

مروری بر کاربردهای فناوری نانو در

## صنعت ساختمان



باشند و یا بتوانند عیب‌ها و نقایص بالقوه مانند مشکلات خوردگی را به‌کاربر اطلاع دهند. در حال حاضر سیستم‌های پوشش‌دهی یک طرفه مبتنی بر نانومواد همچون پوشش‌های ضد آتش، پوشش‌های رسانا و یا پوشش‌هایی که قابلیت حس کردن خوردگی بالقوه را دارند، مورد استقبال بیشتری واقع می‌گردند. اما سیستم‌های دوطرفه مانند موادی با حافظه هندسی، پوشش‌هایی با قابلیت تغییر خاصیت آب‌گریزی-آب‌دوستی و پوشش‌های حاوی ذرات ترموکرومیک، چالش برانگیزتر هستند.

پژوهشگران با بهره‌گیری از فناوری نانو تاکنون موفق به تحت تاثیر قرار دادن برخی مواد ساختمانی از جمله بتن، فولاد و شیشه شده‌اند. به‌عنوان نمونه می‌توان به تولید بتن‌های تقویت‌شده با نانومواد، فولادهایی با دوام و شیشه‌های خودتمیز شونده اشاره کرد. پیش‌بینی محققان حاکی از آن است که در خلال چند سال آینده، پیشرفت‌های بسیاری در این زمینه پدیدار خواهد شد و فناوری نانو دست‌یابی به پیشرفت‌های فوق‌العاده‌ای را فراسوی فناوری‌های معمولی، امکان‌پذیر خواهد نمود.

در ادامه به برخی از کاربردهای فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز اشاره خواهد شد.

به تازگی پژوهشگران فعال در بخش راه و ساختمان به منظور بهبود ویژگی‌های مواد و مصالح ساخت و ساز، به کاربردهای مختلف نانومواد در این حوزه روی آورده‌اند. نانومواد مختلف می‌توانند مشخصات بنیادی مواد ساختمانی همچون استحکام، دوام و سبکی را بهبود بخشیده و ویژگی‌ها و کارکردهای مفیدی همچون عایق‌بندی حرارتی، خودپاک‌شوندگی و ضدمه بودن را در آنها ایجاد نمایند. همچنین نانومواد می‌توانند در پایش ایمنی ساختمان‌ها و سلامت ساختارها مورد استفاده قرار گیرند.

نکته جالب توجهی که در این بین وجود دارد، افزایش استقبال مراکز مرتبط از محصولات مبتنی بر فناوری نانو علیرغم قیمت بالاتر آنها در بخش ساخت و ساز است. شاید بتوان دلیل این امر را ویژگی‌های بسیار ارزشمند و جذاب این محصولات دانست.

از گسترده‌ترین کاربردهای فناوری نانو در بخش ساخت و ساز می‌توان به پوشش‌های شفاف و خودآرا اشاره کرد. این پوشش‌ها قابلیت ایجاد مزیت‌های کاربردی برای سطوح را دارا است. بیشتر پوشش‌هایی که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند، اصطلاحاً «خاموش» هستند، یعنی تنها قابلیت اعمال خاصیت اولیه خود را دارند، بدون اینکه توانایی سازگاری با محیط و اصلاح خواص در اثر تغییر شرایط محیط را داشته

### ← تولید بتن‌هایی با کارایی بالاتر

یکی از مباحث مطرح از کاربرد فناوری نانو در بتن، استفاده از حسگرهای بسیار کوچک با ابعادی در حدود ابعاد سنگدانه‌هاست. این حسگرها اطلاعات را به‌صورت بی‌سیم منتقل خواهند کرد. حسگرهایی که در ابعاد سنگدانه‌ها ساخته شده‌اند، می‌توانند به‌هنگام بتن‌ریزی و یا حتی اختلاط وارد بتن شوند و اطلاعات را توسط یک گیرنده که روی یک خودرو نصب شده‌است، دریافت و جمع‌آوری کنند.

از سویی دیگر، استفاده از روکش‌های مبتنی بر فناوری نانو می‌تواند به حفاظت بیشتر از بتن در برابر شرایط محیطی خورنده، همچون دریا، کمک شایانی نماید. این روکش‌ها عموماً خاصیت آب‌گریزی دارند و از این رو کارکردشان کمی با روکش‌های سنتی موجود

متفاوت است. همچنین می‌توان از این روکش‌ها جهت پوشش‌دهی سطح لوله‌های بتنی به‌کار رفته در فاضلاب (که در معرض محیط‌های خورنده بیولوژیکی هستند) و یا شمعه‌های بتنی استفاده نمود. علاوه بر این موارد می‌توان به بتن با عملکرد بالای چند منظوره (MHPC) خواص دیگری را اضافه نمود، که از این میان می‌توان به خاصیت الکترومغناطیسی، قابلیت به‌کارگیری در سازه‌های اتمی (محافظت از تشعشعات) و افزایش مؤثر بودن آن در حفظ انرژی ساختمان اشاره کرد.

### ← کاشی و سرامیک خودتمیز شونده

در سالیان اخیر محققان موفق به شناسایی ترکیباتی فلزی با خاصیت آنتی‌باکتریال شده‌اند که این ترکیبات می‌توانند از رشد و نمو باکتری‌ها و قارچ‌ها و دیگر عوامل بیماری‌زا

### ← گچ، آجر و سیمان متأثر از فناوری نانو

یکی از مشکلات اساسی گچ‌ها، آجرها، یا سیمان‌های رایج، خاصیت جذب بالای آنهاست

## نگاهی به توسعه فناوری نانو در بخش ساختمان کشور

با توجه به پیش‌بینی کارشناسان، فناوری نانو در صنعت ساختمان تا چهار سال آینده می‌تواند بازاری در حدود ۵۰۰۰ میلیارد ریال را در حوزه‌های عایق‌های حرارتی و رطوبتی، افزودنی‌های بتن، شیشه‌های کاهش‌دهنده انرژی و رنگ‌های خودتمیز شونده و لوله‌ها و اتصالات و دیگر محصولات مرتبط را در کشور در اختیار داشته باشد. انتظار می‌رود فناوری نانو بتواند در سال‌های آینده تا بیش از ۲۵ درصد از صنعت ساختمان را تحت تاثیر قرار دهد.

در ایران نیز همگام با پیشرفت فناوری نانو، صنعت ساختمان به‌عنوان یکی از صنایع بنیادین در کشور از این فناوری بهره برده است. از دستاوردهای فناوری نانو در بخش ساخت و ساز که در کشور مورد استفاده قرار گرفته است می‌توان به تولید بتن فومی، پوشش‌های نانوفام، نانورس و شیشه‌های کاهنده مصرف انرژی اشاره داشت.

بتن فومی از موادی همچون ماسه، سیمان و مایع فوم (پروتئین سنتزی نانو بیوفناوری) تشکیل شده است. این بتن به دلیل سبکی وزن آن به مواد اولیه (ماسه و سیمان) کمتری نیاز دارد و ۱۰ برابر بتن معمولی عایق صوتی، برودتی و حرارتی است. این بتن در پار تیشن‌بندی، کف‌سازی و شیب‌بندی ساختمان استفاده می‌شود همچنین می‌توان از آن در مناطق زلزله‌خیز و مرطوب نیز استفاده کرد.

پوشش‌های نانوفام نیز از دیگر محصولات داخلی فناوری نانو در صنعت ساختمان است. این محصول به منظور آب‌بندسازی و محافظت از سطوح ساختمانی و صنعتی، ایجاد مقاومت در برابر مواد شیمیایی، سایش و خوردگی، طراحی شده است. جلوگیری از رشد کپک، میکروب و باکتری‌های مضر بر روی سطوح ساختمانی، محافظت از نمای بیرونی ساختمان‌ها در برابر آلودگی‌های محیطی و جلوگیری از بخارگرفتگی و مقاوم‌سازی سطوح شیشه در برابر شوک‌های حرارتی از جمله ویژگی‌های نانوفام بیان شده است.

شیشه‌های کاهش‌دهنده مصرف انرژی نیز که در ایران تولید می‌شوند، اتلاف انرژی را بیش از هشتاد درصد کاهش می‌دهند اما به دلیل عدم شناخت و استفاده مردم، این محصول تولیدی عمدتاً به خارج از کشور صادر می‌شود.

بدون شک توجه مدیران وزارت مسکن و همچنین شهرداری‌ها به‌عنوان دو متولی بسیار مهم ساخت و ساز در کشور به استفاده از کاربردهای این فناوری می‌تواند نقش مهمی در توسعه کاربردهای فناوری نانو در صنعت ساختمان داشته باشد.

(همانند تفلون) ایجاد می‌کنند. معمولاً زمانی که زاویه تماس آب بالای ۱۰۰ درجه است، ویژگی دفع روغن و آب افزایش می‌یابد. این ویژگی در سطوح نجس‌بسی همانند تابه‌های نجسب (تفلون) مورد استفاده قرار گرفته است.

### ← فولاد مقاوم با نانوذرات

افزایش استحکام، ضد اثرانگشت و ضد زنگ بودن از جمله ویژگی‌هایی است که فولاد مبتنی بر فناوری نانو داراست.

در فولاد نانو ذرات مس به عنوان ساختار پایه‌ای، مرزهای دانه‌های فولاد را شکل می‌دهند که تغییر در این نانو ساختارها، منجر به تولید فولادی مقاوم‌تر و پایدارتر در برابر خوردگی می‌گردد. این فولاد بیشتر جهت استفاده در پل‌ها و سازه ساختمان‌ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

مسأله خوردگی یکی دیگر از معضلات اصلی در رابطه با فولاد است. این مقوله به‌خصوص در محیط‌های ساحلی و رطوبت‌خیز، اغلب باعث ایجاد تغییر رنگ قطعه به قهوه‌ای یا جلبکی می‌شود؛ چراکه در شرایط مرطوب و ساحلی، آلودگی نمک در ساحل باعث خوردگی لایه آخر فولاد شده و لایه‌های بعدی به رشد لکه‌های جلبکی کمک می‌کنند. البته ممکن است که این زنگ‌زدگی ساحلی، در کوتاه‌مدت روی ساختار یا طول عمر این مواد تاثیرگذار نباشد، اما حداقل روی زیبایی بصری طراحی سازه‌های ساحلی مؤثر است. با پوشش‌های مبتنی بر فناوری نانو به راحتی می‌توان این مشکل را برطرف کرد.

### ← افزایش ماندگاری چوب با استفاده از فناوری نانو

استفاده از نانو پوشش‌ها در جهت بهبود خواص و افزایش عمر چوب از دیگر کاربردهای فناوری نانو در حوزه ساختمان است. با استفاده از این فناوری می‌توان خواصی مثل تمیزکنندگی، لکه‌بری، ظاهر واضح و افزایش کیفیت و کارایی سطوح و کف‌های چوبی را در ساختمان‌ها به‌وجود آورد.

چوب‌هایی که با استفاده از فناوری نانو تولید می‌شوند بسیار مستحکم‌تر و سخت‌تر از محصولات روش‌های سنتی خواهند بود. اگر چه ممکن است کامپوزیت‌های چوبی، دارای برخی محدودیت‌های عملکردی باشند اما اصلاح آنها آسان است. از جمله ویژگی‌هایی که با استفاده از فناوری نانو افزایش می‌یابد پایداری در برابر رطوبت، اشعه فرابنفش، فساد میکروبی و انواع ویژگی‌های ظاهری از قبیل سختی و مقاومت در برابر آتش است.

دستیابی به عملکرد پیشرفته‌تر محصولات چوبی در برابر آتش نیز کار مشکلی نیست. بسیاری از بازدارنده‌های آتش که هم‌اکنون مورد استفاده قرار می‌گیرند، در کاهش پارامترهای مختلف عکس‌العمل چوب در برابر آتش از جمله قابلیت اشتعال، پخش حرارت و گسترش شعله مؤثرند. عملکرد چوب در برابر آتش می‌تواند تا حد عملکرد پشم‌های معدنی و صفحات فولادی افزایش یابد.

جلوگیری کنند. از جمله روش‌های استفاده از این خواص، به‌کارگیری این ترکیبات در مواد و لعاب کاشی و سرامیک‌های بهداشتی است. چرا که پوشش‌های سرامیکی اغلب با غذا و نوشیدنی‌ها و مایعات و مواد زائد آلوده در تماس هستند که از عوامل مهم در ایجاد باکتری‌های مختلف به‌شمار می‌روند.

از سویی ارائه ترکیبی ایده‌آل و کارآمد با خاصیت آنتی‌باکتریال با استفاده از فوتوکاتالیست‌های نانویی می‌تواند با به‌کارگیری در اماکن عمومی نظیر بیمارستان‌ها از انتشار و بیماری‌زایی باکتری‌ها ممانعت به‌عمل آورد و به‌این ترتیب علاوه بر پیشگیری از شیوع بیماری در بین افراد در هزینه‌های درمان نیز صرفه‌جویی نمود. از ویژگی‌های جالب توجه این مواد، که عمدتاً از نانوذرات  $TiO_2$  تشکیل شده‌اند، می‌توان به این موارد اشاره کرد:

■ **آنتی‌باکتریال:** پوشش‌های فوتوکاتالیستی که حتی می‌تواند با اسبیری کردن روی انواع سطوح قرار بگیرد، با تحریک الکترون‌ها و ایجاد پدیده اکسیداسیون در این نانوذرات، خاصیت گندزدایی ایجاد می‌کند.

■ **خودتمیز شونده‌گی:** پوشش‌های فوتوکاتالیستی از بلورهایی تشکیل شده‌اند که در مقابل نور خاصیت خودپاک‌کنندگی پیدا می‌کنند.

■ **تصفیه هوا:** اکسیژن‌های مولکول دی‌اکسید تیتانیوم با آب موجود در هوا واکنش داده و باعث واکنش بین اکسیژن و آب می‌شوند.

### ← عایق‌های سطوح

مبنای مواد عایق بر دارا بودن تعداد زیادی از حفرات است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه‌دارند. مواد عایق از خاصیت رسانش پایین هوا استفاده کرده و جلوی جریان آزاد هوا را می‌گیرند.

در این عرصه، مواد نانوحفره‌ای ویژگی‌های بسیار جالبی ارائه می‌دهند. از سویی می‌توان به عایق حرارتی در مقابل هر سه نوع انتقال گرما شامل تشعشع، جابجایی و همرفتی اشاره کرد. خصوصیت ویژه این محصول، مایع‌بودن آن است که امکان استفاده از آن را بر روی سطوح فلزی و غیر فلزی فراهم می‌کند و با صرف هزینه نسبتاً کمی، می‌توان حتی از آن در ساختمان‌های در دست بهره‌برداری نیز استفاده نمود و هیچ‌گونه تغییر ظاهری نیز در ترکیب ساختمان ایجاد نمی‌کند.

### ← شیشه‌های مبتنی بر فناوری نانو

از جمله کاربردهای فناوری نانو مرتبط با تولیدات شیشه‌ای، می‌توان به پوشش‌های خودتمیز شونده و جلوگیری کننده از تشکیل مه اشاره داشت.

مشکل آلودگی سطوح مخصوصاً در مورد سطوح با انرژی بالا همانند شیشه که تمایل به جذب مولکول‌های دیگر دارند، فراگیر است. راهبرد ارائه شده توسط فناوری نانو، نانوکامپوزیت‌های آلی/ معدنی هستند که ویژگی‌های پلیمرهای پرفلوئوره