

فصل: نانوحسگرها

بخش ۳: کاربرد نانوحسگرها

نویسنده: محمد فرهاد پور

مقدمه

همانطور که در بخش‌های آموزشی پیشین گفته شد نانوحسگر وسیله‌ای بسیار ریز است که قادر به شناسایی و ارائه پاسخ به محرک‌های فیزیکی و شیمیایی در مقیاس نانومتر است. نانوحسگرها کاربردهای متعددی در صنایع مختلف از قبیل بیوپزشکی، محیط زیست، ارتباطات و تولید مواد هوشمند یافته‌اند. در ادامه به چند مورد اشاره خواهد شد.

۱- غبارهای هوشمند جهت کنترل آلودگی هوا

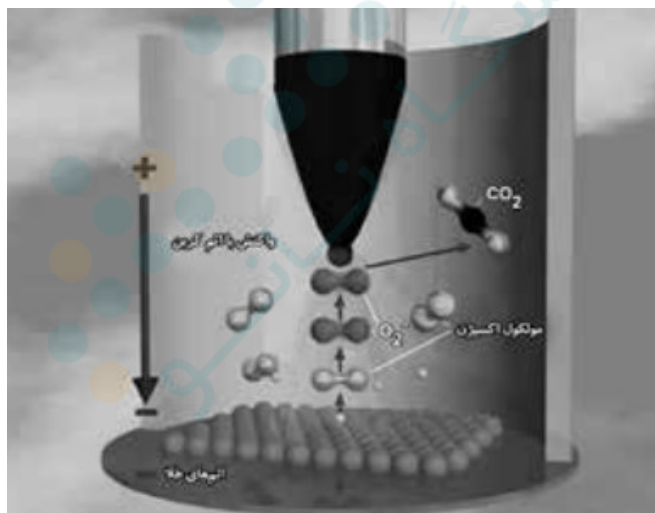
یکی از نیازهای مهم و اساسی در ارتباط با کنترل آلودگی محیط زیست، پایش مستمر آلودگی هوا است. با استفاده از نانوحسگرها پیشرفت موثری در زمینه‌ی کنترل آلودگی هوا صورت گرفته است. با اختراع اولین نمونه‌های غبار هوشمند، تولید این گونه حسگرها به مرحله‌ی کاربرد عملی نزدیک شد. هدف اصلی از ساخت غبارهای هوشمند، تولید مجموعه‌ای از حسگرهای پیشرفته به صورت نانورایانه‌های بسیار سبک است. این نانوحسگرها به راحتی ساعت‌ها در هوا معلق باقی می‌مانند. این ذرات بسیار ریز از سیلیکون ساخته می‌شوند و می‌توانند از طریق فرستنده‌ی موجود در خود، اطلاعات جمع‌آوری شده را به یک پایگاه مرکزی ارسال کنند. سرعت انتقال اطلاعات در نمونه‌های اولیه حدود یک کیلوبایت در ثانیه است.

۲- نانوحسگرهای گازی

ساخت نانوحسگرهای گازی یکی از موضوعات قابل توجه در دهه‌های اخیر به جهت کاربردهای فراوان آنها در صنایع مختلف غذایی، شیمیایی، بهداشتی، نظامی و حتی تحقیقات فضایی بوده است. نشت گازهای مهلک یکی از خطرات روزمره زندگی صنعتی است. متأسفانه هشداردهنده‌های موجود در صنعت اغلب بسیار دیر موفق به

شناسایی این گونه گازهای ناشی می‌شوند. نمونه‌هایی از این نوع حسگرها از نانولوله‌های تک‌لایه به ضخامت حدود یک نانومتر ساخته شده‌اند و می‌توانند مولکول‌های گازهای سمی را جذب کنند. آنها همچنین قادر به شناسایی تعداد معدودی از مولکول‌های گازهای مهلک در محیط هستند. این گونه حسگرهای گازی برای شناسایی گازهای آمونیاک و دی‌اکسید نیتروژن که از جمله گازهای سمی به شمار می‌روند، با موفقیت آزمایش شده‌اند.

همچنین طی سال‌های اخیر نانوحسگرهای اکسیدهای فلزی توجه زیادی را در حوزه علوم پایه و کاربردی به خود جلب کرده‌اند. این حسگرها عمدتاً از نیمه هادی‌های اکسید فلزی همچون نانو اکسید قلع، نانو اکسید روی و نانو اکسید مس ساخته می‌شوند. نمونه‌ی آزمایشی این حسگرها قادر به شناسایی آبی مولکول‌های آمونیاک و دی‌اکسید نیتروژن در غلظت ۲۰ ppm (یعنی ۲۰ قسمت در یک میلیون قسمت) شده است. محققان مدعی‌اند که این حسگرها برای شناسایی به‌هنگام گازهای بیوشیمیایی جنگی، آلاینده‌های هوا و حتی مولکول‌های آلی موجود در فضا کاربرد خواهند داشت.



شکل ۱: نانوحسگر گازی: این تصویر، سازوکار اندازه‌گیری گاز CO_2 را نشان می‌دهد

۳- کاربرد نانوحسگرها در بسته بندی مواد غذایی

نانوحسگرها در بسته بندی مواد غذایی با عنوان برچسب یا پوشش اضافه می‌شوند که باعث حصول اطمینان مصرف کننده از لحاظ یکپارچگی بسته بندی از طریق تشخیص نشت (برای مواد غذایی بسته بندی شده تحت

خلاء و یا گاز بی اثر)، شناساگرهای تغییرات دما-زمان (منجمد شدن - خروج از انجماد - انجماد دوباره) و یا ایمنی میکروبی (فساد مواد غذایی) می شود.

با استفاده از فناوری نانو امکان ساخت نانوحسگرهایی وجود دارد که قابلیت استفاده در چرخه های تولید مواد غذایی و همچنین در بسته بندی غذایی به منظور تشخیص میکروارگانیسم های مختلف را دارند. این حسگرها علاوه بر حساسیت بالا، زمان تشخیص را نیز کاهش می دهند.

نانوحسگرها همچنین قادر به تشخیص ویروس قبل از تکثیر آن هستند. برخی از قابلیت های بالقوه ی نانوحسگرهای زیستی عبارتند از: تشخیص آلودگی های بیماری زا، شرایط محیطی (روشنایی و تاریکی، سردی و گرمی، خشکی و رطوبت) و ترکیب های حساسیت زا.

به طور کلی، اهدافی که از ترکیب فناوری نانوحسگرها با فیلم های بسته بندی دنبال می شود عبارتند از: یافتن اکسیژن، ارائه زمان و تاریخ، نمایش رشد میکروب، یافتن اتیلن، نمایش شوک های فیزیکی، گرمایش و سرمایش ماده غذایی، نمایش نشت یا فساد میکروبی، جذب بو و طعم و افزایش آنها و جذب رطوبت.

۴- کاربرد نانوحسگرها در کشاورزی

با استفاده از این حسگرها شناسایی مقادیر بسیار کم آلودگی شیمیایی یا ویروس و باکتری در سامانه های کشاورزی و غذایی ممکن است. تحقیقات در زمینه ی نانو ابزارها جزء پژوهش های علمی به روز دنیاست.

۵- کاربرد نانوحسگرها در پزشکی

معروف ترین مثال از نانوحسگرها که در پزشکی استفاده می شود کادمیم سلنید (CdSe) است. این ترکیب برای تشخیص تومورهای سرطانی با استفاده از ویژگی های فلورسانس عمل می کند.

همچنین از میان این حسگرها می توان به حسگر بر پایه نانوسیم ها اشاره کرد که آسیب های ناشی از تشعشع را در فضاوردان تشخیص می دهد. این نانوحسگرها در سلول های خونی قرار داده می شوند.

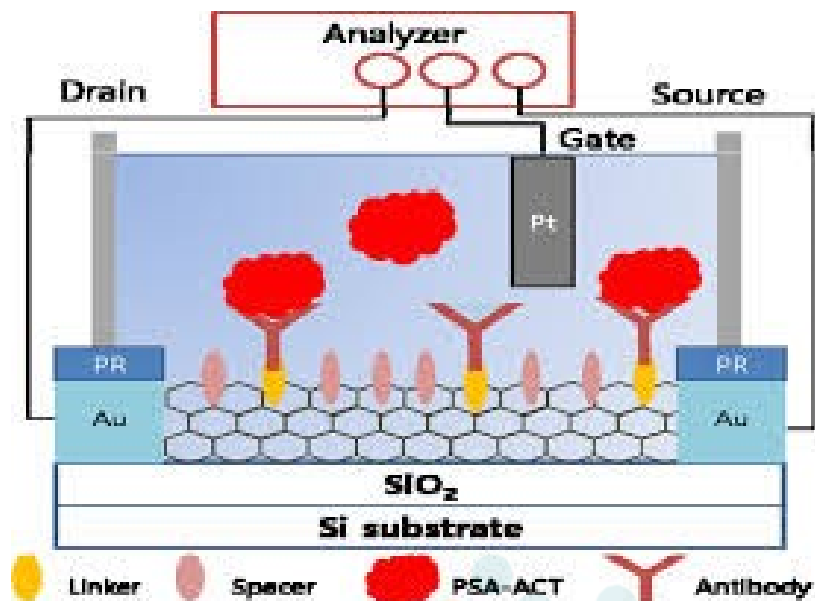
همچنین آزمایشگاه روی تراشه (LOC) دستگاهی است که از یک یا چند عملگر آزمایشگاهی روی یک تراشه به ابعاد چند میلی‌متر یا سانتی‌متر مربع تشکیل شده است و با حجم‌های بسیار کم مایعات سروکار دارد و اطلاعات موردنظر زیادی را می‌تواند از یک نمونه به ما بدهد.

۶- استفاده از نانوسیم‌های نیمه هادی برای تعیین عناصر

این حسگرها قادر به تعیین یک گستره وسیع از بخارهای شیمیایی هستند. وقتی که پیوند مولکولی بین گاز مورد تجزیه و نانوسیم‌های ساخته شده از مواد نیمه رسانا برای مثال اکسید روی (ZnO) ایجاد می‌شود، هدایت سیم تغییر می‌کند. مقدار تغییر هدایت نانوسیم به میزان اتصال مولکول به سطح نانوسیم بستگی دارد. برای مثال، گاز دی‌اکسید نیتروژن هدایت نانو سیم را کاهش می‌دهد و منواکسید کربن هدایت را افزایش می‌دهد.

۷- نانولوله‌های کربنی و نانوسیم‌ها برای شناسایی باکتری و ویروس

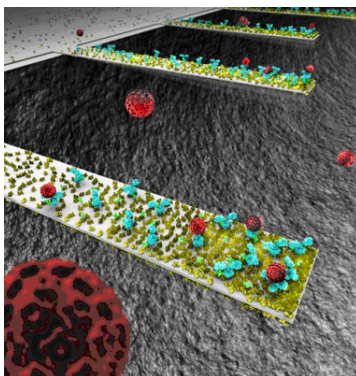
این مواد اغلب می‌توانند برای شناسایی باکتری یا ویروس استفاده شوند. ابتدا نانولوله کربنی با اتصالات آنتی بادی عامل‌دار می‌شود. وقتی که باکتری یا ویروس با آنتی بادی پیوند برقرار می‌کند، هدایت نانولوله تغییر می‌یابد. در روش دیگر نانولوله به فلز متصل می‌شود و یک ولتاژ از آن عبور می‌کند. وقتی یک باکتری یا ویروس با نانولوله پیوند برقرار می‌کند، جریان تغییر می‌یابد و یک سیگنال تولید می‌شود. دانشمندان معتقدند که این روش، یک روش سریع برای تشخیص باکتری است.



شکل ۲: نمونه‌ای استفاده از نانولوله‌ی کربنی تک دیواره به عنوان نانوحسگر

۸- نانوحسگرهای مولکولی مکانیکی

این وسیله جهت توسعه حسگرهایی که قادر به تعیین یک مولکول هستند، استفاده می‌شوند. در این حسگرها وقتی که مولکول مورد تجزیه بر نوسانگر کانتیلیور (انبرک) قرار می‌گیرد، در فرکانس رزونانسی کانتیلیور تغییر ایجاد می‌شود. پوشش دادن کانتیلیور با مولکول‌های پذیرنده‌ای مانند آنتی بادی‌ها (که می‌توانند به صورت اختصاصی با باکتری، ویروس یا برخی زیست‌مولکول‌ها پیوند برقرار کنند)، کارایی سامانه را افزایش می‌دهد. کانتیلورها سکوه‌ای فنری در اندازه‌های نانو و میکرو هستند و بر مبنای انحراف سکو و یا تغییر فرکانس رزونانسی حاصل در سطح کانتیلیور عمل می‌کنند.



شکل ۳: نانوحسگر مکانیکی شامل آرایه‌ای از کانتیلیورها برای شناسایی مولکولی

۹- کاربرد نانوحسگرها در پارچه‌های هوشمند

نانولوله‌های کربنی جهت تهیه حسگرها در پارچه‌ها استفاده می‌شوند. از آنجا که ماهیت نانولوله‌ها توخالی است، تحت فشار خارجی قطر نانولوله‌ها تغییر می‌کند. با سنجش این فشار شعاعی، فشار وارد شده بر روی نانولوله‌ها قابل اندازه‌گیری است.

همچنین از نانولوله‌های کربنی جهت ساخت حسگر حرارتی جهت استفاده در پارچه‌های هوشمند استفاده شده است. با تغییرات دمایی، قطر و طول لوله تغییر می‌کند. همچنین ضریب انبساط حرارتی نانولوله‌های کربنی تک دیواره در جهت محوری و شعاعی متفاوت هستند و وابسته به دما است.

۱۰- استفاده از نانو حسگرها برای تشخیص ترکیبات آب و پساب

به طور کلی به منظور کنترل بوی ناخوشایند، لازم است تا اندازه‌گیری‌هایی مبنی بر میزان بوی منتشر شده انجام شود. ترکیبات بسیاری در بوهای ناشی از تصفیه‌ی پساب شناسایی شده‌اند. به طور نمونه این ترکیبات عبارتند از: ترکیبات کاهش یافته‌ی گوگرد یا نیتروژن، اسیدهای آلی، آلدئیدها یا کتون‌ها.

در سال‌های اخیر حسگرهای تجاری تحت مجموعه‌ای که بینی (Nose) الکترونیکی نامیده می‌شوند ارائه شده است. از این حسگرها برای شناسایی میکروارگانیزم‌ها و فلزات سنگین در آب آشامیدنی (مانند کادمیوم، سرب و روی) استفاده می‌شود. همچنین به منظور شناسایی و تعیین مشخصات بوهای ناشی از مخلوط بخار جمع شده در بالای یک جامد یا مایع موجود در یک محفظه‌ی دربسته نیز چنین تجهیزاتی تولید شده‌اند. این حسگرها روش سریع‌تر و نسبتاً ساده‌ای را برای پیگیری تغییرات در کیفیت آب و فاضلاب صنعتی فراهم می‌آورند.

منابع:

کتاب مجموعه مقالات سایت باشگاه نانو

مقالات سایت آموزش ستاد نانو

ماهنامه فناوری نانو شماره ۴ تیر ۱۳۸۹