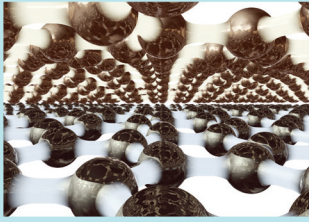


کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست





فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزار و سیستم‌های جدید با کنترل سطوح مولکولی و اتمی برای استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. امروزه فناوری نانو به یکی از مهمترین شاخه‌های پیشرفت علم در بسیاری از زمینه‌های علوم و مهندسی تبدیل شده است. صنعت کاشی نیز همانند سایر صنایع تحت تاثیر این فناوری قرار گرفته است.

کاشی و سرامیک‌ها یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی هستند که در قسمت‌های مختلف یک ساختمان مانند آشپزخانه، حمام و سرویس بهداشتی، نمای ساختمان و غیره استفاده می‌شوند. نشست ذرات آلاینده به همراه رطوبت بر روی سطوح کاشی و سنگ و متعاقب آن آلودگی سطوح منجر به ایجاد فضای نامناسب برای ساختمان، افزایش هزینه‌های نگهداری و تحمیل خسارت‌های گسترده می‌شود. همچنین کاشی‌های معمولی فضا را برای رشد انواع باکتری و قارچ آماده کرده و انتقال آلودگی و بیماری را در مکان‌های مورد استفاده افزایش می‌دهند.

در سال‌های اخیر محققان موفق به شناسایی ترکیباتی فلزی با خاصیت آنتی‌باکتریال و خودتمیز شونده شده‌اند که این ترکیبات می‌توانند از رشد و نمو باکتری‌ها و قارچ‌ها و دیگر عوامل بیماری‌زا جلوگیری کنند. استفاده از فناوری نانو در تولید کاشی و سرامیک خودتمیز شونده و آنتی‌باکتریال، مانع از کثیف شدن، جذب رطوبت و ایجاد هرگونه آلودگی بر روی سطوح مورد نظر می‌شود.

اصول خود تمیزشوندگی



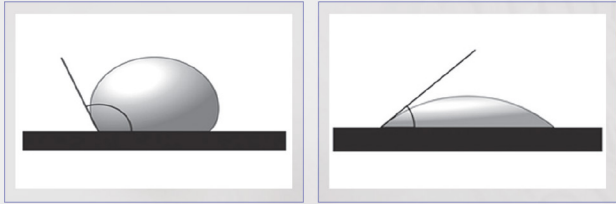
پوشش‌های خودتمیز شونده^۱ به دو گروه آب‌گریز^۲ و آب‌دوست^۳ تقسیم می‌شوند. در پوشش‌های آب‌گریز به واسطه تشکیل قطرات کروی شکل و در پوشش‌های آب‌دوست از طریق تشکیل لایه‌های نازک آب روی سطح، آلودگی‌ها از سطح زدوده می‌شوند.

آب‌دوست یا آب‌گریز بودن سطح به زاویه تماس قطره آب با سطح بستگی دارد. زاویه تماس در فصل مشترک سه فاز جامد و مایع

و گاز در محل تماس قطره مایع با سطح جامد تشکیل می‌شود. به طور کلی، اگر زاویه تماس کمتر از ۹۰ درجه باشد، سطح را آب‌دوست می‌گویند، در حالی که اگر این زاویه بیشتر از ۹۰ درجه باشد، سطح را آب‌گریز می‌نامند. سطوح با زاویه تماس نزدیک به صفر درجه ابرآب‌دوست و سطوح با زاویه تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه ابرآب‌گریز نام دارند. سطوح آب‌گریز دارای انرژی سطحی بسیار پایین هستند، در حالی که انرژی سطحی سطوح آب‌دوست بسیار بالاست. استفاده از فناوری نانو و بروز خواص متفاوت در ابعاد نانومتری دستیابی به

سطوح ابرآب‌گریز و ابرآب‌دوست را ممکن کرده است.

» آب‌دوستی: زاویه تماس کوچک‌تر از ۹۰ درجه (سمت راست). آب‌گریزی: زاویه تماس بزرگ‌تر از ۹۰ درجه (سمت چپ)



شکل ۱. مقایسه زاویه تماس بین سطوح آب‌دوست و آب‌گریز

پوشش‌های آب‌گریز و ابرآب‌گریز



شکل ۲. عملکرد سطوح آب‌گریز

زبری سطح و ساختار آن، نقشی بسیار مهم در افزایش زاویه تماس دارند. انسان‌ها با الهام از برگ‌های نیلوفر آبی، برای ساخت سطوح فوق آب‌گریز تلاش کرده‌اند. در پوشش‌های آب‌گریز، آب به محض تماس با سطح به شکل

قطرات کروی تجمع یافته و از روی سطح لغزیده و ذرات آلودگی را با خود از روی سطح می‌زداید. زمانی که یک سطح دارای بافت زبری در مقیاس نانومتری باشد، فصل مشترک بین هوا و آب در یک قطره که بر روی سطح قرار گرفته است افزایش پیدا می‌کند و نیروی موئینگی بین قطره و سطح شدیداً کم می‌شود. بنابراین، قطره آب شکل کروی به خود می‌گیرد و به راحتی جریان پیدا می‌کند و ذرات آلاینده‌ی موجود بر روی سطح، به قطرات آب چسبیده و با غلظیدن قطرات آب، آلودگی‌ها نیز از سطح زوده می‌شود. پوشش‌های نانو با ذرات در حد چند ده نانومتر، ضمن پوشش حفره‌های میان ذرات سطح و همچنین رساندن زاویه تماس آب با سطح به بیش از ۱۲۰ درجه، امکان ایستایی ذرات آب روی سطح را از بین برده و موجب کاهش تجمع آلودگی‌ها و چسبندگی آن روی سطح خواهند شد.

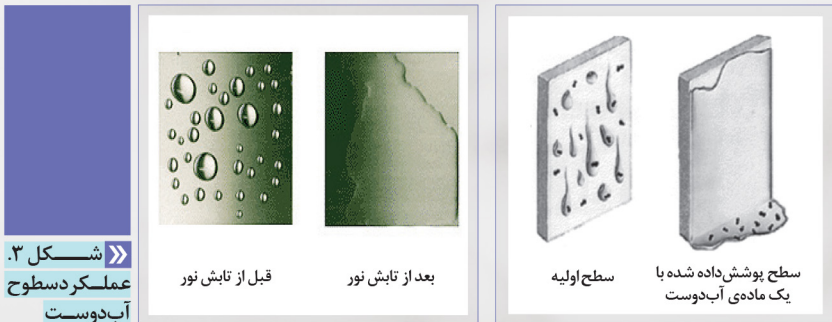
پوشش‌های آب‌دوست و ابرآب‌دوست

برخلاف سطوح آب‌گریز که فقط از سازوکار جریان قطرات آب برای اثر خودتمیزشوندگی استفاده می‌کنند، سطوح آب‌دوست ساختار شیمیایی آلودگی‌ها را در مجاورت نور از بین می‌برند. این فرایند فوتوکاتالیز نام دارد. در طول فرایند فوتوکاتالیز، ساختار شیمیایی آلودگی‌های ارگانیک و سایر ناخالصی‌ها که بر روی پوشش قرار دارد به‌وسیله جذب نور شکسته شده و به‌همراه آب از روی سطح جدا می‌شوند. یکی از موادی که کاربرد

زیادی به عنوان سطوح خود تمیز شونده آب دوست دارد دی اکسید تیتانیوم است. با کاهش ابعاد ذرات و افزایش نسبت سطح به حجم، درصد فعالیت فوتو کاتالیستی ذرات افزایش پیدا می کند. به همین دلیل، معمولاً از نانو ذرات اکسید تیتانیوم به عنوان سطوح ابر آب دوست استفاده می شود.

علاوه بر نانو ذرات اکسید تیتانیوم، نانو ذرات دیگری مانند اکسید روی (ZnO)، کادمیم سولفید (CdS)، اکسید تنگستن (WO_3) و دی اکسید زیر کونیوم (ZrO_2) در پوشش های خود تمیز شونده کاربرد دارند.

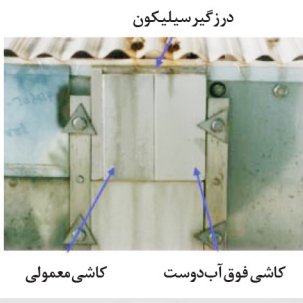
در شکل ۳ تفاوت بین زاویه تماس آب با سطح پوشیده شده با لایه نازکی از دی اکسید تیتانیوم-سیلیکون قبل و بعد از تابش نور نشان داده شده است. قبل از تابش نور UV، زاویه تماس قطرات آب با سطح بیش از ۹۰ درجه است. با تابش نور، تجزیه و زدایش آلودگی از روی سطح به دلیل خاصیت فوتو کاتالیستی اتفاق می افتد. این زاویه به تدریج کم می شود (صفر درجه) و آب به همراه آلودگی های روی سطح به پایین ریخته می شود.



شکل ۳. عملگر دستوح آب دوست

در شکل ۴ مقایسه بین دو کاشی معمولی و فوق آب دوست بررسی شده است. با اعمال تست عوامل جوی بر روی دو کاشی، کاشی با روکش آب دوست بیش از ۳۰۰۰ ساعت بدون هیچ تغییری سالم باقی ماند و توانایی خود تمیز شوندگی خود را حفظ کرد، به عبات دیگر خاصیت خود تمیز شوندگی این کاشی در شرایط محیطی معمول بیش از ۱۰ سال دوام دارد. همچنین تعدادی از ترکیبات موجود در درزگیر سیلیکون، که به منظور آب بندی پنل های آلومینیوم و پنجره ها استفاده می شود، با آب باران شسته شده و موجب کثیف شدن دیوارها می شوند اما ایجاد پوشش های فوق آب دوست مانع از کثیف شدن دیوارها به وسیله ترکیبات موجود در درزگیر سیلیکون می شوند.

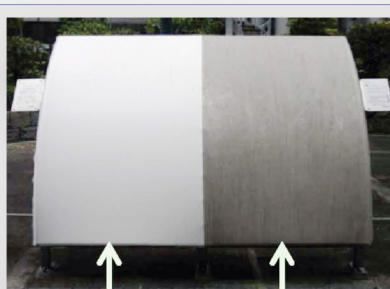
در مثالی دیگر، فرایند خود تمیز شوندگی سطح بر پایه نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم نشان داده شده است (شکل ۵). تصاویر مربوط



شکل ۴. مقایسه بین کاشی معمولی و کاشی فوق آب دوست

به مقایسه سطح دو کاشی استفاده شده در نمای ساختمان بعد از ۳۳ ماه است، که در یکی از پوشش خود تمیز شونده دی اکسید تیتانیوم استفاده شده و دیگری بدون پوشش می باشد. کاملاً مشخص است که سطح پوشش داده شده کاملاً تمیز مانده و ذرات گردوغبار و آلودگی تغییری در ظاهر آن ایجاد نکرده اند.

» شکل ۵. مقایسه خود تمیز شونده گس سطوح کاشی [۴]



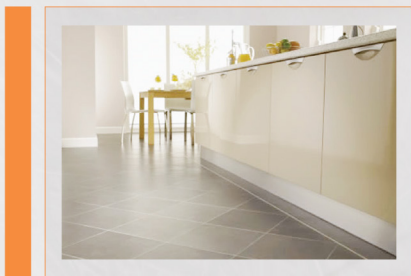
سطح پوشش داده شده با دی اکسید تیتانیوم

سطح بدون پوشش دی اکسید تیتانیوم

پوشش های آنتی باکتریال

پوشش های آنتی باکتریال از تشکیل باکتری ها، رشد جلبک ها و میکروب ها روی سطح جلوگیری می کنند. استفاده از پوشش های آنتی باکتریال باعث حفاظت سطوح در برابر تشکیل کپک و قارچ در اماکن عمومی، سرویس های بهداشتی، آشپزخانه ها و کارخانجات فراورده های غذایی می شود.

نانوذرات نقره، یکی از پر کاربردترین ذرات در حوزه نانو فناوری هستند که به دلیل داشتن خصوصیات



ضدمیکروبی مشهور بوده و به عنوان یک کاتالیست قادرند بیش از ۶۵۰ گونه باکتری، ویروس و قارچ را نابود سازند. نقره در ابعاد بزرگتر، فلزی با خاصیت واکنش دهی کم می باشد، ولی زمانی که به ابعاد کوچک در حد نانومتر تبدیل می شود خاصیت میکروب کشی آن بیش از ۹۹ درصد افزایش می یابد.

با به کار گیری پوشش های آنتی باکتریال و خود تمیز شونده در کاشی، سرامیک و سنگ و استفاده از آن ها در اماکن عمومی نظیر بیمارستان ها، از انتشار و انتقال باکتری های بیماری زا ممانعت به عمل آمده و به این ترتیب علاوه بر پیشگیری، از شیوع بیماری در بین افراد جلوگیری می شود. همچنین با استفاده از نانو پوشش های آنتی باکتریال ویژگی ضد باکتری ذاتی در سطوح ایجاد می شود که با شست و شو یا مواد شوینده از بین نمی روند.

کاشی های سرامیکی دارای پایداری شیمیایی و ظاهری بالایی هستند و به همین دلیل به طور گسترده ای در محیط های

مختلف مانند محیط‌های بیمارستانی و خانگی استفاده می‌شوند. متأسفانه کاشی‌های سرامیکی به‌خودی‌خود دارای خاصیت آنتی‌باکتریال نبوده و میکروارگانیسم‌ها به راحتی و به‌خصوص در محیط‌های مرطوب روی سطح آن تکثیر می‌شوند. حضور و تکثیر میکروارگانیسم‌ها روی سطح کاشی، سلامت انسان را به خطر می‌اندازد.

علاوه بر نانوذرات نقره، نانوذرات اکسیدروی (ZnO)، اکسیدمس (CuO)، اکسید آلومینیوم (Al_2O_3)، دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) و اکسید نیکل (NiO) دارای خاصیت ضد میکروبی قوی در برابر باکتری‌های گوناگون می‌باشند.

نانوذرات آنتی‌باکتریال، سازگار با محیط‌زیست و برای بدن انسان بی‌ضرر هستند. بنابراین با قراردادن این نانوذرات در لعاب کاشی و سرویس‌های بهداشتی، خاصیت آنتی‌باکتریال دائمی در سطوح کاشی ایجاد می‌شود.

عملکرد ضد باکتری نانوذرات نقره

ویژگی ضدباکتری بودن نقره به علت انتشار آرام و آهسته، اما مداوم یون‌های نقره است. نسبت سطح به حجم بسیار بالای نانوذرات نقره سبب می‌شود که یون‌ها به سهولت منتشر شده و با سرعت بیشتر و به شکل مؤثرتری میکروب‌ها را بکشند. نانوذرات نقره در مسیر ماده مغذی سلول انقطاع ایجاد کرده و سبب می‌شوند که دیواره و غشاء سلولی میکروب‌ها سست و ناپایدار گردد که این ناپایداری غشای سلولی به معنی مرگ زودرس میکروب خواهد بود. به این ترتیب، بدون استفاده از هیچ گونه ماده شیمیایی، میکروب‌ها به شکل مؤثری از بین می‌روند.



شکل ۶. عملکرد آنتی‌باکتریال نانوذرات نقره

تحقیقات نشان می‌دهد که دی‌اکسید تیتانیوم به‌عنوان یک فوتوکاتالیست قوی، مانند مواد آنتی‌باکتریال عمل می‌کند و اثربخشی آن ۳ برابر قوی‌تر از کلر و ۱/۵ برابر قوی‌تر از اوزون است. این ماده توانایی از بین بردن ویروس سارس و آنفولانزا و باکتری استفیلوکوسوس^۴ زرد را با بازدهی قریب به ۱۰۰٪ دارد. همچنین اسپری دی‌اکسید تیتانیوم با خاصیت ضدباکتری برای استفاده بر روی کاشی‌ها، درب‌ها، سقف و کف اتاق‌ها دارای کاربرد تجاری است.

مزایای استفاده از فناوری نانو در صنعت کاشی و سرامیک

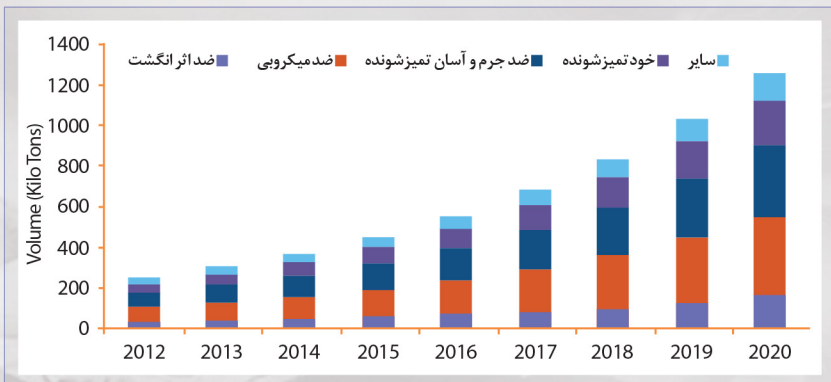
- کاهش استفاده از مواد شوینده برای تمیزسازی سطح تا ۷۰٪
- کاهش هزینه‌های پاکسازی و ضد عفونی کردن محیطی
- کاهش دوره‌های پاک‌سازی
- کاهش آلودگی‌های محیط و محافظت سطوح از تاثیر نم و کثیفی‌ها
- سهولت در تمیز کردن لکه‌های سخت مانند سیلیکون، چربی و روغن با استفاده از آب
- جلوگیری از رشد و گسترش کپک، جلبک و مشابه آن‌ها در محیط‌های بیمارستانی، حمام و سرویس بهداشتی
- کاهش ساییش و فرسایش سطوح
- بی‌خطر و سازگار بودن مواد با محیط‌زیست

بازار نانو پوشش‌ها

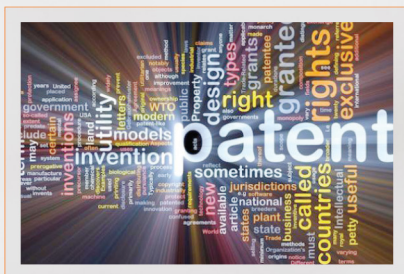


تقاضای بازار جهانی نانو پوشش‌ها در سال ۲۰۱۲، ۲۵۵ کیلو تن و با تخمین درآمدی حدود ۱۴۹۵۰ میلیون دلار بوده است. البته افزایش تقاضای مواد پیشرفته در صنایع پزشکی و خودروسازی، دلیلی برای رشد نانو پوشش‌ها بوده است. پوشش‌های توسعه یافته بر اساس فناوری نانو، دارای مزیت‌هایی از قبیل افزایش سختی، مقاومت در برابر ساییش، انعطاف پذیری و شفافیت بالا نسبت به

پوشش‌های مرسوم هستند. انتظار می‌رود افزایش آگاهی در مورد پوشش‌های ضد میکروبی و خود تمیز شونده و کاربرد آن‌ها باعث بهبود تقاضای بازار در سال‌های آینده شود. در نمودار زیر حجم بازار نانو پوشش‌ها (بر حسب کیلو تن) و محصولات مورد تقاضا در بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۰ نشان داده شده است [۵].



پتنت



به منظور تعیین اختراعات ارائه شده در زمینه‌ی پوشش‌های خودتمیز شونده در زمینه کاشی و سرامیک، پتنت‌های ارائه شده در این زمینه بررسی شدند. ۵ پتنت در زمینه کاشی‌های خودتمیز شونده یافت شد که از این تعداد، اولین پتنت ثبت شده مربوط به شرکت TOTO کشور ژاپن در سال ۱۹۹۹، یک پتنت مربوط به کشور کره در سال ۲۰۰۱، دو پتنت مربوط به کشور چین در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۳ و یک پتنت مربوط به کشور تایوان در سال ۲۰۱۳ است.

شرکت‌ها

در جدول زیر اسامی برخی از شرکت‌های داخلی و خارجی فعال در زمینه تولید کاشی و سرامیک‌های آنتی‌باکتریال و خودتمیز شونده ذکر شده است.

وبسایت	محصول تولیدی	نام شرکت	
www.nanonama.com ۰۲۱-۴۴۳۰۰۵۲۰	تولید کننده پوشش‌های نانو برای سطوح سنگی و غیره	پارس پوشش نانو پارس	شرکت‌های داخلی
www.nanoparse.com ۰۲۶-۳۳۴۱۳۱۶۹	پوشش‌های خودتمیز شونده	نانو پارسه	
www.artystone.com ۰۲۱-۲۲۳۶۳۱۷۲	تولید کننده سنگ‌های آرتیستون با خاصیت خودتمیز شونده‌گی و ضد باکتری	هنر سنگ آریا	
www.nanonia-co.com ۰۲۱-۲۲۴۶۵۹۸۸	پوشش‌های خودتمیز شونده و آنتی‌باکتریال	شرکت نانونیا	
www.microban.com	تولید کننده محصولات آنتی‌باکتریال	microban	شرکت‌های خارجی
www.gb.toto.com	کاشی‌های خودتمیز شونده و آنتی‌باکتریال	TOTO	
www.granitifiandre.com	تولید کننده کاشی و سرامیک آنتی‌باکتریال و خودتمیز شونده	Flander	

وبسایت	محصول تولیدی	نام شرکت	شرکت های خارجی
www.crossvilleinc.com	کاشی خود تمیز شونده و آنتی باکتریال	Crossville	
www.architerials.com	کاشی و سرامیک خود تمیز شونده و آنتی باکتریال	Architerials	
www.antimicrobial.com	سطوح خود تمیز شونده و آنتی باکتریال	Coating Specialists (CS)	
www.ariostea-high-tech.com	کاشی های آنتی باکتریال	Ariostea	

مراجع

- 1 www.mdpi.com
- 2 www.nano.ir
- 3 Ivan P. Parkin and Robert G. Palgrave, Self-cleaning coatings, Journal of Materials Chemistry, 2004
- 4 Shunsuke Nishimotoab and Bharat Bhushan, Bioinspired, self-cleaning surfaces with superhydrophobicity, superoleophobicity, and superhydrophilicity, RSC Advances, 2012.
- 5 Mohammad J. Hajjipour, Katharina M. Fromm, Ali Akbar Ashkarran, Dorleta Jimenez de Aberasturi, Idoia Ruiz de Larramendi, Teofilo Rojo, Vahid Serpooshan, Wolfgang J. Parak and Morteza Mahmoudi, Antibacterial properties of nanoparticles, trends in biotechnology, 2012.
- 6 www.grandviewresearch.com

پی نوشت ها

- 1 Self-cleaning
- 2 Hydrophobic
- 3 Hydrophilic
- 4 Staphylococcus

مجموعه نرم افزارهای «نانو و صنعت»

مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفث»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت و ساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ - www.nanosun.ir



از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- نماهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظروف آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضد آتش و دیسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌های جدید برای دارورسانی
- نانومیسرها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانو بلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم‌محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه پچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی
- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آئروژل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون
- نانو حسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی
- متداول خون (تعیین میزان قند، چربی و...)
- نانو کامپوزیت‌های زیست‌تخریب‌پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خودتمیزشونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- افزایش تولید و کیفیت محصولات کشاورزی با استفاده از نانو کودهای بیولوژیک
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتن‌های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- نانولیپوزوم‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربرد فناوری نانو در محیط‌های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربردهای فناوری نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب
- حذف آلاینده‌های آب با استفاده از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان
- استفاده از غشاء نانولوله کربنی جهت نمک‌زدایی و تصفیه آب

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

۰۲۱-۶۳۱۰۰

تلفن:

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهر ویژن

۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

نمابر:

نظارت: داود قراپلو

www.nano.ir

پایگاه اینترنتی:

report@nano.ir

۱۴۵۶۵-۳۴۴

صندوق پستی:

تهیه‌کننده: شرکت توسعه نانوفناوری افشار

civil@nano.ir