

تکنولوژی نانو و جلوگیری از اتلاف انرژی در معماری

رضا بهامین^{۱*}

۱- کارشناسی ارشد معماری- معماری دانشگاه هنر اسلامی تبریز

چکیده

یکی از دلایل گرم شدن کره ی زمین مصرف انرژی در ساختمان هاست. از توانایی های معماری، پاسخ دادن به نیازهای در حال رشد کاربران می باشد. به همین منظور، معماری هوشمند به عنوان یکی از راهکارها می تواند مورد توجه قرار گیرد، چرا که یک محیط هوشمند، هم به نیازهای عملکردی و فضایی کاربران پاسخ میدهد، هم ارتباط موثری نیز با محیط اطراف ایجاد کرده و حرکتی به سوی کاهش مصرف انرژی در نهایت، نهادینه کردن توسعه پایداری در جهت استفاده از انرژی پاک در معماری می باشد. امروزه مطالعات و تحقیقات گسترده ای در زمینه انرژیهای پاک و تجدید شونده صورت پذیرفته است. در این بین فناوری نانو مواد جایگاه مهمی را در این عرصه اشغال نموده که در پی آن به دستاوردهای مهمی نیز نائل گردیده است. در ابتدا جنبه های علمی موضوع، مورد بررسی قرار میگیرد و با جستاری در مبانی و مفاهیم پایدار معماری، ارتباط این مفاهیم با معماری روشن میگردد و در آخر به معرفی ویژگیها و افقهایی که پیش روی معماران و طراحان خانه در آینده است میپردازیم. لازم به ذکر است که فناوری نانو نیز مانند همه فناوریها و پیشرفتهای علمی بشر از دو روی سکه برخوردار است: روی مثبت و روی منفی. بدیهی است هر چه قابلیتها و تواناییهای یک فناوری بیشتر باشد، اهمیت کنترل و بکارگیری آن در جهت ارتقاء زندگی بشر نیز مهمتر خواهد بود. هدف از نگارش این مقاله معرفی تکنولوژی نانو به عنوان یک فناوری رو به رشد برای کمک به بهینه سازی خانه از لحاظ انرژی است که در صورت استفاده از چنین فناوری میتوان بطور قابل ملاحظه ای از کار کردن تجهیزات مکانیکی سرمایشی و گرمایشی در ساعات اوج مصرف کاست.

واژه های کلیدی: نانو تکنولوژی، نانو مواد، انرژیهای تجدید شونده و پاک، نانو معماری

۱- مقدمه

به طور کلی مصالح ساختمانی طبیعی از دیگر مصالح ساختمانی سالمتر هستند. ولی نبود کارایی فنی مصالح ارگانیک اغلب در انتخاب فرآورده های تولید توسط معماران تاثیر میگذارد. اگرچه مصالح سنتی، تا حدی به علت کارآرایی و شکل دهی ضعیف واقع شده اند، اما اغلب به عنوان نتیجه ای از سلامت قطعیشان دوباره مورد توجه قرار میگیرند. البته آنها دوباره رایج شده اند و فناوری نوین برای استفاده از آنها به روشهای جدید توسعه یافته است. یکی از این روشها، استفاده از فناوری نانو می باشد، فناوری نانو در حال حاضر پیشرفته ترین فناوری بشر است و اهمیت آن با توجه به مبحث انرژی پاک و پایدار بیشتر هم خواهد شد دانش معماری زمینه های استفاده از نوآوریهای فناوری را به منظور رسیدن به سازمانی ماندگار و پویا و متناسب با عصر اطلاعات فراهم میکند. و همانطور که می دانید مقوله کاهش میزان مصرف انرژی در چند دهه اخیر ذهن دانشمندان و دستداران محیط زیست را به خود مشغول داشته و آنان را بر آن داشته تا در این زمینه به تحقیقات بسیاری دست زنند. آنچه که تاکنون شاهد آن بودیم رشد سریع تحقیقات علمی و عملی علوم و فنون نانو در کلیه علوم و صنایع همانند علوم مهندسی، علوم پزشکی، علوم پایه، علوم زیست محیطی و ... است که نتایج قابل توجهی را نیز به بار آورده است این علم با کنترل مواد در مقیاس مولکولی، گشایش اسرار طبیعت در تمام عرصه ها را نوید میدهد. از جمله دستاوردهای فراوان این فناوری، کاربرد آن در تولید، انتقال، مصرف و ذخیره سازی انرژی با کارایی بالا و کاهش آلودگیهای زیست محیطی است که تحول شگرفی را در این زمینه ایجاد میکند. از طرفی هم با استفاده از علم نانو بسیاری از خواص یک ماده از قبیل رنگ، استحکام و شکنندگی قابل

کنترل می‌گردد. امکان تهیه مصالح مناسب و با ویژگیهای مورد نظر، در بخشهای مختلف ساختمان و تاسیسات و تجهیزات سرمایی و گرمایی وابسته به آن با توجه به نیازها و خواسته های ما، برای کاهش مصرف انرژی به صورت مستقیم و غیر مستقیم نقش بسزائی خواهد داشت.

اما کاربردهای این پدیده در صنعت ساختمان و بطور عمده ساخت و ساز آن طور که باید و شاید صورت نگرفته است. هرچند اخیراً با توجه به تقویت کننده ها و استحکام دهنده های نانویی در مصالح ساخت و ساز موج جدیدی با شتاب فزاینده ای صنعت ساخت و ساز را در بر گرفته است. از همین رو میبایست اهمیت علم نانو در معماری و صنعت ساخت و ساز بسیار جدی گرفته شود.

۲- تعریف نانو:

اصطلاح نانو از واژه ی یونانی Nanos (که در لاتین ، Nanus نوشته می شود) مشتق شده و به معنای کوتوله است. عبارت نانو پیشوندی است مانند سایر پیشوندها که در ابتدای واحدهای سنجش اندازه مانند ثانیه، متر و غیره می آیند. بنابراین نانو نیز مانند دیگر پیشوند ها نظیر سانتی، دسی، دکا، کیلو، مگا و غیره بیانگر یک مقیاس است و یک نانومتر (nm) به معنای یک میلیاردم متر یا ۱۰ آنگستروم است این اندازه برابر ابعاد پنج اتم است. (۱) حال برای درک بهتر این مقیاس مثالهایی ذکر میشود: یک مولکول آب دارای قطری حدود یک نانو متر است. قطر یک نانو لوله تک لایه ۱،۲ نانومتر است. کوچکترین ترانزیستورها ۲۰ نانومتر هستند. مولکول دی ان ای ۲،۵ نانومتر پهنا دارد و پروتئینها بین ۱ تا ۲۰ نانومتر هستند. (۲)

۳- فناوری نانو

با گسترش روزافزون جمعیت و افزایش میزان ساخت و ساز و همچنین بدلیل محدود بودن منابع و مصالح مصرفی، تقاضا برای استفاده از مصالح جدید در صنعت ساختمان افزایش پیدا کرده است. تلاش در جهت پیدا کردن راه هایی برای اصلاح کیفیت، افزایش کارایی مصالح و کاهش مصرف ماده خام و انرژی، موجب استفاده از فناوری های نوین در این صنعت شده است. فناوری نانو به عنوان یک فناوری کلیدی و بین رشته ای فرصت های زیادی را در جهت تقویت رقابت در صنعت ساخت و ساز سریع تر و منعطف تر، مطلوب تر، پایدار تر و مقرون به صرفه تری را فراهم کرده است و زمینه های کاربردی این فناوری، تقریباً در تمام بخش های ساختمان نظیر اسکلت، طراحی نما، مهندسی ساختمان و طراحی داخلی را شامل میشود. کنترل خواص مواد در مقیاس نانو و نیز کنترل اثرات فیزیکی و شیمیایی مربوطه، تولید مصالح ساختمانی چند منظوره با کارایی بالا را ممکن میسازد که این امر باعث ایجاد ارزش افزوده، افزایش دوام کیفیت و پایداری محیط زیست می شود. (۳) نانو تکنولوژی نامی است که به یک نوع فناوری تولیدی اطلاق میگردد. همانطور که از نامش پیداست زمانی محقق میشود که توانایی ساختن اشیاء از اتمها وجود داشته باشد و در اینصورت توانایی آرایش دوباره مواد با دقت اتمی را بوجود میآورد. (۴) نانو تکنولوژی توانایی کار کردن در تراز اتمی، مولکولی و فراتر از آن در ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر، با هدف ساخت و دخل و تصرف در چگونگی آرایش اتمها و مولکولها و با استفاده از مواد، وسایل و سیستمهایی با تواناییهای جدید میباشد. در این مقیاس واکنشها سریعتر و بهتر صورت میگیرد و محصولات پایدارتری نیز به وجود میآیند.

۴- تایخچه فناوری نانو

امکان مهندسی در مقیاس مولکولی برای اولین بار توسط ریچارد فاینمن برنده جایزه نوبل فیزیک مطرح شد. فاینمن طی یک سخنرانی در انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا در سال ۱۹۵۹ اشاره کرد که اصول و مبانی فیزیک امکان ساخت اتم به اتم چیزها را رد نمیکند. وی اظهار داشت که میتوان با استفاده از ماشینهای کوچک ماشینهایی به مراتب کوچکتر ساخت و سپس این کاهش ابعاد را تا سطح خود اتم ادامه داد. همین عبارتهای افسانه وار فاینمن راهگشای یکی از جذابترین زمینه های نانو تکنولوژی یعنی ساخت روباتهایی در مقیاس نانو شد. در واقع تصور در اختیار داشتن لشکری از نانو ماشینهایی در ابعاد

میکروب که هر کدام تحت فرمان یک پردازنده مرکزی هستند، هر دانشمندی را به وجد میآورد. در رویای دانشمندان مثل جی استورس هال و اریک درکسلر این روباتها یا ماشینهای مونتاژکن کوچک تحت فرمان پردازنده مرکزی به هر شکل دلخواهی در می آیند. (۵)

۵- تعریف نانو تکنولوژی و مورد استفاده در معماری

نانو تکنولوژی به مواد و سیستم هایی مربوط می شود که ساختار و اجزای آن ها به دلیل ابعاد نانومتری، خواص، پدیده ها و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، رفتار جدید و بهتری را نشان می دهد. در واقع تغییرات مهم رفتاری را نمی توان صرفاً ناشی از کاهش فوق العاده ابعاد دانست، بلکه پدیده های ذاتی و جدید حاکم بر مقیاس نانو همچون محدودیت اندازه و اعتبار بی چون و چرای پدیده های رابط و مکانیک کوانتومی را باید دلایل اصلی به شمار آورد. (۱)

نانو تکنولوژی هم اکنون، در بردارنده مصالح جدید در سطوح پیشرفته به لحاظ انرژی، نور، امنیت، حفظ و هوشمندی است. پوششها، پانلها و عایق، حتماً این مراحل اولیه در جهان نانو تکنولوژی نیز زمینه را برای تغییر ماهیت بنا و نمای ظاهری آن فراهم ساخته است. در افقهای میانی، تولید نانولوله های کربن و سایر پیشرفتهای در مصالح، مواد، تغییر عملکرد و طراحی سازه ها را با خود به همراه داشت، تفکیک کامل میان ساختار، ورقه ها و، زمینه را برای اصلاح نقشمندی مصالح، در اسکلت ساختمانی بخشهای درونی فراهم ساخته است.

۶- فناوری نانو در ساختمان

از راه یافتن فناوری نوظهور نانو به گستره مهندسی ساختمان مدت زیادی نمیگذرد و نخستین مطالعات در زمینه کاربردهای نانو فناوری در صنعت ساختمان، به دهه ۱۹۹۰ میلادی باز میگردد. از آن زمان تا کنون، فناوری نانو گسترش روزافزونی در معماری و مهندسی ساختمان داشته است. عایقهای بهتر، بتنهای توانمندتر، شیشه های خود تمیزشونده، نانو پوششها، رنگها و چسبهای نانو، بنیان و دیگر مصالح از این نوع، علاوه بر چند عملکرد بودن، از امتیازات و ویژگیهای کاربردی بیشتری برخوردارند. سال ۱۹۸۵ طلوعه ظهور فناوری نانو در معماری بود، هنگامی که معمار بزرگ و چیره دست، ریچارد باکفینستر فولر به کمک سه دانشمند دیگر اتمهای کروی کربن در ابعاد ۱ نانومتر (یک میلیونم میلیمتر) را به دنیا معرفی کرد. از آن به بعد این اتمها را به افتخار ریچارد باکفینستر فولر (باکی بال) نامیدند. (۶) باکی بالها را میتوان شبیه به توپهای فوتبال سیاه و سفید قدیم تصور کرد. ستاره های درخشان امروز در کرانه پهناور، نانو فناوری، لوله های کربنی (CNT) ها هستند که به اختصار، نانو لوله نامیده می شوند. شاید بتوان مهمترین کمک فناوری نانو در عرصه مواد و مصالح ساختمانی را کمک به مصرف مواد اولیه و انرژی کمتر برشمرد. از نظر اقتصادی و از منظر مسائل زیست محیطی استفاده از مواد همچنین نیروهای وارد بر آنها و محاسبه مقاومت مورد نیاز در طراحی و همچنین دیگر جنبه های مرتبط با ساخت و مدیریت عملیات ساختمانی هم تغییرات زیادی ایجاد شده و خواهد شد (۲) شناخت بیشتر و پیشرفت های نان ساختار، روشهای سنتی تولید و کاربرد مصالح و عناصر ساختمانی را متحول کرده است. بر اساس نتایج منتشر شده از مطالعات در ده زمینه کاربردی فناوری نانو در پیشرفت دنیا، صنعت ساختمان در جایگاه هشتم قرار دارد. (۲)

۷- موارد استفاده از مصالح جدید و فناوری نانو در کاهش انرژی در ساختمان

مبنای مواد عایق، بر دارا بودن تعداد زیادی از حفرات است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه دارند. مواد عایق، از خاصیت رسانش پایین هوا استفاده کرده و جلوی جریان آزاد هوا را می گیرند. بنابراین چگالی این مواد از اهمیت بالایی برخوردار است. هر چه چگالی کمتر باشد، هوای بیشتری درون ماده محدود شده و در نتیجه خاصیت عایق بندی آن افزایش می یابد.

۸-۱- نانو مواد به عنوان روکش عایق حرارتی

یکی از شاخه های کاربردی فناوری نانو در صنایع مختلف پوششهای نانویی است. نانوپوششها یکی از کاربردهای اصلی فناوری نانو در صنعت ساختمان هستند (۷) صنعت ساخت و ساز این قابلیت را دارد که از فناوری نانو به منظور کاهش هزینه های ساخت و تعمیر و نگهداری و کاهش هزینه های انرژی استفاده نماید مبنای مواد عایق، بر دارا بودن تعداد زیادی از حفرات است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه دارند. مواد عایق، از خاصیت رسانش پایین هوا استفاده کرده و جلوی جریان آزاد هوا را می گیرند. بنابراین چگالی این مواد از اهمیت بالایی برخوردار است. هر چه چگالی کمتر باشد، هوای بیشتری درون ماده محدود شده و در نتیجه خاصیت عایق بندی آن افزایش می یابد. نانو پوششها گونه ای از لایه های نازک هستند که یا ابعاد آنها در حد نانو است و یا زمینه ای دارند که در آن ذرات ریز در حد نانو پراکنده شده اند و خواص ویژه ای به آنها میبخشند. استفاده از نانو پوششها در نمای داخلی و خارجی بناها در اقلیم سرد و کوهستانی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نانو پوششهای ساختمانی باعث دفع آب شده و جذبی کثیفی را به حداقل میرسانند، نمای ساختمان را در مقابل اشعه مضر 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.

۸-۲- شیشه های خود تمیز شونده

مقاوم در برابر آتش و کنترل کننده انرژی که در نتیجه موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

۸-۳- رنگ نانو عایق

به جرات میتوان گفت پوشش رنگ نانو، عایقترین ماده شناخته شده در جهان میباشد که مانند یک سد حرارتی از هرسه راه انتقال حرارت (رسانش-همرفت-تابش) جلوگیری میکند؛ به عبارتی دیگر رنگ نانو عایق با بهره گیری از فناوری نانو توانسته در عین برآورده ساختن مسائل زیست محیطی- انجام عایق کاری حرارتی با پوشش لایه نازک را به همراه خاصیت ضد باکتری و کپک و قارچ، یکجا به ارمغان آورد. سطحی که به وسیله رنگ نانو عایق، رنگ آمیزی گردیده است. از تونلهای نانو متری درهم رفته تشکیل شده است. دیواره این تونلها بسیار ریز هستند و هدایت بسیار کمی در مقابل حرارت نشان میدهند. درست مانند موادی که در ساخت سایر عایقها به کار میروند با این تفاوت که رنگ نانو عایق تونلهای بسیار نازک و نانومتری دارد و میتواند نسبت به سایر عایقها در برابر انتقال حرارت مقاومتر باشد. (۸) در حال حاضر روشهای زیادی برای عایق کاری وجود دارد. برای مثال، پشم شیشه ارزان است و کاربرد آسانی دارد؛ اما مطابق تحقیقات صورت گرفته پشم شیشه ۴۰ تا ۷۰ درصد کارایی خود را در اولین سال پس از نصب به علت حضور رطوبت و آلودگی محیطی از دست میدهد. زیرا که فضاهای خالی در آن به جای هوا از رطوبت و یا عوامل دیگر پر میشوند و خاصیت عایق بودن خود را در مقابل حرارت از دست میدهد. این در صورتی است که رنگ نانو عایق به دلیل ساختار به شدت آگریز دارای خاصیت ضد خوردگی نیز میباشد و تنها محصولی در جهان است که این دو خاصیت یعنی عایق بودن و ضد خوردگی را همزمان دارد. موارد مصرف:

الف- آبنندی و ایزولاسیون رطوبتی کف بامها، نمای ساختمانها و سرویسهای بهداشتی

ب- قابل اجرا بر روی ایزوگامها و آسفالتهای قدیمی بدون نیاز به اجرای مجدد آسفالت و یا ایزوگام

پ- ایزولاسیون فونداسیون آثار باستانی و سطوح در تماس با خاک

ت- آبنندی و رنگ آمیزی قسمتهای در تماس با رطوبت

۸-۴- نانو پودرها

نانو پودر در جهت دفع و هدایت اشعه ها کارایی بسیاری در ساختمانها دارند. این مواد میتوانند ترکیباتی با رنگها و یا مصالحی با چگالی بالا درست کنند که نتایج بهتری نیز حاصل میشود. (۹) که با استفاده از پودرها در مصالح به کار رفته در اقلیم سرد و کوهستانی میتوان در مصرف انرژی صرفه جویی کرد.

۸-۵- شیشه های نازک

عایق، با مقاومت و سختی بسیار بالا و هوشمند در مقابل تغییرات جوی.

۸-۶- درزبندهای نانو

تاثیر مواد مانع شدن از عبور مایعات و گازها و جلوگیری از اتلاف انرژی و یکپارچگی و یکدستی درزبند است.

۸-۷- مواد نانو متخلل

در این مواد چون ابعاد فرها کاهش پیدا میکند، سطح نسبی حفره ها بطور چشمگیری افزایش مییابد. در پلیمرهای متخلل معمولی، اندازه کوچکترین حفره ها، حدود یک میکرون است، اما این ابعاد در پلیمرهای نانو متخلل به صد نانومتر و حتی کمتر میرسد. شاهد افزایش بسیار زیاد سطح نسبی حفره ها خواهیم بود. با افزودن رنگدانه های(دوده و کربن) که در طیف فرسرخ فعالاند به عایقهای پلیمری سنتی، انتقال حرارتی از راه عایق، پیش از پیش کاسته شد. با توزیع یکنواخت رنگدانه ها در جداره سلولی ماده عایق تا ۵۰ درصد از تشعشع گرمایی از راه ماده، کاسته میشود. بیشینه کاهش انتقال حرارتی با ظهور نانوفومها میسر شد. (۹)

۸-۸- نانو کامپوزیت پلیمری

موادی هستند که یک ماده پلیمری و یک ماده تقویت کننده تشکیل شده اند. حضور ذرات و الیاف در ساختار نانو کامپوزیت ها معمولا باعث ایجاد استحکام در ماده ی پایه می شود. در واقع هنگامی که ذرات و یا الیاف درون یک ماده ی پایه توزیع شوند. نیروهای اعمال شده به کامپوزیت به طور یکنواختی به ذرات یا الیاف منتقل می شود. با توزیع مواد پرکننده درون ماده پایه، خصوصیتی نظیر استحکام، سختی، خواص تریبولوژیکی و تخلخل تغییر می کند. ماده ی پایه می تواند ذرات را به گونه ای از هم جدا نگه دارد که رشد ترک به تاخیر افتد. نانو کامپوزیت های پلیمری عموما دارای استحکام بالا، وزن کم، پایداری حرارتی بالا، رسانایی الکتریکی بالا و مقاومت شیمیایی بالایی هستند. با افزودن درصد کمی از نانوذرات به یک پلیمر خاص استحکام کششی، استحکام تسلیم و مدول یانگ افزایش چشمگیری می یابد. (۱۰)

۸-۹- بتن های ساخته شده از فناوری نانو

که مقاوم در برابر آتش و کنترل کننده انرژی هستند و در نتیجه منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی می شوند.



شکل ۱: بتن ساخته شده از فناوری نانو (۱۳)

۹- دستاوردهای نانو تکنولوژی در معماری پایدار

۱. یک ساختمان در زمان ها و مکان های مختلف می تواند رفتارهای متفاوتی از خود نشان دهند.
۲. سخت و غیر قابل انعطاف و یا نرم و سیال.
۳. تئوری های شناخت مواد به طور کلی دگرگون می شوند.
۴. مصالح، هویت ثابت خود را از دست می دهند
۵. دیگر معماری تعریف محدودی در زمان و مکان نخواهد داشت.
۶. رفتار سازه ها و ساختمان ها کاملا عملکردگرا و زمینه گرا می شوند.
۷. سازه ها با انواع دماها، جریان های هوا، مصرف انرژی و دیگر شرایط اقلیمی، زمین شناسی و ... هوشمندانه وفق داده می شوند.
۸. این شرایط به صورت داده های خام به ساختمان و سازه آن داده می شود تا مواجهه با تغییر شرایط، در جهت رسیدن به محدوده آسایش، در محیط ، سازگار شوند (۱۱،۱۲)
۹. ایجاد تغییراتی شگرف در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب
۱۰. کاهش پساب و آلودگی
۱۱. امکان بازیافت و استفاده مجدد از مواد، انرژی و آب
۱۲. نانو تکنولوژی میتواند به طور قابل ملاحظه ای کارایی
۱۳. ذخیره سازی و تولید انرژی را تحت تأثیر قرار داده و مصرف انرژی را پایین بیاورد (۱۲)

۱۰- نتیجه گیری

همانگونه که در این پژوهش گفته شد هدف فناوری نانو این است که خواص مصالح را بهبود بخشد و ویژگیهای مطلوبی را در آنها ایجاد کند. در بسیاری از موارد استفاده از این فناوری توجیه اقتصادی دارد و برای عملی شدن طرح استفاده از فناوری نانو در صنعت ساختمان فراهم سازی شرایط و امکانات مورد نیاز ساخت آزمایشگاه و تجهیزات مورد نیاز آن ترغیب دانشگاهها برای حمایت از این زمینه ها، انجام تحقیقات کاربردی در حوزه های مختلف توسط مراکز تحقیقاتی، آموزشهای لازم در سطوح مختلف، استفاده از تجربیات جهانی الزامیست. کنکاش در مورد نانو تکنولوژی از مهمترین فعالیتهای اولیه جهت ساختمانسازی به خصوص مرمت ساختمان ها میتواند سهم بسیار ارزنده ای در پیشرفتهای فناوریهای نو از جمله فناوری نانو در جهان فراهم آورد ، و هر کشوری که بتواند در این زمینه فعالیت بیشتری انجام دهد امکان بهره برداری بهتری دارد. از این روست که مطالعات اصولی تر بر روی فناوری نانو ضروری به نظر میرسد و وجود زمینه های فراوان و بستر سازی جهت نهادینه کردن پژوهشهای انجام گرفته در حیطه فناوری نانو، ضرورت توجه بیشتر و یافتن کاربردهای آن در زمینه های مختلف به خصوص در امر کاهش مصرف انرژی در ساختمان سازی محسوس میباشد. که در کل با بررسی و تحلیل فناوری نانو در راستای حفظ انرژی به طور خلاصه نتایج زیر را در پی خواهد داشت:

نتایج حاصل از مطالعه ی نقش تکنولوژی نانو در حفظ انرژی در ساختمان

ایجاد ترکیبی از شکل، عملکرد، کنترل و امکانات اصلی یک سرپناه که به هیچ وجه انرژی را هدر نمی دهد و میتواند سالانه یک میلیون دلار در مصرف انرژی صرفه جویی و از ورود ۱۲۵۰۰ دی اکسید کربن به اتمسفر جلوگیری کند.

طراحی یک نوع جدید از خانه است که تا حد بسیار مطلوبی با محیط خود باشد.

نانو تکنولوژی موجب تغییر ماهیت بیشتر صنایع و روشهای جدیدی ساختن اشیاء میباشد و کمابیش ساخت وسایل کوچکتر، ارزانتر، سبکتر، سریعتر، با عملپذیری بیشتر و صرف مواد خام و از همه مهمتر انرژی کمتر را متعهد میشود.

دستاوردهای فناوری نانو با ویژگیهای تغییرپذیر و سازگاری بالا، امکان طراحی ساختمانها در شرایط مختلف را فراهم میسازد استفاده از پوششها، رنگها، پودرها و..... با استفاده از نانو در ساختار آنها، کارایی برای کاهش هزینه ها و ایجاد پایداری در جهت توسعه شهری

پیشرفتهای تکنولوژیهای مرتبط با حفظ انرژی به دلیل افزایش درخواست استفاده از تکنولوژی نانو در جهت پایداری شهری و معماری

مراجع

- (۱) گلابچی، م، تقی زاده، ک، سروش نیا، ا. (۱۳۹۰) نانو فناوری در معماری و مهندسی ساختمان، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- (۲) کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی (۱۳۸۰) برنامه پیشگامی ملی نانو تکنولوژی، چاپ اول، تهران: کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی با همکاری نشر آتنا
- (۳) حسینی، ف، محمدی یزدی، س. (۱۳۹۱) "کاربرد فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز" ستاد ویژه توسعه فناوری نانو ریاست جمهوری، معاونت علمی و فناوری، تهران.
- (۴) اخوان، علی (۱۳۸۰)، نانو تکنولوژی آیینیه آفرینش، گروه فرهنگ سازی، ترویج و آموزش شرکت پژوهشگران نانو فناوری، ستاد توسعه فناوری نانو، تهران
- (۵) شاهرودی، محمود رضا، مغربی مرتضی (۱۳۸۳)، سمت و سوی تحقیقات در نانو فناوری، انتشارات آتنا تهران

(۶) Bittnar Z, Bartos P.J.M, Nemecek J., Smilauer V. and Zeman J., (۲۰۰۹): Nanotechnology in

(۷) Z.Ge. Z.Gao. "Application of Nanotechnology and Nano-materials in Construction". Proceedings of the First Internatinal Conference on Construction in Developing Countries. Karachi. Pakistan. August ۴-

(۲۰۰۸)۵

(۸) www.iran-eng.com/showthread.php/۱۳۵۶۲۱. December (۲۰۱۲)

(۹) Gupta .T.N (۲۰۰۰). Material for Human Habitat. MRS Bulletin .vol.۲۵ .NO.۴ .pp.۶۰-۶۳

construction ۳(procesings of the NICOM۳), ۱ st edition, Springer .

(۱۰) عطاری، مهشید (بهار و تابستان ۸۷) ، جایگاه علم و فن آوری های نوین (به ویژه فناوری نانو) در نگهداری از میراث فرهنگی (با رویکردهای نظام های بین رشته ای) ، مجله مرمت و پژوهش، سال دوم شماره ۴، ص ۲۲

(۱۱) اسدی فرد ، رضا - نگاهی اجمالی به برخی کاربردهای نانو - تیرماه ۸۳ - دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری - کمیته مطالعات نانوتکنولوژی

(۱۲) نانو تکنولوژی آیینیه آفرینش گروه فرهنگ سازی ترویج و آموزش شرکت پژوهشگران نانو فناوری

(۱۳) www.nano tec.com