

کاربرد فناوری نانو در فیلترهای آنتی باکتریال قابل حمل

سال انتشار: ۱۳۹۷

ویرایش نخست



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرایلو report@nano.ir	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه‌کننده:	گروه تخصصی کیمیا فناوری	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
		صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

شناسنامه

- ۳ فناوری نانو
- ۳ مسمومیت ناشی از آلودگی میکروبی آب آشامیدنی
- ۳ مشکل آلودگی آب آشامیدنی
- ۴ کاربرد فناوری نانو جهت رفع آلودگی میکروبی
- ۴ شرکت‌های خارجی فعال
- ۷ شرکت‌های داخلی فعال
- ۷ بازار سیستم‌های قابل حمل تصفیه آب
- ۸ جمع‌بندی

فهرست مطالب

فناوری نانو توانایی طراحی ساختارها را با دقت و ظرافت مولکولی - اتمی فراهم می‌آورد. این به معنای مهندسی دقیق یک ساختار در حد میلیاردیوم متریا همان نانومتر است. ساختارهایی که با این دقت تهیه می‌شوند، خصوصیات ویژه و منحصر به فردی از خود نشان می‌دهند. در اصل همین خصوصیات منحصر به فرد است که منجر به کاربرد گسترده محصولات مبتنی بر فناوری نانو در حوزه‌های مختلف شده است. انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۵۰ میلادی، این فناوری بتواند چهره زندگی بشر را به طور کلی تغییر دهد. فناوری نانو در کنار فناوری زیستی و فناوری اطلاعات، موج دیگری از انقلاب صنعتی را در جهان رقم خواهد زد.

مسمومیت ناشی از آلودگی میکروبی آب آشامیدنی



شکل ۱. میکروب ژیا ردیا که باعث بیماری عفونی ناشی از مصرف آب آلوده است [۱].

مسمومیت غذایی به هرگونه بیماری ناشی از مصرف غذای آلوده یا آب آلوده گفته می‌شود. آلودگی‌ها می‌توانند ناشی از باکتری، ویروس، انگل‌ها یا مواد سمی باشند. مسمومیت‌های میکروبی به علت علائم حاد شایع‌ترین مسمومیت‌های غذایی هستند. اصولاً برحسب نوع میکروب علائم بالینی بسیار متفاوتی ایجاد می‌کنند. مسمومیت‌های میکروبی معمولاً بعد از ورود میکروب به بدن رخ می‌دهند و زمان شروع علائم بسیار متفاوت است. عوامل میکروبی که باعث مسمومیت غذایی می‌شوند بسیار گسترده و متنوع هستند، با این حال بنا بر گفته مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها حدود ۸ نوع باکتری موجود در آب عامل اصلی بیماری‌های ناشی از مصرف آب آلوده است که شامل موارد زیر است:

- ژیا ردیا^۲
- لژیونلا^۳
- نوروویروس^۴
- شیگلا^۵
- کامپیلوباکتر^۶
- سالمونلا^۷
- هپاتیتا^۸
- کریپتوزپوریدیوم^۹

مشکل آلودگی آب آشامیدنی



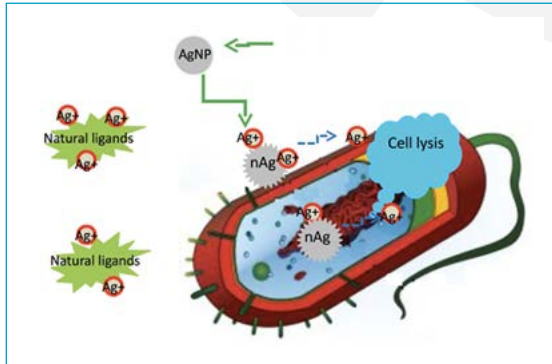
بنا بر گزارش سازمان بهداشت جهانی^۱، کشورهای توسعه یافته و همچنین بسیاری از کشورهای در حال توسعه با مشکل آلودگی میکروبی آب آشامیدنی مواجه نیستند با این حال بنا بر این گزارش نزدیک به ۲/۶ میلیارد نفر از مردم دنیا به سختی آب آشامیدنی پاک را به دست می‌آورند و ۱/۱ میلیارد نفر از مردم دنیا به هیچ عنوان به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند. ۱/۶ میلیون نفر در دنیا به طور سالیانه به دلیل مصرف آب آلوده و

بیماری‌های ناشی از آن فوت می‌کنند که بیشتر آنها را کودکان تشکیل می‌دهند. ۱۶۰ میلیون نفر در دنیا به دلیل مصرف آب آلوده از انواع بیماری‌های عفونی و انگلی رنج می‌برند. بنا بر آمارهای سال ۱۹۹۰، نزدیک به ۷۷ درصد مردم دنیا به آب سالم دسترسی داشتند و در سال ۲۰۱۵ این آمار به ۸۳ درصد رسیده است که نشان می‌دهد در

این مدت نزدیک به یک میلیارد نفر به آب آشامیدنی سالم‌تر دست پیدا کرده‌اند. یکی از مهم‌ترین برنامه‌های سازمان بهداشت جهانی، پیدا کردن روش‌هایی است که بتواند با هزینه بسیار کم و ساده، شرایط دسترسی مردم کشورهای فقیر را به آب سالم فراهم کند [۲].

کاربرد فناوری نانو جهت رفع آلودگی میکروبی

با به‌کارگیری پوشش‌های آنتی‌باکتریال در فیلترها، از انتشار و انتقال باکتری‌های بیماری‌زا مانع به عمل می‌آید و به این ترتیب از شیوع بیماری در بین افراد جلوگیری می‌شود. نقره در ابعاد بزرگ‌تر، فلزی با خاصیت واکنش‌دهی کم است. ولی زمانی که به ابعاد کوچک در حد نانومتر تبدیل می‌شود خاصیت میکروبی‌کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش پیدا می‌کند. ویژگی ضدباکتری بودن نقره به علت انتشار آرام و آهسته، اما مداوم یون‌های نقره است. نسبت سطح به حجم بسیار بالای نانوذرات نقره سبب می‌شود که یون‌ها به سهولت منتشرشده و با سرعت بیشتر و به شکل موثرتری میکروب‌ها را از درون بکشند. علاوه بر نانوذرات نقره، نانوذرات اکسیدروی (ZnO)، اکسیدمس (CuO)، دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) و اکسیدنیکل (NiO) دارای خاصیت ضد میکروبی قوی برای ضد عفونی کردن آب هستند. این نانوذرات را می‌توان در طراحی‌های مختلف فیلترها به‌کار برد.



شکل ۲. سازوکار اثرگذاری نانوذرات نقره روی سلول باکتری [۳]

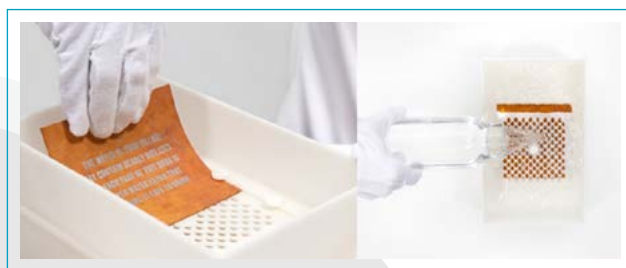
شرکت‌های خارجی فعال

معروف‌ترین فیلتر قابل حمل آنتی‌باکتریال جهت تصفیه آب آشامیدنی، فیلترهای کاغذی در بسته‌بندی شبیه یک کتاب است. سازمان خیریه Waterislife در زمینه تأمین آب آشامیدنی در کشورهای محروم فعالیت دارد که با همکاری محققان دانشگاه Carnegie Mellon فیلتر قابل حمل آنتی‌باکتریالی را ساخته‌اند که استفاده از آن بسیار آسان و کم‌هزینه است. هرچند که این محصول در قالب یک طرح پایلوت استارت‌آپ خورده است، اما توانسته به شدت توجه رسانه‌ها و سرمایه‌گذاران را به خود جلب کند و به نام The Drinkable Book شهرت پیدا کرده است [۴ و ۵].



شکل ۳. محصول The Drinkable Book ساخته شده در طرح کتاب

هر کتاب حدود ۴۰ برگ دارد که برای هر بار فیلتراسیون تنها استفاده از نصف برگ کتاب کافی است. محققان از نوع خاصی از نانوذرات مس جهت ایجاد خواص آنتی باکتری در فیلتر استفاده کرده‌اند. هزینه استفاده از نانوذرات مس حدوداً ۱۰۰ مرتبه ارزانتر از نانوذرات نقره تمام میشود که در نتیجه میتواند در محرومترین نقاط دنیا مورد استفاده قرار گیرد. این نوع فیلتر حدود ۹۹/۹ درصد از میکروب‌ها و باکتری‌های خطرناک موجود در آب را حذف می‌کند.



شکل ۴. قرارگیری صفحه کتاب در ستون تصفیه

بخش‌های زیادی از هند با مشکل دسترسی به آب آشامیدنی سالم مواجه هستند، به همین دلیل یک شرکت دانش بنیان انشعاب یافته از دانشگاه IIT-Madras هند، اقدام به ساخت فیلترهای تصفیه آب قابل حمل کرده



شکل ۵. مخزن تصفیه آب با استفاده از فیلترهای آنتی باکتریال محصول دانشگاه IIT-Madras

است. فیلترهای این محصول از قرار دادن نانوذرات نقره در بستری از کیتوسان^۱ و قفس هیدرواکسید آلومینیوم ساخته شده‌اند. این فیلتر قابل حمل، علاوه بر خواص آنتی باکتریال می‌تواند آلودگی شیمیایی آرسنیک و آهن را هم حذف کند. این شرکت امیدوار است که در کشور هند با این سیستم بخشی از بیماریهای ناشی از نوشیدن آب آلوده کاهش پیدا کند [۶]. شرکت MadiDrop، شرکتی است که فیلترهای سرامیکی متخلخل با خواص آنتی باکتریال تولید میکند [۷]. فیلترهای این شرکت برپایه نانوذرات نقره با مس جهت حذف میکروب‌ها عمل میکنند. فیلترهای این شرکت به راحتی درون مخزن و در



شکل ۶. فیلترهای سرامیکی متخلخل با خواص آنتی‌باکتریال محصول شرکت MadiDrop

بخش اصلی آن شامل ماسه و نانوذرات نقره می‌شود. مهم‌ترین ویژگی این سیستم در این است که پس از تصفیه آب، خطر نفوذ نانوذرات در بخش خروجی وجود ندارد و حتی به راحتی نقره‌های یونی شده را هم جذب می‌کند [۸]. یکی از شرکت‌های بسیار معروف که در زمینه تولید فیلترهای قابل حمل محصولات خود را وارد بازار کرده است،



شکل ۷. سیستم قابل حمل تصفیه آب محصول Tata Swach

بخش خروجی ظروف نگهداری آب قرار داده میشود و حتی در صورتی که آبی از فیلتر هم عبور نکند، در طی ۲۴ ساعت یک مخزن ۲۰ لیتری را کاملاً گندزدایی میکند و برای ۱۲ ماه قابل استفاده است. هدف محصول این شرکت بیشتر کشورهای آفریقایی است.

یکی از شرکت‌های قدیمی در استفاده از نانوذرات در فیلترهای آب قابل حمل، شرکت هندی Tata Swach است. این شرکت سیستمی را طراحی کرده است که دو

شرکت آمریکایی Seldon است. این شرکت به طور کاملاً تخصصی فیلترهای قابل حمل جهت فروش به صنایع نظامی و فضانوردی تولید میکند. فیلترهای این شرکت از غشاهای نانولوله کربنی ساخته شده است.

فیلتر خام این شرکت با نام CB Tech's Nanomesh به فروش می‌رسد. این شرکت یک سیستم کامل قابل حمل برای صنایع دفاعی تولید می‌کند که به نام Military Grade Waterbox شهرت دارد. این سیستم قادر است تا ۹۹/۹۹۹۹ درصد باکتری‌ها، ۹۹/۹۹ درصد ویروس‌ها و ۹۹/۹ درصد فلزات سنگین و مواد شیمیایی مضر را با ظرفیت ۲۰ لیتر در دقیقه از آب جدا کند. با این حال قیمت این دستگاه ۷۹۷۵ دلار تعیین شده است که به دلیل قیمت بالای آن برای استفاده عموم مناسب نیست [۹].



شکل ۸. غشا و فیلتر نانولوله کربن محصول شرکت Seldon

شرکت‌های داخلی فعال

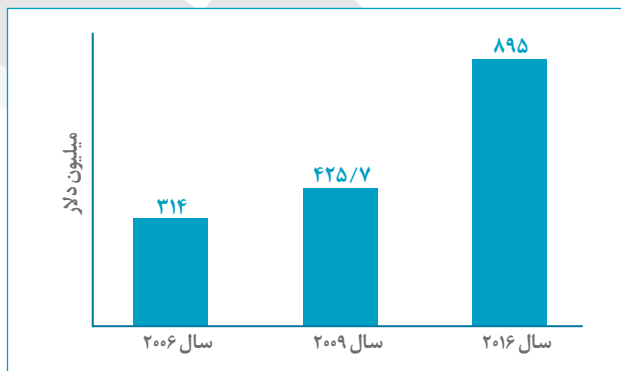


در حال حاضر در ایران هم شرکت‌ها و پژوهشکده‌های بسیاری هستند که مواد آنتی‌باکتریال را برای کاربردهای مختلف از قبیل فیلترها و منسوجات تولید میکنند. شرکت صنایع شیمیایی مهرباب گستر از جمله شرکت‌های ایرانی است که قابلیت تولید نانوذرات کلونیدی جهت تولید پارچه یا فیلترهای آنتی‌باکتریال را دارد. [۱۰].

از دیگر شرکت‌های فعال در زمینه تولید نانوذرات کلونیدی نقره جهت ایجاد خواص آنتی‌باکتریال در محصولات مختلف، می‌توان شرکت باران شیمی پاسارگاد را نام برد که نانوذراتی با غلظت ۴۰۰۰ ppm تولید می‌کند. [۱۱].

بازار سیستم‌های قابل حمل تصفیه آب

با توجه به اینکه سیستم‌های قابل حمل تصفیه آب در موارد متعددی مانند صنایع نظامی، طبیعت‌گردی، بحران‌ها و حوادث طبیعی و از همه مهم‌تر مناطق محروم از آب آشامیدنی سالم بسیار کاربردی هستند، بازار رو به رشدی را تجربه کرده‌اند.



شکل ۹. رشد بازار جهانی سیستم‌های قابل حمل تصفیه آب

در یک آمار جالب که توسط موسسه Waterworld منتشر شد، نشان می‌دهد که بازار سیستم قابل حمل تصفیه آب در سال ۲۰۰۶ نزدیک به ۳۱۴ میلیون دلار بوده است و در سال ۲۰۰۹ این بازار نزدیک به ۴۲۶ میلیون دلار رسیده است که ۷۶/۶ درصد آن به آمریکای شمالی و جنوبی و ۱۵/۵ درصد آن به اروپا تعلق داشته است و

دیگر مناطق دنیا سهم کمی را شامل می‌شده است. پس از زلزله ۹ ریشتری ژاپن و حوادثی که طی آن رخ داد، بازار این محصولات در شرق آسیا به شدت بالا گرفت به طوری که باعث شد بازار جهانی آن با رشد ۱۱/۲ درصدی به میزان ۸۹۵ میلیون دلار در سال ۲۰۱۶ برسد [۱۲]. همچنین بنا بر پیش‌بینی‌های موسسه Businesswire، به دلیل رشد جمعیت و مشکلات جهانی آب، بازار این نوع از محصولات بین سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۲ با رشد نزدیک به ۱۴ درصد مواجه خواهد شد. با این حال پیش‌بینی دقیقی وجود ندارد که چند درصد از این محصولات از فناوری نانوبهره خواهند گرفت [۱۳].

جمع‌بندی

به‌طور کلی بیماری‌های ناشی از آب آلوده، بحرانی در ابعاد جهانی است که لازم است دولت‌ها و خیریه‌ها در رفع این مشکل تلاش کنند. بسیاری از مناطقی که از کمبود آب آشامیدنی سالم رنج می‌برند، به تجهیزات مدرن و حتی برق دسترسی ندارند. فناوری نانو این امکان را می‌دهد که سیستم‌های تصفیه آب قابل حمل طراحی و ساخته شوند.

پی‌نوشت‌ها

- | | |
|--|------------------------------|
| ۱ Centers for Disease Control and Prevention | ۷ Salmonella |
| ۲ Giardia | ۸ Hepatitis A |
| ۳ Legionella | ۹ Cryptosporidium |
| ۴ Norovirus | ۱۰ World health organization |
| ۵ Shigella | ۱۱ Chitosan |
| ۶ Campylobacter | |

مراجع

- | | |
|---|--|
| ۱ http://www.cdc.gov/parasites/giardia/ | ۷ https://www.madidrop.com/ |
| ۲ http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/en/ | ۸ https://tataswach.com/ |
| ۳ https://phys.org/news/2012-07-ions-particles-silver-toxic-bacteria.html | ۹ http://seldontech.com |
| ۴ https://waterislife.com/ | ۱۰ http://mehrabexir.com/ |
| ۵ http://www.post-gazette.com/local/city/2015/08/22/For-clean-water-take-a-page-from-Carnegie-Mellon-researcher-s-book/stories/201508210122 | ۱۱ http://baranchemistry.com/ |
| ۶ http://www.thehindu.com/sci-tech/technology/Affordable-water-purification-using-silver-nanoparticles/article12126565.ece | ۱۲ https://www.waterworld.com/articles/wwi/print/volume-26/issue-2/regulars/creative-finance/mobile-water-systems-a-compelling-solution-to.html |
| | ۱۳ https://www.businesswire.com/news/home/20180503006490/en/Global-Portable-Water-Purifier-Market---Deteriorating |