

کاربرد نانورنگ‌ها، نانوپوشش‌ها و سازه‌های ضدحریق در صنعت ساختمان

سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



محصولات مبتنی بر فناوری نانو، دارای موادی در مقیاس نانومتری و دارای ویژگی‌های خاصی هستند. امروزه تلاش‌های فراوانی برای کاربرد این محصولات در مقیاس صنعتی انجام شده است. پیشرفت فناوری



شکل ۱. شیشه‌های ضدحریق

نانو بر روش‌ها و فرآیندهای پوشش دهنی تأثیر چشمگیری داشته است. شناخت عملکرد دهای جدید نانوروکش‌ها که به واسطه استفاده از نانومواد به دست آمده، امکان توسعه کاربردهای جدید را فراهم کرده است. نانوروکش‌ها امکان تنظیم خواص را به محققین می‌دهند که این موضوع یک مزیت ویژه به شمار می‌آید. اصلاح رنگ‌ها به وسیله نانومتری کردن ساختار آن‌ها منجر به بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها شده، مقاومت در برابر حرارت و آتش را در آن‌ها بالا می‌برد.

مطلوب حائز اهمیت به هنگام وقوع آتش‌سوزی، ایجاد شرایط لازم برای جلوگیری از توسعه حریق و کاهش خسارات جانی و مالی است. استفاده از محافظت کننده‌ها و اعمال آن‌ها بر روی سازه‌ها موجب به تاخیر اندادن شدن انتقال حرارت محيط به سطح سازه می‌گردد. با توجه به پیشرفت‌های صورت گرفته در زمینه تولید نانومواد، تغییرات شکرگی در فرآیندهای پوشش دهنی و فرمولاسیون مواد پوشش دهنده به وجود آمده است. بهبود پیشرفت حاصله در فرمولاسیون مواد پوشش دهنده مر هون امکان کنترل شخص‌های چون اندازه نانوذرات، ویژگی‌های شیمیایی سطح نانوذرات، پوشش دهنی سطح پیشتری از بستر توسط نانوذرات و همچنین فعالیت و واکنش پذیری بیشتر نانوذرات در مقایسه با مواد پوشش دهنده دیگر است. از جمله ویژگی‌های مواد پوشش دهنده بر پایه نانوذرات می‌توان به امکان تولید پوشش‌های سطحی خیلی نازک و شفاف اشاره نمود. امروزه از پوشش دهنده‌های بر پایه نانوذرات در مصارف مختلفی از جمله پوشش‌های ممانعت کننده خوردگی، پوشش‌های نوری، پوشش‌های مقاوم در برابر سایش و فرسودگی و پوشش‌های آماس کننده (متورم شونده)^۱ اشاره کرد. از جمله روش‌های بهبود خواص پوشش‌های آماس کننده می‌توان به استفاده از ترکیبی از نانوذرات رس با پوشش‌های آتش‌گیریز (تاخیر اندازنده آتش‌گیری)^۲ اشاره نمود. از انواع پوشش‌های ضدحریق، می‌توان از ملات‌های سیمانی نسوز، مواد خمیری اندود کننده و رنگ‌های ضدحریق به عنوان آخرین دستاوردهای علوم و فناوری نام برد. رنگ‌های ضدحریق، قابلیت ضد شعله‌وری داشته و نیز مانع انتقال حرارت به لایه‌های زیرین اجسام می‌گرددند^[۱].

مقاوم‌سازی در برابر آتش، خدمتی نوین از فناوری نانو

مقاوم‌سازی سازه‌ها در برابر آتش یکی از مقوله‌های مهم در صنعت ساختمان است. این امر در کنار تأمین سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق می‌تواند تضمین کننده اینمنی ساختمان باشد. در صورتی که به هر دلیل سیستم اطفاء، توانایی خود را در خاموش نمودن آتش از دست داده باشد، سازه مقاوم‌سازی شده پایداری خود را برای مدتی حفظ خواهد نمود. بنابراین نیروهای امداد و سانی زمان کافی برای خروج افرادی که در محاضره آتش قرار دارند را خواهند داشت. همچنین بیش از فروریزی ساختمان، امکان خاموش نمودن آتش فراهم می‌گردد. اهمیت

این مسئله در ساختمان‌های مرتفع که عملاً امکانات آتش‌نشانی به صورت مستقیم نمی‌تواند عمل نماید، نمود بیشتری پیدا می‌کند. البته این مقاوم‌سازی دارای استانداردها و ضوابط تعریف شده‌ای از سوی سازمان آتش‌نشانی است که باستی مطابق با آن‌ها در مورد ساختمان عمل شود[۲].



شکل ۲. شماتیک از ساختمان مقاوم در برابر حریق [۳]

فاوری نانو روش‌های متعددی را برای توسعه مواد ضد آتش (ضد حریق) و بهبود خواص آن‌ها ارائه داده است. این مواد جدید به عنوان جایگزین مواد آلاینده‌ای که قبلاً به عنوان مواد ضد حریق، استفاده می‌شدند، مطرح شده‌اند. نقطه عطف این پژوهش‌ها، ذرات آلومینیو سیلیکاتی نانوساختار هستند (نانو رس^۳) که به عنوان پرکننده پلیمرها و برای بالا بردن خواص ضد آتش و مقاومت در برابر حرارت استفاده می‌شود[۴].

جنبه‌های کاربردی رنگ‌ها، پوشش‌ها و سازه‌های ضد حریق

■ در ساختمان، پلیمرها در پوشش کابل‌ها، نقش مهمی را ایفا می‌کنند. این کاربرد عمومی در فیوز، پریز برق و محفظه لامپ‌ها مشاهده می‌شود. خاصیت ضد حریق کامپوزیت‌های نانوس، شانگر این مسئله است که با استفاده از این نانومواد، در موقع آتش سوزی اتلاف حرارت و توسعه دود به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد و هم زمان ایجاد جرقه نیز به تعویق می‌افتد[۴].

■ از دیگر جنبه‌های کاربردی پوشش‌های ضد حریق، استفاده از آن‌ها برای چوب، فلز، پلاستیک یا بتون است.



شکل ۳. مصالح ضد آتش [۵]

توسعه آتش در این مصالح به وسیله این نوع پوشش‌ها به تأخیر می‌افتد و مانع گسترش کنترل نشده آتش می‌شود. در این بخش از نانومواد پوششی که می‌توانند مایع یا پلاستیکی باشند، برای محافظت مصالح استفاده می‌شود.^[۴]

■ با استفاده از اتصالات غیر سمجی برای سطوح اصلاح شده حاوی نانوذرات SiO_2 می‌توان خواص ضد حریق پشم را به عنوان عایق بام به طور قابل توجهی افزایش داد. این قابلیت در مورد سایر الیاف آلی طبیعی و سبک مانند کاه و کنف نیز وجود دارد.^[۴]

■ در مقایله با آتش، شیشه یک نقطه ضعف مهم دارد و آن شکنندگی، شعله ور شدن و نشر دود ناشی از ذوب شیشه در هنگام وقوع حریق است. شیشه‌های محافظه در برابر آتش نیز یکی دیگر از دستاوردهای فناوری نانو است. این محصول، از طریق قراردادن یک لایه شفاف حاوی نانوذرات سیلیس در میان دو صفحه شیشه‌ای ساخته می‌شود. در هنگام گرم شدن شیشه، این لایه شفاف تبدیل به محافظی سخت، تیره و مقاوم در برابر آتش می‌شود.^[۶] با استفاده از نانوذرات، می‌توان شیشه‌های ضد حریقی را به وجود آورد که در اثر حرارت، یک پوشش اسفنج مانند را تشکیل می‌دهند. این پوشش محافظت بهتری در برابر آتش انجام می‌دهد. این جدارهای در مقایسه با نمونه‌های قبلی (تکنیک‌های گذشته) تقریباً ۵۰٪ درصد سبک‌تر و در برابر حریق، ۲ برابر مقاوم‌تر هستند.^[۶]



■ شرکت can nano، رنگ‌هایی را بر پایه فناوری نانو عرضه کرده است که موجب به تاخیر انداختن آتش می‌شوند. این رنگ‌ها به عنوان لایه نهایی محافظه یا به تنهایی به صورت تاب کوت[®] برای دستیابی به سطح بالایی از محافظت در برابر آتش استفاده می‌شود. این رنگ‌ها برای دیوارهای ضد حریق، سقف‌ها و دیگر ساختارها مناسب هستند. استفاده از رنگ‌های ضد حریق که به عنوان تاخیر انداز شعله نیز از آن‌ها نام برده می‌شود، به کنترل خطرات و آسیب‌های آتش ایجاد شده توسط مواد قابل اشتعال مانند سوخت، الکتریستی، چوب، کاغذ وغیره کمک می‌کند.^[۸]

■ به تازگی نانورنگ‌های جدیدی به بازار عرضه شده‌اند که دارای خاصیت ضد حریق هستند و در آن‌ها ماده صابونی که از آن برای پایدار کردن لاتکس در رنگ‌های امولسیونی استفاده می‌شود، با پوششی از نانورس جایگزین شده است. کاربرد لاتکس در رنگ‌های متداول به این دلیل است که پس از تبخیر آب، با چسبیدن ذرات به هم جامد می‌شود و نایاب این می‌توانند فیلم‌هایی را بدون برچای گذاری حلال‌های آلی سمتی در محیط شکل دهند. در این لاتکس‌ها، به عنوان پایدار کننده از صفحات دیسکی نانورس از نوع لاپوینت استفاده می‌شود. هنگامی که هسته پلیمری حاوی پوسته نانورس آتش می‌گیرد، شبکه‌ای از کرات توخالی به

هم متصل نانومتری از نانورس‌ها تشکیل می‌شود که مساحت سطحی منفید زیادی را در یک فضای سیار کم ایجاد می‌کند. به این ترتیب یک لایه محافظ در برابر آتش بر روی سطح تشکیل می‌شود[۹].



شکل ۵. نانو
رنگ‌های ضد حریق [۸]

مزیت‌های استفاده از فناوری نانو در سازه‌ها و پوشش‌های ضدحریق

۱ کاهش اتلاف حرارت و توسعه دود، به تعویق انداختن جرقه زنی:

با استفاده از نانو کامپوزیت‌های خاک رس در ساختمان، اتلاف حرارت و توسعه دود به طور قابل توجهی کاهش می‌باید و هم زمان ایجاد جرقه به تعویق می‌افتد. پوشش‌های پلیمری بر روی کابل‌ها و سیم‌های برق و فیوزها مستعد استفاده از این فناوری هستند[۴].

۲ تاخیر توسعه آتش در مصالح ساختمانی:

توسعه آتش در مصالح به وسیله نانوبوشش‌ها به تأخیر می‌افتد. در صورت بروز آتش در طول چند ثانیه یک پوشش سرامیکی شکل می‌گیرد. این پوشش به شکل یک عایق حرارتی عمل می‌کند و در نتیجه از گسترش دود به شدت جلوگیری می‌شود. استفاده از نانوبودرها منجر به تسریع در ایجاد این پوشش سرامیکی می‌شود. به طوری که همزمان با تولید گازهای به دام افتاده، محصولات احتراقی و حباب‌های آب، به عنوان عایق حرارتی نانوی عمل می‌نماید[۴].

۳ انطباق خوب با محیط زیست به علت عدم وجود هالوژن‌ها:

از جمله مزیت‌های دیگر سیستم ضد حریق، انطباق خوب آن با محیط (بدون-هالوژن، Halogen-free) و مقاومت بالا در برابر نور و سایش است[۴].

۴ کاهش قابلیت اشتعال الیاف آلی:

با استفاده نانومواد، می‌توان قابلیت مقاومت در برابر اشتعال را در الیاف آلی طبیعی همچون ابریشم، کاه و کنف افزایش داد. این موضوع منجر به توسعه نسل جدیدی از مواد سبک ضد حریق می‌شود[۴].

۵ افزایش محافظت در برابر آتش در عین کاهش وزن در شیشه‌ها:

استفاده از فناوری نانو در جدارهای شیشه‌ای، منجر به بهبود محافظت در مقابل آتش می‌شود.

۶ حفظ شفافیت جداره‌های شیشه ضد حریق به دلیل کوچکی اندازه ذرات:

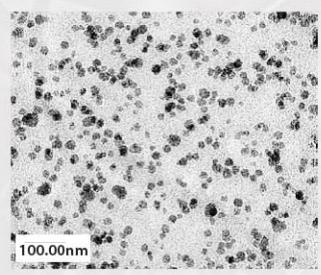
ژل‌های ضد آتش مبتنی بر نانوذرات اصلاح شده، خاصیت ضد آتش جداره‌ها را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند. با استفاده از این ژل‌ها، در هنگام وقوع حریق یک لایه اسفنجه‌پایدار به وجود می‌آید که از سطح شیشه جدا نمی‌شود. به دلیل کوچکی نانوذرات موجود در ژل، پراکندگی نور کاهش می‌یابد و این امر سبب می‌شود تا شفافیت جداره‌های ضد حریق حفظ شود. نمونه‌ای از این شیشه‌های ضد حریق به طور آزمایشی در فرودگاه دبی استفاده شده‌اند[۴].

نانوذرات استفاده شده در پوشش‌ها و سازه‌های ضدحریق

نانوسیلیس و نانورس موادی هستند که به طور عمده در اینگونه پوشش‌ها و سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ثابت شده است که افزودنی‌های نانومتری همچون نانوذرات رس می‌توانند به عنوان عوامل ضد آتش در پلیمرها به کار رفته و یا عملکرد عوامل ضد آتش فعلی را بهبود بخشنند. این نانو کامپوزیت‌ها در اثر سوختن، پوسته‌ای غیرقابل اشتعال به عنوان مانعی در برابر گازهای ناشی از حرارت تولید می‌کنند. به علاوه این افزودنی‌ها از چکیدن پلیمرهای در حال سوختن جلوگیری می‌کنند و در نهایت با ایجاد یک لایه ضد نفوذ مانع رسیدن اکسیژن به بستر در حال سوختن می‌شوند. هر سه سازوکار بیان شده برای مهار آتش ضروری هستند[۱۱].

■ نانوسیلیس:

نانوسیلیس از ذرات کروی و با قطر کمتر از ۱۰۰ نانومتر تشکیل شده است. این نانوذرات به صورت خشک یا ذرات معلق با قابلیت نفوذ در محلول مایع وجود دارند. نوع سیار رایج آن، محلول سیلیکای نانومتری است که در شکل ۶ نمایی از آن مشاهده می‌شود[۱۰].

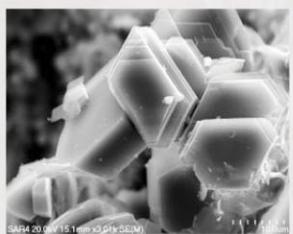


شکل ۶ تصویر میکروسکوپی از نانوذرات سیلیس [۱۰]

■ ساخت شیشه‌های ضد آتش یکی از کاربردهای نانوسیلیس است. شیشه‌های حاوی نانوسیلیس دارای وزنی سبک، ویژگی‌های اپتیکی مناسب، عایق خوبی در برابر صوت مقاومت زیادی در برابر آتش (در حدود ۱۲۰ دقیقه در برابر دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد) دارند.

■ از نانوسیلیس در مصالح ساختمانی از جمله بتیز استفاده می‌شود. استفاده از نانوسیلیس در بت، خواص گوناگون مکانیکی و فیزیکی آن را به شدت بالا برد و موجب بهبود کارآیی آن می‌شود. از جمله این خواص بهبود یافته می‌توان به خاصیت ضد حریق و ضد سایش آن‌ها اشاره نمود. عمدۀ این خواص به علت مقاومت حرارتی بالای سیلیس است که در هنگام افزوده شدن به سایر مواد، این خاصیت را به ترکیب نهایی می‌بخشد. ■ نانوسیلیس تعلیقی علاوه بر کاربرد ضد حریق، کاربردهای چندمنظوره‌ای از خود نشان می‌دهد که از این میان می‌توان به کاربردهای ضد اصطکاک، کاربردهای ضد لغزش و کاربردهای ضد انعکاس سطحی اشاره نمود.

■ ناتورس:



شکل ۷ تصویر میکروسکوپی از
ناتورس [۱۰]

ناتورس‌ها آلومینوسیلیکات‌هایی با ساختار لایه‌ای هستند. کاتولینیت، بتنونیت و مونت‌موریونیت مثال‌هایی از این مواد هستند. نانوذرات رس به شکل صفحه‌ای به ضخامت ۱ نانومتر و طول ۱۰۰۰ تا ۷۰ نانومتر هستند (شکل ۷). نانوذرات رس ویژگی‌های منحصر به فردی دارند و اضافه کردن مقدار کمی از ناتورس می‌تواند روی خواص پوشش تأثیر زیادی داشته باشد. به دلیل کوچک بودن ذرات ناتورس، اضافه کردن این ماده شفافیت پوشش‌ها را از بین نمی‌برد.

این نانوذره عمولاً در قالب نانو‌کامپوزیت‌های خاک رس ماتریس‌های گوناگون، مورد استفاده قرار می‌گیرد. افزودن ناتورس به ماتریس‌های پلیمری و استفاده از نانو‌کامپوزیت خاک رس در مواد ساختمانی، مزایایی از قبیل بهبود خواص مکانیکی، افزایش سختی بدون کاهش پلاستیcite، افزایش مقاومت در برابر حرارت و عوامل شیمیایی، توانایی تأخیر اندازی شعله و مقاومت در برابر آتش و مقاومت در برابر عبور گاز را به دنبال دارد. توانایی تأخیر اندازی شعله، موجب استفاده از این مواد در پوشش‌های ضد آتش در محصولاتی چون کفپوش‌ها، عایق‌ها، پانل‌ها و اجزای ساختمانی و فوم‌های ماشین‌ها، کشتی‌ها و هوایپامها شده است. انتقال کم گازهای مختلف مانند اکسیژن، بخار آب و دی‌اکسید کربن، مزیت دیگر استفاده از این نانو‌کامپوزیت‌ها است [۱۰].

پروژه‌های تحقیق و توسعه در حوزه مقاومت در برابر آتش در کشور

- از پژوهش‌های مرتب در دست اقدام در گروه زنگ پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران می‌توان به «تهیه و بررسی خواص پوشش‌های نانو‌کامپوزیتی ضد حریق متورم شونده بر پایه رزین فورانی اصلاح شده با نانو ذرات^۵ POSS و قیر طبیعی» اشاره نمود [۱۲].
- همچنین پژوهش‌های متنوعی به استفاده از نانوذرات رس در انسواع مختلفی از زمینه‌های ترموموست و ترموپلاستیک اختصاص داده شده است.

شرکت‌های ارائه دهنده پوشش‌ها، رنگ‌ها و سازه‌های ضدآتش

- گروه تخصصی و مهندسی نوین البرز، نانوماده ضدحریق چوب را با رنگی شفاف و جهت اعمال روی سطوح مختلف با ضخامت بسیار اندک (در حدود چند صد میکرونی) و مقاوم در برابر شعله و آتش، ارائه می‌نماید. این نانوماده پس از اعمال روی سطوح قابل اشتعال همانند چوب، کارتون و غیره از آتش گرفتن آن‌ها جلوگیری می‌نماید [۱۳].
- شرکت شیمیایی بلژیکی Devan chemicals از نانوذرات سیلیکات لایه دار شده به صورت لایه‌های کریستالی مشک و بهبود قابلیت تأخیر در آتش گیری در پوشش‌های متورم شونده نموده است. در این مواد ساختار مشک و ضخیم پوشش‌ها به صورت مانعی در برابر آتش گیری و انتقال حرارت و گرما رفتار می‌کنند [۱۴].

- شرکت آلمانی Hensel گروههای مختلفی از رنگ‌های ضد حریق را برای سطوح متفاوت از جمله سطوح فلزی، چوبی، کابل‌های برق و غیره ارائه می‌نماید که گروهی، نقش پف کننده را داشته و گروهی نقش دیرسوز کننده را دارا می‌باشند[۱].
- رزین اپوکسی پایه آب: نسل جدید پوشش Nansulate[®] با نام EPX[®] به دلیل بهره‌مندی از فناوری نانو، انقلابی در صنعت پوشش‌های محافظتی در سطح جهان پدید آورده است. این پوشش‌ها دارای ویژگی‌های منحصر به فردی همچون عایق کاری حرارتی، ضد خوردگی، ضد آتش، مقاومت شیمیایی در برابر اسیدها و بازها و مواد سوختی است[۱۵].
- شرکت Nano Green world در حوزه نانومواد سیز فعالیت می‌کند. بخشی از این پوشش‌ها، پوشش‌های تأخیر انداز شعله در فضای داخلی و خارجی ساختمان‌ها و وسایل نقلیه مانند کشی وغیره، پوشش‌های تأخیر انداز شعله در حوزه کاغذ و عایق‌های صنعتی، الیاف و منسوجات ضد حریق و غیره است. هدف این شرکت ایجاد کاربردهای جدید و حفظ منابع موجود در راستای حفظ منابع برای نسل‌های آینده است[۱۶].

جمع‌بندی

مقاآم سازی سازه‌ها در برابر آتش یکی از مقوله‌های مهم در صنعت ساختمان است. علاوه بر استفاده از سیستم‌های اطفاء، مقاآم سازی سازه‌ها در برابر حریق منجر به افزایش پایداری آن‌ها در هنگام آتش‌سوزی می‌شود. استفاده از فناوری نانو در رنگ‌ها و روکش‌ها و همچنین سازه‌ها، نسل جدیدی از مواد ساختمانی را با امکان کنترل و تنظیم خواص به وجود آورده است. این قابلیت در مورد مواد دیرسوز یا به تأخیر انداز شعله تیز به خوبی به دست آمده است. اصلاح رنگ‌ها و پوشش‌ها به وسیله نانومتری کردن ساختار آن‌ها منجر به افزایش مقاومت در برابر حرارت و آتش در آن‌ها می‌شود. این محصولات نوین شرایط لازم برای جلوگیری از توسعه حریق و کاهش خسارات جانی و مالی را فراهم می‌کنند. همگام با توسعه فناوری‌های مرتبط با این موضوع در دنیا، امروزه دانش فنی توسعه این دسته از مواد در کشور وجود دارد.

پی‌نوشت‌ها

- ۱ Expanding coatings
- ۲ Fire retardant
- ۳ nanoclay
- ۴ Top coat
- ۵ polyhedral oligomeric silsesquioxane

مراجع

۱ <http://www.hensel-electric.de/en/>

۲ مقررات و الزامات مقاوم سازی سازه های فولادی در برابر حریق توسط مواد پاششی معدنی، سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران

۳ <http://www.pgco.co/index.php/fa/fire-proofing>

۴ کاربردهای فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز (در کشور آلمان)، مجموعه گزارش های رصد فناوری نانو ۱۳۹۱

۵ <http://www.architectureanddesign.com.au/suppliers/schott-australia/glass-solutions-with-fire-resistance-hightened-pri>

۶ حمید ثامری، محمد کاظم محمدی، فناوری نانو و صنعت ساختمان

۷ http://jiahao.glassinchina.com/sell/showsell_413108.html

۸ <http://www.icannanopaints.com/nanoFireRetardantPaints.html>

۹ <http://news.softpedia.com/news/Nanotechnology-Creates-Fireproof-Paint-61208.shtml>

۱۰ J. Basic. Appl. Sci. Res., 3(8)509-519, 2013

۱۱ ابوالقاسم کوچکی، علی عباسی، حامد افشاری، حسین شکی، عمام الدین هراتیفر، امیرحسین میردامادیان، فناوری نانو در صنعت ساختمان و کاربردهای آن، چاپ دوم، دبیرخانه ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

۱۲ <http://www.ippi.ac.ir>

۱۳ <http://nalborzco.ir/?cat=94>

۱۴ www.Devan.net

۱۵ www.nansulate.ir

۱۶ www.nanogreenworld.com

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 غلالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاكون شش عنوان از مجموعه نرم افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع (نفت، خودرو، انساجی، ساخت و ساز، بهداشت و سلامت) و (کشاورزی) ارائه شده است.

مرکز پخش: www.nanosun.ir - ۶۶۸۷۱۲۵۹



از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- سلول‌های خورشیدی رنگ‌دانه‌ای
- نانوحسگرها بایش آلودگی ذرات معلق در هوا
- نانوحسگرها تشخیص دهنده پاتوژن‌های میکروبی در مواد غذایی
- کاربردهای فناوری نانو در جاه ارت
- کاربرد نانوحسگرها در تشخیص و کنترل رطوبت خاک
- کاربردهای فناوری نانو در خنک‌کاری قسمت‌های مختلف نیروگاه
- کاربرد فناوری نانو در روش فیلتراسیون اسمر معکوس
- درختسان: نانوحاملی در عرصه سلامت
- فناوری‌های نوین در استفاده از آب‌های تخریب شده به عنوان منبع آب مصرفی صنایع مختلف
- مدخل هوا-نانو الیاف
- رنگ‌های محافظ در برابر امواج الکترومغناطیس
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌ها و پوشش‌های آبگردیز
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌فولینگ

- فناوری نانو و محیط‌های کنترل شده کشت (CEA)
- نانوحسگرهای تشخیص سموم کشاورزی
- کاربرد فناوری نانو در شیشه‌های هوشمند (۱)
- نانوآفت‌کش و اثر آن در کنترل آفات
- کاربردهای فناوری نانو در صنایع غذایی
- کاربرد فناوری نانو در روغن‌های روان‌کننده
- نانو افزودنی‌های سوخت
- کاربرد نانوالیاف در کشاورزی
- کاربرد فناوری نانو در سیمان و سیال حفاری
- کاربرد نانوساختارها در فناوری‌های جداسازی غشایی
- نانوفیلترهای لیفی
- فناوری‌های نوین در مدیریت و افزایش بهره‌روی آب در نیروگاه‌های گرمایی
- فولاد نانوساختار Sandvik Nano flex
- کاربرد فناوری نانو در صنعت سیم و کابل
- کاربرد فناوری نانو در صنعت دیودهای نورافشان LED
- کاربردهای فناوری نانو در تولید انرژی الکتریکی
- کاربردهای نانومواد سلولز در صنعت خودرو
- کاربرد نانوکامپوزیت‌های پلیمری در صنعت خودرو
- کاربرد فناوری نانو در پوشاش
- کاربرد فناوری نانو در رنگرزی منسوجات
- کاربرد فناوری نانو در منسوجات ورزشی / بیرونی
- کاربرد فناوری نانو در تولید منسوجات خود تمیزشونده

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

| | | |
|------------------|----------------------------------|----------------|
| تلفن: | توسعه فناوری مهربیژن | طراحی و اجراء: |
| نامبر: | داود قرایلو | ناظر: |
| پایگاه اینترنتی: | report@nano.ir | |
| صندوق پستی: | مبدأ پژوهان فناوری‌های نوین آتیه | تهییه‌کننده: |
| www.nano.ir | composite@nano.ir | |
| ۰۲۱-۶۳۱۰۰ | | |
| ۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰ | | |
| ۱۴۵۶۵-۳۴۴ | | |