مقدمه

زمین مهد نانوفناوری است و طراح و سازنده موجودات، قدرتی بیکرانی دارد که اکنون هیچ کس نمی‌تواند آن را انکار کند. نانو در حیات وابسته به علم محدود بشری است که باید ابزارهایی مثل میکروسکوپ‌های قدرتمند الکترونی را برای دیدن این ابعاد استفاده کند، و از روزی که موجودات ایجاد شده‌اند، نانوساختارها و پدیده‌های نانومتری و حتی فراتر از آن بوده‌اند. فکر کنید که هر مارمولک، پشه، مگس، سوسک یا آب دزدکی که می‌بینید بدون استفاده از روش‌های پرهزینه ساخت، از پاهایی برخوردارند که نانوساختارهایی دارد. شما خیلی از این موجودات را دیده‌اید. اما از این به بعد باید با دقت بیشتری به حرکت‌های این حیوانات توجه کنید . مارمولک‌های گکو گونه‌های شناخته شده‌ای هستند که دارای قابلیت بالا رفتن از سطوح صاف و حتی چسبیدن به سقف و راه رفتن روی آن می‌باشد. بین پای مارمولک و سطح نیروی چسبندگی بالایی وجود دارد، اما این نیرو از کجا آمده است؟ منشاء این نیروی چسبنده سؤالی بوده که مدت زیادی بی پاسخ مانده است. این نیروی چسبندگی خاص را ناشی از تجمع نیروی واندروالس بین رشته‌های متعدد پای گکو و مولکول‌های سطحی مواد جامد عنوان کردند. کشف این حقیقت نیز مرهون استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی قدرتمندی بود که میتوانست ابعاد نانومتری را به نمایش بگذارد.

ایده نوار چسب‌های گکو از مکانیزم استفاده شده در پای مارمولک الهام گرفته شده است تا بتواند حرکت روی سطوح صاف و سقف‌های شیشه‌ای را ممکن کند. چسب گکو خودتمیز شونده می‌باشد و بارها چسبیده و جدا می‌شود. چسب گکو فیلمی با آرایه‌های فشرده‌ای از میله‌های منعطف پلی ایمیدی است که با روش لیتوگرافی پرتو الکترونی و حکاکی پلاسمای اکسیژن آماده می‌شود. این رشته‌ها به اندازه‌ای ظریف و فشرده هستند که نیروی چسبندگی گکو را به همان حد ایجاد کنند. موهای نوار چسب گکو طول نانومتری و همچنین قطر نانومتری دارند و به سطحی منعطف چسبیده است. یک سانتیمتر مربع از نوار گکو حدود ۱۲۲ میلیون از این رشته موها دارد و می‌تواند وزن یک کیلوگرم را روی صاف‌ترین سطوح تحمل کند. این چسب مواد شیمیایی مضر چسب‌های معمول را ندارد. این نوار باید از کنار کشیده شود تا جدا شود. کاربرد چنین نواری می‌تواند در رباتیک باشد. با این حال در مرحله‌ی کنونی فرآیند ساخت نوار چسب گکو آنقدر طولانی و پرهزینه می‌باشد که فعلاً تجاری نیست. کاربردهایی که برای این چسب‌ها در نظر گرفته شده است،گیره‌ها و بخیه‌های جراحی، ابزارهای ایمنی برای صخره‌نوردی، بندهای یک طرفه نایلونی، بانداژهای ساده‌تر و دستکش‌های چسبنده برای دروازه بانها و... می‌باشد.

سوسک‌ها و مگس‌ها نیز نانوساختارهایی دارند که به آنها کمک می‌کند تا به دیوارها و سقفها و چیزهایی که به ظاهر صافند بچسبند.

افق‌های علم نانو از سال ۱۹۵۹میلادی طی سخنرانی ریچارد فاینمن شروع به ترسیم شدن نمود ولی برای دسترسی این صنعت به زندگی روزمره انسان‌ها و جوامع که به سمت مدرن شدن پیش می‌رفتند نیاز به واسطه‌ای ما بین علوم دانشگاهی و نیاز جوامع وجود داشت که در اصل مسیر رسیدن علم را تا صنعت هموارتر می‌نمود، این مسیر را "فناوری" برای علم نانو ترسیم نمود. فناوری در اصل رابط بین علم و صنعت و یا روزمره شناخته می‌شود که دانستن را با توانستن مرتبط می‌نماید. این فناوری دامنه وسیعی از حوزه‌های علمی را در بر می‌گیرد و در حقیقت یک علم بین رشته‌ای است. به طور کلی، فناوری نانو می‌تواند به عنوان فناوری طراحی، تولید و کاربرد نانوساختارها شناخته شود. فناوری نانو همچنین شامل فهم بنیادی پدیده‌ها و خواص فیزیکی در ابعاد نانو است. و نمونه‌های فراوان دیگر که الهام بخش بشر بوده و هست.

علوم و فناوری نانو

علوم و فناوری نانو در مجموع به هر گونه دانشی که انسان از پدیده‌ها در ابعاد ۱-۱۰۰ نانومتر پیدا می‌کند به علاوه توان استفاده او از این پدیده‌ها و دخیل نمودن این دانسته‌ها برای داشتن زندگی آسانتر گفته می‌شود. علوم و فناوری نانو از زمانی آغاز شد که ریچارد فاینمن در سال ۱۹۵۰ میلادی از وجود دنیایی با این ابعاد سخن گفت و دانشمندان در ابتدا به مطالعه‌ی این حوزه پرداختند. از حدود یک دهه بعد تفاوت خواص مواد و ساختارها و توانمندی انسان در مهندسی مواد و ساختارها در این ابعاد باعث پیشروی انسان در استفاده از این خواص متفاوت شد. هم اکنون نیز مطالعات در ابعاد نانو با هر گرایشی از جمله زیست شناسی، پزشکی، مهندسی مواد، شیمی و... هم در ابعاد علم در حال انجام می‌باشد و با توجه به تجربیات انسان در پیشبرد دانسته‌ها در فناوری‌های مختلف در ابعاد فناوری‌های مختلف در حال انجام می‌باشند.

ابعاد نانو

پیشوند نانو از واژه یونانی نانوس (Nanos) به معنای قدکوتاها ستخراج شده است. نانو هم اکنون واژه شناخته شده برای بیشتر علوم پیشرفته و بسیاری از نانوواژه‌ها (واژه‌های مربوط به نانو اخیراً در فرهنگ لغات وارد شده‌اند). واژه‌هایی مانند نانومتر، نانومقیاس، نانوفناوری، نانوساختار، نانولوله، نانوسیم و نانوربات از این قبیل هستند. نانو یک پیشوند اندازه به معنی یک بیلیونیوم$^{-9}$۱۰است. فناوری نانو درباره ساختارها یا موادی با اندازه بسیار کوچک در حد چند نانومتر بحث می‌کند. یک نانومتر$^{-9}$ ۱۰ طول ده اتم هیدروژن یا پنج اتم سیلیکون ردیف شده در یک خط است. به طور مثال قطر تار موی سر انسان حدوداً ۶۰۰۰۰ نانومتر است.

اهمیت مقیاس نانو

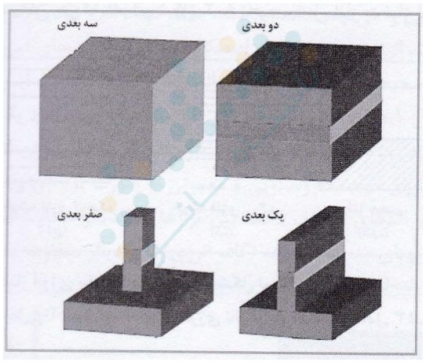
اهمیت مقیاس نانو در تغییر خواص و ویژگی‌های مواد در این ابعاد است. خواصی که مواد در ابعاد معمولی دارند و مشخصه یک ماده هستند مانند استحکام، انعطافپذیری، رسانایی الکتریکی، خواص مغناطیسی، رنگ، واکنش‌پذیری و غیره، در ابعاد نانو تغییر می‌کنند و ویژگی‌های جدیدی به وجود می‌آید. در نتیجه در مقیاس نانو مواد جدیدی ظهور می‌یابند که خواص قبلی خود را نداشته و دارای خواص جدیدی هستند که باید این خواص مشخص شوند. ابعاد کوچک، اجازه کارآمدی بیشتر در یک فضای معین را می‌دهند. مواد در مقیاس میکرومتر، معمولاخواص فیزیکی مشابه با حالت ماکروسکوپی را نشان می‌دهند اما مواد در مقیاس نانو خواص متفاوتی را در مقایسه با ابعاد ماکروسکوپی و معمولی نشان می‌دهند.

بسیاری از مواد موجود در طبیعت دارای ساختاری در ابعاد میکرو و نانو هستند. جهان طبیعت پر از سیستم‌هایی با ساختارهای نانومتری مانند شیر (یک کلوئید نانومقیاس)، پروتئین‌ها، سلول‌ها، ویروس‌ها و غیره است بسیاری از موجودات از ساختارهایی در ابعاد نانو در داخل بدن خود استفاده می‌کنند. مانند مارمولک که علت چسبندگی بالای آن به سطوح مختلف، داشتن سوزن‌های نانومتری در پنجه‌هایش است.

انواع نانوساختار

ساختارهای نانو بر اساس ابعاد هر ماده از سه بعد تشکیل شده است، اگر حداقل یکی از این ابعاد در مقیاس نانو بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد، به آن یک ماده نانوساختار گفته می‌شود. بنابراین مواد نانوساختار دارای انواع مختلفی می‌باشند: صفر بعدی، یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی.

همانطور که می‌دانید هر ماده‌ای از سه بعد تشکیل شده است. اگر حداقل یکی از ابعاد در مقیاس نانو باشد (بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر) به این ماده، یک ماده نانوساختار گفته می‌شود. به بعدی که در مقیاس نانو نباشد، اصطلاحاً بعد آزاد گفته می‌شود، زیرا هر مقداری می‌تواند داشته باشد. در شکل زیر انواع نانوساختارها نشان داده شده است.



شکل ۱. انواع نانوساختارها بر حسب تعداد ابعاد آزاد

نانوساختارها بر اساس تعداد ابعاد آزاد به سه دسته تقسیم می‌شوند :

- نانومواد صفر بعدی(0D) موادی که در هر سه بعد دارای اندازه‌ی نانومتری می‌باشند و هیچ بعد آزادی ندارند. به این دسته نانوذرات گفته می‌شود. عوامل تأثیرگذار بر خواص نانوذرات، جنس و اندازه نانوذرات می‌باشند. نانوذرات کاربردهای مختلفی در صنایع مختلف مانند اتومبیل ضدخش کردن بدنه، ضدبخارکردن شیشه‌ها، لاستیک‌های مقاوم و ... (پزشکی) داورسانی، ساخت داروهای جدید، تشخیص علایم بیماریها و ...، تصفیه آب و فاضلاب، الکترونیک، نظامی و ... دارند. نانوذرات می‌توانند بسته به کاربردشان در اشکال مختلف مانند کروی، بیضوی، مکعبی، منشوری، ستونی و ... ساخته شوند.

- نانومواد تک بعدی (1D) نانومواد تک بعدی دارای دو بعد در مقیاس نانو و یک بعد آزاد می‌باشند. نانوسیم‌ها، نانومیله‌ها، نانولوله‌ها، نانوالیاف همگی جزء مواد نانوساختار تک بعدی می‌باشند. عوامل تأثیرگذار روی خواص نانوساختارهای تک بعدی، جنس و نسبت طول به قطر آن می‌باشند. مهمترین ویژگی نانوساختارهای تک بعدی فلزی هدایت الکتریکی آنها در راستای محور سیم می‌باشد. نانوسیم‌ها کاربردهای زیادی در بخش‌های مختلف مانند ساخت رایانه‌های بسیار کوچک با سرعت بسیار بالا، ساخت لیزرهای بسیار کوچک، ساخت دیودهای نورافشان تشخیص بیماری‌ها، حسگر، حافظه‌های مغناطیسی و ... دارند. نانوسیم‌ها نیز می‌توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند نوع ماده مختلف باشند.

- نانومواد دوبعدی (2D) این مواد دارای دو بعد آزاد و یک بعد در مقیاس نانو می‌باشند. مواد با یک بعد در مقیاس نانو عمدتاً شامل لایه‌های نازک (Thin Films) یا پوشش‌های سطحی می‌باشند. عوامل تأثیرگذار در خواص نانوپوشش‌ها، جنس و ضخامت آنها می‌باشد. به عنوان مثال سلفون‌های نگهدارنده مواد غذایی نوعی پوشش هستند. حال اگر ضخامت آنها در ابعاد نانو باشد، به آنها نانوپوشش گفته می‌شود .نانوپوشش‌ها لایه‌هایی به ضخامت ۱ تا ۱۰۰ نانومتر بوده که به صورت پوشش روی مواد دیگر قرار می‌گیرند و باعث تغییر خواص و ویژگی‌های آنها می‌شوند. ضخامت نانومتری آنها باعث می‌شود که با چشم دیده نشوند و به ظاهر جسم آسیبی نرسانند. برای مثال لایه‌های نازکی که روی لباس‌ها قرار می‌گیرند و باعث ضدآب شدن آنها می‌شوند. لایه‌های نازک در طول دهه‌های اخیر در زمینه‌های مختلفی از قبیل الکترونیک، شیمی، فیزیک، صنایع ساختمان، اتومبیل و ... مورد استفاده قرار گرفته‌اند. لایه‌های نازک به روش‌های مختلفی بر روی سطح قرار می‌گرفته و می‌توان ضخامت و خواص آنها را کنترل کرد. لایه‌های نازک نیز می‌توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند ماده مختلف باشند.
- نانومواد سه‌بعدی (3D) یعنی هر سه بعد آنها در مقیاس آزاد است. همانطور که مشاهده می‌کنید این تعریف با تعریف مواد نانوساختار در تناقض است زیرا هیچ یک از سه بعد آن در مقیاس نانو نیست. این دسته شامل نانوکامپوزیت‌ها و مواد حجیم نانوساختار می‌باشد . به منظور بررسی پدیده‌ها و خواص فیزیک جدید و عملی کردن کاربردهای ممکن نانوساختارها و نانومواد، توانایی برای تولید نانوساختارها اولین سنگ بنا در فناوری نانو است.

آشنایی با روش‌های ساخت نانومواد

ساختن از بالا به پایین و از پایین به بالا از اهداف مهم فناوری نانو ــ و شاید مهمترین آنها ــ به وجود آوردن ساختارهایی از مواد است که در آنها آرایش مولکول‌ها از پیش طراحی شده باشد. در حالی که روش‌های مرسوم تولید، مثل روش ذوب فلزات و سرد کردن آنها در قالب، چنین امکانی را فراهم نمی‌کنند.

چند سال پیش، راه دستکاری و جابه‌جا کردن تک مولکول‌ها و ساختارهای نانویی یکطرفه بود. یعنی برای ساختن چیزها در مقیاس کوچک، می‌بایست یک قطعه‌ی بزرگتر را با تراشیدن و خرد کردن یا حل کردن بخش‌های اضافی با اسید و... آنقدر کوچک می‌کردیم تا به قطعه‌ی نهایی برسیم. به عبارت دیگر، روش تولید ساختارهای کوچک، از نوع بالا به پایین بود .در چند سال اخیر فنونی ابداع شده‌اند که اجازه می‌دهند مولکولها یا ذرات نانویی را جابه‌جا و آنها را به هم متصل کنیم. مثل جابه‌جا کردن ذرات نانویی با میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)یا فنون ساختن نانولوله‌های کربنی. این فوت و فن‌ها در مجموع روش ساختن از پایین به بالا هستند فنون گفته شده در بالا، برای ساختن محصولاتی که بسیار کوچک‌اند مناسب به نظر می‌رسند، اما اگر بخواهیم یک دیوار چند سانتیمتریِ یکدست را به این روش بسازیم، چند ده سال طول می‌کشد تا مولکولها را تک‌تک کنار هم بچینیم و دیوار موردنظر را بسازیم. در عین حال، اگر بخواهیم دیوار را با استفاده از مواد موجود، مانند فلزات و سنگهای ساختمانی، بسازیم، دیوار یکدست و منظم نخواهد بود. پس چه کار کنیم؟ پیدا کردن فنون تولید مناسب در فناوری نانو موضوعی است که در چند سال اخیر به شدت مورد توجه محققان و دانشمندان بوده است. در واقع، در فناوری نانو هم از روش ساختن از بالا به پایین استفاده می‌شود به کمک فنونی مانند لیتوگرافی و آسیاب کردن ذرات و هم از روش ساختن از پایین به بالا به کمک فنونی مانند خودآرایی یا رسوب‌دهی بخار.

روش‌های بالا به پایین به چهار گروه طبقه بندی می‌شوند

۱ - مکانیکی

۲ - سنوشیمی

۳ - لیتوگرافی

۴ - انفجارسیم

روش‌های پایین به بالا شامل

۱-هیدروترمال
۲-سل ژل
۳-رسوب دهی شیمیایی بخار
۴-رسوب دهی فیزیکی بخار
۵-ترسیب
۶-الکتروریسی

روش‌های مشخصه‌یابی

روش‌های میکروسکوپی

آنچه که می‌بینیم و آنچه که دیده می‌شود چرا نمی‌توان با نورمرئی مقیاس نانومتر را دید؟ یک حبه قند بردارید و از نزدیک خوب به آن نگاه کنید. چه می‌بینید؟ توده‌های کاملاً سفید و کمی متخلخل. حال قند را زیر یک ذره‌بین قرار دهید. واضح است که حبه قند بزرگتر شده است و حفره‌های ریزی نیز روی آن دیده می‌شود. اگر بخواهیم سطح قند را از فاصله نزدیکتری مشاهده کنیم، باید آن را زیر میکروسکوپ قراردهیم احتمالاً در آزمایشگاه مدرسه نیز بتوانید یک میکروسکوپ پیدا کنیددر کنار هر میکروسکوپ نوشتهای وجود دارند مانند 100X یک عدد دیگر در کنار X که مشخص می‌کند آن میکروسکوپ تصویر را چند برابر می‌کند. به طور مثال، اگر روی میکروسکوپ نوشته شده است 100X، به این معنی است که این میکروسکوپ تصویر جسم را ۱۰۰ برابر می‌کند. با یک میکروسکوپ 1000X می‌توانید خلل و فرج روی قند را به صورت حفره‌هایی بزرگ ببینید . اگر به آزمایشگاه‌های تخصصی‌تر یا پژوهشگاه‌های صنعتی بروید، می‌توانید قند را زیر میکروسکوپ‌هایی قویتری قرار داده و تصویر دقیقتری از آن را مشاهده کنید. این میکروسکوپ‌ها می‌توانند ساختار قند را تا ۱۰۰۰۰۰ برابر بزرگتر کنند. این بزرگنمایی باعث می‌شود که شما دیگر آن جسم سفید را زیر میکروسکوپ نبینید. آیا می‌دانید این دستگاه کوچک، چگونه تصویر قند را بزرگ می‌کند؟

به نظر شما بزرگترین تصویری که می‌توانیم زیر میکروسکوپ نوری از قند ببینیم چقدر است؟ به نظر شما آیا می‌توان ریز ساختارهای نانومتری قند را در زیر میکروسکوپ دید؟ اگر پاسخ شما منفی است آیا با تغییر قطر عدسی یا سایر قسمت‌های میکروسکوپ می‌توان ساختارهایی نانومتری را مشاهده کرد؟ ما با استفاده از نور مرئی نمی‌توانیم مقیاس نانومتر اندازهای بین1 تا 10 نانومتر را ببینیم. البته محدودیت ما میزان بزرگنمایی عدسی‌های در

دسترس نیست بلکه مشکل ماهیت نور مرئی و اساس کار میکروسکوپ‌های نوری است .طول موج نور مرئی بین 400 تا 700 نانومتر است. در صورتی که می‌دانیم فضای نانومتری که ما خواستار بررسی و مشاهده آن هستیم، مقیاسی بین1 تا 10 نانومتر دارد. برای این که بدانیم چرا نمی‌توان از طول موج 400 تا 700 نانومتر برای مشاهده بین 1 تا ۱۰۰ نانومتر استفاده کرد، باید با پارامتر "تفکیک پذیری" آشنا شویم.

شما حتماً عبارت رزولوشن را بسیار شنیده‌اید. تفکیک‌پذیری یا رزولوشن پارامتری است که برای دستگاه‌های نوری مختلف مانند دوربین عکاسی و ... تعریف می‌شود. به طور خاص برای یک میکروسکوپ، منظور از تفکیک‌پذیری توانایی تمایز گذاشتن بین نقاط نزدیک به هم است به طوریکه آنها را نقاطی جدا از هم نشان دهد. بنابراین محدودیت عملکرد یک میکروسکوپ در کوچکترین فاصله‌ای است که می‌تواند تمیز دهد. در حالت ایده ال یک عدسی باید هر نقطه روی شیئ مورد مطالعه را به عنوان یک نقطه تصویر کند. اما در عمل یک عدسی هر نقطه را به صورت یک دایره توپر نشان می‌دهد و در نتیجه وضوح تصویر کم می‌شود. به این دایره‌ها "دیسک ایری" می‌گویند. دقت یک میکروسکوپ، وابسته به قدرت آن در متمایز کردن دو دایره ایری نزدیک به هم است. علت به وجود آمدن دیسک‌های ایری، پدیده پراش است. شعاع‌های موازی نور هنگام عبور از یک روزنه کوچک، از همدیگر دور می‌شوند و با یکدیگر تداخل می‌کنند. به این پدیده پراش گفته می‌شود. هر چقدر اندازه روزنه در مقایسه با طول موج نور کوچکتر باشد، این پدیده شدیدتر می‌شود. به علت تداخل امواج نور، برخی از این شعاع‌ها همدیگر را خنثی می‌کنند و برخی به هم اضافه می‌شوند.

اندازه دیسک ایری یا به طور دقیقتر قطر اولین دایره سیاه رنگ آن به دو عامل اندازه روزنه و طول موج نور بستگی دارد. اندازه دیسک‌های ایری که با طول موج ۰۰۰ نانومتر تشکیل می‌شود، بسیار بزرگتر از آن است که بتوان فاصله‌های کمتر از ۰۰۰ نانومتر را مشاهده کرد. همانطور که گفتیم طول موجهای کمتر از ۰۰۰ نانومتر نیز مرئی نیستند و نمی‌توان برای دیدن از آنها استفاده کرد. رأی حل این مشکل خانواده جدیدی از میکروسکوپ‌ها ساخته شده‌اند که در آنها به جای پرتوهای نور از پرتوهای الکترونی استفاده می‌شود. نحوه کار میکروسکوپ‌های الکترونی بسیار شبیه میکروسکوپ‌های نوری است باذکر این نکته که طول موج پرتوهای الکترونی بسیار کمتر از پرتوهای نوری است. میکروسکوپ‌های الکترونی به دو دسته میکروسکوپ‌های الکترونی عبوری (TEM) و میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی (SEM) تقسیم می‌شوند. با استفاده از میکروسکوپ TEM که بسیار شبیه به میکروسکوپ‌های نوری عمل می‌کند، اجسامی با اندازه چند آنگستروم را نیز می‌توان مشاهده کرد. وضوح تصویر در این میکروسکوپ هزار برابر بیشتر از میکروسکوپ نوری است. میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی سطح نمونه را با پرتوهای پرانرژی الکترون روبش می‌کنند روبش از مصدر روبیدن به معنی جارو کردن گرفته شده است، زیرا کار پرتوهای الکترون در این جا شبیه کار یک جارو است .SEMها تصویر جسم مورد نظر را 1 تا 10000 برابر بزرگ می‌کنند و قدرت تفکیک آنها در حد چند نانومتر است.

جدول ۱. تفاوت میکروسکوپ‌های نوری و الکترونی

میکروسکوپ‌های الکترونی	میکروسکوپ‌های نوری
عدسی‌ها از مواد فرو مغناطیسی و یک سیم پیچ مسی ساخته‌شده‌اند و با تغییر جریان در سیم پیچ، فاصله کانونی آنها تغییر می‌کند.	عدسی‌ها از شیشه ساخته شده‌اند و فاصله کانونی آنها ثابت است.
بزرگ‌نمایی با تغییر فاصله کانونی عدسی‌ها انجام می‌شود.	بزرگ‌نمایی با تغییر نوع عدسی که بر صفحه گردان نصب شده، انجام می‌شود.
منبع تشعشع روی آنها قرار دارد.	منبع تابش زیر آنها قرار دارد.
برای تصویرسازی از الکترون استفاده می‌کنند.	برای تصویرسازی از نور مرئی استفاده می‌کنند.
در خلاء کار می‌کنند (چرا که مسیر آزاد الکترون‌ها در هوا بسیار کم است)	در هر سیالی عمل می‌کنند.
به‌خاطر وجود خلاء موجودات زیستی در زیر میکروسکوپ می‌میرند.	انتخاب شی مورد آزمایش آزاد است.
بزرگ‌نمایی بهتری دارند.	قیمت کمتری دارند.

شاید جالب باشد که بدانید میکروسکوپ‌های بسیار قویتری وجود دارند که اجسام را به وسیله نور یا الکترون نمی‌بینند؛ بلکه از طریق لمس کردن سطح نمونه، جسم را مورد مطالعه قرار می‌دهند. این میکروسکوپ‌های قوی که میکروسکوپ‌های پیمایشگر روبشی (Microscope Probe Scanning) نام دارند و به اختصار SPMخوانده می‌شوند، به طور گسترده‌ای برای مشاهده و تعیین مشخصات نمونه‌های نانومتری به کار می‌روند. در این میکروسکوپ‌ها، یک قطعه فیزیکی به صورت مکانیکی بر سطح نمونه حرکت می‌کند و آن را خط به خط و نقطه به نقطه جارو می‌کند و می‌روبد. اصطلاحاً گفته می‌شود که سطح را می‌پیماید، به همین دلیل به این قطعه پیمایشگر گفته می‌شود. برای این که تصویر سطح نمونه را تهیه کنند، مکان پیمایشگر را ثبت می‌کنند. آیا می‌دانید چه چیز باعث تغییر مکان پیمایشگر می‌شود؟ برای یافتن پاسخ این سوال بهتر است عملکرد دو میکروسکوپ پیمایشگر را به عنوان نمونه بررسی کنیم . میکروسکوپ تونلزنی روبشی (STM) اولین عضو خانواده میکروسکوپ‌های پیمایشگر روبشی است. این میکروسکوپ با استفاده از یک سوزن بسیار ریز تنگستنی که در اینجا نقش پیمایشگر را بازی می‌کند، اجسام را مشاهده می‌کند. البته سطح جسمی که زیر STM قرار می‌گیرد، باید رسانا باشد. زمانیکه سوزن این میکروسکوپ در فاصله ۱ نانومتری سطح رسانای جسم قرار می‌گیرد، بر اثر یک پدیده کوانتومی، جریانی از الکترونها بین نوک سوزن و سطح رسانا برقرار می‌شود. به این پدیده "تونل زدن" گفته می‌شود .هر چه نوک سوزن به سطح

نزدیک شود، جریان قویتر می‌شود. اگر فاصله سوزن نسبت به یک نقطه مشخص از سطح ثابت باشد، با حرکت آن بر روی سطح و با توجه به پستی و بلندی‌های سطح، شدت جریان تونلی تغییر می‌کند. برای دیدن یک جسم نانومتری، سوزن میکروسکوپ را بر تمامی نقاط سطح حرکت می‌دهند و شدت جریان تونلی را به وسیله رایانه در نقاط مختلف ثبت می‌کنند. با کمک داده‌های ثبت شده، یک شکل سه بعدی از جسم به دست می‌آید . در میکروسکوپ‌های پیمایشگر روبشی برای تهیه تصویر سطح نمونه از یک برهم‌کنش فیزیکی استفاده می‌کنند. در STM این برهم‌کنش جریان تونلی است و در میکروسکوپ دیگری به نام" میکروسکوپ نیروی اتمی "این برهم‌کنش نیروی بین اتمی است . میکروسکوپ نیروی اتمی یا AFM، میکروسکوپ دیگری است که پس از STM ساخته شد. عملکرد AFM تا حدودی شبیه به STMاست با این تفاوت که این میکروسکوپ به جای استفاده از شدت جریان تونلی، نیروی بین اتمی میان اتم‌های سطح سوزن و تم سطح جسم را معیار قرار می‌دهد .AFM کاربری بسیاری برای مشاهده مواد و اشیای زیستی دارد .میکروسکوپ‌های الکترونی و میکروسکوپ‌های پیمایشگر روبشی مهمترین ابزارهای ما برای کار کردن در مقیاس نانومتر هستند . نور یا الکترون، کدامیک مناسب است؟

درآمدی بر میکروسکوپ الکترونی عبوری دانشمندان از روش‌های مختلفی برای بررسی ماده بهره می‌برند. دسته‌ای از این روش‌ها شامل روش‌های مبتنی بر استفاده از پرتوهای الکترومغناطیسی، پرتوهای الکترونی و پرتوهای نوترونی است. در دسته‌های دیگر از این روش‌ها با اعمال نوعی شرایط ویژه، نوع رفتار ماده در پاسخ به این شرایط اعمالی سنجیده می‌شود. در حالت بسیار ساده، می‌توان به اندازه‌گیری میزان مقاومت الکتریکی یک ماده، که با دانش دبیرستانی از فیزیک قابل درک و طرح‌ریزی است، اشاره کرد.

میکروسکوپ الکترونی عبوری دستگاهی است که با استفاده از باریکه‌ای از پرتوهای الکترونی، نگاه پرسشگر انسان را به اعماق ساختار ماده برده و پرده از گوشه‌ای از اسرار خلقت آفرینش برمی‌دارد .چرا از الکترون‌ها استفاده می‌کنیم؟ همان گونه که احتمالاً می‌دانید، استفاده از باریکه‌های الکترونی به عنوان جایگزینی برای پرتوهای نوری بسیار متداول است. استفاده از پرتوهای نوری در بررسی مواد زیستی و مهندسی سابقه بسیار طولانی در علوم دارد. از نظر تاریخی، دلیل روی آوردن به استفاده از الکترون‌ها را باید در محدودیت «حد تفکیک» یا «رزولوشن» تصاویر در میکروسکوپ‌های نوری دانست. این محدودیت به دلیل اندازه طول موج پرتوهای نور مرئی ایجاد می‌شود. گرچه پس از این که میکروسکوپ‌های الکترونی توسعه یافتند، دلیل بیشتری برای استفاده از الکترون‌ها به جای پرتوهای نور به دست آمد. برخی قابلیت‌های میکروسکوپ‌های TEM کنونی مرهون این ویژگی‌های متمایز الکترون‌ها است.

مختصری از تاریخچه TEM همان طور که در کتاب شیمی سال دوم دبیرستان اشاره شده است، دانشمندی به نام لویی دوبروی به الکترون که ذره‌ای بودن آن قبلاً به اثبات رسیده بود، طول موجی نسبت داد. این طول موج مقدار بسیار کمتری از طول موج نور مرئی دارد .دانشمندانی از دو گروه تحقیقاتی به تجربیاتی از پدیده‌های مشهور به تفرق الکترونی دست یافتند. این پدیده رفتار موجی الکترون‌ها را تأیید کرد. دیری نگذشت که ایده طراحی یک میکروسکوپ الکترونی شکل گرفت. اصطلاحاً میکروسکوپ الکترونی برای اولین بار در مقاله‌ای که آقایان نول و روشکا به چاپ رساندند، به کار رفت. در این مقاله ایشان موفقیت خود را در زمینه لنزهای الکترونی توضیح دادند و همچنین تصاویری را که توسط میکروسکوپ ابداعی خود تهیه کرده بودند، نمایش دادند.

این کار قدم بزرگی بود که منجر شد روشکا دو سال قبل از وفات، به دریافت جایزه نوبل مفتخر گردد .پس از آن، اولین نمونه تجاری این دستگاه به بازار ارائه شد. این دستگاه ایرادات بسیاری داشت و اولین نمونه مورد قبول از TEM عرضه شد. بعدها دانشمندانی به نام بولمن در سوئیس و هیرش در

انگلستان به روشهایی برای نازک کردن نمونههای فلزی دست یافتند. این نمونهها به گونهای بودند که عبور باریکه الکترونی از آنها به راحتی امکانپذیر بود. این رویداد برای محققین حوزه مهندسی و علم مواد بسیار حائز اهمیت بود

-میکروسکوپ و مفهوم حد تفکیک بسیاری از مردم خواهند گفت که میکروسکوپ ابزاری است که میتواند اشیای بسیار ریز را که با چشم غیرمسلح دیده نمیشوند، بزرگ کند. البته ممکن است در برخی موارد به میکروسکوپ نوری نیز اشاره کنند. در این جا تعریفی جدید از میکروسکوپ ارائه میدهیم که بر مبنای یکی از مهمترین مفاهیم میکروسکوپی بنا شده است . چشم انسان میتواند، بین نقاطی که حداقل فاصلهشان در حدود ۰،۰-۲،۰ میلیمتر باشد، تفکیک قائل شود و آنها را از هم تشخیص دهد. البته این عدد در بهترین حالت به دست میآید. طبق تعریف، به این عدد «حد تفکیک» یا در اصطلاح متداول انگلیسی آن، «رزولوشن« میگوییم. بنابراین هر ابزاری که بتواند تصویری را به ما ارائه دهد که در آن جزئیات ظریفتر از ۰،۰ میلیمتر را نمایان کند، با عنوان میکروسکوپ توصیف میشود. بیشترین بزرگنمایی مجاز و قابل استفاده هر میکروسکوپ نیز به حد تفکیک آن بستگی دارد.

میکروسکوپ TEM جذابیتهای بسیاری در نظر محققین دارد. با توجه به این که اندازه الکترونها بسیار کوچکتر از اندازه اتمهاست، حداقل از دیدگاه نظری میتوان میکروسکوپی ساخت که بتوان جزئیاتی پایینتر از سطوح اتمی را با آن مشاهده کرد. این نکته کلیدی انگیزههای بسیاری را برای توسعه سریع میکروسکوپهای TEM ایجاد کرد.

دیگر روش های شناسایی و مشخصه یابی ناوذرات که میتوان به آن اشاره کرد به شرح ذیل است

- روش طیف سنجی
- طیف سنجی مادون قرمز(FTIR)
- طیف سنجی UV-Vis
- طبف سنجی فلورسانس پرتو ایکسXRF
- پراش پرتو ایکس (XRD)
- روش های آنالیز حرارتی
- روش های اندازه گیری سطح ویژه

کاربردهای فناوری نانو

- **محیط زیست**

❖ **تصفیه آب**

فقدان دسترسی به آب تمیز و بهداشتی در کشورهای در حال توسعه، اولویت توسعه و استفاده از فناوریهای جدید را بیش از پیش مطرح میکند. استفاده از فناوریهای نوین به خصوص فناوری نانو جهت کاهش اثرات سوء آلودگیهای زیست محیطی، از موضوعات مهم و مورد تحقیق است. فناوری

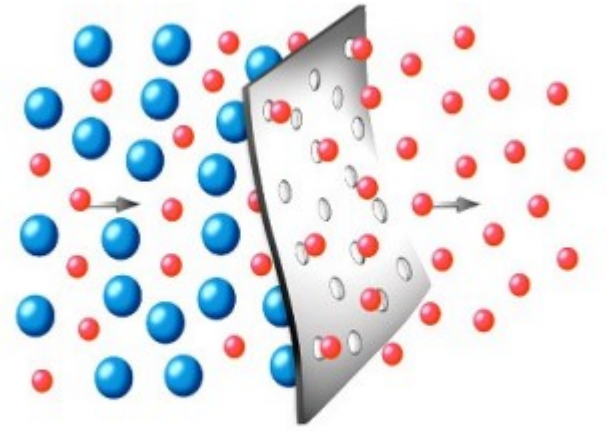
نانو با راهکارهای جدید خود اظهار میدارد که مواد با پایه نانو میتوانند به فناوریهای تصفیه آب ارزان قیمتتر، بادوامتر و مؤثرتری منجر شوند و بخشی از نیازهای کشورهای در حال توسعه را برآورده سازند. در این بخش به مروری بر فرآیندهای غشایی و دیگر حوزههای نوین استفاده از فناوری نانو در تصفیه آب میپردازیم.

فناوری نانو با کوچکتر کردن ابعاد، خواصی مانند خواص سطحی را به شدت تحت تأثیر میگذارد. این خصوصیات در برخی زمینههای کاربردی مانند فیلتراسیون به قدری مهم هستند که تأثیر بالایی در کیفیت و کمیت کار آنها میگذارند. مهمترین عامل اهمیت تأثیر فناوری نانو در فیلتراسیون افزایش نسبت سطح به حجم و میزان تخلخل ماده و در نهایت مساحت سطحی است. برای مثال مواد بسیار متخلخل از جمله آئروژلها با ۹۷ درصد فضای خالی از مواد پیشرفتهای هستند که پیشبینی میشود از سودمندترین مواد در آینده باشند. با توجه به کاربردها لازم است محققین حوزه فیلتراسیون با کاراییهای جدید آشنا باشند.

- فرآیندهای غشایی امروزه فناوریهای غشایی از جایگاه و کاربرد وسیعی در صنایع مختلف برخوردار هستند. از دهه ۱۹۶۰ این علم از آزمایشگاه به صنعت و پزشکی راه یافت و با پیشرفتهای چشمگیری مواجهه شد، به گونهای که انتظار یرود غشاها در آینده نقش مهمی را در علوم مختلف به ویژه علم پزشکی ایفا کنند.

(غشاء به معنای پوسته است و در واقع میتوان غشاء را یک فیلتر در نظر گرفت که دارای نفوذپذیری انتخابی است و مانند سد عمل میکند.)
از فناوریهای غشایی اولین بار برای فیلتراسیون آب آشامیدنی ارتش آلمان استفاده شد. تحقیقات برای استفادهی گسترده از این فناوری توسط کشور آمریکا مورد حمایت قرار گرفت و نهایتاً توسط شرکت میلی پور، اولین و بزرگترین تولیدکننده میکروفیلتر، مورد بهرهبرداری قرار گرفت. در گذشته بیشترین کاربرد میکروفیلتراسیون در صنایع نوشیدنی، استریلیزاسیون تجاری سرد برای مصارف دارویی و تأمین آب خالص در بیشتر بدانید غشاء به معنای پوسته است و در واقع میتوان غشاء را یک فیلتر در نظر گرفت که دارای نفوذپذیری انتخابی است و مانند سد عمل میکند .فرآیندهای نیمهرسانا بود. تا سال ۱۹۶۰ 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، فرآیندهای کند و زمانبر، غیرانتخابی بودن و... غشاها از آزمایشگاه به صنعت راه یافتند .اساس فرآیندهای غشایی عبور مواد از میان صافی است، که این امر توسط یک نیروی رانشی صورت میگیرد .این رانش در فرآیندهای غشایی مختلف متفاوت است. در فرآیندهای غشایی میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس که مورد بحث در اینجا است، اختلاف فشار نیروی رانشی عبور سیال است

تعریف فیلتر فیلترها مواد متخلخلی هستند که در فرآیند جداسازی یا تغلیظ مورد استفاده قرار میگیرند. مهمترین ویژگی فیلترها داشتن خلل و فرجهایی با اندازه و ابعاد مشخص است، به همین دلیل فیلتر را یک محیط متخلخل مینامند. سوراخها درصد بسیار زیادی از حجم فیلتر را در بر میگیرند و شبکه پیچیدهای از حفرهها را میسازند .فیلترها میتوانند از جنس پلیمر و یا سرامیک باشند- 2-1 .تعریف فیلتراسیون فیلتر کردن یا فیلتراسیون فرآیندی است که در آن یک سیال)مایع و یا گاز به دلیل اختلاف فشار یا اختلاف پتانسیل الکتریکی و یا اختلاف غلظت از فیلتر عبور میکند. با انجام عمل فیلتراسیون ذراتی که از اندازه حفرههای فیلتر کوچکتر هستند از آن عبور کرده و ذرات بزرگتر، از سیال جدا میشوند.



شمای کلی فرآیند فیلتراسیون

عوامل مؤثر در فیلتراسیون :دو عامل در انتخاب نوع فیلتر و کارکرد آن مؤثر هستند که عبارتند از

۱- - اندازه حفرههای فیلتر همان طور که گفته شد موادی با اندازه بزرگتر از حفرههای فیلتر در پشت آن باقی میمانند و عبور نمیکنند، در نتیجه برای جداسازی ذرات با اندازه مشخص باید از فیلترهای مناسب استفاده کرد .

۲- -مقدار ذراتی که در پشت فیلتر باقی میمانند ذراتی که در پشت فیلتر باقی میمانند به مرور زمان و با استفاده فیلتر معروف میباشد از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا تعویض و یا حتی تمیز کردن فیلتر هزینهبر است مداوم از فیلتر بیشتر میشوند. این مسئله میتواند باعث مسدود شدن روزنههای فیلتر شود. با این دلیل باید بعد از مدت زمان مشخصی، فیلتر را تعویض و یا آن را پاکسازی نمود. این مسئله که به گرفتگی

فیلتراسیون غشایی

همان طور که گفته شد **میکروفیلتراسیون، الترافیلتراسیون، نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس**(هایپرفیلتراسیون) از انواع فیلتراسیون غشایی هستند. فنون فیلتراسیون پیشرفته میتوانند ذرات را تا ۱ آنگستروم جدا کنند. حدود 25سال است که از تجاری شدن این محصولات میگذرد. انواع غشاهای پلیمری، لیفی و سرامیکی در فرآیندهای فیلتراسیون استفاده میشوند.

➢ اسمز معکوس

فرآیند غشایی پر فشاری است که آب را به سمت یک غشای نازک میراند تا محتویات و مواد معدنی شامل نمکها، ویروسها، سموم و سایر ترکیبات آلوده غیرآلی را جدا کند و اتمها و مولکولهایی در مقیاس کوچکتر از ۱ نانومتر را در محدوده یونی جدا میکند. با اعمال فشاری بالاتر از فشار اسمز به محلول نمکی آب از غشا عبور میکند و یونها پشت غشاء میمانند. پربازدهترین روش از نظر کیفی برای پاکسازی آب، اسمز معکوس است. فرآیند اسمز

معکوس با اختلاف فشار بین ۳۰ تا ۶۰ بار صورت میگیرد. در فیلترهای مربوط به اسمز معکوس، ابعاد حفرات نزدیک به ا آنگستروم است و عبور محتویات از فضاهای بین مولکولی صورت میپذیرد. شکل ۳ فرآیند اسمز معکوس را نمایش میدهد

- **نانوفیلتراسیون**

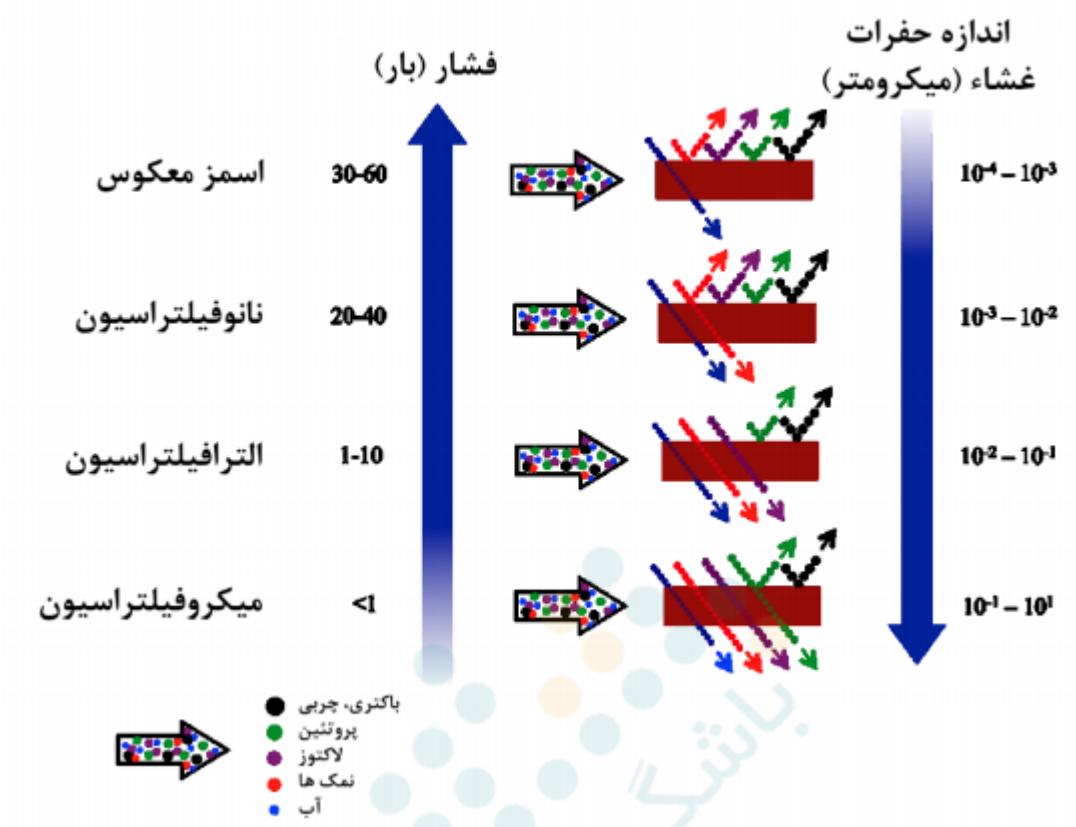
نانوفیلتراسیون برای جداسازی مواد آلی طبیعی استفاده میشود و ابعاد بزرگتر از ۱ نانومتر را جدا میکند. ابعاد حفرههای نانوفیلتر بین ۱ تا ۵ نانومتراست. نانوفیلتراسیون از نظر هزینه انرژی و دفع یون و ابعاد سوراخ در بین روشهای دیگر شرایط بهینهای را ایجاد کرده است. این فرآیند با اختلاف فشار بین ۲۰ تا ۴۰ بار صورت میگیرد.

- **الترافیلتراسیون**

الترافیلتراسیون جهت جداسازی پروتئینها و مواد آلی استفاده میشود و مولکولهایی بزرگتر از ۵ نانومتر را جدا میکند. ابعاد حفرههای فیلتر ۵ تا ۱۰۰ نانومتر است. فرآیند دیالیز در این محدوده قرار میگیرد. این فرآیند با اختلاف فشار بین ۱ تا ۱۰ بار صورت میگیرد: .

- **میکروفیلتراسیون:**

میکروفیلتراسیون فرآیند غشایی کم فشاری است که برای جداسازی ذرات، جامدات معلق کوچک و موادی دیگر مثل باکتریها و کیستها از آب استفاده میشود و مولکولها و ذراتی بزرگتر از ۱۰۰ نانومتر را جدا میکند. این فرآیند با اختلاف فشار پایینتر ۱ بار صورت میگیرد.



مقایسه فشار کاری، اندازه حفرات غشاء و قابلیت عبوردهی در فرآیندهای فیلتر غشایی

- **نانورس**

یک ماده نانوساختار شامل ذراتی با ابعاد نانومتری است که همهجا یافت میشود و در بسیاری از فرآیندهای ساخت از آنها استفاده میشود. این ساختارهای معدنی بلورهای نانومتری دوبعدی هستند. آنها مساحت سطحی و خواص تبادل یون مثبت بالایی دارند که آنها را برای محدوده وسیعی از کاربردهای جذب مانند جمع آوری نفت، فلزات سنگین و ترکیبات آلی از آب و تصفیه آب آلوده استفاده میکنند. این رس به راحتی جدا و بدون هیچ هزینه بالایی خالص میشود. روی این رس میتوان فرآیندهایی انجام داد که کارایی بیشتری پیدا کند. از محصولاتی که در این زمینه تولید شده است، رسی به نام هیدروتالکیت است. با این محصول میتوان فلوریدها و آرسنیک را از آب جدا کرد.

- **نانوکاتالیست-**

یک کاتالیست مادهای است که به عنوان بستر و یا افزایش دهنده سرعت در واکنشهای شیمیایی شرکت میکند و خود وارد واکنش نمیشود. نانوکاتالیستها شامل آنزیمها، فلزات و مواد دیگر هستند که به خاطر افزایش خواص کاتالیستیشان در ابعاد نانومتری اهمیت دارند. کنترل ابعاد و ساختار نانومتری مواد میتواند در تأثیرگذاری، قابلیت گزینش مواد و عمر بیشتر فیلترها مؤثر باشد. با استفاده از فعالیت کاتالیستی نانوذرات و سطح بالای آن عوامل شیمیایی آلوده به مواد غیر مضر شکسته میشوند.دسته از این کاتالیست ها نانوفوتوکاتالیست هستند

فوتوکاتالیست :کاتالیزگری است که توسط نور فعال میشود، یعنی تابش نور نیروی محرکه فعالیت کاتالیستی آن ماده است.

- **نانوذرات مغناطیسی**

استفاده از نانوذرات مغناطیسی به عنوان جاذب در آب منجر به جداسازی و حذف آلودگیها با استفاده از نیروی مغناطیسی خارجی میشود. یکی از مزایای مهم در استفاده از نانوذرات مغناطیسی قابلیت اصلاح سطحی با انواع پوششهای آلی و غیر آلی برای حذف محدوده وسیعی از فلزات سنگین از آب میباشد. آرسنیک در آبهای زیرزمینی در بسیاری از کشورها از جمله بنگالدش به سطحی بالاتر از حدود تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی رسیده است. هیچ روشی وجود ندارد که بتواند سطح آلودگی را تا زیر مرز استاندارد کاهش دهد. سیستم پیشرفتهای طراحی شده که در آن با استفاده از نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن، آرسنیک موجود در آب را تا ۹۹ ٪به دام انداخته و سپس آنها را با اعمال میدان مغناطیسی از آب خارج میکنند

تصفیه آب به روش تبادل یونی

برای تصفیه آب روشهای مختلفی وجود دارد که یکی از آنها روش تبادل یونی (IX)است. با استفاده از این روش میتوان سختی آب را کاهش داد، کاتیون یا آنیونهای خارجی را از آب حذف کرد، قلیائیت آب را کاهش داد، آب موجود در صنایع فلزی را بازیابی مجدد کرد، نیترات و سولفات را از آب حذف نمود، بازیابی و یا جداسازی مواد دارویی را انجام داد و کاربردهای دیگری که در آن یونی از آب گرفته شود.

از نانومواد ی همچون زئولیتها، نانوصفحات رسی، نانولولههای کربنی، گرافن و نانوذرات سیلیکا میتوان به عنوان تبادلگر یون استفاده نمود. همچنین میتوان از نانومواد دیگری همچون نانوذرات نقره، نانوذرات اکسیدروی، نانوذرات اکسیدآهن و نانوذرات آلومینا نیز در ممبرانهای تبادلگریونی استفاده نمود تا خصوصیاتی همچون پایداری مکانیکی و شیمیایی ممبران یا قابلیت تبادل یون آن بهبود یابد یا با خواصی همچون فوتوکاتالیستی یا آنتی باکتریالی توام شود.

نانومواد ی همچون زئولیت، گرافن، نانولولههای کربنی، نانوصفحات رسی و نانوذرات سیلیکا دارای سطح بسیار زیادی هستند و این یکی از دالیل استفاده از آنها به عنوان تبادلگر یون است. این مواد با دارا بودن سطح ویژه بسیار زیاد توانایی قراردادن مقادیر بالای از یون در سطح خود را دارا میباشند. همچنین نیاز است تا این نانومواد قابلیت قرارگیری یونها بر روی سطحشان و تبادل آن با سایر یونها و همینطور احیا مجدد را دارا باشند. برای مثال میتوان به زئولیتها اشاره کرد که با توجه به بار سطحی و اندازه حفراتی که دارند کاتیونهای خاصی را درون ساختارشان قرار میدهند. حال اگر کاتیون نامطلوب در آب نیز از لحاظ اندازه و بار قابلیت تبادل با زئولیت را داشته باشد، تبادلگری یون انجام میشود و آب از یون نامطلوب تهی میشود. نانوصفحات رسی نیز باتوجه به ساختارشان همواره دارای کاتیونهایی در بین ساختار صفحات خود هستند که قابلیت تبادل یونی بالایی با محیط محلولی خواهند داشت. همچنین میتوان با عاملدار سازی نانولوله کربنی یا گرافن با گروههای عاملی خاص آنها را به گونهای مهندسی کرد که تبادلگری یون انجام بدهند. البته از این مواد در موارد بسیاری به عنوان یک افزودنی در رزین تبادلگریون میتوان استفاده نمود تا عملکرد بهبود پیدا کند.

حذف سختی آب مهمترین کاربرد این روش است. به این فرآیند اصطلاحا نرم کردن آب میگویند - .حذف کاتیونها و آنیونهای نامطلوب از آب -بازیابی مجدد آب در صنایع فلزی: حضور یونهای فلزی در آب علاوه بر مشکلاتی که برای سالامتی انسان خواهند داشت باعث خوردگی در لولههای فلزی میشود - .حذف نیترات و سولفات از آب -بازیابی و جداسازی مواد دارویی و...

❖ انرژی

پیل سوختی و سولهای خورشیدی

مقدمه امروزه بشر با دو بحران بزرگ روبرو است که بیش از آنچه ظاهرا مشخص است با یکدیگر ارتباط دارند. از یک طرف جوامع صنعتی و همچنین شهرهای بزرگ با مشکل آلودگی محیط زیست مواجه هستند و از طرف دیگر مشاهده میشود که مواد اولیه و سوخت مورد نیاز برای کاربردهای صنعتی و غیره با شتاب روز افزون در حال اتمام است. اثرات مصرف بالای انرژی در زمین، آب و هوا آشکارا مشخص است و تنها راهحل، پایین آوردن میزان مصرف انرژی است، در حالیکه این امر نمیتواند به طور موثر ادامه داشته باشد.به دلیل حساسیتهایی که در زمینه مسائل زیست محیطی و کاهش وابستگی به انرژی سوختهای فسیلی وجود دارد، توجه جهانی به سمت استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی جلب شده است. خورشید به عنوان یک منبع بیپایان انرژی میتواند حلال مشکالات موجود در مورد انرژی و محیط زیست باشد. انرژی که زمین از خورشید دریافت میکند ۱۰۰۰۰بار بیشتر از انرژی مورد نیاز انسانها است و همچنین مصرف انرژی در سال۱۴۲۹ ،۳۰۰ درصد بیش ازمصرف امروزی آن خواهد بود و این در حالی است که اگر از ۰/۱درصد این انرژی خدادادی در سطح زمین الکتریسیته تولید شود، برای نسل بشر کافی خواهد بود. با گسترش استفاده از انرژیهای نو مخصوصا انرژی خورشیدی میتوان انرژی قابل ملاحظهای حاصل کرد و آلودگیهای زیست محیطی را نیز کاهش داد.

همان طور که اشاره شد یکی از مشکلات و دغدغههای اساسی دنیای امروز، پایان یافتن منابع سوخت فسیلی به عنوان مهمترین منبع فعلی انرژی دنیا است. پیشبینیها به طور متوسط چنین میگویند که طی ۵۰ سال آینده منابع نفت و طی ۱۱۰ سال آینده منابع گاز به پایان خواهند رسید. از این رو، دسترسی به یک منبع پایان ناپذیر انرژی امری بسیار ضروری به نظر میرسد. انرژی خورشیدی، علاوه بر پایان ناپذیر بودن، منبعی است که انرژی بسیار عظیمی را در اختیار بشر میگذارد و همچنین در اکثر نقاط دنیا قابل دسترسی است و انرژی پاکی به شمار میرود .همهتوجه دولتها و مردم قرار گرفته است

نور خورشید و کاربردهای آن لغت Solar یک کلمهی لاتین برای خورشیدیا" Sun" است که یک منبع قدرتمند انرژی به حساب میآید. در واقع، مقداری از نور خورشید که فقط در یک ساعت به زمین میتابد، میتواند انرژی مورد نیاز زمین را برای یک سال تامین کند! امروزه نیروگاههای ی شما تا کنون عبارت صفحههای خورشیدی" Panel Solar" یا سلول خورشیدی" Cell Solar" را شنیدهاید. این دو، وسایلی برای استفاده از انرژی خورشیدی هستند. برخی وسایلی که شما از آنها استفاده میکنید، مانند ماشین حسابها، چراغهای راهنمایی یا چراغهای روشن در اتوبانها مثالهایی هستند که انرژی خود را از سلول خورشیدی تامین میکنند. حتی امروزه، ایدههایی مبنی بر استفاده از این فناوری در سطح عمومی، مانند تولید خانگی برق مطرح شده است

در صفحههای خورشیدی ، نور خورشید صرف تولید حرارت میشود. اما بحث اصلی در سلولهای خورشیدی، تولید انرژی الکتریکی از نور خورشید و در واقع پدیدهی فتوولتائیک است. هرچند در ادامه اشارهای مختصر به سیستمهای خورشیدی حرارتی هم خواهیم داشت .سلول خورشیدی یا سلول فتوولتائیک در واقع وسیلهای الکترونیکی است که انرژی خورشید یعنی انرژی تابشی رسیده از خورشید را تحت فرآیندی به نام فتوولتائیک، به الکتریسیته تبدیل می کند. در واقع، پدیده فتوولتائیک، پدیدهای است که طی آن انرژی خورشیدی به صورت "مستقیم" به انرژی الکتریسیته تبدیل میشود و معنای لغوی آن الکتریسیته یا همان جریان الکتریکی ناشی از نور خورشید است. همان طور که میدانید، جریان الکتریکی به دلیل حرکت الکترونها درون سیم ایجاد میشود .سلولهای خورشیدی برای کاربردهای مختلفی استفاده میشوند. سلولهای خورشیدی کوچک در قطعات الکترونیکی با

ابعاد کوچک مانند ماشین حسابها، حسگرها و ساعتهای خانگی مورد استفاده قرار میگیرند .ماژولهای خورشیدی نیز در تجهیزات عظیمتری مثل ایستگاههای فضایی موجود در مدار زمین و یا ماشینهای خورشیدی استفاده میشوند. تجهیز نیروگاههای خورشیدی و تولید برق برای مناطقی که امکان برق رسانی به آنها وجود ندارد و همچنین تامین نیازهای الکتریکی منازل، طیف گسترده مصارف این قطعات را نشان میدهد

دو مشکل اصلی در استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد. مشکل اول این است که این انرژی از راههای مختلف و متغیر به زمین میرسد. در این بین امکان تغییر مقادیر آن در مکانها و زمانهای مختلف وجود دارد. برای مثال در یک نقطه از زمین، در هنگام شب، تابش خورشید متوقف میگردد. در زمستان نیز میزان تابش کمتر از تابستان است. همچنین میزان انرژی خورشیدی دریافتی توسط ساکنین زمین، بسته به عرض و طول جغرافیایی و همچنین ارتفاع از سطح زمین در هر منطقه متفاوت است. مشکل دوم این است که برای جمعآوری انرژی خورشیدی، نیاز به سطح زیادی داریم. در واقع، بر خلاف سایر ادوات الکترونیکی مانند مدارهای مجتمع)IC) که هر روزه اندازهی آنها کوچکتر میشود، سلولهای خورشیدی ادواتی وابسته به سطح هستند و هر چه سطح بزرگتری داشته باشند، انرژی بیشتری نیز تولید میکنند.

الکتریسیته میتواند به صورت مستقیم به وسیله ادوات فتوولتائیک از انرژی خورشیدی به دست آید. دلیل اینکه بر روی مستقیم بودن این تبدیل تاکید میکنیم، از این جهت است که انرژی الکتریکی را میتوان با روشهای غیرمستقیم نیز از خورشید به دست آورد. برای مثال، موتورهای بخاری وجود دارد که انرژی لازم برای گرم کردن یک مایع را توسط جمع کنندههای نور در نهایت در ژنراتور بخار، انرژی الکتریکی تولید میشود

در مقایسه خورشید دریافت میکنند و آن را در یک محل مشخص متمرکز مینمایند. به این ترتیب مایع به بخار تبدیل شده و با سایر روشهای تولید انرژی الکتریکی، سیستمهای فتوولتائیک الکتریسیته تمیز و در دسترس را بدون مصرف هر گونه سوخت فسیلی و بدون هر گونه حرکت مکانیکی تولید میکنند.

در پایان باید از این نظر نیز به سلولهای خورشیدی نگاه کرد که اثرات مخرب محیط زیستی سلولهای خورشیدی در مقایسه با سایر منابع انرژی مانند سوخت فسیلی و انرژی هستهای که حقیقتا امروزه آلودگیهای زیستی این دو محیط جزو بزرگترین دغدغه های طرفداران محیط زیست است بسیار ناچیز است. در این سیستمها، نه نیاز به آب برای خنک کردن سیستم است و نه محصولات جانبی در حین فرآیند تولید میشود .امروزه، تنها مشکلی که از توسعه گسترده این انرژی جلوگیری کرده است، هزینه تمام شده نسبتا بالای آن است که امکان رقابت آن با سایر انرژیها مانند هستهای و فسیلی را هنوز ممکن نکرده است. تلاشهای دانشمندان در راستای افزایش بازده و کاهش قیمت این سلولها در کنار ابداع روشهای آسان برای ساخت و تهیه این سلولها در ابعاد بزرگ است. پیشبینیها بیان میکنند که طی ۲۰ سال آینده، انرژی خورشیدی از نظر اقتصادی قابل رقابت با انرژی فسیلی خواهد شد. در واقع، علاوه بر کاهش هزینههای سلول خورشیدی، انرژی فسیلی نیزروندی صعودی در قیمتها داشته است. همین امر سبب شده است که دولتها، برنامهریزیهای استراتژیکی را برای دسترسی به این منبع انرژی انجام دهند و گروههای زیادی را برای دسترسی به این هدف مامور کردهاند .در کشور ما نیز از حدود سال ۱۳۷۰ تلاشها و برنامهریزیها در جهت شناخت پتانسیل انرژیهای نو و بهویژه انرژی خورشید و کاربرد هر چه بیشتر آنها آغاز شده است. ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند تابشی خورشید از پتانسیل بالایی در زمینه بهرهبرداری از این موهبت خدادادی برخوردار است. به طوری که در ۹۰ درصد خاک کشورمان بیش از ۳۰۰ روز آفتاب خیلی موثر وجود دارد که شرایط ایده الی را برای استفاده از این منبع خدادادی حاصل میکند.

پیل سوختی

پیل سوختی وسیلهای است که انرژی شیمیایی سوخت را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل میکند .برخلاف باتریها که به علت محدود بودن مقدار مادهی واکنش دهنده در مخزن باتری، پس از مدتی نمیتوانند انرژی لازم را تأمین کنند، در پیل سوختی مواد واکنش دهنده به صورت پیوسته وارد پیل شده و فرآوردهها به صورت پیوسته خارج میشوند، بنابراین پیل سوختی میتواند به صورت پیوسته کار کند .همچنین به دلیل اینکه تبدیل انرژی به طور مستقیم روی میدهد از بازدهی بالایی برخوردار است. در پیل سوختی گاز هیدروژن به عنوان سوخت مصرف شده و از واکنش آن با اکسیژن، عالاوه بر انرژی الکتریکی، آب و حرارت نیز تولید میگردد. به عبارت دیگر در این تبدیل، عکس واکنش الکترولیز آب رخ میدهد

مزایای پیلهای سوختی عبارتند از

- :داشتن بازدهی بالا نسبت به وسایلی که از سوختهای شیمیایی معمول نظیر نفت و بنزین استفاده میکنند.

•به دلیل وابسته نبودن به سوختهای فسیلی متداول نظیر بنزین و نفت، وابستگی و ناپایداری اقتصای را کاهش میدهند• .نصب پیلهای سوختی نیروگاهی کوچک موجب کاهش شبکه توزیع و کاهش اتالف انرژی میشود .

•سازگاری با محیط زیست؛ چون تنها محصول جانبی ایجاد شده در پیلهای سوختی آب است

عدم آلودگی صوتی؛ از آنجاییکه در پیلهای سوختی اجزای متحرک وجود ندارد، این وسیله بسیار بیصدا و آرام است• .هزینه نصب کم و راهاندازی آسان

•قابل تنظیم بودن زمان عملکرد با توجه به میزان سوخت

•امکان استفاده از سوختهای گوناگون

•به علت عدم وجود اجزای متحرک نگهداری از آنها بسیار ساده است.

•برخی از این مولدها قابلیت تولید همزمان برق و حرارت را دارند .معایب پیلهای سوختی عبارتند از :

•ناشناخته بودن فناوری پیلهای سوختی در جهان

•گران بودن؛ از آنجایی که هنوز خطوط تولید پیلهای سوختی وجود ندارد، تولید انبوه آنها بسیار گران است. علاوه بر این، در ساخت این وسایل از برخی مواد گران قیمت)مانند کاتالیستها(نیز استفاده میشود .

•ممکن است در مدت طوالنی کار، گرما موجب مشکلاتی چون ناسازگاری عناصر و افت انرژی شود .

•در صورت استفاده از سوخت ناخالص، کار و گرمای بیش از حد موجب رسوب کربن و در نهایتمسمومیت پیل میگردد.

فناوری نانو راهحلهایی را ارائه میدهد که میتواند مشکلات پیلهای سوختی را تا حد زیادی بهبود دهد و راه را برای گسترش صنعت پیلهای سوختی هموارتر سازد.

نساجی

به طیف وسیعی از روشهای ساخت و کاربردهای نانومواد در صنعت نساجی، نانونساجی گفته میشود. تفاوت کلیدی این روشها در آنجاست که گاهی نانوذرات سنتزی را به الیاف یا منسوجات اضافه میکنند، گاه این نانوذرات به صورت پوششی روی سطح به کار میروند و در بعضی موارد نیز این نانوذرات را به الیاف نانومقیاس پارچه اضافه میکنند .براین اساس می توان تقسیمبندی زیر را برای نانوالیاف در نظر گرفت:

ساخت منسوجات با ویژگی های بهبود یافته 1-1منسوجات ضدمیکروب از آنجایی که منسوجات علاوه بر مهیا کردن محیط مناسب رشد و تکثیر میکروبها میتوانند سبب انتقال و شیوع انواع بیماریها شوند، از این رو تحقیقات زیادی برای تولید الیاف و منسوجات ضدمیکروبی انجام شده است. منسوجات ضدمیکروب را می توان به سه گروه اصلی تقسیم بندی نمود:

•منسوجات با خاصیت فعال شوندگی در برابر نور

منسوجات تکمیل شده با دی اکسید تیتانیوم که در اثر جذب نور، الکترون های والانس به تراز انرژی بالاتر منتقل شده و سبب اکسیداسیون غشاء سلولی میکروارگانیزمها میشود

• .منسوجات با موادضدمیکروب غیرقابل انتشار:

موادضدمیکروب در ماتریس منسوج یا پوشش روی منسوج تعبیه می شوند. خاصیت ضد میکروبی ناشی از برهم کنش میان بارمثبت ماده ضدمیکروب و بار منفی غشاء سلولی میکروارگانیزم است که سبب انهدام و جلوگیری از رشد و تکثیر میکروب میشود

منسوجات با قابلیت رهایش موادضدمیکروب تعبیه شده در آنها:

در این حالت ماده ضدمیکروب نظیر تریکلوسان، نقره و مس منتشر شده و سبب جلوگیری از رشد میکروب میشوند.

منسوجات ضدبو:

میکروبها برای رشد و تکثیر به مواد غذایی، رطوبت و دمای مناسب نیاز دارند. تعرق و سلولهای مرده پوست بدن، رطوبت و دمای بدن بستر مناسبی را برای حیات میکروبها در منسوجات فراهم میکند. در این شرایط میکروارگانیزمها مواد فراری با بوی نامطبوع از جمله اسیدهای چرب، آمونیاک، آلدهیدها، سولفیدها و ترکیبات آروماتیک تولید میکنند. به منظور کاهش بوی نامطبوع ناشی از حضور میکروبها بر منسوجات روشهایی از جمله انسداد منافذ پوست، استفاده از میکرو و نانوکپسولها، تبدیل ترکیبات بدبو به ترکیبات بیبو و کاهش فراریت مواد دارای بوی نامطبوع به کار میروند. استفاده از ترکیبات ضدمیکروب در مرحله تولید یا تکمیل منسوجات از کارآمدترین روشها برای از بین بردن بوی نامطبوع به شمار میرود

منسوجات عطرآگین

با وجود آن که مبحث منسوجات عطرآگین چندان جدید نیست اما رویکرد نوین محققان در استفاده از رایحه درمانی موجب پدیدار شدن مبحث جدیدی در این صنعت تحت عنوان تکمیل با آروما (عصارههای عطرآگین)شده است. در گذشتـه عصارههای عطـرآگین معمولا از طریق اسـپری

کردن مستقیم بر سطح منسوجات استفادهمیشدند، امروزه ریزکپسولهای حاوی عطر روی سطح منسوجات پوشش داده می شوند و در زمان استفاده از لباس و در اثر فشار یا سایش، ریزکپسولها تخریب شده و رایحه آزاد میشود .اگر در مورد دارورسانی هوشمند با نانوفناوری مطالعه کرده باشید حتما اسم نانوحاملها به گوشتان خورده است. از نانوحاملها برای قراردادن دارو و رساندن آن به بافت مورد نظر استفاده میکنند. به طریقهی مشابهی می توان مولکولهای عطر را درون این نانوحاملها بارگذاری کرده و از آنها برای تولید منسوجات معطر استفاده کرد. نانوحاملها دارای ساختارهای متفاوتی بوده و قادر به محافظت از ترکیبات معطر در برابر اکسایش یا تبخیر هستند، از آن جمله می توان به نانوحاملهای لیپیدی، نانوامولسیونها، نانوذرات پلیمری زیستسازگار و ... اشاره کرد

- زمینه های کاربرد منسوجات معطر

•منسوجات آرایشی: از میکرو/ نانو کپسولهای حاوی مواد مرطوب کننده پوست، مواد معطر، ویتامینها و پرووویتـامین ها و...در منسوجـاتی که در معرض مستقیم با پوست بدن قرار دارند، اسـتفاده میشود.

•منسوجات درمانی از طریق رایحه: به منظور ایجاد حس خواب و کاهش خستگی، تکمیل منسوجاتی نظیر ملحفه، پرده، فرش و روتختی با استفاده از رایحههایی نظیر اسطوخودوس، مرکبات و دارچین بسیار مناسب میباشد. تحقیقات نشان داده است بیمارانی که از بالا بودن فشار خون رنج می برند، با استفاده از بالشهای تکمیل شده با مواد معطری نظیر اسطوخودوس، ریحان و لیمو آرامش بیشتری احساس میکنند. همچنین بازده عملکرد کارمندان با استفاده از لباسهای حاوی عصاره یاسمن یا رز افزایش مییابد. همچنین با تکمیل ضد میکروب لباسهای زیر با استفاده از مواد طبیعی میتوان از عوارض استفاده از مواد شیمیایی جلوگیری نمود.

•منسوجات خانگی: با استفاده از برخی مواد معطر با خواص ضدمیکروب می توان فرش، پارچه رومبلی،

کوسن، پرده و ملحفه ضد بو با خاصیت انتشار رایحه تولید نمود .

•لباسهای ورزشی: از مواد عطرآگین میتوان برای ضدمیکروب کردن پوشاک ورزشی استفاده نمود .در میان مواد معطر مختلف، استفاده از رایحه پرتقال و لیمو به دلیل حفظ طراوت و انرژی در ورزشکاران پیشنهاد میشود.

- منسوجات خودتمیزشونده و ابرآبگریز این خاصیت با ااصلاح شیمیایی و هندسی سطح منسوجات حاصل میشود. ایجاد ناهمواریهای نانو و میکرومتری با استفاده از یک پوشش آبگریز، سبب میشود آلودگیهای سطح منسوج به راحتی در حضور آب از روی منسوج آبگریز لیز خورده و جدا شود و به این ترتیب سطح منسوج تمیز باقی بماند.

سطح منسوجات با مواد جامد دیگر نظیر ورقههای فلزی یا سطوح شیشهای از نظر انعطافپذیری و وجود ناهمواریهای ساختاری میکرومتری ناشی از الیاف و ساختار پارچه، متفاوت است. موارد یاد شده قابلیت اَبَرآبگریز کردن منسوجات را از طریق ایجاد ناهمواریهای نانومتری ثانویه امکانپذیر میکنند . روش دیگری که برای ایجاد خاصیت خودتمیزشوندگی وجود دارد، تولید منسوجات فوتوکاتالیست است

.فتوکاتالیست مادهای است که با جذب نور باعث ایجاد یک واکنش شیمیایی در محیط میشود. وقتی اشعه UVموجود در نور خورشید یا نور اطاق به یک سطح پوشیده شده از فتوکاتالیست برخورد میکند مواد آلی اطراف در اثر اکسید شدن، تجزیه می گردند. به این ترتیب، گردوغبار و آلودگیهای

آلی، مواد دارای بو و باکتریها پاک میشوند و خاصیت خود تمیزشوندگی بسیار خوبی را بوجود میآورند. نانوذرات اکسید تیتانیوم جزو معروفترین موادی هستند که برای ایجاد خاصیت فوتوکاتالیستی روی منسوجات استفاده می شوند

روشهای مختلفی نظیر پد کردن، اسپری کردن، الکتروریسی، پالسما ولیزر برای ایجاد این خاصیت روی منسوجات استفاده میشوند که دو روش آخر خواص ماندگارتری را ایجاد میکنند. در این روشها از نانوذرات، نانومیلهها یا حفرهها، نانولولههای کربنی، ذرات سیلیکا، نانومیلههای اکسید روی و نانوذرات نقره استفاده میشود .قابلیت دفع آب که مستقیما با میزان آبگریزی سطح مربوط است، در مواردی نظیر پوشاک ورزشی، مبلمان، منسوجات درون خودرو و لباسهای بارانی بسیار کلیدی است. ازینرو ایجاد خاصیت ابرآبگریزی با استفاده از نانوفناوری در این زمینه نیز میتواند راهگشا باشد

منسوجات کندسوز

الیاف مختلف قابلیت اشتعال متفاوتی دارند، از الیاف بسیار آتشگیر مانند سلولز تا برخی از الیاف مصنوعی که ذاتاً ضدآتش هستند. پارچههای تهیه شده از الیاف طبیعی نظیر پنبه و کتان بدون انجام فرایند تکمیل به آسانی و با سرعت بسیار زیادی آتش میگیرند. منسوجات ضد آتش در صنایع مختلف مورد استفاده قرار میگیرند. تکمیل ضد آتش یا کندسوز، فرآیندی است که مقاومت پارچه را نسبت به اشتعال افزایش میدهد .استفاده از نانوذرات، زمانی که به خوبی در ساختار پلیمر پراکنده شده باشند، میتواند سبب بهبود خواصحرارتی، مکانیکی و مقاومت در برابر آتش شود. مقدار مصرفی از نانومواد در کاربردهای تکمیلی به مراتب کمتر از موادی با ابعاد میکرو است و این ویژگی ناشی از بیشتر بودن سطح مخصوص مواد نانوساختار و سطح تماس بیشتر آنها با پلیمر است.

به طورکلی مواد نانوساختار به کار رفته در این فرآیند در سه دسته کلی قرار میگیرند

- :مواد الیه ای؛ نظیر نانورس که به عنوان نانومواد دو بعدی شناخته میشوند
- .ساختارهای نانولیفی؛ نظیر نانولولههایکربنی که به عنوان نانومواد یک بعدی شناخته میشوند
- .ساختارهای نانوذرهای؛ نظیر نانوذرات کروی سیلیکا که به عنوان مواد صفر بعدی شناخته میشوند.

منسوجات ضد چروک

توانایی الیاف سلولزی نظیر پنبه در پیوند با مولکولهای آب از اهمیت ویژهای برخوردار است، مولکولهای آب میان زنجیرهای سلولزی قرار گرفته و سبب تورم این الیاف میشوند. مولکولهای آب فقط قادر به نفوذ به مناطق آمورف بوده و امکان دسترسی به مناطق بلوری ساختار سلولز را ندارند. به همین دلیل تورم به صورت ناحیهای ایجاد شده و سبب اعمال تنش به ساختار الیاف سلولزی و در نهایت ایجاد چروک میشود. به این ترتیب زنجیرهای مولکولی سازنده الیاف جابه جا شده و این امر سبب شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی مابین زنجیرها و ایجاد پیوندهای هیدروژنی در محلهای جدید می شود. به همین دلیل استفاده از وسایلی نظیر اتو سبب جابهجایی مجدد زنجیرها و تثبیت جایگاه آنها در محل دلخواه میشود. به خصوص زمانی که عمل پرس در حضور بخارآب انجام شود، حرکت زنجیرها روانتر شده و جابهجایی راحتتر صورت می پذیردموادی که قابلیت ایجاد پیوند عرضی دارند، وارد بخش نیمه کریستالی و آمورف سلولز شده و با ایجاد اتصال عرضی مانع از حرکت زنجیرها میشوند. این یکی از مهمترین روشهای ضدچروک کردن منسوجات است .از ترکیبات نانوساختار در ضد چروک کردن منسوجات و عمدتاً به منظور تقویت خاصیت کاتالیزوری در ایجاد اتصال عرضی

بین سلولز و عامل ایجاد پیوند عرضی استفاده میشود. یکی از نانو موادی که بدین منظور استفاده می شود، نانوذرات دی اکسید تیتانیوم است. استفاده از نانوذرات تیتانیوم دی اکسید همراه با مواد دیگر که عمدتاً در دسته عوامل اتصال عرضی هستند، سبب بهبود چروک پذیری پنبه میشود. استفاده از ترکیب $nanoTiO_2$-DMDHEU سبب ایجاد خاصیت ضد پرتو فرابنفش و بهبود استحکام پارگی پارچه نیز میشود .نانوذرات نقره، نانوذرات سیلیکا، نانوذرات روی، نانوذرات کیتوسان و نانولوله های کربنی از دیگر موادی هستند که باعث بهبود خاصیت ضد چروک منسوجات میشوند.

منسوجات رسانا

استفاده از نانومواد برای به دست آوردن منسوجات هادی برای رسیدن به کالای هوشمند رسانا که توانایی کاربرد در صنایع الکترونیک، نمایشگرها، دستگاههای نمایشدهنده سلامتی، حسگرهای دمایی و رطوبتی، ذخیرهسازهای انرژی انعطافپذیر و دستگاههای تولید انرژی را دارند، در حال توسعه است .به منظور رسیدن به منسوجات هادی برای کاربردهای الکترونیکی، استفاده از موادی مانند نانوذرات فلزی و اکسید فلزی، نانوسیمها، پلیمرهای هادی، نانومواد کربنیمانند نانوذرات کربنی، الیاف کربنی، نانولولههای کربنی وگرافن مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. تجهیزات پوشیدنی ساخته شده از نانومواد هادی، راحتی مناسب، قابلیت تحمل میدان شدیدتر و نیاز به ولتاژ اعمالی پایینتری را برای منسوج رسانا نشان می دهد

از اینرو، این مواد کاربردهای ویژهای در کالای پوشیدنی با قابلیت حس کردن، نمایش دادن و ذخیرهسازی انرژی دارند .منسوجات هادی از طریق نشستن الیه نازک فلزی بر سطح منسوج با ″رسوب آبکاری″، ″رسوب الیه اتمی″، "رسوب الکتروشیمیایی″، ″رسوب الکترولسو برخی روشهای دیگر به دست میآید .در میان این روشها، روش الکترولس به دلیل عدم نیاز به تجهیزات خاص و قابلیت تولید زیاد، بیشتر مورد توجه دانشمندان قرار گرفته است. متداولترین روش ساخت منسوجات هادی، استفاده از پرکنندههای هادی و پوشش این مواد بر روی منسوجات است. معمولا پوششدهی از طریق روش ″غوطهوری و خشک کردن″، "پوشش فیلم″، ″کندوپاش″، ″رسوب الکتروشیمیایی″، ″آبکاری″، "CVD"،"خودسامانی″، ″کاهش شیمیایی″، ″رسوب لیزر پالسی″ و ... انجام میشود .منسوجات رسانا با امکان پوشیدن تجهیزات الکترونیکی و انعطافپذیری بالا، بستر مناسبی برای پیشرفت و توسعه محصولات هوشمند در زمینههای پزشکی، حسگرها و کنترلکنندههای عالیم زیستی و سلامتی، وسایل گرمایشی همراه و نمایشگرها فراهم کرده است . از دیگر کاربردهای منسوجات رسانا تولید پوشاک با قابلیت محافظت در مقابل امواج الکترومغناطیس است. به طور مثال بهکارگیری نانوذرات و هیدروکسیل آپاتیتTiO_2 , ZnO و (Fe_2O_3) با دیگر مواد آلی/غیرآلی بر سطح منسوجات، علاوه بهبود خواص ثبات سایشی، دفع آب و ضدمیکروبی، توانایی محافظت در برابر پرتوفرابنفش، الکترومغناطیس و مادون قرمز را نیز افزایش میدهد.

منسوجات با کاربرد پزشکی یکی از چالشهایی که علم پزشکی از دیر باز تاکنون با آن مواجه بوده است ارائهی درمان برای بافتهای آسیب دیدهی بدن میباشد. در چند دههی اخیر، مواد نساجی در ارائه خدمات در حوزه پزشکی نقش مهمی داشتهاند؛ به طوری که عنوان منسوجات پزشکی دایره مصرف عظیمی را در برگرفته است؛ که در این میان ساختارهای نانولیفی به دلیل خصوصیات منحصر به فرد و کاربردهای فراوانی که دارند؛ در علم پزشکی بسیار مورد توجه قرار گرفتهاند. روشهای مختلفی برای تولید چنین ساختارهای لیفی استفاده میشود. ازمیان اینروشها الکتروریسی، سادهترین روشی میباشد که میتواند الیافی بسیار ظریف و پیوسته از مواد مختلف مانند پلیمرها در حالت محلول و در حالت مذاب تهیه کند. قطر چنین الیافی در محدوده میکرومتر تا چندین نانومتر است .مهمترین کاربردهای نانوالیاف زیست سازگار در پزشکی

•مهندسی بافت مهندسی بافت

امکان تولید یک بافت جدید با کمک سلولهای بنیادی و یا سلولهای تمایز یافته همان بافت را برای ما فراهم میآورد. ایجاد بافت جدید در خارج از بدن، نیازمند یک بستر جهت قرار گرفتن سلولها بر آن و تقلید از ماتریس خارج سلولی(Matrix Cellular Extra) در داخل بدن میباشد، که در اصطلاح به آن دارب scaffold گفته میشود. در مهندسی بافت، سلولها بر روی داربست قرار داده شده و مجموعه سلولها و داربست در محلولهای پیچیدهای از ترکیبات شناخته شده)نمکها، آمینو اسیدها، ویتامینها که به طور غالب اجزای سرم به آنها اضافه میشود و محیط کشت نام دارد، رشد داده میشوند.

رهایش دارو و انتقال ژن کنترل رهایش دارو، انتقال ژن و مهندسی بافت، حوزههای بسیار نزدیکی به یکدیگر هستند مواد فعال بیولوژیکی)مانند داروهای ضد سرطان، داروهای ضد التهاب، آنتی بیوتیکها و پروتئینها(و ژنها)مانندزوکسی ریبو نوکلئیک اسید(DNA) میتوانند در نانو الیاف به عنوان یک حامل بارگذاری شده و به بافت مورد نظر انتقال داده شوند. رهایش دارو در نانو الیاف الکتروریسی شده در مقایسه با فیلم ها، به دلیل نسبت سطح به حجم بالاتر، با کنترل بهتری صورت میگیرد.

پوشش زخم

ترمیم زخم یکی از فرایندهای طبیعی است که در هنگام آسیب پوست به منظور بازسازی بافت درم و اپیدرم در بدن صورت میپذیرد. در پوست سالم، اپیدرم و درم در یک حالت تعادلی ثابتی قرار دارند و یک سد محافظتی در مقابل محیط خارجی ایجاد میکنند. هنگامی که این سد حفاظتی از بین رود، مجموعهای از فعالیتهای بیوشیمیایی پیچیده، به سرعت برای بازسازی بافت آسیب دیده صورت میپذیرد. اما این ترمیم به دلیل وجود بافت اسکار)scar)نمیتواند به طور کامل صورت پذیرد. بنابراین استفاده از پوششهای زخم به منظور حفاظت از زخم، استخراج مایع اضافی از اطراف زخم، ضدعفونی کردن میکروارگانیسمهای خارجی و بهبود ظاهر در تسریع فرایند ترمیم احتیاج است. به منظور چنین عملکردی، پوششهای زخم باید یک سد فیزیکی بر روی زخم ایجاد کنند با وجود اینکه در مقابل عبور رطوبت و اکسیژن نفوذپذیر هستند.

نانوالیاف همچنین کاربردهایی در زمینه پروتزهای پزشکی و بهبود خواص نانوزیست حسگرها دارند

-کاربرد فناوری نانو در رنگرزی منسوجات رنگرزی یکی از مراحل مهم در تولید منسوجات است و به علت این که روی انتخاب خریدار در دید اول اثر زیادی دارد، تلاشهای زیادی برای بهبود رنگرزیهای منسوجات مختلف انجام شده است. برخی از تلاشهای صورت گرفته بر این سعی داشتهاند که جذب رنگزا و ثباتهای رنگی منسوجات رنگرزی شده را افزایش دهند .فناوری نانو نیز به علت ویژگیهای منحصر به فرد، کاربرد زیادی در رنگرزی پیدا کرده است. استفاده از نانومواد نظیر دندریمرها، سیکلودکسترینها، نانوکلی، کیتوسان، نانوذرات فلزی و فناوری پلاسما تنها گوشهای از کاربردهای فناوری نانو در این شاخه از علم است. چند مورد از موارد یاد شده در زیر توضیح داده شدهاند

- :نانوکِلی: کِلی به طور معمول دارای ساختار سیلیکات آلومینیوم آبدار است و ساختار الیهای دارد، این ذرات دارای ابعاد کوچکی هستند. از این نانومواد به منظور ااصلاح الیاف مصنوعی غیرقابل رنگرزیهمانند پلی پروپیلن استفاده میشود. از این نانوذرات به دو صورت استفاده میشوند، یا در سطح الیاف به عنوان یک نانوپوشش استفاده میشود که به علت تمایل رنگزا به نانوذرات، جذب رنگزا از طریق پیوندهای هیدروژنی بیشتر شده و رنگزای بیشتری روی پارچه جذب میشود؛ یا به هنگام تولید الیاف این مواد وارد شبکه الیاف شده که به طبع باعث افزایش جذب رنگ پارچه نهایی میشود .

•نانوذرات فلزی: فلزاتی همچون نقره، طلا، تیتانیوم، روی، مس و .. میتوانند در ابعاد نانو بر روی سطح منسوجاتی مانند پشم، پنبه، پلی استر و .. به کار برده شوند و ویژگیهای خاصی را ایجاد کنند. فلزات میتوانند به صورت تنها یا به صورت اکسید به کار برده شوند. در تحقیقات فروانی از طریق پوششدهی منسوج با ترکیبات فلزی، افزایش عمق رنگرزی و تغییرات در ثبات رنگزا ملاحظهشده است. در رنگرزی پشم، فلزات بر روی سطح کالا همچون دندانه عمل کرده و سبب افزایش جذب رنگزاهای آنیونیک میشوند.پ

•پلاسما :پلاسما حالت یونیزه شده از گاز است که شامل الکترونها، یونها، اتمها و مولکولهای خنثی است. به عبارت دیگر، در کنار حالتهای جامد- مایع- گاز، پلاسما به حالت چهارم ماده نیز معروف است که انرژی اکتیواسیون برای این حالت بسیار بالاتر از حالتهای مایع و گاز است. اعمال پلاسما باعث ایجاد تغییراتی مثل بهبود برخی خواص فیزیکی ماده، تغییر در میزان آبدوستی، افزایش واکنشپذیری سطح و تسهیل در چسبندگی میشود. اغلب کاربردهای مربوط به نساجی پلاسما، سبب افزایش قطبیت سطح، بالا بردن قابلیت خیسشوندگی و بهبود کشش سطحی الیاف مصنوعی غیرآبدوست مانند پلی پروپیلن میشود. با توجه به گفتههای قبل میتوان نتیجه گرفت که استفاده از این روش باعث افزایش جذب رنگ منسوجات در اثر افزایش قطبیت و چسبندگی سطح میشود .این تغییرات میتوانند در ابعاد نانو یا میکرو انجام شوند

صنایع کشاورزی مواد غذایی

صنایع غذایی و کشاورزی دو حوزه ای هستند که در آینده با تاثیر علوم و فناوری نانو بر آن میتوان شاهد بسیاری از پیشرفتها در جهت بهینگی کشاورزی و مدیریت منابع غذایی بود.

حوزه کشاورزری را میتوان یکی از مهم ترین حوزه های همه ی اعصار دانست که در تامین منابع غذایی و منبع تامین انرژیجوامع بشری میباشد و در بخش هایی مانند کشاورزی گیاهان، شیلات و محصولات دریایی، باغداری، دامداری ها و صنایع گلخانه ای تقسیم بندی نمود. هر کدام ز این بخش ها در گرایش هایی میتوانند تحت اثر نانو فناوری بهینه شده و با بازده بالاتر و هدر رفت کمتری عمل کنند

سموم نانو–سمومکشاورزیدرمقیاسبالابامشکلات فراوانی همراه هستند که از این مشکلات میتوان به تخریب محیط زیست و اثر گذاری بر گونه های غیر هدف، تخریب محیط و کاهش ارزش کشاورزی خاک، خطر مسمومیت گیاهان مورد کشت و ... میباشند که برای مثال اثر گذاری بر گونه های غیر هدف میتواند با خروج اثر گذاری سموم بر گونه هدف از کنترل همراه باشد و یا این سموم با تاثیر بر گیاهان اصلی مورد کشت باعث ایجاد اثرات مضر در گیاهان شوند. مقاومت ایجاد شده در گونه های مضر مانند حشرات و یا علوفه هرز میتواند باعث نیاز کشاورزان به استفاده دوز و مقدار بیشتر سموم در فرایند سم پاشی باشد که همین مسئله مجددا باعث تخریب بیش از پیش محیط زیست خواهد بود. ولی با به کارگیری تکنیک های نانو فناوری میتوان از این موارد جلوگیری کرد. برای مثال استفاده از سمومی که در فرایند های زیستی تولید شده اند میتوانند بامهار لیپوزومال مستقیما به علوفه هرز منتقل شوند و قابلیت تخریب پس از ماندگاری نسبی را داشته باشند که این باعث خروج دامنه سموم موجود از دامنه سموم شیمیایی و یا مهار آنها میشود. سم پاشی میتواند با طراحی روکش های نانو مقیاسی که تنها برای حشرات موزی قابل هضم میباشند انجام پذیرد که همین امر باعث جلوگیری از اثر گذاری آنها بر گیاهان خواهد شد. مکانیسم مقاومت عوامل نامطلوب به سموم نیز با توجه به شیمیایی بودن عمده ی سموم موجود میتواند با به کار گیری روش هایی مانند استفاده از نانو ذرات نقره برای از بین بردن آلودگی های میکروبی و امثالهم باشد که البته این روش ها نمیتوانند باعث ایجاد مقاومت عوامل نامطلوب به سموم شود چرا که این مکانیسم ها با روش هایی غیر از روش های شیمیایی و یا بیوشیمیایی اتخاذ خواهند شد.

بهینگی خاک: خاک مورد کشاورزی یکی از المان های مهم کشاورزی میباشد که غنای مواد آلی و خصوصا معدنی آن میتواند موجب افزایش رشد گیاهان باشد. یکی از بزرگتری مشکلات در این حوزه قدرت نگهداری خاک از آب های سطحی موجود است که بایستی به میزان بهینه ای باشد و ولی ممکن است آب از دست رفته و با سریع جذب خاک شدن باعث شستشوی مواد معدنی موجود در خاک باشد و از طرف دیگر ممکن است باعث عدم جذب اب به الیه های پایین تر خاک باشد که در این صورت عدم تامین گیاهان مورد کشت و شستشو و فرسایش سطحی خاک اثرات نامطلوب خواهد بود. ژل های پودری در ابعاد نانو طراحی شده است که به واسطه آن در کنار مهارت های کشاورزی مانند شخم صحیح خاک میتوانند جذب آب را انجام داده و به مرور زمانی بهینه این آب را به گیاه تحویل دهد. این پودر های با خاصیت ژلی تماما آلی بوده و با نیمه عمری مشخص مورد استفاده خواهند بود به علاوه که از مصرف بی رویه آب و از بین رفتن غنای معدنی خاک نیز جلوگیری خواهند کرد. کنترل میزان تخلخل های موجوددر خاک به واسطه افزونی های خاک این امکان را به کشاورزان میدهد که ماندگاری کود، مواد مغزی آن و آب را در فرایند های کشاورزی بهبود بخشند .

●کود های نانو: نانو فناوری با تولید کودهایی مهندسی شده توانسته است اثرات شدیدی از قبیل افزایش میزان تولید کنندگی گیاه تا ۵۰ درصد افزایش بازده را داشته باشند که این در کنار سازگاری کود با محیط زیست، افزایش ریشه زایی گیاه، افزایش سرعت رشد، کاهش اثرات آفات و عوامل نامطلوبی مانند فلزت سنگین و عناصر سمی میباشد. این خواص با مهندسی ساختار و ترکیبات کود امکان پذیر است که به عنوان مثال با استفاده از نانو متخلخل ها یا ساختار های هسته و پوسته انجام میپذیرند. این کود ها با بلوکه کردن ساختار های نامطلوب، سمی و فلزات سنگین باعث افزایش بازده گیاه و کیفیت محصولات شده و در کنار افزایش دادن قدرت جذب ریشه بهینگی بیشتری برای عملکرد گیاه به وجود میاورد، و البته همه این نکات در کنار استفاده از ساختار های زیست تخریب پذیر به جای ساختار های شیمیایی و مخرب میباشد. کاهش میزان کود لازم برای استفاده نیز میتواند از خواص جالب توجه باشد که باعث جلوگیری از هدر رفت منابع تولید کود و کاهش حجم مواد و ساختار های اضافه شده به طبیعت میباشد . آب جذب شده در کود های نانو به مرور زمان و با سرعت کنترل شده آزاد میگردد که باعث مساعد تر شدن شرایط ریشه های گیاه برای جذب مداوم مواد و تولید محصولات گیاهی باشد.

اصلاح نباتات: فرایند ااصلاح نباتات همانطور که در مطلب قبل توضیح داده شد فرایندی ست که با اضافه یا کم کردن قسمتی از ژنوم یک گیاه از منبع گیاهی دیگر یا منابع ژنی دیگر و یا هیبریداسیون دو ساختار گیاهی با هم و یا یک ساختار گیاهی و یک ساختار غیر گیاهی اتفاق می افتد که عموما با فرایند های میکرو مقیاس به پیش برده خواهد شد که این فرایند ها همگی با ابزار هایی که با فناوری نانو بهینه میشوند بسیار کم هزینه تر قابل انجام میباشد که از مثال های آن میتوان به تزریق سوزنی نانو اشاره نمود که با وارد کردن ژن سالم به درون سیتوپالسم و یا هسته سلول زنده گیاهی اتفاق می افتد.

صنایع گلخانه ای: پرورش گیاهان گلخانه ای از بخش هایی از کشاورزی گاهان میباشد که البته به قارچ ها و امثالهم نیز میتواند تعمیم داشته باشد. فناوری نانو با تولید سنسور هایی نانو متری و چند کاربردی multi 4 functional- میتواند در بهینگی کنترل این فضا ها از نظر میزان غلظت گاز های موجود و یا هورمون های تولید شده و یا سموم موجود در هوای گلخانه ها تاثیر به سزایی داشته باشد که میتواند با فناوری آزمایشگاه روی تراشه به راحتی به دست آید. به علاوه فضای این محیط ها و هوای موجود در آنها بایستی مدام از فیلتر های هوایی عبور کرده و پاکیزه نگه داشته شود که استفاده از نانو فیلتر های غشایی کارامد خواهند بود.

شیلات: در صنایع شیلاتی نیز مانند صنایع گلخانه ای آب مورد اهمیت بوده و فیلتراسیون و یا تغزیه آب بسیار مورد اهمیت میباشد. استفاده از فیلتر های کلر زدا و فیلتر های غشایی جاذب فلزات سنمگین برای تولید آب بدون آلودگی در صنایع شیلاتعلاوه بر تولید غذاهای نانو که در مطلب قبل به تفضیل به آن پرداخته شد در بخش شیلات کارامد میباشد

دامداری و صنایع لبنی: فناوری نانو در تولید هورمون ها و مواد مغزی تولید شده مورد استفاده برای دامداری ها و مرغداری ها میتواند اثر گذاری به سزایی در افزایش سلامت دام ها، کاهش مصرف دارو ها و هورمون ها با اثر بیشتر، افزایش پاکیزگی و سطح سلامت فرایند های تهیه و انتقال محصولات دامی و ... داشته باشد .فناوری نانو میتواند با ایجاد سطوح آنتی باکتریال در مناطق در تماس با محصولات لبنی مانند شیر، لوله ها و تانک های انتقال لبنیات و ... از آلودگی های باکتریایی و عوامل فساد مواد لبنی حتی الامکان بکاهد که این نتایج میتوانند از هزینه های هنگفتی مانند هدر رفت حجم های عظیمی از محصولات آلوده و ... جلوگیری بنماید.

صنایع غذایی با تعریف صنعت های مرتبط با مواد غذایی عموما به بهینگی، نظارت و ایجاد شرایط مناسب مصرف و مدیریت منابع غذایی باعث کاهش هدر رفت مواد غذایی تولید شده، بهینگی مواد غذایی، مدیریت حوزه های نگه داری و بسته بندی، سلامت غذا، بهبود رنگ و طعم و ارزش غذایی و فرایند های تولید و فراوری غذایی و ... باشد. به علاوه میتوان به حوزه کشاورزی اشاره کرد که در تولید اولین زنجیره ها و محصولات مربوط به صنایع غذایی نقش اساسی دارند. صنعت کشاورزی به صورت عمومی میتواند به حوزه هایی مانند تولید گیاهان خوراکی و یا دارای مصرف صنعتی در مقیاس انبوه، شیلات و پرورش ماهی، دامداری و تولید اقلام مصرفی گوشتی و یا لبنی تقسیم گردد که مثال هایی از کاربرد علوم و فناوری نانو در موارد زیر مطرح خواهند شد.

-بسته بندی: همانطور که گفته شد از مواردی که میتوان در حوزه صنایع غذایی مطرح نمود و مورد بررسی قرار داد حوزه بسته بندی میباشد. در حال حاضر تخمین زده میشود که بیش از ۵۰۰ محصول از بسته بندی نانو استفاده کنند و همینطور تا ۱۵ سال اینده ۵۰ درصد از بسته بندی های محصولات به واسطه ی فناوری نانو بهینه شوند

بسته بندی های زیست تخریب پذیر – یکی از مشکلات محیط زیستی امروزه پلاستیک های تولید شده ای میباشد که در طبیعت آزاد میگردند. این پلاستیک ها مشکلات عدیده ای را برای طبیعت به وجود اورده و برای تجزیه شدن به هزاران سال زمان احتیاج دارند. در این شرایط که استفاده از انواع پلاستیک ها هر روز بیشتر از دیروز ترویج میگردند، فناوری نانو برای رفع این مشکل ایده ای مطرح کرده است که در آن میتوان پلاستیک هایی با خاصیت زیست تخریب پذیری (biodegradable)ایجاد کرد. این خاصیت باعث کاهش عمر پلاستیک و آسیب پذیر شدن آن نسبت به عوامل تجزیه کننده طبیعت باشد. این عمل با کامپوزیت کردن مواد سازنده این پلاستیک ها با مواد زیست تخریب پذیر مانند نشاسته و مواد طبیعی به عنوان یک ایده میتواند انجام پذیرد که با تجزیه ذرات طبیعی پلیمر های پلاستیک با اندازه های نانو متری ازاد شده و با افزایش سطح و از بین رفتن ساختار منسجم هم این فرصت را به طبیعت بدهد که با شدت بیشتری در جهت مبارزه با این پلیمر ها عمل کنند و هم دیگر خطرات ماکرو متری مربوط به این مواد را نداشته باشیم. لازم به ذکر است که اشاره شود این تجزیه میتواند توسط تیره های خاص از باکتری ها، جانوران و کرمها و حتی با اشعه فرا بنفش و امثالهم انجام پذیرد. ایده دیگری که میتواند مورد بررسی قرار گیرد به تخریب ساختار پلاستیک با به دام انداختن آنزیم هایی در ساخار خود پلاستیک و حساس نمودن ساختار آن به مدت زمان مطرح نمود. از قبیل این ایده ها برای حل این مشکل فراوان مطرح میشوند که باعث تولید محصولات نیز شده است.

بسته های هوشمند–بهواسطهفناوریناومیتوانبستهبندیهاییراطراحینمودکهعملکرد هوشمند داشته باشند و برای مثال با سنسور هایی به اندازه های کوچک، به مانیتور کردن شرایط داخل بسته ها پرداخت. از ایده های مطرح شده استفاده از بسته های هوشمند در تنظیم و ثابت نگه داشتن رطوبت هوا، و یا بسته های حساس به اسپور و یا توکسین (سم)باکتریایی میباشد که در صورت شناسایی به عملکرد نانو ذرات نقره و یا کاتالیست ها و یا آنزیم های تجزیه کننده ساختار های مخرب مواد غذایی بیانجامد.

بسته بندی با قابلیت تازه نگه داشتن – بسیاری از محصولات صنایع غذایی با ماندگاری پایین می باشند که با قرارگیری در برابر محیط طبیعی به سرعت به سمت ایجاد فساد و خرابی در خود میشوند که از مثال های این موارد میتوان به مواد گوشتی، لبنی، میوه و سبزیجات و ... اشاره کرد. ولی فناوری نانو با شناسایی نیاز های مواد مختلف برای پیشروی به سمت فساد میتواند این فرایند را به شدت کند تر کره و مدت زمان نگه داری مواد غذایی را افزایش دهد. برای مثال استفاده از نانو ذرات اکسید تیتانیوم برای جلوگیری از آسیب به مواد غذایی با تابش فرابنفش خورشید، استفاده از نانو ذزات اکسید روی، اکسید مس، نقره و نانو لوله های کربنی برای ایجاد خواص انتی باکتریال جلوگیری از ایجاد باکتری و قارچ ها و یا استفاده از کاتالیست ها برای از بین بردن هورمون های رسیدگی در گیاه که باعث فساد زود رس میشوند و...

پوشش های خوراکی–یکیدیگرازانواعپوششهاییکهدرفناوریناومطرحشدهاندپوشش های خوراکی میباشند که با ابعاد نانو متری بر روی مواد غذایی قرار گرفته و از تبادل گاز ها و آلودگی های زیستی مانند سموم، باکتری ها، ویروس ها و قارچ ها جلوگیری میکنند– .

نانو غذا ها: ایده ای که با ظهور فناوری نانو مطرح شد این بود که سیستم و سامانه های برای مخلوط کردن میزان های مشخصی از مواد مغزی برای تولید یک ماده ی غذایی بتوان استفاده کرد، مثال با انتخاب مواد مورد نیاز در یک نوشیدنی انرژی زا بتوان آنرا غنی و مهندسی کرد. ولی این فرایند در تولید دارو ها به واسطه فناوری نانو ها بیشتر مورد استقبال قرار گرفت و دارو های کپسوله شده با حساسیت به شرایط مختلفمثل التهاب معده در حال ساخت و تولید هستند .

-نگهداری غذا ها: مسئله دیگری که بسیار حائز اهمیت بوده و بعضا موجب هدر رفت شدید منابع غذایی میگردد مسئله ی نگهداری و نقل و انتقالات مواد غذایی به واسطه ی روش های مخصوص میباشد. نگهداری مواد غذایی میتواند در حوزه های مختلفی مانند نگه داری مواد گوشتی، میوه جات و سبزی ها، محصولات لبنی و ... دسته بندی شده و مورد بررسی قرار گیرد که برای هر کدام از انواع مطرح شده میزان خرابی و انواع متفاوت میباشد. فناوری نانو با متد های متفاوتی میتواند از این خرابی حا جلو گیری کرده و یا فرایند نگه داری را بسیار کم هزینه تر و بصرفه تر بنماید

برای از بین بردن این آلودگی ها از انتی باکتریال های نانو در مخازن و ساختار تانک های حمل و نگه داری پیشنهاد میشود.

با استفاده از فوتو کاتالیست هایی مانند اکسید روی و تیتانیوم از باقی ماندن این هورمون ها جلوگیری نمود و از فرایند رسیدگی بیش از حد میوه جات در انبار ها جلوگیری نمود

یده هایی مبنی بر بهینه سازی یخچال های حمل و نقل و نگهداری این محصولات با فناوری نانو برای کاهش مصرف انرژی و عملکرد تکمیلی تصفیه و انتی باکتریال کردن فضا و هوا پیشنهاد شده است

سلامت غذا: همگان بر این مهم واقف هستند که بررسی سلامت غذا ها از اهمیت بسیاری برخوردار است و این مسئله میتواند با بررسی محتوای مواد موجود در از نظر فلزات سنگین، آلودگی های اسپوری، قارچی، باکتریایی، ویروسی، سمی و آلودگی های مخرب برای سیستم گوارشی، مورد سنجش قرار گرفته و با آن مواجهه شود. نانو سنسور ها به راحتی میتوانند این وظیفه را به عهده گیرند. در تولید مواد غذایی با استفاده از نانو فیلتر ها میتوان حجم بالایی از الودگی ها را از محیط جدا کرده و اجازه ورود به این محیط ها را نداد. نانو تراشه ها نیز میتوانند با بررسی پایش محیط اطلاعات مربوط به شرایط محیط را بررسی کرده و در برابر تغییرات محیط فرایند هایی را اغاز کنند و یا پایان دهند تا شرایط محیطی پایدار مانده و تغییرات ناگهانی شرایط در فضاهای نگه داری مواد غذایی کنترل شوند

اصلاح نباتات فرایندی است که میتواند با ایجاد اصلاحات ژنی از ژنوم اصلی گیاهان و یا آمیختن نمونه های بهینه از آنها این فعالیت را انجام داد. انجام این فرایند میتواند به واسطه ابزار هایی مانند تفنگ ژنی ا وسایلی برای انجام انتقالات ژنی انجام گیرد که تمامی این مسیر ها به نحوی مرتبط با حوزه علوم و فناوری نانو بوده و نانو فناوری میتواند سرعت و کیفیت انجام این عمل را بالا ببرد.

پژشکی داروسازی وسلامت

نانوزیست فناوری و زیست فناوری

طبیعت تاکنون منشاء بسیاری از الهامات در رشتههای مختلف بوده است. انسان همواره با نگاه عمیق و پرسشگر در اطراف خود به کشفیات و دستاوردهای مهمی در جهت بهبود شرایط زندگی خود رسیده است. فناوری مربوط به تولید این دستاوردها را اصطلاحا فناوری زیست تقلید مینامند . اولین نانوروباتها در طبیعت با پیدایش و تکامل باکتریها و ویروسها به وجود آمدند. همچنین داخل سلولها اندامکهای بسیاری وجود دارند که هر کدام مانند یک نانوماشین برای پیشبرد فعالیتهای مهم زیستی و متابولیکی روزانه سلولها تمایز یافتهاند .مثالهای دیگری از دنیای زیستشناسی که در محدوده ساختارهای نانومقیاس قرار دارند، عبارتند از :نانوحفرههای نوری موجود بر روی بالهای پروانه، نانومواد مرکب مانند تار عنکبوت، نانوساختارهای مو مانند پای مارمولک.

مهندسان با توجه به ساختار مستحکم و در عین حال منعطف تار عنکبوت موادی را تولید کردند که در ساخت چتر نجات، رباطهای مصنوعی برای کاربرد پزشکی و کاربردهای دیگر به کار میرود .در زمینه زیست تقلید موارد بسیار دیگری نیز میتوان یافت. محققان با تهیه و بررسی تصویر سه بعدی ساختار تپهی موریانه ساختمانی طراحی کردند که میتواند بدون استفاده از تهویه هوا و با ۱۰ ٪انرژی مصرفی خانههای رایج هم اندازه، دمای داخلی خود را حفظ کند .سلولهای خورشیدی شبه برگ، الیاف تقلید شده از پوست کوسه و سطوح آبگریز تقلید شده از برگ نیلوفر آبی نشان میدهد که تا این لحظه طبیعت برترین و بزرگترین فناور نانو بوده است

همانطور که دیدید زیستفناوری به طور طبیعی با ارائه مدلها و مواد زیستی منجر به توسعه فناوری نانو میشود. در حالیکه فناوری نانو با در اختیار گذاشتن ابزار برای زیستفناوری آن را در رسیدن به اهدافش یاری میرساند. اما نانوزیستفناوری یا زیستنانوفناوری چیست؟ چه ارتباطی بین این دو شاخه وجود دارد؟ از نظر برخی محققان این دو شاخه زیرمجموعهای از فناوری نانو است و هدف هر دو تولید محصولاتی برای مطالعه سیستمهای زنده است. کاربرد هر کدام از این دو واژه به زمینه تخصصی محققان مختلف بستگی دارد .تفاوت این دو شاخه در عملکرد تولیدی محصوالت آشکار میشود.

هرگاه از الگوها و مواد زیستی)مانند DNA ، پروتئین، لیپید و .. (برای تولید ابزار و سامانههایی در ابعاد نانو استفاده شود، زیستنانوفناوری معرفی میشود .اما استفاده از ابزارهای نانویی در کاربردهای زیستی در حوزه نانوزیستفناوری خواهد بود.

دارورسانی هدفمند دارورسانی هدفمند از مهمترین چالشها در تهیه سیستمهای دارورسانی است. ظهور فناوری نانو باعث پیشرفت چشمگیری در ردیابی، تشخیص و درمان بیماریهای مختلف از جمله انواع سرطان شده است. کلیه تلاش های سیستمهای دارورسانی نوین بر این پایه استوار است که داروی مورد نظر را به محل اثر برساند و اثر بخشی مناسب و عوارض جانبی کم از دارو فراهم آورد

هدف از توسعه این سیستمها که شامل دارو، حامل، گروههای سطحی هدفیاب و اصلاح کننده سطح است، رهایش کنترل شده و اختصاصی دارو با حفظ غلظت، برای مدت زمانی مناسب به بافت هدف است

هایپرترمیا به صورت کلی به معنای افزایش دمای بدن به بیش از میزان طبیعی آن است. دمای بالای بدن به طور معمول باعث بیماری میشود، مثل تب یا شوک گرمایی، اما افزایش کنترلشده دما در بعضی از موارد، برای درمان بیماریها به ویژه سرطان به کار میرود. گرما درمانی، فرآیندی شامل افزایش دمای بافتهای حاوی تومور معمولا تا بیش از ۲۴ سانتی گراد است و هدف آن از بین بردن سلولهای سرطانی است. این فرآیند درمانی به طور معمول با سایر روشهای درمان سرطان مثل پرتودرمانی و شیمی درمانی همراه میشود. توانایی کنترل توزیع انرژی در داخل بافتهای زنده با گسترش ابزارهای الکترونیک و سیستمهای مدلسازی در دههای گذشته بسیار مورد توجه بوده و پیشرفت قابل مالحظهای داشته است. از هایپرترمیا به دو شکل کلی موضعی و منطقهای برای درمان سرطان استفاده میشود. عدم توزیع حرارت در تمامی سلولهای توموری، ناکافی بودن مقدار گرمای تولیدی و نیز تیمار حرارتی ناخواسته سلولهای سالم، مهمترین چالشهای روشهای فعلی هایپرترمیا است. نانوفناوری افقهای جدیدی را جهت حل این مشکلات پیشروی محققان قرار داده است. نانوذرات با توانایی تجمع اختصاصی در بافت تومور، توزیع در تمام نواحی تومور و همچنین توانایی ایجاد گرمای بیشتر، درمان مؤثرتری را نوید میدهند. نانوذرات فلزی و نانوذرات مغناطیسی از مهمترین نانوذرات مورد استفاده در هایپرترمیا هستند.

هایپرترمیا همااینک مزایای قابل قبولی برای درمان بیماران سرطانی فراهم آورده ا ست، فهم بهتر از آرایش اپلیکاتورها در پروسه های درمانی، طراحی اپلیکاتورهای بهتر و تکنولوژیهای جدیدتر برای درمان تومورهای عمقیتر ضروری به نظر میرسد. بینش صحیح نسبت به مکانیسمهای مولکولی نیز میتواند منجر به طراحی درمانهای مرتبط با هایپرترمیا مانند ژنرسانی با نانومواد حساس به دما یا دارورسانی با نانومواد حساس به دما و ترکیب روشهای مختلف درمان شود . مسلماً با ورود نانوفناوری و غلبه بر محدودیتهای فعلی این روش از جمله عدم تمرکز دما در نواحی خاص، عدم کنترل صحیح دما، عدم دسترسی به تومورهای عمقی و عوارض جانبی نا شی از گرم شدن سلولها و بافتهای سالم، این نوع از درمان سرطان سهم بسیار بیشتری در آینده روشهای درمان سرطان دارد.

مطالعات بالینی نشان دادهاند که هایپرترمیا (گرما درمانی) به عنوان روشی برای مقابله با بافتهای سرطانی میتواند مفید باشد به شرط این که عوارض جانبی کمی داشته باشد. عدم توزیع حرارت در تمامی سلولهای توموری و نیز تیمار حرارتی سلولهای سالم، چالشی است که بیشتر روشهای هیپرترمیا حتی روشهای هایپرترمیا منطقهای و ناحیهای وجود دارد. نورگرما درمانی به واسطه نانوساختارهای طلا میتواند تا حدودی این مشکل را حل کند زیرا نانوذرات این توانایی را دارند تا به صورت هدفمند و اختصاصی وارد بافتهای توموری و سلولهای سرطانی شوند و در نتیجه فقط سلولهای سرطانی را تحت تاثیر قرار دهند.

روش هایپرترمیا با نور لیزر بدون استفاده از نانوذرات روشی ناکارآمد و همراه با مشکلات بسیار است. مطالعات بسیاری که با استفاده از نانوذرات طلا صورت گرفته نشان از آینده درخشان این روش برای درمان سرطان با استفاده از نانوذرات دارد. مطالعات بیشتر برای بهبود روش و امکان به کارگیری در فاز بالینی ضروری است.

نانو کاتالیست ها

نانومواد، بهویژه نانوذرات فلزی، دارای خواص کاتالیستی منحصربهفردی هستند و بهطور گسترده در تهیه نانوکاتالیستها مورد استفاده قرار میگیرند؛ این نانوکاتالیستها در بسیاری از واکنشهای شیمیایی جهت افزایش سرعت واکنش و بازده محصول بهکار میروند. با تولید نانوکاتالیستها در مقیاس صنعتی میتوان انتظار داشت تحولی بزرگ در صنایع کشور، بهخصوص در صنایع نفت و پتروشیمی و داروسازی، مشاهده شود

وقتی مواد به مقیاس نانو برده میشوند بسیاری از خواص آنها دچار تغییر میگردد، خواصی مثل خواص الکتریکی، نوری، مغناطیسی، و ... ، پیدایش سه خصلت زیر نیز از جمله این تغییرات است: اندازه بسیار کوچک، نسبت سطح به حجم بسیار بالا، و زیاد شدن تعداد اتمهای روی سطح. این سه عامل اخیر مهمترین دالیل پیدایش خاصیت کاتالیستی در نانومواد است اصولا وقتی ذرات خیلی کوچک میشوند مقیاس نانو، بهدلیل انحنای بسیار بالایی که پیدا میکنند، دارای اتمهای زیادی روی سطح خود هستند که این اتمهای سطحی پیوند بسیار ضعیفی با اتمهای توده شبکه دارند. بنابراین، این ذرات انرژی سطحی بسیار بالایی دارند و به شدت فعالاند و اصطلاحا گفته میشود اتمهای سطح در حالت ناپایدار فیزیکی و فعال شیمیاییاند و مستعد برای انجام بسیاری از واکنشهای شیمیایی هستند. میتوان گفت دلیل اصلی و تعینکننده پیدایش خاصیت کاتالیستی در نانومواد نسبت سطح به حجم بسیار بالای آنها است که هر چه این نسبت بیشتر شود، بهدلیل افزایش انرژی سطحی، خاصیت کاتالیستی در نانومواد بیشتر میشود .در اصل، دلیل این تغییرات به تغییر در ساختار الکترونی مواد برمیگردد که با مکانیک کوانتوم قابل توجیه است. وقتی اندازه ذرات خیلی کوچک میشود، چگالی حاالت نوار ظرفیت دچار تغییر میشود و مجموعهای از ترازهای گسسته مشاهده میشود. سرانجام، با کوچک شدن ذرات، اندازه آنها به جایی میرسد که سطح ذرات با مقداری که مرتبهای از طول موج الکترون است با هم فاصله داشته باشند. در این وضعیت میتوان ترازهای انرژی را بهوسیله رفتار مکانیک کوانتومی یک ذره در یک جعبه مدلسازی کرد. این اثر را اثر اندازه کوانتومی مینامند. پیدایش خواص الکترونی جدید را میتوان بر حسب اصل عدم قطعیت هایزنبرگ - که میگوید هر چه یک الکترون از نظر فضایی بیشتر محبوس شود محدوده مقدار اندازه حرکت آن وسیعتر میشود - درک کرد. در نیمهرساناها، وجود اکسیتون تاثیر زیادی بر خواص الکترونی دارد. در یک نیمهرسانای حجیم با فوتونی که انرژی آن بیشتر از گاف انرژی ماده است، میتوان یک جفت الکترون ـ حفره مقید را که اکسیتون نام دارد تولید کرد. فوتون الکترون را از نوار ظرفیت کنده و به نوار هدایت منتقل میکند. در نتیجه، حفرهای در نوار ظرفیت ایجاد میشود که معادل یک الکترون یا بار موثر مثبت است. بهدلیل جاذبه بین حفره مثبت و الکترون منفی، یک جفت مقید اکسیتون در سرتاسر شبکه حرکت میکند که تاثیر زیادی بر خواص الکترونی و اپتیکی میگذارد. اگر شعاع نانوذره کوچکتر از شعاع الکترون ـ حفره باشد، محدوده حرکت اکسیتون محدود میشود. در نتیجه، جذب اکسیتون نمایان شده و یک جابهجایی به سمت طول موجهای کمتر (جابهجایی آبی)، (اثر هیپسو کرومیک) مشاهده میشود. از آنجا که ساختار الکترونی نانوذرات به اندازه ذره بستگی دارد، قابلیت آنها در واکنش دادن با دیگر نمونهها نیز به اندازه آنها بستگی دارد . این تغییرات و اثر آنها بسیار محسوس است. بهعنوان مثال، یکی از فلزاتی که رفتار بسیار متفاوت در حال توده و مقیاس نانو دارد فلز طلا است. طلا درحالت توده دارای خاصیت کاتالیستی بسیار پایینی است و یکی از غیرفعالترین فلزات است، اما وقتی به مقیاس

نانو برده میشود فعالیت کاتالیستی بسیار بالایی از خود نشان میدهد و جالب آنکه یکی از متداولترین فلزات واسطهای است که در سنتز نانوکاتالیستها مورد استفاده قرار میگیرد، بهویژه در سنتز کاتالیستهایی که برای واکنش اکسیداسیون کربن مونوکسید و تبدیل آن به کربن دیاکسید استفاده میشوند

در اکثر موارد هرچه اندازه نانوذرات کوچکتر شود خاصیت کاتالیستی افزایش پیدا میکند

در اکثر موارد هرچه اندازه نانوذرات کوچکتر شود خاصیت کاتالیستی افزایش پیدا میکند

گفته شد ذرات وقتی در مقیاس نانو هستند دارای انحنای زیادیاند و اتمهای سطحی آنها ناپایدار است. این اثر بهخصوص در ذرات غیرکروی بیشتر نمود پیدا میکند، ذراتی که دارای مکانهای لبهای و گوشهای زیادی هستند، مثل چهاروجهی، هشتوجهی، و مکعبی. در این حالت چون نسبت سطح به حجم افزایش بهمراتب بیشتری پیدا میکند، نانومواد خاصیت کاتالیستی بیشتری از خود نشان میدهند.در اکثر کارهای تحقیقاتی با استفاده از تکنیک پراش اشعه ایکس و راندمانهای مشاهدهشده این نکته تایید شده است. انوذرات کلوییدی به

مواد در مقیاس نانو دارای انرژی سطحی بسیار بالایی هستند و تمایل دارند به یکدیگر بچسبند. در اکثر موارد نانوذرات بر روی یک بستر به روشهای مختلف نشانده شده و سپس در واکنش بهکار گرفته میشوند؛ دلیل این کار این است که بستر از تجمع پیدا کردن نانوذرات و اصطلاحا کلوخهای شدن آنها جلوگیری میکند، زیرا وقتی نانوذرات تجمع پیدا کنند از حالت نانو بودن خارج میشوند .بستر از طریق برهمکنشهای الکترواستاتیک و فضایی نانوذرات را بر روی سطح خود گیر میاندازد، انرژی سطحی آنها را کاهش میدهد، و مانع تجمع آنها میشود و نیز از طرفی باعث پایداری آنها میشود. اثری که بستر بر روی خاصیت کاتالیستی نانوذرات میگذارد برای نانومواد مختلف متفاوت است و روند خاصی ندارد و بسته به نوع نانوماده و نوع بستر بهکاررفته خاصیت کاتالیستی میتواند افزایش یا کاهش یابد.

بسیاری ازمشکلات پزشکی، زیست محیطی، کشاورزی و صنعتی در آیندهای نزدیک با استفاده از سامانههای طراحی شده بر پایه فناوری نانو قابل حل خواهند شد. فناوری نانو دریچهای جدید در علم گشوده است که استفاده از آن در زمینههای مختلف موج تغییرات بزرگی را رقم خواهد زد.

منابع

۱- کتاب آشنائی با علوم و فناوری نانو ۱ - فرزاد حسِنی نسب، محسن افسری ، سِد معصومه قاسمینژاد - انتشارات کوچک آموز

.J. m. Benyus, Innovation inspired by nature Biomimicry, J. ECOS, No 129, 2006. 2. A. Lakhtakia, R. J. Martin-Palma, Engineered ۲ Biomimicry, Elsevier, 2013, p291 3. L. Jiang, L. Feng, Bioinspired Intelligent Nanostructured Interfacial Materials, 2010. 4.NatureTech Technology, video, part 1&2&3. 5. H. Yahya, Biomimetics, technology imitates Nature, Global Publishing, 1999. 6.Heinmann Chemistry, Bonding, surfaces and nanoparticles, pg173

۳. کتاب مجموعه مقالات سِات باشگاه نانو

۴. تصفیه آب با استفاده از فناوری نانو، مصطفی محراب، سید محسن میرشجاع، مجله بهداشت، ایمنی و محیط زیست شماره ۴

۴.فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی / مجموعه گزارشهای صنعتی فناوری نانو / ستاد ویژه توسعه فناوری نانو / چاپ ۴۴

۵. افزایش تولید محصولهای کشاورزی با نانو کودها / خبر گزاری علم و فرهنگ سینا / فرزانه صدقی / کد : 35224 / 45.1.09خ

۶. معرفی کاربرد نانوفناوری در صنایع غذایی / عباس رستمی / سیستم جمع آموزش فناوری نانو

۷. محصولات فناوری نانو در حوزه کشاورزی و صنایع غذای / ستاد ویژه توسعه فناوری نانو / توسعه فناوری مهر ویژه / بهار ۴

۸. پاپازوگلو، الیزابت. پارتاساراسی، آراویند. زیست فناوری نانو. مترجمین دکتر حمید راشدی، دکتر قاسم عمو عابدینی، مهندس سمیه اسکندری. تهران : دانشگاه تهران، ۱

۹. Wust P, Hildebrandt B, Sreenivasa G, Rau B, Gellermann J, Riess H, et al. Hyperthermia in combined treatment of cancer. The lancet oncology. 2002 .

۱۰ Radha Narayanan Mostafa A. El-Sayed Springer ScienceTop Catal, Vol. 47,(2008)15-21

۱۱ Beatriz Roldan Cuenya , Thin Solid Films, Vol.518(2010) 3127–3150 .