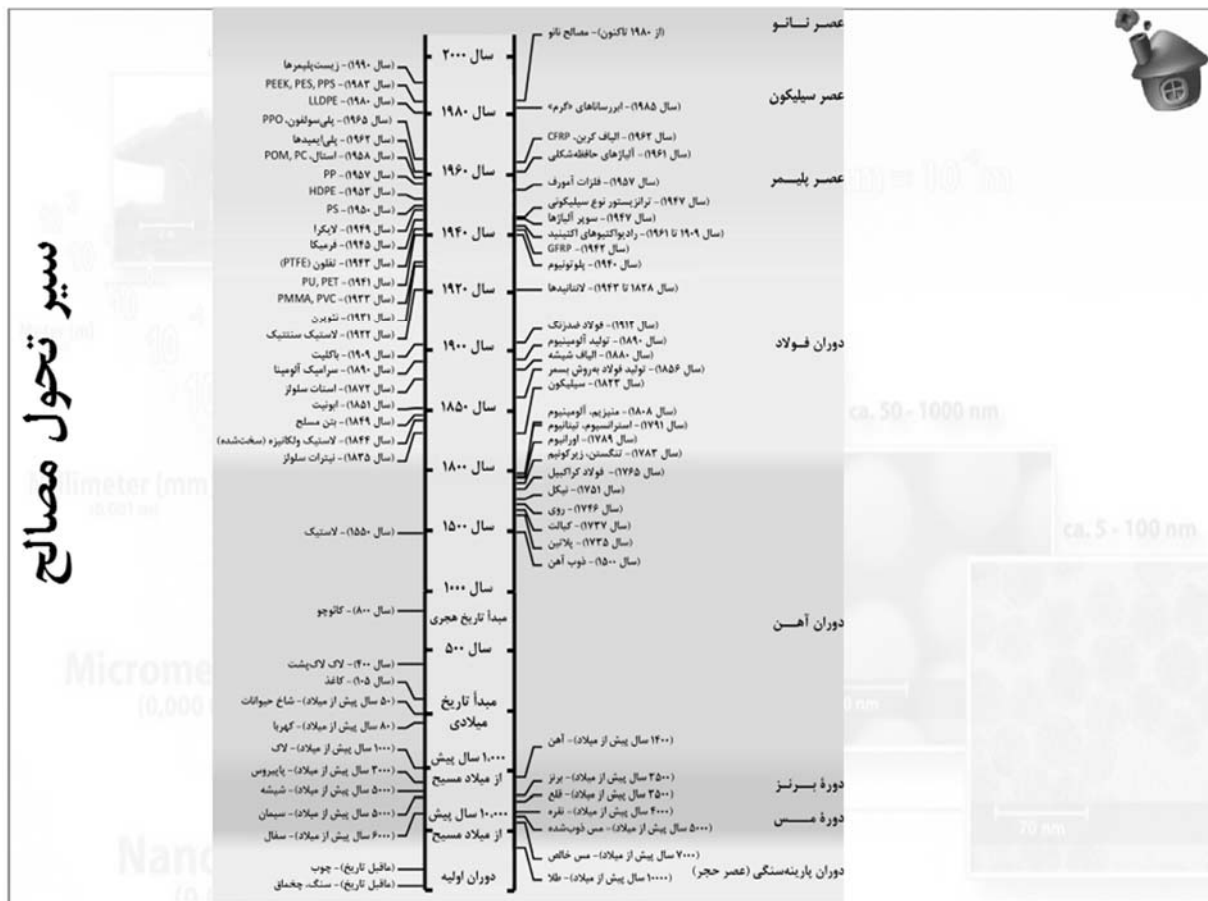




دسته بندی مصالح ساختمانی



تعریف نانو





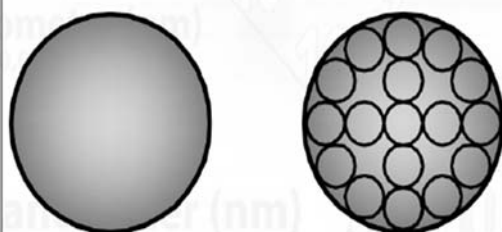
Nanomaterials advantages

ویژگی های مواد محصول نانو



ویژگی نانومواد به خود مواد بر نمی گردد بلکه به اندازه ذرات بنیادین بازمی گردد.
نانومواد همه ویژگی های خیره کننده خود را مدیون نسبت سطح به حجم استثناییشان هستند.

✓ نانوذرات کمتر از ۱۰۰۰ اتم را «خوشه» (Cluster) گویند.



کاربرد نانوفناوری در مهندسی ساختمان

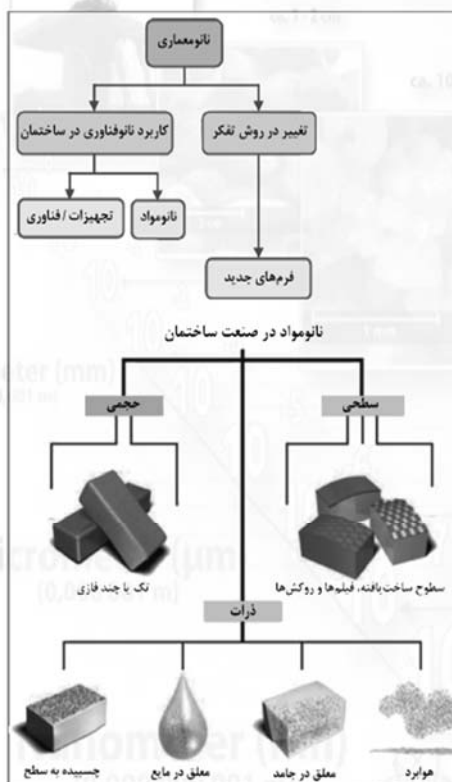


Nanotechnology in Construction

✓ عرصه های کلی:
الف- بهبود و افزایش طول عمر مصالح سنتی
ب- تولید مواد جدید

✓ حوزه های تخصصی:

- (۱) پایداری زیست محیطی (مهم ترین)
- (۲) بهینه سازی مصالح و محصولات
- (۳) پیش گیری از آسیب
- (۴) کاهش وزن و حجم مصالح
- (۵) کاهش مراحل تولید
- (۶) استفاده پربازده تر از مواد
- (۷) کاهش هزینه نگهداری
- (۸) کاهش مصرف مواد اولیه و انرژی
- (۹) کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن و گازهای گلخانه ای
- (۱۰) صیانت و پاسداشت از منابع طبیعی
- (۱۱) آسایش بیشتر



کاربرد نانوفناوری در مهندسی ساختمان

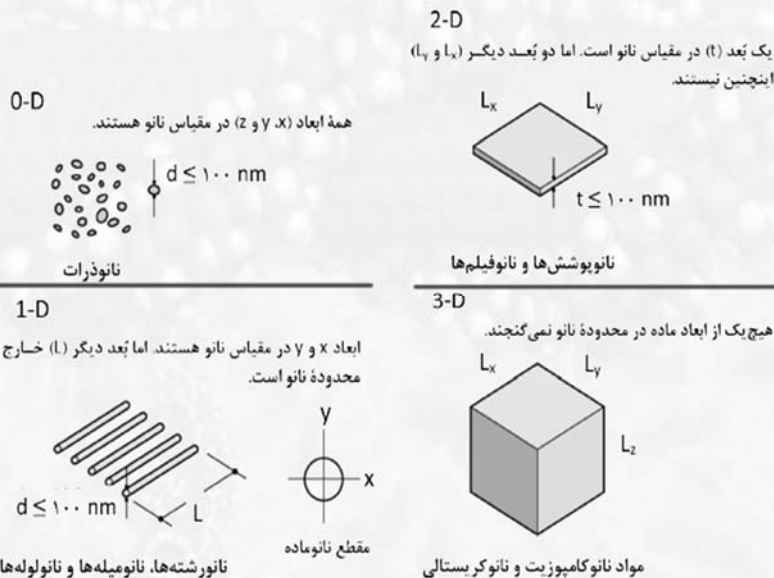
✓ تاثیر مستقیم نانوفناوری بر مصالح ساختمانی:

حوزه های تخصصی:

- (۱) مصالح کامپوزیت سبک تر و مقاوم تر
- (۲) پوشش نیازمند مراقبت کمتر
- (۳) بهبود روش ها و مصالح اتصالاتی لوله ها
- (۴) ارتقای کمی مصالح پایه سیمانی
- (۵) کاهش ضریب انتقال حرارتی مواد عایق
- (۶) ارتقای جذب صوت در مواد جاذب صوت
- (۷) تولید بتن توانمند
- (۸) حس گرهای نانو
- (۹) افزایش بازتابندگی شیشه ها

دسته بندی مواد نانوبنیان

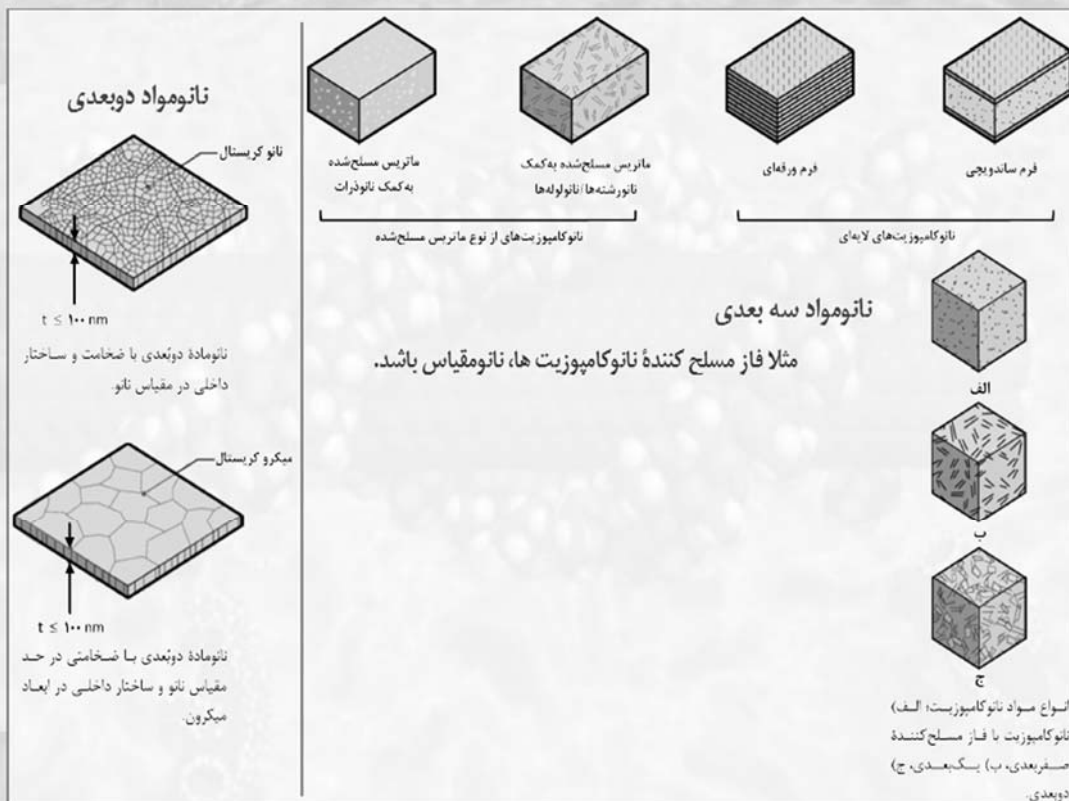
- الف- نانومواد صفر بعدی ← همه ابعاد زیر ۱۰۰ نانومتر ← نانوذرات، نانوپودرها
- ب- نانومواد یک بعدی ← دو بعدشان زیر ۱۰۰ نانومتر ← فرم سوزنی ← نانورشته، نانومیل، نانولوله
- ج- نانومواد دوبعدی ← تنها یک بعد زیر ۱۰۰ نانومتر ← فرم پشقی ← نانوفیلم، نانولایه، نانوپوشش
- د- نانومواد سه بعدی ← همه ابعاد فراتر از ۱۰۰ نانومتر ← ساختار نانوکریستالی یا جنبه های دیگری از نانو





نانومواد دو و سه بعدی

Nanomaterials



دیگر مواد نانوبنیان

Nanomaterials



نانولوله های کربنی

نانولوله های کربنی (CNT) ← یک لایه گرافیتی پیچیده است

مقاومت و در عین حال انعطاف پذیری بی نظیر برای ساختمان

مدول الاستیسیته بالا (مقاوم ترین ماده دنیا)

مقاومت عالی و سبکی خوب

انعطاف پذیری عالی

مقاومت کششی بین ۵۰ تا ۱۰۰ برابر فولاد (بهترین گزینه برای مسلح سازی بتن و کابل های پرمقاومت)

سبک تر از فولاد (یک ششم وزن فولاد)

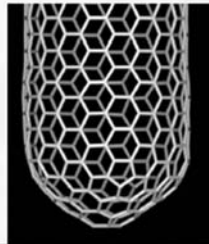
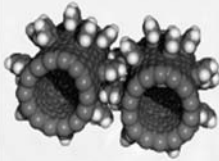
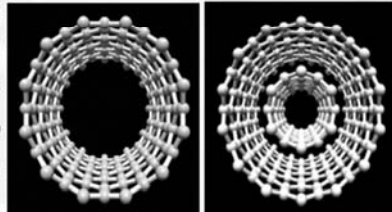
انعطاف پذیرتر از فولاد

انتقال حرارتی بالا (رسانش گرمایی)

رسانایی الکتریکی متغیر

نسبت طول به عرض عالی (گزینه مناسب برای مسلح کردن)

ایزوتروپ نیستند (مگر اینکه در راستاهای گوناگون جهت بگیرند)



حوزه های کاربرد نانومواد در ساختمان

خودتمیزشوندگی و آسان تمیزشوندگی

نانو و شیشه

نانوپوشش ها

سطوح ضد باکتری و میکروب کش

نانو و فولاد

نانو و بتن

نانو و سیمان

نانوعایق ها

نانو و تاسیسات

نانو و پایداری زیست محیطی

نانوعشاهها

نانومواد هوشمند

نانو و تصفیه آب و هوا

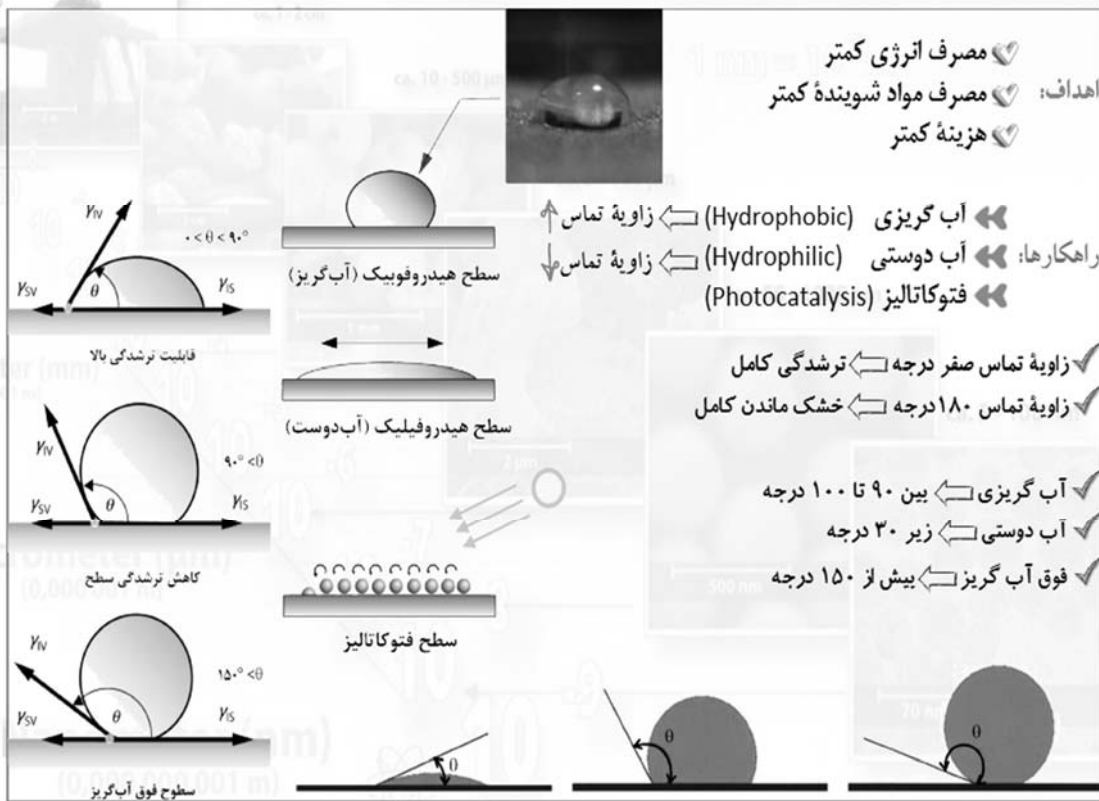
نانو و مواد خودترمیم شونده

نانو و چوب

حوزه های نانومواد در ساختمان

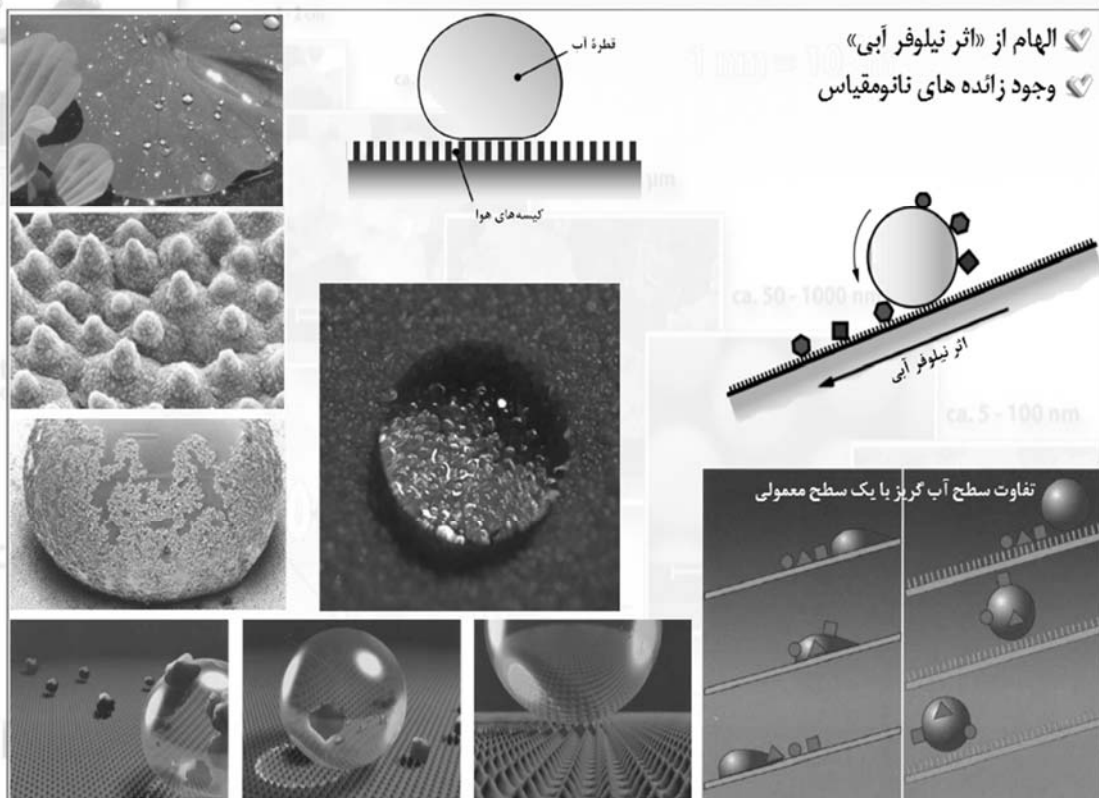
خودتمیزشوندگی و آسان تمیزشوندگی

Self Cleaning



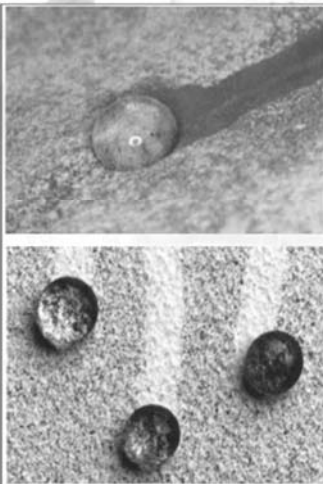
آب گریزی

Self Cleaning



آب گریزی

♥ باید در معرض عبور دائمی آب باشند.



ca. 10 - 500 μm

ca. 2 - 100 μm

ca. 50 - 1000 nm

ca. 5 - 100 nm

Self Cleaning

آب دوستی

♥ در اثر تابش فرابنفش، زاویه تماس به صفر می رسد.

♥ اثر آب دوستی، ضد مه گرفتگی نیز است. به جای قطرات مجزای آب، فیلم نازک و گسترده نامرئی



ca. 10 - 500 μm

ca. 2 - 100 μm

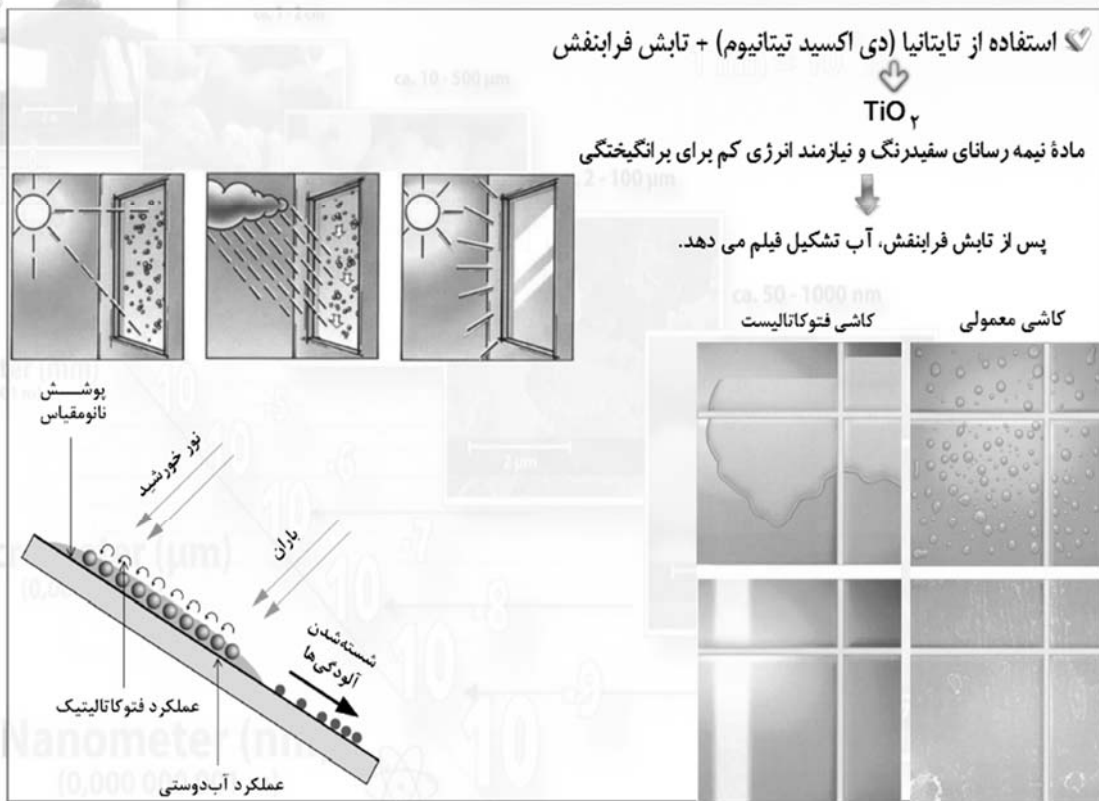
ca. 50 - 1000 nm

ca. 5 - 100 nm

Self Cleaning

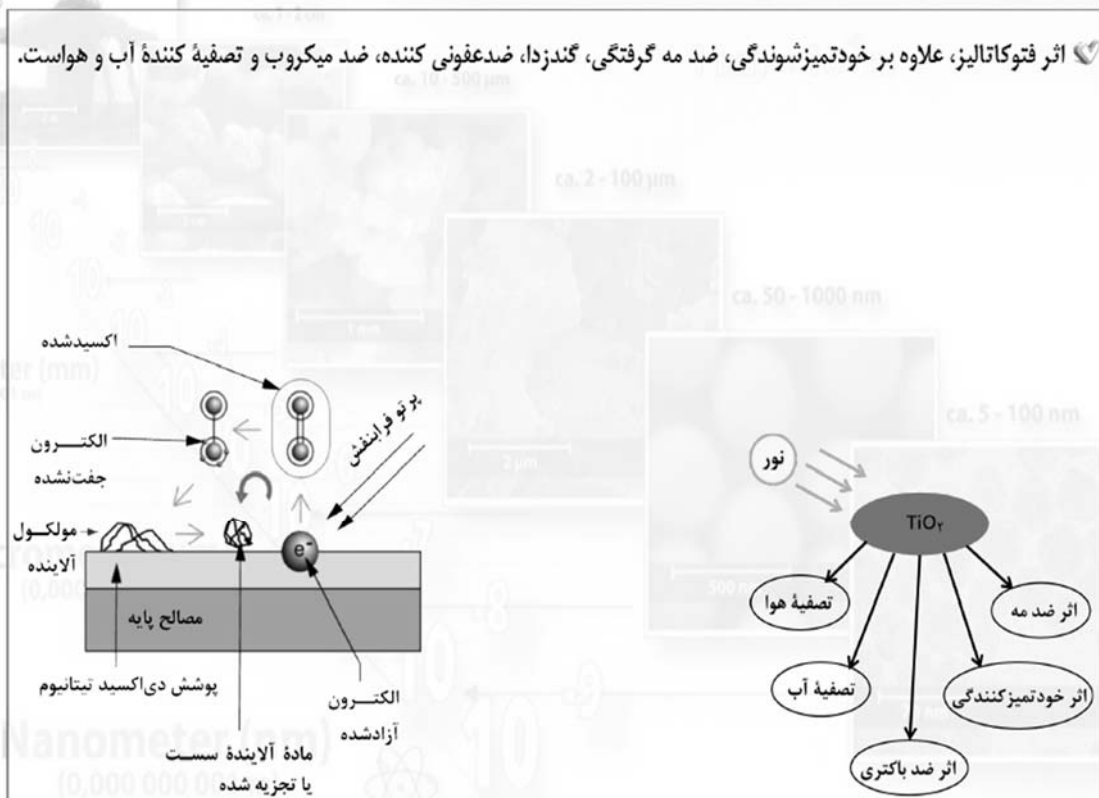
فتوکاتالیز

Self Cleaning



فتوکاتالیز

Self Cleaning



سطوح آسان تمیز شونده

Easy to Clean

استعداد کمتری برای انباشتگی آلودگی دارند.

این سطوح آب گریزند و با سطوح خود تمیز شونده، تفاوت اساسی دارند.

نه تنها زائده نداشته، بلکه کاملاً مسطح و هموارند.

با سطوح فتوکاتالیز هم متفاوتند، چون فیلم آب تشکیل نمی شود.

هم شیب زیاد لازم است و هم حجم زیاد آب



نانوشیشه ها

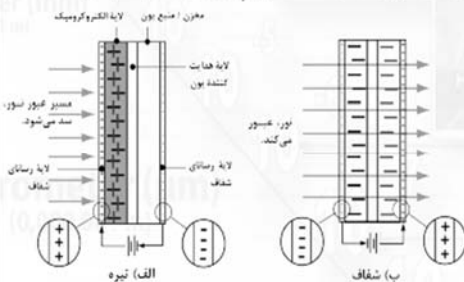
Nanoglass

(۱) شیشه ضد انعکاس: (۱-۱) یک لایه شیشه ضد انعکاس (AR) متشکل از لایه نازک سیلیکا با تخلخل زیاد (۲-۱) پوشش چند لایه نیمه مایع-نیمه ژلاتینی
کپسول نانوشیشه ای سیلیسی



اندازه های حدود ۱ میکرون

(۲) شیشه ضد آفتاب: (۱-۲) روکش فیلتر نازک روی شیشه (۲-۲) ترموکرومیک (۳-۲) فتوکرومیک
پیش گیری از جذب گرمای نامطلوب (۴-۲) الکتروکرومیک



(۳) شیشه ضد آتش

(۴) شیشه خود تمیز شونده و آسان تمیز شونده

نانوشیشه ها:



شیشه ضد آتش

Nanoglass

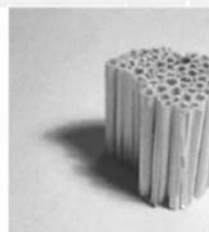
۳) شیشه ضد آتش: استفاده از نانوسیلیکا لایه مقاوم داخلی، کف کرده ساختاری شبیه فوم مانع از گسترش دود و آتش



سبکی عالی

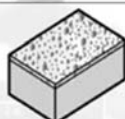
مزایای این نوع شیشه: شیشه لاغرتر و نازک تر ویژگی اپتیکی مناسب تر

از همین سازوکار در پاتل های سبک آتش پاد کف و کاه هم استفاده می شود.

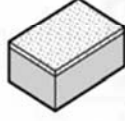


نانوپوشش ها

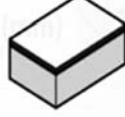
Nanocoatings



نانو آلباز



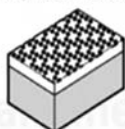
نانو کامپوزیت



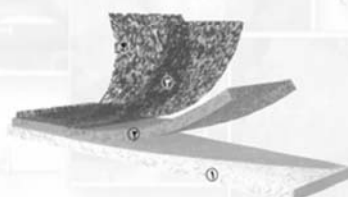
چندلایه



لایه های منبسط شده بر اساس عملکرد



پوشش تقوایات دار



کف پوش دیوار پوش با بافتی شبیه به سنگ مرمر که می توان آن را مشابه قالی یا کاغذ دیواری جمع کرد. این پوشش ضد ضربه، ضد آتش، نفوذپذیر در برابر بخار آب و آب گریز (و در نتیجه، آسان تمیز شونده) است.

- (۱) لایه حصری انعطاف پذیر پلیمری در نقش زیرسازی
- (۲) لایه سرامیکی رنگی
- (۳) طرح دلخواه
- (۴) پوشش نهایی سرامیکی

شیشه

بتن

فولاد

هدف از کاربرد نانوپوشش ها: ✓ خودتمیز شونده

✓ ضد میکروب و ضد باکتری

✓ ضد خش

✓ خودترمیم شونده

نانوپوششی برای دیوار یا کف شبیه به سنگ مرمر:

نانوپوشش ها

(۱) نانو پوشش پلیمری: $\hookrightarrow$ پیش گیری از خوردگی فلزات

(۲) سرامیک های نانومتخلخل: $\hookrightarrow$ عایق و پوشش حرارتی

(۳) نانوپوشش آلومینا و تیتانیا

(۴) نانوفیلیم های پلیمری یا سرامیکی با نانولوله های کربنی نهفته $\hookrightarrow$ رسانا شدن سطح

(۵) نانوفیلیم های نازک $\hookrightarrow$ عبور برخی رنگ ها و بازتابش برخی دیگر $\hookrightarrow$ دورنگ نمایی سطح

UV-B $\hookrightarrow$ TiO_2 دی اکسید تیتانیوم

UV-B, UV-A $\hookrightarrow$ ZnO اکسید روی

CeO سروکسید یا اکسید سربوم

(۶) نانوپوشش های ضد فرابنفش $\hookrightarrow$ (چون آلی نیستند، محافظت کامل و بی نقص از سطح دارند)

هم فرابنفش را جذب می کنند هم بخشی از نور مرئی

زرد رنگ است (ناکارآمد)

(۷) نانوپوشش ضد دیوار نویسی $\hookrightarrow$ سطح آب گریز برای مصالح

نفوذپذیر در برابر بخار آب

ماده، قابلیت نفس کشیدن دارد.

بدون تغییر در جلوه ظاهری مصالح زیرین

(۸) نانوپوشش ضد خش و ضد سایش: $\hookrightarrow$ روکش سخت و بادوام از دی اکسید سیلیکون

بر روی چوب، فلز، سرامیک و رنگ

نانوپوشش ها:

نانورنگ ها

نانورنگ ها:

✓ ضد سایش و ضد خش

✓ سختی

✓ درخشانی و براقی

✓ ثبات رنگ

✓ ضد میکروب و ضد قارچ

✓ خودتمیز شوندگی $\hookrightarrow$ بر روی مواد آلی قابل اعمال نیستند (به دلیل وجود تایتانیا)

نانوذرات غیر آلی یا فلزی $\hookrightarrow$ سختی و مقاومت

نانوذرات سیلیسی (رسی) $\hookrightarrow$ مقاومت در برابر خوردگی و زنگ زدگی

آتش بند شدن رنگ

بهبود ویژگی های تغییر شکلی (ته نشین نشدن و شکم ندادن)

نانوذرات فلزی و نانولوله های کربنی $\hookrightarrow$ چسبندگی و ماندگاری بهتر رنگ

نانوذرات نقره $\hookrightarrow$ رنگ ضد باکتری و ضد قارچ

کاربرد نانوذرات در انواع رنگ

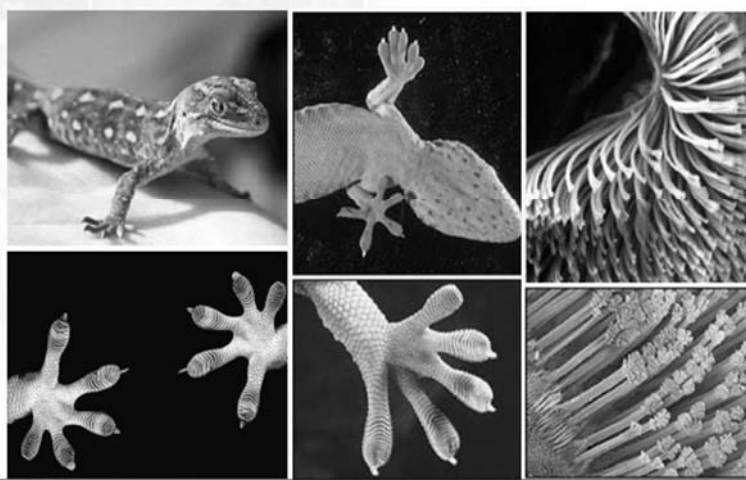
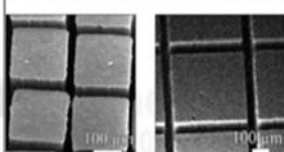
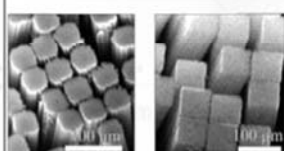
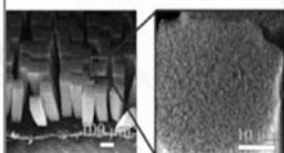
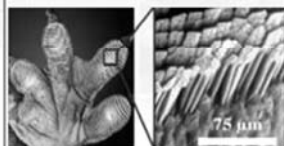


Nanosealants & Nanoadhesives

نانودرزبندها و نانوحسبها

نانورنگ ها: $\leftarrow$ نانوکامپوزیت های دارای ماتریس پلیمری
نانوذرات سیلیکا (رسی)

نانوحسب ها: $\leftarrow$ نانورشته ها و نانولوله های کربنی $\leftarrow$ انتقال حرارت و الکتریسیته $\leftarrow$ تخلیه الکتریسیته ساکن
نانوذرات سیلیکا (رسی) $\leftarrow$ کندروانی کمتر



Stone Nanocoating

نانوپوشش سنگ

آب گریزی و پس زده شدن مایعات و کثیفی

پیش گیری از شوره زدگی

حفاظت در برابر فرابنفش

خودتمیز شوندگی

ضد باکتری

نانوپوشش سنگ: $\leftarrow$ مقابله با قارچ و کپک

حفظ کیفیت ظاهری

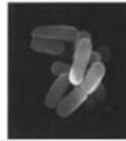
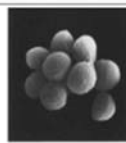
پایداری و دوام در برابر دماهای گوناگون

مقابله با شوک حرارتی و جلوگیری از بروز ترک

بازدهی زیست محیطی



سطوح ضد باکتری و میکروب کش



(۱) اثر فتوکاتالیز (TiO₂)

سطوح ضد باکتری و میکروب کش

(۲) نانوذرات نقره ← نسبت سطح به حجم بالا ← واکنش سریع و موثر با میکروب ها

بهرتر است این سطوح، ضد چسبندگی باشند تا باکتری های مرده زمینه رشد باکتری های جدید را فراهم نکنند.

(۳) نانوذرات مس { الف) به صورت روکش
{ ب) ترکیب با ماده

نانو و فولاد

لرزان تر از فولاد معمولی
مقاومت بیشتر (۳ برابر بیش از فولاد معمولی)
شکل پذیری بیشتر
مقاومت در برابر خستگی
جذب انرژی بیشتر
سختی بالاتر

فولاد MMFX ← فولاد ضد زنگ نانو ساختار شبیه به تخته چندلایه

۱- نانورقه های کربناتی
تغییر شکل یافته

۲- ساختار جابه جاشده (ماده)
فلزی سخت و شکننده

میز اولیه ذره کربناتی

فولادهای محصول نانو:

فولاد سندویک نانوفلکس (Sandvik Nanoflex) ←

مقاومت بیشتر از سایر انواع بتن
شکل پذیری بالا
پرداخت سطحی عالی
سبکی توأم با سختی و صلیبت
ضریب ارتجاعی بالا
مقاومت عالی در برابر خوردگی
مقاومت و در عین حال شکل پذیری بالا



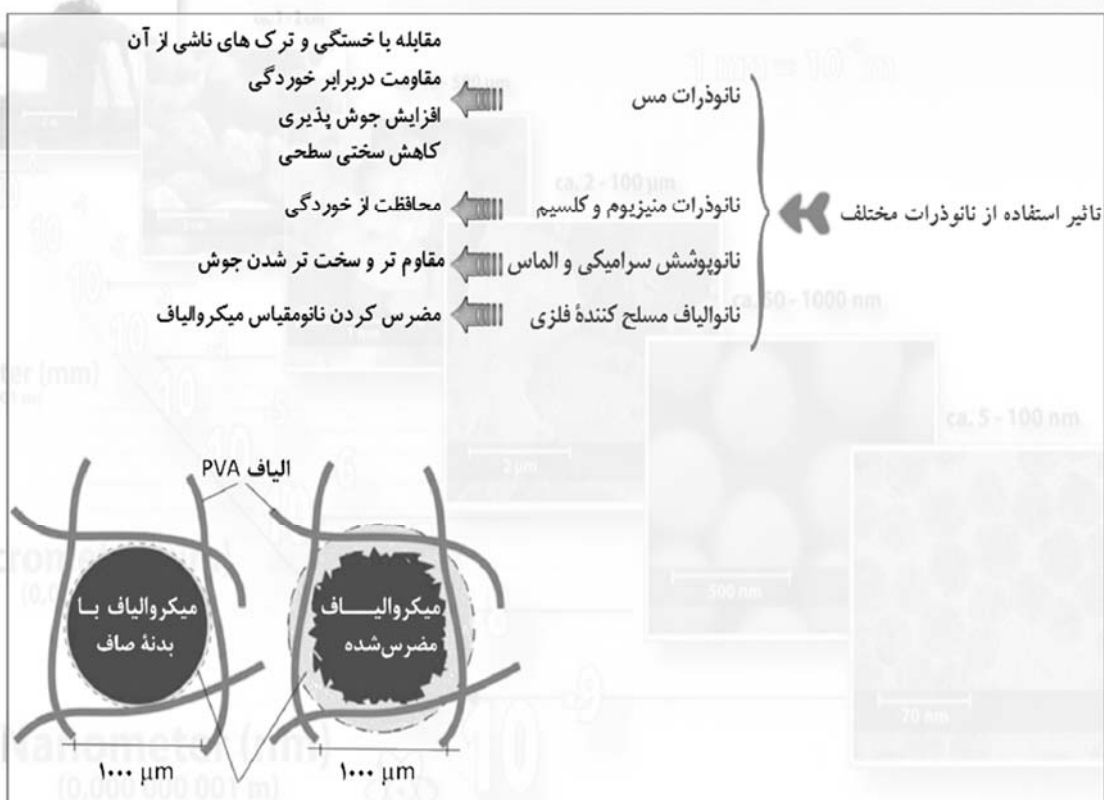
نانو و فولاد

Nanosteel



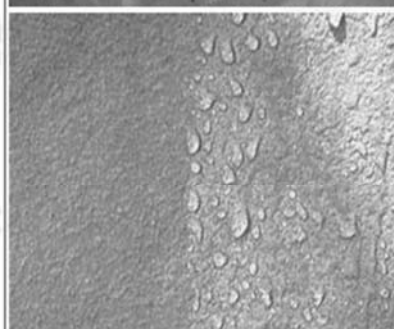
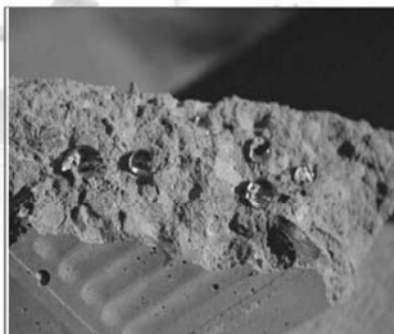
نانو و فولاد

Nanosteel





نانو و بتن



افزایش شکل پذیری بتن
بتن مقاوم تر
بتن بادوام تر
بتن کلر پذیرتر
بتن مقاوم در برابر سایش
ارتقا (افزایش سرعت) هیدراسیون

اثرات مشترک نانوذرات در بتن
لر تقای مقاومت کششی، فشاری و برشی
افزایش کندروانی
کلر پذیری بهتر

نانوحس گرها در بتن پایش سلامت سازه

Nanoconcrete



نانو و بتن



افزایش مقاومت فشاری
کاهش اندازه خلل و فرج دوام و پایداری
جلوگیری از جدا شدن سنگدانه ها
نوعی مسلح سازی بنیادی

افزایش مقاومت فشاری
افزایش مقاومت خمشی
خودترمیم کنندگی ترک
پیش گیری از گسترش و انتشار ترک
شبه میله گرد آجدار ریزمقیاس
افزایش سرعت هیدراسیون
افزایش سرعت هیدراسیون
افزایش مقاومت فشاری

افزایش مقاومت
افزایش رسانایی
حس گر
کاهش حفره ها
نانوذرات هماتیت (Fe_2O_3)

نانوذرات تایتانیا (TiO_2) مقاومت در برابر سایش

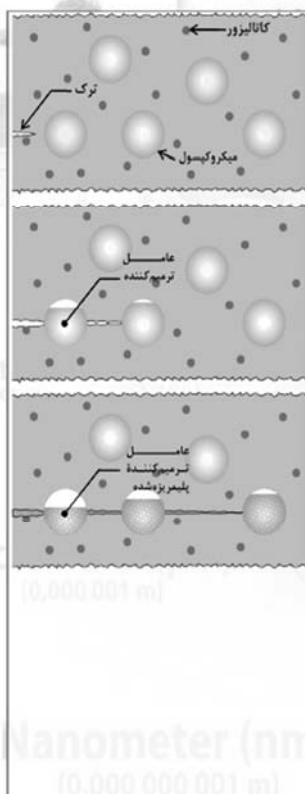
نانوذرات آلومینا (Al_2O_3) افزایش مقاومت فشاری و خمشی

Nanoconcrete



نانو و بتن های ویژه

Nanoconcrete



بتن خودترمیم شونده

افزایش مقاومت کششی

پیش گیری از ترک

مقاومت در برابر چرخه های یخ زدن و آب شدن

به ویژه نانوالیاف کربن

از الیاف سنتی برترند

جلوی ریز ترک ها را گرفته و مانع از رشد ترک می شوند.

ca. 10 - 500 μm

ca. 50 - 1000 nm

دلای حس گر سنجش حرارت در سطح بتن

نانوبتن هوشمند گرمازا

استفاده از تایتانیا، آلومینا، هماتیت و پلاکین حاوی نانوکپسول پلیمری

نانوسنگدانه و نانو غبار هوشمند

نانوذرات الکتروسیستیک و کاهش خوردگی فولاد

آند بیرونی (مثن)

ماتریس سیمان

نانوذره

فولاد مسلح کننده

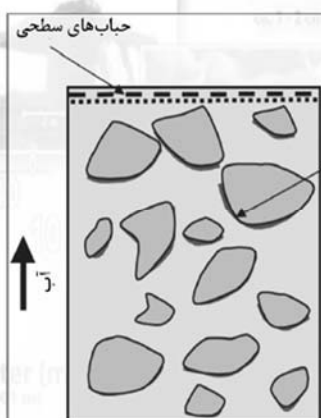
منبع انرژی

70 nm



نانوپوشش بتن و مقاوم سازی با نانوالیاف

Nanoconcrete



پیش گیری از بیرون زدگی آب بتن

محدود شدن نفوذ عوامل مهاجم

نانوپوشش بتن

شرکت در واکنش پوزولانی

دگرچسبی بهتر سنگدانه یا سیمان

سد شدن مسیر نفوذ یون کلر

مقاوم سازی بتن با نانوالیاف

به کمک نانوذرات سیلیکا یا رشته های کربنی

ca. 2 - 10 m

ca. 1 - 1 cm

10 - 500 μm

ca. 2 - 10 μm

ca. 50 - 1000 nm

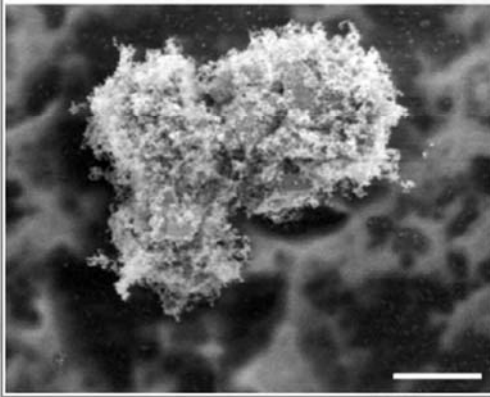
ca. 5 - 100 nm

2 μm



نانو و سیمان

کامپوزیت سیمانی خارپشتی کربنی: سیمان به همراه نانولوله یا نانورشته کربنی $\Rightarrow$ افزایش مقاومت فشاری
CHH (carbon Hedge Hog)



ca. 2 - 100 μm

ca. 50 - 1000 nm

ca. 5 - 100 nm

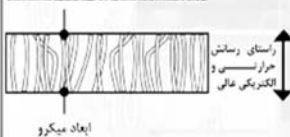
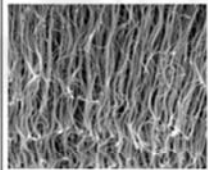
500 nm

70 nm

نانوعایق ها

همیشه هدف، کاهش انتقال حرارت نیست. $\Leftarrow$ افزایش رسانش ماده به کمک نانولوله ها و نانورشته ها

مواد نانومتخلخل: ابعاد اندک حفره ها $\Rightarrow$ افزایش چشمگیر سطح نسبی حفره ها $\Rightarrow$ (نانوفوم) جهت داده شده نانولوله های کربنی



کاهش تعداد برخورد مولکول های گاز به جداره حفره ها

کاهش رسانش حرارتی

در مواد نانومتخلخل، مولکول ها به جای برخورد با یکدیگر، بیشتر با جداره حفره ها برخورد می کنند

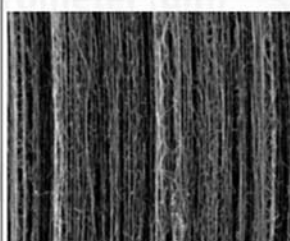
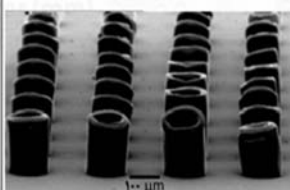
حالت ایستا برای گاز $\Rightarrow$ کاهش انتقال حرارت از طریق همرفت

فشار کمتر برای ایجاد خلأ

هرچه حفره ها ریزتر $\Leftarrow$ تابش حرارتی کمتر

تخلخل زیاد $\Rightarrow$ کاهش رسانش حرارتی

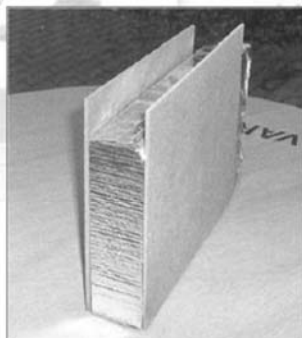
برای افزایش کیفیت عایق $\Rightarrow$ افزودن رنگ دانه هایی (دوده و کربن) که در طیف فروسرخ فعالند.





Vacuum Insulation Panel

پانل عایق خلا



۵۵ برابر مقاوم تر از پلی استایرن ◀◀ ایجاد خلا مانند فلاسک چای

ضخامت بین ۲ تا ۴۰ میلی متر

عایقی حساس که نمی توان در محل کلرگاه، آن را برش داد.

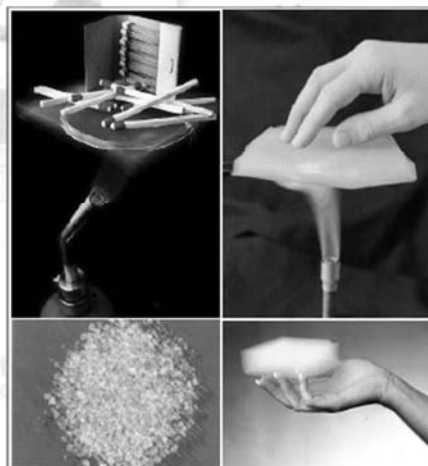
محدودیت ها: عایقی دلرای پوسته خارجی حساس

مشکل اصلی، پیش گیری از نفوذ بخار آب ◀◀ به کمک آنروژل کم می شود.



Aerogel & Nanogel

آنروژل و نانوجل



آنروژل، نوعی فوم سبک است که بیش از ۹۵٪ آن هواست.

از دو بخش تشکیل شده است:

شیشه به ژله ای است که حفره های آن، به جای آب، با هوا پر شده
ماده فوم ماندی شیشه از سیلیکا (دی اکسید سیلیکون)

در نانوجل، حفره ها به قدری ریزند که هوا اصلا حرکتی ندارد.

تخلخلی حدود ۹۹٪ دارد.

نور گذران و نیمه شفاف است.

بدون خیره کنندگی و درخشندگی ◀◀ هم عایق و هم پرده

عدم نیاز به نورپردازی مصنوعی

سبک وزن و دلرای مقاطع ظریف



دیگر عایق ها و درزبندها

پلی یورتان بهبودیافته

افزوده شدن نانوذرات سیلیکا به دلیل نسبت سطح به حجم فوق العاده شان بر کیفیت عایق می افزایند.

مواد سدکننده عبور حرارت

نانوذرات تایتانیا یا زیرکونیا به صورت اسپری



مواد حائل حرارت (تغییر فاز دهنده)

میتنی بر آزاد کردن گرمای نهان ذوب یا انجماد واکنش سریع تر به تغییر دما در سیستم گرمایش از کف

عایق های صوتی

معمولا نانوعایق ها، عایق های صوتی خوبی نیستند. چرا؟

البته آتروزل ها مناسب ترند ایجاد تفاوت در سرعت حرکت موج صوتی

آتروزل ها در فرکانس پایین خوب عمل می کنند اما در فرکانس بالا ضعیف

دیگر عایق ها و درزبندها

آب گیرزند

مواد ضد آب کننده (فیلیم های سدکننده رطوبت)

مانع از نفوذ آب و آلودگی اش

آبله رو شدن سطح

رشد قارچ و کپک و انگل

کاهش مقاومت بتن

بلران اسیدی و حملات سولفاتی

یون کلر و زنگ زدگی آرماتور

مقاومت در برابر فرایندش

حفظ زیبایی ظاهری

آب گیرز

عمر مفید بالا

اعمال ساده

مقاومت در برابر فرسایش و سایش

مقاومت در برابر فرایندش

نفوذکننده های آب بند

ابعادی کمتر از ۶ نانومتر

با نام تجاری Zycosil



Nano Installation

نانو و تاسیسات ساختمان

(۱) عایق های تغییر فاز دهنده (PCM) ← پارافین یا هیدرات نمک ← سازوکاری شبیه به خنک کردن به وسیله یخ



قابل استفاده در دیگر سطوح مانند اندود یا بتن

بر خلاف عایق سنتی، انتقال حرارت را محدود نکرده بلکه باید در معرض اختلاف دما باشد.

کاهش بار سرمایش و گرمایش

کاهش اثر گلخانه ای

کاهش مستقیم بازتابش (کاهش درخشانی و برافقی)

(۲) نانوپوشش ضد بازتابش ← افزایش میزان انتقال نور

افزایش تضاد و تباین

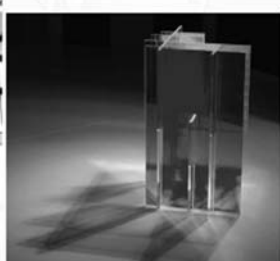
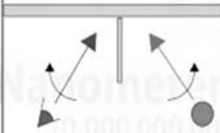
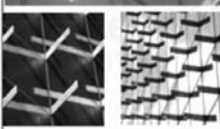
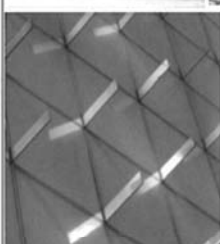
الهام از چشم پروانه

(۳) سطوح دورنگ نما

بسته به زاویه تابش نور بر رویشان، رنگشان متفاوت می شود.

(۴) نانوفسفرها

لامپ فلورسنت، نوارها، صفحات و رشته های شب رنگ، ال.ای.دی.ها



نانو و تاسیسات



Nano Environmental Approaches

نانوفناوری و پایداری زیست محیطی

(۱) افزایش نسبت سطح به حجم مواد ← واکنش پذیری بهتر ← بازدهی عالی در مصرف انرژی

(۲) خودتمیزشوندگی

(۳) مواد آلاینده زدا

(۴) عایق های کارآمدتر ← مصرف انرژی کمتر

(۵) بهبود قابلیت مصالح ← مصرف ماده کمتر

نانولوله های کربنی

نانولوله های دی سولفید مولیبدن (MoS_2)

نانولوله های سولفید تنگستن (WS_2)

نانولوله های سولفید تیتانیوم (TiS_2)

نانورشته های تلورید بیسموت (Bi_2Te_3)

(۶) سلول های فتوولتایی ←



نانوفناوری و پایداری زیست محیطی

نانوغشاها

Nanotents

افزایش مقاومت
افزایش سختی
افزایش مقاومت به سایش
افزایش رسانایی

(۱) الیاف نانوکامپوزیت

نانوپرکننده ها

نانوپرکننده هایی مثل رس، دوده، اکسید فلزی، فوم نانومتخلخل

افزایش سختی و مقاومت سایشی

مقاومت حرارتی، رطوبتی، شیمیایی، الکتریکی، فرابنفش، تغییر شکل حرارتی، رنگ پذیری

افزایش سختی

(۳) نانولوله کربنی

افزایش مقاومت

افزایش رسانایی حرارتی و الکتریکی

(۴) تیتانیا یا اکسید روی

آب گریزی

اثر فتوکاتالیتیک

لایه فتوکاتالیتیک حاوی نانوذرات TiO_2

لایه چسباننده

لایه پلی وینیل کلراید (PVC)

غشا از جنس پلی استر یا الیاف شیشه

لایه پلی تترا فلورو اتیلن (PTFE)

غشا از جنس الیاف شیشه

نانوغشاها

Nanotents

مواد نانومتخلخل آئروژل

بهبود ویژگی های حرارتی غشا

کپسول تغییر فاز دهنده

غشای تنسوترم

در حقیقت نوعی عایق انعطاف پذیر است.

دو لایه بیرونی از تفلون یا الیاف شیشه و لایه میانی از نانوزل

لایه فتوکاتالیتیک حاوی نانوذرات TiO_2

تفلون یا الیاف شیشه

عایق پتویی نانوزل

قادر به بازتابش امواج فروسرخ و فرابنفش

فرا بنفش

فروسرخ

لایه TiO_2

لایه چسباننده

حفاظتی

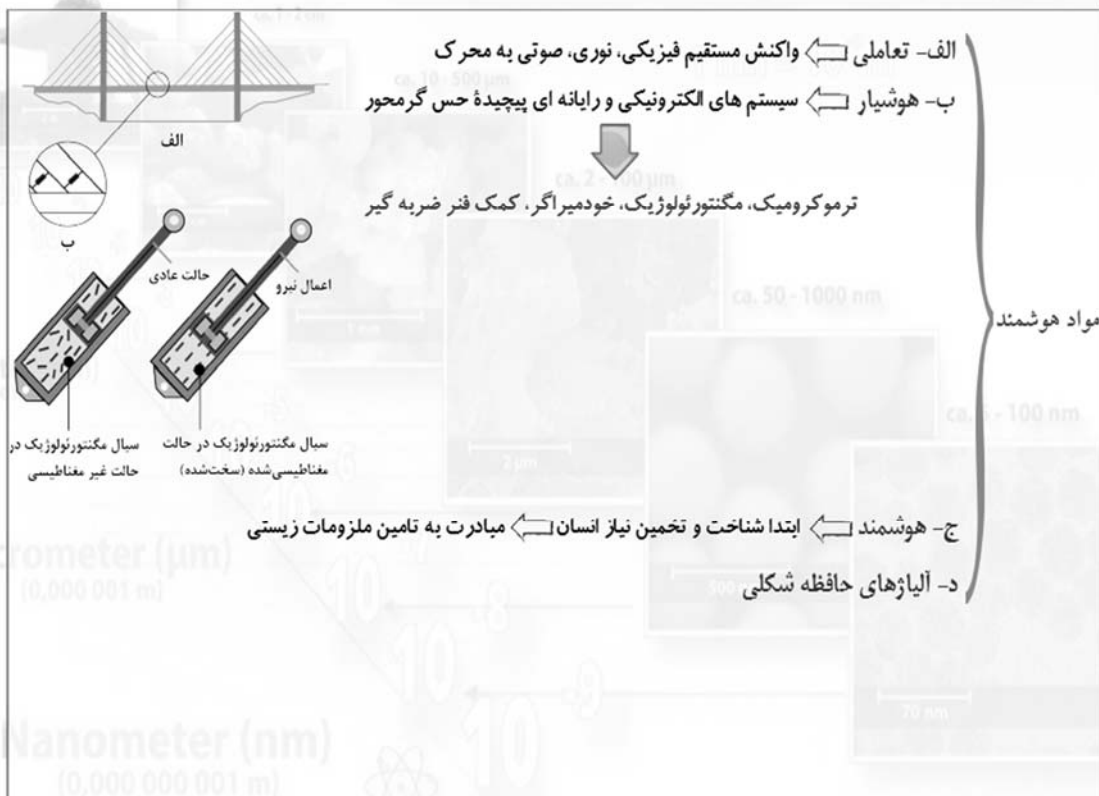
لایه بازتابش فروسرخ

غشای پلی استر

لایه PVC



مواد هوشمند



مواد هوشمند

مصلح هوشمند	ورودی (عامل محرک)	خروجی (واکنش)
نوع اول		
مواد ترموکرومیک ^۱ (فصل هفتم)	حرارت	تغییر رنگ
مواد فتوکرومیک ^۲ (فصل هفتم)	تشنش (نور)	تغییر رنگ
مواد مکانوکرومیک ^۳	تغییر شکل	تغییر رنگ
مواد کوسرومیک ^۴	مواد شیمیایی	تغییر رنگ
مواد الکتروکرومیک ^۵	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر رنگ
کریستال های مایع	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر رنگ
ذرات معلق	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر رنگ
مواد الکترونولوژیک ^۶	اختلاف پتانسیل الکتریکی	تغییر سختی
مواد مگنتورنولوژیک ^۷	اختلاف پتانسیل الکتریکی	اختلاف پتانسیل الکتریکی
نوع دوم		
مواد شبناب الکتریکی ^۸	اختلاف پتانسیل الکتریکی	نور
مواد شبناب نوری ^۹	تشنش	نور
مواد شبناب شیمیایی ^{۱۰}	مواد شیمیایی	نور
مواد شبناب حرارتی ^{۱۱}	دما	نور
لامپ های دوقطبی ^{۱۲}	اختلاف پتانسیل الکتریکی	نور
مواد فتونولایتیک	تشنش (نور)	اختلاف پتانسیل الکتریکی
نوع سوم		
مواد پیزوالکتریک	تغییر شکل / جریان الکتریکی	جریان الکتریکی / تغییر شکل
مواد پیروالکتریک ^{۱۳}	حرارت / جریان الکتریکی	جریان الکتریکی / حرارت
مواد سخت شونده با دما ^{۱۴}	حرارت / جریان الکتریکی	جریان الکتریکی / حرارت
مواد الکترو استریکتیو ^{۱۵}	اختلاف پتانسیل الکتریکی / تغییر شکل	تغییر شکل / اختلاف پتانسیل الکتریکی
مواد مگنتو استریکتیو ^{۱۶}	میدان مغناطیسی / تغییر شکل	تغییر شکل / میدان مغناطیسی

نانوصافی ها

(۱) تصفیه هوا ← تایتانیا یا دی اکسید روی

سرانجام پس از تجزیه، آب و دی اکسید کربن باقی می ماند که به راحتی زوده می شوند.

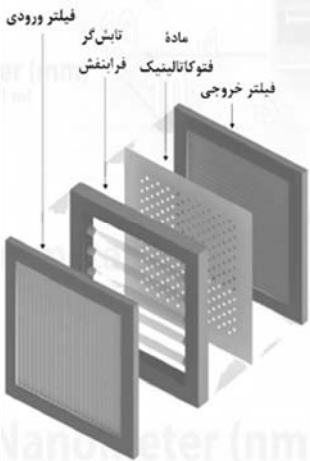
پرتوی فرابنفش با تابش فرابنفش، آلاینده های جذب شده، تجزیه می شوند. آلاینده ها، جذب سطح می شوند. کاتالیزور (TiO₂)

سطح واکنش گر با آلاینده ها
پالایش هوا به روش فتوکاتالیتیک

سطوح ضد باکتری و میکروب کش

(۲) تصفیه آب ← تایتانیا یا نانوذرات نقره

(۳) تصفیه خاک



اجزای یک تصفیه کننده فتوکاتالیتیک هوا

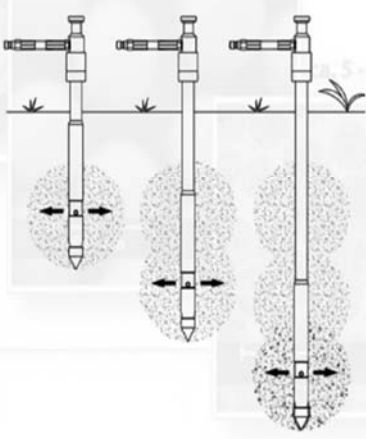
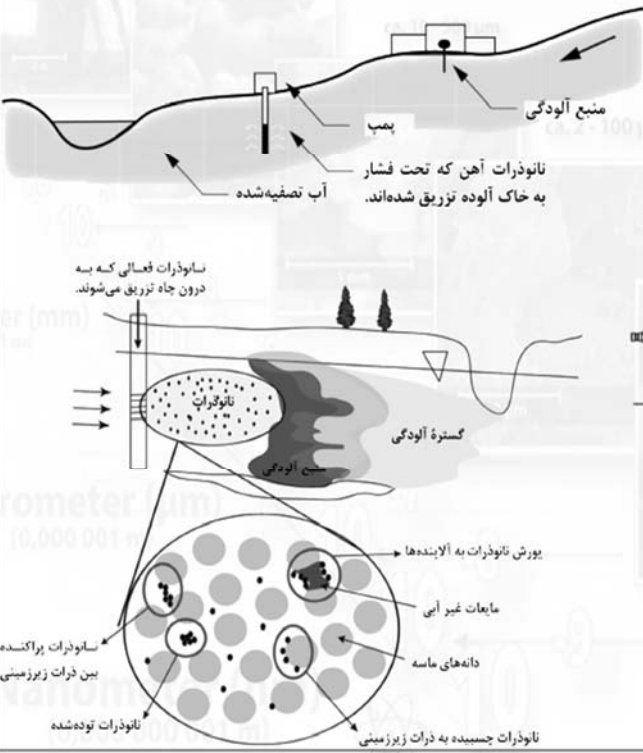
نانوصافی ها

(۱) تصفیه هوا ← تایتانیا یا دی اکسید روی

(۲) تصفیه آب ← تایتانیا یا نانوذرات نقره

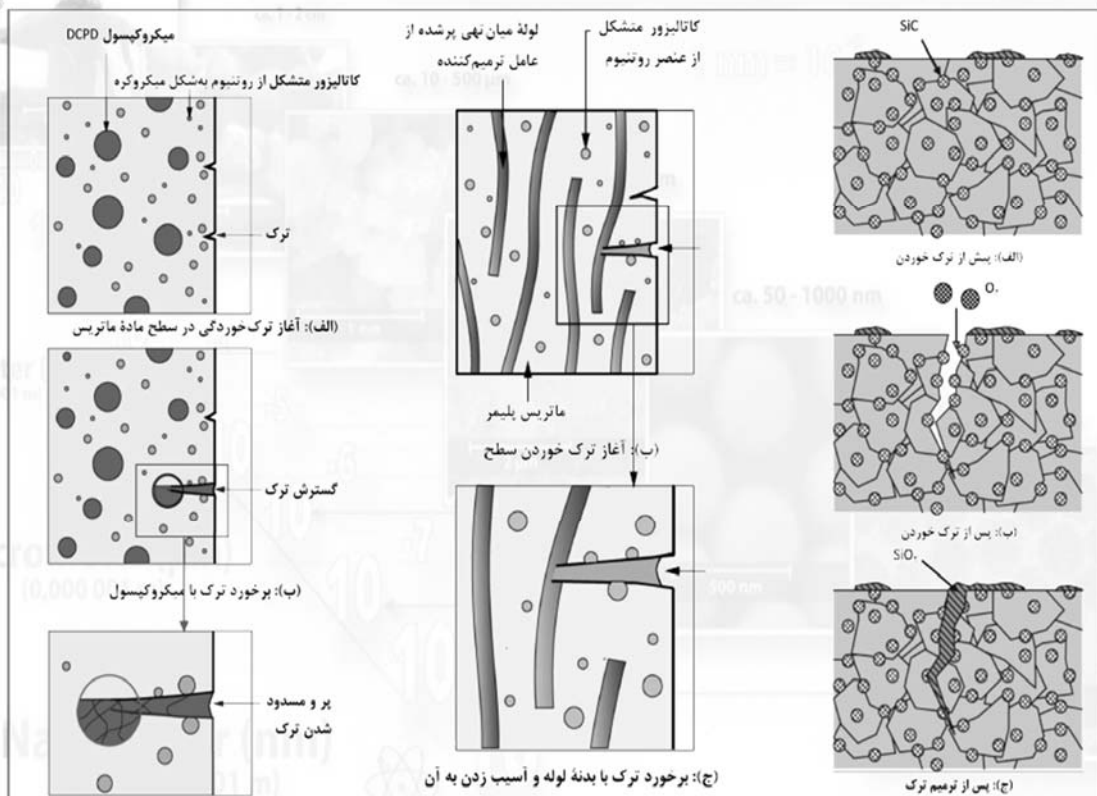
(۳) تصفیه خاک

سطوح ضد باکتری و میکروب کش



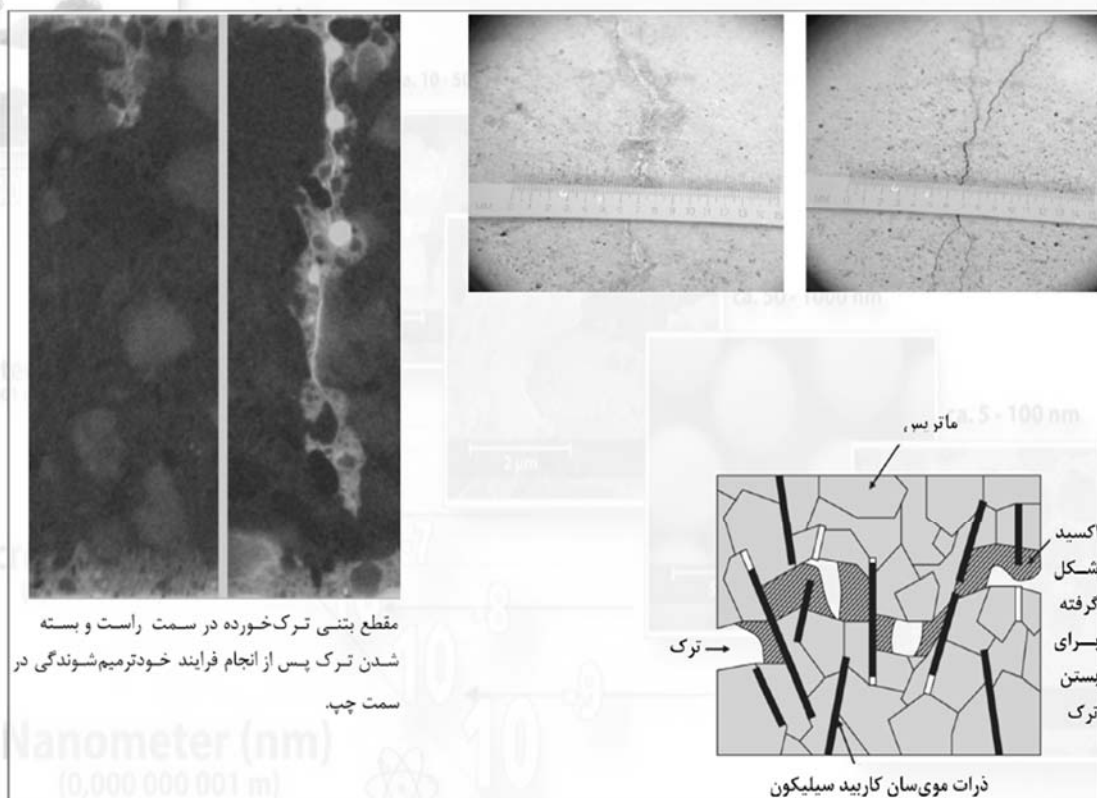
Nano & Self-healing Materials

نانومواد خودترمیم شونده



نانومواد خودترمیم شونده

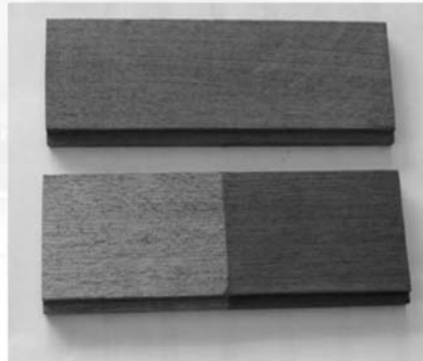
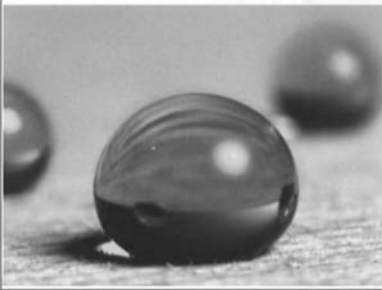
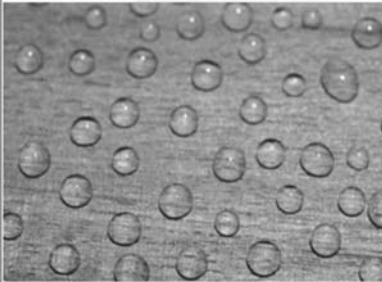
Nano & Self-healing Materials



نانوفناوری و چوب

نانوپوششی به نام لیگنول $\Rightarrow$ نوعی پوشش اشباع کننده پایه آبی $\Rightarrow$

آب گریز
آسان تمیز شونده
ضد آب
حفاظت در برابر فراینش



کاربرد نانوفناوری در مهندسی ساختمان

حوزه‌های از فناوری و پژوهش مرتبط با نانو	حوزه کاربرد	کلیات هیات مطلوب
مواد و مصالح نانوساختار: مواد نانومتخلخل (الغلب، پایه‌سیمانی یا پایه چوبی) پایه‌رها مواد کامپوزیت	درکل، اغلب مصالح ساختمانی مصالح عایق کاری مصالح باربر	- چندعملکردی بودن - افزایش نسبت مقاومت به وزن - دوام و پایداری بیشتر - مقاومت در برابر آتش - خودنیمز شونده‌گی - پسمود کینی هوای درون و بیرون - افزایش بازدهی در مصرف و مسیات از منابع انرژی - قابلیت بازیافت
سطوح نانوساختار (پوشش‌ها و فیلم‌ها): ایجاد تغییر شیمیایی در سطوح ایجاد تغییر فیزیکی در سطوح	- هر کاربردی در ساختمان و پروژه‌های عمرانی (به جز بازسازی و نوسازی)	- چندعملکردی بودن - افزایش مقاومت و سختی - دوام (به‌ویژه در مورد کیفیت ظاهری و مسایل زیبایی‌شناختی) - پسمود کینی هوای داخل بنا - ارتقای وضعیت بهداشتی - قابلیت نگهداری آسان - خودنیمز شونده‌گی
نانوپانتیک‌ها: مدارهای مسطح امواج نورانی الایف کریستالی فتونیک آل‌ای‌دی‌ها، آل‌وال‌ای‌دی‌ها و کی‌وال‌ای‌دی‌ها حسن‌گرهای اپتیک‌ی نهفته در مصالح	- عملکردهای یکپارچه - سیستم‌های الکترونیک و نورپردازی - کنترل محیط زیست	- بازدهی در مصرف انرژی - ایمنی در برابر آتش‌سوزی و دیگر مخاطرات
نانوچسب‌ها (پایش و انتقال داده): زیست‌حسن‌گر حسن‌گرهای اپتیک‌ی حسن‌گرهای شیمیایی حسن‌گرهای حساس به گاز حسن‌گرهای میکروارگانیزمی مصالح الکتروفعال	- پایش و کنترل هر متغیری در ساختمان و دیگر پروژه‌های عمرانی	- امکان نهفته شدن - دوام و پایداری - قابلیت نگهداری آسان - بازدهی در مصرف و مسیات از منابع انرژی
تولید و انبارش انرژی: سلول‌های خورشیدی پیل‌های سوختی	- سیستم‌های سرمایش و گرمایش از بدنه ساختمان - تأمین انرژی الکترونیک	- بازدهی در تولید و مصرف انرژی در ساختمان و دیگر مستحدثات
تصفیه و پاک‌سازی محیط: پاک‌سازی کاتالیتیک دیگر روش‌های تصفیه و جداسازی	- تصفیه آب در ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری - سیستم‌های آب (تأمین آب مصرفی و فاضلاب) - جایگزینی مصالح خطرناک و سمی	- تصفیه آب و هوا به‌صورت درجا - تصفیه‌های زیست‌محیطی - پاک‌سازی و بهداشت درونی ساختمان - بازدهی در مصرف انرژی - جایگزینی مصالح خطرناک و سمی

کاربرد نانوفناوری در مهندسی ساختمان

عملکردهای اصلی مربوط به	مواد نانوکامپوزیت	مواد نانوستخرل	مواد نانوسلطی	نانوبوشش ها	نانوفیلم ها	مواد نانورفتادی	نانورنگ ها	نانودرزبندها	نانوچسب ها	نانومسجرات	
مشخصه های اصلی مواد											ویژگی های مکانیکی / سازه ای
											ویژگی های اپتیک / نور
											ویژگی صوتی
											ویژگی حرارتی
											ویژگی الکترومغناطیسی
											ویژگی شیمیایی
عملکردهای ویژه											خودترمیم کنندگی
											خودتمیز شوندگی
											ضد زنگ
											ضد میکروب
											ضد باکتری
											ضد قارچ
											ضد کپک
											ضد انعکاس
											چسبندگی / دگر چسبی

۱

کاربرد نانوفناوری در مهندسی ساختمان

انتظارات	نانومواد	مصالح و کاربردهای ساختمانی
مسلح سازی مناسب	نانولوله های کربنی	بتن
جلوگیری از ترک خوردگی	SiO_2 Fe_2O_3	
افزایش کیفیت جوش پذیری	نانوذرات مسی	فولاد
افزایش مقاومت در برابر خوردگی		
خودتمیز شوندگی	TiO_2	پنجره
ضد مه گرفتگی	SiO_2	
جلوگیری از نفوذ گرما و پرتوی فرابنفش		
ضد حریق بودن	TiO_2	پوشش ها / رنگ ها
ضد جرم گرفتگی	نانوذرات نقره	
خاصیت کشتن باکتری ها و حشرات	رنگ های پوششی / TiO_2	سلول های خورشیدی
به کارگیری کارآمدتر انرژی خورشیدی	نانولوله های کربنی و C_60 نقاط کوانتومی CdSe	
افزایش مقاومت	نانولوله های کربنی	سیمان
مقاومت در برابر آتش سوزی	نانورشته های پلی پروپیلن	
فراهم شدن امکان پایش به موقع سلامت سازه	نانولوله های کربنی	حس گر ها

