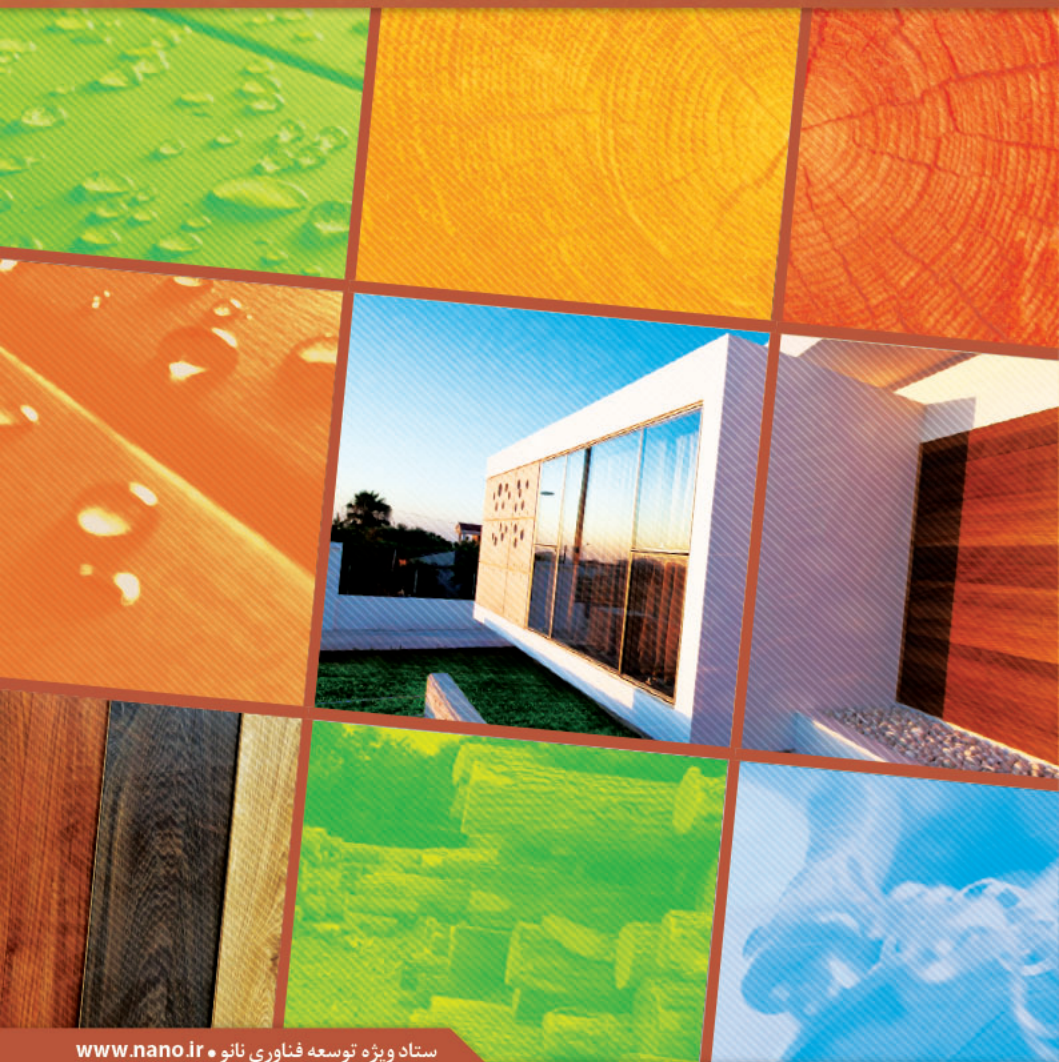


مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو • گزارش شماره ۲۴

کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب

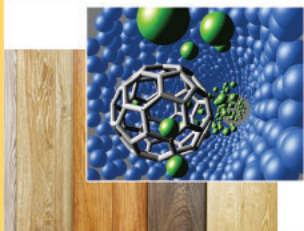
سال انتشار: ۱۳۹۴

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. نانو نه یک ماده است نه یک جسم، فقط یک مقیاس است.

نانو مواد به موادی گفته می‌شود که حداقل یکی از ابعاد آنها در مقیاس ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد.



چوب، کامپوزیت طبیعی است که به دلیل ضعف خود در برابر برخی عوامل نظیر رطوبت و آتش، حمله باکتری‌ها و قارچ‌ها، دوام طبیعی و مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی، نیازمند اعمال اصلاحاتی به منظور بهبود ویژگی‌های خود می‌باشد.

صنعت چوب با توجه به نیازهای خود از استفاده کنندگان

مواد نانو ساختار به شمار می‌رود. تدابیری که به کمک فناوری نانو برای چوب اندیشیده شده است، در مراحل آغازین پیشرفت قرار دارد و در آینده می‌تواند صنایع چوب کشور را با تحول زیادی روبه‌رو کند.

از جمله کاربردهای فناوری نانو در این زمینه استفاده از نانوپوشش‌های چوب در جهت بهبود خواص و افزایش عمر چوب است. مزایای نانوپوشش‌های چوب عبارتند از پایداری در برابر رطوبت، اشعه فرابنفش، فساد میکروبی و مقاومت در برابر آتش.

در این نوشتار، انواع نانو پوشش‌های چوب و کاربردهایشان به اختصار توضیح داده شده است.

فناوری نانو و ارتقای کیفیت چوب

افزایش مقاومت چوب در برابر جذب رطوبت و نور

سطوح چوب و کامپوزیت‌های چوبی همواره در معرض فرسایش به وسیله نور (مانند اشعه فرابنفش) و رطوبت است و در برابر این دو عامل بسیار آسیب‌پذیر است. در مقایسه با سایر مواد و مصالح ساختمانی تاثیر رطوبت بر روی ویژگی‌های مکانیکی و مقاومتی چوب اهمیت بیشتری دارد. چوب می‌تواند مقادیر قابل توجهی آب، (تا حدود ۲۰۰ درصد وزنی خود) جذب کند. انقباض و تورم ناشی از تغییرات رطوبت، می‌تواند سبب‌ساز مشکلاتی نظیر ایجاد ترک در چوب شود.

پیشرفت‌های اخیر در علم و فن‌آوری، امکان استفاده از محصولات ارگانونوسیلیکون^۱ را برای ضدآب کردن انواع مختلف محصولات چوبی فراهم ساخته است. بنابراین با ایجاد نانوپوشش‌های مناسب بر روی سطح چوب و مسدود کردن منافذ و جلوگیری از تماس رطوبت با سطح چوب می‌توان از نفوذ رطوبت جلوگیری و مقاومت چوب را در برابر نفوذ رطوبت با استفاده از نانوذرات افزایش داد.

انواع روش‌های ضدآب کردن چوب

به‌طور کلی برای ضدآب کردن چوب از مواد پوشش‌دهنده یا نفوذ کننده استفاده می‌شود.

۱ پوشش‌دهنده‌ها

مسائل اقتصادی و استفاده آسان‌تر از پوشش‌های ضدآب، باعث کاربرد گسترده این پوشش‌ها در صنایع

مختلف از جمله صنعت چوب شده است. در سطح دنیا محصولاتی چون رنگ‌های آکریکی، سنتزی و پلیمرهای سیلیکونی معمولاً برای ضد آب کردن سطوح استفاده می‌شوند. اندازه ذرات این پوشش دهنده‌ها بیش از ۱۰۰ نانومتر است که این مسئله باعث می‌شود که نتوانند به داخل منافذ چوب نفوذ کنند، بلکه لایه‌ای ایجاد کنند که سطح چوب را بپوشاند و مانع جذب آب شود.

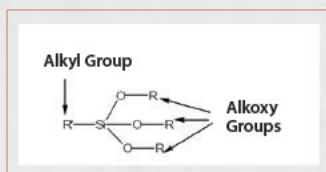
۲ نفوذ کننده‌ها

بیشتر نفوذ کننده‌ها پایه حلالی هستند و شامل مواد منومری محلول با اندازه کوچکتر از ۶ نانومتراند. این مواد به منافذ و شبکه‌های چوب نفوذ و خاصیت آب گریز بودن سطح را ایجاد می‌کنند.

معرفی نانو پوشش‌های چوب با خاصیت ضد آب و مقاوم در برابر نور

سیلان‌ها

سیلان‌ها مواد منومری هستند که به‌عنوان دسته‌ای از محصولات ضد آب‌سازی شناخته شده‌اند. محصولات استفاده شده برای ضد آب کردن به آلکیل آلکوکسی سیلان معروف‌اند. در ساختار آلکیل آلکوکسی سیلان‌ها دو گروه وجود دارد:



شکل ۱. ساختار آلکیل آلکوکسی سیلان

الف) گروه آلکیل (R)، وجود این گروه‌ها در سطح خاصیت آب گریزی را ایجاد می‌کند.

ب) گروه آلکوکسی (OR)، این گروه با چوب و محصولات چوبی واکنش می‌دهند.

بیشتر مصالح ساختمانی از جمله چوب، بر روی سطح خود گروه‌های هیدروکسیل (OH) دارند. این گروه‌های OH می‌توانند با گروه‌های آلکوکسی سیلان واکنش دهند و با زبر لایه پیوندهای سیلوکسان هیدروژنی تشکیل دهند.



شکل ۲. تصاویر مربوط به چوب‌های ضد آب

نمونه‌ای از محصولات تجاری مواد آب‌گریز

لیگنول

پوشش نانو بنیان محافظ چوب که با نام تجاری لیگنول به بازار عرضه شده است، نوعی پوشش چند منظوره اشباع کننده پایه آبی است که برای حفاظت چوب از عوامل جوی (به ویژه در سطوح عریان و فضای بیرون ساختمان) کاربرد دارد.

سازوکار این پوشش بر پایه استفاده از ذرات نانویی است که در حفره‌های سطحی چوب نفوذ کرده و

راه را بر نفوذ آب و دیگر عوامل مهاجم می‌بندد. همچنین مواد جذب‌کننده پرتوی فرابنفش در ترکیب این ماده، بر پایداری و دوام آن می‌افزاید و هیچ تغییری در شفافیت پوشش ایجاد نمی‌کند.

ویژگی‌های این پوشش

- آبگریزی عالی و در نتیجه پیشگیری از اثرات نامطلوب بارش باران بر روی سطوح چوبی
- محافظت کامل در برابر پرتوهای فرابنفش و جلوگیری از تیره شدن چوب در اثر آفتاب خوردگی
- غیر فعال بودن این پوشش‌ها و عدم واکنش با مواد شیمیایی اطراف خود
- قابلیت استفاده در سازه‌های دریایی، اسکله‌ها و ساختمان‌های ساحلی

» شکل ۳. تصاویر

مربوط به چوب‌ها
با پوشش ضد آب
و رطوبت که در
کارهای دریایی و
ساختمان‌های واقع
در مناطق مرطوب
استفاد می‌شوند.



■ زایکوسیل

زایکوسیل، محصولی برخاسته از فناوری نانو و محلول در آب، برگرفته از ساختمان برگ نیلوفر آبی با ساختار شیمیایی ارگانوسیلان است.



» شکل ۴. برقراری پیوند زایکوسیل با سطح چوب

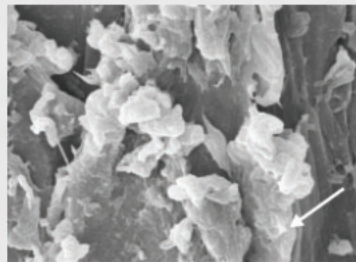
ویژگی‌های این پوشش

- ۱۰۰ درصد سیلان
- پایدار در برابر اشعه UV و حرارت
- طول عمر ۲۰ تا ۳۰ سال
- نفوذکننده در منافذ و ترک‌های بسیار ریز
- دوستدار محیط زیست، بی‌رنگ و بی‌بو
- غیر قابل اشتعال

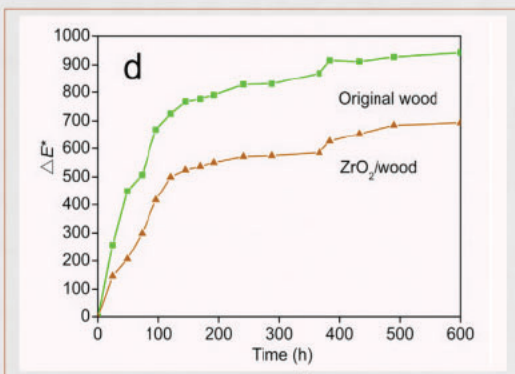
استفاده از نانوذرات فلزی برای بهبود مقاومت چوب

علاوه بر وجود رطوبت، پرتوهای فرابنفش از عواملی هستند که موجب پوسیدگی و از بین رفتن مصالح چوبی می‌شوند.

استفاده از نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم، اکسید روی و دی‌اکسید زیرکونیم می‌تواند باعث افزایش مقاومت چوب در برابر نور و عوامل جوی شود.



» شکل ۵. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی مربوط به نانوذرات دی اکسید زیر کونیم بر روی چوب [۶].



» شکل ۶. با توجه به نمودار با افزودن نانوذرات دی اکسید زیر کونیم به چوب مقدار تغییرات رنگی چوب (ΔE) بعد از گذشت ۶۰۰ ساعت کمتر از چوب خالص می باشد [۶].



» شکل ۷. تصویر مربوط به آزمایش دو قطعه چوب تحت اثر عوامل جوی در یک دوره شش ماهه: چوب معمولی و بدون پوشش در بالا و چوبی که تنها یک نیمه آن (نیمه سمت چپ) مسلح به پوشش لیگنول است.

اصلاح و بهبود مقاومت چوب در برابر باکتری‌ها و قارچ‌ها با استفاده از فناوری نانو

وجود رطوبت در چوب باعث رشد و تکثیر انواع قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌شود، زیرا رطوبت، اکسیژن و غذای مورد نیاز برای آن‌ها درون چوب فراهم است. حال می‌توان با استفاده از نانوذرات، محیط را برای حمله باکتری‌ها و قارچ‌ها ناامن نمود. به طور کلی محصولات چوبی در معرض حمله عوامل محیطی همچون قارچ‌های لکه‌آبی، پوسیدگی سفید و قرمز و همچنین انواع مختلف کپک‌ها قرار دارند. جلوگیری از تماس باکتری‌ها با سطح چوب می‌تواند روش مناسبی برای به حداقل رساندن تکثیر کلونی‌های میکروبی با تشکیل کپک در چوب باشد.

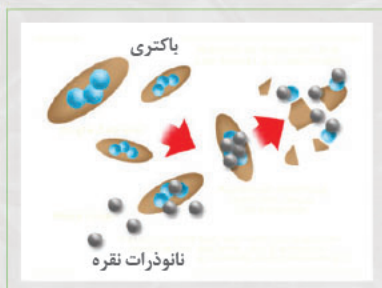
نانوپوشش‌های چوب آنتی‌باکتریال، مقاوم در برابر آب، هوا، مواد ارگانیکی و غیر ارگانیکی هستند و یکی از پوشش‌های اصلی صنعت ساختمان به شمار می‌روند.

انواع نانوپوشش‌های چوب آنتی‌باکتریال

■ نانوذرات سیلیکا

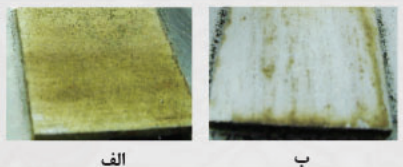
نانوذرات سیلیکا، تکثیر باکتری‌ها و کلونی‌های قارچ‌ها را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد. ذرات کروی سیلیکا، با قطر حدود ۱۰ نانومتر، از طریق یک لایه اتصالی پلی کاتیونی و با استفاده از یک فرایند ساده به سطوح متصل می‌شوند. از این روش می‌توان برای ساخت روکش‌های نانو کامپوزیتی پلیمری با خاصیت خودتمیز شوندگی و حذف آلاینده‌های میکروبی استفاده نمود.

■ نانوذرات نقره



نانوذرات نقره به دلیل خاصیت منحصر به فرد ضد میکروبی بودن امروزه مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه نانوذرات دارای سطوح بسیار زیادی هستند، این افزایش سطح باعث خواهد شد که یک گرم از نانوذرات نقره برای ضد باکتری کردن یک صد مترمربع از سطح یک ماده کافی باشد. بنابراین می‌توان با نانوذرات نقره سطوح چوب را پوشش داد که با این کار می‌توان سطوح چوبی را در برابر قارچ‌ها و باکتری‌ها ایمن نمود.

» شکل ۸. در شکل (الف) چوب بدون روکش نانوذرات به مدت ۲۰ روز در معرض رطوبت زیاد بوده است. نقاط تیره و سیاه رنگ نشان‌دهنده رشد کپک در سطح چوب است. (ب) چوب روکش داده‌شده با نانوذرات نقره در همان شرایط، دارای ظاهر بسیار شفاف‌تر و آلودگی کمتری در سطح خود است [۸].



■ نانو کپسول‌ها

نانو کپسول‌ها توان آزادسازی مداوم آفت‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها را دارند و در صورتی که در پوشش‌های مورد مصرف در مبلمان‌های چوبی نظیر پلی‌استر، سیلر و کیلر استفاده شوند، طبق برنامه زمان‌بندی مشخص آزادسازی مواد قارچ‌کش را انجام دهند. نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم نقش کلیدی در آزادسازی مواد قارچ‌کش ایفا می‌کند.

افزایش مقاومت چوب در برابر شعله و آتش با استفاده از نانو فناوری

یکی از کاربردهای مهم فناوری نانو در جهت بهبود خواص چوب، بالابردن مقاومت این مواد در برابر

آتش است. این مواد عموماً در دماهای بالا ایمن نیستند، اما با استفاده از فناوری نانو امکان دیرسوز نمودن آن‌ها وجود دارد.

مصرف جهانی مواد تاخیر انداز آتش در سال ۲۰۰۷



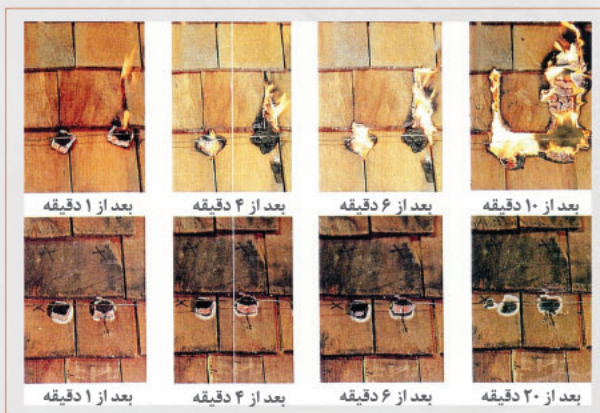
شکل ۹. با توجه به نمودار آلومینیوم هیدروکسید یکی از مواد مهم تاخیر انداز آتش است.

ویژگی بازدارنده‌های آتش

- کاهش قابلیت اشتعال
- کاهش پخش حرارت
- کاهش گسترش شعله

» شکل ۱۰. مقایسه قابلیت

اشتعال و پخش شعله در دو چوب در زمان‌های مختلف، در چوب پایینی از نانومواد ضد آتش استفاده شده است.



اصلاح خواص مقاومتی چوب بانانو لوله‌های کربنی

محصولات چوبی (مبل‌مان، دکوراسیون و غیره) در هنگام استفاده تحت تاثیر تنش‌ها و کرنش‌های متفاوتی قرار می‌گیرند و نیروهای خمشی، کششی، فشاری و برشی بر آن‌ها وارد می‌شود. حال می‌توان با استفاده از نانولوله‌های کربنی، خواص مقاومتی این چوب‌ها را افزایش داد.

ویژگی نانولوله‌های کربنی

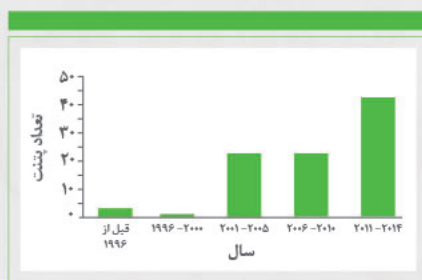
- وزن کم و ضخامتی برابر یک اتم کربن
- مقاومت مکانیکی بالا
- توزیع الکترونیسته ساکن
- مقاومت کششی بالایی در حدود صد گیگاپاسکال

ویژگی کلی نانو پوشش های چوب

- پوشش سطوح منفذدار چوب
- امکان تمیز شدن لک ها از جمله چربی ها و روغن ها با آب
- حفظ تنفس سطوح
- جلوگیری از ایجاد کپک، جلبک و مشابه آن ها
- حفظ سطوح در برابر عوامل محیطی
- محافظت سطوح از تاثیر رطوبت و ایجاد پوسیدگی
- افزایش مقاومت چوب در برابر آتش
- بهبود خواص استحکامی چوب

وضعیت فناوری چوب در ایران و جهان

کل پتنت های ثبت شده تا سال ۲۰۱۴ در مورد فناوری نانو در صنعت چوب ۹۳ مورد است. با رسم نمودار تعداد پتنت های ثبت شده نسبت به زمان، می توان متوجه شد که در سال های اخیر با کمک فناوری نانو تحقیقات زیادی بر روی چوب و کامپوزیت های چوبی انجام گرفته است. از بین کل پتنت های ثبت شده حدود ۷۰ درصد مربوط به کشور چین است.



مشخص است که در سال های اولیه تا سال ۲۰۰۰ به دلیل مباحث بازار و انحصاری بودن دانش فنی مربوطه و عدم شناخته شدن، تعداد پتنت زیادی ثبت نشده است. از سال ۲۰۱۰ به بعد احتمالاً به دلیل رشد بازار مربوط به تکنولوژی نانو در صنعت چوب و شناخته شدن این دانش تحقیقات بیشتری بر روی آن صورت گرفته است.

شرکت های فعال در زمینه نانو پوشش های چوب

شرکت های فعال در ایران

اطلاعات تماس	مشخصات محصول	نام شرکت
www.nano-p-toos.com ۰۵۱۱-۷۲۵۳۴۴۰	نانو زایکوسیل	شرکت نانو پوشش طوس
www.zycosil.ir ۰۵۱۳۶۶۶۲۰۲۰	نانو زایکوسیل	شرکت نانو اکسیر پردیس

اطلاعات تماس

مشخصات محصول

نام شرکت

www.ticoarya.ir ۰۲۱-۲۲۲۱۷۷۶۰	پوشش های محافظ چوب	شرکت تیکو آریا
nanoparse.com ۰۲۶-۳۳۴۱۳۱۶۹	پوشش های محافظ چوب در برابر باران، خاک، نور خورشید، رطوبت	شرکت نانو پارسه
www.n-alborz.ir ۰۹۱۲ ۸۷ ۲۵۳ ۷۸	پوشش های ضد آب	شرکت نانو پوشش نوین البرز

برخی از شرکت های فعال در خارج از کشور

مشخصات محصول

کشور

نام شرکت

پوشش های Nanotec - مراقبت از چوب در برابر رطوبت، ترک و خراش	استرالیا	Kayuna
پوشش های Lignol - محافظت چوب از جذب رطوبت و نور	استرالیا	Nanovation
پوشش های Nanolinx - مناسب برای محیط های پر رفت و آمد	کانادا	Mirage
پوشش های Nanophase - مقاومت چوب در برابر خراش	امریکا	Nanophase

مراجع

- 1 www.en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology
- 2 www.nano.ir
- 3 http://www.southscope.net
- 4 www.swiss-architects.com
- 5 Leydecker S : Nano material (in Architecture Interior Architecture and Design), Berlin, Germany.
- 6 Caichao Wan, Yun LU, Qingfeng Sun, Hydrothermal synthesis of zirconium dioxide coating on the surface of wood with improved UV resistance, Applied Surface Science, 321(2014).

7 Fengna Chen, Xudong Yang, Antifungal capability of TiO₂ coated film on moist wood, Building and Environmental 44(2009).

8 Jo, Y., Kim, B.H., Antifungal activity of silver ions and nanoparticles on phytopathogenic fungi, 93(2009).

۹ نانو فناوری در معماری و مهندسی ساختمان، دکتر محمود کلابچی، دکتر کاپون تفی زاده و احسان سروش نیا. انتشارات دانشگاه تهران

پی نوشت ها

- 1 Organo-Silicon

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



- نمای‌های کامپوزیتی نانوویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظروف آشپزخانه با پوشش نانوویی
- تکمیل ضدآتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌ای جدید برای دارورسانی
- نانومیسرها و نقش آنها در ره‌ایش دارو
- نانوبلورهای 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 آنزول‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل‌شده 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
- 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

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

تلفن: ۰۲۱-۶۳۱۰۰
 نمابر: ۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
 پایگاه اینترنتی: www.nano.ir
 صندوق پستی: ۱۴۵۶۵-۳۴۴

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهریژن
 نظارت: داود قراپلو
 report@nano.ir
 تهیه‌کنندگان: آرش سلطانی، سارامقیمیان
 civil@nano.ir