

کاربرد فناوری نانو در گچ ساختمانی

سال انتشار: ۱۳۹۶

ویرایش دوم



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهر ویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه کننده:	شرکت توسعه نانو فناوری افشار	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
	civil@nano.ir	صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

۳	فناوری نانو چیست؟
۳	گچ و کاربردهای آن
۳	کاربرد نانو ذرات در گچ
۴	بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی
۵	گچ با خاصیت آنتی باکتریال و ضد رطوبت
۹	آینده و بازار فناوری نانو در گچ
۱۰	معرفی تعدادی از شرکت های سازنده گچ نانو



فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با کنترل ابعاد در محدوده ۱-۱۰۰ نانومتر و استفاده از خواصی است که در این سطوح ظاهر می‌شود. در مقیاس نانومتری، ذرات دستخوش تغییرات شده و خواص شیمیایی و فیزیکی ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند.

در چند سال گذشته استفاده از علم نانو بسیار فراگیر شده و به سرعت در حال

پیشرفت و گسترش است. همگام با توسعه فناوری نانو در صنایع مختلف، توجه به کاربردهای این علم، در صنعت ساختمان سازی نیز منجر به پیشرفت‌هایی در این زمینه گردیده است. در سال‌های اخیر و با شروع بهسازی مواد در حوزه مصالح ساختمانی، نانو مواد به عنوان مواد مکمل در مصالح کاربرد دارند. به عنوان مثال، فناوری نانو از طریق به کارگیری نانوپودرها به عنوان مواد مکمل در مخلوط سیمان و گچ باعث بهبود در مقاومت، استحکام و فرآیند پذیری این مصالح می‌شوند.

گچ و کاربردهای آن

گچ از جمله مصالحی است که در صنایع ساختمان سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به علت ویژگی‌هایی که دارد از زمان‌های قدیم در امر ساختمان سازی مورد استفاده بوده است. گچ از یختن و آسیاب کردن سنگ گچ به دست می‌آید. سنگ گچ از گروه مصالح ساختمانی کلسیم دار است که به وفور در طبیعت یافت می‌شود و تقریباً در تمامی نقاط زمین وجود دارد. سنگ گچ با فرمول $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ از سنگ‌های رسوبی است و به علت میل ترکیبی شدیدی که دارد به طور خالص یافت نمی‌شود و بیشتر به صورت ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن یافت می‌شود. سنگ گچ یا به صورت سولفات کلسیم آبدار یافت می‌شود که به آن گچ خام هم گویند و یا به صورت سولفات کلسیم بدون آب (CaSO_4) به دست می‌آید که به آن آنهیدریت گفته می‌شود. سنگ گچ پس از استخراج از معدن به کوره می‌رود و تا دمای نزدیک به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد گرما می‌بیند تا شماری از مولکول‌های آب تبلورش را از دست بدهد و به فرم گچ قابل به کارگیری در مصالح ساختمانی و قالب سازی درآید.

گچ به علت خواص خود از اولین قدم در ایجاد یک بنا مانند ریختن رنگ ساختمان برای مشخص کردن اطراف زمین و پیاده کردن نقشه، ملات سازی و گچ و خاک تا آخرین مراحل ساخت بنا مانند سفید کاری، نصب سنگ، تیغه‌های آجری و حتی نقاشی ساختمان مورد نیاز است.

کاربرد نانو ذرات در گچ

نانوذرات مختلف به منظور تغییر و یا بهبود خواص و ویژگی‌های مواد به آن‌ها اضافه می‌شوند. همچنین این نانو ذرات در گچ می‌توانند باعث بهبود ویژگی‌های گچ و ایجاد خواص جدید در آن شوند. در زیر به توضیح مختصری در خصوص کاربرد نانو ذرات در گچ پرداخته شده است.

۱. بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی:

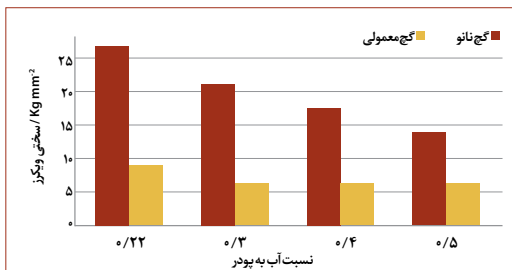
■ نانو ذرات سیلیس:

نانو ذرات سیلیس یکی از موادی است که استفاده از آن جهت بهبود خواص مکانیکی و افزایش دوام مصالح ساختمانی نظیر سیمان، بتن و گچ به طور جدی مورد توجه قرار گرفته است. یکی از خواص عمده گچ ازدیاد حجم آن به هنگام سخت شدن و زمان سخت شدن (زمان گیرش) بسیار سریع آن است. آزمایشات نشان می دهد که افزودن نانو ذرات سیلیس به گچ موجب کاهش جرم مخصوص، افزایش دوام و ثبات گچ، افزایش تخلخل ظاهری، افزایش زمان گیرش و مقاومت فشاری گچ می شود. در نتیجه کامپوزیت نانوسیلیکا- گچ برای کاربردهای با مقاومت بالا، تخلخل بالا و سبک وزن مناسب است و به دلیل هزینه کم، دارای ارزش اقتصادی بسیاری است [۱].

■ نانو ذرات سولفات کلسیم:

با استفاده از فناوری نانو در گچ می توان تیغه های دیواری سبک تر و بسیار مستحکم تر داشت. استحکام و پایداری مکانیکی گچ و مصالح سیمانی می تواند با استفاده از ذرات بسیار ریز نانومتری به طور مشخصی بهبود یابد. نتایج آزمایشگاهی نشان می دهد که با استفاده از گچ حاوی نانو- آنهیدرات (نانو ذرات سولفات کلسیم بدون آب با اندازه ذرات ۲ تا ۵۰ نانومتر) خواص مکانیکی در مقایسه با گچ معمولی، بهبود یافته و محصول نهایی بسیار مطلوب تر است. نتایج آزمون اندازه گیری میزان سختی این نوع گچ به روش ویکرز نشان می دهد که سختی این نوع گچ ۲ تا ۳ برابر بیشتر از گچ متداول با ذرات میکرونی است که دلیل این بهبود ناشی از وجود سوزن های نانو سولفات کلسیم است [۲].

» شکل ۱. (a) تیغه های دیواری بسیار سبک، قابل حمل و با استحکام و دوام بالا. (b) تصویر میکروسکوپی نانو گچ، دایره سفید رنگ پایین قرص پرس شده نانو گچ را نشان می دهد [۳].



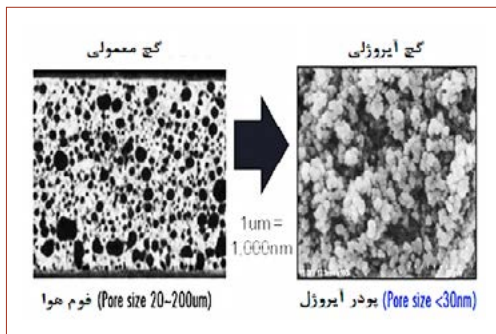
» شکل ۲. مقایسه سختی گچ معمولی و گچ حاوی نانو سولفات کلسیم با مقادیر مختلف آب. با توجه به شکل مشاهده می شود که در همه نسبت های آب به پودر، برای گچ نانو مقدار سختی بیشتر از گچ معمولی است. برای گچ با مقدار کمتر آب این تفاوت حدود سه برابر و برای گچ با مقدار آب بیشتر تفاوت سختی حدود دو برابر است [۲].

ویژگی های گچ حاوی نانوذرات سیلیس و سولفات کلسیم:

- کنترل زمان گیرش گچ از چند دقیقه تا چند ساعت با توجه به میزان مصرف نانو مواد
- افزایش ۲۰ تا ۸۰ درصدی مقاومت گچ
- امکان کاهش نسبت آب به گچ (ملات پرمایه)
- امکان کاهش جذب آب گچ
- افزایش زمان گیرش اولیه و نهایی گچ به صورت جداگانه

■ آبروژل:

یکی دیگر از کاربردهای فناوری نانودر گچ، استفاده از آبروژل در آن است. آبروژل با اندازه ذرات نانومتری و تخلخل بالا (>۹۵٪) از جمله مواد بسیار سبک با خصوصیات اپتیکی، حرارتی، صوتی و مکانیکی عالی است که از ترکیب ماتریس فاز جامد و فضاهای خالی در اندازه نانو، که به وسیله ی هوا پر شده اند، ایجاد شده است. آبروژل ها طیف وسیعی از خواص فیزیکی برجسته مانند هدایت حرارتی پایین، خواص مکانیکی مناسب، وزن بسیار پایین و توانایی بالا در جذب انرژی را دارا هستند. پودر آبروژل با ویژگی های عملکردی بالا، خواص و مزیت های بالایی را برای گچ، به عنوان یک محصول برتر که از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه است، ایجاد می نماید.



» شکل ۳. مشاهده تصویر

میکروسکوپی گچ آبروژلی و معمولی.

اندازه ذرات متخلخل گچ معمولی

حد اقل ۷۰۰ برابر بیشتر از ذرات تشکیل

دهنده گچ آبروژلی است [۴].

■ ویژگی های گچ آبروژلی:

- سبک وزن بودن
- مقاوم در برابر آتش
- بهبود میرایی صدا
- هدایت حرارتی پایین و مقاوم در برابر حرارت

■ گچ با خاصیت آنتی باکتریال و ضد رطوبت:

یکی از مشکلات اساسی گچ ها، خاصیت جذب بالای آن ها است که موجب می شود این مواد بسترهای بسیار

مناسبی برای آب، رطوبت و همچنین نوشته های یا نقاشی هایی باشند که به زیبایی نمای ساختمان آسیب می زنند.

■ پوشش های ضد رطوبت:

تمیز شدن یا خود تمیز شوندگی سطوح با دو روشی که اساساً متفاوت با یکدیگر هستند قابل دسترسی است. در مکان هایی که اشعه های مافوق بنفش خورشید می تواند کثیفی های ارگانیک را بشکند، پوشش های فوتوکاتالاستی بر روی سطوح می تواند اعمال گردد. در همان زمان سطح به یک سطح آب دوست تغییر می یابد که آب در آن زمان به صورت بکناوخت بر روی سطح پخش می شود و لکه های خشک شدن کمتری از چکه کردن آب بوجود خواهد آمد.

راه دیگر برای تولید سطوح خود تمیز شونده (بیونیک)، بر طبق اثر لوتوس (اثر نیلوفری) می باشد که در این جا سطح به یک سطح ابر آبگریز تبدیل می شود. آبگریزی سطح با اندازه گرفتن زاویه تماس آب تعیین می شود. زاویه تماس بیشتر از ۹۰ درجه به طور معمول آبگریز نامیده می شود. یک سطح آبگریز زمانی بدست می آید که شیمی سطح با زبری سطح مناسب ترکیب گردد. یک سطح ابر آبگریز قادر به دفع کامل قطرات آب می باشد. این گونه سطوح برای قطرات آب، زاویه تماس بالای ۱۵۰ درجه و یا حتی بیشتر را نشان میدهند.

پوشش های ابر آبگریز و لایه نازک دارای طیف وسیع از کاربردهای گوناگون می باشد. از آنها نه تنها برای مقاومت در برابر آب و میعان مه استفاده می شود بلکه برای جلوگیری از آلودگی نیز استفاده می شود. زاویه تماس قطرات آب بر روی یک سطح صاف آبگریز بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه متغیر می باشد. اضافه شدن زبری یا ریز یافت به یک سطح آبگریز به بهبود آبگریزی آن کمک میکند و زاویه تماس به ۱۶۰ تا ۱۷۵ درجه افزایش می یابد.



➤ شکل ۴. نفوذ آب و رطوبت به داخل گچ باعث ایجاد پوسته شدن و ظاهر نامناسب گچ می شود.

■ پوشش های ضد نوشتار:

پوشش های نازک با خاصیت ضد نوشتار، قدرت چسبندگی اسپری های رنگ و مواد گرافیتی را بر روی سطح کاهش می دهند. این مواد که دارای سطح آبگریزی هستند با فشار اندک آب و شوینده های مناسب باعث از بین رفتن رنگ و نوشته های روی سطح پوشش می شوند. این پوشش ها ماندگار و دائمی هستند و پس از زدودن مکرر نقش ها و نوشته ها از روی سطح، بدون اینکه هیچ گونه تغییری در عملکرد و ظاهر پوشش به وجود آید در محل خود

باقی خواهند ماند. این پوشش ها را می توان به صورت اسپری کردن و به صورت رنگ آمیزی روی سطوح مورد نظر اعمال کرد.

نانو ذرات سیلیکا با اندازه ذرات بسیار کوچک و سطح تماس زیاد کاربرد فراوانی در پوشش های آبگریز دارند و گزینه مناسبی برای ضد رطوبت و ضد نوشتار کردن گچ است.

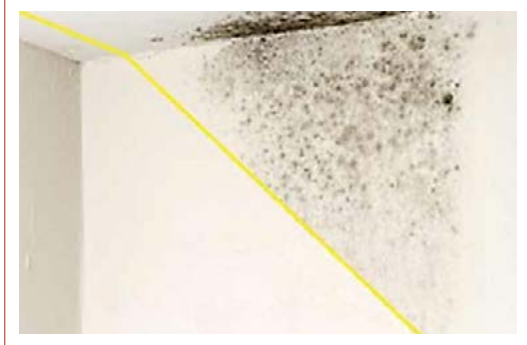


شکل ۵. مقایسه قدرت چسبندگی رنگ بر روی یک سطح معمولی و سطح با پوشش ضد نوشتار. به علت قدرت چسبندگی پایین سطح ضد نوشتار، مواد رنگی به راحتی از روی این سطوح قابل پاک شدن هستند [۵].

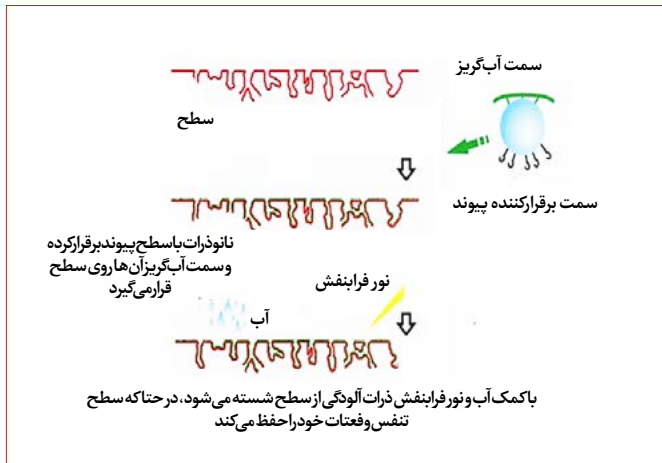
پوشش های آنتی باکتریال:

پوشش های آنتی باکتریال از تشکیل باکتری ها، رشد جلبک ها و میکروب ها روی سطح جلوگیری می کنند. با استفاده از پوشش های آنتی باکتریال بر روی سطوح گچی و سیمانی، به شکل قابل توجهی امکان انباشتگی آلودگی بر روی این سطوح کاهش می یابد. نانوذرات نقره، به دلیل داشتن خصوصیات ضد میکروبی، یکی از پرکاربردترین ذرات در حوزه فناوری نانو هستند و در ابعاد نانومتری خاصیت میکروب کشی این ذرات بیش از ۹۹ درصد است و قادرند بیش از ۶۵۰ گونه باکتری، ویروس و قارچ را نابود سازند.

نانوذرات تیتانیوم نیز برای آنتی باکتریال کردن گچ و کامپوزیت های گچ گزینه بسیار مناسبی هستند. این نانوذرات از طریق واکنش های فتوکاتالیزتی قوی قادر به شکستن و تجزیه آلاینده های آلی و غشای باکتریایی هستند. این نانوذرات با جذب نور ماورای بنفش در حضور مولکول های آب، می توانند اجزای اکسیژن فعال تولید کنند که این اجزا قابلیت تجزیه مولکول های آلی و آلودگی های متصل شده به سطح و حذف مؤثر باکتری ها و میکروب ها را دارا هستند.



» شکل ۶. مقایسه سطح گچی معمولی با سطح گچی آنتی باکتریال. در سطح آنتی باکتریال هیچ نشانی از رشد کپک و آلودگی دیده نمی شود [۶].



» شکل ۷. ایجاد پوشش نازک نانومتری بر روی سطح با خاصیت آنتی باکتریال [۷].

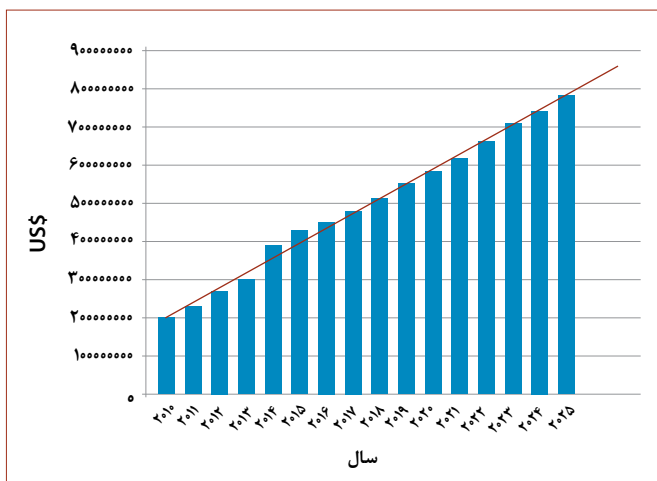
- ویژگی پوشش های آب گریز و آنتی باکتریال:
- مقاوم در مقابل رطوبت و گازهای جوی
- مقاومت در برابر تابش نور خورشید
- محافظت و جلوگیری از تغییر رنگ مصالح به کار برده شده در نمای ساختمان
- دارای ماندگاری طولانی در موضع اجرا شده
- خاصیت ضد گرد و غبار و ضد دوده نمودن سطح
- خاصیت خود تمیز شوندگی سطوح

به کمک فناوری نانو و استفاده از پوشش های آبگریز بر روی سطوح گچی، محافظت دائمی در برابر نفوذ آب، رطوبت، رنگ، باکتری ها و میکروب ها به داخل سطح ایجاد می شود. نانو پوشش فوق نازکی که به این روش ایجاد می شود، منفذهای مویین گچ را بدون اینکه آن ها را مسدود کند و باعث تغییر در رنگ و شکل ظاهری شود، می پوشاند.

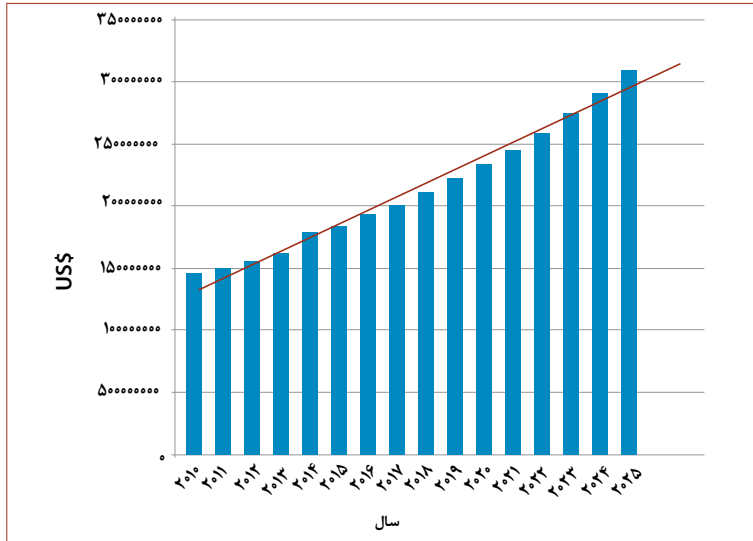
آینده و بازار فناوری نانو در گچ



با ورود فناوری نانو به تمام بخش های ساختمانی و رشد قابل توجه این فناوری، کارشناسان پیش بینی می کنند فناوری نانو در چند سال آینده بازار بزرگی را در صنعت ساخت و ساز به خود اختصاص دهد. همچنین با توجه به اهمیت و استفاده گچ در صنعت ساخت و ساز بازار رو به رشدی برای آن انتظار می رود. پیش بینی می شود بازار جهانی گچ ساختمانی با رشد ده درصدی سالانه خود تا سال ۲۰۲۳ به ارزش حدود ۳/۸ میلیارد دلار برسد و دور از انتظار نخواهد بود که چنین بازار رو به رشدی بستری مناسب برای ورود فناوری نانو و سرمایه گذاری در آن باشد و فناوری نانو بتواند سهم بزرگی از بازار را به خود اختصاص دهد [۸].



شکل ۸. درآمد از نانو پوشش های ضد رطوبت از سال ۲۰۱۰-۲۰۲۵، دلار آمریکا



شکل ۸. درآمد‌های پوشش‌های ضد خزه و آسان تمیزشونده ۲۰۲۵ تا ۲۰۱۰ (میلیون دلار)

معرفی تعدادی از شرکت‌های سازنده گچ نانو:

در جدول زیر اسامی تعدادی از شرکت‌های فعال داخلی و خارجی تولید کننده گچ برپایه فناوری نانو آورده شده است.



نام شرکت	نام محصول	وبسایت
کیا عمران	دیرگیر گچ DGAR202: افزودنی جهت کنترل زمان گیرش اولیه و نهایی گچ MGAR 106G: مکملی جهت افزایش مقاومت گچ	www.gatch.ir
تیکوآریا	پوشش نانو جهت گچ و کناف - SurfaPore F افزودنی نانو به انواع ملات سیمان و گچ - SurfaMix C	www.ticoarya.ir
پارس پوشش نانو پارس	نانو پوشش گچ با خاصیت ضد رطوبت	www.nanotejarat.com
Pacific Nanotechnology	نانو پوشش های آبگریز و آنتی باکتریال	www.pacificnanotech.co.nz
JIOS Aerogel	گچ آیروزلی	www.jiosaerogel.com

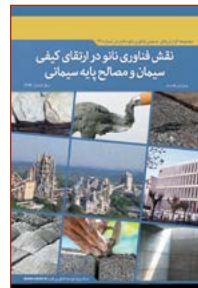
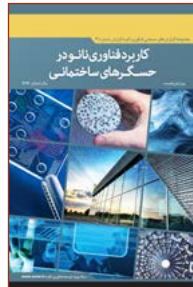
پی نوشت ها

- ۱ anhydrite
- ۲ Vickers
- ۳ Setting time
- ۴ nano-needle
- ۵ bulk density

مراجع

- ۱ Wen LEI, Yu-he DENG, Mei ZHOU, Ling XUAN, Qian FENG, Mechanical properties of nano SiO₂ filled gypsum particleboard, 2006.
- ۲ Neil Osterwalder, Stefan Loher, Robert N. Grass, Tobias J. Brunner, Ludwig K. Limbach, Samuel C. Halim, Wendelin J. Stark, Preparation of nano-gypsum from anhydrite nanoparticles: Strongly increased Vickers hardness and formation of calcium sulfate nano-needles, 2006.
- ۳ Elvin G., Nanotechnology for Green Building, Green Technology Forum, Published by Wiley and Princeton Architectural, (2007).
- ۴ www.jiosaerogel.com/aerogel-gypsum-board
- ۵ www.irannano.org
- ۶ www.ticoarya.ir
- ۷ www.pacificnanotech.co.nz
- ۸ www.smithersapex.com

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک
- فناوری نانو و بتن‌های ویژه
- نقش فناوری نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه سیمانی
- کاربرد فناوری نانو در سازه‌های بتنی هوشمند با قابلیت خودترمیم‌شوندگی
- کاربرد فناوری نانو در شیشه‌های هوشمند
- کاربرد نانورنگ‌ها، نانوپوشش‌ها و سازه‌های ضد حریق در صنعت ساختمان
- پوشش‌ها، کفپوش‌ها و سازه‌های مقاوم در برابر لغزش
- کاربرد نانوپوشش‌ها در صنعت ساخت و ساز
- نانوپوشش‌های ضد اثر انگشت

- نماهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خودتمیزشونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضد خش
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی باکتریال
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های حرارتی
- کاربرد فناوری نانو در عایق‌های صوتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در بتن‌های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربرد فناوری نانو در لوله‌های بی‌صدای فاضلاب
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان