Archive of SID

کنفرانس دوسالانه جامعه و معماری معاصر
اصفهان-ایران
Biennial Conference of Community and contemporary architecture

تأثیر نانو مواد بر زیبا سازی نماهای شهری

سید علی ماجدی[1*]، مسعود رفیع پور[2]، فاطمه اهوازیان[3]

1*- کارشناس ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه اصفهان alimajedi.110@gmail.com

2- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نطنز rafipour.masoud@gmail.com

3- کارشناس مهندسی نفت، دانشگاه پیام نور fatemeh.ahwazian@iran.ir

چکیده

شاید بعد از تولید ماشین های بخار، موتور و توسعه IT، فناوری استفاده از تکنولوژی نانو مهمترین افق به دنیای انسان ها نامیده شود. فناوری نانو، قادر است مواد را تا اندازه ای کوچک کند که با دوباره سازی آن ها بتواند مواد و فناوری های جدیدی را به دنیا عرضه نماید. نانو پوشش ها را می تواند در سیمان، آجر، سفال، سنگ معمولی، کاشی، مرمر، چوب، سرامیک، شیشه، فولاد و بتن به کار می روند. ساخت بتن تقویت شده، خود تعمیر کننده و خود تمیز شونده، شیشه های خود تمیز شونده، مقاوم در برابر آتش وکنترل کننده انرژی و در نتیجه صرفه جویی در مصرف انرژی، استفاده از رنگ های حاصل از علم نانو که باعث عدم نفوذ باکتری ها به ساختمان های اداری، مسکونی، بیمارستان ها و غیره شده و به آنها عمری طولانی، محیطی عاری از باکتری و ماهیتی غیر قابل کثیف شدن و فرسودگی می بخشند نیز از دیگر کاربردهای مهم فناوری نانو در صنعت ساختمان است. بدین ترتیب به راحتی می توان تشخیص داد که ما با دنیای تازه ای به نام فناوری نانو روبرو هستیم که تاثیر بسیار مهمی در معماری و زیبا سازی شهرها خواهد داشت. در این مقاله تنها قسمتی از کاربردهای فناوری نانو در زیبا سازی نماهای شهری و بهبود عملکرد ساختمان های جدید بیان خواهد شد.

کلید واژه ها: نانو مواد، معماری شهری، تمیز شونده، نانو پوشش، نانو فولاد

www.SID.ir

Archive of SID

1. مقدمه

نانوتکنولوژی توانایی ساخت، کنترل و استفاده ماده در ابعاد نانومتری است. اندازه ذرات در نانوتکنولوژی بسیار مهم است، چرا که در مقیاس نانویی، ابعاد ماده در خصوصیات آن بسیار تأثیرگذار است و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تک تک اتم ها و مولکول ها با خواص توده ماده متفاوت است. این اندازه در مواد مختلف متفاوت است، اما به طور معمول مواد نانو به موادی که حداقل یکی از ابعاد آن ها کوچک تر از 100 نانو متر باشد گفته می شود. نسبت سطح به حجم بالای نانو مواد یکی از مهم ترین خصوصیات مواد تولید شده در مقیاس نانویی است. در این مقیاس رفتار سطوح بر رفتار توده ای ماده غالب می شود. در ابعاد نانویی قوانین فیزیک کوانتوم، امکان تغییر خواص ماده مانند دمای ذوب، خواص مغناطیسی و رنگ را ایجاد می کند[1].

کاربرد فناوری نانو در تحول سایر فناوری‌ها، تأثیر بسزایی بر سلامت و آسایش مردم دارد. امروزه کشورهای مختلف با بهره‌گیری از فناوری نانو و تلفیق آن با سایر تخصص‌ها به دستاوردهایی رسیده‌اند که از آن جمله می‌توان به هزینه‌های تولید و نگه‌داری کمتر، مصرف انرژی پایین و طول عمر بیشتر اشاره کرد. پتانسیل بالقوه فناوری نانو در ساخت مصالحی که با آن می‌توان به بالاترین حد رفع نیازهای انسان رسید، اصلی‌ترین عاملی است که آن را برای طراحی‌ها برای آینده انتخاب می‌کند[۲].

در دنباله معماری ارگانیک فرانک لوید رایت که در آن هدف خلق ساختارهایی در سازگاری با طبیعت بود، امروزه این مسأله در قالب معماری پایدار و افق جدید آن یعنی نانو تکنولوژی مطرح و مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. از آنجا که با استفاده از دستاوردهای فناوری نانو یک ساختمان در زمان‌ها و مکان‌های مختلف می‌تواند رفتارهای متفاوتی از خود نشان دهد، تئوری‌های شناخت مواد (سخت و غیر قابل انعطاف و یا نرم و سیال) به طور کلی دگرگون می‌شوند. در واقع مصالح، هویت ثابت خود را از دست می‌دهند و دیگر معماری در زمان و مکان محدود نخواهد شد. مدرک بی واسطه و مستدل برخورد مستقیم فناوری نانو با معماری، مصالح (تولیدات فیزیکی) هستند که عموماً کاربری‌های گوناگونی به ساختمان‌ها می‌بخشند. چنین مصالحی امکانات تازه‌ای را برای تکمیل و بهبود شئی معماری و اندیشیدن درباره شکل جدیدی از زندگی، بوجود می‌آورند[3].

فناوریهای نانو که تاکنون به حوزه صنعت ساختمان وارد شده بسیار گسترده بوده مانند نانو لوله های چند جداره، شیشه های محافظ در برابر آتش نانو فولادی که با ساختار دانه ای نانو مقیاس، به منظور افزایش سختی و مقاومت ساخته شده است و همچنین نانو عایق ها به منظور کنترل ورود و خروج گرما به ساختمان اشاره کرد[4]. لذا صنعت ساخت و ساز به نوبه خود یکی از ذینفعان فناوری نانو به شمار می رود اما در زمینه معماری زیبایی شهری می توان به دستاورد های ذیل اشاره نمود:

- بتن تقویت شده خود ترمیم شونده با استفاده از فناوری نانو که علاوه بر قوی تر و با دوام تر شدن آن نسبت به بتن معمولی (جلوگیری از فرسایش بتن ساختمان ها و زوال نمای ساختمان در طولانی مدت) با بهبود ساختار باعث جلوگیری از رشد جلبک ها و خزه ها می گردد.
- شیشه های خود تمیز شونده که با توجه به اوج گرفتن ساختمان ها و همچنین آلودگی کلان شهر ها و سختی تمیز کاری آنها توسط نیروی انسانی، این فناوری سهم بسزایی در زیبایی شهری خواهد داشت.
- استفاده از نانو فولادهای مقاوم به خوردگی و دارای استحکام بالا در نمای ساختمان ها و همچنین سازه های فلزی مانند پل ها باعث افزایش زیبایی خیره کننده ساختمان می گردد. به دلیل بالا بودن هزینه تولید این گونه فولادها در سازه های بتی استفاده نمی گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

- تاثیر سرامیک های خود پاک شونده نیز در زیبایی سازی نماهای شهری کم نظیر خواهد بود. علاوه بر خاصیت خود تمیز شوندگی، سرامیک های تولیدی با فناوری نانو دارای خاصیت گند زدایی نیز می باشند.
- استفاده از نانو پوشش ها در جهت بهبود خواص پایداری در برابر رطوبت، میکروب زدایی و افزایش زیبایی و نمای سازه می باشد. نانو پوشش های هوشمند زیست فعال کاربردهای فراوانی در ساختمان های بهداشتی و پزشکی دارند.
- استفاده از نانو آسفالت ها باعث زیبایی و جذابیت‌های بصری، دوام و استحکام این محصولات در نماهای شهری می گردد. با توجه به عمر کوتاه مدت آسفالت های معمولی، زوال آنها باعث افزایش هزینه های تعمیر و افزایش مصرف سوخت و آلودگی شهرها می شود.

در ادامه مهمترین کاربردهای نانو تکنولوژی در صنعت ساختمان و زیبایی معماری شهری به صورت مفصل بیان خواهد شد.

2. کاربردهای نانو فناوری در معماری

2-1. بتن با افزاینده های نانو

بتن از پر کاربردترین مصالح ساختمانی است. این ماده مصنوعی بیشترین تولید سالیانه را دارد. همچنان میتوان مصالح سیمانی و بتنی را از پر مصرف ترین مصالح ساختمانی دانست. بنابراین بتن مانند موتور صنعت ساختمان می باشد. ویژگی برجسته این بتن به علت ارزان بودن و مصرف کم انرژی دارای ویژگی های خاص خود می باشد. بیش از 90 درصد پوسته اصلی زمین اکسید سیمان است و می توان گفت منبعی غنی از مواد اولیه در دسترس است[5]. روشن ترین مسیری که در استفاده از نانو مواد در بهبود بتن وجود دارد، در مراحل ساخت خود بتن یعنی ایجاد سهولت در فرایند ساخت و همچنین ویژگی‌های نهایی بتن سخت شده است. فناوری نانو این مزیت را دارد که با اصلاح ضعف‌ها، مشکلاتی در زمینه دیگر ویژگی‌های بتن ایجاد نمی‌کند[5]. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که بهره‌گیری از ذرات در مقیاس نانو باعث بهبود خواص مکانیکی و افزایش کیفیت بتن می‌شود. به عنوان مثال نانو سیلیس سبب بهبود تراکم ذرات می‌شود، استحکام بتن را افزایش می‌دهد. همچنین استفاده از دی اکسید تیتانیوم سبب ایجاد خاصیت خود تمیز شوندگی و ضد عفونی کنندگی بتن می‌شود و رنگ سفید و درخشندگی به بتن می‌دهد[1]. نانو آلومینیوم نیز محصولی است که مقاومت فشاری بتن را تا حدودی افزایش می‌دهد و با مقاومت بیشتر سازه در برابر بارهای وارده، پایداری بنا را افزایش می‌دهد. نانو تیتانیوم از نفوذ پذیری یون کلر در بتن و تخریب و خوردگی آرماتور جلوگیری کرده و عمر ساختمان را افزایش می‌دهد[6].

افزودن دی اکسید تیتانیومبه بتن از طریق واکنش های فوتو کاتالیستی قوی قادر به شکستن و و تجزیه آلاینده های آلی، ترکیبات آلی فرار و غشاهای باکتریایی است به همهین دلیل برای ایجاد خاصیت ضد عفونی کنندگی به بتن اضافه می گردد. چنانچه دی اکسید تیتانیوم به بتن اضافه گردد، قادر است غلظت آلاینده های هوا را کاهش دهد. دی اکسید تیتانیوم ماده آب دوست بوده و بتن با این افزاینده، دارای رنگ سفید و درخشندگی خاصی است که سفیدی و درخشندگی خود را به طور موثری حفظ می کند، این در حالی است که سازه های ساخته شده با بتن معمولی فاقد چنین ویژگی هستند[4].

هم اکنون محصولات خود تمیز کننده و ضد آلاینده بتنی توسط شرکت های مختلف برای استفاده در نمای ساختمان ها تولید می شود و در اروپا و ژاپن بسیار استفاده شده اند که برای مثال می توان از کلیسای جوبلی در رم ایتالیا نام

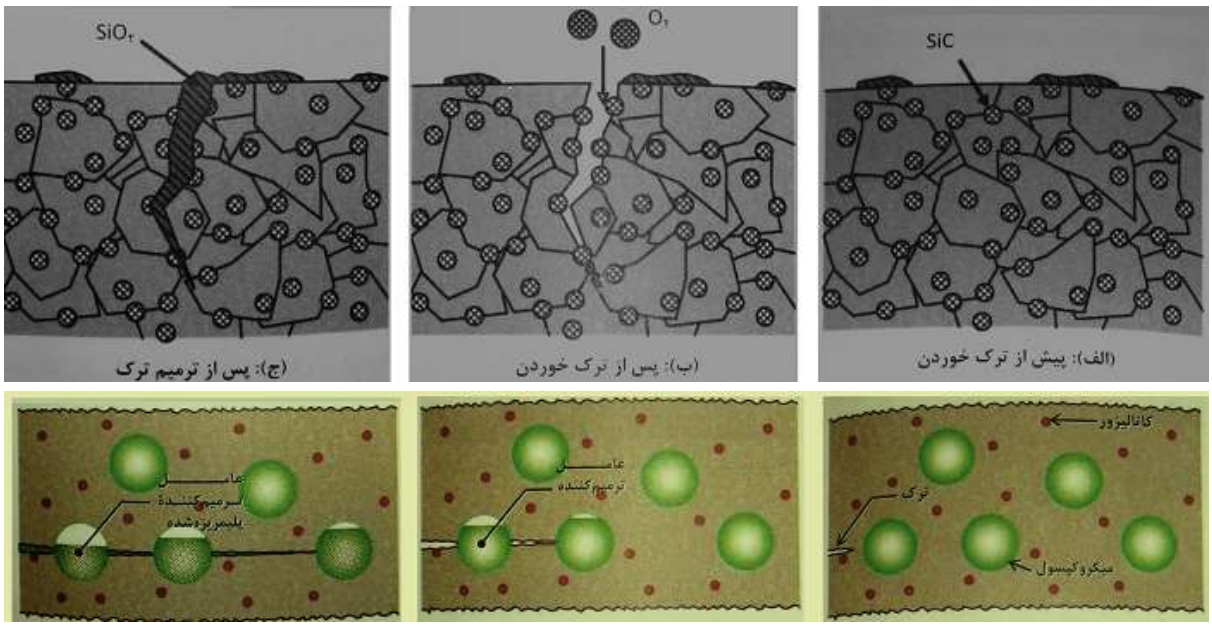
www.SID.ir

Archive of SID

برد. محققان همچنین نشان داده اند که استفاده از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم علاوه بر خاصیت خود تمیز کنندگی، باعث افزایش سرعت هیدارسیون و کاهش زمان گیرش و همچنین باعث افزایش مقاومت خمشی و فشاری بتن نیز می شوند. در شکل1 نمایی از ساختمان کلیسای جوبلی در رم ایتالیا با سیمان خود تمیز شونده نمایش داده شده است[7].

شکل1- کلیسای جوبلی، رم، ایتالیا ساخته شده با سیمان با قابلیت خود تمیز شوندگی[7]

یکی از نگرانی های مهندسین در مورد بتن، ترک خوردن آن است. ترک ها باعث نفوذ مواد مضر، کاهش عمر بتن و کاهش عملکرد سازه ای آن می گردد. اخیرا تحقیقاتی انجام شده که در آن ریز کپسول های حاوی پر کننده های ترک در مخلوط بتن قرار داده می شود. زمانی که در بتن ترک ایجاد می شود این کپسول ها شکسته شده و مواد داخل آن فضای ترک را پر می کند. یکی از منظره های بد ساختمان های بتنی در معماری شهری وجود ترک های پراکنده در سازه های بتنی بوده که با استفاده از این فناوری، علاوه بر انسجام بتن از ایجاد ترک های پراکنده و آزار دهنده چشم در سازه های بتنی جلوگیری می کند. در شکل2 فرآیند خود ترمیم شوندگی بتن با نانو افزاینده ها نمایش داده شده است[5].



شکل2- فرآیند خود ترمیم شوندگی بتن با نانو افزاینده[5]

www.SID.ir

Archive of SID

2-2. شیشه های خود تمیز شونده

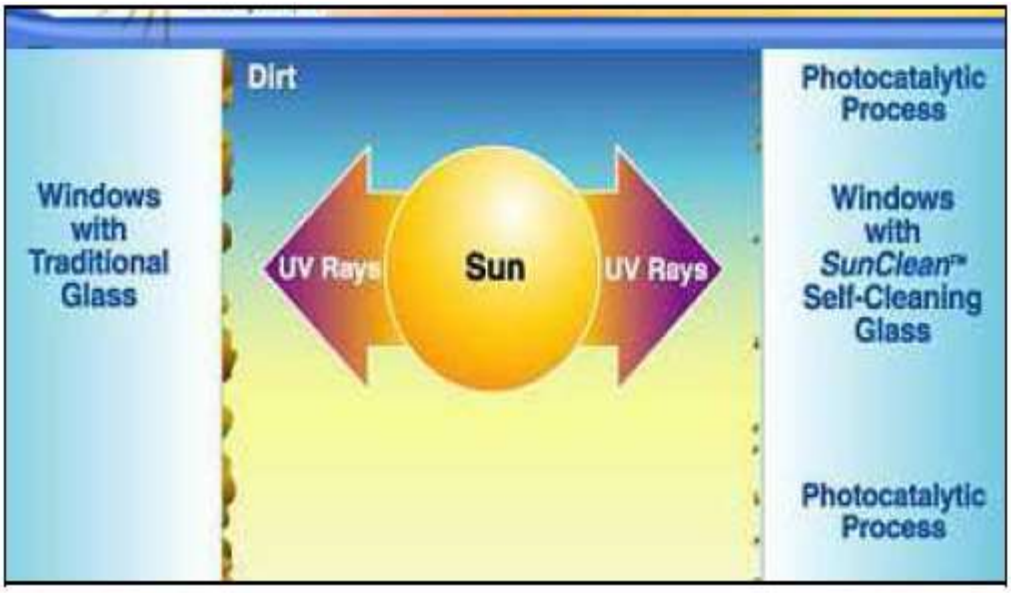
تحقیقات طولانی از اوایل دهه 1990، بر روی فناوری ساخت پوشش با لایه های نازک آغاز شد. 5 تا 7 سال طول کشید تا یافته های آزمایشگاهی تبدیل به خط تولید ساخت شیشه های همیشه تمیز شود و بالاخره در سال 2002 در دنیا به نحو گسترده ای مورد استفاده قرار گرفتند[8].

اکسید تیتانیوم در حالت عادی پودری سفید رنگ است و با فناوری عادی نمی توان از این پودر به عنوان پوشش روی شیشه استفاده کرد زیرا، شیشه را مات و کدر میکند و امکان دیدن اجسام از آن سوی شیشه دیگر ممکن نخواهد بود. اما فناوری های جدید اجازه ساخت شیشه با پوشش هایی با ضخامت 15 نانو متر را فراهم کرده و همین باعث می گردد که از لحاظ ظاهری هیچ تفاوتی با شیشه های عادی نداشته باشد و در عین حال تفاوت عمده ای در عملکرد این شیشه ها نسبت به شیشه های معمولی شکل 3 و در مقابل آلودگی شکل 4 وجود دارد[9،10].

شکل3- مقایسه شیشه خود تمیز شونده(سمت چپ) با شیشه معمولی (سمت راست) در حین بارندگی[10]

www.SID.ir

Archive of SID



شکل4- مقایسه عملکرد شیشه های خود تمیز شونده با شیشه معمولی مقابل آلودگی[10]

از مزایای شیشه ها خود تمیز شونده میتوان به موارد زیر اشاره نمود[10]:

1- کاملاً بی خطر است(دارای جنبه های مضر شیمیایی نمی باشد).

2- عدم چسبندگی آلودگی و کثافات بر روی سطوح شیشه

3- پاک شدن گل و لای به وسیله آب باران

4- عدم رسوب گرفتن سطوح

5- افزایش استحکام و مقاومت شیشه در برابر خش افتادگی

6- جلوگیری از تشکیل اثر انگشت روی شیشه

7- کاهش انتقال صدا تا 24 درصد در مقایسه با شیشه های معمولی

همچنین از پیشرفت های قابل عرضه در بازار، در خصوص شیشه های ساختمان ها می توان به شیشه های ضد انعکاس با استفاده از لایه ی اکسید سیلیسیوم نانو حفره اشاره کرد که با این روش اتلاف انعکاسی نور (نوری که به وسیله ی بازتابش به بیرون منعکس می شود) در پانل های شیشه ای به طور معمول از 8 درصد به 2 درصد کاهش می یابد، بدین ترتیب نور آزار دهنده ی موجود در محیط اطراف ساختمان های شیشه ای بلند، به طور محسوسی کاهش می یابد[11].

www.SID.ir

Archive of SID

2-3. نانو فولاد

از زمان انقلاب صنعتی دوم، فولاد به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته است و از آن موقع تا کنون نقش مهمی را در صنعت ساخت و ساز ایفا می کند. میزان تولید سالانه فولاد در اتحادیه اروپا حدود 185 میلیون تن است و کاربرد گسترده آن در صنایع مختلف باعث شده است که این ماده از لحاظ میزان سرمایه گذاری های تحقیقاتی از موقعیت بسیار خوبی بهرمند باشد. در سازه هایی مانند پل ها و برج ها که در آنها بارگذاری به طور تناوبی انجام می گیرد، خستگی پیامد بسیار مهمی است که می توان به شکست (گسیختگی) فولاد منجر گردد. اضافه نمودن نانو ذرات مس به فولاد باعث افزایش استحکام آن شده و با این فناوری باعث افزایش ایمنی سازه ها، کاهش نیاز به پایش مداوم، افزایش عمر سازه ها و همچنین با توجه به افزایش استحکام مصالح منجر به طراحی آزادانه تر و زیبایی بیشتر سازه ها می گردد[4]. تاثیر فناوری نانو علاوه بر افزایش استحکام فولاد، باعث افزایش مقاومت به خوردگی و همچنین افزایش زیبایی خیره کننده نمای سازه ها و پل ها می گردد. در محیط های ساحلی و رطوبت خیز آلودگی نمک در فولاد باعث خوردگی لایه آخر فولاد شده و لایه های بعدی به رشد لکه های جلبکی کمک می کند. البته ممکن است که این زنگ زدگی در کوتاه مدت روی ساختار یا طول عمر سازه تاثیر گذار نباشد، اما حداقل روی زیبایی بصری سازه ها موثر است[12]. همچنین در دکوراسیون داخلی فولاد ضد زنگ با استفاده از عامل نانو ذره ای دی اکسید سیلیسیوم خاصیت هایی چون شفافیت(بی رنگی) مقاومت در برابر سایش و خاصیت ضد اثر انگشتی برای محصول ایجاد می کند نانو ذرات در اینجا پایداری سوسپانسیون را افزایش داده و یک پوشش یکنواخت را ایجاد می کند و تشکیل پوشش یکنواخت را تضمین می کند[11].

2-4. سرامیک های خود پاک شونده

با توجه به اثرات مخربی که مصرف بی رویه انرژی در آلوده سازی محیط زیست کره زمین به وجود آورده است می توان به اهمیت این فناوری پی برد. در این فناوری در ساخت سرامیک ها از مواد نانوتیتان استفاده می شود. پرتوهای فرابنفش پایین تر از یک طول موج معین (نور خورشید)، باعث تحریک الکترون ها و پدیده اکسیداسیون می گردد. خاصیت گند زدایی این اکسیداسیون حتی بسیار بهتر از مواد شوینده شیمیایی و سفید کننده ها است.

یکی از موارد مهم در فرآیند فتوکاتالیزوری و در پی آن خاصیت خود تمیز شوندگی سطوح این است که چنین پوششی با پرتو فرابنفش تحریک می شود. بنابر این از آن جایی که که سرامیک های بهداشتی بر خلاف سرامیک های نما درون ساختمان ها می باشند و احتمال تابش مستقیم خورشید و در نتیجه پرتو فرابنفش کم است و به منظور کاربرد فرآیند فترکاتالیزوزی در صنعت سرامیک، محققان باید کاری کنند که پوشش دی اکسید تیتانیوم در محیط داخل ساختمان هم کارآیی داشته باشد و باید آن را با نور داخل ساختمان تحریک کنند. برای رفع این مشکل محققان ترکیب شیمیایی این پوشش ها را با افزودن عناصر دیگری مانند آهن و نیتروژن اصلاح کردند تا به توان به وسیله ی نورها با طول موج بلندتر هم تحریک پوشش انجام شود. اگر چه تحقیقات پیرامون فرآیند فتوکاتالیزوری و خاصیت خود پاک شوندگی بسیار زیاد است و چندین سال در سطح بین المللی انجام گرفته است لیکن چالش هایی از قبیل تولید محدود، قیمت بالا، انحصاری بودن در تولید صنعتی و کاربردی محصولات سرامیکی به چشم می خورد[13].

www.SID.ir

Archive of SID

2-5. نانو پوشش ها

استفاده از نانو پوشش ها در جهت بهبود خواص و افزایش عمر سازه از دیگر کاربردهای فناوری نانو در حوزه ساختمان است. با استفاده از این فناوری می توان خواصی مثل تمیزکنندگی، لکه بری، ظاهر واضح و افزایش کیفیت و کارایی سطوح در ساختمان ها به وجود آورد. نانو پوشش های هوشمند در نماهای داخلی و خارجی بیمارستان ها و آزمایشگاه ها و موسسات تحقیقاتی نظیر سازمان های تولید کننده دارو و واکسن می توانند استفاده شوند. در این پوشش ها از خواص فتوکاتالیستی نانو ذراتی، نظیر اکسید تیتانیوم استفاده می شود. رادیکال های هیدروکسیلی که در نتیجه جذب امواج فرابنفش بر روی سطح نانو ذرات اکسید تیتانیوم تولید می شوند می توانند با تخریب غشای سلولی میکرو ارگانیسم ها به ساختار سیتوپلاسم آن آسیب جدی وارد کرده، نهایتاً موجب مرگ و تخریب آنها گردند. میکروارگانیسم های گوناگون در مقابل فعالیت فوتوکاتالیستی اکسید تیتانیونم از درجات حساسیت گوناگونی برخوردارند. به عنوان مثال ویروس ها بیش از باکتری ها و باکتری ها بیش از هاگ ها نسبت به خاصیت فوتوکاتالیستی اکسید تیتانیوم حساسیت نشان می دهند. تحقیقات ثابت کرده است که گند زدایی با استفاده از نانو ذرات اکسید تیتانیوم سه برابر کلراسیون و 1/5 برابر اوزوناسیون موثر واقع می شود[14،15].

در یک نوع پوشش ضد باکتری سارس از ویژگی سطح جانبی بالای نانو ذرات اکسید تیتانیوم برای حمل ذرات فلز نقره و آزادسازی تدریجی یون های نقره استفاده می گردد. در این حالت سطح نانو ذرات اکسید تیتانیوم با لایه ای نانو متری از نقره پوشش داده می شود و یون های نقره در مدت زمان طولانی آزاد گردیده، ویروس باکتری بیماری زا را تخریب می کنند. مطابق آمار، خسارات اقتصادی ناشی از رسوب کپک و جلبک های دریایی روی سازه های دریایی میلیاردها دلار در سال برآورد می گردد که با کاربرد پوشش های نانو ساختار ضد خزه هم زیبایی ساختار فراهم گردیده و هم به رفع این معضل کمک می کند[16،17].

همچنین پوشش های هیدرو فوبیک، از خود خواص آب گریزی نشان می دهند (مکانیزم خود تمیز شوندگی در طبیعت در گیاهانی چون برگ نیلوفر آبی مشاهده می شود که این پوشش ها در بازار با نام تجاری (اثر لوتوس) معرفی شده است)، به طوری که آب بر روی این سطوح به صورت قطره در می آید و همراه خود ذرات گرد و خاک (کثیف) چسبیده را از روی سطوح نما می شوید. سطوح آب گریز در سازه ها از اهمیت زیادی برخوردار هستند، چرا که با عملکرد خود در سطوح مختلف خواص ضد لک(ضد کثیفی)، ضد رسوب، ضد گرافیتی و ضد خوردگی به وجود می آورند. از این پوشش ها می توان، در ساختمان ها و ورزشگاه ها استفاده کرد[11].

2-6. نانو آسفالت

نخستین آسفالتی که روی خیابان های شهر پهن شد مربوط به سال 1870 است که در یکی از خیابان های نیویورک قرار گرفت. این آسفالت واقعی حاصل تلاش "دسمت" شیمیدان بلژیکی بود که توانست با مخلوطی از ماسه و قیر یکی از خیابان های منتهی به تالار بزرگ شهر را در شهر نیویورک آسفالت کند. سپس از روی این آسفالت برای آسفالت کردن بزرگراهی در فرانسه الگو برداری شد. دانشمندان شیمی برای مدت زمان طولانی مشغول کارکردن روی پروژه های مربوط به آسفالت شدند. تلاش آنها برای یافتن آسفالتی است که با آسفالت معمولی تفاوت فراوانی دارد. این نوع آسفالت قابلیت خود تعمیری دارد. یعنی به محض خراب شدن هر بخش از آسفالت به تنهایی قادر به ترمیم بخش از بین رفته است . این ایده در سال 2006 شکل گرفت اما اکنون تلاش های دانشمندان برای عملیاتی کردن آن در حال نتیجه دادن است. فرایند خود اصلاحی بدین ترتیب آغاز می شود که یک ترک در حال شروع سبب گسستن

www.SID.ir

Archive of SID

میکروکپسول های موجود در ساختار آسفالت ترمیم شونده شده و در نتیجه سبب رهاسازی عامل اصلاح کننده با استفاده از خاصیت مویینگی در میان ترک خواهد شد و با تماس کاتالیزور موجود و عامل اصلاح ساز، این عامل شروع به پلیمریزه شدن می کند و در اثر این فرایند دو طرف شکاف به هم نزدیک شده و سبب اتصال آسفالت ترک برداشته خواهد شد. این روش می تواند منجر به تولید آسفالت خود اصلاح می شود[18].

از دیگر جنبه های کاربرد فناوری نانو، آسفالت متخلخل است که به آن فلاستر آسفالت نیز گفته می شود. ساختار متخلخل آن، از ایجاد صدا در جاده جلوگیری کرده و شدت صدا را کاهش می دهد[11].

عناصرساختاری و اجزای تشکیل دهنده قیر و آسفالت در مقیاس میکرویی و نانویی هستند و استفاده از نانوتکنولوژی می تواند به بهبود خواص این مواد منجر شود. از جمله کاربرد های دیگر مواد نانو در بهبود خواص آسفالت ها می توان به مواردی از قبیل مقاومت در برابر آسیب های ناشی از رطوبت، افزایش استحکام و طول عمر، صرفه جویی در هزینه های نگهداری و تعمیرات آسفالت ها، بهبود خصوصیات کلیدی آسفالت مانند مقاومت فشاری، مقاومت کششی و پایداری برای تحمل بارهای وارده در درجه حرارت بالا اشاره کرد[1]. استفاده از نانو آسفالت علاوه بر کاهش هزینه های تعمیر، به دلیل عدم وجود عیوب مختلف در ساختار خیابان و جاده ها باعث افزایش نمای شهری می گردد.

3. بحث و نتیجه گیری

کاربرد فناوری نانو در معماری، گستره ی وسیعی از مصالح و تجهیزات را در بر می گیرد که هدف از آن، عینیت بخشیدن و عملی کردن نظریه هاست(نظریه هایی که شاید پیش از این به عرصه عملی راه نیافته بودند) به عنوان مثال بتوان به کمک مصالح نانو تکنولوژی اسکلت ساختمان، پوسته و کالبد بیرونی ساختمان همزمان شکل گیرد و بسیاری از محدودیت های طراحی معماری را از پیش پای طراحان بر دارد.

همانطور که اشاره شد مزایای مصالح جدید ساختمانی در زیبا سازی شهرها غیر قابل انکار بوده و رفته رفته جای خود را در صنعت معماری باز می کند. البته با توجه به نو بودن این علم در صنعت معماری ایران امید است با سرمایه گذاری، گامهای بلند تری در این زمینه در کشور عزیزمان ایران برداشته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

4. مراجع

[1] جان بزرگی، ا. و قناد، ز. "کاربرد تکنولوژی نانو در صنعت ساختمان". فصلنامه کیسون، شماره 44، بهار1389.

[2] عابدینی، ف. و همکاران. "بررسی و تحلیل چگونگی بهره‌گیری ازفناوری نانو در توسعه معماری پایدار". همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری، بوکان، اردیبهشت ۱۳۹۲.

[3] حق پناه، م. و همکاران. "سازه‌های نو در ساختمان‌های هوشمند با رویکرد معماری پایدار". همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری، بوکان، اردیبهشت ۱۳۹۲.

[4] مریم سلطانی، م. "مروری بر کاربردهای فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز ". ماهنامه فناوری نانو سال ششم شماره 122، 1386.

[5] گلابچی، م. و همکاران، "نانو فناوری در معماری و مهندسی ساختمان"، انتشارات دانشگاه تهران،۱۳۹۰.

[6] محمودی، م. صدیق ضیابری، س. "بکارگیری فناوری نانو در عرصه معماری ساختمان در راستای اهداف معماری سبز". ماهنامه تفکر معماری، سال پنجم، شماره ۱۷، ۱۳۸۷.

[7] Jayapalan AR, Kurtis KE. Effect of nano-sized titanium dioxide on early age hydration of Portland cement. In: Bittnar Z, Bartos PJM, Nemecek J, Smilauer V, Zeman J, editors. Nanotechnology in construction: proceedings of the NICOM3 (3rd international symposium on nanotechnology in construction). Prague, Czech Republic; 2009. p. 267–73.

[8] Mellott N. P., Durucan C., Pantano C. G., Guglielmi M., "Commerical and laboraty prepared titanium dioxide thinfilms for self-cleaning glasses, photocatalytic performance and chemical durability", Thin solid films, 502, 112-120, 2006.

[9] Rao R., Dutta V., "Low-temperature synthesis of TiO2 nanoparticles and preparation of TiO2 thin films by spray deposition", Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 91, 1075-1080, 2007.

[10] مرزبان راد، ج. و همکاران، "شیشه های خودرو با خاصیت کم گسیل، خود تمیز شونده و ایمنی" همایش ملی نوآوری در صنعت خودرو ایران، مهرماه 1387.

[11] حسینی، ف. و محمدی یزدی، س. "کاربردهای فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز(در کشور آلمان)". ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ریاست جمهوری، 1391.

[12] ماهنامه ی فناوری نانو "کاربردهای فناوری نانو در صنعت ساختمان". سال دهم شماره 7، 48-49، مهر1390

[13] حسینی زری، م. "فناوری نانو در شیشه و سرامیک های مدرن خود پاک شونده".نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، 1390

[14] http://www.novapure.com/DesktopDefault.aspx?tabid=69

[15] Huang Z., Maness P. C., Blake D. M., Wolfrum E. J., Smolinski S. L.,"Bactericidal mode of titanium dioxide photocatalysis" J. Photochem. Photobiol. A. Chem. (1999).

[16] http://www.azonano.com/details.aspArticleID=417

[17] مهدوی، ف. "نانو پوشش های هوشمند". مجله فضای نانو، شماره 18، 13-21، 1387

[18] خزاعی، ا. و نخعی نیا، غ. "نانوتکنولوژی در خدمت آسفالت". همایش کاربرد نانو تکنولوژی در صنایع نفت و پتروشیمی،1390.

www.SID.ir