

کاربرد فناوری نانو در رنگ‌ها و پوشش‌های آب‌گریز

سال انتشار: ۱۳۹۶

ویرایش دوم



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهر وین	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرايلو report@nano.ir	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه کننده:	مبنا پژوهان فناوری های نوین آتیه composite@nano.ir	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
		صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

شناسنامه

۳	مقدمه
۳	راه حل های مشکل
۵	ارائه راه حل های مبتنی بر فناوری نانو
۵	روش های دستیابی به سطوح آب گریز
۶	پوشش های آب گریز مبتنی بر فناوری نانو
۷	رنگ های آب گریز مبتنی بر فناوری نانو
۹	مزایای رنگ های آب گریز مبتنی بر فناوری نانو
۹	معرفی محصولات، ابزارها و دانش های فنی موجود در داخل و خارج از کشور
۱۰	تخمین هزینه ها و بازار فناوری مورد بحث
۱۰	نتیجه گیری

فهرست مطالب

فناوری نانو با ساختارهای مختلف ماده که دارای ابعادی از مرتبه یک میلیارد متر (10^9) هستند سروکار دارد. این فناوری، 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.

استفاده از فناوری نانو در رنگ باعث ایجاد خواص جدید در رنگ، افزایش کیفیت رنگ و کاهش مصرف آن می‌گردد. کاربرد فناوری نانو در صنایع رنگ و پوشش در بخش مواد اولیه بیشتر شامل رنگ‌دانه‌ها است. در بحث رنگ‌دانه‌ها، اندازه ذرات اهمیت بسزایی دارد و با پیش رفتن به سمت مقیاس نانو و افزایش سطح فعال نانوذرات (به دلیل دارا بودن تعداد بسیار زیاد اتم در سطح) خواص متفاوت و جدیدی مانند ضد سایش، آنتی باکتریال، خود تمیز شونده، ضد خش، ضد سایش و خواص حفاظت الکترومغناطیس در رنگ ایجاد می‌شود. بنابراین رنگ‌های نانو با بهره‌گیری از نانوذرات فعال و گروه‌های عاملی مناسب در ساختار خود، قادرند تا در مقابل محرک‌های محیطی عکس العمل‌های هوشمندانه محافظتی، از خود نشان دهند. رنگ‌های ضد آب نانویزدسته‌ای دیگر از رنگ‌های محافظتی هستند که به منظور افزایش دوام قطعات و کاهش هزینه‌ها دارای کاربردهای وسیع در صنایع مختلف می‌باشند.

راه‌حل‌های مشکل

■ اهمیت آب‌گریز کردن سطوح

وجود رطوبت و نشأت آب به زیرساخت‌های مختلف قطعات ساختمانی و صنعتی مسئله‌ای شناخته شده است. آب و رطوبت در صنایع مختلفی مانند صنعت ساختمان، صنایع دریایی، سطوح فلزی و... می‌تواند مشکل ساز باشد، به عنوان نمونه در زیر به برخی از مشکلات مرتبط با آب در صنایع مختلف اشاره شده است (شکل ۱ و ۲)

■ رسوخ در مصالح ساختمانی، نشأت آب به علت خلل و فرج داخلی و ترک‌های ریز، مسئله‌ای شناخته شده است. بیشتر مصالح ساختمانی مانند گچ، بتن و سیمان دارای تخلخل‌های بسیار ریز و گروه‌های هیدروکسیل در سطح خود هستند. این گروه‌های هیدروکسیل به خاطر شباهت با ساختار آب و ویژگی آب دوستی جاذب آب بوده، بنابراین به راحتی خیس شده و آب در سطح آن‌ها نفوذ می‌کند. بنابراین به منظور جلوگیری از رشد ترک‌ها، پوسته شدن سطوح رنگ و گچ، ایجاد کبک و قارچ در اثر رطوبت و... آب‌گریز کردن این سطوح دارای اهمیت ویژه‌ای است.

■ خوردگی سطوح فلزی و فولادی به ویژه در نواحی ساحلی و جلوگیری از تضعیف مقاومت مصالح ساختمانی بتنی، مسئله مهم دیگری است که در ضد آب سازی به آن پرداخته می‌شود.

■ استفاده از سطوح آب‌گریز به منظور افزایش دوام، کاهش هزینه‌ها و کاهش زمان مورد نیاز برای نظافت تجهیزات در صنایع مختلفی مانند، صنعت اتومبیل سازی، ساختمان و... مورد استفاده قرار گرفته است. پوشش‌ها و رنگ‌های خود تمیز شونده آب‌گریز به واسطه حرکت قطرات آب از روی سطح خود آلودگی‌های سطحی را می‌زدایند.

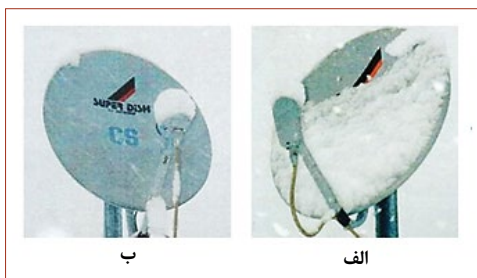
■ یکی دیگر از کاربردهای مهم سطوح آب‌گریز استفاده از آن‌ها به عنوان ضد یخ است. در مناطق سردسیر یخ در سطح جامدات رسوب می‌کند و باعث افت خواص مکانیکی سیستم‌های جامد می‌شود. بنابراین سطوح

آب گریز با مقدار انرژی سطحی پایین خود مانع ایجاد یخ زدگی بر روی سطوح می شوند.



شکل ۱. نمونه های از بروز مشکلات در مصالح ساختمانی به دلیل وجود آب و رطوبت

شکل ۲. محافظت سیستم های دریافت و ارسال امواج ماهواره ای با رنگ های ضد آب، نسبت برف نشسته شده بر روی سطح پوشش داده شده با رنگ ضد آب (ب) در مقایسه با سطح پوشش داده نشده بسیار ناچیز است [۱].



تاریخچه سطوح آب گریز:

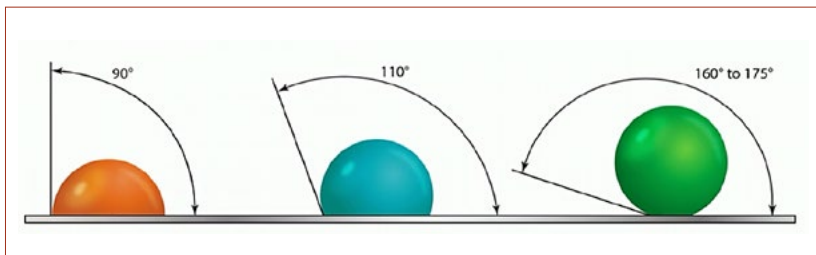
سطوح خود تمیز شونده آب گریز اولین بار با کشف ریزساختار برگ نیلوفر آبی که برخلاف ظاهر صافش، دارای سطحی زیر در مقیاس میکرو و نانو است، مورد توجه قرار گرفت. در این گیاه، آب به محض تماس با سطح به شکل قطرات کروی تجمع یافته و با لغزش از روی سطح ذرات آلودگی و خاک را با خود از روی سطح می زداید. بنابراین سطوح خود تمیز شونده آب گریز با سازوکاری مشابه با برگ های نیلوفر آبی، علاوه بر دفع آب از روی سطح خود توانایی دفع آلودگی ها شامل ذرات جامد، مایعات آلی و آلودگی های زیستی را نیز دارند (شکل ۳).



شکل ۳. تصویر قطره آب بر روی برگ نیلوفر آبی، ذرات آلودگی روی قطره آب می چسبند و از سطح جدا می شوند [۲].

■ تعریف سطوح آب‌گریز:

یکی از عوامل تعیین‌کننده در میزان ترشوندگی^۲ یک سطح، زاویه تماسی مایع با آن است. زاویه تماس برای یک مایع (قطره)، در فصل مشترک فاز جامد و مایع، در محل تماس قطره مایع با سطح جامد تشکیل می‌شود. هرچه زاویه تماس به صفر نزدیک‌تر باشد ترشوندگی بیشتر و با افزایش زاویه تماس میزان ترشوندگی سطح کاهش می‌یابد (شکل ۴).

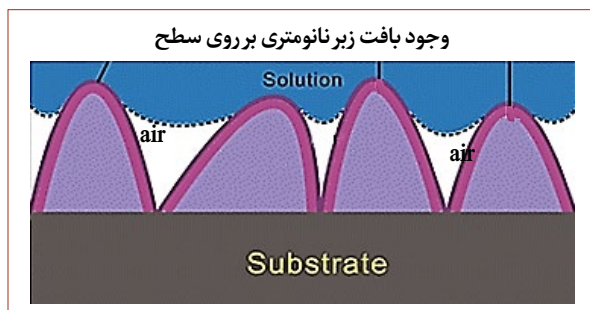


▲ شکل ۴. زاویه تماس یک قطره با سطح آب‌گریز: برای زاویه بزرگ‌تر از ۹۰ درجه سطح آب‌گریز و برای زاویه تماس بیشتر از ۱۵۰ درجه باشد، سطح فوق آب‌گریز نامیده می‌شود[۳].

ارائه راه‌حل‌های مبتنی بر فناوری نانو

■ روش‌های دستیابی به سطوح آب‌گریز:

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 یافته و نیروی موئینگی بین قطره و سطح شدیداً کم می‌شود. بنابراین، قطره آب شکل کروی به خود می‌گیرد و امکان ایستایی ذرات آب روی سطح را از بین می‌برد (شکل ۵).



▲ شکل ۵. شمای از سطح با پوشش آب‌گریز: به دلیل بافت زبر نانومتری آب نمی‌تواند بر روی سطح نفوذ کند[۴].

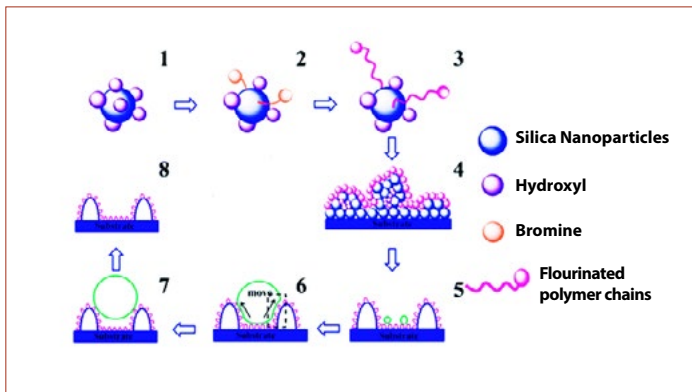
به طور کلی برای دستیابی به خاصیت آب گریزی در یک سطح، می توان از رنگ ها و پوشش های آب گریز استفاده کرد. در استفاده از رنگ ها و پوشش ها، شرایط یکسانی برای دستیابی به آب گریزی سطح وجود دارد. ساختار شیمیایی آب گریز و زبری سطح دو فاکتور مهم در استفاده از این پوشش ها و رنگ ها هستند، که در زیر به توضیح مختصری پرداخته شده است:

■ **انرژی سطحی پایین** (ساختار شیمیایی آب گریز): برای دستیابی به آب گریزی سطحی، لازم است که یک سطح آب گریز با کشش سطحی بسیار پایین همراه با میکروساختارهای مناسب ایجاد شود. در این روش با تغییر در مورفولوژی سطوحی با انرژی سطحی پایین و ایجاد زبری مناسب، می توان سطح آب گریزی ایجاد کرد.

■ **زبری سطح**: ایجاد زاویه تماس بیشتر از ۱۲۰ درجه بر روی یک سطح صاف فقط با اتکا به ساختار شیمیایی آب گریز آن سطح، بدون هیچ بافتی در ابعاد نانویا میکرو، تقریباً ناممکن است. بنابراین، زبری سطح عاملی مهم در پوشش های آب گریز است. در این روش پوشش های نازکی از مواد با انرژی سطحی پایین به روش های مختلف بر روی سطوحی که زیر هستند، ایجاد می شود.

■ پوشش های آب گریز مبتنی بر فناوری نانو:

پوشش های آب گریز، پوشش های نازک نانومتری کاملاً شفاف بوده که قابل استفاده بر روی سطوح مختلف، مانند شیشه، چوب، سنگ و... هستند و با روش های متفاوتی بر روی این سطوح پوشش داده می شوند. نانوذرات سیلیکا مرسوم ترین ماده مورد استفاده در پوشش های آب گریز است که کاربرد بیشتری نسبت به سایر اکسیدهای فلزی دارد. با قرار گرفتن این نانوذرات در بستر پلیمری مناسب و عامل دار کردن سطح این ذرات، خاصیت آب گریزی مناسبی ایجاد می شود. در شکل ۶ فرایند آماده سازی یک پوشش فوق آب گریز نشان داده شده است.



شکل ۶. فرایند آماده سازی یک پوشش فوق آب گریز، ۱- نانوذرات سیلیکا ۲- عامل دار کردن سطح ذرات سیلیکا با poly(BA-co-EFOA) ۳- اتصال زنجیره های پلیمری فلئوردار به ذرات سیلیکا ۴- شکل گیری ساختارهای سلسله مراتبی^۲ نانو بر روی سطح ۵- قطره های آب قرار گرفته در زبری های سطح ۶- تغییر شکل قطره به دلیل کشش سطحی نامتعادل ۷- حرکت قطره آب به سمت بالا و معلق شدت آن در سطح ۸- جدا شدن قطره آب از روی سطح [۹].

■ محققان با استفاده از اچ کردن سطح ستون‌های میکرومقیاس سیلیکونی موفق به تولید نانوپوششی شدند که دارای خواص آب‌گریزی بالایی است. این نانوپوشش می‌تواند برای متراکم کردن بخارات آب در نیروگاه‌های حرارتی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از این نانوپوشش، برای کاربرد در محیط‌های پر بخار بسیار اهمیت دارد. با افزایش قدرت حرکتی ذرات مایع روی سطح می‌توان متراکم شدن بخار آب را با کارایی بالا انجام داد. این قابلیت در نیروگاه‌های حرارتی که در آن گرما موجب بخار شدن آب می‌شود، برای جمع‌آوری کاراتر ذرات آب، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این فناوری مانع از هدر رفت آب شده و همچنین مانع از یخ زدن سطح بال هواپیماها می‌شود. برای ایجاد چنین نانوپوششی محققان این پروژه روی سطح، با استفاده از فتولیتوگرافی و اچ کردن یون فعال ستون‌های میکرومقیاس از جنس سیلیکون ایجاد کردند.

■ محققان کانادایی با استفاده از نانودانه‌های پلیمری موفق به ساخت نانوپوششی شفاف شدند که آب‌گریز و روغن‌گریز است. روش‌هایی که پیش از این ارائه شده است به شکلی بوده که محصول نهایی قابل استفاده در همه حوزه‌ها نیست که دلیل این امر شفاف نبودن پوشش است. فلئور دارای خواص مناسب برای استفاده در پوشش نهایی در تمامی حوزه‌ها است اما به دلیل قیمت بالا و خطرات زیست محیطی استفاده از آن با محدودیت‌هایی روبرو است. اخیراً محققان موفق به ارائه پوشش پلی اورتان فاقد فلئور شده‌اند. این ماده ارزان قیمت بوده و به راحتی به سطوح مختلف می‌چسبد. نتایج یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که این پوشش‌های ارائه شده جدید دارای قیمت مناسب و شفافیت بالا حتی تا ضخامت ۱۰ میکرون هستند. برای تولید این پوشش، محققان از زنجیره پلیمری پلی (دی متیل سیلوکسان) (PDMS)^۴ و یک روغن سیلیکونی زیست سازگار استفاده کرده‌اند. این پوشش جدید قادر است اثر انگشت، جوهر و رنگ را از خود دور کند. از این پوشش می‌توان روی سطح نمایشگر تلفن همراه استفاده کرد.

■ رنگ‌های آب‌گریز مبتنی بر فناوری نانو:

اصولاً در رنگ‌های آب‌گریز از ترکیبات حاوی عناصر سیلیکون، مانند پلی اورگانوسیلیکان، اپوکسی پلی سیلوکسان و پلیمرهای حاوی فلئورین استفاده می‌شود. زاویه تماسی که در اثر استفاده از این رنگ‌های آب‌گریز ایجاد می‌شود کمتر از ۹۰ درجه است. استفاده از افزودنی‌های سیلان، اورگانوسیلان و فلوروسیلان می‌تواند این زاویه را به کمی بیشتر از ۹۰ درجه افزایش دهد، یعنی داشتن سطح با خاصیت آب‌گریز. شدت آب‌گریزی پایین و همچنین پایداری کم از معایب این رنگ‌ها به شمار می‌رود.

در اینجاست که استفاده از فناوری نانو در رنگ‌های آب‌گریز می‌تواند راه‌گشا باشد، تا بتوان به رنگ فوق آب‌گریز و با خواص مطلوب دست یافت (شکل ۷). استفاده از افزودنی‌های نانومتری به منظور افزایش زبری سطح و در نتیجه افزایش زاویه تماس، دلیل استفاده از نانوذرات با خاصیت آب‌گریز (مانند نانوذرات سیلیکا) در رنگ است. عموماً در رنگ‌های فوق آب‌گریز نانو از نانوکامپوزیت‌های آلی- معدنی در رنگ استفاده می‌شود. به عنوان مثال در نمونه‌ای از رنگ‌های آب‌گریز مبتنی بر فناوری نانو از نانوکامپوزیت‌های آلی- معدنی (نانوکامپوزیت آکریلیک- سیلیکا) در رنگ استفاده شده است، اندازه ذرات سیلیکا استفاده شده حدود ۱۵ تا ۳۰ نانومتر و اندازه نانوکامپوزیت تشکیل شده زیر ۲۰۰ نانومتر است [۵].



شکل ۷. نمونه های کاربردی رنگ های آب گریز نانویی در سطوح متفاوت

همچنین تیمی از محققان بین المللی، نوعی رنگ فوق العاده آب گریز تولید کرده اند که در برابر آب و روغن غیر قابل نفوذ است و دارای خاصیت خود تمیز شوندگی است. این رنگ جدید را می توان بر روی لباس، کاغذ، شیشه و فولاد استفاده کرد که در ترکیب با مواد چسبنده، خواص خود تمیز شوندگی خود را حتی پس از پاک شدن، خراشیده شدن یا چاقو یا سائیده شدن با سمباده حفظ می کند. رنگ جدید که از نانوذرات پوشش یافته دی اکسید تیتانیوم ساخته شده است، می تواند سطح مقاوم تری را تولید کند که در برابر سائیدگی و خراش های روزمره مقاوم هستند و از این رو می توان از آن ها برای طیف گسترده ای از کاربردها مانند پوشاک و خودرو بهره برد (شکل ۸) [۶].



شکل ۸. اعمال پوشش های رنگی ضد آب بر روی سطوح به وسیله اسپری کردن محلول حاوی نانو رنگ دانه ها. این روش یک تکنیک یک مرحله ای و ارزان قیمت است که می توان آن را بر روی سطوح مختلفی مانند شیشه، کاغذ، سیم پیچ و حتی نخ پوشش داد و آنها را کاملاً ضد آب نمود. همچنین بسته به نوع نانوذرات مورد استفاده رنگ پوشش داده شده بر روی سطح می تواند متفاوت باشد [۷].

مزایای رنگ‌های آب‌گریز مبتنی بر فناوری نانو

- افزایش نفوذ رنگ بر روی سطح به دلیل استفاده از ذرات نانومتری
- افزایش چسبندگی رنگ‌های نانو بر روی سطح نسبت به رنگ‌های معمولی
- ضخامت بسیار کمتر رنگ نانو پوشیده شده بر روی یک سطح نسبت به رنگ‌های معمولی و در نتیجه صرفه جویی در مصرف رنگ
- سازگار بودن رنگ‌های نانو با محیط زیست

جدول ۱. در جدول زیر نمونه‌های کاربردی از پوشش‌ها و رنگ‌های ضد آب در بخش‌های عمومی و صنعتی بیان شده است.

کاربردهای پوشش‌ها و رنگ‌های ضد آب مبتنی بر فناوری نانو

استخر، سونا و جکوزی	برج‌های خنک کننده
آثار گلی، کاشی و سفال‌ها	تصفیه خانه فاضلاب
سنگ‌های طبیعی و مصنوعی	تراورس‌های خط آهن
آجرهای بدون حفاظ	تونل‌ها
سطوح چوبی	باراندازها
ستون‌های دریایی	کارخانه‌های کشتی‌سازی

معرفی محصولات، ابزارها و دانش‌فنی‌های موجود در داخل و خارج از کشور

در جدول زیر اسامی برخی از شرکت‌های فعال داخلی و خارجی در زمینه رنگ‌ها و پوشش‌های نانو آورده شده است.

نام شرکت	محصول	پایگاه اینترنتی
نانوپوشش نوین البرز	پوشش‌های ضد آب	www.n-alborz.ir
شرکت نانوپوشش طوس	نانوزایکوسیل	www.nano-p-toos.com
شرکت نانوپارسه	پوشش‌های محافظ آب‌گریز در سطوح مختلف	www.nanoparse.com
Nanotech	پوشش‌های آب‌گریز	www.nanotechcoatings.com
ESU high-tech	رنگ و پوشش‌های آب‌گریز	www.alibaba.com
NTT AT	رنگ‌های آب‌گریز	www.hirecpaint.com
شرکت‌های داخلی		
شرکت‌های خارجی		

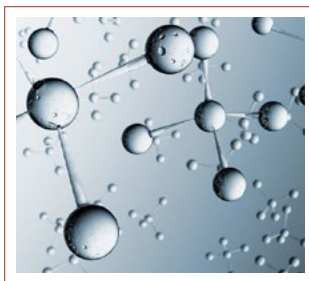
تخمین هزینه ها و بازار فناوری مورد بحث

در میان بازار پوشش ها، نانو پوشش ها فرصت های جدیدی را در بازارهای جهانی ایجاد کرده اند. خواصی مانند مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر UV، خاصیت ضد احتراقی، حفظ براقیت سطوح و بهبود خواص شیمیایی و مکانیکی از جمله ویژگی های این پوشش ها است. بازار پوشش های خود تمیز شونده آب گریز در سال های اخیر به علت کاربرد در شیشه های خودرو، تجهیزات بهداشتی، لوازم الکترونیکی، تجهیزات پزشکی، صنعت کفش، منسوجات و حمل و نقل هوایی گسترش زیادی پیدا کرده است. در سال ۲۰۱۳، محصولات خود تمیز شونده و آسان تمیز شونده بزرگترین سهم را در بازار جهانی نانو پوشش ها دارا بودند و انتظار می رود که این روند تا سال ۲۰۱۹ ادامه یابد. طبق گزارش های مؤسسه تحقیقاتی NanoMarket، بازار پوشش های خود تمیز شونده در سال ۲۰۱۸ به ۱/۴ میلیارد دلار خواهد رسید.



نتیجه گیری

فناوری نانوییکی از بزرگترین فناوری های نوین در قرن حاضر است که استفاده از آن در راستای برطرف نمودن نیازهای صنایع می تواند راهگشا باشد. همگام با توسعه فناوری نانو در صنایع مختلف، توجه به کاربردهای این علم، در صنعت رنگ و پوشش منجر به پیشرفت هایی در این زمینه گردیده است. رنگ ها و پوشش های ضد آب نانو، نمونه ای از کاربرد این فناوری در صنعت رنگ است که در چند سال اخیر مورد استقبال و توجه بسیاری از شرکت ها قرار گرفته اند و فرصت های جدیدی را در بازارهای جهانی ایجاد کرده اند.



پی‌نوشت‌ها

- ۱ Hydrophobic
- ۲ Wettability
- ۳ Hierarchical
- ۴ poly(dimethylsiloxane)

مراجع

- ۱ www.hirecpaint.com
- ۲ www.teachengineering.org
- ۳ www.aquashieldpro.com
- ۴ www.zycosil.com Durability of Cement based Building Materials
- ۵ T Mizutani, K Arai, M Miyamoto, Y Kimura, Application of silica-containing nano-composite emulsion to wall paint: A new environmentally safe paint of high performance, 2006, 55(3).
- [6] Yao Lu, New paint makes tough self-cleaning surfaces, sciencedaily, 2015.
- ۶ H Ogihara, J Okagaki, T Saji, Facile Fabrication of Colored Superhydrophobic Coatings by Spraying a Pigment Nanoparticle Suspension, 2011, 27 (15).
- ۷ D Reinhoudt, M Crego-Calama, Xue-Mei Li, What do we need for a superhydrophobic surface, A review on the recent progress in the preparation of superhydrophobic surfaces, Chem. Soc. Rev., 2007.
- ۸ Ivan P. Parkin and Robert G. Palgrave, Self-cleaning coatings, Journal of Materials Chemistry, 2004.

مجموعه مستندهای
نانو صنعت را می‌توانید در
این نشانی ببینید.



مجموعه مستندهای نانو صنعت



از مجموعه گزارش های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک
- فناوری نانو و بتن های ویژه
- نقش فناوری نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه سیمانی
- کاربرد فناوری نانو در سازه های بتنی هوشمند با قابلیت خودترمیم شونده
- کاربرد فناوری نانو در گچ ساختمانی
- کاربرد فناوری نانو در شیشه های هوشمند
- کاربرد نانورنگ ها، نانوپوشش ها و سازه های ضد حریق در صنعت ساختمان
- پوشش ها، کفپوش ها و سازه های مقاوم در برابر لغزش
- کاربرد نانوپوشش ها در صنعت ساخت و ساز
- کاربرد فناوری نانو در رنگ های آنتی استاتیک
- نانوپوشش های ضد آلودگی

- نماهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ های خود تمیز شونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ های ضد خش
- کاربرد فناوری نانو در رنگ های آنتی باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق های صوتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در بتن های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربرد فناوری نانو در لوله های بی صدای فاضلاب
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان
- کاربرد فناوری نانو در عایق های رطوبت