

مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۱۶

نانوحسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول خون (تعیین میزان قند، چربی و...)

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست

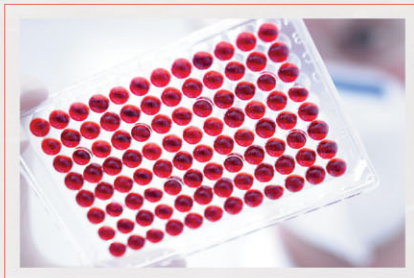




فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم های جدید با کنترل در سطوح ملکولی و بهره برداری از خواص و پدیده های این بعد است. شواهد نشان می دهد که درصد بسیار بالایی از محصولات آینده متکی بر فناوری نانو خواهد بود. فناوری نانو کاربردهایی را به منصه ظهور می رساند که بشر از انجام آن به کلی عاجز بوده است. این فناوری می تواند کیفیت زندگی انسان را تا حدود زیادی بهبود بخشد.

حسگر

حسگر در حقیقت، ابزار و یا ماده ای است که بتوان با آن یک یا چند پدیده فیزیکی یا شیمیایی خاص را بر اساس ایجاد یک سیگنال ویژه تشخیص داد. در حسگرهای شیمیایی معمولاً می توان به حضور و یا عدم حضور یک گونه (با نام تخصصی آنالیت^۱ شناخته می شود) و یا به غلظت آن پی برد. تاکنون، پیشرفت های چشم گیری در زمینه حسگرها صورت گرفته است و عملکرد حسگرها از روش های بسیار متنوعی برای تشخیص آنالیت ها پیروی می کنند. در کنار تلاش ها برای دستیابی به حسگرهای دقیق و حساس تر، دو هدفی که در رشد و بهبود حسگرها مورد توجه است، بهبود قابلیت گزینش پذیری^۲ و ایجاد توانایی در حسگر جهت اندازه گیری هم زمان چند گونه^۳ می باشد. گزینش پذیری بالاتر به معنی تشخیص انتخابی گونه مورد نظر و بی تفاوتی حسگر نسبت به سایر گونه های مزاحم است. امروزه به نقش فناوری نانو در پیشبرد اهداف حسگرها



به خوبی پی برده شده است. به نظر می رسد، توسعه و سرمایه گذاری در صنعت نانوحسگرها در حوزه پزشکی و سلامت به دلیل کاربرد گسترده خود، بیش از دیگر حوزه ها باشد. استفاده از نانوحسگرها در حوزه پزشکی می تواند در تولید سیستم های تشخیصی ارزان قیمت و چند کاناله^۴ با قابلیت پردازش و تحلیل داده ها، موثر واقع شود.

اهمیت نانوحسگرها جهت آزمایش های بیوشیمیایی خون

نانوحسگرهای تشخیصی خون به دلیل کوچک بودن، قابل حمل بودن و سریع بودن آزمایش ها، تحولی عظیم را در حوزه سلامت به وجود خواهد آورد. چرا که این نوع از حسگرها می توانند چندین نوع



از ترکیبات شیمیایی خون و یا عوامل بیماری‌زا را به راحتی شناسایی کنند. این نوع از حسگرها این قابلیت را دارند که در مطب پزشک و یا در خانه به راحتی مورد استفاده قرار گیرند و نیازی به استفاده از آزمایشگاه‌های گران‌قیمت پزشکی نباشد. همچنین برخی از این حسگرها می‌توانند در زیرپوست قرار گیرند و نتایج حاصل از آنالیز ترکیبات شیمیایی مهم (مثل قند خون بیماران دیابتی) را به یک سیستم الکترونیکی مثل گوشی همراه انتقال دهند.

حسگرهای تشخیصی خون

آزمایش‌های خون عادی معمولاً بین ۶ تا ۱۵۰ دلار هزینه خواهد داشت که وابسته به نوع آنالیز می‌باشد. یکی از بزرگترین چالش‌ها در آزمایشگاه‌های خون، آماده‌سازی و حذف مزاحمت‌ها برای بررسی یک گونه است. این کار، آزمایش را زمان‌بر خواهد کرد که گاهی مواقع به چندین روز می‌انجامد. در مقایسه، نانوحسگرها این امکان را می‌دهند که غلظت آنالیت را در زمان بسیار کمتری اندازه‌گیری کنیم و نیاز کمتری به آماده‌سازی نمونه باشد. عملکرد نانوحسگرها می‌تواند بر مبنای نانوذرات عامل دار شده فلزات نجیب^۵، نانوذرات مغناطیسی، مواد لومینسانس^۶ و یا فلونورسانس^۷ باشد. همچنین نانوپلیمرهای زیست‌سازگار نیز در ساختار این حسگرها به کار رفته‌اند و به طور بسیار گزینش‌پذیر عمل می‌کنند. همچنین می‌توان بازده و حساسیت بسیاری از دستگاه‌های آزمایشگاه تست خون را توسط فناوری نانو



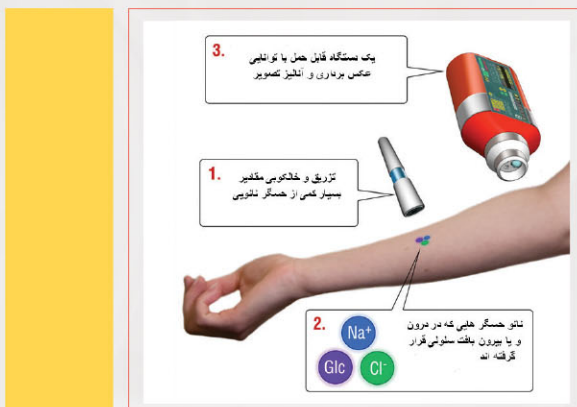
شکل ۱. یک آزمایشگاه روی تراشه برای اندازه‌گیری هم‌زمان چند آنالیت در خون.

بهبود داد. برای مثال می‌توان از الکترودهای اصلاح شده با نانوذرات و یا ستون‌های کروماتوگرافی محتوی نانو ذرات نام برد. اندازه‌گیری هم‌زمان گونه‌ها بر روی یک تراشه کوچک و استفاده از مقادیر بسیار کم خون یکی دیگر از اهداف نانوحسگرهای تشخیصی می‌باشد که مورد توجه سرمایه‌گذاران این حوزه قرار گرفته است. به این سامانه‌ها آزمایشگاه روی تراشه^۸ می‌گویند (شکل ۱). این نوع از

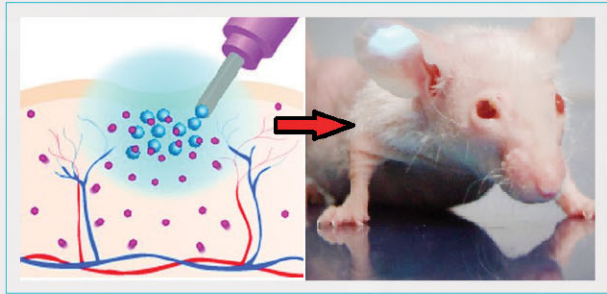
حسگرها در آزمایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها و حتی مطب پزشکان بسیار کاربردی خواهند بود و حالت‌های اتوماتیک آن نیز وارد بازار خواهد شد. روش‌های نوین لیتوگرافی^۹ این امکان را می‌دهد که الگوهایی در ابعاد نانو و با جایگاه‌های فعال بیشتری بر روی تراشه قرار گیرد. همچنین استفاده از نانولوله کربنی^{۱۰} به عنوان انتقال‌دهنده سیگنال، در این تراشه‌ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

نانوحسگرها در جهت کمک به بیماران دیابتی

بیماری دیابت به تنهایی در آمریکا، زندگی نزدیک به ۲۴ میلیون نفر را درگیر کرده است. آمار بالای بیماران دیابتی به دلیل سبک زندگی مدرن، با سرعت بسیار بالا و هشداردهنده‌ای رو به افزایش است. از این رو خلل وجود سامانه‌های پیشگیرانه اندازه‌گیری قند خون کاملاً احساس می‌شود. آزمایش‌های قند خون در موارد خاص، به دلیل هزینه بالا و وقت‌گیر بودن معمولاً با فواصل زمانی زیاد انجام می‌گیرد. بنابراین هنوز فناوری‌هایی که بتوانند به عنوان سامانه پیشگیرانه کنترل خانگی عمل کنند به مرحله تولید انبوه نرسیده است. در حال حاضر، حسگرهای تشخیصی گلوکز خون می‌توانند با سوراخ کردن نوک انگشتان دست، مقدار گلوکز را تعیین کنند اما مشکل در این خواهد بود که هزینه این نوع سنسورها بالا است، با درد همراه خواهد بود و بیمار باید سوراخ کردن نوک انگشتان را روزانه دو تا چهار بار انجام دهد. انتظار می‌رود که شدت سیگنال در نانومواد به دلیل افزایش سطح و در نتیجه آن افزایش تماس کاتالیزورهای آنزیمی بیشتر شود و بتوان نانوحسگرهای تشخیص قند خون بسیار کوچکتری را تولید کرد. این امکان وجود دارد که نانوحسگرهای تشخیصی قند خون به راحتی در بدن قرار گیرند و زمانی که قند خون به مرحله هشداردهنده‌ای می‌رسد (حتی در مواقعی که بیمار خواب است) به رایانه درمانگاه و یا تلفن همراه بیمار گزارش دهد. در حال حاضر، گرافن^{۱۱} و نانولوله کربنی به دلیل قابلیت در ساخت نانوحسگرهای الکترونیکی با اندازه بسیار کوچک و بازده بالا بسیار مورد توجه هستند. همچنین می‌توان با استفاده از خالکوبی‌های هوشمند^{۱۲}، وضعیت قند خون بیمار را به صورت تغییر رنگ نمایش داد (شکل ۲). جدول ۱ انواع حسگرهای قند خون اصلاح شده با نانومواد را نشان می‌دهد.



«خالکوبی
نانوحسگرهای رنگی و
آنالیز داده‌ها از طریق
دستگاه عکس برداری



« شکل ۲. تزریق نانوحسگرهای فلئورسانس کننده به پوست موش دیابتی تا در هنگام هشدار، بدرخشد

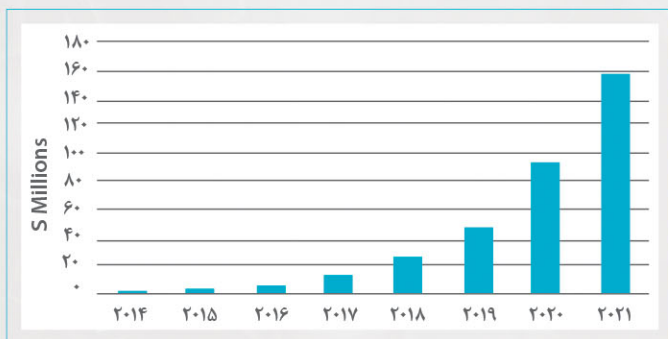
جدول ۱. انواع حسگرهای نوین تشخیص قند خون با کمک فناوری نانو

مزایا و فرصت‌ها	طراحی	نوع حسگر قند خون
نیازی به گرفتن خون بیمار نیست و در همه حالات همراه بیمار خواهد بود. همچنین برای مهندسی ورزش می‌تواند بسیار مفید باشد.	نانومادی که مانند خالکوبی در زیر پوست قرار می‌گیرند و می‌توان تغییرات رنگ را توسط گوشی همراه آنالیز کرد.	خالکوبی هوشمند
می‌تواند از طریق بی‌سیم به دستگاه‌هایی مانند تلفن همراه وصل شده و عملکرد روزانه و هفتگی را آنالیز و تحلیل کند.	حسگری که می‌تواند در زیر پوست قرار گیرد و دارای نانوتانسیل سنچ و تراشه نانوفرستنده باشد.	زیست حسگرهای بسیار کوچک (نیم میلی متری)
مناسب برای کودکان و یا افراد مسن که سوراخ کردن پوست و یا ایجاد درد، برایشان راحت نیست و لازم است بدون هیچ زحمتی قند خون را تشخیص داد.	میله نازکی که با قرارگیری در مایعاتی به غیر از خون مثل بزاق، اشک و یا ادرار، میزان گلوکز را تعیین کند.	میله و سوزن شناساگر قند خون بیماران دیابتی
این دماسنج مقادیر بسیار کم استون را در حالت عادی تنفس انسان اندازه‌گیری کرده و می‌توان برای کنترل مداوم قند خون در بیمارستان‌ها از طریق لوله تنفسی استفاده کرد.	با آنالیز مستقیم استون از طریق تنفس، می‌توان به صورت غیرمستقیم به میزان گلوکز خون پی برد.	فناوری دماسنج

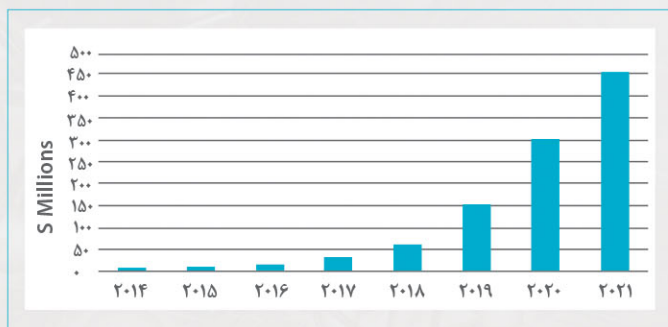
چشم‌انداز نانوحسگرها در زمینه آزمایش‌های خون

گسترده‌ترین بازار مربوط به نانوحسگرهای حوزه سلامت و پزشکی خواهد بود که بخش عمده آن را نانوحسگرهای تشخیصی خون تشکیل می‌دهند. احتمال می‌رود که بازار نانوحسگرهای تشخیصی خون بالغ بر ۱۵۷/۹۷ میلیون دلار در سال ۲۰۲۱ باشد (شکل ۳) و همچنین سهم بازار نانوحسگرها در حوزه تشخیص قند خون بیماران دیابتی به تنهایی، از ۰/۰۲ درصد در سال ۲۰۱۴ به ۱/۵ درصد در سال ۲۰۲۱ برسد که معادل ۴۵۷/۱ میلیون دلار تخمین زده می‌شود (شکل ۴).

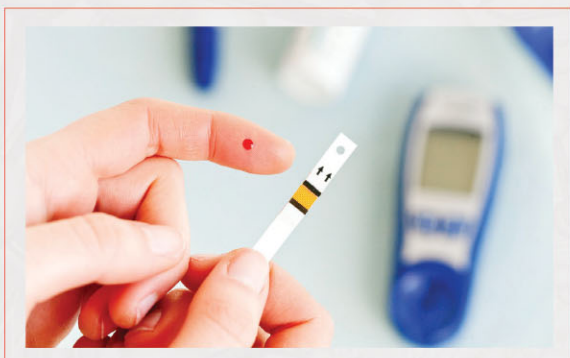
» شکل ۳. بازار نانوحسگرهای تشخیصی مواد بیوشیمیایی متداول خون به جز نانوحسگر قند خون بیماران دیابتی



» شکل ۴. بازار نانوحسگرهای تشخیص قند خون بیماران دیابتی



فعالیت و پژوهش‌های مربوط به نانوحسگرهای تشخیصی خون در ایران



هرچند که هنوز در ایران، شرکت‌هایی که تولیدکننده نانوحسگرهای تشخیصی آزمایش‌های بیوشیمیایی خون باشند، معرفی نشده‌اند. اما در زمینه پژوهش نانوحسگرها، موفقیت‌های بسیاری در سراسر ایران صورت گرفته است. به عنوان مثال تحقیقات مربوط به اندازه‌گیری قند

خون به روش غیر آنزیمی با استفاده از نانوحسگرها توسط محققان ایرانی را می‌توان یکی از روش‌های ارزان‌قیمت جهت صنعتی شدن معرفی کرد. همچنین پژوهش‌های مربوط به اندازه‌گیری هپارین خون توسط دانشگاه‌های شیراز و کرمانشاه بسیار مورد توجه موسسه NanoMarket قرار گرفته است.

شرکت‌های فعال خارجی در حوزه نانوحسگرهای تشخیصی خون

شرکت‌های زیادی در زمینه تحقیقات مربوط به نانوحسگرهای تشخیصی خون سرمایه‌گذاری کرده‌اند اما تعداد معدودی از این شرکت‌ها محصول خود را نهایی کرده‌اند. برخی از شرکت‌ها نانوذرات عامل‌دار شده‌ای تولید کرده‌اند که بتوان در محصولات دیگر شرکت‌ها و یا در روش‌های آزمایشگاه تشخیصی مورد استفاده قرار گیرند، به عنوان مثال شرکت‌های Renishaw Diagnostics, LamdaGen Corporation و Ted Pella نانوذرات عامل‌دار شده بر مبنای خاصیت پلاسمونیک ذرات جهت آزمایشگاه‌های تشخیصی تولید می‌کنند. از جمله شرکت‌های موفق فعال در این حوزه می‌توان به شرکت GlucoMon اشاره کرد



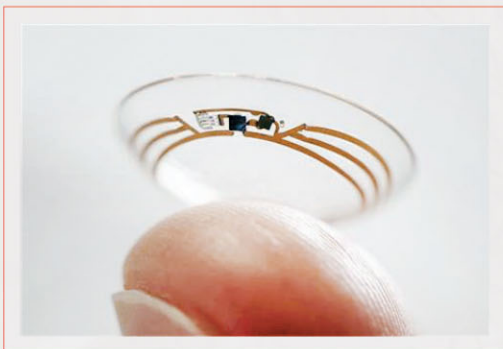
شکل ۵. حسگر تشخیصی قند خون بی‌سیم از طریق تماس با اشک

که در سال ۲۰۰۶ حسگرهای قند خون را با توانایی ارتباط از طریق بی‌سیم به درمانگاه و بیمارستان تولید و با نام تجاری One-Touch Ultra BG روانه بازار کرده است. پژوهشکده IMS Fraunhofer در آلمان در زمینه زیست‌حسگرها و ریزتراشه‌های تشخیص قند خون فعالیت گسترده‌ای دارد. همچنین شرکت هلندی NovioSense با همکاری پژوهشکده IMS Fraunhofer موفق به تولید حسگرهای تشخیص قند خون در ابعاد کوچک شده‌اند که با قرار گرفتن در

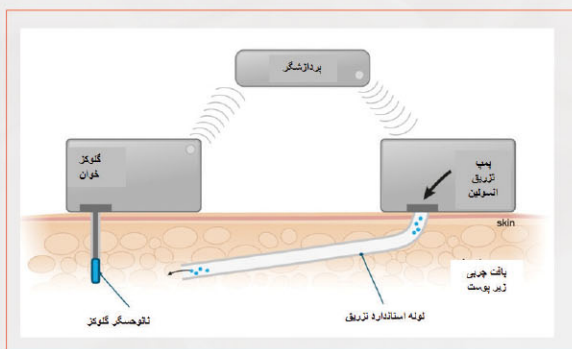
مجاورت اشک، میزان قند خون را اندازه گرفته و اطلاعات را از طریق بی‌سیم به رایانه انتقال می‌دهد (شکل ۵).

همچنین شرکت Google لنز چشمی تولید کرده که با کمک نانوحسگرها بتواند گلوکز خون را اندازه‌گیری نماید (شکل ۶). کنترل لحظه‌به‌لحظه انسولین تزریق شده به خون نیز یکی از اهداف کاربردی نانوحسگرها می‌باشد. شرکت JOANNEUM RESEARCH HEALTH پروژه‌ای تحت عنوان SPIDIMAN را با سرمایه‌گذاری ۶ میلیون یورویی توسط بنیاد تحقیقات و نوآوری اتحادیه اروپا به اجرا گذاشته است. در این پروژه، نانوحسگر، میزان قند خون بیمار دیابتی را تشخیص داده و به صورت بی‌سیم به پردازنده اطلاع می‌دهد و پردازشگر با توجه به شرایط بدنی بیمار، به پمپ متصل بر روی پوست بیمار اطلاع داده تا چه میزان انسولین را به بدن تزریق کند (شکل ۷). همچنین

گروه تحقیقاتی پرفسور Joseph Wang از دانشگاه California San Diego اختراعات زیادی را در زمینه خالکوبی‌های تشخیصی، مثل حسگرهای اسید لاکتیک، به ثبت رسانده است که مورد توجه بسیاری از سرمایه‌گذاران و شرکت‌های بزرگ تولیدی واقع شده است.



» شکل ۶. لنز چشمی جهت تشخیص قند خون بیماران دیابتی



« شکل ۷. سیستم کنترل تزریق انسولین

جمع‌بندی

نانوحسگرها به دلیل خصوصیات منحصر به فرد خود، نظیر کوچک بودن، قابل حمل بودن و سریع بودن آزمایش‌ها، تحولی عظیم را در حوزه سلامت به خصوص برای بیمارانی نظیر مبتلایان به دیابت به وجود خواهد آورد. گسترده‌ترین بازار نانوحسگر در آینده مربوط به حسگرهای حوزه سلامت و پزشکی خواهد بود که بخش عمده آن را نانوحسگرهای تشخیصی خون تشکیل می‌دهند. احتمال می‌رود که بازار نانوحسگرهای تشخیصی خون در سال ۲۰۲۱ بالغ بر ۱۵۷/۹۷ میلیون دلار باشد. شرکت‌های زیادی در خارج از کشور بر این تجهیزات سرمایه‌گذاری کرده و در برخی موارد محصولات خود را نیز تجاری‌سازی و عرضه نموده‌اند. در کشور ما نیز تحقیقات بسیار خوب و مورد توجهی در این زمینه انجام می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

- 1 Analyte
- 2 Selectivity
- 3 Simultaneous sensing
- 4 Multichannel
- 5 Functionalized noble metal nanoparticles
- 6 luminescent
- 7 Fluorescent
- 8 Labs-On-a-Chip
- 9 Lithography
- 10 Carbon nano tube
- 11 Graphene
- 12 Smart tattoo
- 13 موسسه Nanomarket به ارائه گزارش‌های تحلیلی از بازار فناوری و صنایع مربوطه در زمینه مواد پیشرفته، تجهیزات انرژی و الکترونیک می‌پردازد. (<http://nanomarkets.net>)

مراجع

- 1 NanoMarkets Report, Nanosensor Markets 2014, Nano-701.
- 2 Topics in Fluorescence Spectroscopy for Glucose Sensing. C.D.Geddes, J.R.Lakowicz, Springer Science+BusinessMedia, Inc, V: 11 (2006).
- 3 Towards Smart Tattoos: Implantable Biosensors for Continuous Glucose Monitoring, Y. J. Heo, S. Takeuchi, Adv. Healthcare Mater. P: 43-56, V: 2 (2013).
- 4 Nanosensors and nanomaterials for monitoring glucose in diabetes, K. J. Cash , H. A. Clark, Trends in Molecular Medicine, P: 584-593 V: 16 (2010).
- 5 Electrochemical Tattoo Biosensors for Real-Time Noninvasive Lactate Monitoring in Human Perspiration, W. Jia, A. J. Bandodkar, G. V.-Ramírez, J. R. Windmiller, Z. Yang, J. Ramírez, G. Chan, J. Wang, Analytical chemistry, P: 6553–6560 V: 85 (2013).
- 6 http://nano.ir/index.php?ctrl=paper&actn=paper_view&id=1329&lang=1
- 7 http://nano.ir/index.php?ctrl=paper&actn=paper_view&id=1484&lang=1
- 8 http://nano.ir/index.php?ctrl=news&actn=news_view&id=44392&lang=1
- 9 http://nano.ir/index.php?ctrl=news&actn=news_view&id=46223&lang=1
- 10 http://nano.ir/index.php?ctrl=news&actn=news_view&id=46223&lang=1
- 11 http://nano.ir/index.php?ctrl=news&actn=news_view&id=46223&lang=1
- 12 http://nano.ir/index.php?ctrl=news&actn=news_view&id=45121&lang=1
- 13 <http://www.mendosa.com/blog/?p=108>
- 14 <http://noviosense.com/test-page-4/>
- 15 <http://www.spidiman.eu/2013-02-07-11-14-58/project-proposal.html>
- 16 <http://bigstory.ap.org/article/google-develops-contact-lens-glucose-monitor>
- 17 http://joewang.ucsd.edu/index.php?option=com_content&task=view&id=17&Itemid=35

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون

- نمایهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظروف آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضد آتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌ای جدید برای دارورسانی
- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانوبلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم‌محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه بچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آتروژل‌ها در حذف
- آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی

مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقه‌مندان به فناوری نانو قرار داده شده است. تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفت»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت و ساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی» ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹-۶۶۸۷۱۲۵۹ - www.nanosun.ir

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

۰۲۱-۶۳۱۰۰

تلفن:

توسعه فناوری مهر و بژن

طراحی و اجرا:

۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

نمابر:

داود قراپلو

نظارت:

www.nano.ir

پایگاه اینترنتی:

report@nano.ir

تهیه‌کنندگان:

۱۴۵۶۵-۳۴۴

سندوق پستی:

احسان فریدی، محسن سروری
medicine@nano.ir