شده در برج های خنک کننده نیز کاربرد دارد.

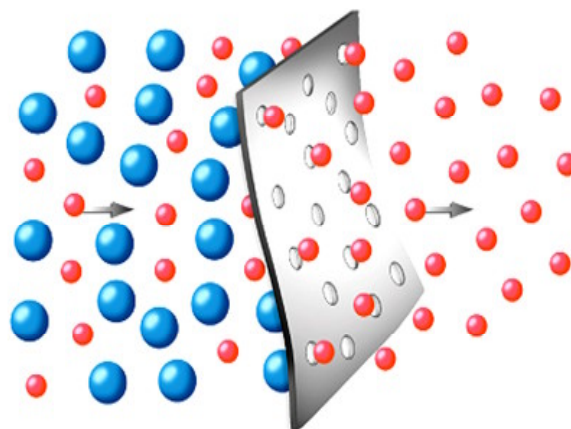
۲- در تحقیقات اخیر دانشمندان، برای حذف آرسنیک درون آب، از نانو ذرات اکسید روی استفاده شده است زیرا اکسید روی توده ای نمی تواند آرسنیک را حذف نماید، در حالیکه نانو ذرات خواص کاتالیستی و جذبی مفیدی را از خود نشان داده اند. البته استفاده از آنها بطور صنعتی با مشکلاتی همراه بوده است به نحوی که این مواد در ستون آب یا به سادگی معلق می شوند و یا هر فیلتری را که در مسیر حرکت آنها قرار گرفته باشد مسدود می کنند. بنابراین روش های جدید برای ساخت توده های نانو ذره ای هم اندازه و هم شکل رشته های رزینی را پیدا کرده اند. محققین برای ایجاد این توده ها، رزینهای تبادل کاتیون را با یون های روی پر کردند، سپس آنها را سوزاندند؛ در نتیجه گوی هایی از نانو ذرات کروی دی اکسید روی با قابلیت بالای حذف آرسنیک بوجود آمدند. این فرآیند همچنین می تواند برای ایجاد توده های نانو ذرات سولفید فلزی و اکسید فلزی به منظور استفاده در کاربردهای کاتالیستی، تصفیه آب و رفع آلودگی ها به کار رود.

ب) حذف ذرات:

نانو فیلتراسیون:

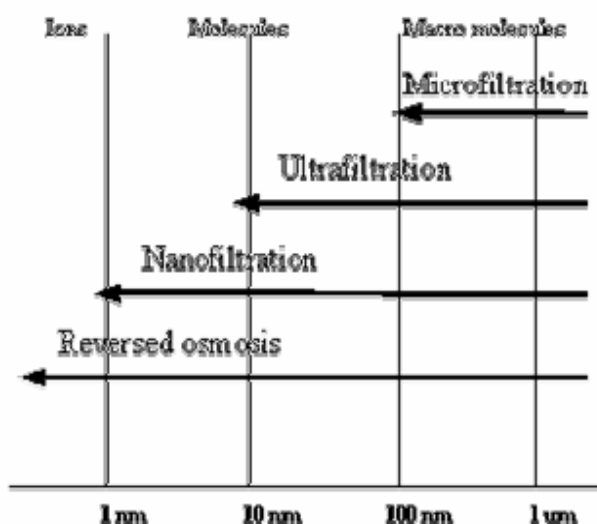
نانو فیلتراسیون یکی از کاربردهای مهم فناوری نانو است که امکان جداسازی ذرات از آب در مقیاس نانو و تولید آب تصفیه شده در حجم انبوه را فراهم می سازد. در این روش غشای موجود، دو فاز همگن را از هم جدا نگه می دارد و با جلوگیری از عبور ناخالصی ها، به صورت انتخابی سبب خالص سازی آب می گردد. برای رسیدن به این مقصود نیازمند استفاده از نیروی جلو برنده ای هستیم، که این نیرو می تواند اختلاف فشار، اختلاف دما، اختلاف غلظت، و یا حتی اختلاف پتانسیل باشد.

با استفاده از نانوفیلترها ، مواد معدنی لازم برای سلامتی انسان، در آب باقی می ماند و مواد سمی و مضر از آن حذف می شود. با توجه با اینکه پنجاه درصد آبهای زیرزمینی و هفتاد و هشت درصد آب رودخانه ها در مناطق شهری ، غیر قابل شرب است ، کاربرد این فناوری برای تصفیه آب ، طرفداران زیادی دارد. تحقیقات در چین نشان داده است که با مصرف آب حاصل از نانو فیلترها در مدت طولانی ؛ شیوع بیماریهای قلبی و عروقی و سرطان به ترتیب چهل و بیست درصد کاهش یافته است. شمای کلی این روش در شکل روبرو نشان داده شده است. در این روش چهار نوع مختلف غشا قابل ذکر است:



شکل ۱ - شمای کلی از نانوفیلتر

میکرو فیلترها^۳ ، اولترافیلترها^۴ ، نانوفیلترها^۵ ، فیلترهای اسمز معکوس^۶



شکل ۲ - دسته بندی انواع فیلترها

نوع خاصی از این فیلترها که در شرایط نظامی برای حذف آلودگی های شیمیایی از آب بکار میرود، تقریباً مانند قاب نگهدارنده CD با قطر ۵ اینچ و ضخامت یک اینچ است. آب از طریق یک لوله از پایین وارد فیلتر از جنس نانو لوله های کربنی و پس از تصفیه توسط یک لوله دیگر از بالا خارج می شود. این نانو فیلترها قادرند از عبور ذرات کوچک مولکولهای گاز نیز در حملات شیمیایی در جنگ ها ممانعت نمایند.

به کمک فناوری جدید در فیلترهای هوشمند ، هر مولکول نسبت به محیط اطراف خود واکنش نشان داده و با مولکولهای دیگر ارتباط برقرار کرده و تبادل اطلاعات می نمایند که در مجموع نتیجه دلخواه بدست می آید. (تقریباً حدود ۶۵٪ از بازار مصرف نانوفیلتراسیون مربوط به شیرین کردن آب می باشد.)

ج) حذف رنگ :

رنگ موجود در آب آشامیدنی نه تنها به خاطر ظاهر آن باید زدوده شود ، بلکه چون این رنگ ها می توانند منشاء تولید تری هالو متانها مانند (CHCl₃) نیز باشند ، خطرناک محسوب میشوند . این ماده هنگام ترکیب با کلر موجب تشکیل کلروفرم و دیگر ترکیبات هالوژنه مضر و سرطان زا می شود. رنگ موجود در آب طبیعی معمولاً ناشی از وجود اسیدهای معدنی با جرم مولکولی ۵۰۰۰۰ - ۸۰۰ gr/mol است . اسیدهای مذکور در اثر تجزیه مواد آلی موجود در آب حاصل می شوند. اغلب روشهای متداول برای تصفیه آب قادر به جداسازی مواد فوق نیستند ، لیکن با استفاده از غشاهای نانو می توان تا ۹۹ درصد این گونه مواد را به سهولت از آب جدا کرد.

د) حذف نیترات :

استفاده از ۴ gr/lit نانو ذرات آهن با قطر ۱۰۰-۱۰ nm (متوسط ۲۵ نانومتر) و سطح ویژه ۳۱ m²/gr در حذف نیترات از محیط های آبی ، راندمان حذف بسیار بالایی داشته بطوریکه غلظت های اولیه ۳۰۰-۵۰ میلی گرم بر لیتر در طی ۳ ساعت به ۴-۵ میلی گرم بر لیتر رسیده است. در این فرآیند pH بعنوان پارامتری اساسی ، احیاء نیترات را کنترل کرده بطوریکه در pH < ۴/۵ طی ۳ ساعت

^۳ Microfiltration (MF)

^۴ Ultrafiltration (UF)

^۵ Nanofiltration (NF)

^۶ Reverse osmosis filter (RO)

تغییری در غلظت نیترات مشاهده نشده است. کنترل pH با تزریق اسید در طی واکنش در محدوده ۲-۴ باعث افزایش سرعت و راندومان واکنش میشود.

هـ) حذف فلزات سنگین و مواد آلی :

نانو ذرات TiO_2 برای اکسید کردن آلاینده های آلی و به صورت دامپهای نانو مقیاس برای جذب فلزات سنگین در مکان های آلوده مورد استفاده قرار می گیرند. در حالات ذکر شده این ذرات می توانند عامل اکساینده باشند و تولید آب یا دی اکسید کربن می کنند. مطالعات اخیر نشان می دهد که از TiO_2 در مقیاس نانو می توان برای رفع آلاینده ها ؛ وپروس ها و مواد شیمیایی آلی خطرناک استفاده کرد. ذرات نانو با سطوح مناسب (لیگاندها و معرف ها) می توانند برای جداسازی فلزات سنگین و برای غیر فعال کردن سطوح آلوده استفاده شوند. بدیهی است که فرآیندهای شیمیایی با کارایی بالاتر مواد آلاینده و ضایعات کمتری تولید می کنند.

دیگر ساختارها و کاربردهای نانو تکنولوژی در تصفیه آب :

با گسترش فناوری نانو ، نانو مواد ، نانو کاتالیست ها و نانو ذرات جدیدی گسترش یافته اند که در تصفیه آب دارای بازدهی بالاتری بوده و می توانند به طور موثرتری مواد آلاینده را از آب حذف کنند. بسیاری از این تکنولوژی ها همچنان بعلت نو ظهور بودن در مراحل تحقیقاتی بوده و به نظر می رسد ، با تکمیل اطلاعات مورد نیاز امکان استفاده از آنها در آینده میسر خواهد شد.

زئولیت ها :

زئولیت ها سال هاست که مورد استفاده قرار دارند ، ولی امروزه با کنترل اندازه ذرات تشکیل دهنده غشاء و ایجاد غشاهایی همگن از این مواد ، امکان بالا بردن بازدهی فراهم شده است.

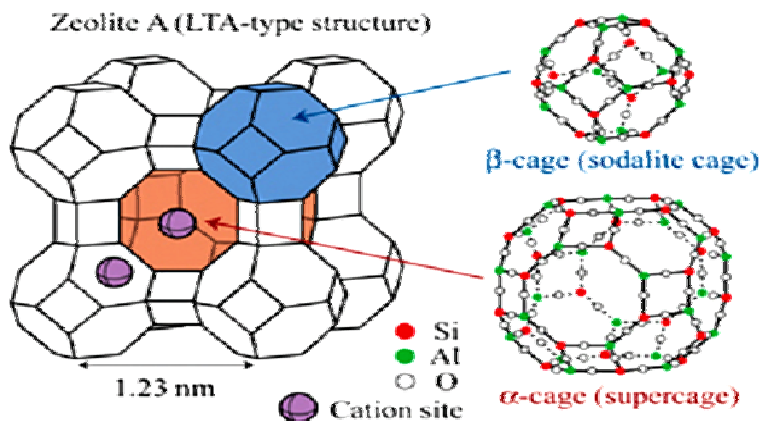
زئولیت ها کریستالهای جامدی هستند که روزنه هایی در ابعاد میکرو دارند و معمولا از سیلیکون ، آلومینیوم و اکسیژن تشکیل شده اند و در یک قاب قرار گرفته اند. این مواد بصورت کانی های طبیعی وجود دارند . که با هزینه های بالا بدست می آیند ، نوع دیگر آنها به صورت مصنوعی ساخته شده که برای مقاصد خاص مورد استفاده قرار می گیرند. زئولیت ها قادر به حذف مواد آلی خطرناک و همچنین یون های فلزات سنگین از آب میباشند.

پلیمرها :

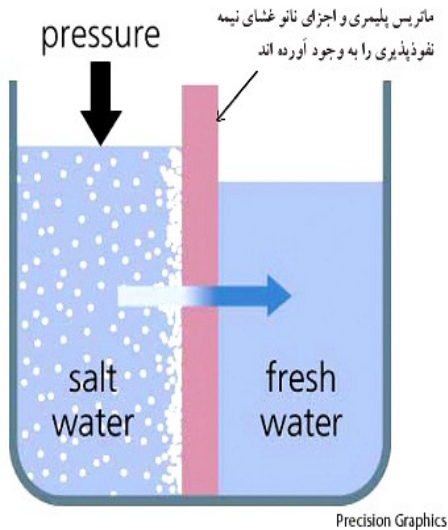
نوع جدیدی از مواد پلیمری ساخته شده که قادر به کاهش غلظت آلاینده های آلی رایج در آب تا حد ppt می باشند . در ساخت این پلیمرها اندازه های روزنه ها در حدود ۱۰۲-۵۰۷ nm کنترل شده اند. قدرت حذف مواد آلی با این روش تا ۱۰۰۰۰۰ برابر کربن فعال (که در حال حاضر برای این مقصود مورد استفاده قرار می گیرد) بیشتر است. این روش می تواند برای تهیه آب تصفیه شهرها و یا دوباره در چرخه قرار دادن آبهای صنعتی مورد استفاده قرار گیرد.

نمک زدایی :

خروج نمک های محلول در آب توسط غشا و یا حرارت را نمک زدایی گویند. در عملیات حرارتی و یا به روش سنتی ابتدا آب را می جوشانند و پس از دوباره متراکم و سرد کردن بخار ، آب حاصل، نسبتا خالی از نمک ها می باشد. در عملیات غشایی با استفاده از نیروی جلوبرنده ، مانند ایجاد اختلاط ، و یا فشار میتوانیم آب تصفیه شده را از آب خام ورودی بدست آوریم. همانطوریکه در معرفی غشاها گفته شد فیلترهای RO (فیلتر های اسمز معکوس) ، تمام نمکهای حل شده در آب را حذف می کنند ، در حالیکه فیلترهای NF یا همان نانو فیلتر ها با ایجاد حالت انتخابی در جذب مواد به ما ، حق انتخاب بیشتری در تولید آب با کیفیت مورد نظر را می دهند.



شکل ۳- ساختار زئولیت ها



مهمترین عامل عدم رشد نمک زدایی، قیمت بالای تهیه آب با استفاده از این فرآیند می باشد. با استفاده از نانو تکنولوژی انتظار می رود قیمت تمام شده آب حاصل از نمک زدایی پایین آید تا امکان استفاده از این روش فراهم گردد.

باید در نظر داشت که یک سوم هزینه های مورد نیاز این فرایند صرف انرژی لازم برای عبور از غشا می شود^{۱۷}. به منظور کاهش برخی از این هزینه ها باید از غشاهایی کار گرفت که با استفاده از ایجاد فشار در دو مرحله، به نوعی باعث کاهش کلی فشار مورد نیاز و در نتیجه کاهش هزینه های جاری شد. آنچه که در بهره برداری هرچه بهتر از این روش مسلم است؛ نیاز کنونی جوامع امروزی باید به دنبال تولید غشاهایی توسعه یابد که دارای طول عمر بیشتری بوده و برای تولید به انرژی کمتری نیاز داشته باشند.

شکل ۴ - نمک زدایی از آبها بوسیله غشای نیمه تراوا

نانو ذرات مغناطیسی در تصفیه آب :

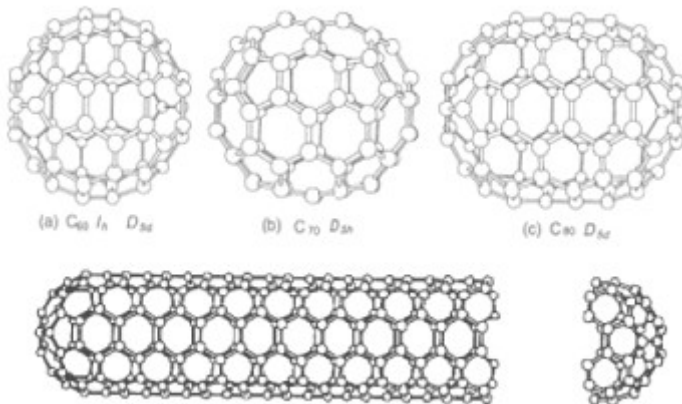
این مواد بدین جهت توسعه یافته اند که توانایی حذف آلودگی های فلزی و ترکیبات آلی را دارند. به نظر می رسد این شاخه از علم نانو برای از میان برداشتن آلاینده های آلی و حذف نمک ها و فلزات سنگین بسیار مناسب باشد. طی تحقیقاتی، با پوشش دادن نانو ذرات SPM بر روی پلیمرها به ترکیبی دست یافته شد، که میتواند در سطح وسیعی کاربرد داشته باشد، به دلیل اندازه این ذرات و میل ترکیبی بسیار بالا، آنها قادر به حذف تقریباً ۱۰۰٪ عوامل آلودگی از آبها هستند. اندازه ذرات در این فناوری در بین ۱۵-۲۰ nm است که برای جداسازی مغناطیسی اندازه مناسبی است. این نانو ذرات مغناطیسی به همان خوبی کانی های آهنی قادر به جذب آرسنیک و حذف آن از آب هستند. در پایان، این تحقیقات نشان داده که نانو ذرات مغناطیسی در جذب آرسنیک بسیار موثر واقع شده اند. مخصوصاً اینکه در pH های پایین هم کارایی بهتری دارند.

کاربرد نانو تکنولوژی در تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی :

با توجه به مسئله بحران آب که امروزه یکی از مشکلات اساسی اکثر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. بی شک با توجهی دوباره به منابع آب آلوده شده، می توان به مقابله با این بحران پرداخت. تصفیه فاضلاب خانگی و نیز پسابهای صنعتی از دیرباز مورد توجه بشر قرار گرفته است ولی آنچه که فناوری نانو میتواند در اختیار دهد، بهبود کیفیت فاضلاب تصفیه شده برای استفاده مجدد در کشاورزی، کشت آبی، مصارف صنعتی یا حتی شرب و شستشو می باشد. البته در زمینه پیشگیری و تشخیص آلودگی بکمک فناوری نانو نیز تحقیقاتی بعمل آمده که در زیر بطور خلاصه به آن اشاره میشود :

الف) ردیابی و ارزیابی آلودگی :

نانو تیوپ های کربنی، ساختارهای حلقوی تو خالی متشکل از اتم های کربن هستند که می توانند به شکل یک یا چند دیواره آرایش یابند و دارای خواص فلزی یا شبه رسانایی نیز باشند. تحقیقات و پیشرفت های وسیعی در سطح جهان برای شناسایی کاربردهای نانو تیوپ های کربنی برای مصارف صنعتی در حال انجام است و اخیراً قابلیت استفاده از آنها در کاربردهای زیست محیطی نیز مطرح شده است. نانو تیوپ های کربنی را می توان برای ردیابی آلودگی و نیز ارزیابی احتمالی آلاینده های آبی و جمع آوری و ارائه اطلاعات مربوط به آلاینده های محیط زیست بکار برد. از آنجا که نانو تیوپ ها مولکولهای غیر قطبی کربن خالص می باشند، با حل



شکل ۵ - نانو تیوپ های کربنی

شدن در بعضی حلال های آلی می توانند براحتی توسط گروه های عملکردی متفاوت جهت جفت کردن واکنش و حلالیت آلاینده مشخص ، تغییر حالت پیدا کنند و در نتیجه عمل ردیابی آلودگی را امکانپذیر سازند.

ب) حذف آلاینده های آلی با استفاده از نانو ذرات TiO_2 :

همانطوریکه قبلا هم گفته شد ، نانو ذرات TiO_2 از مهمترین کاتالیست هایی هستند که برای حذف آلودگی های ناشی از مواد آلی موجود در آب های آلوده به مواد نفتی و نیز پساب های صنعتی کاربرد دارند . بدین ترتیب که نانو ذرات TiO_2 را روی ، زیر لایه های مناسبی پوشش می دهند و در حوضچه های تحت تابش نور فرابنفش قرار می دهند . در اثر تابش نور فرا بنفش ، ماده خاصیت اکسید کنندگی پیدا کرده و مواد آلی را به آب و دی اکسید کربن تبدیل و برخی اسیدهای معدنی را تجزیه می کند. با توجه به آزمایشات بعمل آمده ، پساب آلوده به مواد نفتی بعد از ۷ روز کاملا تجزیه شده است. البته برای بهبود اثر بخشی نانو ذرات اکسید تیتانیوم میتوان از Er و Fe نیز استفاده کرد ، که بر اثر این تلقیح عمل اکسایش تحت تابش هایی با طول موج بلندتر و بطور ویژه در ناحیه قابل مرئی انجام می شود.^v

نتیجه گیری :

نانو تکنولوژی یک رشته جدید نیست ، بلکه می توان گفت رویکرد جدیدی در تمام رشته هاست . بدین منظور فعالیت های علمی پژوهشی در عرصه مهندسی بهداشت محیط ؛ با طرح این دانش ها و به انجام رساندن این فن آوری ها ، بویژه در مقیاس های مادون ریز نانومتری ، بدون شک در آینده ای نزدیک سهم ارزنده ای در حذف آلاینده های زیست محیطی بالاخص آلاینده های آب (از جمله نیتراتها ، فلزات سنگین ، مواد آلی ، رنگ و...) که سهم بسزایی از آسایش روانی اجتماعات از آن نشات می گیرد را ایفا خواهند کرد.

مراجع :

- i: نانو تکنولوژی انقلاب صنعتی آینده ، دفتر هماهنگی های فناوری ریاست جمهوری - ۱۳۸۰
- ii: هفته نامه سراسری دانشگاه جامع علمی - کاربردی (شماره دویست و دو - سه شنبه ، بیست و دوم آبان ماه ۱۳۸۶)
- iii:
- ۱- www.nanomicro.recherche.gouv.fr/en/menu_vulgarisation.shtml
- ۲- فصلنامه اخبار (نشریه خبری پژوهشگاه دانش های بنیادی) ؛ شماره ۳۱
- ۳- نانو تکنولوژی ؛ نشر طراح ؛ زمستان ۸۳
- ۴- برنامه پیشگامی ملی نانو تکنولوژی ؛ کمیته مطالعات سیاست نانو تکنولوژی ؛ اسفند ۱۳۸۰
- ۵ سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ایران : www.nano.ir
- iv: اکبری ، بهروز - بررسی میزان اثر بخشی نانو تکنولوژی در شاخه های مختلف بهداشت محیط - هشتمین همایش ملی بهداشت محیط - بیمارستان امام خمینی - ۱۳۸۴
- v: آیتی ، بیتا - بررسی فناوری های نوین ذرات نانو در مهندسی محیط زیست (دانشگاه تربیت مدرس) - همایش آینده پژوهی ، فناوری و چشم انداز توسعه - تهران ، دانشگاه صنعتی امیر کبیر - خرداد ۸۵