



نانوفناوری در معماری پایدار و تاثیر آن بر پایداری زیست محیطی
امیر عزیزنژاد^{۱*}، مرتضی خسرونی^۲

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشکده معماری شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه
2- دکترای معماری، استادیار دانشکده معماری شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه

Nanotechnology in Sustainable Architecture and its Impact on Environmental Sustainability

Amir Aziznezhad^{1*}, Morteza Khosronia²

- 1- M.A student of Architecture, faculty of Urban planning and Arts university of urmia
2- PhD in Architecture, Assistant Professor, faculty of Urban planning and Arts university of urmia

*Corresponding Author aziznezhadamir@gmail.com :E-mail

چکیده

صنعت ساخت و ساز از جمله صنایع بسیار گسترده در سطح جهان است که مسئول بسیاری از آلودگی ها و تخریب های زیست محیطی می باشد، استفاده از منابع طبیعی به صورت بی رویه ادامه دارد، برداشت بی رویه از منابع طبیعی و انرژی های تجدید ناپذیر مشکلات بسیاری به وجود آورده است، از جمله بحث آلودگی محیط زیست و توسعه پایدار و اینکه با ادامه این روند آینده بشریت و کره زمین به مخاطره می افتد. هدف از این پژوهش استفاده از نانوفناوری به منظور کاهش این اثرات سوء است. نانوفناوری راهکارهایی را ارائه میدهد تا برداشت از منابع طبیعی و به تبع آن آلودگی محیط زیست کاهش یابد. در این تحقیق که با روش تحلیل داده ها بصورت توصیفی-تحلیلی و منابع بکار رفته کتابخانه ای، ارائه شده است، به مواد و مصالح و راهکارهای نوین در قالب نانوفناوری که کمک می کنند تا به یک معماری پایدار دست یابیم و از این راه آلودگی های زیست محیطی و برداشت از منابع طبیعی و انرژی های تجدید ناپذیر را کاهش دهیم، پرداخته شده است. دست یابی به مصالح با کیفیت تر، استفاده بهینه از مواد و مصالح، کاهش برداشت بی رویه از منابع طبیعی و کمک به پایداری زیست محیطی از نتایجی هستند که به کمک نانوفناوری می توان به آنها دست یافت.

واژه‌های کلیدی: نانوفناوری، معماری پایدار، محیط زیست

Abstract

The construction industry is one of the most widespread industries in the world responsible for many environmental pollution and destruction. The use of natural resources continues indefinitely, the indiscriminate harvest of natural resources and renewable energies has aroused many problems, including environmental pollution and sustainable development, and with the continued development of humanity and the planet. The present study aims to use nanotechnology to reduce these adverse effects. Nanotechnology offers solutions to reduce the perception of natural resources and consequently reduce environmental pollution. This research, presented using descriptive-analytical data and library resources, presents new materials and solutions in the form of nanotechnology that help to achieve a sustainable architecture and thus pollution as well as environmental impacts and reductions in the use of natural resources and renewable energy are discussed. Achieving better quality materials, optimizing the use of materials, reducing the overuse of natural resources, and contributing to environmental sustainability are the results that can be achieved through nanotechnology.

Keywords: Nanotechnology, Sustainable Architecture, Environment



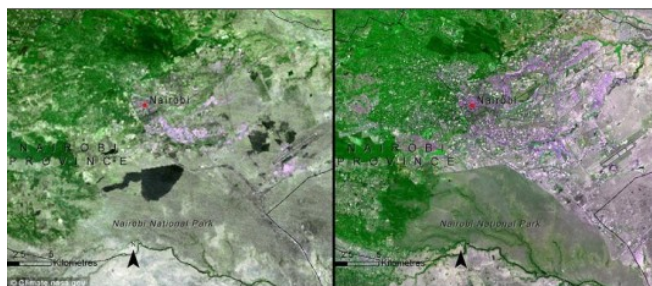
1- مقدمه

هم اکنون آثار زیانباری از اقامت درازمدت انسان بر روی کره آبی پدیدار گشته است. اگر تنها به تصاویر چند دهه گذشته که توسط ماهواره ها از سطح کره زمین گرفته شده است نگاهی بیندازیم از میزان تخریب و از بین رفتن زمینهای کشاورزی، جنگلها، مراتع و حتی تالابها و باتلاقها و تبدیل آنها به شهرها و شهرک ها شوکه خواهیم شد. میزان غلظت دی اکسید کربن جو زمین در شروع انقلاب صنعتی در قرن هیجده میلادی 270 قسمت در میلیون بود که این مقدار به 377 قسمت در میلیون در حال حاضر رسیده است. با آغاز انقلاب صنعتی، مصرف روزافزون سوخت های فسیلی موجب افزایش غلظت دی اکسید کربن، متان و اکسید نیترو شده است (فرانسس دی.کی.چینگ،3).



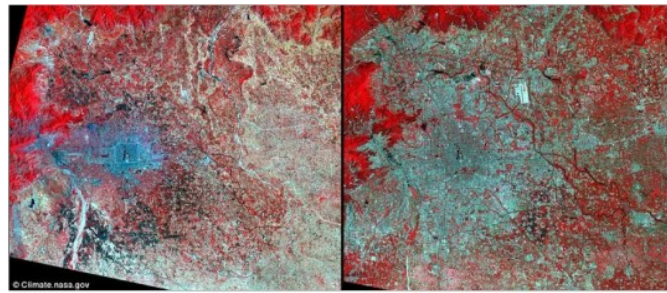
شکل 1: افزایش غلظت گاز CO2 در جو زمین [فرانسس دی.کی.چینگ،3]

معماران، به صورت مستقیم و غیر مستقیم مسئول ۷۵٪ تغییر آب وهوا هستند (Rogers,2005). صنعت ساخت و ساز از وسیع ترین صنایع در سراسر جهان می باشد که در طول تاریخ همواره این صنعت با تخریب محیط زیست به رشد خود ادامه داده است، اگرچه قبل از انقلاب صنعتی و قبل از پیدایش مصالح نوین، میزان تخریبی که صنعت ساختمان ایجاد میکرد بسیار کمتر بود، اما همواره گسترش و بزرگ شدن شهرها به سبب ازدیاد جمعیت و نیاز انسان به سرپناه برابر بوده با تغییر کاربری زمینهای کشاورزی و جنگلها و کلاً محیط طبیعی. شهر نایروبی، پایتخت کنیا در سال 1906 بنیان گذاری شد. دو عکس زیر که یکی در سال 1976 و دیگری در سال 2005 گرفته شده است، روند گسترش فوری این شهر و تخریب پوشش گیاهی پیرامون شهر را نشان می دهد (وبسایت شبکه خبر).



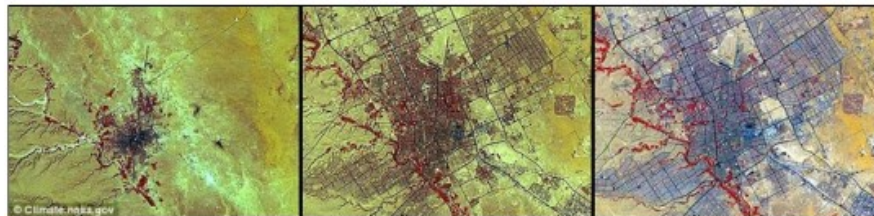
شکل 2: شهر نایروبی، پایتخت کنیا [وبسایت شبکه خبر]

دو عکس زیر (شکل 3) گسترش سریع شهر پکن، پایتخت چین را نشان داده است. آغاز رشد سریع در دهه 1970 رقم خورد؛ عکس سمت چپ در سال 1977 و عکس سمت راست در سال 2011 ثبت شده است (وبسایت شبکه خبر).



شکل 3: شهر پکن، پایتخت چین [وبسایت شبکه خبر]

سه عکس زیر در سال های مختلف از شهر ریاض، پایتخت عربستان گرفته شده است. عکس سمت چپ در سال، 1972 عکس وسط در سال 1990 و عکس سمت راست در سال 2000 تهیه شده است (وبسایت شبکه خبر).



شکل 4: شهر ریاض، پایتخت عربستان [وبسایت شبکه خبر]

تنها این سه نمونه موردی از رشد و گسترش سریع شهرها در چند دهه گذشته کافیتست تا از میزان تاثیر گذاری ساخت و ساز بر محیط زیست آگاهی یابیم و تاثیرات مخرب آنرا به وضوح ببینیم. البته این تمام ماجرا نیست، ما در اینجا تنها گسترش شهرها و بلعیدن زمینها و محیط اطراف را مشاهده میکنیم، اما در واقع میزان این تخریب و تاثیرگذاری بسیار بیشتر است. تصور کنید برای ساخت و گسترش این شهرها مخصوصاً کلان شهرهایی مانند پکن و... چه مقدار فولاد و بتن و شیشه و ماسه و سنگ و مصرف شده که برای همه اینها انرژی صرف شده است، کوهها تخریب گشته اند، رودخانه های بسیاری تخلیه شده اند، درختان بی شماری قطع شده اند و زیست بومهای متعددی از بین رفته اند تا ما آسمانخراشهایمان را بلندتر و بلندتر کنیم. صنعت ساختمان قریب به یک ششم آب سالم دنیا و یک چهارم چوب طبیعی جنگل های جهان را از آن خود میکند (نورمحمد بهلولی اول، 11). برای نجات زمین فرصت اندکی داریم و معماران همانطور که مسئول 75 درصد این تخریبها هستند به همان میزان موظف هستند تا به ترمیم این خرابیها و تخریبها بپردازند. هدف این پژوهش معرفی مواد و مصالحی است که با تکنولوژی نوین ساخته شده و می توانند بر کیفیت ساختمان ها تاثیر بگذارند، می خواهیم دریابیم که چگونه این مواد و مصالح نوین کمک می کنند تا منابع طبیعی و انرژی های تجدیدناپذیر و نیز محیط زیست هم برای نسل فعلی و هم برای نسل های آینده ضمن بهره برداری بهینه، محفوظ خواهند ماند. در این مقاله سعی میشود به سوالات زیر پاسخ داده شود:

- چگونه می توان از تاثیرات سوء ناشی از ساخت و ساز بر منابع طبیعی، محیط زیست و انرژی های تجدیدناپذیر کاست.
- تاثیر نانو فناوری و محصولات نانو بر معماری پایدار و پایداری زیست محیطی چیست؟

2- نقدی بر مفهوم توسعه پایدار و معماری پایدار



توسعه پایدار را تامین نیازهای نسل حاضر بدون صدمه زدن به نیازهای نسل های آینده تعریف کرده اند (کمیسیون بروندتلند). این تعریف بسیار کلی است، تنها انسان و نیازش را مد نظر قرار داده است، هیچ راه حل عملی هم برای دست یابی به توسعه پایدار ارائه نکرده است.

چگونه میتوان هم نیازهای نسل حال را تامین کرد و هم به نسلهای آینده این فرصت را داد تا از منابع موجود در زمین برای تامین نیازهای خود استفاده کنند؟! ما داریم به شدت از منابع تجدیدناپذیر زمین بهره برداری میکنیم، حتی اگر به صورت بهینه هم از این منابع استفاده کنیم باز زمانی نه چندان دور این منابع تمام میشوند و نسلهای بعد از آن با مشکلات زیادی روبرو خواهند شد، مگر اینکه ما تعریف خود از نسلهای آینده را به چهار پنج نسل محدود کنیم نه بیست نسل، صد نسل و حتی هزار نسل آینده، توجه به همین واقعیت است که دانشمندی مانند هاوکینگ هشدار میدهد که زمین به زودی غیرقابل سکونت میشود (سخنرانی در مجمع دانشگاه آکسفورد)، زیرا او میدانست که هر آنچه در زمین مادر است محدود است و روزی تمام می گردد و یا آنقدر آلوده می شود که برای بشر غیرقابل استفاده خواهد شد.

بنابراین شاید بهتر باشد ساختن برای نسل های آینده را مد نظر قراردهیم، یعنی طوری بسازیم که نسلهای متعدد از ساخته های ما استفاده کنند بدون آنکه ناچار باشند آنچه ما ساخته ایم تخریب کنند. ما برای ساختن ساختمان هایمان انرژی فراوانی صرف می کنیم؛ دیگر تعریف عمر مفید پنجاه سال یا حتی صد سال، توجیه پذیر نیست.

آنچه امروزه در معماری پایدار مد نظر است و معماری پایدار را با آن تعریف میکنند، بیشتر استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و پاک است، اما آیا به صرف استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و پاک؛ ما به معماری پایدار دست می یابیم؟! در یک خانه گلی و سنگی هم میتوان از انرژی پاک و تجدیدپذیر استفاده کرد؛ اما مجبور هستیم هر چند سال یکبار نهایتاً هر پنجاه سال یکبار خانه گلی یا سنگی خود را تخریب کنیم و از نو بسازیم و در طول دوران بهره برداری انرژی فراوانی صرف نگهداری و تعمیر آن بکنیم.

چرا عبادتگاههایی که صدها و بلکه هزاران سال پیش ساخته شده اند هنوز هم پابرجا می باشند و قابل استفاده؟ معماران و کسانی که این عبادتگاه ها را ساخته اند، آنرا برای خدا یا خدایانی ساخته اند که آنها را ابدی و جاودانه فرض کرده اند، بنابراین بایستی عبادتگاهی در خور چنین خدا یا خدایانی ساخته شود که ابدی باشند یا حداقل صدها سال پابرجا بمانند. چنین تفکری در پس زمینه ساخت یک کلیسا یا یک مسجد وجود داشته است به همین خاطر این عبادتگاه ها پس از گذشت صدها سال هنوز هم پابرجا و قابل استفاده هستند. اگر ما هم خانه هایمان را با این تفکر که نسل هایمان هستند و خواهند بود، بسازیم قطعاً به معماری پایدار دست می یابیم، البته شکی در آن نیست که استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و پاک لازمه و تکمیل کننده معماری پایدار خواهد بود.

3- اهداف معماری پایدار

تمامی سبکهای معماری از گذشته تاکنون دنبال اهدافی بوده اند. بعضی ها دنبال زیبایی بوده اند، بعضی ها به دنبال اهداف اقتصادی بوده اند، بعضی ها حتی به دنبال توسعه اجتماعی و ... از طریق معماری بوده اند، اما همه آنها یک وجهه مشترک داشته و دارند و آن هم معماری برای انسان است.

اما معماری پایدار چه؟ گرچه معماری پایدار یک سبک نیست و نمی توان در قالب یک سبک آنرا نقد و بررسی کرد اما قطعاً معماری پایدار و معمارانی که به دنبال پایداری در معماری هستند، اهدافی دارند و برای رسیدن به این اهداف هم باید روشها و دستورالعمل هایی وجود داشته باشد تا روند رسیدن به این اهداف را تسریع کند.

در معماری پایدار تنها انسان محور نیست آنهم انسان حاضر، نقدی که می توان بر اکثر سبکهای معماری گرفت همان انسان محوری بود و فراموش کردن آنچه پیرامون انسان وجود دارد و میگذرد، بلکه توجه به محیط زیست، توجه به آینده و توجه به یک توسعه همه جانبه، در دستور کار معماری پایدار وجود دارد.



اهداف معماری پایدار را می‌توان این گونه برشمرد:

- اهمیت دادن به زندگی انسان ها و حفظ و نگهداری از آن در حال و آینده؛
 - کاربرد مصالحی که چه در هنگام تولید و یا کاربری و حتی تخریب با محیط خود همگن و پایدار باشند؛
 - حداقل استفاده از انرژی های سوختی و حداکثر بکارگیری انرژی های طبیعی؛
 - حداقل تخریب محیط زیست، بهبود فیزیکی و روانی؛
 - زندگی انسان ها و کلیه ی موجودات زنده و هماهنگی با محیط طبیعی (گرچی مهبلانی و یاران، ۱۳۸۹، ۴۵).
- آب، هوا و خاک سه عنصر اساسی هستند که زندگی بشریت وابسته به این سه عنصر است. بعد از انقلاب صنعتی متأسفانه این سه عنصر حیاتی به شدت آلوده شده اند، طی کمتر از دویست سال بشر به اندازه تمام دوران حیات خود بر روی کره زمین به تخریب محیط زیست خود و دیگر جانداران دست زده است. قطعاً انسان برای نجات محیط زیست و رسیدن به توسعه پایدار فرصتی ابدی در اختیار ندارد، بنابر این ضروری است که به کمک علم معضلی که امروزه همه کشورها را درگیر کرده است را حل کنند.
- فناوری نانو به دلیل توانایی دگرگون کردن ویژگی های بنیادین مواد و حل مشکلات ساختاری، زمینه ساز ایجاد مصالحی جدید با ویژگی های نوین شده که افزون بر کارایی و بازدهی بیشتر عملکردی، از دوام بیشتری نیز برخوردارند (صفرزاده، ۱۳۹۱).

4- نانو تکنولوژی و فناوری های نوین ساختمانی در معماری پایدار

قبل از ورود به این مبحث بهتر است شناختی کلی از نانو و مواد نانو داشته باشیم. طی تقریباً کمتر از ۱۲۰ سال ما سه عصر مهم (دوران فولاد، عصر پلیمیر و عصر سیلیکون) در مواد و مصالح را پشت سر گذاشته ایم و هم اکنون در عصری قرار داریم که به دلیل نوآوریهای زیادی که در زمینه نانومواد صورت گرفته می‌توان این عصر را عصر نانو نام نهاد.

فناوری نانو جامعه مهندسی دنیا را به سوی نوعی انقلاب صنعتی جدید هدایت می‌کند. این فناوری نوین فرصتهای بی شماری را برای متخصصان عرصه های مختلف دانش و صنعت به وجود آورده تا بتوانند مواد و مصالح مورد استفاده را بسط و توسعه داده، ضعف های آن ها را کمتر کرده و بر مزایای آن ها بیفزایند. از همه مهمتر انگاره های مبتنی بر پایداری زیست محیطی، مصالح و سازه های هوشمند و مواد و مصالح چند عملکردی، از رهگذر این فناوری نوین میسر می‌شود. (محمود گلابچی، ۱۳۹۱: ۲۱).

نانو تکنولوژی تنها، فناوری خلق فضاهای جدید و خارقالعاده نیست، بلکه تفکر پیشین بشر را نیز ترمیم و دوباره عرضه خواهد کرد. هر ساختمان باید به گونه‌ای طراحی شود که استفاده از منابع جدید را به حداقل برساند و در پایان عمر مفید خود، منبعی برای ایجاد سازه های دیگر به وجود بیاورد (ویکی پدیا فارسی).

« نانو» از واژه یونانی Nanos (به لاتین، Nanus) گرفته شده و به معنای کوتوله است. ۱ نانومتر (1nm) اندازه ای برابر 10^{-9} متر یا (یک میلیاردم متر) یا ۱۰ آنگستروم است. قطر موی انسان در حدود ۶۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰ نانو متر است.

5- فناوری نانو

فناوری نانو حدود نیم قرن گذشته به دنیا معرفی شد و طی دو دهه ی گذشته، پیشرفت و توسعه چشمگیری تجربه کرده است (گلابچی، ۲۴).



اگرچه تاکنون تعریف کاربردی مشخصی برای فناوری نانو ارائه نشده است، اما همانطور که از نام آن پیداست میتوان به همه فعالیتهایی که در مقیاس بسیار ریز 1 تا 100 نانومتر انجام میگردد و هدف از این فعالیتها هم تغییر ماهیت طبیعی مواد به منظور ایجاد مواد جدید با خصوصیت های نو است را به عنوان فناوری نانو در نظر گرفت درحقیقت نانو فناوری با ترکیب و پیوند ریزذراتی موسوم به «ناوذرات» ، و فرایند تولید «مصالح نانو» و کاربردهای آن ها سروکار دارد (گلابچی، 25).

وزارت آموزش و تحقیقات فدرال آلمان ، فناوری نانو را اینگونه توصیف می کند:

« فناوری ناو به تمام فعالیتهای تحقیق و بررسی ، خلق و کاربرد ساختارهای مولکولی، در گستره درون ماده ای و سطح بیرونی مواد باز میگردد که دست کم یکی از ابعاد آن، رواداری کمتر از 100 نانومتر داشته باشد».

تعریف انجمن دانش، فناوری و مهندسی نانومقیاس آمریکا از پیشگامان فناوری نانو در جهان:

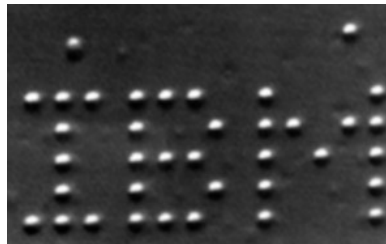
«توسعه فناوری و تحقیق در سطح اتم، مولکول یا درشت مولکولها، در مقیاس طولی بین 1 تا 100 نانومتر، با هدف درک بنیادین پدیده ها و مواد در مقیاس نانو و همچنین خلق و استفاده از ساختارها، تجهیزات و سیستم هایی که مشخصه ها و کاربردهای جدیدی دارند و این ویژگی ها را مدیون ابعاد کوچک تا متوسط خود هستند. این مشخصه ها و عملکردهای جدید و متفاوت، معمولاً در اندازه زیر 100 نانومتر رخ می دهد» (گلابچی، 25).

6- پیدایش نانوفناوری

گفتمیم که عبارت نانو از یک واژه یونانی مشتق شده است و معنای کوتوله میدهد. برای نخستین بار در سال 1974 میلادی اصطلاح «نانوفناوری» توسط نوریو تانیگوچی به کار گرفته شد، این اصطلاح برای تعریف دقت مورد نیاز برای براده برداری و سطح نهایی مصالح، مورد استفاده قرارگرفت، البته مقیاس مورد نظر تانیگوچی یک هزارم میلیمتر بود که در مقایسه با نانومتر که امروزه فناوری نانو را با آن مقیاس میشناسیم مقیاس کوچکی به نظر نمی رسد. فاین من و تانیگوچی نگرش از بالا به پایین را مطرح کرده بودند بدین معنی که با خرد کردن مصالح درشت میتوان به مصالح ریزتر دست یافت. در سال 1981، کی، ای، درکسلر اما نگرش جدیدی مطرح کرد که برعکس نگرش فاین من و تانیگوچی، از پایین به بالا بود . رویکرد درکسلر شامل دستکاری در مولکولها و مهندسی در ساختار آنها است این دستکاری در ساختار به منظور ساختن ماشین ها و تجهیزات مولکولی است که ابعادی در اندازه اتم دارند. سال 1986 کسلر کتابی علمی تخیلی تحت عنوان «موتورهای خلقت» نوشت که اصطلاح نانو فناوری را عمومی کرد. اما به زودی فناوری نانو مرزهای علمی تخیلی را درنوردید و در عالم واقعیت هر روز ما شاهد محصولات جدیدی هستیم که بر پایه ی نانو ساخته شده اند.

ظاهراً دانش نانو دانش جدیدی است، اما چنین نیست، در اواخر قرن بیستم بشر تنها اصطلاح نانو را برای دانشی که با ریزذرات سروکار دارد ابداع کرد در حالی که صدها سال است بشر به این نکته پی برده که بعضی از مواد و مصالح هرچه ریزتر باشند خواص بهتری از خود نشان میدهند مانند خاک رس که در سفالگری مورد استفاده قرار میگیرد یا ساخت کاشی و سرامیک که هرچه ذرات خاک رس ریزتر باشد، محصول نهایی از کیفیت بهتری برخوردار می گردد. در قرون وسطی شیشه گران نوعی شیشه قرمز یا قوتی ساختند که برای تزئینات کاربرد داشت و بسیار معروف بود این رنگ جذاب شیشه به دلیل نانوذرات طلا بود که در ماتریس شیشه گرفتار شده بود.

ساختن اتم به اتم و مولکول به مولکول یعنی همان روشی که طبیعت به کار میبرد مدتها بود که ذهن دانشمندان و اندیشمندان را به خود مشغول کرده بود تا سرانجام در قرن بیستم دانش نانوفناوری توانست در ساختار مولکولها تغییر ایجاد کند و به پیشرفتهای شگرف در این زمینه دست یابد از جمله ساخت تلفن های هوشمند بدون استفاده از فناوری نانو تقریباً ممکن نبود. و ما در قرن بیست و یک هر روز شاهد ابداع و اختراع جدیدی هستیم که به مدد نانوفناوری حاصل میشوند.



شکل 5: عبارت IBM که با 35 اتم زنون در سال 1989 بر روی سطحی از نیکل نوشته شد [ویکیپدیا فارسی]

جدول 1: در جدول زیر به صورت خلاصه مراحل بسط و توسعه فناوری نانو آورده شده است [گلابچی، 47]

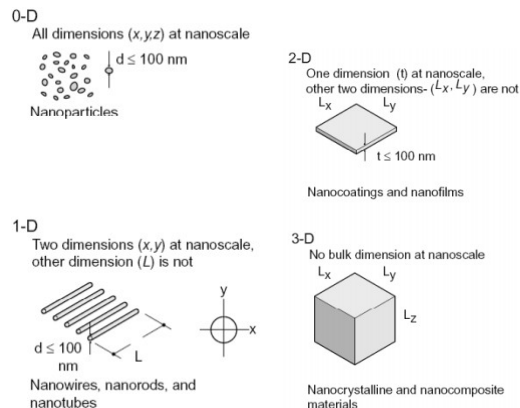
29 دسامبر 1959	سخنرانی فاین من با عنوان «فضای بسیار زیادی در مقیاس حرد وجود دارد»
1974	اصطلاح نانوفناوری وضع شد.
1981	اختراع میکسکوپ STM^2
4 سپتامبر 1985	کشف باکی بالها ³
1986	اختراع میکرسکوپ AFM^4
1989	عبارت ABM به وسیله اتم های جداگانه نوشته شد.
1990	اولین تولید باکی با مقیاس قابل مشاهده با چشم غیر مصلح.
1991	کشف نانو لوله ها
اواسط دهه 90	کشورهای مختلف آغاز به سرمایه گذاری در عرصه فناوری نانو ، بیشتر در زمینه تحقیق و بسعه کردند.
اواخر دهه 90	اولین محصولات نانو به بازار آمد.
2000	مقاله بیل جوی با «چرا آینده با به ما نیازی ندارد؟» سرآغاز مناقشات پیرامون فناوری نانو.
2007	نخستین گواهی نامه جهانی در زمینه مدیریت ریسک و پایش سیستم های فناوری نانو در مان و سوییس مطرح شد.

7- دسته بندی مواد نانو

مواد نانو از نظر ابعاد و اندازه را می توان به چهار دسته کلی طبقه بندی کرد:

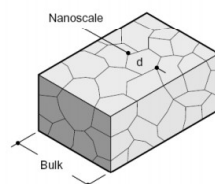
- 1- نانو مواد صفر بعدی
- 2- نانو مواد تک بعدی
- 3- نانو مواد دوبعدی
- 4- نانو مواد سه بعدی

نانو مواد صفر بعدی همان نانوذرات هستند، نانوذرات دارای ابعادی کوچکتر یا مساوی 100 نانومتر هستند. نانو مواد تک بعدی به موادی گفته میشود که ابعاد X و Y آنها در حد نانو است یعنی از 100 نانومتر کوچکتر است، اما بعد L از 100 نانومتر بزرگتر می باشد مانند نانو لوله ها. در نانومواد دو بعدی یک بعد در اندازه نانو می باشد اما دو بعد دیگر بزرگتر از نانو است مانند نانو فیلم ها و نانو پوشش ها .



شکل 6: چهار دسته از نانو مواد

اما در نانو مواد سه بعدی هیچ کدام از ابعاد در اندازه نانومتر نیست بلکه بزرگتر است مانند نانوکامپوزیت ها و نانو کریستالها.

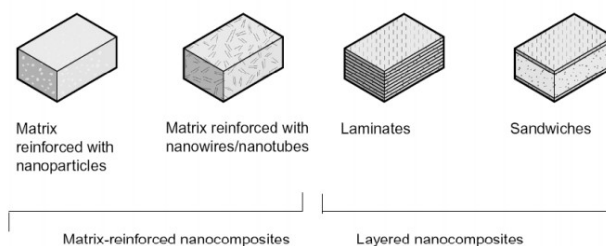


شکل 7: نانو مواد سه بعدی متشکل از نانوکریستالها

نانومواد سه بعدی اگرچه ابعاد آن خارج از مقیاس نانو نیست، اما چون ساختار آن از نانو کریستال یا نانو کامپوزیت ها تشکیل شده است، در طبقه بندی مواد نانو قرار می گیرد شکل 7 گویای این مطلب است.

8- نانوکامپوزیت ها

نانوکامپوزیت ها از دویا چند ماده با ویژگی های متمایز تشکیل شده اند که با هم افزایی با یکدیگر ویژگی هایی برای ماده حاصله به وجود می آورند که هر کدام از مواد تشکیل دهنده کامپوزیت به تنهایی فاقد آن ویژگی ها است. فاز ماتریس مواد نانو کامپوزیت ابعادی بزرگتر از مقیاس نانو دارد اما فاز مسلح کننده، ابعادی در مقیاس نانو دارد، همین فاز مسلح کننده است که به نانوکامپوزیت ویژگی های جدیدی می بخشد. این مواد مسلح کننده نانو می توانند نانوذرات، نانو رشته ها، نانولوله ها و یا نانولایه ها باشند.



شکل 8: انواع نانوکامپوزیت لایه ای نانوکامپوزیت های ماتریس مسلح شده



9-1- فولرین های کربنی (باکی بال ها و نانولوله ها)

9-1-1- باکی بال (باک مینستر فولرین)

مولکول کربن C60 که به دلیل شباهت آن به گنبد ژئودزیک باک مینستر فولر آنرا «باک مینستر فولرین» نیز مینامند در اصل همان باکی بال است که بسیار شبیه به توپ فوتبال هم است. کربن C60 شامل 60 اتم است شکل شبه کروی آن شامل 12 پنج ضلعی و 20 شش ضلعی است.

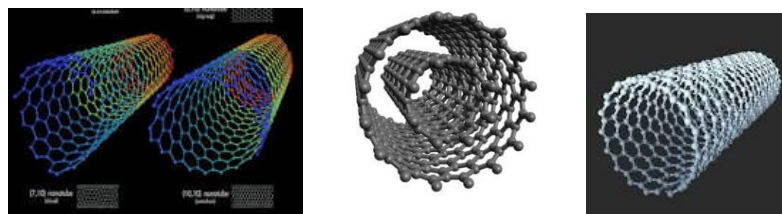


شکل 9: مولکول کربن C60

از دلایلی که باعث شده مولکول های کربن C60 مورد توجه قرار بگیرید می توان به موارد زیر اشاره کرد: می توان آن ها را به وفور از دوده های کربن به وسیله تخلیه الکتریکی الکترودهای گرافیت تولید کرد، از تقارن فوق العاده ای برخوردار هستند، ارزان قیمتند، در شرایط معمولی از نظر فیزیکی و شیمیایی خنثی هستند، اثرات سمی کمی دارند (گلابچی، 62، 63). مولکول C60 بسیار پایدار است و در برابر دما و فشار بالا مقاومت میکند. سطح در معرض قرار گرفته آن می تواند با مواد مختلفی واکنش نشان بدهد بدون اینکه به ساختار کروی شکل آن آسیبی وارد شود.

9-1-2- نانو لوله های کربنی

نانولوله های کربنی که طیف دیگر فولرین ها را تشکیل میدهند سال 1991 توسط پروفیسور سومیویاجیما در ژاپن کشف شدند. همان اتم هایی که باکی بال را تشکیل میدهند در شرایط خاص تبدیل به نانولوله میشوند. نانو لوله ها شامل انواع تک جداره و چند جداره هستند.



شکل 10: نانولوله های تک جداره و چند جداره

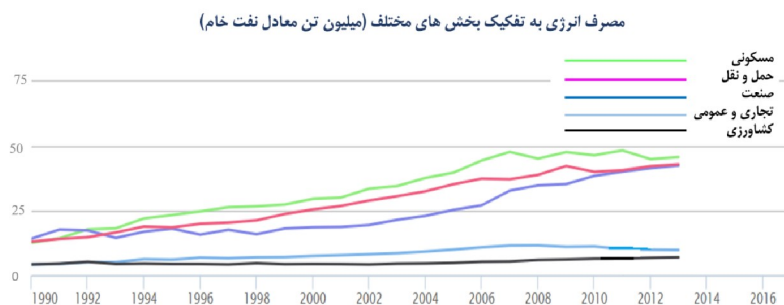
نانولوله ها همیشه به شکل آمیخته با مواد و دیگر، یا برای استفاده در سطوح خارجی استفاده میشوند، مانند ترکیب با پلاستیک هایی که برای بهبود ویژگی های مکانیکی شان از نانولوله بهره می برند (گلابچی، 65). دیگر مواد نانو که در صنعت ساختمان سازی کاربرد دارند می توان به امولسیون های پلیمری، آئروژول ها، ژئولیت ها، دوده کربن، دندریمرها، نانوسیلیکا، تیتانیوم، اکسید و سروکسید آلومنیوم اشاره کرد.

10- نانو مواد در صنعت ساختمان سازی



استفاده از فناوری نانو در صنعت ساختمان سازی هنوز در ابتدای راه است، اما از همین ابتدا کاملاً واضح است که این فناوری می تواند تأثیرات شگرفی در ساختمان سازی، بخصوص در بلند مرتبه سازی ایجاد کند. به مدد مواد نانو در آینده ای نزدیک ساختمان هایی بلندتر، محکمتر، بادوام تر، سبکتر و البته از همه مهمتر با تأثیرات بسیار کمتر این ساختمان ها بر محیط زیست خواهیم داشت. فناوری نانو کمک خواهد کرد که با مصالح کمتر بناهایی محکمتر بسازیم. میزان برداشت از محیط طبیعی را کاهش دهیم و تأثیرات سوء ساختمان ها بر محیط و آب و هوا را به میزان زیاد کاهش دهیم.

بر اساس گزارش IEA مصرف انرژی در بخش مسکونی در ایران نزدیک به 50 درصد است، در جهان هم مصرف انرژی در بخش مسکونی و اداری حدود 36 تا 39 درصد می باشد.



شکل 11: مصرف انرژی در ایران [وبسایت آینده نگار ملی]

با کمک مواد نانو در آینده شاهد کاهش مصرف انرژی در بخش مسکونی خواهیم بود. هدف از بکارگیری مواد نانو در صنعت ساختمان سازی هم همین است، صیانت از انرژی های تجدید ناپذیر و رسیدن به معماری پایدار در راستای کمک به محیط زیست و نسل های آینده.

جان. ام. جوهانسن در کتاب خود تحت عنوان «معماری نانو، گونه ای جدید از معماری» به نانوفناوری و تأثیر آن بر معماری می پردازد، او بر این باور است که بهره گیری از نانو آینده معماری را دگرگون خواهد ساخت و آن را در مسیر ویژگی های هدایت می نماید. معماری نانو این امکان را به طراحان میدهد که تعاملات بهتر و نزدیکتری با کاربران برقرار کنند، نوع معماری بر مبنای طبیعت و نزدیکی با آن شکل یافته است. همچنین در صورت بهره گیری از این نوع معماری علاوه بر آنکه از فناوری پیشرفته میتوان بهره برد این نوع معماری، طراحی مأنوس تر و هم گون تری با انسان و نیازهای انسانی ارائه خواهد نمود. از سوی دیگر طراحی مصالح با ویژگیهای مورد نظر و مطابق با نیازهای پروژه و مخاطب از دیگر مزیت هایی است که برای آینده نانو و معماری پیشبینی میشود. باید به خاطر داشت که بهره گیری از فناوری نانو سبب بروز خواص ویژه ای در مواد و مصالح خواهد شد و آنها را به گونه ای شگفت انگیز تغییر می دهد؛ برای مثال خاصیت خودترمیمی و یا بازگشت به محیط از جمله ویژگیهایی هستند که باید بدان اشاره نمود (Johanson, 2002).

از همان ابتدا که بشر شروع به ساخت سرپناه برای خود نمود و بعدها با گسترش و توسعه شهرها، معماران و سازندگان همواره در آروزی مواد و مصالحی بودند که بادوام تر، محکم تر، به کارگیری آسان و زیباتر باشند، به نظر می رسد با کشف نانو مواد و فناوری نانو این آرزوی دیرینه تا حدود زیادی برآورده خواهد شد.

طیف وسیعی از مواد نانو در صنعت ساختمان در حال وارد شدن است که هر کدام از این مواد خواص و ویژگی های منحصر به فردی همراه خواهند آورد و معماری را از هر نظر متحول خواهند نمود. در آینده ای نزدیک دیگر از مشکلاتی که مصالح قدیمی در صنعت ساختمان همراه داشتند خبری نخواهد بود، مهندسين و معماران می توانند هر ویژگی که لازم



داشتند با ترکیب مواد نانو و استفاده از آن‌ها بدست آورند. از مهمترین دستاورد نانو در صنعت ساختمان، هوشمند شدن ساختمان‌ها می‌باشد. هوشمند شدن ساختمان در راستای آسایش بیشتر برای ساکنین و بهره‌برداری بهینه از انرژی و به تبع آن حفاظت از محیط زیست مخصوصاً از گازهای گلخانه‌ای و آلوده‌کننده جو زمین که ساختمان‌های فعلی نقش عمده‌ای در آن دارند خواهد بود (گلابچی).

نانو فناوری به ما کمک می‌کند که شهرهای بسیار تمیزتر و زیباتر داشته باشیم. ساختمانهای بلند تبدیل به فیلترهای تصفیه‌کننده هوا خواهند شد و ساکنین خود را از هوای آلوده محفوظ خواهند داشت. اینها پیش‌گویی برای آینده نانوفناوری در معماری و شهرسازی نیستند بلکه هم‌اکنون در مقیاسی کوچکتر؛ آنچه در بالا بیان شد به اجرا درآمده‌اند، «این یک رؤیای علمی تخیلی نیست، زیرا که علم نانو خیلی سریعتر از یک واقعیت رخ خواهد داد» (Elvin, 2003, pp. 98,99). مشکلاتی بر سر راه توسعه همه‌جانبه نانوفناوری در معماری و شهرسازی وجود دارد از جمله هزینه تولید مواد نانو و ابزار و ادوات به کارگیری این مواد که امید است در آینده‌ای نزدیک دانشمندان بر این مشکلات نیز غلبه کنند. عرصه‌هایی که نانوفناوری می‌تواند سبب بهبود شرایط صنعت ساخت و ساز شود را می‌توان به طور خلاصه چنین برشمرد:

- بهینه‌سازی مصالح و محصولات موجود؛
- پیش‌گیری از آسیب؛
- کاهش وزن و حجم مصالح و عناصر ساختمانی؛
- استفاده پربازده از مصالح؛
- کاهش هزینه نگهداری و کم شدن هزینه نگهداری؛
- کاهش مصرف مواد اولیه و انرژی و همچنین کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن؛
- صیانت و پاسداشت منابع طبیعی؛
- اقتصادی پویاتر؛
- آسایش بیشتر (گلابچی، 81).

11- اشکال مختلف نانوفناوری در صنعت ساختمان سازی

از مواد نانو به سه صورت مختلف در صنعت ساختمان سازی استفاده می‌شود:

- ذرات که به صورت - هواپرد - چسبیده به سطح - معلق در جامد - معلق در مایع استفاده میشود.
- سطحی که به صورت سطوح ساخت یافته - فیلم‌ها و روکش‌ها استفاده می‌گردد.
- حجمی که به صورت تک یا چند فازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هر کدام از اشکال بالا در صنعت ساختمان سازی به صورت محصولات متعددی نمود پیدا کرده‌اند که بعضی از آنها هم‌اکنون به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند مانند استفاده از نانو روکش‌ها چه در قالب رنگ‌های مختلف ساختمانی و چه در قالب روکش‌های محافظ یا نانو فیلم‌هایی که هم به عنوان نمای ساختمان استفاده می‌گردند و هم به عنوان صفحات خورشیدی.

12- محصولات نانو در صنعت ساختمان سازی و تاثیرات آن‌ها بر معماری پایدار و محیط

زیست

1-12- سطوح خود تمیز شونده و آسان تمیز شونده



تمیز کردن سطوح مخصوصاً سطوحی که در معرض دید هستند و اغلب نمای ساختمانهای بلند را تشکیل میدهند هر سال هزینه هنگفتی را در پی دارند، سطوح ساختمانی مخصوصاً در شهرهای بزرگ که در معرض آلودگی شدید هوا قرار دارند هر سال چندین مرتبه نیازمند تمیزکاری می باشند، برای تمیز کردن این سطوح مواد پاک کننده متعددی وجود دارد که بعضاً این مواد خود عاملی هستند برای تأثیرات مخرب بر محیط زیست، ضمن اینکه تمیز کردن ساختمان های بلند نه تنها هزینه زیادی در پی خواهد داشت بلکه به دلیل ارتفاع زیاد مشکلاتی نیز برای متصدیان امور تمیزکاری به وجود خواهد آمد، کثیف شدن این سطوح که اکثراً سطوح شیشه ای هستند نیز بر دید و منظر ساختمانهای بلند تأثیر سوء خواهد گذاشت.

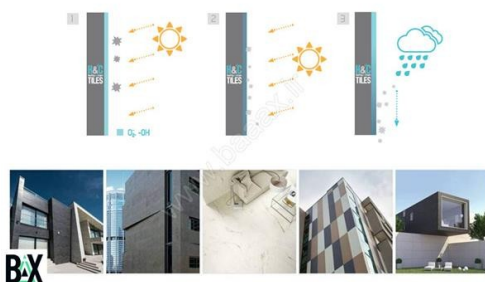


شکل 12: مقایسه سطح معمولی با سطح آبگریز [http://edu.nano.ir/paper/385]

نانوفناوری در این زمینه توانسته است دستاورد مهمی داشته باشد آنهم با سطوح خود تمیز شونده و آسان تمیز شونده. سطوح خودتمیز شونده با الگوگیری از نیلوفر آبی به صورت بسیار مؤثری هزینه تمیز کردن سطوح را کاهش میدهد و میزان استفاده از مواد شیمیایی برای تمیز کردن سطوح را به حداقل می رساند که این امر می تواند تأثیرات زیست محیطی مثبتی نیز داشته باشد. قطرات آب بر روی سطوح خود تمیز شونده لیز می خورند و همراه خود ذرات گرد و غبار را از روی سطوح پاک می کنند، این سطوح دارای یک لایه پوشش نانو هستند که پرزهای بسیار ریزی در حدود نانو بر روی سطح ایجاد میکند، این پرزها مانع پخش شدن آب بر روی سطوح میگرددند، به این سطوح آب گریز نیز گفته میشود.

2-12- سطوح خود تمیز شونده با اثر فتوکاتالیزر

این نوع سطوح با یک لایه از نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم پوشش داده میشوند، در این سطوح آب به صورت یک لایه فیلم روی سطوح پخش میگردد و گرد و غبار و ذرات ریز را از روی سطوح پاک می کند اما برای اینکه اثر فتوکاتالیزر عمل کند به اشعه ماوراء بنفش نیاز است تا دی اکسید تیتانیوم را فعال نماید، در نور خورشید به اندازه کافی اشعه ماوراء بنفش وجود دارد به همین خاطر این مصالح باید در جایی که نور خورشید به آن تابیده میشود استفاده گردند.



شکل 13: کاشی های خود تمیز شونده با اثر فتوکاتالیز [imprc.karatiles.com]



باید به این نکته هم توجه کرد که دی اکسید تیتانیوم ضد باکتری هم می باشد، بنابراین می توان از این پوشش در مراکزی که نیاز به ضد عفونی کردن مداوم دارد مانند بیمارستان ها استفاده نمود به شرطی که اشعه ماوراء بنفش به این سطوح بتابد در نتیجه می توان با استفاده از این سطوح بسیاری از مواد ضد عفونی کننده شیمیایی را حذف یا به مقدار زیاد استفاده از آنها را کاهش داد.

12-1-3 سطوح آسان تمیز شونده (ETC)

این سطوح برخلاف سطوح آب گریز که دارای پرزهای نانو می باشند، کاملاً صاف و صیقلی هستند، این سطوح دارای نیروی کششی کمتری هستند، بنابراین نیروی دگر چسبی آن ها نیز کاهش می یابد.



شکل 14: مقایسه کاشی آسان تمیز شونده با کاشی معمولی

آب به صورت قطرات درآمده و گردو غبار را از روی سطوح پاک می کند. سطوح آسان تمیز شونده برخلاف سطوح فتوکاتالیست به اشعه ماوراء بنفش برای عمل تمیز کاری نیاز ندارند بنابراین در فضاهای داخلی به آسانی می توان از آن ها استفاده نمود.

نتیجه استفاده از سطوح آبگریز، فتوکاتالیست، سطوح آسان تمیز شونده، سطوح ضد مه گرفتگی، سطوح ضد اثر انگشت و... کاهش هزینه نگهداری و مراقبت، کاهش استفاده از مواد پاک کننده و ضد عفونی کننده و به تبع آن حفظ محیط زیست، افزایش کیفیت نوررسانی به فضاهای معماری و کاهش استفاده از انرژی مخصوصاً برای روشنایی که این نیز عاملی خواهد بود در راستای صیانت از انرژی های تجدید ناپذیر.

12-2 نانو شیشه ها

شیشه بخش عمده ای از یک ساختمان را تشکیل میدهد، مخصوصاً در ساختمان های بلند برای سبک سازی از دیوارهای شیشه ای استفاده می کنند. شیشه ها نه تنها وظیفه نور رسانی به فضاهای معماری را برعهده دارند بلکه برای حفظ آسایش حرارتی داخل ساختمان نیز ایفای نقش می کنند، همچنین به عنوان نمای ساختمان بخصوص در ساختمان های بلند مرتبه شیشه ها جلوه ای ویژه خواهند داشت.

نانوفناوری به کمک شیشه ها نیز شتافته است و امروزه ما شاهد انواع شیشه از جمله شیشه های ضد انعکاس، شیشه های ضد آفتاب، شیشه های ضد آتش، شیشه های خود تمیز شونده و آسان تمیز شونده و شیشه های تغییر رنگ دهنده و... هستیم.

به کمک نانوفناوری می توان شیشه های هوشمندی تولید کرد که به صورت گزینشی نور را از خود عبور دهد یعنی از عبور اشعه های مضر مانند اشعه ماوراء بنفش جلوگیری کند و به دیگر طیف های نوری اجازه عبور دهد، به صورت کاملاً هوشمند از گرم شدن بیش اندازه فضاها جلوگیری کند و یا در زمستان به نور خورشید اجازه حداکثری برای عبور بدهد بدین



ترتیب هزینه گرمایش و سرمایش ساختمان به میزان چشمگیری کاهش یابد. تولید شیشه‌های با کیفیت تر و مقاومتر به کمک مواد نانو این امکان را به ما میدهد که از حجم کمتری از مصالح استفاده کنیم، شیشه‌های ضد آتش که با پوشش نازکی از نانومواد پف کنند به هنگام آتش سوزی پوشیده شده اند، ما را از دیوارهای حجیم و سنگین ضد آتش بی نیاز کرده اند، حتی به کمک نانومواد می توان از پدیده مه گرفتگی در زمستان که در جداره شیشه‌های معمولی روی میدهد جلوگیری کرد. به زودی به کمک نانوفناوری می توان شیشه‌هایی تولید کرد که جای پنجره‌های دوجداره و سه جداره را بگیرد و همه کارهایی که این نوع از پنجره‌های دوجداره و سه جداره انجام میدهند را تنها با یک جداره انجام دهد این یعنی کاهش استفاده از مواد و مصالح، سبک سازی ساختمان، کاهش هزینه ها و افزایش کارایی. تمامی موارد ذکر شده می تواند در راستای معماری پایدار، صیانت از محیط زیست و ذخیره منابع طبیعی برای نسل های آینده باشد.

12-3 نانو پوشش ها (نانو روکش ها)

نانو پوشش ها در صنایع مختلف کاربرد وسیعی یافته اند که ما در اینجا تنها به کاربرد این مواد نانو در معماری اشاره می کنیم. نخستین بهره برداری عملکردی از نانو پوشش ها، افزایش مقاومت مواد در برابر پوسیدگی و خوردگی است. البته کاربرد نانوروکش ها به همین جا ختم نمی شود، بلکه تغییر یا بهبود دیگر ویژگی ها از جمله ویژگی های مغناطیسی، الکتریکی، اپتیکی و اصطکاک؛ به طور کامل غیر قابل نفوذ شدن سطح مواد در برابر نفوذ مایعات و گازها و در نهایت ایجاد سیمایی تریبونی را نیز می توان از موارد کاربرد این دسته از مواد در صنعت ساختمان سازی برشمرد (گلابچی، 164).

همچنین از نانو روکش ها به عنوان ضد میکروب، خودتمیز شونده، ضد خش و محافظت در برابر اشعه ماوراء بنفش استفاده می کنند.

در معماری پوسیدگی فلزات و چوب و حتی آجرها هنگامی که در معرض رطوبت قرار می گیرند همواره معضل بزرگی بوده است که راه حل های مختلفی برای حل این مشکلات ارائه شده است، این راه حل ها یا خیلی پر هزینه هستند یا چندان کارساز نمی باشند. برای مثال استفاده از رنگ ها و ضد زنگ ها جهت جلوگیری از زنگ زدگی فولاد و فلزات از جمله راه حل هایی است که سال هاست مورد استفاده قرار می گیرد، اما این رنگ ها اولاً باید در چندین لایه مورد استفاده قرار بگیرند که این یعنی هزینه بیشتر و دوماً این نوع پوشش ها عاملی هستند برای آلودگی زیست محیطی چرا که پایه شیمیایی دارند، سوماً دوام چندانی ندارند و هر چند سال یکبار باید این پوشش ها را تازه کرد.

حسن نانو پوشش ها در اینست که دوام بیشتری دارند، در یک لایه بسیار نازک در حد نانو بر روی سطوح قرار می گیرند، پس مقدار بسیار کمتری مواد مصرف میشود. گاهی خود پوشش های معمولی عامل تخریب محسوب میشوند مانند سطوح چوبی که اگر با پوشش های معمولی پوشیده شوند ممکن است کیفیت اولیه خود را از دست بدهند، اما نانو روکش ها ضمن حفظ کیفیت اولیه چوب و سیمای چوب، هیچگونه ضرری به این ماده حساس نمی رساند، حتی نانو پوشش ها امکان تنفس برای چوب را فراهم می کنند و این به حفظ چوب در درازمدت کمک می کند .

ضد میکروب بودن نانو روکش ها در معماری استفاده وسیعی دارد از جمله در شیرآلات و سرویس های بهداشتی استفاده از نانو روکش ها هزینه حفظ و نگهداری این لوازم و سطوح را به شدت پایین بیاورد، استفاده از مواد ضد عفونی کننده مانند سفید کننده ها و کلرها که به شدت آلوده کننده محیط زیست مخصوصاً رودخانه ها و حتی آبهای زیرزمینی هستند را کاهش دهد ضمن اینکه کیفیت ظاهری شیرآلات و کاشی ها و سرامیک هم حسن دیگری است که نانوروکش ها به ارمغان می آورند. نانو روکش نقره و تیتانیوم به عنوان یک پوشش ضد میکروب عمل می کند همچنین در شیر آلات از نانو روکش نیکل جهت براقی و آسان تمیز شوندگی استفاده می کنند.

نانو روکش ها را میتوان به صورت چند لایه (فیلم) روی هم استفاده نمود که هر لایه کار خاصی انجام میدهد، برای مثال کدر نمودن شیشه ها تنها با فشردن یک دکمه یا جهت فیلتر نور و بدست آوردن رنگ دلخواه در شیشه ها. حسن نانو



روکش‌ها اینست که غیر ارگانیک بوده و در برابر اشعه ماوراء بنفش کیفیت خود را از دست نمی‌دهند و فاسد نمی‌شوند. پوشش‌های ضد خش و ضد سایش هم در معماری کاربرد وسیعی دارند، این نانو پوشش‌ها چه در فضاهای داخلی و چه در فضاهای خارجی که در معرض سایش مداوم قرار دارند می‌توانند بسیار کارساز باشند و هزینه نگهداری و تعویض این سطوح را بسیار پایین بیاورند. نانو پوشش‌های ضدخش و سایش به حفظ کیفیت و سیمای ظاهری محصولات و سطوح کمک می‌کنند، از نانو پوشش‌ها حتی می‌توان برای سطوحی که نیاز به اصطکاک دارند به عنوان ضد لغزش هم استفاده نمود، مثل سطوح سیدار مورد استفاده معلولین که باید اصطکاک لازم برای جلوگیری از لغزیدن را داشته باشد. در شهرها یکی از معضلات شهرداری پاک کردن دیوارها و ستون‌های برق از نوشته‌ها و پلاکاردهای تبلیغاتی است که هر سال هزینه هنگفتی را طلب می‌کند، نانو روکش‌ها در این مورد می‌توانند کمک شایانی به شهرداری بکنند، پوشش‌های ضد نوشتار نانو ضمن جلوگیری از زشت شدن سیمای شهری، هزینه پاکسازی این نوشتارها و پلاکاردهای تبلیغاتی را هم کاهش می‌دهد.

نانو رنگ‌ها هم محصول دیگری است که در معماری می‌تواند کاربرد وسیعی داشته باشد. رنگهای معمولی ضمن اینکه برای محیط زیست مضر هستند، در برابر اشعه ماوراء بنفش هم مقاومت چندانی ندارند و بعد از مدتی کیفیت و مقاومت خود را از دست می‌دهند. همچنین باید رنگ‌های معمولی را در چند لایه ضخیم به کار برد. نانو رنگ‌ها اما در برابر اشعه افتاب مقاوم هستند، به مرور زمان کیفیت و مقاومت خود را از دست نمی‌دهند، به صورت یک پوشش نازک در حد نانو مورد استفاده قرار می‌گیرند بنابراین هزینه‌ها را بسیار پایین می‌آورند. حتی می‌توان نانو رنگ‌های چند منظوره تولید کرد که هم ضد میکروب باشند هم ضد نم و رطوبت و هم ضد خش و نیز خود تمیز شوند، بنابراین استفاده از منابع طبیعی به شدت کاهش خواهد یافت و می‌توان به آن معماری پایداری که مد نظر هست نزدیکتر شد.

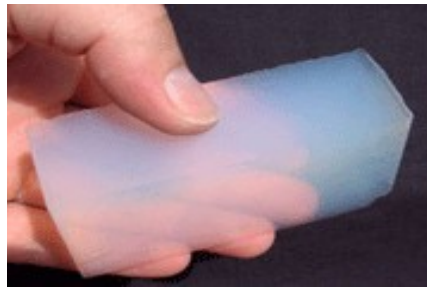
نانو چسب‌ها دیگر محصولاتی هستند که در معماری کاربرد دارند، از نانو چسب‌ها می‌توان برای چسباندن سطوح مختلف به هم دیگر استفاده کرد، نانو چسب‌ها مشکلات چسب‌های معمولی از جمله از دست دادن قدرت چسبندگی بعد از مدتی از دادن مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش، شکم دادن و غیره را ندارند، ضمن اینکه در یک لایه نازک تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. از نانو چسب‌ها برای چسباندن کاشی و سرامیک به دیوار یا کف می‌توان استفاده کرد که ضمن بدست آوردن فضای بیشتر به دلیل نازک بودن لایه چسباننده نسبت به سیمان، مصرف سیمان را نیز کاهش داد چرا که تولید سیمان همراه با آلودگی بسیار، مصرف انرژی فراوان و تخریب محیط زیست است.

12-4 نانو عایق‌ها

در صنعت ساختمان سازی سه گروه عمده عایق داریم که شامل عایق‌های حرارتی، عایق‌های صوتی و عایق‌های رطوبتی هستند. اگر به هر کدام از این دسته عایق‌های معمولی که سال‌هاست مورد استفاده قرار می‌گیرند، نگاهی دقیق بیندازیم مشکلات فراوانی خواهیم یافت از جمله عدم کارایی لازم، از دادن کیفیت و کارایی اولیه بعد از مدتی، حجیم بودن این عایق‌ها مخصوصاً عایق‌های صوتی و حرارتی، سمی بودن بعضی از این عایق‌ها مخصوصاً هنگام آتش سوزی، تولید همراه با تخریب طبیعت، عدم باز یافت بسیاری از این عایق‌ها و... در عایق‌های معمولی مخصوصاً عایق‌های صوتی و حرارتی ما ناچاریم برای رسیدن به خواسته‌ای که داریم ضخامت این عایق‌ها را افزایش دهیم، افزایش ضخامت یعنی اشغال فضای بیشتر معماری و نیز هزینه بیشتر تولید. عایق‌های رطوبتی معمولی که بیشتر قیر و گونی و اخیراً ایزوگام‌ها هستند در کنار بعضی از مصالح ساختمانی کارایی خود را از دست می‌دهند و یا فاسد شده و از بین می‌روند مانند تماس آهک با قیر و گونی. همچنین تولید و به کار گیری عایق‌های رطوبتی معمولی همراه با آلودگی هوا و تخریب محیط زیست است. زایکوسیل یک سد رطوبتی محصول نانو است که دوست محیط زیست هم می‌باشد و کارایی فوق العاده‌ای در نم بندی و سد رطوبتی دارد حلال آن پایه آبی بوده بنابراین آلودگی زیست محیطی ایجاد نمی‌کند.



نانو عایق ها می توانند همه مشکلات مورد اشاره را مرتفع کنند، کارایی بیشتری داشته باشند، فضاهای مطلوب تری را برای ما فراهم کنند. برای مثال آئروژل ها و آئروسل ها که به عنوان عایق های حرارتی مورد استفاده قرار میگیرند به صورت ورقه ها و پانل هایی تولید میشوند که به راحتی مورد استفاده قرار میگیرند بسیار نازکتر از عایق های معمولی هستند و حتی می توانند نور را هم از خود عبور دهند یکی از این عایق ها آئروژل ها هستند که ساختاری نانو دارند .



شکل 15: آئروژل [وبسایت شرکت دانش بنیان هسته]

آئروژل ها از موادی خاص به شمار میروند خواص خیره کننده ای در مقابل حرارت نشان می دهند. آئروژل ها را می توان به عنوان موادی با پایین ترین چگالی نسبت به هر ماده شناخته شده دیگر تعریف کرد. این مواد بسیار سبک با ساختار نانو می باشند(آئروژل-چپست hasteci.ir/). آئروژل ها همچنین می توانند به عنوان عایق صوتی همان کارایی را داشته باشند ، این عایق ها قطعاً بسیار نازکتر از عایق های صوتی معمولی هستند و فضای کمتری اشغال می کنند.

12-5 نقش نانوفناوری در بتن

از روزی که معماران توانستند از بتن (مخلوطی از خرده سنگ و آهک پخته) برای ساخت گنبد معبد پانتئون بهره ببرند همواره در این فکر بودند که بتوانند ماده ای تولید کنند که بکارگیری آن آسان باشد، مواد اولیه آن به وفور یافت شود و مقاومت و سختی کافی برای ساختمان در طول دوره بهره‌برداری از آن ساختمان را داشته باشد، سرانجام در تاریخ 21 اکتبر 1824 جوزف اسپیدن انگلیسی سیمان به شکل امروزی را کشف کرد (ویکیپدیا فارسی).

بتن یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی است، امروزه حتی آسمانخراش ها را هم می توان از بتن ساخت. بتن ماده ای است که به کارگیری آن راحت و آسان است . مواد اولیه بتن در طبیعت به وفور یافت میشود و مقاومت و سختی بتن پس از 28 روز به حد کافی برای بارگذاری میرسد. بتن شکل پذیر است و به راحتی با ساخت قالب می توان آن را به اشکال مختلف درآورد. تولید بتن حدود 6 میلیارد تن در سال است (گلابچی، 253) . اما به کارگیری بتن در ساختمان مشکلاتی نیز در پی دارد، اولاً اینکه مقاومت بتن نسبت به مصالحی مانند فولاد بسیار کمتر است مخصوصاً مقاومت کششی بتن بسیار ناچیز است. ترک های ریزی که در بتن ایجاد میشود به مرور بر اثر نفوذ آب و رطوبت می تواند باعث متلاشی شدن ساختمان گردد. برای اینکه به مقاومت مورد نظر خود برسیم ناچاریم اعضای بتنی (مثلاً تیر و ستون ها) را بسیار ضخیم در نظر بگیریم که این امر منجر به افزایش هزینه، افزایش مصرف مواد و مصالح، کوچکتر شدن فضاهای معماری که امروزه به دلیل کمبود زمین و ارزشمند شدن زمین برای ساخت مسکن هر سانتی متر از فضا برای ما اهمیت پیدا می کند، می شوند. در تیر و ستونها نمی توان به تنهایی از بتن استفاده کرد و باید از بتن مسلح استفاده کنیم که استفاده از فولاد در بتن باز مشکلاتی در پی خواهد داشت. تولید سیمان انرژی بر است و نیز به شدت به محیط زیست آسیب وارد می کند بتن قابل بازیافت نیست و هنگام تخریب یک ساختمان تبدیل به نخاله ساختمانی می شود. بنابراین دانشمندان در صدد اصلاح معایب بتن هستند و برای این منظور از نانوفناوری کمک می گیرند. هرچه مقاومت فشاری و کششی بتن افزایش یابد قطعاً



می توان ساختمان های بلند با اعضای لاغرتر ساخت که این مهم در هم در هزینه تمام شده تاثیر خواهد گذاشت و هم در حفظ و صیانت از منابع طبیعی.

بر پایه مطالعه انجام شده توسط مورنو استفاده از بتن با مقاومت فشاری 41 مگاپاسکال، در ستون های طبقات پایین یک ساختمان تجاری 23 طبقه، نیازمند ستونی به ابعاد 865 میلی متر مربع، با هزینه ای معادل 9/9 دلار به ازای هر متر مربع است. حال آنکه استفاده از بتن دارای مقاومت 83 مگاپاسکال، به ما این امکان را می دهد که مساحت ستون را تا 610 میلی متر مربع با هزینه 5/6 دلار به ازای هر متر مربع کاهش دهیم (گلابچی، 19).

از جمله مواد نانو که به بتن افزوده می گردند، نانوسیلیس ها هستند. با استفاده از نانو ذرات سیلیس می توان میزان تراکم ذرات را در بتن افزایش داده که این به افزایش چگالی میکرو و نانو ساختارهای تشکیل دهنده بتن و در نتیجه ویژگی های مکانیکی می انجامد. همچنین افزودن مقدار کمی نانولوله های کربنی مقاومت فشاری و خمشی بتن را بهبود می بخشد. ترک های ریزی که در بتن ایجاد می شود می تواند منجر به تخریب سازه گردد. محققان در دانشگاه ایلینویز مطالعاتی انجام داده اند تا بتوانند به بتن کپسول هایی که حاوی مواد ریز است بیفزایند که حالت خود ترمیمی دارد و از گسترش ترکهای ریز در بتن جلوگیری می کند. استفاده از نانولوله های کربنی در ماتریس سیمان موجب می شود ویژگی های مکانیکی ماده کامپوزیت متشکل از خمیر سیمان و نانولوله کربنی (و از همه مهمتر مقاومت کششی و مقاومت در برابر ترک خوردگی) ازتقاء پیدا کند.

همچنین نانو پوشش ها می توانند به عنوانی سدی در مقابل یون های کلرید که عامل تباهی بتن است و نیز نم و رطوبت عمل کنند و از بتن در برابر این عوامل مخرب محافظت نمایند. نانو الیاف ها نیز از دیگر افزودنی های بتن می باشند که موجب ارتقای مقاومت فشاری بتن به میزان 440 درصد میشوند، همچنین نانو الیاف ها هم از ترک خوردگی بتن جلوگیری می کنند. نانو لوله های کربنی و نانو الیاف ها 1000 بار از فولاد محکمترند در حالی که یک ششم فولاد وزن دارند (گلابچی، 261).

به طور خلاصه با استفاده از افزودنی های نانو به بتن، استفاده از سیمان مخصوصاً در پروژه های بزرگ کاهش خواهد یافت، ساختمانها با دوام تر و مستحکم تر خواهند شد، در هزینه ها صرفه جویی میشود، کیفیت فضاهای معماری بهبود خواهند یافت و ممکن است در آینده به کمک نانو فناوری بتن به راحتی بازیافت شود که همه اینها در راستای معماری پایدار، حفظ محیط زیست و منابع طبیعی است.

12-6 نانو فناوری و فلزات

فولاد از جمله مصالحی است که اوایل قرن بیست وارد صنعت ساختمان سازی شد و تحول شگرفی در این صنعت ایجاد نمود. تا قبل از استفاده از فولاد در ساختمان سازی، تعداد طبقات محدود بود و نهایتاً 16 طبقه با مصالح سنتی و دیوار باربر ساخته شد. اما ورود فولاد به ساختمان سازی منجر به ساخت ساختمان های بلند مرتبه شد. هم اکنون هم فولاد از مهمترین مصالح ساختمان سازی است که به مدد آن آسمان خراشهای زیادی در جهان ساخته شده است. اما استفاده از فولاد مشکلاتی نیز به همراه دارد از جمله: خوردگی، جوش پذیری کم مخصوصاً در فولادهای سخت، هزینه زیاد تولید و نگهداری فولاد در طی دوران بهره برداری و شکل پذیری فولاد. نانوفناوری می تواند در زمینه تولید فولادهای بسیار مقاوم هم در برابر فشار و کشش و هم در برابر عوامل مخرب فولاد مانند خوردگی و نیز تولید فولادهایی با قابلیت جوش پذیری زیاد به کمک این صنعت بشتابد. فولاد MMFX محصول شرکتی به همین نام با اصلاح نانو ساختارهای مسلح کننده فولاد توانسته اند کیفیت و مقاومت این فولاد را بهبود بخشند. این فولاد توسط پرفسور مصالح شناس گرث توماس در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی کشف شد. این فولاد قابلیت ضد زنگی شبیه به فولاد معمولی دارد، اما با هزینه ای به مراتب کمتر از ضد زنگ کردن فولاد به روش معمول، تولید میشود. مقاومت بیشتر، شکل پذیری بالاتر و مقاومت بیشتر در برابر خستگی منجر



به کاهش هزینه های ساخت و مراقبت از فولاد در نواحی که خطر خوردگی دارد شده است. مواد نانوی زیادی برای جلوگیری از خوردگی فولاد وجود دارند از جمله: نانوکبالت فسفری که بصورت آبکاری روی فلزات استفاده میشود. روکش های نانوکامپوزیتی متشکل از کاربید سیلیسیوم و نیکل و اکسید آلومینیوم و نیکل بیشتر برای فولاد نرمه و پوشش های پل-سول متشکل از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم یا نانو فیلم های پلی اکرولیت، اغلب به صورت چند لایه برای فولاد ضد زنگ استفاده میشود. همچنین از روکش های پلیمری یا سرامیکی هم استفاده میشود (گلابچی، 308).

اضافه نمودن نانو ذرات مس به فولاد از ناهمواری های سطحی فولاد می کاهد و در نتیجه تعداد عوامل افزایش دهنده تنش و در نهایت ترک خوردگی های ناشی از خستگی سازه هایی مانند پل ها و برج ها، که در آن ها بارگذاری به طور متناوب انجام گیرد را محدود می سازد (محمد نیک کار، 1395).

استفاده از نانومواد در تولید فولاد، منجر به تولید فولادهای مقاوم از هر نظر می گردد، بنابراین همانطور که در مبحث بتن اشاره شد، افزایش مقاومت فشاری و کششی به لاغرتر شدن اعضای معماری می انجامد و این لاغرتر شدن برابر است با کاهش مصرف فولاد و کاهش هزینه تولید و کاهش بهره برداری از منابع طبیعی، کاهش هزینه نگهداری در زمان بهره برداری، که همه این مسائل در راستای پایداری زیست محیطی می باشد.

13- نتیجه گیری

برای دست یابی به معماری پایدار و حفاظت از محیط زیست ضروری است از فناوری های نوین در صنعت ساخت و ساز استفاده گردد. مواد و مصالح نوین که بسیاری از آنها در راستای صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست، به بازار عرضه شده اند می توانند ما را به اهداف توسعه پایدار نزدیکتر سازند. موادی که بصورت یک لایه در حد نانو بر روی شیشه و کاشی و سرامیک و هر سطح دیگر قرار می گیرند قادرند بصورت خودتمیز شوند و آسان تمیز شوند استفاده بی رویه از مواد تمیز کننده و پاک کننده های شیمیایی که برای محیط زیست مضرند را کاهش دهند، نانو لایه های ضد میکروب محیطی تمیزتر برای ما به ارمغان می آورند و باعث میگردند که استفاده از مواد شیمیایی ضد عفونی کننده مخصوصاً در بیمارستانها و مراکز درمانی کاهش یابد که به تبع آن پسماندها و فاضلابهای بیمارستانی از مواد شیمیایی خطرناک پاک خواهند شد و این میتواند تاثیر بسزایی در تصفیه این فاضلاب ها و پسماندها داشته باشد. همچنین نانوپوشش ها چه به عنوان نانوفیلم و چه به عنوان نانو رنگ ها قادر هستند تا از مواد و مصالح ساختمانی در برابر اشعه مخرب ماوراءبنفش محافظت کنند و عمر مفید این مواد و مصالح را چندین برابر افزایش دهند. نانو مواد به هوشمند شدن مواد و مصالح منجر میشوند مانند نانو کپسول هایی که به بتن افزوده میشوند و ترک های ریز در بتن که عامل تخریب بتن هستند را ترمیم می کنند. همچنین نانو موادی مانند نانو لوله های کربنی باعث افزایش مقاومت فشاری و کششی مواد و مصالح مخصوصاً بتن و فولاد میگرددند و باعث می گردند با اعضای لاغرتر به اهداف فشاری و کششی بیشتری دست پیدا کنیم و استفاده از منابع طبیعی را کاهش دهیم. محافظت از ساختمان در طول دوران بهره برداری می تواند هزینه های سنگینی در پی داشته باشد و انرژی فراوانی مصرف کند، نانو مواد کمک می کنند تا ساختمان ها در طی دوران بهره برداری به خدمات کمتری نیاز داشته باشند و از این راه هزینه و انرژی فراوانی ذخیره کرد. در واقع نانو مواد استفاده بهینه از مواد و مصالح را موجب میگردند، عمر مفید مواد و مصالح را افزایش میدهند، برداشت از منابع طبیعی و انرژی های تجدیدناپذیر را کاهش میدهند. استفاده دوباره از مواد و مصالح و بازیافت دوباره و چند باره را ممکن می سازند که قطعاً بازیافت و استفاده دوباره از مواد و مصالح می تواند منجر به کاهش فشار بر منابع طبیعی و محیط زیست گردد.

فهرست منابع



- بهلولی اول، نورمحمد (1392)، انرژی‌های نو راهی به معماری پایدار، تهران، پرنیان اندیشه.
- نیک کار، محمد "نانوفناوری در معماری و تاثیر آن بر پایداری زیست محیطی"، چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در مهندسی علوم و تکنولوژی، آتن، یونان، 25 شهریور 1395.
- فرانسیس، دی. کی. چینگ، و ایان ام، شاپیرو، ترجمه، محمد رضا افضلی (1394)، اصول طراحی ساختمان سبز- معماری و تاسیسات، ناشر یزدا.
- صفرزاده شهری، فهیمه (1391)، «ارزیابی نقش فن آوری نانو در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان با رویکرد مفهومی معماری پایدار». دومین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.
- عباسی، سجاد، صادقپور سعیده، انتظار ریحانی، ناصر، "تاثیر مصالح نوین و هوشمند در کاهش مصرف انرژی با رویکرد معماری پایدار"، چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در عمران، معماری و شهرسازی، بارسلون اسپانیا، 23 مهر 1395.
- گلابچی، محمود. تقی زاده، کتابون. سروش نیا، احسان (چاپ دوم 1391)، دانشگاه تهران، موسسه انتشارات.
- گرجی مهبلانی، یوسف و یاران، علی (1389)، "راهکارهای معماری پایدار گیلان به همراه قیاس با معماری ژاپن". مجله هنرهای زیبا، شماره 41.
- کاربرد فناوری نانو در تکمیل خودتمیزشونده منسوجات (جلسه اول) - (<http://edu.nano.ir/paper/385>) معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری.
- عکس-وحشتناک-ماهواره-ای-از-مقایسه-تخریب-زمین-<https://www.irinn.ir/fa/news/84798/15>
- (<http://www.hasteco.ir/> چیست؟ - آئروژل - شرکت دانش بنیان هسته ای)
- Johansen John M. (2002). *Nanoarchitecture, A New Species of Architecture*, New York: Princeton Architectural Press.
- Rogers, Richard (2005), Action for Sustainability, JA (Japanese Architecture), No. 60, p.129.
- <http://fa.wikipedia.org>