

BIRKHAUSER

nano

M A T E R I A L S

in Architecture, Interior Architecture and Design

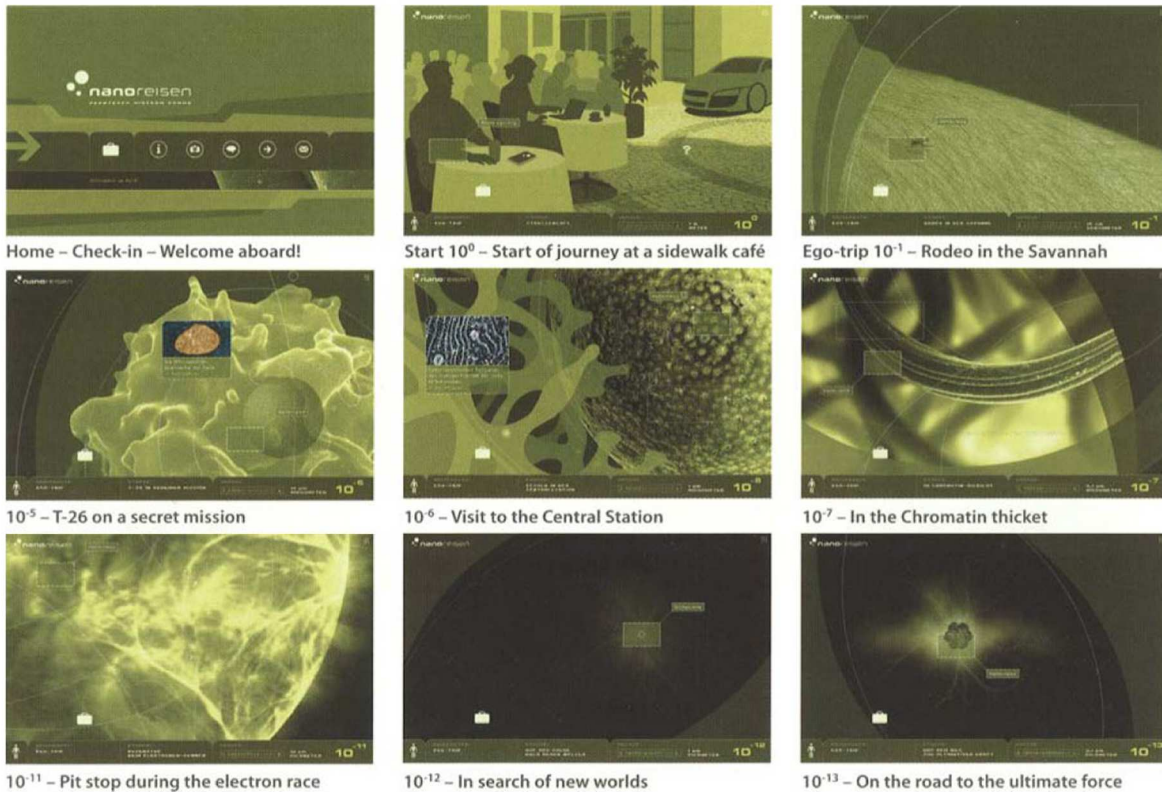
۳	..... تاریخچه نانو تکنولوژی:	۱
۳	..... شیشه های رنگی	۱-۱
۳	..... دروتا (ظروف سفالین)	۲-۱
۴	..... کشف کلئید های طلا ۱۸۵۷	۱-۳
۴	..... تئوری مای: (Mie)	۱-۴
۴	..... ریچارد فیمن ۱۹۵۹	۱-۵
۴	..... طرح های کوچک ارائه شده در مقوله نانوتکنولوژی و تاثیرات آن بر ساختار محیط اطراف انسان را می توان در سه مرحله پیش بینی کرد:	۲
۵	..... نانو معماری، معماری منعطف و سازگار با محیط	۳
۶	..... کاربرد مواد نانو در صنعت بتن	۴
۶	..... مواد نانو کمپوزیت	۴-۱
۶	..... بتن با عملکرد بالا (HPC) [۱]	۴-۲
۶	..... نانو سیلیس آمورف	۴-۳
۷	..... نانو لوله ها (NANOTUBES)	۴-۴
۷	..... فناوری نانو و پوشش های ساختمانی	۵
۸	..... نانو پوشش های سنگ و چوب	۵-۱
۸	..... موارد مصرف:	۵-۱-۱
۸	..... سطوح چوبی	۵-۱-۱-۱
۸	..... سیمان های البافی	۵-۱-۱-۲
۸	..... آجرها و سرامیکها	۵-۱-۱-۳
۹	..... ماسه سنگها و بتن گازی	۵-۱-۱-۴
۹	..... کاشی ها و لوح های سنگی	۵-۱-۱-۵
۹	..... شیشه	۵-۱-۱-۶
۹	..... شیشه های خود تمیز شونده	۵-۱-۱-۷
۹	..... شیشه های کنترل کننده انرژی	۵-۱-۱-۸
۱۰	..... شیشه های محافظ در برابر آتش	۵-۱-۱-۹
۱۰	..... بتن	۵-۱-۱-۱۰
۱۰	..... نانو سیلیسها (SiO ₂)	۵-۱-۱-۱۱
۱۰	..... نانو لوله های کربنی (CNT)	۵-۱-۱-۱۲
۱۰	..... نانو ذرات رس (Nano-Clay)	۵-۱-۱-۱۳
۱۰	..... نانو ذرات اکسید آهن یا هماتیت (Fe ₂ O ₃)	۵-۱-۱-۱۴
۱۰	..... نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO ₂)	۵-۱-۱-۱۵
۱۱	..... فولاد	۵-۱-۱-۱۶
	..... حسگرها	۵-۱-۱-۱۷

نانو تکنولوژی در معماری

مواد نانو به عنوان موادی که حداقل یکی از ابعاد آن (طول و عرض و ضخامت) زیر ۱۰۰ nm نانو متر باشد تعریف شده‌اند. یک نانو متر یک هزارم میکرون یا حدود ۱۰۰۰۰۰ برابر کوچک‌تر از ضخامت موی انسان است. خواص فیزیکی و شیمیایی مواد نانو (در شکل و فرم‌های متعددی که وجود دارند از جمله ذرات، الیاف، گلوله و غیره) در مقایسه با مواد میکروسکوپی نوع دیگر تفاوت اساسی دارند. تغییرات اصولی که وجود دارد نه تنها از نظر کوچکی اندازه بلکه از نظر خواص جدید آن‌ها در سطح مقیاس نانو می‌باشد.

۱ تاریخچه نانو تکنولوژی:

استفاده از نانو تکنولوژی برخلاف تصور عمومی دارای سابقه تاریخی طولانی است. تفهیم اینکه نانو تکنولوژی چگونه اولین اثرات خود را بر زندگی بشریت گذاشت و اینکه از آن زمان تاکنون چگونه موجب زندگی بهتر و گشودن درهایی برای اکتشافات بیشتر بوده است کار چندان آسانی نیست. کشفیات باستان شناسان روشنگر استفاده از نانو تکنولوژی حتی در دوران قبل از میلاد مسیح است. یک محصول معروف که از آن دوره به جا مانده و در کاوش‌های اخیر به دست آمده، جام لیکورگوس است که در موزه بریتانیا نگه داری می‌شود. ماده اصلی این جام از شیشه است و مربوط به قرن چهارم قبل از میلاد است. این جام دارای بنده برنزی با لبه‌های برجسته است و آن چیزی که این جام را بی همتا می‌سازد این است که در برابر نورهای با رنگ‌های مختلف، رنگ‌های مختلف را از خود نشان می‌دهد. مطالعات میکروسکوپی روشن نموده که شیشه این جام دارای ذرات نانو از جنس طلا و نقره است این ذرات خواصی را بروز می‌دهند که از ذرات درشت موجود در آن متفاوت است. بعدها در قرون وسطی از این روش برای ساخت شیشه کلیساها استفاده شد. همچنین شواهدی مبنی بر نانو ساختاری بودن رنگ آبی بکاربرده شده توسط قوم مایا موجود است.



۱-۱ شیشه های رنگی

علی رغم نا آگاهی از دلیل آن، در ساخت شیشه های رنگی در زمان‌های بسیار دور از ذرات نانو استفاده می‌شده است. رنگ سرخ یاقوتی بعضی از شیشه های رنگی به دلیل نانو ذرات طلا به دام انداخته شده در ماده زمینه آن می‌باشد. به همان ترتیب رنگ زرد پررنگ بدلیل نانو ذرات نقره است. اندازه متفاوت نانو ذرات، دلیل رنگ‌های الوان و متنوع بوده است. این مثال از تعویض خواص ظاهر شده در مواد (در مورد رنگ‌ها) در ذرات نانو کلیاتی از خواص این ذرات است

۲-۱ دروتا (ظروف سفالین)

دروتا و آمیریا ظروف سفالین با رنگ آمیزی هنرمندانه در قرون ۱۵ و ۱۶ با بکار گیری اشکال ابتدایی از نانو تکنولوژی هستند. سرامیک دروتا با رنگین کمان‌های

شورانگیز یا لعاب‌های متالیک که در قرون ۱۵ و ۱۶ در سراسر اروپا متقاضیان فراوان داشت. برای دستیابی به رنگهای طلایی و قرمز از فلز مس و نقره به اندازه پنج میلیونوم متر استفاده می‌شد که در عوض پخش کردن نور از سطح اجسام موجب می‌گشت تا نورهایی با طول موج‌های متفاوت ساطع گردد که موجب بوجود آمدن حالت رنگین کمان یا متالیک می‌گشت.

۳-۱ کشف کلونید های طلا ۱۸۵۷

گرچه کلمه «نانو» در آن زمان استفاده نمی‌شد اما میشل فارادی اولین کلونید های فلزی را در ۱۸۵۶ کشف کرد. کلونید ها ذراتی هستند که در یک محلول معلق اند (مابین ذرات حل شونده و آنهایی که در حلال رسوب می‌کنند). کلونید های طلایی فارادی خواص الکترونیکی و شیمیایی مخصوصی داشتند و الآن به عنوان یکی از بهترین نانو ذرات فلزی شناخته می‌شوند. بنا به تشخیص بسیاری، یکی از بهترین آزمایشگرها و شیمیست‌ها و فیزیسی‌هایی که تا بحال دنیا آمده دانشمند انگلیسی فارادی بوده که دارای تحصیلات ابتدایی بود و در ۱۴ سالگی شاگرد یک صحاف کتاب بوده. در آنجا او به کارهای شیمی و فیزیک علاقه مند بود و بعد از شنیدن سخنرانی شیمیست معروف هامفری دیوی یادداشتهایی از سخنرانی دیوی را برایش ارسال می‌کند و به این ترتیب معاون دیوی در آزمایشگاه رویال در انستیتو لندن می‌شود. در سن ۲۱ سالگی بیش از ۶۰۰ آزمایش توسط او انجام می‌گیرد.

۴-۱ تئوری مای: (Mie)

فیزیکدان آلمانی گوستاو مای نقش مؤثری در نانو تکنولوژی با طرح تئوری پراکندگی نور توسط ذرات داشت. او نشان داد که امواج کوتاه در پراکندگی نور مؤثر تر از امواج با طول موج بلند است. ما آسمان را آبی می‌بینیم چرا که مولکولهای هوا (که بسیار ریز هستند) در فاصله کوتاه نور را بیشتر در طول موج آبی می‌شکنند تا زرد یا قرمز چرا که نور آبی امواج کوتاه تری دارد. وقتی خورشید غروب می‌کند نسبت به وسط روز فاصله بیشتری از ما می‌گیرد، در این مورد پراکندگی بیشتر توسط ذرات گرد و غبار صورت می‌گیرد. این ذرات هنوز اثر بیشتری بر امواج آبی دارد تا زرد و قرمز، بنابراین نوری که هنوز شکسته نشده به ما می‌رسد که مخلوطی از رنگهای زرد و قرمز است. پس رنگ آسمان در هنگام غروب قرمز و زرد به نظر می‌رسد. تئوری مای به دانشمندان کمک کرد تا به این نتیجه برسند که اندازه ذرات مشخص کننده رنگی است که ما می‌بینیم. مای اندازه تعداد زیادی از ذرات را بوسیله تشخیص نورهایی که آن‌ها را می‌شکند بدست آورد. برای اندازه گیری نانو ذرات و ذرات بزرگتر این تئوری مستلزم محاسبات هنگفتی است بنابراین این تا حدود ۲۰ سال پیش - که سوپر کامپیوترها توانمند شدند - بندرت بکار برده می‌شد. هم اکنون تئوری مای (به خوبی پیشرفت‌های اخیر دیگر) به پژوهشگران کمک می‌کند تا اندازه نانو ذرات را محاسبه کنند.

۵-۱ ریچارد فیمن ۱۹۵۹

شاید بتوان بزرگترین تحول در تاریخ نانو تکنولوژی را در سخنرانی فیزیکی‌دانی به نام ریچارد فیمن (استاد فیزیک انستیتو کالتک) در کنفرانس انجمن فیزیک آمریکا در سال ۱۹۵۹ دانست. در این کنفرانس ایشان با ارائه مقاله ای با عنوان () فضای کافی در پایین وجود دارد، در باره دستکاری مواد در ابعاد اتمی صحبت نمود. این مقاله امروزه به عنوان بخشی از آیین نامه انجمن‌های نانو تکنولوژی در آمده است. او سال ۲۰۰۰ را سال ورود به دنیای ریز نامید. او با انجام محاسباتی نشان داد که می‌توان با استفاده از پرتوی الکترونی کل اطلاعات نسخه ۲۵۰۰۰ صفحه ای دایره المعارف بریتانیکا را بروی یک سر سوزن جای داد و به حاضرین در جلسه قول داد به اولین کسی این کار را انجام دهد، یک هزار دلار جایزه خواهد داد (این جایزه را تام نیومن در سال ۱۹۸۵ دریافت کرد). در آینده بزرگترین طرح‌ها برای ساختن محیط اطراف، خیلی خیلی کوچک خواهد بود.

۲ طرح‌های کوچک ارائه شده در مقوله نانو تکنولوژی و تاثیرات آن بر ساختار محیط اطراف انسان را می‌توان در سه مرحله پیش بینی کرد:

نخست اینکه نانو تکنولوژی در طراحی معماری امروز چه نقشی بازی می‌کند؟ تعداد مصالح با ساختار مهندسی نانو هم اکنون قابل دسترسی معماران و سازندگان برای استفاده در ساختمان‌ها وجود دارد. که تغییر و تحول ساختمان‌ها با به کارگیری این مصالح بسیار مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. برخی از نمونه محصولات که در دست تولید است، شامل لایه های نازک و شفاف محافظ پنجره‌ها که در برابر خراش مقاوم هستند و به صورت خودکار با دریافت پرتو ماورای بنفش خورشید و باران خود را تمیز می‌کنند، شیشه‌هایی که رنگ خود را با کاهش یا افزایش حرارت محیط، تغییر می‌دهند و نور محیط را تنظیم می‌کنند و بتن‌های مقاوم در برابر ضربه های ناگهانی و ترک خوردگی، مقاوم می‌باشند، البته هنوز گرانبه هستند و به تولید انبوه نرسیده‌اند. دوم اینکه با نگاهی فراتر، تلاش امروز متخصصین نانو تکنولوژی دست آوردی را در ۱۵ تا ۲۰ سال آینده به وجود خواهد آورد که نمونه بارز آن لوله های کربنی است که استحکام و قابلیت انعطاف پذیری بی نظیری را برای ساختمان‌ها به ارمغان می‌آورد و راهنمایی برای ساخت فرم‌های جدید، عملکردهای تازه و ارتباط نوین بین مردم، ساختمان و محیط را نوید می‌دهد و سوم در اقیانوس دور دست می‌توان دید که تاثیر فراگیر نانو تکنولوژی در زندگی بشر و نحوه ارتباط او با محیط اطراف و ساختمان‌ها اجتناب ناپذیر و غیر قابل تصور خواهد بود. پوست‌های محافظ در برابر خورشید، دیوارهای نامرئی و کپی سازی ساختارهای زاینده، همگی در قلمرو امکان قرار می‌گیرند. تحولات اجتماعی، اخلاقی و محیطی نیز جدای این سیر تحول کننده نخواهد بود (Elvin, 2003, 100-105). نانو تکنولوژی با تغییر ساختار زندگی انسان، تحولات بنیادی را ایجاد می‌کند. به عنوان مثال اگر فردی دارای پوست محافظ در برابر حرارت خورشید باشد، آینده ساختمان‌ها چه می‌شود؟ و یا اگر دیوارها و پشت بام‌ها از کاغذهای نازک نامرئی عایق رطوبت پوشیده شوند، زندگی انسان با محیط اطراف چه ارتباطی خواهد داشت؟ شاید برخی پیشگویی‌ها در مورد فناوری نانو اغراق آمیز به نظر برسد، ولی هدف نهایی آن ساختن جزء به جزء مواد با خواص متنوع می‌باشد.

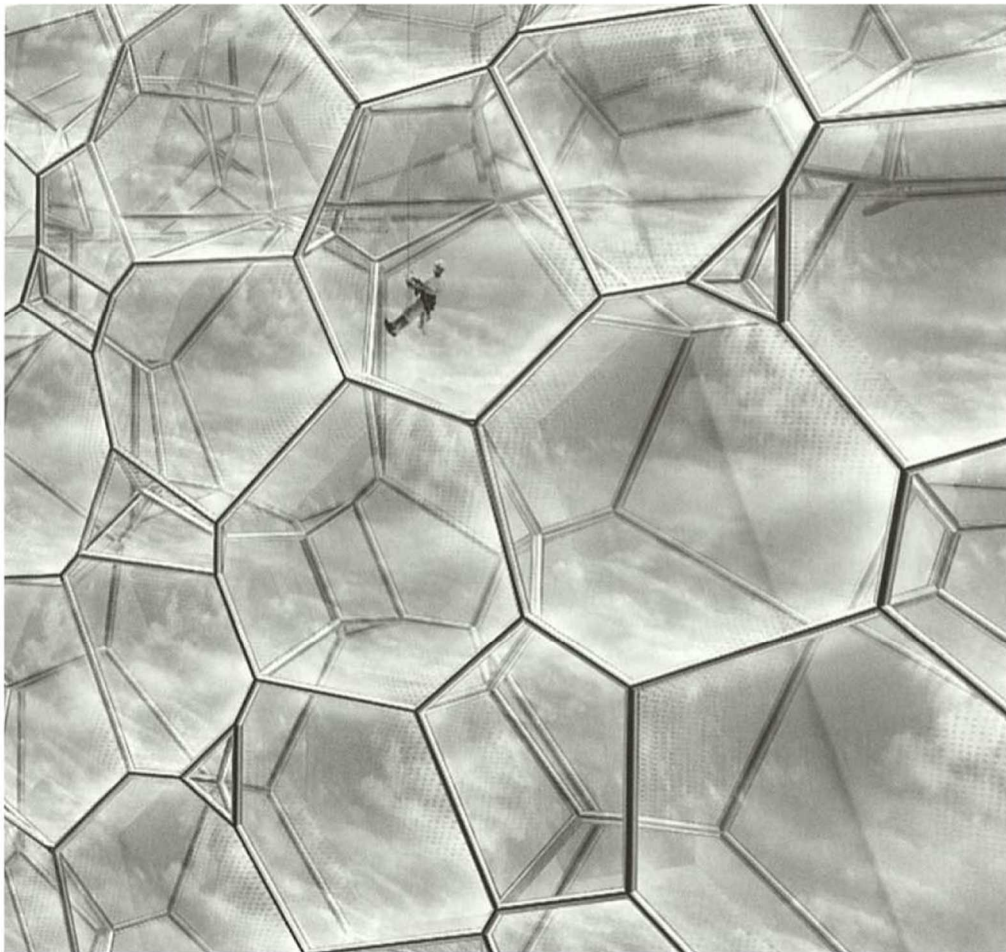
سخن معروف وینستون چرچیل، سیاستمدار انگلیسی، که می‌گفت: «ساختمان‌هایمان را شکل می‌دهیم و (متقابلاً) ساختمان‌ها ما را شکل می‌دهند.» قبل از شناخت علم نانو بوده ولی شاید قدرتش را در تغییر شکل ساختمان و به تبع آن انسان را به روشنی پیش بینی کرده باشد، که چگونه با تسلط نانو تکنولوژی بر مواد اولیه

خلق فضاها (مصالح) و قدرت بی نظیری که در اختیار معماران برای ناممکن‌ها قرار می‌دهد، شکل زندگی انسان و ارتباط با دنیای اطراف او را دگرگون خواهد کرد. بنابراین تلاش امروز متخصصان و طراحان جهت ارزیابی دست آوردهای این علم در زمینه‌های فردی، اجتماعی، اخلاقی و ... کاملاً ضروری به نظر می‌رسد، زیرا که پیکره بندی یک نمونه‌ی سالم و شایسته بشر از محیط زندگی او، با تفکر اولیه، گفتگو و نتیجه‌گیری، کمکی شایان توسعه آگاهانه این علم در آینده خواهد نمود.

۳ نانو معماری، معماری منعطف و سازگار با محیط

معماری اورگانیک که توسط فرانک لوید رایب به عنوان سازگاری ساختار ساختمان‌ها بر اساس قرارگیری در طبیعت تعریف شده، امروز در قالب معماری پایدار و افق جدید آن، نانو تکنولوژی مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. رایب بر این عقیده بود که شکل معماری باید از بطن طبیعت اشیاء به وجود آید و هر شیء نیز به نوبه خود دارای یک زبان خاص برای تکلم و بیان احساس می‌باشد. به طور مثال تناسبات، چیدمان و بافت آجرخانه رومی، گستردگی بر روی افق را در یک زمین وسیع نشان می‌دهد. آجر پخته شده از طبیعت برآمده است و دوباره به آن باز می‌گردد. حال زمانی را تصور کنید که مصالح تشکیل دهنده خانه به قدری کوچک باشد که تنها با چشم مسلح دیده شود، آنگاه تصور کنید که ارتباط بین اشکال، انسان و محیط چگونه تغییر خواهد کرد. از آنجا که با استفاده از دستاوردهای نانو تکنولوژی یک شیء -ساختمان- در زمان‌ها و مکان‌های مختلف می‌تواند رفتارهای متفاوتی از خود نشان دهد- سخت و غیر قابل انعطاف و یا نرم و سیال- تئوری‌های شناخت مواد به طور کلی دگرگون می‌شوند. در واقع مصالح، هویت ثابت خود را از دست می‌دهند و دیگر معماری تعریف محدودی در زمان و مکان نخواهد داشت.

رفتار سازه‌ها و ساختمان‌ها کاملاً عملکردگرا و زمینه‌گرا می‌شوند. آن‌ها قادر خواهند بود که با انواع دماها، جریان‌های هوا، مصرف انرژی و دیگر شرایط اقلیمی، زمین شناسی و ... هوشمندانه وفق داده شوند. تمام این شرایط نیز توسط برنامه ریزان طراحی به صورت داده‌های خام به ساختمان و سازه آن داده می‌شود تا در صورت مواجهه با تغییر هر عامل موثر بر شرایط زندگی انسان، در جهت رسیدن به محدوده آسایش او، در محیط سازگار شوند. یک ساختمان هوشمند، ساختمانی است که خود فکر می‌کند و با سنجیدن نیازهایش در جهت رفع آن‌ها گام برمی‌دارد. اما آیا این جواب سوال لویی کان است که پرسید: «این ساختمان چه می‌خواهد باشد؟». معماران معتقدند که ساختمان‌ها با آن‌ها صحبت می‌کنند و نیازها و نقاط ضعف خود را به آن‌ها می‌گویند، ولی اگر ساختمان‌ها دارای هوش مصنوعی باشند، بدون مشورت با معمار، خود را هر گونه که محیط طلب کند، سازگار می‌کنند. کرزوی- یکی از محققان نانو تکنولوژی و تاثیرات آن بر محیط زندگی انسان- پیش بینی می‌کند که در قرن آینده انسان‌ها مهمان و ساختمان‌ها، خود ساکنان و صاحبان اصلی خواهند بود. او معتقد است که استفاده زیادتیر از این مصنوعات به طبیعت، در آینده افزایش خواهد یافت. بناهای آینده ممکن است که هیچ شباهتی به ابنیه قرن حاضر نداشته باشند. معماری گذشته و سنتی اصولاً به دور انداخته می‌شوند، زیرا که معیارهای محدود کننده‌ی آن نقشی در ساختمان‌های آینده نخواهند داشت.



طبق نظر کروزوی زمان ساخت و ساز نیز در حال حاضر طولانی بوده که به مرور زمان کاهش خواهد یافت. واضح است که دستاورد نانو تکنولوژی در آینده بشریت بسیار مهم‌تر از سرنوشت دیگر صنایع است. تغییر و تحولات در عرصه‌ی معماری، در بعضی کشورها، به خصوص کشورهای پیشرفته و در حال توسعه- به طور مثال در اکثر ساختمان‌هایی که در دبی ساخته می‌شوند- نقش پر رنگ این تکنولوژی را نشان می‌دهد. معماران به ندرت اخلاقیات را قبل از زیبایی و جذابیت بنایشان در نظر دارند، ولی توجه خاص به تکنولوژی که جوابگوی بسیاری از ناتوانایی‌های آنانست را هرگز در دفتر طراحی جا نخواهند گذاشت. با وجود این اگر هدف معماری فقط خلق اشکال بدیع باشد، به نظر می‌رسد که در آینده ای نه چندان دور، معماری به معمار احتیاجی نخواهد داشت. مدرک بی واسطه و مستدل برخورد مستقیم نانو تکنولوژی و معماری، مصالح (تولیدات فیزیکی) هستند که عموماً کاربری‌های گوناگونی به ساختمان‌ها می‌بخشند. چنین مصالحی، امکانات تازه ای را برای تکمیل و بهبود شیء معماری و اندیشیدن درباره‌ی شکل جدیدی از زندگی، به وجود می‌آورند (Rennie, 2008).

اکنون این سوال مطرح می‌شود که با مصالحی که توانایی تغییر و تطبیق چگالی، شکل، رنگ، حجم و حالت را با محیط دارند، نقش ثابت معماری به عنوان ماهیت فیزیکی که روابط اجتماعی را شکل می‌دهد، چه خواهد شد؟ در این صورت، زمان و مکانی که بر شیء معماری مرتبیت است- یعنی تاریخ و اصالت معماری- ثابت نخواهد ماند و با تغییر محیط اطراف در هر زمان و مکانی متحول خواهد شد. نانو ساختارها تلاش بی وقفه طراحان و معماران برای رسیدن به فرم‌های جدید، سازگار با محیط و عملکردگرا را به نتیجه می‌رساند. این یک رویای علمی تخیلی نیست، زیرا علم نانو خیلی سریع‌تر از یک واقعیت رخ خواهد داد.

۴ کاربرد مواد نانو در صنعت بتن

۱-۴ مواد نانو کمپوزیت

مواد نانو کمپوزیت بر پایه پلیمر (ماتریس پلیمری) اولین بار در سالهای ۷۰ معرفی شده اند که از تکنولوژی سول-ژل (Sol-Gel) جهت انتشار (Disperse) دادن ذرات نانو کانی درون ماتریس پلیمر استفاده شده است. هرچند تحقیقات انجام شده در دو دهه گذشته برای توسعه تجاری این مواد توسط شرکت تویوتا در ژاپن در اواخر سالهای ۸۰ صورت گرفته است، ولی رشته نانو کمپوزیت پلیمر هنوز در مرحله جنینی و در آغاز راه می‌باشد. در این شرایط نانو آلومینا، بهترین ساختار نانویی است که افق جدیدی را در صنعت سرامیک نوید می‌دهد. زیرا کاربرد این مواد پدیده ای است که از نظر مکانیکی، الکتریکی و خواص حرارتی به طور مناسب دارای تعادل بوده و در رشته‌های مختلف کاربرد دارد. از جمله می‌توان به چند نمونه اشاره کرد: تکنولوژی نانو فلز آرتوناید که اخیراً به طور تجاری، الیاف نانویی آلومینا، انقلابی در رشته سرامیک بوجود آورده است. * ذرات نانویی غیر فلز مانند نانو سیلیکا، نانو زیرکونیا و مواد دیگر اصلاح کننده سرامیک‌ها می‌باشد.

۲-۴ بتن با عملکرد بالا (HPC) [۱]

یکی از چالش‌هایی که در رشته مصالح ساختمانی بوجود آمده است، بتن با عملکرد بالا (HPC) می‌باشد. این نوع بتن مقاوم از نوع مصالح کامپوزیت بوده و از نظر دوام جزو مصالح کامپوزیت و چند فازی مرکب و پیچیده می‌باشد. خواص، رفتار و عملکرد بتن بستگی به نانو ساختار ماده زمینه بتن و سیمانی دارد که چسبندگی، پیوستگی و یکپارچگی را بوجود می‌آورد.

بنابراین، مطالعات بتن و خمیر سیمان در مقیاس نانو برای توسعه مصالح ساختمانی جدید و کاربرد آن‌ها بسیار حائز اهمیت می‌باشد. روش معمولی برای توسعه بتن با عملکرد بالا اغلب شامل پارامترهای مختلفی از جمله طرح اختلاط بتن معمولی و بتن مسلح با انواع مختلف الیاف می‌باشد. در مورد بتن به طور خاص، علاوه بر عملکرد با دوام و خواص مکانیکی بهتر، بتن با عملکرد بالای چند منظوره (MHPC) خواص اضافه دیگری را دارا می‌باشد، از جمله می‌توان به خاصیت الکترو مغناطیسی، و قابلیت به کار گیری در سازه‌های اتمی (محافظت از تشعشعات) و افزایش موثر بودن آن در حفظ انرژی ساختمان‌ها و ... را نام برد.

۳-۴ نانو سیلیس آمورف

در صنعت بتن، سیلیس یکی از معروفترین موادی است که نقش مهمی در چسبندگی و پر کنندگی بتن با عملکرد بالا (HPC) ایفا می‌کند. محصول معمولی همان سلیکیافیوم یا میکرو سیلیکا می‌باشد که دارای قطری در حدود ۰/۱ تا ۱ میلی متر می‌باشد و دارای اکسید سیلیس حدود ۹۰٪ می‌باشد. می‌توان گفت که میکرو سیلیکا محصولی است که در محدوده بالای اشل اندازه نانو متر جهت افزایش عملکرد کامپوزیت مواد سیمانی به کار برده می‌شود. محصول نانو سیلیس متشکل از ذراتی هستند که دارای شکل گلوله ای بوده و با قطر کمتر از ۱۰۰ nm یا به صورت ذرات خشک پودر یا به صورت معلق در مایع محلول قابل انتشار می‌باشند، که مایع آن معمولترین نوع محلول نانو سیلیس می‌باشد، این نوع محلول در آزمایشات مشخص در بتن خود تراکم (SCC) به کار گرفته شده است. نانو سیلیس معلق کاربردهای چند منظوره از خود نشان می‌دهد مانند:

خاصیت ضد سایش

ضد لغزش

ضد حریق

ضد انعکاس سطوح

آزمایشات نشان داده‌اند که واکنش مواد نانو سیلیس (Colloidal Silica) با هیدرواکسید کلسیم در مقایسه با میکرو سیلیکا بسیار سریع‌تر انجام گرفته و

مقدار بسیار کم این مواد همان تاثیر پوزالاتی مقدار بسیار بالای میکرو سیلیکا را در سنین اولیه دارا می‌باشد. تمام کارهای انجام یافته بر روی کاربرد مواد نانو سیلیس کلئیدی (Colloidal Nano Silica) در بخش اصلاح خواص ریولوژی، کار پذیری و مکانیکی خمیر سیمان بوده است. آنچه که در اینجا مطرح است نتایج اولیه محصولات نانو سیلیس با قطری در محدوده ۵ تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشد.

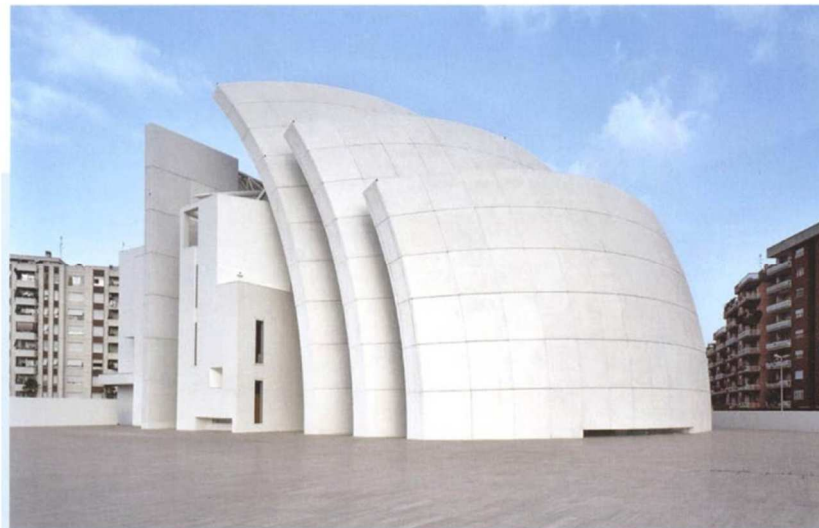
۴-۴ نانو لوله‌ها (NANOTUBES)

همان گونه که در مقدمه مقاله مطرح شد معمولاً الیاف برای مسلح کردن و اصلاح عملکرد مکانیکی بتن بکار برده می‌شوند. امروزه از الیاف فلزی، شیشه ای، پلی پروپیلن، کربن و ... در بتن برای مسلح کردن استفاده می‌شود و لیکن تحقیقات روی بتن مسلح شده توسط نانو لوله کربنی (Carbon Nanotubes) انتشار نیافته است تا بتوان از نتایج آن برای مسلح کردن بوسیله نانو لوله‌ها استفاده کرد. نانو لوله کربنی توسط LJIIMA در سال ۱۹۹۱ کشف شده است و کارهای بسیاری بر روی ساختار نانو در بخش فیزیک کوانتوم انجام یافته است به طوری که تحقیقات نوین بر روی تکنولوژی و مهندسی نانو در سطح جهانی نقش اساسی و اصلی بازی می‌کند. کربن ۶۰ و نانو لوله های نوین دارای ساختاری هستند که آن‌ها را از فولاد قوی‌تر و بسیار سبک می‌کند بطوریکه می‌تواند خمیدگی و کشش را بدون شکستن تحمل نمایند و در آینده جایگزین الیاف کربن خواهند شد که در کامپوزیت‌ها به کار برده می‌شوند. نانو لوله‌ها با توجه به تحقیقات انجام شده در مرکز تحقیقات بتن (وابسته به موسسه ACI شاخه ایران)، دارای مقاومت کششی بیش از هر نوع الیاف بتنی شناخته شده می‌باشند و نیز نانو لوله‌ها خواص ویژه قابل ملاحظه حرارتی و الکتریکی از خود نشان می‌دهند، بطوریکه هادی بودن حرارت آن‌ها بیش از دو برابر الماس و هادی بودن الکتریکی آن‌ها در حدود ۱۰۰۰ برابر فلز مس می‌باشد.

نانو لوله‌ها طبقه جدیدی از محصولات می‌باشند که انقلابی جدید در زمینه مصالح و مواد پیشرفته را بوجود آورده‌اند. یک نسل جدید از نانو کامپوزیت‌های چند منظوره می‌توانند به عنوان نانو لوله های کربنی در نقش الیاف مسلح کننده مناسب آن مواد مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین نانو لوله های کربنی از اجزای کلیدی بدست آوردن هدف اصلی ذکر شده در فوق به عنوان مصالح ساختمانی با عملکرد بالای چند منظوره، بازی می‌کنند. فناوری نانو در صنایع ساختمان هم نقش بسزایی دارد، در این راستا بیشترین سهم را صنایع فولاد، شیشه و بتن ایفا می‌کنند. کاربرد نانو ذرات در صنعت ساختمان که مهم‌ترین آن‌ها نانو لوله های کربنی (CNT) و دی اکسید تیتانیوم (TiO₂) هستند، عموماً «در سازه های اصلی باعث افزایش خواص مکانیکی نمونه‌ها شده و در بخش نازک کاری نیز کاربرد نانو پوشش‌ها در نمای داخلی و خارجی ساختمان‌ها نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نانو پوشش‌های ساختمان ضمن اینکه باعث دفع آب شده و جذب کثیفی را به حداقل می‌رسانند، نمای ساختمان را در مقابل اشعه UV مقاوم می‌سازند. این نانو پوشش‌ها در سطوحی از جمله؛ سیمان، آجر، سفال، سنگ معمولی، کاشی، مرمر، چوب، سرامیک، شیشه، فولاد و بتن به کار می‌روند. ساخت بتن تقویت شده، خود تعمیر کننده و خود تمیز شونده، شیشه های خود تمیز شونده، مقاوم در برابر آتش و کنترل کننده انرژی و در نتیجه صرفه جویی در مصرف انرژی، استفاده از رنگ‌های حاصل از علم نانو که باعث عدم نفوذ باکتری‌ها به ساختمان‌های اداری، مسکونی، بیمارستان‌ها و غیره شده و به آن‌ها عمری طولانی، محیطی عاری از باکتری و ماهیتی غیر قابل کثیف شدن و فرسودگی می‌بخشند نیز از دیگر کاربردهای مهم فناوری نانو در صنعت ساختمان است. بدین ترتیب به راحتی می‌توان تشخیص داد که ما با دنیای تازه ای به نام فناوری نانو روبرو هستیم. متخصصان علم نانو براین باورند که بعد از تولید ماشین‌های بخار، موتور و توسعه IT ، فناوری این علم افق‌های تازه ای را به دنیای انسان‌ها باز خواهد کرد. فناوری نانو، قادر است مواد را تا اندازه ای کوچک کند که با دوباره سازی آن‌ها بتوان مواد و فناوری های جدیدی را به دنیا عرضه نمود. برای مثال، گل رس و سرامیک را می‌توان به ابعاد نانو درآورده و به صورت پودر با نانو پلیمرها مخلوط کرده و در محیطی خنثی مصالحی سخت و مقاوم را که نمونه آن تا به حال دیده نشده بوجود آورد.

۵ فناوری نانو و پوشش‌های ساختمانی

نانو پوشش‌های ساختمان در سطوح داخلی و خارجی ساختمان‌ها از جمله: سطوح شیشه ای، پلاستیکی، چوبی، فولادی، سنگی، آجری، کاشی، سرامیکی، سیمانی و بتنی و ... استفاده می‌شوند. در این سطوح (سطوح هوشمند) که عموماً «فوق آبدوست و یا فوق آبگریز هستند واکنش‌ها بر روی سطح صورت می‌گیرد. لازم به ذکر است که نانو پوشش‌ها ساختمان آنتی باکتریال بوده و برای سلامتی انسان بی ضرر هستند.



۱-۵ نانو پوشش‌های سنگ و چوب

این نانو پوشش‌های آنتی باکتریال، مقاوم در برابر آب، هوا، مواد ارگانیکی و غیر ارگانیکی هستند و یکی از پوشش‌های اصلی صنعت ساختمان به شمار می‌روند. نانو پوشش‌های سنگ و چوب ترکیباتی هستند که ضمن حفظ ظاهر اصلی سطح باعث عدم ایجاد چسبندگی در سطح شده و آب، چربی و سایر آلودگی‌ها را از سطح دفع می‌کنند. ضمناً «نانو پوشش‌های سنگ و چوب برای سطوح سنگی نفوذ پذیر که خاصیت مکندگی دارند نیز موارد استفاده بسیاری دارند. ترکیبات این نانو پوشش‌ها معمولاً شامل الماس، نقره، شیشه و سرامیک می‌باشند و با توجه به موارد مصرف ممکن است متفاوت باشند، اما در اکثر آن‌ها فاز حامل آب و الکل است و ذرات آن‌ها تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد مقاوم هستند. مزیت‌ها: پوشش سطوح منفذ دار، حفظ تنفس سطوح، حفظ سطوح در برابر عوامل محیطی، امکان تمیز شدن لکه‌ها از جمله؛ چربی‌ها و روغن‌ها با آب، جلوگیری از ایجاد کپک، جلبک و مشابه آن‌ها و محافظت سطوح از تائیرنم و کثیفی‌ها .

۱-۱-۵ موارد مصرف:

۱-۱-۱-۵ سطوح چوبی

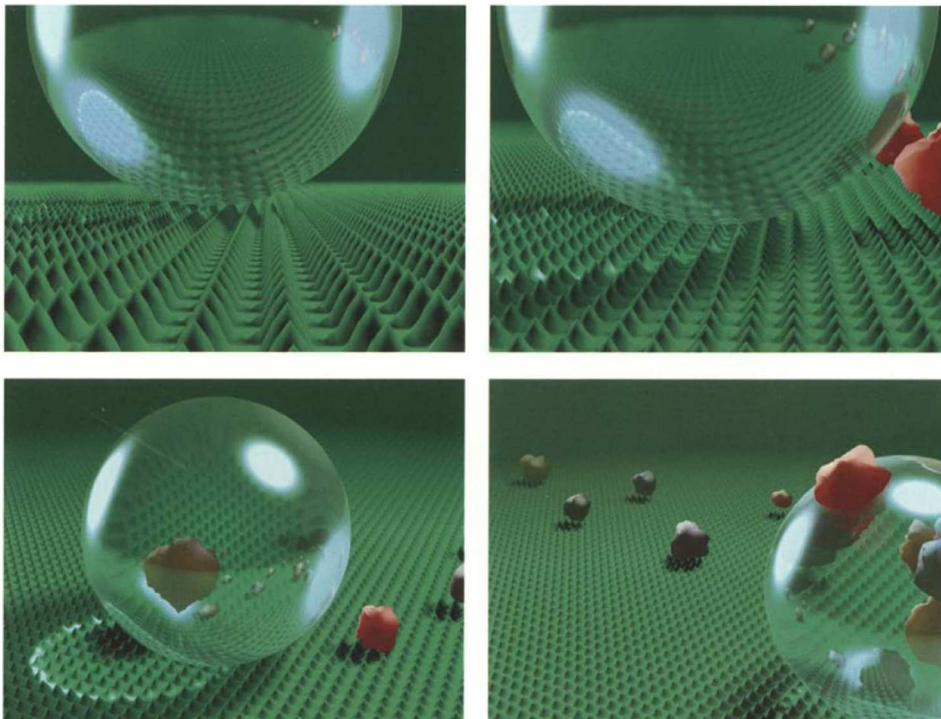
نانو پوشش‌های سنگ و چوب، علاوه بر استفاده در سطوح چوبی معمولی برای سطوح چوبی جلادار و سطوح چوبی رنگ شده هم مورد استفاده قرار می‌گیرند. در سطوح چوبی جلادار سه ماه پس از اعمال جلا مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای سطوح چوبی رنگ شده از نانو پوشش‌های چند منظوره استفاده می‌شود .

۲-۱-۱-۵ سیمان‌های الیافی

ساختمان‌هایی که با سیمان‌های الیافی ساخته می‌شوند پس از مدتی به منبع لکه و کثیفی تبدیل می‌شوند. سیمان استفاده شده در نمای ساختمان‌ها، کثیفی‌ها و کپک‌ها رامکیده و با تاثیر نورخورشید آن‌ها را به خوبی در داخل ماتریس جایگزین می‌کند و دور کردن این لکه‌ها و کثیفی‌ها کار بسیار مشکلی است. استفاده از نانو پوشش‌های سنگ و چوب در نمای ساختمان باعث عدم نفوذ کثیفی‌ها، باکتری‌ها و غیره به داخل ماتریس می‌شوند و ظاهر اولیه نما را به خوبی حفظ می‌نمایند.

۳-۱-۱-۵ آجرها و سرامیک‌ها

درخت‌های بزرگ اطراف ساختمان‌ها با به جا گذاشتن آثار خود بر روی سطوح ساختمان‌ها باعث می‌شوند نمای ساختمان‌ها به مرور زمان رنگ سبز درختان را به خود گرفته و برای تمیز کردن آن‌ها می‌بایست از ابزار تمیز کننده با فشارهای قوی استفاده شود، اما این عمل نیز باعث می‌شود پس از چند ماه در سطح ساختمان چسبندگی بیشتری ایجاد شود و سریع‌تر و راحت‌تر از قبل کثیفی‌ها را به خود جذب کنند در این گونه موارد نیز استفاده از نانو پوشش‌های سنگ و چوب ضروری به نظر می‌رسد.



۴-۱-۵ ماسه سنگ‌ها و بتن گازی

بتن گازی و ماسه سنگ‌هایی که ساختار سفید رنگی دارند و اغلب در آتلیه‌ها و ایوان‌ها به کار می‌روند، کثیفی‌ها و چربی‌ها را جذب کرده و ظاهر آن‌ها خیلی سریع به صورت نامطلوبی تغییر می‌کند. در این شرایط استفاده از تمیز کننده‌های با فشار بسیار قوی نیز کارساز نمی‌باشد. اما در صورت استفاده از نانو پوشش‌های سنگ و چوب درحالی که به سطح اجازه تنفس داده می‌شود، باعث عدم نفوذ مواد به سطح می‌شوند، بدین ترتیب رنگ و ساختار اصلی سطح حفظ می‌شود.

۵-۱-۵ کاشی‌ها و لوح‌های سنگی

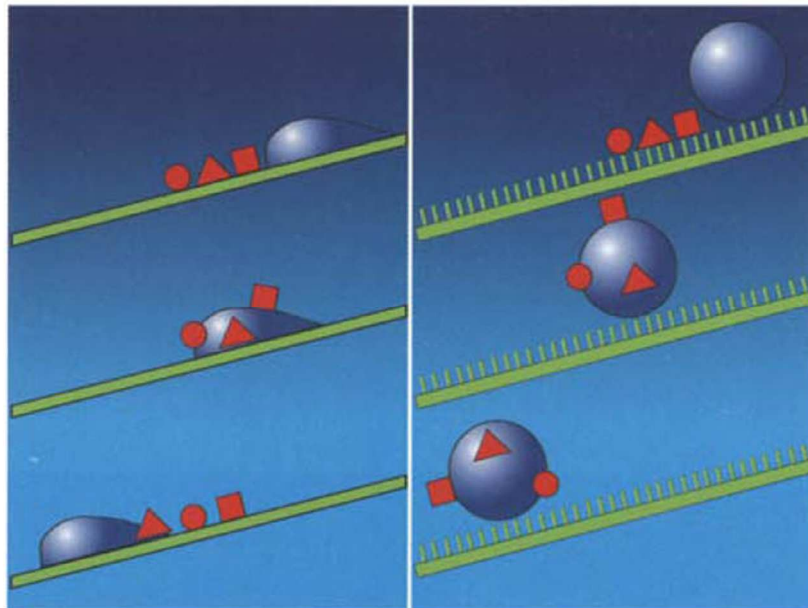
استفاده از نانو پوشش‌های سنگ و چوب باعث می‌شوند ساختمان‌ها همراه با باغچه‌ها و مجسمه‌های اطراف آن‌ها از تأثیرات محیطی محفوظ مانده و به مرور زمان در رنگ آن‌ها تغییری ایجاد نشود.

۶-۱-۵ شیشه

نانو پوشش‌های شیشه در صنایع ساختمان و اتومبیل بیشترین کاربرد را دارند، در ادامه به برخی از کاربردهای آن‌ها در صنایع ساختمانی اشاره شده است.

۷-۱-۵ شیشه‌های خود تمیز شونده

این نوع نانو پوشش‌ها، با ضخامت چند نانومتر در سطح شیشه یک فیلم آب دوست تشکیل می‌دهند، سطح هیدروفیل آن‌ها از تأثیر نور خورشید یک فوتوکاتالیست تشکیل داده و آب جمع شده در سطح، در مقابل نیروی جاذبه زمین میزان آب / هوا را بر روی خود افزایش داده و بدین ترتیب آب جمع شده در سطح تماما «پخش شده و به خودی خود امکان تمیز شدن را بوجود می‌آورد. نانو پوشش‌های استفاده شده بر روی شیشه پس از شش هفته خاصیت خود تمیز شوندگی را از خود نشان می‌دهند. بنا به گفته متخصصین نانو ذرات TiO_2 موجود در این نانو پوشش‌ها دارای دو خاصیت است؛ یکی از آن‌ها فوق العاده هیدروفیل بودن آن است، دیگر آن که دارای خاصیت ضد عفونی کنندگی است، زیرا TiO_2 قادر به شکستن و تجزیه آلاینده‌های آلی است. این تأثیر پس از گذشت چند هفته در شیشه ایجاد می‌شود، زیرا تیتانیوم دی اکساید باید در داخل ماتریس شیشه جایگزین شده، و شیشه‌ها را از کثیفی‌های موجود رها کرده و سپس کثیفی‌های محیط را به صورت کاتالیتیک تجزیه نموده و از بین ببرد. خاصیت پخش شوندگی مساوی آب در سطح باعث می‌شود بدون اینکه لکه‌ای باقی بماند سطح از کثیفی‌ها عاری شود.



۸-۱-۵ شیشه‌های کنترل کننده انرژی

این نوع شیشه‌ها ضمن دارا بودن تنوع در رنگ و سایر خصوصیات، قادرند با کاهش شدید امواج ماوراء بنفش و مادون قرمز عبوری و تنظیم عبور نور مرئی، در زمستان تا ۸۵ درصد و در تابستان تا ۸۰ درصد از هدر رفتن انرژی داخل ساختمان جلوگیری کرده و در صرفه جوئی مصرف انرژی، نقش بسزائی داشته باشند.

۹-۱-۵ شیشه های محافظ در برابر آتش

شیشه های محافظ در برابر آتش نیز یکی دیگر از دستاوردهای فناوری نانو است. این محصول از طریق قراردادن یک لایه شفاف محتوای نانو ذرات سیلیس (SiO_2) در میان دو صفحه شیشه ای ساخته می شود که در هنگام گرم شدن شیشه این لایه شفاف تبدیل به محافظی سخت، تیره و مقاوم در برابر آتش می شود.

۱۰-۱-۵ بتن

تحقیقات بسیاری در زمینه بکارگیری فناوری نانو در ساختمان بتن در حال انجام است به منظور درک این مطلب در سطح علم پایه از فناوری‌هایی مانند؛ میکروسکوپ‌های AFM ، SEM ، FIB که برای مطالعه در مقیاس نانو ساخته شده‌اند استفاده می‌شود.

۱۱-۱-۵ نانو سیلیس‌ها (SiO_2)

با استفاده از نانو ذرات سیلیس می‌توان میزان تراکم ذرات را در بتن افزایش داده که این به افزایش چگالی میکرو و نانو ساختارهای تشکیل دهنده بتن و در نتیجه ویژگی‌های مکانیکی می‌انجامد. افزودن نانو ذرات سیلیس به مواد بر مبنای سیمان هم موجب کنترل تجزیه شیمیایی ناشی از (H-C-S کلسیم - سیلیکات - هیدرات)، که در اثر نشست کلسیم در آب رخ می‌دهد، و نیز جلوگیری از نفوذ آب به داخل بتن می‌شود که هر دوی این موارد دوام بتن را افزایش می‌دهند.

۱۲-۱-۵ نانو لوله های کربنی (CNT)

تحقیقات گسترده ای درخصوص کاربرد های نانو لوله های کربنی در حال انجام است و تاکنون خواص قابل ملاحظه ای از آن‌ها کشف شده است؛ برای مثال باوجود اینکه چگالی آن‌ها یک ششم چگالی فولاد است، مدول یانگ آن‌ها پنج برابر و استحکام آن‌ها هشت برابر فولاد است. در صورت افزودن نیم الی یک درصد وزنی از این نانولوله ها به ماتریس بتن خواص نمونه‌ها به طور قابل توجهی بهبود می‌یابد. (نانو لوله های کربنی به صورت‌های تک جداره و یا چند جداره مورد استفاده قرار می‌گیرند)

۱۳-۱-۵ نانو ذرات رس (Nano-Clay)

برخی از انواع نانو ذرات در چسب‌های مختلف و نحوه تاثیر آن‌ها بر روی ویژگی‌های کلیدی مرتبط با فرسایش بتن؛ مانند ممانعت از انتقال یون‌های کلر، مقاومت در برابر دی اکسید کربن، پخش بخار آب، جذب آب و عمق نفوذ هدایت می‌شوند. نوعی حلال متشکل از رزین اپوکسی با وزن ملکولی پایین و نانوذرات رس (Nano-Clay)، نتایج امیدوارکننده ای را در این زمینه نشان داده است.

۱۴-۱-۵ نانو ذرات اکسید آهن یا هماتیت (Fe_2O_3)

در صورت اضافه نمودن نانوذرات اکسید آهن به ماتریس بتن علاوه بر افزایش مقاومت بتن، پایش سطوح تنش بتن را از طریق اندازه گیری مقاومت الکتریکی برشی امکان پذیر می‌سازد.

۱۵-۱-۵ نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم (TiO_2)

نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم هم برای بهبود ویژگی‌های بتن در نمای ساختمان‌ها به عنوان پوشش بازتاب کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نانو ذرات از طریق واکنش‌های فوتوکاتالیتیسی قوی قادر به شکستن و تجزیه آلاینده های آلی، ترکیبات آلی فرار (VOC) و غشای باکتریایی هستند، به همین جهت برای ایجاد خاصیت ضد عفونی کنندگی به رنگ‌ها، سیمان‌ها و شیشه ها اضافه می‌شوند. بتن حاوی TiO_2 دارای رنگ سفید و درخشندگی خاصی است و این درخشندگی رابطور موثری حفظ می‌نماید. درحالی که ساختمان‌های ساخته شده بابتن معمولی فاقد چنین ویژگی هستند.

۱۶-۱-۵ فولاد

فولاد یکی از فلزات بسیار مهم در صنعت ساخت و ساز است. تحقیقات نشان داده است اضافه نمودن نانو ذرات مس به فولاد از ناهمواری‌های سطحی فولاد می‌کاهد و در نتیجه تعداد عوامل افزایش دهنده تنش و در نهایت ترک خوردگی‌های ناشی از خستگی سازه‌هایی مانند پل‌ها و برج‌ها، که در آن‌ها بارگذاری به طور متناوب انجام می‌گیرد را محدود می‌سازد.

۱۷-۱-۵ حسگرها

حسگرهای مبتنی بر فناوری نانو نیز می‌توانند به نوبه خود کاربرد های زیادی در سازه های بتنی داشته باشند؛ برای کنترل کیفیت و دوام بتن، این حسگرها می‌توانند برای هدف‌های مختلفی نظیر؛ اندازه گیری چگالی، میزان افت بتن، پارامترهای موثر در دوام بتن مانند؛ دما، رطوبت، غلظت کلر، PH: دی اکسیدکربن، تنش، خوردگی میلگردها و ارتعاش طراحی شوند.