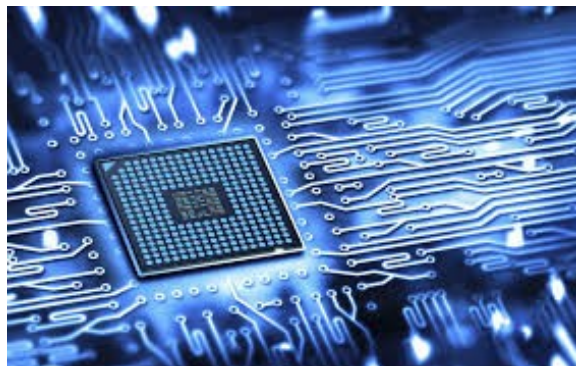


مقدمه:

امروزه نانو فناوری در علوم مختلف به عنوان ابزاری قدرتمند برای تحولی بزرگ در علوم مختلف قابل تامل بوده و موثر می‌باشد. با توجه به رشد سریع علم در طی دهه‌های اخیر و کاربردی شدن نتایج تحقیقات در صنعت لازم است، آموزش‌ها به سمت تخصصی شدن علوم رفته و سعی شود تا با آخرین تحولات دنیای علم و فناوری با توجه به کاربردهای جدیدی که تعریف می‌شود آشنا شویم.

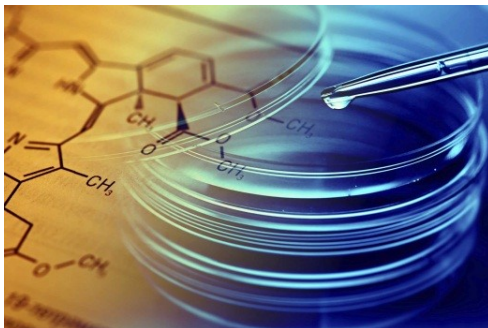
۱. نانو فناوری در الکترونیک و حسگرها و کیت‌های تشخیصی

امروزه فناوری نانو حسگرها به سرعت در حال پیشرفت و یکی از موضوعات تحقیق و توسعه جهانی است. فن‌آوری‌هایی مانند سیستم‌های نانو الکترومکانیکی، نانو فوتونیک و ترکیبی از فناوری نانو با میکرو امکان‌سنجی عملکرد حسگرها را برای طیف گسترده‌ای از متغیرهای شیمیایی، بیوشیمیایی و فیزیکی ممکن ساخته است. نانو حسگرها می‌توانند تغییرات ایجاد شده در مقیاس نانو را با حساسیت و دقت بسیار بالا و به صورت کیفی یا کمی اندازه‌گیری نمایند. حساسیت زیاد، سایز کوچک، قدرت تشخیص بالا و توانایی ایجاد مورفولوژی مناسب از مهم‌ترین مشخصه‌هایی هستند که باعث ایجاد اعتماد بسیار گسترده به داده‌های حاصل از نانو حسگرها شده است و طیف وسیعی از محصولات در این حوزه اکنون به سمت تجاری‌سازی پیش رفته اند. نانو حسگرها در طبقه بندی‌های گوناگون به کار گرفته شده اند که از آن جمله می‌توان به نانو حسگرهای مکانیکی، حرارتی، الکتروشیمیایی، مغناطیسی، نوری و زیستی اشاره نمود. همچنین امروزه نانو حسگرها کاربردهای متنوعی در حوزه‌های مختلف دارند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود:



نانو حسگرهای حوزه سلامت و پزشکی:

توسعه و سرمایه‌گذاری در صنعت نانو حسگرها در حوزه پزشکی و سلامت به دلیل کاربرد گسترده، بیش از دیگر حوزه‌ها است. نیاز به اطلاعات درباره وضعیت بیوشیمی/شیمی یک فرد و قابلیت تشخیص ارزان قیمت بیماری با قابلیت پردازش و تحلیل داده‌ها، بحث مراقبت‌های پزشکی در خانه و حسگرهای قابل حمل را ایجاد و بازار را به سمت حسگرهای تشخیص بیماری سوق داده است. استفاده از نانو حسگرها این امکان را در اختیار پزشکان قرار می‌دهد تا نه تنها گونه‌های بیولوژی مربوطه را تشخیص دهند، بلکه همچنین فعالیت‌های داخل بدن را کنترل نمایند. به عنوان مثال، اندازه‌گیری هم‌زمان گونه‌ها بر روی یک تراشه کوچک و استفاده از مقادیر بسیار کم خون (سامانه آزمایشگاه روی تراشه) اهداف نانو حسگرهای تشخیصی است که مورد توجه سرمایه‌گذاران این حوزه قرار گرفته است. این نوع از حسگرها در آزمایشگاه‌ها، بیمارستان‌ها و حتی مطب پزشکان بسیار کاربردی خواهند بود. روش‌های نوین لیتوگرافی این امکان را فراهم می‌کند که الگوهایی در ابعاد نانو و با جایگاه‌های فعال بیشتری بر روی تراشه قرار گیرد. همچنین استفاده از نانولوله کربنی به عنوان انتقال‌دهنده سیگنال، در این تراشه‌ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت. انواع نانو حسگرهایی که در این حوزه مورد استفاده قرار گرفته‌اند شامل نانو حسگرهای تشخیص قند خون، فشارخون، نانو حسگرهای نوار قلب و مغز، نانو حسگرهای تشخیص سرطان و نقص‌های ژنتیکی، نانو حسگرهای تنفسی، نانو حسگرهای دمای بدن، نانو حسگرهای اکسیژن سنج خون، نانو حسگرهای نوار عضله و ... است.



نانو حسگرها با کاربرد نظامی، امنیتی و نظارتی:

با افزایش استرس‌های سیاسی و وجود ناآرامی‌ها در سطح جهان، و نیز وجود سلاح‌های شیمیایی، هسته‌ای و بیولوژی، ایجاد دستگاه‌های حسگری باکیفیت بالا برای تشخیص و تحلیل آستانه خطر اهمیت فراوانی دارد. تشخیص کیفی و کمی ترکیبات شیمیایی خطرناک، بزرگ‌ترین دغدغه را در راستای نظارت بر آن‌ها در مناطق نظامی و غیرنظامی تشکیل می‌دهند. تشخیص وجود این ترکیبات، که عمدتاً به صورت گاز به درون یک منطقه نفوذ می‌نمایند، بسیار ضروری است. افزایش روزافزون چنین مخاطراتی منجر به توسعه ابزارهای ویژه‌ای جهت تشخیص و اندازه‌گیری این نوع تهدیدات گردیده است. مهم‌ترین این ابزارها حسگرها هستند که در سطوح ماکرو محدودیت‌های تشخیصی پایینی دارند. علاوه بر این که حسگرهای حوزه ماکرو حجیم، گران‌قیمت و نیازمند صرف زمان برای تشخیص هستند. در چنین فضایی، نانو حسگرها به دلیل داشتن ویژگی‌هایی مانند حساسیت فوق‌العاده، گزینش پذیری مناسب، سطوح فعال بسیار بزرگ، سایز کوچک، پاسخ سریع و قابل حمل بودن پتانسیل بسیار مناسبی را جهت جایگزین شدن به جای حسگرهای رایج را خواهند داشت. از جمله‌ی این نانو حسگرها می‌توان به نانو حسگرهای تشخیص تهدیدات بیولوژیکی و نانو حسگرهای تشخیص مواد منجره اشاره نمود.

نانو حسگرهای پایش شرایط محیطی:

در حال حاضر یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در حوزه محیط‌زیست، تشخیص آلاینده‌ها و نظارت زیست‌محیطی است. به علت تخریب پیوسته محیط‌زیست توسط انسان‌ها و سایر منابع طبیعی، حسگرهای پایش شرایط محیطی در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، به شدت مورد نیاز خواهند بود. نانو حسگرها دارای توانایی بالا در اندازه‌گیری یک یا چند مورد از آلاینده‌های هستند به گونه‌ای که قادرند مواد آلاینده را در مقادیر و غلظت‌های بسیار کم آشکار نمایند. برخی از مزایای استفاده از نانو فناوری در نانو حسگرهای پایش محیطی عبارت‌اند از: افزایش حساسیت برای تشخیص غلظت‌های بسیار پایین آلاینده‌های مضر، امکان طراحی و یکپارچه سازی نانو سیستم‌های خود-توان برای کاهش مصرف انرژی، دارا بودن سایز کوچک برای ایجاد افزاره‌های قابل حمل و تشخیص هم‌زمان چند آلاینده و انتقال آن‌ها به واحدهای کنترل. نانو حسگرهای مورد استفاده در پایش شرایط محیطی شامل سه دسته اصلی نانو حسگرهای پایش کیفیت آب مانند اندازه‌گیری میزان نیترات و فسفات، پایش PH، تشخیص میزان اکسیژن حل شده در آب، تشخیص میزان کل جامدات حل شده در آب، تشخیص میزان کدروی آب، اندازه‌گیری آلودگی‌های میکروبی و باکتریایی آب-نانو حسگرهای پایش آلودگی هوا و نانو حسگرهای تشخیص و کنترل رطوبت خاک هستند.

نانو حسگرهای صنایع غذایی و آشامیدنی:

دامنه بازار حسگرهای مورد نیاز صنایع غذایی و آشامیدنی در تمامی فرآیندها از ماده خام تا مرحله تولید محصول نهایی بسیار گسترده است. حدود یک دهه است که از حضور نانو حسگرها در صنایع غذایی می‌گذرد و صنعت نسبتاً نوپایی محسوب می‌شود. از آنجایی که اطلاعات مربوط به تولید مواد غذایی که نشان‌دهنده‌ی وضعیت آن ماده‌ی غذایی است برای شرکت‌های بسته‌بندی و تولید مواد غذایی از ضروریات محسوب می‌شود، نانو حسگرها می‌توانند کیفیت را در صنعت آماده-سازی غذا افزایش دهند تا بتوان محصولات تازه و سالم به دست مصرف‌کننده رساند. از سویی دیگر، دولت‌ها استانداردهایی را برای تولید و بسته‌بندی مواد غذایی تعیین کرده‌اند و بصورت مدام در حال بهبود این قوانین هستند. در طی فرایندی که مواد غذایی خام از مزارع کشاورزی و دام‌پروری طی می‌کنند تا به صورت بسته‌بندی به مشتری برسد، فاکتورهای مانند روش کشت، روش حمل‌ونقل، روش تولید و نگهداری و غیره در ایجاد یک محصول باکیفیت تأثیر می‌گذارد که

نیاز به کنترل در هر مرحله دارد. نانو حسگرها به دلیل تشخیص سریع، آسان، حساس و ارزان نسبت به تکنیک‌های با کارایی بسیار بالای موجود مانند کروماتوگرافی مایع یا گاز برتری ویژه‌ای دارند. یکی از نکات مهمی که بسیار موردتوجه کارخانه‌ها است، افزایش محافظت و نگهداری مواد غذایی بسته‌بندی شده است. میزان سرمایه‌گذاری جهت بهبود تولید و بسته‌بندی مواد غذایی در آمریکا از ۵۵ درصد به ۶۵ درصد رشد داشته که ارزش آن معادل ۱۳ میلیارد دلار بوده است. مهم‌ترین نانو حسگرهای موردتوجه در این صنعت نانو حسگرهای بینی یا زبان الکترونیکی، نانو حسگرهای RFID و نانو حسگرهای جوهر هوشمند اکسیژن سنج است.

نانو حسگرهای حوزه کشاورزی:

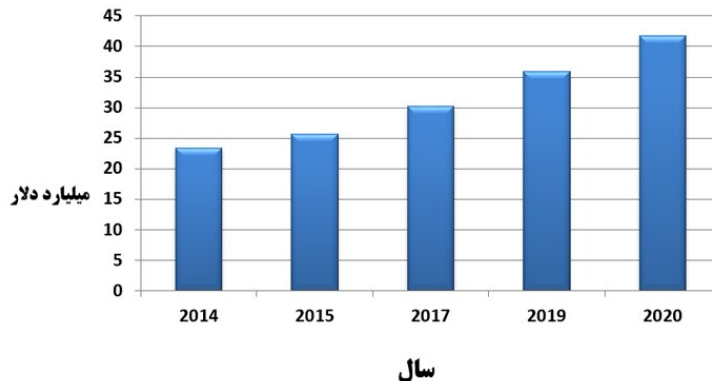
به دلیل افزایش جمعیت در جهان، نیاز به تولید محصولات کشاورزی و به دنبال آن مصرف آفت‌کش‌ها ضروری است. برای مدیریت مصرف سموم کشاورزی، آژانس حفاظت محیط‌زیست اندازه‌گیری و کنترل آفت‌کش‌ها در سطوح مختلف را تعیین کرده است. به‌طور کلی، کنترل و پایش آفت‌کش‌ها و ارگانوفسفات‌ها به سه بخش سموم موجود در آب‌و‌خاک، سموم موجود بر روی گیاه و سموم موجود در محصولات کشاورزی و غذایی تقسیم‌بندی می‌شود. نانو حسگرها با تشخیص و اندازه‌گیری سموم می‌تواند زمان پاسخ‌دهی را کوتاه کرده و به‌صورت قابل‌حمل نمونه‌ها را آنالیز کند. عملکرد این نانو حسگرها مبتنی بر روش‌های الکتروشیمیایی و یا نوری است. در روش‌های الکتروشیمیایی، بر اثر اکسایش و کاهش و انتقال الکترون در سطح الکتروود، مقادیر آفت‌کش‌ها قابل تشخیص است. در روش‌های نوری تغییرات به‌صورت برهم‌کنش نور با سطح (تغییر در مشخصه‌های جذبی و بازتابشی) خود را نشان خواهد داد.



۲. نانو فناوری در محیط زیست

ایران مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه که دارای منابع طبیعی سرشاری هستند، از روشی برای توسعه استفاده کرده که بر منابع تجدید پذیر فشار آورده است. با شیوه کنونی مدیریت منابع طبیعی، ایران با آینده‌ای داغ‌تر و خشک‌تر مواجه شده و امنیت محیط زیست در این جغرافیا به چالش کشیده شده است. به‌طور کلی چهار تهدید زیست محیطی ایران که امنیت انسانی را به مخاطره می‌اندازد شامل کاهش و آلودگی منابع آب، فرسایش خاک، آلودگی هوا و خسارت تنوع زیستی می‌باشد.

با توجه به نیاز اصلی و امروز ما در کنترل آلودگی‌های زیست محیطی، راهکار استفاده از فناوری نانو در این حوزه بسیار لازم و ضروری است. زیرا با استفاده از مجموعه محصولات نانو ساختار مورد استفاده در حوزه محیط زیست کیفیت فرآیند و هزینه‌های مربوط به این حوزه بسیار کاهش پیدا می‌کند. با توجه به حجم سرمایه‌گذاری‌ها در این حوزه پیش‌بینی می‌شود، بازار محصولات مبتنی بر فناوری نانو در حوزه محیط زیست در سال ۲۰۲۰ به ۸/۴۱ میلیارد دلار خواهد رسید.



بازار محصولات فناوری نانو در حوزه محیط زیست

کاربرد فناوری نانو را می‌توان در دو حوزه اصلی محیط زیست تقسیم بندی کرد:
الف) حوزه سنجش آلاینده‌های محیط زیست با استفاده از فناوری نانو:

یکی از چالش‌های مهم در بحث محیط زیست جمع آوری داده‌های مربوط به آلودگی هر منطقه، نوع آلودگی، میزان گسترش آلودگی و در نتیجه آن راهکاری مناسب جهت مقابله با آن می‌باشد. کنترل مداوم منابع تولید کننده آلودگی، کاری دشوار، پیچیده و زمان‌بر می‌باشد. امروزه نانو حسگرها این امکان را فراهم می‌کنند که با هزینه کم و در ابعاد گسترده، وضعیت آلودگی مناطق مد نظر را به صورت نقطه به نقطه زیر نظر داشته باشند. نانو حسگرها انرژی کمتری مصرف می‌کنند و می‌توانند با ولتاژ کم و بدون نیاز به منبع برق مستقیم برای مدت طولانی به کار خود ادامه دهند و اطلاعات را به صورت بی‌سیم ارسال نمایند.



ب) حوزه رفع آلودگی‌های محیط زیست با استفاده از فناوری نانو:

بزرگترین چالش زیست محیطی، حذف آلودگی‌های موجود در طبیعت می‌باشد. این آلودگی‌ها شامل آلودگی هوا، خاک و آب است که در کوتاه‌مدت و درازمدت اثرات مخربی بر محیط زیست و سلامت انسان برجای می‌گذارد. حذف آلودگی‌ها از محیط زیست به دلیل گستره وسیع بسیار دشوار می‌باشد. از سوی دیگر حذف آلودگی در مبادا و منابع آلوده‌کننده بسیار با اهمیت است. در بسیاری از کشورها روش‌های متعددی برای کاهش آلودگی هوا، آب و خاک موجود در محیط استفاده شده است. استفاده از فناوری نانو این امکان را می‌دهد که بسیاری از آلودگی‌های هوا در شهرها و صنایع تا حد معقولی کاهش داد، پساب صنایع و شهرها را جهت جلوگیری از آلودگی آب به بهترین روش ممکن تصفیه کرد و عوامل آلوده کننده خاک را به حداقل رساند.

به‌طور کلی استفاده از فناوری نانو در حوزه محیط زیست می‌تواند منجر به افزایش راندمان رفع آلودگی زیست محیطی و کاهش هزینه عملیاتی گردد. هر یک از حوزه‌های فوق نیز می‌توانند به چند بخش مختلف تقسیم شوند. می‌توان حوزه رفع آلودگی‌های محیط زیست را به بخش‌های کاهش آلودگی هوا، کاهش آلودگی آب و کاهش آلودگی خاک تقسیم نمود. همچنین در زمینه پایش آلاینده‌های محیط زیست، آن را به بخش‌هایی شامل نانو حسگرها، نانوزیست حسگرها، آرایه تجمعی حسگرها و حسگرهای پایش تغلیظ‌کننده تقسیم بندی کرد.



۳. نانو فناوری در انرژی‌های نو

برای آنها که به منابع انرژی قابل اطمینان دسترسی ندارند، راه‌های جدید فناوری نانوکمک شایانی است تا کیفیت زندگی آنان را بهبود بخشد. فناوری نانو برای آنها که از ناکارآمدی ذخیره، تولید و تبدیل انرژی رنج می‌برند منابع انرژی جدیدی فراهم آورده و علاوه بر آن، هزینه تولید هر کیلووات انرژی را هم کاهش داده و یا حداقل به بهبود کیفیت تولید آن کمک خواهد کرد.

فناوری نانو به سبب ارتباط با عناصر پایه ایجادکننده خواص، با بسیاری از کاربردها در زمینه انرژی در ارتباط است و به تمامی سوالات پیرامون این بحث پاسخ می‌دهد.

فناوری نانو کمک می‌کند تا انرژی‌های مختلف با بازدهی بیشتری برای تأمین انرژی ایجاد شود. در انتقال انرژی تا تحویل آن به واحدهای مصرف‌کننده فناوری نانو کمک می‌کند که اتلاف انرژی کاهش یابد. در ذخیره انرژی به طور مشخص ذخیره انرژی در باتری‌ها و خازن‌ها به کمک فناوری نانو افزایش یافته است. فناوری نانو در کاهش میزان مصرف برق و بهینه‌سازی مصرف سوخت و کاهش آلاینده‌ها نیز موثر است و روش‌هایی را پیشنهاد می‌کند که با تغییری اندک، آسیب‌های وارد به محیط کاهش می‌یابد.



فناوری نانو و تولید انرژی

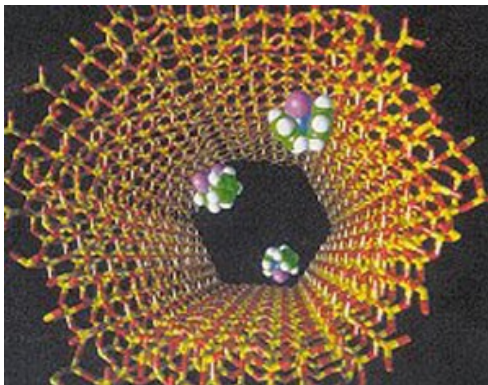
روش‌های زیادی طراحی شده‌اند که از منابع طبیعی مانند خورشید، آب یا باد انرژی بسازند. در همه موارد فناوری نانو می‌تواند اثرگذار باشد و تغییرات چشم‌گیری ایجاد کند. تولید و استفاده از نفت و دیگر سوخت‌های فسیلی سالانه با یک روند مشخص در حال افزایش است و در آینده‌ای نزدیک تولیدات نفتی دیگر قادر به پاسخ‌گویی به نیازهای جمعیت دنیا نخواهند بود. پایان یافتن منابع نفتی تنها مشکل ما نیست، بلکه با استفاده روزافزون سوخت‌های فسیلی در حال حاضر با تولید روزافزون گازهای گل‌خانه‌ای و گرم شدن جهان، محیط زیست در معرض خطر جدی قرار گرفته است. برخی از منابع جدیدی که می‌توانند جایگزین سوخت‌های فسیلی شوند شناخته شده‌اند، اما هنوز از نظر اقتصادی بازدهی لازم را ندارند. پیشرفت‌های فناوری نانو می‌تواند این مشکل را بهبود بخشد. با فناوری نانو می‌توان مواد و روش‌های جدیدی ایجاد کرد که تحولی اساسی در زمینه انرژی رقم می‌زنند. در حال حاضر نوریاب‌ها، صفحات سلول‌های خورشیدی و سوخت‌های طبیعی به عنوان اهداف اصلی در تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر مطرح هستند. چون منشاء آن‌ها تمیز، ارزان و همیشگی است.

فناوری نانو برای آنها که از ناکارآمدی ذخیره، تولید و تبدیل انرژی رنج می‌برند منابع انرژی جدیدی فراهم آورده و علاوه بر آن، هزینه تولید هر کیلووات انرژی را هم کاهش داده و یا حداقل به بهبود کیفیت تولید آن کمک خواهد کرد.



سوخت‌های فسیلی و نانو کاتالیزورها

تأثیر کلیدی فناوری نانو در این بخش از انرژی، بهبود کارآمدی واکنش‌ها و کنترل فرآیندها به شیوه نانو ساختار سازی می‌باشد. به این ترتیب به ازای یک حجم معین، سطح بیشتری در معرض کاتالیزوری که روی آن ریخته شده قرار می‌گیرد در نتیجه باعث افزایش سرعت واکنش‌ها می‌گردد. البته این کار به این سادگی هم نیست و لازم است مواد واکنشگر با سرعت مناسب، خود را به سایت‌های کاتالیزوری برسانند. انجام این کار متضمن آن است که ساختارهای ما دارای ترکیبی از مقیاس‌ها باشد. اما ایجاد چنین ساختارهای بزرگ و مجتمعی آن هم به شیوه از پایین به بالا (bottom up) کاری است که تنها در حوزه فناوری نانو قابل انجام است.



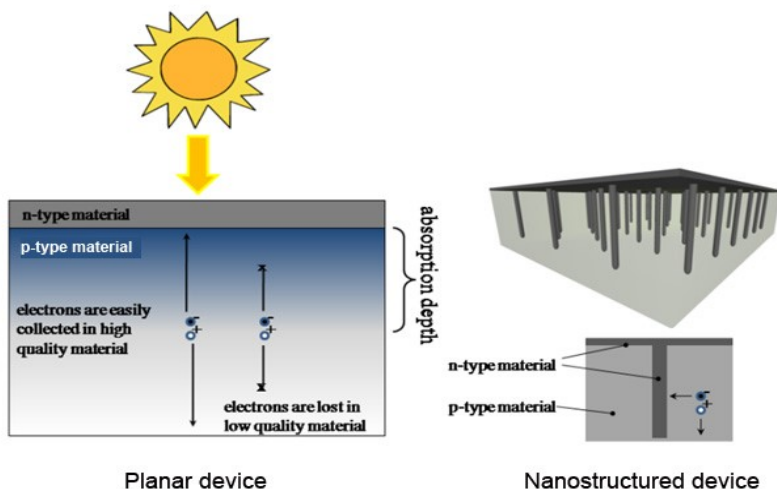
انرژی خورشیدی

خورشید یکی از منابع مهم تجدید پذیر بدون آلودگی است. انرژی خورشید را می‌توان به وسیله سلول‌های مولد ولتاژ از نور (سلول‌های خورشیدی) به برق تبدیل کرد. برخی از ماشین‌های حساب‌های نوری، فانوس‌های دریایی، خطوط تلفن در نواحی دور، سفینه‌های فضایی و نانوبوری‌ها در اقیانوس، سلول‌های خورشیدی دارند.

برخلاف مولدهای معمول، سلول‌های خورشیدی انرژی شیمیایی را استفاده نمی‌کنند، سلول‌های خورشیدی همان‌طور که از نامشان پیدا است، نور را به برق تبدیل می‌کنند. بیشتر سلول‌های خورشیدی، علی‌رغم محدودیت میزان بازدهی آن از ورود آلاینده‌ها به محیط زیست جلوگیری کرده و برق نامحدود و فراوان خورشید را ذخیره می‌کند. محققان در تلاش‌اند سلول‌هایی با بازدهی بیش از ۵۰ درصد و وزن و هزینه کم بسازند و بتوانند برق بیشتری نسبت به سلول‌های گران‌قیمت و کم‌بازده کنونی ذخیره کنند. انعطاف و سبکی، نیاز به مراقبت کم و قابلیت تلفیق با لباس، ساختمان، بادبان‌ها، شیشه، بام و انواع سطوح، مواردی است که نیاز به توجه به فناوری نانو در ساخت سلول‌های خورشیدی و افزایش بازدهی آن‌ها را ضروری می‌سازد. فناوری نانو در سال‌های اخیر توانسته است به عنوان یک بخش پر ارتباط با کاربردها و خواص متعدد، بهبودهای مهمی را در سلول‌های خورشیدی ایجاد نماید، به طوری که هزینه سلول‌های خورشیدی کنونی با حفظ بازدهی به یک سوم رسیده است.

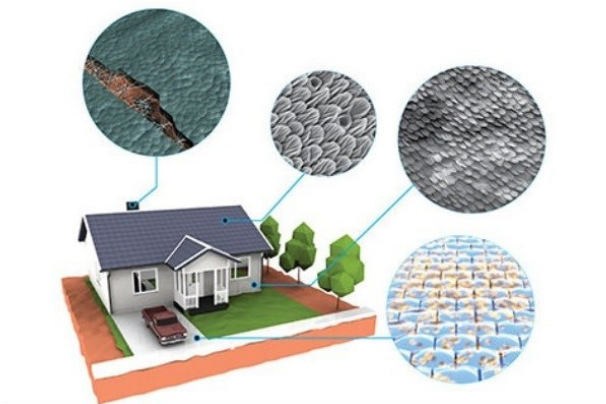
در فناوری نانو مباحث، متعدد و وسیع است و در حیطه دانش و فن یک رشته قرار نمی‌گیرد. این تنوع از حیث مواد نانو ساختار، خواص، سیستم‌های نانومتری و حتی روش‌های ساخت و قابلیت‌هایی است که در هر کاربرد به آن‌ها نیاز است. این فناوری می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی سلول‌های خورشیدی کمک کند. نانوالیاف، نانولوله‌ها، مواد متخلخل کاتالیستی و مواد جاذب، نقاط کوانتومی و حتی نانوکامپوزیت‌ها می‌توانند در سلول‌های خورشیدی مورد استفاده قرار بگیرند. در توسعه سیستم‌های انرژی زاه، علم مواد اهمیت بسیار زیادی دارد. زیرا مواد بیشترین هزینه‌ها و تأثیرات را در بازدهی این سیستم‌ها ایجاد می‌کنند. برای مثال فرایند تولید و به‌کاربردن سیلیکون که مهم‌ترین نیمه‌رسانایی است که از آن برای استخراج الکترون از نور خورشید استفاده شده است، بخش زیادی از هزینه‌های ساخت یک واحد سلول خورشیدی را به خود اختصاص می‌دهد.

کارایی یک سلول خورشیدی به این بستگی دارد که چه میزان از نور خورشید را جذب می‌کند و چه مقدار از آن منعکس شده و یا به صورت گرما در مدارهای سلول خورشیدی هدر می‌رود و در نهایت با چه بازدهی انرژی دریافتی را به الکتریسیته تبدیل می‌کند. تاکنون تحقیقات بسیار زیادی در مورد سلول‌های خورشیدی انجام گرفته و همچنان ادامه دارد. مشکل سلول‌های خورشیدی فعلی، هزینه بالا، گران بودن مواد و کارایی نسبتاً کم آن‌ها می‌باشد. این به آن معناست که انرژی خورشیدی چندین برابر گران‌تر از انرژی به دست آمده از مصرف سوخت‌های فسیلی می‌باشد. مهم‌ترین مشکل سلول‌های خورشیدی بازده اندک آن‌ها است. مشکلی که استفاده از نانو مواد به حل آن کمک می‌کند. سلول‌های خورشیدی جدید کارایی بالاتر از این سلول‌ها را نسبت به سیلیکون‌های مصرفی در صفحات خورشیدی امروزی ایجاد کرده‌اند. فناوری نانو گزینه‌های جدیدی مثل صفحات انعطاف پذیر را نیز ارائه دهد.



۴. نانو فناوری در سازه‌های مکانیکی و ساختمانی

تفاوت در خواص فیزیکی و شیمیایی نانو ذرات نسبت به نمونه‌های بالک ویژگی‌های منحصر به فردی را مانند عملکرد بهتر و کارکرد چندمنظوره بودن به مواد و مصالح ساختمانی می‌دهد. منظور از کارکرد چند منظوره، ظهور ویژگی‌های جدید و متفاوت نسبت به خواص مواد معمولی است، به گونه‌ای که مصالح بتوانند کاربردهای گوناگونی را ارائه کنند. تولید انواع کامپوزیت‌ها، سطوح خودتمیزشونده، بتن‌ها و رویه‌های پیشرفته نمای ساختمان از جمله کاربردهای فناوری نانو در تولید مصالح ساختمانی هستند.



نانو کامپوزیت‌ها

نانوکامپوزیت‌ها موادی هستند که ذراتی در مقیاس نانو را در قالب مواد استاندارد می‌مانند پلیمرها ترکیب می‌کنند. پلیمر به جسمی گفته می‌شود که از ترکیب مواد مشابه و از تکرار واحدهای ساختمانی یکنواخت ایجاد شده باشد.

با ترکیب نانوذرات می‌توان به ویژگی‌های خاصی دست یافت، یعنی می‌توان استحکام مکانیکی، دوام و رسانایی الکتریکی و گرمایی را برحسب نیاز تغییر داد. مزیت نانوذرات این است که حتی اضافه کردن مقدار زیادی از این مواد، وزن ماده مورد نظر را نیم تا ۵ درصد افزایش دهد که این مقدار تا حدی قابل چشم‌پوشی است. تاکنون نانوکامپوزیت‌های کمی وارد مرحله تجاری شده‌اند و بیشتر آن‌ها هنوز در مرحله آزمایش و بررسی قرار دارند. نانوکامپوزیت‌هایی که شامل نانوذراتی مانند فیلترها، نانوتیوب‌ها و نانوفیبرهای کربنی و گرافیت می‌شوند، استفاده گسترده‌ای در صنعت پلاستیک دارند.

الف) بتن با کارآبی بالا

یکی از چالش‌هایی که در رشته مصالح ساختمانی به وجود آمده است، بتن با عملکرد بالا (HPC) است. این نوع بتن مقاوم از نوع مصالح کامپوزیت بوده و از نظر دوام جزو مصالح کامپوزیت و چند فلزی مرکب و پیچیده است. خواص، رفتار و عملکرد بتن بستگی به نانو ساختار ماده زمینه بتن و سیمانی دارد که چسبندگی، پیوستگی و یکپارچگی را به وجود می‌آورد. بنابراین، مطالعات بتن و خمیر سیمان در مقیاس نانو برای توسعه مصالح ساختمانی جدید و کاربرد آن‌ها بسیار با اهمیت است. روش معمولی برای توسعه بتن با عملکرد بالا بیشتر شامل پارامترهایی از جمله طرح اختلاط بتن معمولی و بتن مسلح با انواع مختلف الیاف است. درباره بتن به طور خاص، علاوه بر عملکرد بادوام و خواص مکانیکی بهتر، بتن با عملکرد بالای چندمنظوره (MHPC) دارای خواص دیگری است، از جمله می‌توان خاصیت الکترومغناطیسی و قابلیت بکارگیری در سازه‌های اتمی (محافظت از تشعشعات) و افزایش موثر بودن آن در حفظ انرژی ساختمان‌ها و... را نام برد.

نانو سیلیس آمورف

در صنعت بتن، سیلیس یکی از معروف‌ترین موادی است که نقش مهمی در چسبندگی و پرکنندگی بتن با عملکرد بالا ایفا می‌کند. محصول معمولی همان سلیکیافیوم یا میکروسیلیکا است که دارای قطری حدود ۰٫۱ تا ۱ میلی‌متر و دارای اکسید سیلیس حدود ۹۰ درصد است. می‌توان گفت که میکروسیلیکا محصولی است که در محدوده بالای اشل اندازه نانومتر برای افزایش عملکرد کامپوزیت مواد سیمانی به کار برده می‌شود. محصول نانو سیلیس متشکل از ذراتی هستند که دارای شکل گلوله‌ای بوده و با قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر یا به صورت ذرات خشک پودر یا به صورت معلق در مایع محلول قابل انتشار هستند که مایع آن معمول‌ترین نوع محلول نانو سیلیس است، این نوع محلول در آزمایش‌های مشخص در بتن خودتراکم به کار گرفته شده است. نانو سیلیس معلق کاربردهای چندمنظوره مانند ضدسایش، ضدلغزش، ضدآتش و ضدانعکاس سطوح از خود نشان می‌دهد.

نانو ذرات رس

برخی از انواع نانوذرات در چسب‌های (ملات) مختلف و نحوه تاثیر آن‌ها بر ویژگی‌های کلیدی مرتبط با فرسایش بتن، مانند ممانعت از انتقال یون‌های کلر، مقاومت در برابر دی‌اکسیدکربن، پخش بخار آب، جذب آب و عمق نفوذ هدایت می‌شوند. نوعی حلال متشکل از رزین اپوکسی با وزن ملکولی پایین و نانوذرات رس، نتیجه امیدوارکننده‌ای را در این زمینه نشان داده است.

نانو ذرات اکسید آهن یا هماتیت

در صورت اضافه کردن نانوذرات اکسید آهن به ماتریس بتن علاوه بر افزایش مقاومت بتن، پایش سطوح تنش بتن را از طریق اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی برشی امکان‌پذیر می‌کند.

نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم

نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم هم برای بهبود ویژگی‌های بتن در نمای ساختمان‌ها به عنوان پوشش بازتاب‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نانوذرات از طریق واکنش‌های فوتوکاتالیتیسی قوی قادر به شکستن و تجزیه آلاینده‌های آلی، ترکیبات آلی فرار و غشای باکتریایی هستند، به همین دلیل برای ایجاد خاصیت ضدعفونی‌کنندگی به رنگ‌ها، سیمان‌ها و شیشه‌ها اضافه می‌شوند. بتن حاوی نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم دارای رنگ سفید و درخشندگی خاصی است و این درخشندگی را به‌طور موثری حفظ می‌کند. درحالی که ساختمان‌های ساخته شده با بتن معمولی بدون چنین ویژگی هستند.

نانو لوله‌ها

الیاف برای مسلح کردن و اصلاح عملکرد مکانیکی بتن به کار برده می‌شود. امروز از الیاف فلزی، شیشه‌ای، پلی‌پروپیلن، کربن و... در بتن برای مسلح کردن استفاده می‌شود. کربن ۶۰ و نانولوله‌های نوین دارای ساختاری هستند که آنها را از فولاد قوی‌تر و بسیار سبک می‌کند به طوری که می‌توانند خمیدگی و کشش را بدون شکستن تحمل کنند و در آینده جایگزین الیاف کربن خواهند شد که در کامپوزیت‌ها به کار برده می‌شوند. نانولوله‌ها باتوجه به پژوهش‌های انجام شده در مرکز تحقیقات بتن، دارای مقاومت کششی بیش از هر نوع الیاف بتنی شناخته شده هستند. این نانولوله‌ها خواص ویژه قابل‌ملاحظه حرارتی و الکتریکی از خود نشان می‌دهند، به طوری که هادی بودن آنها بیش از دو برابر الماس و هادی بودن الکتریکی آنها حدود ۱۰۰۰ برابر فلز مس است. نانولوله‌ها طبقه جدیدی از



محصولات هستند که انقلابی جدید در زمینه مصالح و مواد پیشرفته را به وجود آورده‌اند. یک نسل جدید از نانوکامپوزیت‌های چندمنظوره می‌توانند به عنوان نانولوله‌های کربنی در نقش الیاف مسلح‌کننده مناسب آن مواد مورد استفاده قرار گیرند.

نانو در تولید حسگرها

حسگرهای مبتنی بر فناوری نانو نیز می‌توانند کاربردهای زیادی در سازه‌های بتنی داشته باشند. برای کنترل کیفیت و دوام بتن، این حسگرها می‌توانند برای هدف‌های مختلفی مانند اندازه‌گیری چگالی، میزان افت بتن و پارامترهای موثر در دوام بتن نظیر دما، رطوبت، غلظت کلر، پی‌هاش، دی‌اکسیدکربن، تنش، خوردگی میلگردها و ارتعاش طراحی شوند.

ب) نانو در صنعت فولاد

فولاد یکی از فلزات بسیار مهم در صنعت ساخت‌وساز است. پژوهش‌ها نشان داده است اضافه کردن نانوذرات مس به فولاد از ناهمواری‌های سطحی فولاد می‌کاهد و در نتیجه تعداد عوامل افزایش‌دهنده تنش و ترک‌خوردگی‌های ناشی از خستگی سازه‌هایی مانند پل‌ها که در آنها بارگذاری به طور متناوب انجام می‌شود را محدود می‌کند.

پ) نانو در صنعت سیمان

تولیدکنندگان سیمان به تازگی دریافته‌اند که کاهش اندازه ذرات سیمان تا ابعاد نانومقیاس، موجب تسریع در سفت شدن آن می‌شود، از این رو گروهی از پژوهشگران سوئسی با استفاده از روش فاز گازی و سنتز به شیوه تزریق شعله‌ای، به روشی برای آماده‌سازی مستقیم و تک‌مرحله‌ای نوعی سیمان نانوذره‌ای از جنس نانوذرات سیلیکات کلسیم (همان ترکیب سیمان پورتلند معمولی) دست یافته‌اند که واکنش‌پذیری اولیه آن ۱۰ برابر بیش از سیمان‌هایی است که به روش معمولی تهیه شده‌اند، البته این سیمان بسیار متخلخل بوده و پایداری آن نسبت به سیمان‌های معمولی کمتر است و هنوز برای کارهای ساختمانی مدرن که مستلزم تحمل بار زیاد است، مناسب نیست.

این نانوسیمان برخلاف سیمان پورتلند معمولی، متناسب با دمای محیط، نانوذراتی با اندازه‌های مختلف (به‌طور متوسط یک‌سوم ذرات مشابه در سیمان معمولی) دارد، همچنین اندازه کوچک این ذرات موجب تغییر کامل رفتار هیدراسیون این سیمان شده و در نتیجه ضمن حفظ همان واکنش‌های ترمودینامیکی، واکنش‌های سینتیکی متفاوتی خواهد داشت.

هم‌اکنون از این نانو سیمان متخلخل در نوسازی یا عایق‌کاری در مواردی که نیاز چندانی به استحکام در برابر فشردگی ندارند و ترکیب آنها با مواد معمولی به بهبود سخت‌شوندگی آنها کمک می‌کند، استفاده می‌شود، همچنین این سیمان در کاربردهای هزینه‌بر کوچک‌مقیاس به‌ویژه اتصالات ساختمانی یا به‌صورت ترکیبی با فرمول‌های موجود که به تسریع کار آنها کمک می‌کند، کاربرد دارد.

ت) نانو پوشش‌های سنگ و چوب

این نانوپوشش‌های آنتی‌باکتریال، مقاوم در برابر آب، هوا، مواد ارگانیک و غیرارگانیک هستند و یکی از پوشش‌های اصلی صنعت ساختمان به‌شمار می‌روند. نانوپوشش‌های سنگ و چوب ترکیباتی هستند که ضمن حفظ ظاهر اصلی سطح باعث ایجاد نشدن چسبندگی در سطح شده و آب، چربی و سایر آلودگی‌ها را از سطح دفع می‌کنند. نانوپوشش‌های سنگ و چوب برای سطوح سنگی نفوذپذیر که خاصیت مکندگی دارند نیز موارد استفاده بسیاری دارند. ترکیبات این نانوپوشش‌ها شامل الماس، نقره، شیشه و سرامیک است و باتوجه به موارد مصرف ممکن است متفاوت باشند اما در بیشتر آنها فاز حامل آب و الکل است و ذرات آنها تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد مقاوم هستند.

کاربرد نانوپوشش‌های سنگ و چوب

این نانوپوشش‌ها علاوه بر استفاده در سطوح چوبی معمولی برای سطوح چوبی جلادار و رنگ شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سطوح چوبی جلادار ۳ ماه پس از اعمال جلا این نانوپوشش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای سطوح چوبی رنگ شده از نانوپوشش‌های چندمنظوره استفاده می‌شود.

ساختمان‌هایی که با سیمان‌های الیافی ساخته می‌شوند پس از مدتی به منبع لکه و کثیفی تبدیل می‌شوند. سیمان استفاده شده در نمای ساختمان‌ها، کثیفی‌ها و کپک‌ها را مکیده و با تاثیر نور خورشید آنها را به خوبی در داخل ماتریس جایگزین می‌کند. بکارگیری نانوپوشش‌های سنگ و چوب در نمای ساختمان باعث جلوگیری از نفوذ کثیفی‌ها، باکتری‌ها و... به داخل بافت پوشش نما شده و ظاهر اولیه نما را به خوبی حفظ می‌کند.

درخت‌های بزرگ اطراف ساختمان‌ها با به‌جا گذاشتن آثار خود روی سطوح ساختمان‌ها باعث می‌شوند نمای ساختمان‌ها به مرور زمان رنگ سبز درختان را به خود گرفته و برای تمیز کردن آنها باید از ابزار تمیزکننده با فشار پاشش بالا استفاده شود که باعث ایجاد حالت چسبندگی در سطح ساختمان پس از چند ماه می‌شود که در نتیجه سریع‌تر و آسان‌تر از گذشته کثیفی‌ها را جذب می‌کند. در این گونه موارد نیز استفاده از نانوپوشش‌های سنگ و چوب ضروری به نظر می‌رسد. بتن‌گازی و ماسه‌سنگ‌هایی که ساختار سفیدرنگی دارند و بیشتر در آتلیه‌ها و ایوان‌ها به کار می‌روند، کثیفی‌ها و چربی‌ها را جذب کرده و ظاهر آنها خیلی سریع به شکل نامطلوبی تغییر می‌کند. در این شرایط استفاده از تمیزکننده‌های با فشار بسیار قوی نیز کارساز نیستند. در صورت استفاده از نانوپوشش‌های سنگ و چوب هم به سطح اجازه تنفس داده می‌شود و هم از نفوذ مواد به سطح جلوگیری می‌شود و بدین ترتیب رنگ و ساختار اصلی سطح حفظ می‌شود. همچنین استفاده از نانوپوشش‌های سنگ و چوب باعث حفاظت ساختمان‌ها و مجسمه‌ها از تاثیرات محیطی شده و مانع از تغییر رنگ تدریجی در گذر زمان می‌شود.



ث) مواد نانو در تولید شیشه

نانوپوشش‌های شیشه در صنایع ساختمان و خودرو بیشترین کاربرد را دارند. برخی از کاربردهای مواد نانو در صنایع شیشه عبارتند از:

شیشه‌های خودتمیز شونده

این نوع نانوپوشش‌ها، با ضخامت چند نانومتر در سطح شیشه یک فیلم آبدوست (هیدروفیل) تشکیل می‌دهند که متاثر از نور خورشید یک فوتوکاتالیست تشکیل داده و در نتیجه آب جمع شده در سطح، در مقابل نیروی جاذبه زمین میزان آب هوا را روی خود افزایش داده و بدین ترتیب آب جمع شده در سطح پخش شده و به‌خودی خود امکان تمیز شدن را به‌وجود می‌آورد. نانوپوشش‌های استفاده شده روی شیشه پس از ۶ هفته خاصیت خودتمیزشوندگی را نشان می‌دهند. بنا به گفته متخصصان نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم موجود در این نانوپوشش‌ها دارای دو خاصیت است:

ویژگی آبدوست بودن بسیار بالا

خاصیت ضدعفونی‌کنندگی

نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم قادر به شکستن و تجزیه آلاینده‌های آلی است. این تاثیر پس از گذشت چند هفته در شیشه ایجاد می‌شود زیرا تیتانیوم دی‌اکساید باید در داخل ماتریس شیشه جایگزین شده و شیشه‌ها را از کثیفی‌های موجود رها کرده و سپس کثیفی‌های محیط را به صورت کاتالیتیک تجزیه کرده و از بین می‌برد. خاصیت پخش‌شوندگی مساوی آب در سطح باعث می‌شود بدون اینکه لکه‌ای باقی بماند سطح از کثیفی‌ها عاری شود.



شیشه‌های کنترل‌کننده انرژی

این نوع شیشه‌ها ضمن دارابودن تنوع در رنگ و سایر خصوصیات، می‌توانند با کاهش شدید امواج ماوراء بنفش و مادون قرمز عبوری و تنظیم عبور نور مرئی، در زمستان تا ۸۵ درصد و در تابستان تا ۸۰ درصد از هدر رفتن انرژی داخل ساختمان جلوگیری کرده و در صرفه‌جویی مصرف انرژی، نقش بسزائی داشته باشند.

شیشه‌های محافظ در برابر آتش

شیشه‌های محافظ در برابر آتش نیز یکی دیگر از دستاوردهای فناوری نانو است. این محصول از طریق قراردادن یک لایه شفاف محتوای نانوذرات سیلیس در میان دو صفحه شیشه‌ای ساخته می‌شود که هنگام گرم شدن شیشه این لایه شفاف تبدیل به محافظی سخت، تیره و مقاوم در برابر آتش می‌شود.



رنگ نانو

رنگ نانو عایق

رنگ نانو عایق محصولی است که با کمک فناوری نانو ضمن برآورده کردن مسائل زیست محیطی، عایق کاری حرارتی با پوشش لایه نازک را به همراه محافظت از خوردگی و مقاومت در برابر رطوبت و رشد کپک و قارچ، یکجا به ارمغان آورده است. استفاده از رنگ نانو عایق در ساختمان می‌تواند تا ۴۰ درصد موجب کاهش هزینه تجهیزات گرمایشی و سرمایشی شود. همچنین رنگ نانو عایق موجب افزایش عمر تاسیسات ساختمان می‌شود و در یک دوره میان‌مدت باعث کاهش هزینه‌های ساختمان از جمله رنگ‌آمیزی دوباره، هزینه‌های ناشی از صدمات رطوبت، نم و رشد کپک و قارچ و در نهایت هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی می‌شود.



رنگ‌های تصفیه‌کننده هوا

ناکسوت اولین رنگ تصفیه‌کننده هوا در جهان: محصولی که در این رابطه به تازگی اختراع شده و در حال حاضر به تولید صنعتی نیز رسیده‌است اولین رنگ تصفیه‌کننده هوا **ناکسوت** نام دارد. این محصول که حاصل تحقیقات گسترده از گروه کنسرسیومی به نام پیکادا از اتحادیه اروپا می‌باشد در کشور فیلیپین و با همکاری مستقیم کمپانی کریستال اکتیو از کشور انگلستان به تولید انبوه رسیده‌است. ناکسوت هوا را پاک می‌کند و طی یک واکنش شیمیایی، اکسیدهای سمی نیتروژن مانند مونوکسید نیتروژن و دی‌اکسید نیتروژن حاصل از احتراق موتور خودروها و فعالیت کارخانجات و نیروگاه‌ها و غیره را خنثی و بی‌ضرر می‌کند.

بکارگیری دی‌اکسید تیتانیوم نانو سبب خاصیت فتوکاتالیستی در ناکسوت شده‌است. این امر همچنین باعث خواص آنتی‌باکتریال، خودشویندگی و از بین بردگی بو در رنگ ناکسوت شده‌است. ناکسوت با تبدیل سطوح رنگ شده به تصفیه‌کننده هوا راهی مقرون به صرفه در رسیدن به هوای پاک تر برای همه مهیا کرده‌است.



(چ) نانو عایق پتویی

نانو عایق پتویی انقلابی در عایق‌کاری صنعتی است. این عایق قابل انعطاف بوده و ظاهری شبیه پتو دارد و از الیاف ویژه و سلیکاژل در فرآیندی خاص، در دما و فشار بحرانی و با استفاده از فناوری نانو تهیه شده است.



ه) فناوری نانو در مرمت آثار تاریخی

آزمایش‌ها نشان داده که واکنش مواد نانوسیلیس با هیدرواکسید کلسیم در مقایسه با میکروسیلیکا بسیار سریع‌تر انجام شده و مقدار بسیار کم این مواد همان تاثیر پوزلانی مقدار بسیار بالای میکروسیلیکا را در سنین اولیه دارند. تمام کارهای انجام شده روی کاربرد مواد نانوسیلیس کلوئیدی در بخش اصلاح خواص ریولوژی، کارپذیری و مکانیکی خمیر سیمان بوده است. آنچه در اینجا مطرح است نتیجه اولیه محصولات نانوسیلیس با قطری در محدوده ۵ تا ۱۰۰ نانومتر است.

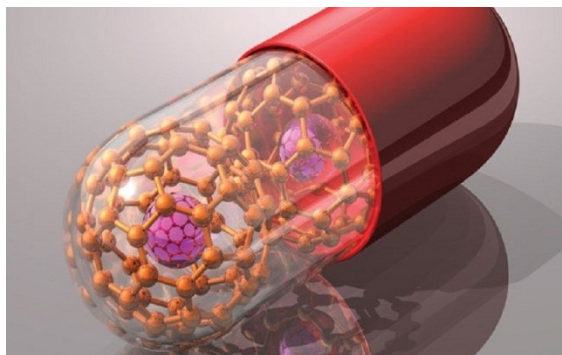
۵. نانو فناوری در پزشکی

پزشکی نانو در واقع کاربرد فناوری نانو در پیشگیری و درمان بیماری‌ها در بدن انسان است. این دانش در حالت تکامل این ظرفیت بالقوه را دارد که علم پزشکی را کاملاً دگرگون کند.

کاربردهای ثبت شده و آزمایشگاهی پزشکی نانو، آزمایش‌های تشخیصی، شیمی‌درمانی، پمپ‌های انسولین، تزریق‌های بدون سوزن، فعالیت‌های کمکی در بخش شنوایی، سنسورهای مختلف پزشکی و سیستم تحویل دارو در بافت‌های بدن هستند.

یکی از مشکلاتی که در حال حاضر در این بخش پیش روی محققان قرار گرفته است، درک اثرات ذرات نانو بر محیط‌های زیستی در بدن و میزان سمی بودن آنها درون بدن است. دولت‌های مختلف در سراسر جهان کارهای زیادی در این بخش انجام داده‌اند و تا سال ۲۰۰۶ حدود ۱۳۰ نوع دارو و سیستم تحویل دارو در بدن به ثبت رسیده که در آنها از فناوری نانو استفاده شده است.

انتظار می‌رود در آینده نزدیک فناوری نانو در بخش‌های مختلف پزشکی مانند بخش تحویل دارو به بافت‌های بدن، انواع و اقسام درمان‌ها و تصویربرداری‌های بسیار پر پیشرفته، انقلابی در علم پزشکی ایجاد کند.



سیستم تحویل دارو به بافت‌های بدن: در این بخش محققان به دسترسی بیولوژیکی بافت‌ها به انواع داروها توجه می‌کنند. منظور از دسترسی بیولوژیکی در اینجا میزان حضور مولکول‌های خاصی از دارو است، با توجه به اینکه آیا آنها در بافت‌های خاص بدن مورد نیاز هستند و اینکه دقیقاً در کجا بیشترین کارایی را خواهند داشت. این اهداف با استفاده از هدف‌یابی مولکولی به وسیله اجزایی که مهندسی نانو در آنها وجود دارد، قابل تحقق است.

سرطان: قابلیت‌های اجزای نانو در بخش تومورشناسی یکی از رویاهایی است که سال‌های سال محققان در آرزوی آن بوده‌اند. استفاده از این اجزا در تصویربرداری‌های پیشرفته می‌تواند تصاویری استثنایی از مناطقی که تومور در آنها ایجاد شده است، ارائه دهد. سایر این اجزا همچنین به محققان این امکان را داده است که آنها را تا حد امکان به تومورها نزدیک کنند و اطلاعات کافی از آنها به دست آورند. در تازه‌ترین تحقیقات محققان روی نانوذراتی کار می‌کنند که علاوه بر استفاده در عکسبرداری، از آنها می‌توان برای درمان مستقیم تومورها استفاده کرد.

تصویربرداری: تعقیب جریان‌ها در بافت‌ها به پزشکان این امکان را می‌دهد که ببینند جریان دارو به چه صورتی در بافت هدف انجام می‌گیرد. تعقیب بخشی از سلول‌ها در بدن سخت است و به همین خاطر دانشمندان آنها را رنگ می‌کنند. اما مشکل اینجاست که سلول‌هایی که باید تحت تابش طول‌موج‌های مختلف از خود نور بتابانند، همیشه یکنواخت عمل نمی‌کنند و این تصویربرداری‌ها را با مشکل روبه‌رو می‌کند. دانشمندان با استفاده از برخی ذرات نانو که به راحتی به فرکانس‌های مختلف واکنش‌های تعریف شده می‌دهند، می‌توانند این مشکل را حل کنند.



فناوری نانو مولکولی یکی از زیرمجموعه‌های فناوری نانو است که در آن به سازه‌های مولکولی توجه می‌شود؛ ماشین‌هایی که می‌توانند ماده را در بخش‌های اتمی و مولکولی بازتعریف کنند. این بخش از فناوری نانو کاملاً نظری است و به‌نظر سال‌ها طول می‌کشد تا به مرحله کاربرد برسد.

نانو روبات‌ها: نانوروبات‌ها وقتی که به مرحله کاربردی برسند دنیای علم پزشکی را دگرگون خواهند کرد. با کاربردی شدن این اجزا، نانوداروها با استفاده از آنها می‌توانند وارد بدن شوند، بخش‌های آسیب دیده را شناسایی یا درمان کنند. در این بخش به تازگی محققان در دانشگاه کارنگی ملون توانسته‌اند نانوموتوری تولید کنند که به راحتی درون رگ‌های انسان حرکت می‌کند. این اتفاق را می‌توان نقطه عطفی در بخش پیشرفت نانوموتورها دانست. نانوروبات‌ها هنگام کار در بدن می‌توانند توسط تصویربرداری ام‌آر‌آی دیده شوند. این نانوروبات‌ها ابتدا به بدن یک فرد تزریق می‌شوند و پس از آن به بافتی که برای آن تعریف شده است، می‌روند.

ماشین‌های تعمیر سلول: دکترها با استفاده از جراحی و داروها تنها بافت‌ها را تحریک می‌کنند که خود را التیام دهند. با استفاده از ماشین‌های سلولی این روند با دستورات مستقیم دیگر همراه خواهند بود. در این حالت با تزریق سوزن‌های خاصی که باعث کشته شدن سلول‌ها نخواهند شد، ماشین‌های سلولی به سلول تزریق می‌شوند. در این صورت نانوماشین‌ها می‌توانند با توجه به این واقعیت که سلول‌ها به مولکول‌های خارجی واکنش نشان می‌دهند باعث ایجاد تغییراتی در کارکرد سلول‌های بیمار شوند و آنها را مستقیماً برای بهبود تحریک کنند.