



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

زمان پذیرش نهایی: 99/07/20

شماره مجوز مجله: 80400

بررسی و استفاده از معماری پایدار جهت بهبود سازه های ساختمانی کشور در مناطق گرم و خشک

کسری شریعتی خامنه¹، حدیثه کامران کسمائی²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معماری، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران

2- استادیار، گروه معماری، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران

چکیده:

به منظور خلق فضاهای کارآمدتر و ارتقاء سطح کیفی ساختمان ها این مقاله در صدد بنای همسو و هماهنگ با اقلیم منطقه با توجه به شناخت ویژگی های معماری و اقلیمی منطقه همراه با کاربرد آخرین دستاوردهای ساختمانی در جهت معماری پایدار ارائه شده است، تا نوعی از معماری حاصل شود که کاملاً نیازها را برآورده سازد و به عنوان یک فضا و بنا تمامی ارزش های معماری را داشته باشد. ساختمان های مدرن و همساز با اقلیم برای دستیابی به محیطی سازگار و پایدار به منظور هماهنگ سازی اکولوژی و تکنولوژی پا به عرصه ظهور گذاشتند. که می بایست از ویژگی های چنین ساختمان هایی برای دستیابی به اهداف معماری پایدار بهره برد، شیوه این پژوهش از طریق جمع آوری داده ها و اطلاعات از دوروش کتابخانه ای شامل (طیف وسیعی از کتب و نشریات تخصصی و اینترنت و مقالات دیگر که در قسمت منابع، نام تمامی نویسندگان مقاله که از روی آنها جمع آوری شده است آمده است) تعیین شده است.

واژگان کلیدی:

معماری پایدار، ساختمان پایدار، توسعه پایدار، مصالح

1-مقدمه:

تحول صنعتی انسان را از زندگی در طبیعت به زندگی در شهرها کشانید. با پیشرفت فناوری، الگوی زندگی دستخوش تغییر شد، به نحوی که معماری بومی اقصی نقاط دنیا که با توجه به طبیعت و محیط پیرامون خود شکل می گرفت و همساز با اقلیم و طبیعت اطراف خود قد علم میکرد به وادی فراموشی سپرده شد. معماری مدرن نیز که زاده این تحولات بود به کلی بستر و محل شکلگیری معماری را نادیده گرفت بادگیرها، سایهبانها و نورگیرها در ساختمانها جای خود را به تأسیسات گرمایشی و



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

سرمايشی دادند. به این ترتیب تکنولوژی، آسایش و راحتی روزافزونی را برای انسانها به ارمغان آورد و گسترش صنعت در پی گسترش شهرها و بالعکس ادامه یافت. شهرها انرژی را میبلعند و در عوض زباله و آلودگی ایجاد میکنند. از طرفی سازه های ساخته شده در شهرها با مشکلات کمبود انرژی روبه رو شدند. برای حل این مشکلات جنبشهایی در دنیا شکل گرفت که توسعه پایدار نیز یکی از آنها بود. با افزایش آگاهی عمومی در زمینه مسائل زیست محیطی در همان دهه بحث هایی در زمینه لزوم توسعه پایدار مطرح شد. در این حرکت جهانی، معماران نیز همراه با دیگر متخصصان، در پی یافتن راهکارهای جدید برای داشتن سازه های بهتر یکی از راه حل ها به برای تأمین زندگی مطلوب انسان و ارتقای سطح آند (محمودی، 1388) عنوان معماری پایدار و توسعه پایدار مطرح شده است که امروزه می توان از آن در جهت کاهش انرژی در سازه های ساختمانی استفاده کرد. بررسی ها نشان می دهد سازه هایی که با توجه به اصول معماری پایدار ساخته شده اند در کاهش انرژی و همچنین کاهش آلودگی بسیار موثر بوده است. اکنون یکی از بزرگترین مشکلات سازه ها در مناطق گرم و خشک استفاده نکردن از مصالح ساختمانی مناسب در این مناطق است که باعث اتلاف انرژی در سازه های این مناطق شده است. آمار ها نشان می دهند در مناطق گرم و خشک مشکلات سازه هایی که با استاندارد پایداری ساخته نشده اند بسیار بیشتر از سایر مناطق آب و هواییست. در این مقاله تلاش شده است که در جهت استفاده از اصول معماری پایدار در مناطق گرم و خشک از اتلاف انرژی و همچنین زیاد شدن آلودگی در این مناطق جلوگیری شود. پژوهش حاضر با روش گرد آوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه ای و مقالات مختلف صورت گرفته است.

از میان پژوهش های گوناگون انجام شده در زمینه بهبود سازه های مناطق گرم و خشک می توان به خانه های هوشمند (میثم غلامی، مهدی باقری، 1398) و (محمد شیروانی، بهروز رضایی 1398) در رابطه با بررسی کیفیت محیطی خانه های مسکونی پایدار رادید و همچنین در رابطه با نقش انرژی و معماری سبز بر ساختمان های امروزی را میتوان در مقاله (سحر صولتی، مهدی کریمی 1398) مشاهده کرد. در رابطه با بهبود عملکرد سازه های هیدرولیکی به مقاله (سارا باقری، عبدالرضا کبیری 1395) می توان پرداخت. اما به طور کلی در مقاوم سازی و بهبود سازه ها مقاله ای از (حبیب سعید منیر 1385) نوشته شده است که می توان از آن ایده و نتیجه گرفت.

همچنین مقالات مرتبط دیگر نیز: شمیم آخوندی، فرغ سر گلزائی (1398) طراحی مجتمع مسکونی در مناطق گرم و خشک (زاهدان)، در پژوهش (کامران رضایی، لیلیا رضایی 1398) می توان بررسی انواع دیوار های سبز و تاثیر آن بر محیط را مشاهده کرد، پژوهش (مهرنوش خادم حقیقی 1398) برای بررسی اصول معماری پایدار در جهت ارتقای کیفیت سازه ها، دستاورد های (فرحناز علومی یزدی 1398) در زمینه الگو های رفتاری پایدار با رویکرد روانشناسی.

2- معماری پایدار یا سبز:

طراحی سبز عملی است برای حل مشکلات که طی آن، منابع طبیعی قبل، بعد و طی پروسه تولید و ساخت به کمترین حد آسیب می بیند، به علاوه در مسیر این عمل مصالح باید مفید بوده، عمر مفید طولانی داشته و قابل بازگشت به چرخه طبیعت باشند. چیزهای با طول عمر زیاد هم مفیدند و هم بزرگترین مانع علیه اسراف و ضایعات، و این بهتر از استفاده مجدد یا اکنون زمانی است که منابع رو به زوال است، هنگامی که دغدغه معماران، معماران منظر، طراحان شهری، باز یافت آنها است مهندسی و متخصصین ساختمان اساساً در چاره جوئی برای آینده است. متخصصین طراح باید حوزه مهارت و تخصص و فعالیت خود را در این زمینه بسط دهند که این از منابع حفاظت شود و حامی آینده فرزندان، نوهها و نسلهای بعدی باشد



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

قبل از هر چیز که یک ساختمان سبز خلق شود مانند هر چیز دیگر به یک خالق احتیاج دارد. این موضوع یعنی ایجاد ساختمان سبز به سلامت فردی که در آن و در محیط اطراف آن زندگی می کند کمک خواهد کرد و از او پشتیبانی خواهد کرد و باعث رضایت مندی و سودمندی آنان خواهد شد. این موضوع نیازمند کاربرد با دقت انرژیهای تصدیق شده در معماری استفاده از طبیعت بادوام و منبع مواد با کفایت و تکیه بر خورشید برای استفاده های گرمایی و نیروی برق و روشنایی است: روزانه و دوباره استفاده کردن از ضایعات یک اتحاد و یکپارچه سازی ساختمانی ظریف این استراژی ها را تولید میکند. البته باید توجه داشت که تبدیل فرهنگ بشر به یک پایه و تغییر ساختار اساسی روح و سرشت انسان بستگی دارد. ما باید یکی شدن و به هم پیوستن و وابستگی به یکدیگر را با یک چیزی خیلی وسیعتر از خودمان را دوباره کشف کنیم. جهان طبیعت قلم مویی است روحانی که نسبت به همه چیز برتری مییابد. اول شخص و بعد جامعه این عقیده بولوزوف است. او عقیده دارد ما باید هر دو گروه را مجبور سازیم که موافق حقایق زندگی در جهان باشند. در غرب به این مسئله اعتقاد دارند که مزیت در طرح محیطی و طراحی آن در صورتی پیشرفت میکند و موفق خواهد بود که حقیقا مجمع و گروه طراحی آن فقط گروهی از طراحان باشند. (ترابی، روشن)



تصویر شماره 1 (منابع اینترنتی)

3- توسعه پایدار و معماری در سازه ها:

جان راسکین در کتاب (هفت چراغ معماری) و ویلیام موریس و ریچارد دلتاجی پیشگامان معماری سبز یا معماری اکولوژیکی در قرن نوزدهم بودند که بعدها با ظهور معمارانی چون لویدرایت و آیزنمن این نهضت ادامه یافت. مفهوم همه گرایشهای معماری مذکور، سازگاری با طبیعت و استفاده بهینه از منابع آن است. (محمودی، 1388) از این منابع میتوان در ساختمان های بلند در جهت بهبود استفاده کرد. همچنین سازه های پایدار با استفاده از اکولوژی و زیست محیط و شرایط آب و هوایی (گرم و خشک) میتوان آنها را مقاوم تر و بهتر بنا کرد.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



تصویر شماره 2-سازه طراحی شده بر اصول پایداری(منابع اینترنتی)

4-انواع سازه های ساختمانی:

انتخاب نوع سازه از جمله تصمیمات بسیار مهمی است که سازندگان و مهندسين باید با دقت نسبت به آن اقدام کنند. سازه های ساختمانی با توجه به شرایط اقلیمی، اجرایی، فنی و ... انتخاب می شوند، از این رو باید با در نظر گرفتن فاکتورهای مهم سازه ای مناسب طراحی و اجرا نمود. سازه های متداول در کشور شامل سازه های سنتی، بتنی، فلزی و صنعتی می باشند.(ساختمانچی 1396سایت)

جدول شماره 1 ،انواع سازه های ساختمانی(ساختمان چي)

انواع سازه های ساختمانی	توضیح	تصاویر
-------------------------	-------	--------



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

	<p>سازه سنتی</p> <p>برخلاف سایر سازه ها، ساخت سازه سنتی بیشتر از آنکه طبق محاسبات علمی صورت گیرد، بر مبنای تجربه بوده و تمام آئین نامه های اجرایی و محدودیت های مربوط به آن طبق آمار و تجربه شکل گرفته اند. تعداد طبقات در این سازه ها در هر شرایطی حداکثر دو طبقه با ارتفاع ۸ متر از سطح زمین تعیین شده و در طراحی و اجرای پلان معماری تمام محدودیت ها و ضوابط باید مورد توجه قرار گیرند. آئین نامه های اجرایی و دستورالعمل های وضع شده برای سازه سنتی همه تجربی هستند، به همین دلیل هیچ تضمینی مبنی بر علمی بودن ساخت آن وجود ندارد. در این سازه ها، دیوارها بارهای قائم را تحمل می کنند و کلاف و شناژهای قائم و افقی دیوارها و سقف را به یکدیگر متصل نموده و بار سقف را بر روی دیوارها توزیع می کنند</p>	
	<p>سازه بتنی</p> <p>متریال اصلی در ساخت این نوع سازه، بتن است، از این رو از نظر استحکام و مقاومت مورد تأیید قرار گرفته است. در حال حاضر به دلیل نوسانات بالای قیمت پروفیل های فولادی اکثر سازندگان ترجیح می دهند از این سازه استفاده کنند. این سازه ها در تمام شرایط آب و هوایی مقاوم بوده و اگر پوشش بتن به خوبی اجرا شود، نم و رطوبت هیچ آسیبی به آن ها وارد نخواهد کرد، از این رو عمر آن ها در مقایسه با سایر سازه ها بیشتر است. آرماتور، بتن و قالب از قابلیت شکل پذیری برخوردار هستند، به همین دلیل را در مقاطع مختلف اجرا می توان اعضاء سازه بتنی کرد. علاوه بر آن همگن بودن اتصال تیر و دیافراگم سقف در این سازه ها آن ها را از دیگر گزینه ها بارز نموده است. از دیگر ویژگی های آن می توان به مقاومت بالا در برابر آتش سوزی و دارا بودن یک صلبیت بیشتر از سازه فلزی اشاره نمود. طراحی و اجرای سازه بتنی باید توسط یک متخصص حرفه ای صورت گیرد زیرا آرماتوربندی و قالب بندی کاملاً تخصصی بوده و وقت گیر است. همچنین بتنی که مورد استفاده قرار می گیرد مدام باید آزمایش شود،</p>	



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

	<p>به همین دلیل باید امکان دسترسی به آزمایشگاه مکانیک خاک در نزدیک پروژه وجود داشته باشد</p>	
	<p>در ساخت سازه فلزی از متریال اصلی فلز (فولاد) استفاده می شود و اتصالاتی که در آن به کار می روند از نوع پیچی، جوشی و پرچی هستند. اجرای این سازه در مقایسه با سایر سازه ها به زمان کمتری نیاز دارد زیرا اسکلت فلزی را می توان قبل از نصب مونتاژ کرد. همچنین لزوم اجرای بدون وقفه و همزمان اسکلت باعث می شود سرعت اجرای کار بالا رود. نحوه اتصال اعضاء تیر و ستون در سازه فلزی امکان توسعه طبقات را فراهم نموده، به همین دلیل می توان ساختمان های بلندتری با آن ساخت. اگر اتصالات این سازه بر اساس آئین نامه های اجرایی و اصول فنی صورت گیرد و ضوابط مربوط به اتصال دیافراگم سقف با تیرهای باربر رعایت گردد، همچنین پوشش های ضد زنگ استفاده شوند، می توان گفت ساختمان از مقاومت بالایی برخوردار خواهد بود. سازه فلزی مزایای بیشماری در بر دارد اما در کنار این قابلیت ها از محدودیت اجرایی برخوردار است. گاهی اوقات شرایط آب و هوایی کیفیت جوش را تحت تاثیر قرار داده و سرعت زنگ زدگی را افزایش می دهد، از این رو اتصالات باید در وضعیت مناسب آب و هوایی اجرا شوند. زنگ زدگی ناشی از اکسید شدن فلز به مرور زمان سطح مقطع فلز را کاهش داده، پوسیدگی عمیق تر شده و در نتیجه مقاومت سازه در برابر بارهای وارده کاهش پیدا می کند. همچنین شکل اسکلت فلزی در آتش سوزی و حرارت بالا تغییر می کند و منجر به تخریب سازه می گردد.</p>	<p>سازه فلزی</p>
	<p>سازه صنعتی به عنوان یک سازه مستقل در نظر گرفته نمی شود زیرا یا از نوع اسکلت بتنی، اسکلت فلزی و یا ترکیبی از این دو می باشد. برای ساخت سازه صنعتی از روش هایی نظیر ال اس اف تی س ف..... استفاده می شود</p>	<p>سازه صنعتی</p>



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

5- طراحی پایدار سازه ها

کریستین نوربرگ شولتس در کتاب (به سوی شناخت عوامل بالقوه در معماری) شناخت ویژگیهای مکانی را یکی از ارکان اساسی معماری توصیف کرده و به هنگام طراحی بر لزوم توجه و به قالب در آوردن این عوامل تأکیدی می نماید. در نوشته ای به قلم (جون برگر) در مورد ارتباط ما بین هنر، طبیعت و جهان، وی چنین اظهار نظر میکند که طبیعت ترکیبی از انرژی و مبارزه است. طبیعت بدون هیچ پیمانی وجود دارد، هم چون یک صحنه و یا زمینه. جون برگر همچنین می گوید احساس زیبایی حاکم بر انسان ناشی از طبیعت است و این احساس مقدم بر احساس زیبایی ناشی از ساخته های دست بشر میباشد. (گلپور فرد، 1388)

به هر حال یکی از راه حل های دسترسی به طراحی سازه های پایدار (توسعه پایدار) تجدید نظر با الگوهای ساخت و طراحی در زمینه های گوناگون زندگی بشری شامل طراحی های صنعتی، ساختمانی و شهری و... است طراحی سبز طراحی بر اساس حساسیت های محیطی، طراحی اکولوژیکی، طراحی با طبیعت و... عناوینی است که امروزه در نتیجه تجدیدنظر در ارتباط با الگوهای ساختار رایج به وجود آمده اند. البته اساس همه این الگوها بر ساختن محیط در یک رابطه هماهنگ و هم زیست با محیط اطراف طراحی و محیط هایی که اصول طراحی از آنها استخراج گردیده است، میباشد و به طور خلاصه یک شیوه طراحی است که اساس آن قوانینی است که از طبیعت منشأ میگیرند. (داریوش، 1389)

این شیوه طراحی معتقد به تلفیق دیدگاهها در زمینه های انرژی، محیط زیست و اکولوژی (بوم شناسی) است. این دیدگاه درست در نقطه مقابل دیدگاه پیروان (سبک بین الملل) است که معتقدند هر طراحی باید فاقد خصوصیات شهری، منطقه ای و آب و هوایی باشد که در دوره پست مدرن مطرح گردید. همان گونه که تولیدات صنعتی مانند اتومبیل، هواپیما، رادیو و دیگر تولیدات فاقد خصوصیات منطقه ای است. همان رادیوای که در اروپا مورد استفاده قرار می گیرد می تواند در روستاهای آفریقایی نیز مورد استفاده واقع شود.

6- ویژگی های عمومی اقلیم گرم و خشک:

بارندگی بسیار اندک سالیانه - رطوبت بسیار بسیار ناچیز - نوسان درجه حرارت بسیار زیاد در طول شبانه روز به دلیل عدم حیات مرکزی باد گیر متعدد و چند طرفه به خصوص در ضلع :وجود رطوبت زمینی - کم بودن پوشش گیاهی- جریان هوا جنوبی جهت استفاده از باد مطلوب.(منابع اینترنتی)

7- بررسی طراحی اقلیم خشک در جهان:



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

در مناطق تحت نفوذ اقلیم خشک؛ میزان تبخیر و تعرق حاصل از سطوح آب‌ها و پوشش رویشی و خاک؛ بیش از میزان بارندگی می‌باشد. از این رو نیاز آبی محیط از طریق بارندگی تأمین نمی‌گردد. ذخیره همیشگی آب‌های زیر زمینی نیز نیاز آبی جلوگیری از تأثیر هوای گرم در فضاها را دو اصل کلی برای طراحی اقلیمی در مناطق گرم و خشک 1 یاری را کفایت نمی‌کند داخلی مجموعه الف. طراحی مناطق نیمه محافظت شده در خارج بنا ب. استفاده از پوشش گیاهی برای خنک کردن محوطه ج. استفاده از گیاهان در کنار دیوارهای خارجی ساختمان د. استفاده از بام و دیوار دو جداره جهت تهویه در داخل پوسته محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب در مواقع گرم - ساختمان ه. استفاده از پوسته‌های دو جداره جهت جابجایی حرارت 2 سال الف. طراحی محوطه ب. ایجاد سایه برای پنجره‌های رو به آفتاب تابستان ج. شکل و جهت دادن به بدنه ساختمان به منظور کاهش اثر آفتاب تابستان د. کاهش انعکاس زمین و سطوح بیرون از پنجره‌های رو به آفتاب تابستان ه. تأمین سایه برای دیوارهایی که رو به آفتاب تابستانی هستند. (منابع اینترنتی) (خیری 1394)

8- تفاوت اقلیم گرم و خشک در طراحی و مصالح سازه‌ها:

- 1- اقلیم گرم و خشک به دلیل اختلاف شدید شب و روز مصالح باید با ظرفیت حرارتی بالا داشته باشند.
- 2- زمان بتن ریزی در سازه‌ها بسیار مهم است زیرا تابش شدید آفتاب و دمای بالا روز باعث خشک شدن سریع و ترک خوردن در سرمای شب میشوند.
- 3- اگر سازه‌ها تیر آهن و فلزی هستند حتما هنگام جابجایی مراقب باد های معروف در زمان های خص باشیم.
- 4- اگر درختی در نزدیکی سازه قرار دارد با توجه به موارد پایداری قطع نشود زیرا هم جلو آفتاب شدید را می‌گیرد هم از لحاظ حفظ محیط زیست کاربردی است. (گرچی، ابوطالبی 1397)
- 5- مناسب نمودن خاک برای سازه بسیار مهم است زیرا نشست و نرم بودن خاک را باید کنترل کرد زیرا به دلیل کمبود آب در این مناطق امکان سفتی خاک و تراز نشدن درست خاک با بتن مگر وجود دارد.
- 6- طراحی درست پلان‌ها و نماها بسیار اهمیت دارد زیرا نور زیادی در سازه‌های ساختمانی می‌تواند آزار دهنده باشد. (تورانی، 1387)
- 7- در سازه‌های طولانی همانند پل‌ها باید به صورت متناوب صورت گیرد زیرا آفتاب و گرمای شدید باعث از دست رفت مقاومت اصلی سازه و مصالح آن میشود. مقدار آب استفاده بسیار مهم است.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

8- مهم بودن جریان هوا به دلیل باد ها در سازه زیرا خود باد باعث خشک شدن سریع آب داخل مصالح میشود به همین دلیل استفاده از کارگاه های سر پوشیده بسیار لازم است هم در سازه های طولانی (پل ها) هم سازه های ساختمانی (علیپور، سمیرا 1386)

9- فصل بسیار اهمیت دارد در این مناطق و فصل مناسب برای ساخت سازه ها یکی دیگر از اصول پایداری میتواند باشد زیرا باعث کم شدن انرژی و صرفه جویی در آن میشود.

9- نتیجه گیری:

با توجه به معماری پایدار و اصل آن در سازه ها برای بهبود آن ها راه کار هایی ارائه می شود. یکی از مهمترین راه کار ها بررسی انرژی و مقاومتی در سازه ها است.

بررسی انرژی یعنی با استفاده از اصول معماری برای مثال استفاده از انرژی باد و خورشید در مناطق گرم و خشک انرژی مورد نیاز سازه ها را تامین کنیم. استفاده از سولار کویک ها در سازه ها هم در زمان ساخ و هم بعد از ساختمان برای روشنایی می توانند مورد استفاده قرار بگیرند.



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر

استفاده از توربین های بادی برای انرژی مورد نیاز بالا بر ها هنگام اسکلت و سازه بسیار از اتلاف انرژی را کاهش می دهد. برای مثال در کشور ژاپن در سازه هایی که نزدیک به دریا است و باد های زیادی وجود دارد از این توربین ها همراه با برق استفاده میشود.

مقاومت دیگر اصل سازه ها است که ما میتوانیم با سازه های آهنی و فزی مقاومت را در گسل های مناطق گرم و خشک که عمدتاً زیاد قوی هم نیستند بالا ببریم و همانند کشور های توسعه یافته از بلبرینگ ها و پیچ و مهره های متعدد برای لغزش بیشتر استفاده شود.

در ادامه چند راه کار از راه کار های معماری پایدار ارائه شده است:

- 1- در اولین روش استفاده از معماری پایدار میتوان استفاده از مصالح سازه ای که در همان منطقه وجود دارد و با شرایط اقلیمی آنجا سازگار است استفاده کرد. برای مثال در مناطق گرم و خشک پیشنهاد می شود از سازه های تیر آهنی استفاده شود چون مقاومت این سازه ها در تغییرات آب و هوایی گرم و سرد بالاتر از بتن است و همانند بتن شکسته نمی شود.
- 2- به منظور زیبایی سازه ها در قسمت اسکلت به جای قطع کردن درختان و جوش دادن نبشی برای دیوار ها میتوان از درختان استفاده کرد و دیوار ها و سازه ها را نگه داشت.
- 3- طراحی ستون ها با استفاده از اصول پایداری شرطی است که در این مناطق بسیار مهم است زیرا بر روی تمامی ستون هایی که دیوار یا تیغه های نزدیکی که می آید حتماً به دلیل کم کردن احتمال خطر و کم کردن انرژی باید نبشی ها به صورت کامل زده شوند.

منابع:

- 1- داریوش بابک، (1389)-انسان طبیعت معماری،
- 2- شهروز طهرانی، ایرج، رهنمودهای به سوی معماری پایدار، 1393
- 3- گلپرور فرد، نازنین، (1388) انسان-طبیعت-معماری-
- 4- محمودی، محمد مهدی، (1388)، توسعه مسکن همساز با توسعه پایدار،
- 5- تورانی، احمد رضا، آینده فن آوری ذرات بنیادین در معماری، معماری و ساختمان، تابستان 1387
- 6- عباس علیپور، سمیرا، نانو خانه ها، خانه های آینده، مجله هنرهای زیبا، تابستان 1386



ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر



7- یوسف گرجی مهلبانی- الناز حاج ابوطالبی (1397)

8- مهران خیری، کارشناسی ارشد مهندسی معماری، سنبل فرجی، کارشناسی ارشد مهندسی معماری (1394)

منابع اینترنتی: سایت ساختمان چی - معماران ایرانی

منابع خارجی:

1- Addington, D. Michelle; Schodek, Daniel L. (2005). "Smart Materials and Technologies for the Architecture and Design Professions", Architectural Press/Elsevier: Oxford.

2- Allen, P. and Todd, B. (1995) "Managing Electricity from Renewable Source"

3- Atkins, Ronald L. and Partners, (2004). "Advanced Energetic Materials", The National Academics Press, Washington, DC.

4- Myer, Kutz, (2002). "Handbook of Material Selection" John Wiley & Sons, Inc., N.Y.

5-CIB, (1999), Agenda 21 on Sustainable Construction, Rotterdam: CIB Report Publication 237.

6-Fischer, Frank and Marteen, A. Hager (1999), Living with Nature: Environmental Politics as Cultural Discourse, Oxford: Oxford University Press

7-Irwin, Alun (2001), Sociology and the Environment, Cambridge: Polity Press.

8-Munier, Nolberto (2005), Introduction to Sustainability: Road to a Better Future, The Netherlands: Springer.