ارایه الگوهای طراحی پژوهشکده نانو فناوری با رویکرد معماری اکوتک

سیروان مامندی[۱]، فواد خرمی[۲]

۱- کارشناسی ارشد معماری، دانشکده فنی ومهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد.

۲- عضو هیات علمی گروه معماری، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه ازاد اسلامی واحد مهاباد.

(*eelyasi43@yahoo.com*)

چکیده

در مقوله فناوری نانو آنچه که در وهله اول به نظر می رسد دوستدار بودن محیط زیست و صرفه جویی در انرژی است که آن را در زمره پیشرفت های بسیار عالی بشر قرار می دهد. استفاده از فناوری های نوین از جمله نانو تکنولوژی در ساخت و ساز می تواند از عوامل موثر در ویژگی های عملکردی معماری از جمله پایداری و مسائل ایمنی باشد .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 .از همه مهم تر اغلب انگاره های مبتنی بر پایداری زیست محیطی، مصالح و سازه های هوشمند و مواد و مصالح چند عملکردی از رهگذر این فناوری نوین میسر می شود .نانو تکنولوژی در احداث و بهبود کیفیت ساختمان ها بسیار موثر بوده و از مزایای آن می توان به افزایش کیفیت مصالح، صرفه جویی در مصرف انرژی و به تبع آن معماری پایدار و پایداری زیست محیطی اشاره کرد .هدف از این پژوهش ارایه الگوهای طراحی پژوهشکده نانوفناوری با رویکرد معماری اکوتک با استفاده از رویکرد توصیفی -تحلیلی می باشد .از دست آوردهای این پژوهش می توان معرفی و اصول طراحی و راهکارهای حفاظت از انرژی در ساختمان و دستیابی به معماری پایدار با استفاده از مصالح و تکنولوژی نانو را نام برد.

واژگان کلیدی: تکنولوژی نانو، نانومعماری، معماری اکوتک، پایداری زیست محیطی، انرژی.

۱- مقدمه

نانو فناوری نامی است که به یک نوع فناوری تولیدی اطلاق می شود. هما نطور که از نامش پیداست زمانی محقق می شود که توانایی ساختن اشیا از اتم ها وجود داشته باشد و در این صورت توانایی آرایش دوباره مواد با دقت اتمی را به وجود می‌آورد(Fazeli et al., 2005, p. 1). فناوری جدید تکامل تدریجی طراحی و تولید را در دهه گذشته برعهده داشته است. این فناوری محدودیت هایی مثل استانداردها، ترکیبات غیر قابل بازگشت همانند بتن و آجر، استیل، میخ ، اتصالات و... را از سر راه طراحان برخواهد داشت و مفاهیم معماری را دچار دگرگونی خواهد کرد(Olson, 2000, pp. 993- 998).

کاربرد فناوری نانو در معماری، گستره وسیعی ازمصالح و تجهیزات را در بر می گیرد که هدف از آن، عینیت بخشیدن و عملی کردن نظریه هاست. عرصه هایی که فناوری نانو می تواند سبب بهبود شرایط ساخت و ساز شود را می توان چنین نام برد: بهینه سازی مصالح، پیشگیری از آسیب،کاهش وزن و حجم مصالح و عناصر ساختمانی، کاهش مراحل تولید، استفاده مفید و پر بازده از مصالح، کاهش نیاز به نگهداری و کم شدن هزینه نگهداری .نتیجه این بهبود شرایط عبارت خواهد بود از: کاهش مصرف مواد اولیه و انرژی و همچنین کاهش انتشار گازدی اکسیدکربن، حفظ منابع طبیعی، اقتصادی پویاتر و در نتیجه آسایش بیشتر (حق پناه و همکاران، ۱۳۹۲).

هدف از معماری اکوتک (اکولوژی + تکنولوژی) استفاده حداکثری از عوامل طبیعی و محیطی و همنین استفاده از فناوری روز،بالابردن سطح کیفیت زندگی برای آیندگان است. کاربرد روز افزون و گریز ناپذیر تکنولوژی صنعتی موجب شد که گروهی از معماران و شهرسازان در پی یافتن راه حل هایی برای آشتی دادن تکنولوژی پیچیده با طراحی و مسائل محیطی باشند. معماران این شیوه عقیده دارند که ساختمان ، جزئی کوچک از طبیعت پیرامونی است و باید به عنوان بخشی از اکوسیستم عمل کند و در چرخه حیات قرارگیرد. کیفیت گرایی و توجه به آینده و توجه به محیط زیست از مهم ترین رویکرد های اکوتک است.معماران اکوتک از ساختمان به عنوان پوسته دوم نام می برند. منظور ازپوست اول پوست بدن انسان است،در کارهای نرمن فاستر و رنزو پیانو پوست دوم همچون پوست اول به صورت هوشمند طراحی شده است همنان که پوست انسان در مقابل سرما، گرما، رطوبت و کوران هوا از خود عکس العمل نشان می دهد، پوسته بعضی از ساختمانهای این دو معمار نیز در فصل های مختلف عکس العمل مناسب در مقابل شرایط محیطی از خود نشان می دهند با استفاده از شیشه های دو جداره ، کرکره ها و عایق حرارتی متحرک ، مواردی همچون میزان تابش آفتاب ، سایه، کوران هوا و پرت حرارتی در طی روز و شب و در طی فصل های سرد و گرم سال توسط یک سیستم کامپیوتری کنترل می شود راجرز از این ساختمان ها به عنوان آفتاب پرست نام می برد(قبادیان،۱۳۸۶: ۱۲۴).

فناوری نانو به دلیل توانایی دگرگون کردن ویژگی های بنیادین مواد و حل مشکلات ساختاری، زمینه ساز ایجاد مصالحی جدید باویژگی های نوین شده که افزون بر کارایی و بازدهی بیشتر عملکردی، از دوام بیشتری نیز برخوردارند. از همه مهم تر اغلب انگاره های مبتنی بر پایداری زیست محیطی، مصالح و سازه های هوشمند و مواد و مصالح چند عملکردی از رهگذر این فناوری نوین میسر می شود(صفرزاده،۱۳۹۱).

بر اساس هدف (بررسی تأثیرات فناوری نانو درحوزه معماری اکوتک) روش تحقیق به کار گرفته شده در این مقاله، روش تحقیقات کاربردی و بر اساس خصوصیت موضوع روش توصیفی برگزیده شده است. از همین روی با تعریف جامعی از نانو و مروری بر پیشینه آن، به کاربرد این فناوری درحوزه معماری شهری خصوصا معماری اکوتک و ذکر نمونه هایی از کاربرد فناوری نانو در حوزه معماری اکوتک به صورت موردی و بیان مزایا و معایب بهره گیری از این فناوری به تحلیل موضوع پرداخته و نتایج حاصله ارائه می شود.

۲- پیشینه تحقیق

وجدان زاده(۱۳۹۲) کاربرد فناوری نانو در معماری، به این نتیجه سیده اند که نانومواد، گونه جدیدی از مصالح ساختمانی با عملکرد بالا و چندمنظوره است. منظور از عملکرد چندمنظوره، ظهور خواصی جدید و متفاوت نسبت به خواص مواد معمولی می باشد؛ به گونه ای که مصالح بتوانند کاربردهای گوناگونی را ارائه نمایند. و خواسته ها و اهداف متقاضی محصول را تأمین نماید. در این مقاله به بررسی کاربردهای مختلف مصالح نانو بنیان و ارائه طرح هایی برمبنای بهره گیری از ساختار فرمی و یاخته ای نانو و همچنین مزایا و معایب بهره گیری از این فناوری نوین پرداخته شد.

قنبری(۱۳۹۲) بررسی تأثیر فناوری نانو بر معماری پایدار، به این نتیجه رسیده اند که فناوری نانو در مقیاس یک میلیونیم متر، جهان حیرت انگیز را پیش روی دانشمندان قرار داده است که در تاریخ بشریت نظیری برای آن نمی توان یافت. پیشرفت های پر شتابی که در این عرصه به وقوع می پیوندد، پیام مهمی را با خود به همراه آورده است. بشر در آستانه دستیابی به توانایی های بی بدیلی برای تغییر محیط پیرامون خویش قرار گرفته است و جهان و جامعه ای که در آینده ای نه چنان دور به مدد این فناوری جدید پدیدار خواهد شد، تفاوت هایی بنیادین با جهان مالوف آدمی درگذشته خواهد داشت. در عصر پسامدرن و دنیای در حال توسعه مبتنی بر فناوری، انرژی و دست یابی به منابع نا محدود و پاک در جهت حفظ و پایداری این گهواره خاکی از بزرگترین چالش های بر سر راه جوامع بشری، سازمان های محافظ محیط زیست و دولت ها می باشد. این امر نشانگر این است که تمام گرو های علمی،صنعتی،اجتماعی و فرهنگی موظف هستند تا با آگاه سازی، تبیین و تعیین راه کارها و روش های جوابگو برای اصلاح رویکردهای مصرف انرژی و در نهایت رسیدن به خواسته و هدف فعلی بشر یعنی پایداری محیط زیست این کره خاکی گام بردارند.فناوری نانو می تواند پاسخ مناسبی برای این امر خطیر باشد. فرآورده ها و محصولات نانو تکنولوژی می توانند در عرض چند روز طراحی و در عرض چند ساعت به نقاط مختلف دنیا توزیع شوند و این قابلیت وجو دارد که این محصولات را ازپیش طراحی

کرد. فناوری نانو به ما این قدرت را می دهد تا بتوانیم دیوار های ضد سایش، ضد حریق و سطوح ضد انعکاس و هم چنین کف ضد لغزش اجرا کنیم. مصالحی با سختی الماس و شکل پذیری پلاستیک و نازک تر از یک صفحه کاغذ که مسلماً با قابلیت های نوین خود، معماران دیگر محدود نخواهند بود و فکر اجرای طرح، ایده آن ها را محدود نخواهد کرد.

زاهدی(۱۳۹۱)، نانوتکنولوژی پلی به سوی معماری پایدار، به این نتیجه رسیده اند که با توجه به اصول طراحی معماری(مدیریت منابع انرژی صرفه جویی در مصرف منابع)، طراحی قابلیت بازگشت به چرخه زندگی (طراحی بر اساس چرخه حیات) طراحی برای انسان) تکنولوژی نانو می تواند پلی به سوی معماری پایدار بردارد. همچنین این تکنولوژی محدودیت هایی مثل استاندارد ها، ترکیبات غیر قابل بازگشت همانند بتن، اجر و... را از سر راه طراحان بر خواهند داشت و مفاهیم معماری را دچار دگرگونی خواهد کرد. سه اصلی وتروویوسی «عملکرد استحکام و زیبایی « که در هر برهه از زمان تعریفی داشته و با ظهر را این تکنولوژی در شکل جدید معنا پیدا می کند و هندسه فضایی در قالب ساختارها تلاش بی وقفه معماران را برای رسیدن به فرم های جدید سازگار با محیط و عملکرد گرا با نگاه به معماری پایدار را به نتیجه خواهند رسید.

السادات مجیدی، هاشمی شهرکی، عوض نژاد(۱۳۹۱)،بررسی جایگاه فناوری و تکنولوژی نانو در دستیابی به معماری پایدار، به این نتیجه رسیده اند که،فناوری و تکنولوژی نانو در حل بسیاری از مشکلات زیست محیطی، بهبود کیفی شرایط و به ویژه کاهش مصرف انرژی حرکت علمی عظیمی را در جهان بشریت ایجاد کرده است. کاربرد تکنولوژی نانو در صنعت ساختمان سازی، به خصوص مواد و مصالح می تواند گامی موثر در پیشبرد اهداف معماری پایدار باشد.از آنجایی که هدف معماری پایدار، صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش منابع تجدید ناپذیر، تقویت و افزایش عمر بنا، کاهش آلودگی های زیست محیطی و نیز کاهش هزینه ها است، لذا با استفاده از فناوری نانو در معماری و کمک به ساخت موادی با ویژگی ها و کاربردهای یاد شده، می توان انتظار داشت که مواد و مصالح را به گونه ای اقتصادی تر تولید کرده و همچنین از منابع طبیعی کمتری برداشت نمود. با ورود مصالح جدید به تکنولوژی ساختمان، سازههایی خواهیم داشت که تحت تاثیر تغییر آرایش (خودآرایی) اتم ها در مقیاس نانو، معایبی چون خورندگی های شیمیایی در آن ها مفهومی نخواهد داشت، بنابراین پدید ههایی نظیر باران های اسیدی، مکانیزم های شیمیایی حین اجرا و ساخت و دمای هوا دیگر به عنوان عوامل مخرب و محدود کننده مطرح نخواهند بود.

۳- مبانی نظری تحقیق

۳-۱ فناوری نانو

هرچه موضوعی گسترده تر و فراگیرتر باشد ،ارائه تعریفی جامع و کامل برای آن دشوارتر می شود.

همانطور که نمی توان برای علوم پایه مثل شیمی ، فیزیک و... مرزبندی دقیقی با دیگر علوم تعیین کرد و تعریفی مورد قبول همه برای آن نوشت ،در فناوری نانو نیز از ابتدا تا کنون تعریف های مختلفی نوشته شده است. در حالت کلی می توان فناوری نانو را اینگونه توصیف کرد:

فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص مواد در ابعاد نانو متری است. از همین تعریف ساده برمی آید که نانوتکنولوژی یک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته هاست. در واقع نانو تکنولوژی فهم و به کارگیری خواص جدیدی از مواد و سیستم هایی در این ابعاد است که اثرات فیزیکی جدیدی ، عمدتاً متاثر از غلبه خواص کوانتومی بر خواص کلاسیک از خود نشان می‌دهند(http://nanogil.ir).

۳-۲ نانوتکنولوژی

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 ۱۰۰ نانو متر باشد گفته می شود(جان بزرگی و قناد، ۱۳۸۹). از جمله دستاوردهای فراوان

این فناوری، کاربرد آن در تولید، انتقال، مصرف و ذخیره سازی انرژی با کارایی بالاست که تحول شگرف را در این زمینه ایجاد می کند(کرامت آذر و همکاران، ۱۳۹۲). از اینرو دست اندرکاران و محققان علوم نانو در تلاش اند تا با استفاده از این فناوری به آسایش و رفاه بیشتر در درون و برون ساختمان با یافتن طبقه جدیدی از مصالح ساختمانی با عملکرد بالا و صرفه جویی در هزینه ها بخصوص در مصرف منابع انرژی و در نهایت به توسعه پایدار دست یابند.

جدول۱- برخی از رویدادهای مهم تاریخی در شکل گیری فناوری نانو وعلوم نانو. EI- samany,2008.p50

تاریخ	رویدادهای مهم در زمینه فناوری نانو
۱۸۵۷	مایکل فارادی محلول کلوئیدی طلا را کشف کرد
۱۹۰۵	تشریح رفتار محلول‌های کلوئیدی توسط آلبرت انیشتین
۱۹۳۲	ایجاد لایه‌های اتمی به ضخامت یک مولکول توسط لنگمویر (Langmuir)
۱۹۵۹	فاینمن، ایده " فضای زیاد در سطوح پایین " را برای کار با مواد در مقیاس نانو مطرح کرد
۱۹۷۴	برای اولین بار واژه فناوری نانو توسط نوریو تانیگوچی بر زبانها جاری شد
۱۹۸۱	IBM دستگاهی اختراع کرد که به کمک آن می‌توان اتم‌ها را تک تک جابه‌جا کرد.
۱۹۸۵	کشف ساختار جدیدی از کربن C60
۱۹۹۰	شرکت IBM توانایی کنترل نحوه قرارگیری اتم‌ها را نمایش گذاشت
۱۹۹۱	کشف نانو لوله‌های کربنی
۱۹۹۳	تولید اولین نقاط کوانتومی با کیفیت بالا
۱۹۹۷	ساخت اولین نانو ترانزیستور
۲۰۰۰	ساخت اولین موتور DNA
۲۰۰۱	ساخت یک مدل آزمایشگاهی سلول سوخت با استفاده از نانو لوله
۲۰۰۲	شلوارهای ضدلک به بازار آمد
۲۰۰۳	تولید نمونه‌های آزمایشگاهی نانوسلول‌های خورشیدی
۲۰۰۴	تحقیق و توسعه برای پیشرفت در عرصه فناوری‌نانو ادامه دارد

۳-۳ نانوتکنولوژی و معماری پایدار

برخی اصولی که باید رعایت شوند تا یک بنابه عنوان طراحی و معماری پایدار تلقی شود، عبارتند از :افزایش دوام و عمر مفید ساختمان،صرفه جویی در مصرف انرژی و مصالح، عدم تخریب محیط زیست، حفاظت از منابع طبیعی و ساختمانی و غیره می باشد . از طرفی، حرفه معماری و صنعت ساخت و ساز با گستره عظیمی از مواد و مصالح روبرو است.در واقع مصالح هسته ساختمان را تشکیل می دهند و تاثیر آن ها بر محیط زیست را نمی توان نادیده گرفت. از دستاوردهای نانو در این زمینه می توان به مصالحی اشاره کرد که باعث کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر بنا می شوند. به طور کلی فناوری نانو با کارآمد کردن ابزار و مواد مورد استفاده در بخش های مختلف و نیز با کاهش مصرف ماده خام و انرژی امکان انجام اقدامات موثر در جهت حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست را فراهم آورده است، تمامی این موارد گامی موثر در راستای تحقق طراحی پایدار به شمار می آیند (طنازیان و ساربانقلی، ۱۳۹۱: ۴).

۴-۳ نانو تکنولوژی و پایداری زیست محیطی

پایداری زیست محیطی را این چنین تعریف کرده اند :" بهره گیری و بهره برداری از منابع طبیعی، به قسمی که نیاز کنونی جهان به انرژی برآورده شود و تأمین نیاز های نسل های بعدی به خطر نیفتد."

نه تنها استفاده موثر از منابع انرژی، بلکه بالابردن عمر دوره مفید مواد و مصالح ساختمانی، از معیارهای مهم در جهت حفظ پایداری زیست محیطی است. بهره برداری مناسب از منابع انرژی و در عین حال، حفظ و صیانت از این منابع، همواره مورد توجه بسیاری از مهندسان محیط زیست و ساختمان بوده است. هنوز هم بخش اعظم انرژی مورد نیاز دنیا، برپایه زغال سنگ و نفت استوار است. دو منبع انرژی که بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه ای را سبب می شوند. البته چند دهه است که منابع جایگزینی همچون انرژی باد، انرژی خورشیدی، انرژی زیست توده، انرژی هسته ای، انرژی زمین گرمایی و انرژی امواج اقیانوسی مطرح شده

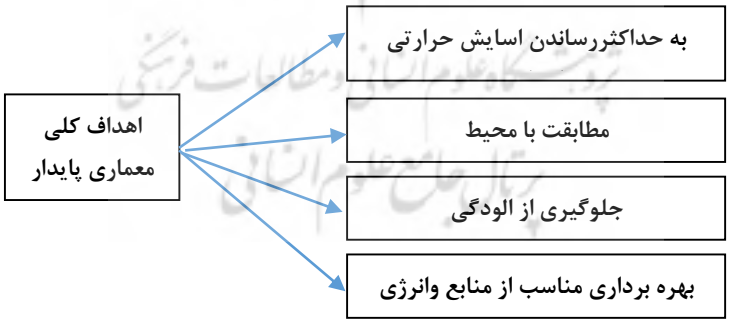
اند اما تا به امروز نتوانسته اند به جانشینی تمام و کمال برای منابع سنتی تبدیل شده و سوخت های فسیلی را از چرخه تولید انرژی بیرون برانند(دزفولی،۱۳۹۰: ۴).

از این رو انتظار متخصصان از فناوری نانو برای گره گشایی بسیاری از مسایل زیست محیطی بالاست. بی تردید در این خصوص، فناوری نانو اگرچه در ابتدای راه است، اما در عرصه های مختلف سبب ساز تحولات مثبتی در پایداری زیست محیطی شده است. تأثیرات مثبتی نظیر احتراق بهتر موتورها، تولید سوختهای پاک، عملکرد پربازده تصفیه کننده ها و آلاینده زداها، کنترل آلودگی آب، عایق کاری مناسب ساختمانها و غیره، همه از آثار پیدایش فناوری نانو در راستای بهبود کیفیت زندگی انسانها و حفظ محیط زیست است. مهمترین تأثیری که فناوری نانو بر صنعت ساختمان گذاشته، افزایش جالب توجه نسبت سطح به حجم مواد ومصالح است. با افزایش نسبت سطح به حجم، بر واکنش پذیری مواد به شدت افزوده می شود .این پدیده منجر به بازدهی عالی در مصرف انرژی خواهد شد .از سوی دیگر، اغلب مصالح نانو بنیان، چند عملکردی هستند و حجم کمی از این مواد را می توان جایگزین چند ماده حجیم سنتی کرد، که این واقعیت به معنای مصرف کمتر مواد و به تبع آن استفاده کمتر از منابع طبیعی است. برای مثال، می توان نانوکامپوزیت ها را محکم تر، مقاوم تر و سبک تر از نمونه های مشابه سنتی و از همه مهم تر رسانا و ضد آتش ساخت .نانو پوشش های خود تمیز شونده یا آلاینده زدا نیز، مثال دیگری از کمک های فناوری نانو درحرکت به سوی پایداری زیست محیطی هستند(دزفولی، ۱۳۹۰: ۴)

۳-۵ معماری پایدار

پایداری یکی از اصول معماری است که باید درهمه سبک ها و شیوه ها مورد توجه قرار گیرد. در حال حاضر با توجه به علوم و فنّاوری اگر اصول و قواعد پایداری انجام نگیرد باعث سلب آسایش شده و مُخل محیط زیست می باشد. معماری پایدار حاصل شناخت عمیق نسبت به محیط پیرامون بوده است.

در این معماری کیفیت در راستای نیل به هدف آسایش به طوری که حقوق نسل های آینده نیز حفظ شود، دنبال می شود. نکته مهمی که در این نوع مورد توجه قرار می گیرد، آن است که تمامی عوامل دخیل در آسایش مرتبط با هم و به صورت یک سیستم واحد در نظر گرفته می شود. از طریق معماری می توان جامعه را از مطلوبیت و ارزش اقتصادی، زیست محیطی و غیره مطلع کرد.



نمودار۱- اهداف کلی معماری پایدار،ماخذ: نگارندگان

در معماری پایدار انسان به عنوان هدف نهایی مطرح است و منظور آن فراهم نمودن زمینه های لازم برای آماده سازی انسان هاست تا ضمن مشارکت در توسعه، خود نیز از زندگی پایدار مادی و معنوی بهره مند شوند (عسکری وقاسمپور آبادی، ۱۳۹۱: ۴۶).

اهداف معماری پایدار را می توان 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 موجودات زنده و هماهنگی با محیط طبیعی (گرجی مهلبانی و یاران، ۱۳۸۹: ۴۵).

۳-۶- تعریف طراحی پایدار

طراحی پایدار، شامل مجموعه ای از استراتژی های طبیعت دوستانه از قبیل حفاظت از انرژی، استفاده از منابع تجدید پذیر انرژی، کاهش مصرف سوخت های فسیلی و انتشار کربن، کاهش یا توقف استفاده از آلوده کنند های هوا، آب و خاک و برقراری ارتباطی بهئر میان بشر و طبیعت می باشد. شواهدی رو به رشدی وجود دارد که بیان می کند ساخت و ساز پایداری طراحی، ساخت کارا و ساختمان های سبز بهترین های ممکن برای ترکیب هدف حفظ محیط زیست و اهداف اقتصادی اند طراحی پایدار با از موضوعات بسیار جنجالی و بحث انگیز در جهان امروز است. بدون تردید یکی از موارد مهمی که انسان همواره با آن دست و پنجه نرم می کند، نحوه نگرش و برخورد با منابع انرژی و تعامل بین منابع و اثرات ناشی از این مصرف است. در نگرش پایدار، طراحی به گونه ای انجام می شود که این سه مورد در یک چرخه ارتباطی صحیح قرار گرفته و بتوان در آینده نیز از نتایج مصرف منابع در حال، بهره مند شد. به عبارت دیگر این نوع طراحی بدون داشتن نگرشی درست و تعریفی مشخص امکان پذیر نیست.

اصطلاح پایداری[1] برای نخستین بار در سال ۱۹۸۶ توسط کمیته جهانی گسترش محیط زیست، تحت عنوان «رویایی با نیازهای عصر بدون به مخاطره انداختن منابع نسل آینده »مطرح شد. (چشم انداز زیست محیطی جهان) باید خاطر نشان کرد، مفهوم طراحی پایدار یک مفهوم عام برده و در بسیاری از این زمینه ها از جمله معماری، طراحی گرافیک، کشاورزی، ماشین آلات و هر آنچه که با محیط زندگی انسان سر و کار دارد، به کار برده می شود.

شاید بتوان هدف از این نوع طراحی را کاهش آسیب های محیطی، به حداقل رساندن مصرف مابع انرژی و هماهنگی هرچه بیشتر با طبیعت دانست. به معنای دیگر، فلسفه طراحی پایدار، پشتیبان و مشرق نگرش ها و تصمیم هایی است که در هر مرحله از طراحی، ساخت و سپس مصرف، تأثیرات منفی بر محیط زیست و سلامت استفاده کنندگان را نیز در نظر گرفته باشد.

۳-۷- اصول طراحی پایدار

این نوع طراحی از اصول خاص تبعیت می کند که رعایت آنها ضروری است ؛ مدیریت منابع انرژی (صرفه جویی در مصرف منابع)، طراحی با قابلیت بازگشت به چرخه زندگی (طراحی بر اساس چرخه حیات)، طراحی برای انسان.

۳-۸- مدیریت منابع انرژی

این مدیریت از دو زاویه قابل بررسی است

مدیریت منابع تجدیدناپذیر: با توجه به روند رو به رشد منابع غیر قابل تجدید مانند سرخت های فسیلی و مواجهه جدی با بحران انرژی در سال های اخیر، استفاده بهینه از این نوع منابع حیاتی به نظر می رسد زیرا این نوع منابع با توجه به ذخایر موجود، در سال های آتی به پایان می رسند و می بایست برای دسترسی به منابع جایگزین فعالینی جدی دنبال شود.

مدیریت منابع تجدید پذیر: بهترین نوع منابع انرژی که در طراحی پایدار بر آن تمرکز می شود، منابعی هستند که توانایی در چرخه طبیعی و قابلیت بازگشت را داشته باشند. در این نوع مدیریت منابع، همواره طراح تلاش می کند نوعی تعادل بین آنر تولید شده و محیط اطراف برقرار کند تا این دو در یک چرخه باز گشتی بتوانند با یکدیگر مرتبط شوند.

در این نوع طراحی، با استفاده از منابعی که در دسترس و طبیعی هستند مانند خورشید و باد و باران، همواره پروژه ای اقتصادی تر خواهیم داشت. اصل صرفه جویی در مصرف منابع سه راهبرد را در بر می گیرد: حفظ انرژی، حفظ آب، حفظ ماده طراحی با قابلیت بازگشت به چرخه زندگی در این طرح تاکید بر اتخاذ روشی است که به بازیافت و باز تولید منابع به کار رفته منجر می شود.

11 . sustainability

در واقع، در این مرحله طراح ذهن خود را باید متوجه روندی کند که مراحل استفاده در طرح بتواند پس از مرحله زوال و دور ریزی به چرخه اصلی طبیعت باز گردند. به این معنا که منابع ما از یک شکل مفید به شکلی دیگر در می آیند اما باز هم پس از این تبدیل دارای کارایی و استفاده هستند.

طراحی برای انسان این اصل، سومین و شاید مهمترین اصل طراحی پایدار محسوب می شود. در دو اصل پیشین، کارایی بیشتر و محافظت از منابع طبیعی مورد توجه بود. در حالی که در این اصل، بر حفظ کیفیت زندگی تمامی اجزای سازنده اکو سیستم تاکید می شود این اصل را می توان در راستای اهداف بشر دوستانه دانست که ارکان و منابع مختلف زندگی را محترم می شمارد.در حقیقت، با تعمق بیشتر در این فلسفه می توان به این نکته پی برد که به نیاز های زنجیره وار و متقابل اجزای مختلف زندگی و نقش آن در ادامه حیات بشری توجه جدی مبذول داشت زیرا در جهان مدرن امروز، اگر چه انسان محور همه تغییرات و دگرگونی هاست، اما این محرریت هرگز در جهت نقض حقوق سایر موجودات زنده نبوده، بلکه کاملا همگام با آنها و همواره در حالت تعامل و دادوستد با آنهاست.

۳-۹ معماری اکو تک

۳-۹-۱ زمینه پیدایش اکو - تک

از نگاه به آنچه در زمینه معماران ملاحظه می شود که با استفاده از تکنولوژی، سعی در استفاده حداکثر از عوامل طبیعی همچون آفتاب، باد،آب های زیرزمینی و گیاهان برای تنظیم شرایط محیطی ساختمان دارند.لذا در معماری جدید آنها که به نام اکو - تک (اکولوژی + تکنولوژی)خوانده می شود، تکنولوژی در مقابل طبیعت قرار ندارند، بلکه در کنار و به موازات طبیعت برای بهره برداری هر چه بیشتر از امکانات محیطی و تامین آسایش انسان جای دارد.در کارهای اخیر معماران این سبک، همواره در کنار عکس های زیبای ساختمان های آنها، مقطعی از بنا وجوددارد که در آن نحوه استفاده از عوامل اقلیمی با کمک تجهیزاتی همچون دودکش های هوا، آینه های منعکس کننده، پوسته های هوشمند،گلخانه ها، پله های شیشه ای و تبادل کننده های حرارتی نشان داده شده است .شکل خود ساختمان در مقطع نیز با توجه به زاویه تابش آفتاب و سرعت و جهت بادر فصول مختلف سال طراحی شده است(قبادیان، ۱۳۸۲). طراحی در این سبک بر این امر استوار است که ستاختمان، جزئی کوچک از طبیعت پیرامونی است و باید به عنوان بخشی از اکوسیستم عمل کند و در چرخه حیلت قرار گیرد.معماری اکوتک، طراحی است مردمی و لذا کیفیت فضاهای داخلی ساختمان اهمیت ویژه ای می یابند.

معماری اکوتک با هدف محیط زیست بر موارد زیر تاکید دارد:

کاهش اتلاف و پخش انرژی در محیط

کاهش تولید تاثیر گذارنده ها بر سلامت انسان

استفاده از مواد قابل بازگشت به چرخه طبیعت

رفع سمی مواد

اصل طراحی در این سبک بر این اصل استوار است که ساختمان، جزئی کوچک از طبیعت پیرامون است و باید به عنوان بخشی از اکوسیستم عمل کند و درچرخه حیات قرار گیرد بدون تردید کیفیت مطلوب بدون توجه به طبیعت، نورگیری مناسب فضاها و تهویه مطبوع فراهم نمی آید.در ضمن از آنچه که پایداری و ماندگاری خود ساختمان به عنوان یک پدیده مدنظر است، لذا ساختن با کیفیت بالا و استفاده از مصالحی با قابلیت ماندگاری طولانی نیز باید مدنظر قرار گرفته شود. رسیدن به چنین شرایطی با استفاده از مدیریت کارآمدو به کارگیری آخرین تکنولوژی ها صورت گیرد.دستیابی به استانداردهای بالای کیفیت، امنیت و آسایش که در واقع سلامت انسانها را تامین می کند از مهمترین اهداف معماری اکوتک است(اریانپور و کاملی، ۱۳۹۲: ۷).

بهبود کیفیت معماری در طراحی اکوتک در راستای نیل به یک هدف صورت می گیرد و آن هم آسایش است . نکته مهمی که در این نوع معماری مورد توجه قرار می گیرد ، آن است که تمامی عوامل دخیل در آسایش ، مرتبط با هم و به صورت یک سیستم

واحد در نظر گرفته می شود.آنچه زیر مجموعه آسایش در معنای عام آن قرار می گیرد عبارتند از : آسایش ، آرامش ، امنیت ، ایمنی و سلامت.

آنچه به تفصیل پیرامون معماری گفته شد ، نشان دهنده نوعی نگرش به معماری است که بر چند نکته اساسی اشاره دارد : ۱- کیفیت گرایی ۲- توجه به آینده ۳ -توجه به محیط ، لذا معماری اکوتک یک سبک فرمال و برگرفته از شرایط زودگذر و هیجانات آنی نیست ، بلکه در بطن خود واجد مفاهیم عمیقی است که پیوند دهنده انسان ، طبیعت و معماری است(www.aral.ir).

۳-۹-۲ فرآیند طراحی ساختمانهای اکوتک

عواملی که در طراحی ساختمانهای اکوتک تاثیرگذارند را میتوان با مطالعه ساختمانهای مختلف مورد بررسی قرار داد. ساختمانهای انتخاب شده متناسب با فرآیندهای اکوتک و رعایت اصول طراحی با کمک فناوریهای نوین صورت گرفته است. در فرآیند طراحی همانگونه که تصویر زیر نشان می دهد، تغییر رویکرد و نگرش معماران ازسنتی به اکوتک به صورت تدریجی و با دستکاری و تغییر در بخشهای مختلف صورت گرفته است. این مسئله که بتوانیم فرآیند طراحی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و در عین حال اصول پایداری را نیز در نظر بگیریم اهمیت زیادی دارد.

شکل۱- روند طراحی ساختمانهای اکوتک

با در نظر گرفتن طراحی های انجام گرفته گذشته و اطلاعات به دست آمده از مطالعات و بررسی های موردی موفق معماری اکوتک، تطبیق معماری مدرن با استفاده از فناوریهای نوین با درنظرگرفتن محیط پیرامون نتایج قابل قبولی حاصل می نماید. به منظور بیشینه کردن ظرفیت معماری اکوتک در فرآیند طراحی های بنا، شرایط طراحی مفهومی فرم ومحیط پیرامون اهمیت فراوانی می یابد. این راهکار به معماران اجازه میدهد تا فرمها و اشکالی خلق کنند که علاوه بر آزادی در طراحی پوشش هایی کارا باشند و در مصرف انرژی و تعامل با محیط پیرامون به درستی عمل نمایند. به این ترتیب با ظهور فرایندهای طراحی مفهومی، ایده های محاسباتی و مطالعات در زمینه پوسته های خارجی ساختمان؛ امکانات جدیدی را پیش روی طراحان قرار داده است که بتوانند فرمهایی قابل توجه و جدید که پایداری مناسبی دارا هستند را به وجود آورند. انتظار می رود این فرآیندهای جدید طراحی برای ترکیب جنبه های مختلف معماری اکوتک در زمان تعریف فرم و طراحی های اولیه کمک زیادی نماید(مژدگانی،افهمی،۱۳۹۵: ۸).

۳-۹-۳ معماری اکوتک وفن آوری پیشرفته

بیان و ابزار دستاوردهای علمی و فنی، همواره از وظایف معماری مدرن بوده است.مدرنیست های اولیه نظیر لوکوربوزیه و گروپیوس ، به فن آوری به مثابه نیرویی که تغییر را موجب می شود، توجه می کردند و بنابر همین ملاحظات بود که انسان آن را در معماری از آن خود ساخت و مورد ستایش قرارداد. تولید فرآیندهای صنعتی منطقی به صورت ساخت و سازهای ساختمانی ، منجربه محیط های خنثی، انعطاف پذیر و بی مصرف شده ودرکل به صورت سبکی پیچیده و مبهم درآمده است.خوشبختانه حساسیت در برابر چنین وضعیتی، روابط گسترده تر ازجمله ساخت مکان ، تفاهم اجتماعی، مصرف انرژی، شهرسازی و آگاهی زیست محیطی را به وجودآورده به طوری که امروزه اکوتک را در برابر های تک قرارداده است.

۳-۹-۴ فناوری های نانو در طراحی و ساخت معماری پایدار

با ظهور فناوری های نوین می توان کاستی های گذشته و مشکلات زیست محیطی را رفع کرد. بر این اساس به کار گیری مواد و مصالح ساختمانی و شیوه های ساخت و سازی که با دیدگاه های پایداری شکل گرفته اند به این شرح است:

- بکارگیری شیوه های طراحی مناسب برای به حداقل رساندن و افزایش کاآمدی مصرفی.
- استفاده از مواد و مصالح ساختمانی که میزان مصرف انرژی در تولید و بکارگیری آنها به حداقل رسیده
- استفاده از روش های اجرایی بهینه که موجب اتلاف کمتر مصالح ساختمانی گردد.
- تاکید بر مصالح ساختمانی که پس از گذراندن عمر مفید قابل بازیافت یا استفاده مجدد باشد.

با در نظر گرفتن شرایط فوق می توان به اهداف پایداری در طراحی و ساخت دست یافت(خاتمی، فلاح، ۱۳۸۹: ۳۰). امروزه امکان ارتقای بازده تاسیسات الکتریکی و مکانیکی ساختمان ها و افزایش مقاومت مصالح ساختمانی و سازگار کردن مصالح ساختمانی برای پاسخگویی به اوضاع اقلیمی به کمک فناوری نانو حاصل شده است.دربخش ساختمان فناوری نانو را می توان نوعی فناوری توانا کننده نامید که بشر را قادر می کند با بهره گیری از چنین فناوری های جالبی عرصه های جدیدی از توسعه و پیشرفت را فراروی خود تصور کرد.

مهمترین کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان ، معمولا در بر دارنده بهینه سازی مواد و مصالح معمولی موجود است. در درجه دوم ایجاد کابرد های جدید برای مصالح یا مشخصه هایی که بدون کمک فناوری نانو امکان پذیر نیست و از همه مهمتر، چند منظوره کردن مصالح و ایجاد قابلیت چشمگیری از صدمه دیدن مواد بسیار مورد توجه دانشمندان این عرصه قرار گرفته است.به مدد حضور فناوری نانو در این حوزه و کمک به ساخت موادی با ویژگی های یاد شده می توان انتظار داشت که بتوان مواد و مصالح را بگونه ای اقتصادی تر تولید کرده و همچنین از منابع طبیعی کمتر برداشت نمود.باید گفت این فناوری سعی دارد از دو جبهه به صنعت ساختمان نفوذ کند. که نخست بهینه سازی و ارتقای عملکرد فناوری موجود و دوم ارائه گروه جدیدی از مواد و محصولات که پیش از نانو مهندسی ممکن نبوده است(قنبری، ۱۳۹۲: ۱۰).

۳-۹-۵ ویژگی‌های بناهای ساخته شده به سبک اکوتک

از نگاه به آنچه در زمینه معماری انجا گرفته می توان پی برد که عرف طراحی ساختمان در طول زمان تغییر کرده است، از مسدود کردن محیط خارج برای حفاظت از فضاهای داخل گرفته تا قرار دادن طبیعت و انرژی های طبیعی در طرح، به طور مثال می توان به استفاده مجدد ژاپنی ها از رخبام های عمیق و دریچه های شوجی که از شیشه های مخصوص ساخته شده است اشاره کرد که هر دو از شیوه های معماری نتی ژاپن است که با اقلیم آنها تناسب دارد. البته ناگفته پیداست که شیوه های معماری سنتی را نمی توان به آسانی یا به شکلی جبری برای مردمی که به روابط منطقی موجود در محیط زیست، یا به زندگی در ساختمانهای بلند مرتبه خو گرفته اند، به کار بست(اریانپور و کاملی، ۱۳۹۲: ۸).

تهویه، نوردهی و دیگر سیستم های مکانیکی، فن آوریهای گسترده ای هستند که هم ساکنان و هم معماران از آن بهره مند می گردند. تهویه طبیعی با امکان جریان هوا از سقف، تهویه مطبوع از طریق پالایش شبانه و دمیدن هوا از زیر کف، کنترل نور و نظایر اینها، دستاوردها و اشکال نوآورانه ای هستند که ضمن اعمال و رعایت آنها در برخی ستاختمانها، توانسته اند انرژی ومنابع طبیعی همچون گرما و نور خورشید، باد، انرژی گرمایی زمین و آب باران را مورد استفاده قرار دهند. در این میان روشهای مکانیکی گوناگونی نیز برای صرفه جویی در انرژی و سیستم های جدید تولید آن، کته حداقل تاثیرات ناسازگار با محیط راداشته باشند، بکار گرفته شده است. طراحی ساختمانهای سبز نیز جایگزین مناسبی برای ساختمانهای اداری با سیستم تهویه و مصرف زیاد انرژی و کوششی جدی برای مقابله با مشکل آلودگی هوا و مصرف بالای انرژی در اینگونه ساختمانها می باشد. شکل این ساختمانها در نتیجه آزمایش های تونل باد و با استفاده از مدل های نمایشی از ساختمان های اطراف به دست می آید. (اریانپور و کاملی، ۱۳۹۲: ۸).

۳-۹-۶ مصالح سالم

به طور کلی مصالح ساختمانی طبیعی از دیگر مصالح ساختمانی سالم تر هستند. مسئله آنست که نبود کارایی فنی مصالح ارگانیک اغلب در انتخاب فرآورده های تولید توسط معماران تأثیر می گذارد. اگر چه مصالح سنتی ، تا حدی به علت کارآیی و شکل دهی ضعیف مورد غفلت واقع شده اند، اما اغلب به عنوان نتیجه ای از سلامت قطعی شان دوباره مورد توجه قرار می گیرند. البته آنها دوباره رایج شده اند و فناوری های نوین برای استفاده از آنها به روش های جدیدتوسعه یافته است (اریانپور و کاملی، ۱۳۹۲: ۹).

نتیجه‌گیری

قابلیت چشمگیر و غیرقابل چشم پوشی فناوری های نوینی مانند نانو و بکارگیری آنها در مصالحی که آنها را هوشمند نامیده ایم، نه تنها در روش های ساخت مسکن و ساختمان ها بلکه در در سبک زندگی انسان و در نتیجه صنعت معماری نیز تحولی شگرف ایجاد کرده اند.

عملکرد این مواد به گونه ایی است که این در مواجهه با محیط پیرامون خود، متغیر بوده و عملکردشان با مصالح طبیعی رایج (غیر هوشمند) قابل مقایسه نیست. موادی مانند بتن های ترمیم شونده با قابلیت استفاده در تاسیساتی همچون نیروگاه ها و سدها بسیار ضروری و غیرقابل جایگزین هستند. از طرف دیگر رنگ دیواری که خود به خود تمیز شده و در صورت آسیب دیدن به تعمیر خود می پردازد و یا دیواری که به هنگام نشت گاز یا اتصال الکتریکی در خانه هشدار می دهد، این این دست هستند. مصالح هوشمندی که قادر هستند طبق دستور رنگ عوض کنند یا در طول روز به تولید الکتریسیته پرداخته و در شب آن را در اختیار ما قرار دهند، از ابزاری برای تامین آسایش بیشتر و سالم تر برای زندگی بشر است.

اما با درنظر گرفتن پدیده مطرح و مهم قرن که همان تامین انرژی از محیط پیرامونی است؛ اساسی ترین کاربرد این مصالح در مبحث تامین انرژی و بویژه انرژی پاک است.

از آنجا که معماری به عنوان یکی از شاخص های موثر در تمدن هر جامعه بوده و حتی یکی از ابزار سنجش جامعه ناشی می شود و با توجه به این امرکه تمدن نیز خود ناشی از تغییراتی در زندگی انسان است که اسایش و رفاه بیشتری را برای وی فراهم آورد، لذا متخصصین معماری نیز به عنوان قشری بسیار تاثیرگذار در زندگی بشر ناگزیر به استفاده صحیح و درست از این فناوری ها در مراحل طراحی، ساخت، بهره برداری و نگهداری ساختمان ها هستند.

بهره گیری از مصالح هوشمند و نیز هوشمند کردن ساختمان ها و به خصوصی بکارگیری مصالح هوشمندی که نسبت به فرایندهای محیطی واکنش نشان می دهند، از بهترین راه های صرفه جویی انرژی، تسهیل در تعمیر و نگهداری بناها، افزایش عمر مفید ساختمان ها، طراحی سازه هایی با امنیت بیشتر و ایجاد اسایش و اطمینان برای ساکنان ساختمان ها بوده و به علاوه دست معماران و طراحان را در ارائه هر چه بیشتر طرحهای خلاقانه باز می گذارد.

از آنجا که کاربرد و اهمیت مواد تغییر فاز دهنده در ذخیره انرژی استفاده از این مواد در تاسیسات خورشیدی موردنظر بسیاری از کشورهای جهان می باشد، به نظر می رسد که مناسب ترین گزینه مکانی در کشورمان ایران برای استفاده از این نوع سامانه ها، در مناطق آفتابگیری چون شهرهای جنوبی و مرکزی است که با بهره بردن از آن می توانیم به میزان قابل توجهی در کاهش مصرف انرژی و کاهش میزان آلودگی های زیست محیطی و هزینه های تامین آن تا حد زیادی در کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی ناشی از سوخت های فسیلی و کاهش هزینه های برودتی و حرارتی موفق شد.

نتایج حاصل از بهره گیری از فناوری نانو در حوزه معماری عبارتند از:

- کاهش ضایعات و نخاله های ساختمانی ناشی از سیستم سنتی ساخت و ساز (به دلیل نوعی صنعتی سازی محصولات)
- کاهش وزن مصالح و عناصر ساختمانی و مقاومت در برابر زلزله
- بهبود کیفیت مصالح در جهت کاهش مصرف انرژی های فسیلی
- بهبود کیفیت مصالح در راستای رفتارهای ساز های و مکانیکی بنا و مقاومت در برابر زلزله
- کاهش هزینه نگهداری به دلیل پیشگیری از آسیب های طبیعی و یا مکانیکی و کاهش نیاز به نگهداری

- صیانت و حفظ منابع طبیعی
- اقتصاد پویا و بازگشت سرمایه
- خلق محیطی پاسخده و ایده آل و جلوگیری از طراحی و ساخت بناهای فرم محور
- سازگاری با طبیعت
- ایجاد سازه های پایدارتر بر مبنار ساختار فرمی نانو

بنابراین بهره گیری از فناوری نانو روندی اجتناب ناپذیر می نماید که با توجه به مزایای برشمرده شده تحولی عظیم را دردنیای ساخت و ساز به همراه خواهد داشت. به عبارت دیگر به دو شیوه می توان فناوری نانو را وارد عرصه معماری نمود:

۱. بهره گیری از مصالح نانو بنیان نظیر نانو پوشش ها نانو عایق ها و...

۲. بهره گیری از ساختار فرمی و ساختار سازه ای نانو

جدول۲- معماری نانو تک وسطوح مختلف ان

		نحوه تولید مصالح	نوآوری/ دستاوردها	فناوری‌های اثرگذار	چگونگی تاثیرگذاری
معماری+ نانو تکنولوژی= معماری نانو تک	سطح اول: نانو معماری کامپوزیت	ارتقا وبهبود مصالح موجود به مدد نانو ماده، به صورت ترکیبی یا پوشش دهی	خود تنظیم شونده (خودتمیز شونده، خودترمیم شونده. ضد خش ...)	نانو فناوری	تاثیربررفتارانسان
	سطح دوم: نانو معماری	چینش هدفمند و آگاهانه اتم ها در مقیاس نانو	خوارایی، مصالح نانو چند عملکردی سیستم ان وی اس سیستم یکپارچه سازی و معماری ائروژل مسلح هوشمند	نانو فناوری زیست فناوری	تاثیربررفتارانسان تاثیربر معمار و معماری
	سطح سوم: نانو معماری مولوکولی	ذخیره اطلاعات لازم در مواد نانوبنیان در دی ان ای	خود منتاژی ذخیره اطلاعات در دی ان ای کاشت وبرداشت دانه سازنده	نانو فناوری مولوکولی زیست فناوری فناوری اطلاعات	تاثیربررفتارانسان تاثیربر معمار و معماری تاثیربرمحیط زیست

مراجع

۱- آریانپور، محمدباقر، کاملی،محسن(۱۳۹۲)،«معماری اکوتک، نمادی ازمعماری پایدار»، اولین کنفرانس ملی معماری وفضاهای شهری پایدار،مشهد مقدس.

۲- السادات مجیدی، هاشمی شهرکی، عوض نژاد(۱۳۹۱)،«بررسی جایگاه فناوری و تکنولوژی نانو در دستیابی به معماری پایدار»،نشریه صنعت ساختمان،صص ۱۲-۱۹

۳- جان بزرگی، ا و قناد، ز (۱۳۸۹)، «کاربرد تکنولوژی نانو در صنعت ساختمان». فصلنامه کیسون، شماره ۴۴.

۴- حق پناه، مریم .سقائی، فرنوش و دهقانی، مرجان (۱۳۹۲)،« سازه های نو در ساختمان های هوشمند با رویکرد معماری پایدار». همایش ملی معماری پایدار و توسعه شهری.

۵- صفرزاده شهری، فهیمه (۱۳۹۱)،« ارزیابی نقش فن آوری نانو در بهینه سازی مصرف انرژی ساختمان با رویکرد مفهومی معماری پایدار». دومین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی.
۶- طنازیان، شبنم و ستاری ساربانقلی، حسن(۱۳۹۱)، «بررسی تاثیر فناوری نانو در معماری پایدار». همایش معماری پایدار و توسعه شهری.
۷- زاهدی، حسین(۱۳۹۱)، «نانوتکنولوژی پلی به سوی معماری پایدار»،فصلنامه معاونت مهندسی ناجا،شماره۱۷،صص ۳-۸.
۸- کرامت آذر، ز .فیض اله بیگی، ا .حاجب، س(۱۳۹۲)، «بررسی جایگاه مصالح هوشمند و خود ترمیم در معماری پایدار»اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار، همدان، دانشکده فنی شهید مفتح همدان.
۹- گرجی مهلبانی، یوسف و یاران، علی(۱۳۸۹)،« راهکارهای معماری پایدار گیلان به همراه قیاس با معماری ژاپن». مجله هنرهای زیبا، شماره ۴۱
۱۰- قبادیان، وحید(۱۳۸۹)، «معماری معاصر غرب»،انتشارات دفتر پژوهش های فرهنگی ،ص ۱۱۴-۱۲۲-۱۲۴.
۱۱- قنبری ،مرتضی(۱۳۹۲)،« بررسی تأثیرفناوری نانوبرمعماری پایدار»، اولین کنفرانس معماری وفضاهای شهری پایدار، گروه پژوهش های کاربردی پرمان.
۱۲- معماردزفولی،سجاد، ناظرایلخانی،رویا، رضایی، محمدمهدی (۱۳۹۲)، «بررسی نقش نانوفناوری درمعماری ساختمان». اولین همایش ملی جغرافیا،شهرسازی وتوسعه پایدار،تهران.صص ۱-۱۱.
۱۳- مژدگانی، اعظم السادات، افهمی، رضا(۱۳۹۵)،«برنامه ریزی طراحی ساختمانهای اکوتک»،دومین همایش بین المللی معماری، عمران وشهرسازی در اغاز هزاره سوم، تهران.صص ۱-۱۴.
۱۴- وجدان زاده،لادن(۱۳۹۲)،« کاربرد فناوری نانو در معماری»،مجله معماری و شهرسازی ارمانشهر،شماره ۱۳،ص ۱۳۷-۱۴۹.
15- El- Maged Fouad, (2008).***NanoArchitecture Nanotechnology and Architecture***. University of Alexandria Faculty of Engineering, Department of Architecture.
16- Fazeli, A., Zarei, M., Akhavan, A., Moradi, M., Darab, M., Salimi, A., Seyedmostafavi, S. T., Alikhani, S., Farazkish,M., Moaied, F., Eslamipoor, F., Noroozi, S. (2005). ***Nanotechnology Mirror of Creation***, Tehran: Atena Press.
17- Olson, Gregory B (2000). ***Designing a New Material World***, *Science*, 288 (5468), 933-998.
18- http://nanogil.ir
19- www.aral.ir

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی