بررسی جایگاه مصالح در نمای شهری تهران با استفاده از رویکرد توسعه پایدار شهری

سمانه جلیلی صدرآباد[1]، شیوا بلبلی[2]

چکیده

در سال‌های اخیر پس از مطرح شدن دوباره اهمیت فضاهای عمومی و ارزش زندگی شهری، نما اهمیت دوباره‌ای یافته است. نمای هر ساختمان موثر در مجموعه شهری است که در آن حضور دارد و این تاثیر را در بدنه خیابان‌ها یا میدان‌ها می‌گذارد. از ابتدای دهه ۱۹۸۰ میلادی، گستره طراحی و ساخت ساختمان‌ها در زمینه مصالح کارآمدتر و پربازده هر روز شاهد نوآوری‌های جدید تر بوده است. یکی دیگر از عواملی که امروزه در انتخاب مصالح نما ساختمان مطرح می‌شود موضوع پایداری نما به ویژه سازگاری مصالح مورد استفاده در نما با محیط می‌باشد. امروزه اکثر مصالح به کارگرفته شده در نمای ساختمان‌ها، تنها با نگاهی ظاهر بینانه و اقتصادی بدون هیچ توجهی به محیط زیست و اجتماع ساخته می‌شود. لذا تولید و استفاده ناآگاهانه این مصالح در دراز مدت پیامدهای بسیاری دربردارد. با توجه به اهمیت حفاظت محیط زیست از اثرات مخرب و مطرح شدن مفهوم توسعه پایدار باید راه حلی برای استفاده از مصالح ساخت بشر ارائه شود. از آنجا که تا به حال کمتر به موضوع مصالح نمای پایدار پرداخته شده است؛ در این نوشتار سعی شده است تا با آشنایی شکل گیری مصالح در فرایند برداشت (شامل: استخراج، پردازش، بسته بندی، حمل)، تولید (شامل: ساخت، نصب، اجرا، ن گهداری) و نصب (شامل: بازیافت، استفاده مجدد) در ساختمان از میزان انرژی مصرفی آن‌ها در هریک از مراحل، آگاهی پیدا کرد. سپس با شبیه سازی یک ساختمان در اقلیم تهران با نرم افزار اکوتکت، تفاوت مصالح مختلف نما در میزان انرژی نهفته ساختمان بررسی شده است و به این ترتیب میزان سازگاری با محیط زیست و پایداری هریک از مصالح که ارائه شود، تا به هدف نمای پایدار که لازمه داشتن ساختمان پایدار است، نائل شود. با توجه به نتایج به دست آمده آجر از لحاظ پایداری نسبت به بتن و سپس آلومینیوم از جایگاه بهتری برای استفاده در نمای ساختمان‌های شهر تهران برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: مصالح پایدار، نمای شهری تهران، توسعه پایدار، Ecotect

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۰۵
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۵

مقدمه

۱ دانشجوی دکتری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران (نویسنده مسئول) s_jalili@iust.ac.ir
۲ کارشناس معماری، دانشگاه آزاد تهران غرب، تهران، ایران shivabolboli@gmail.com

امروزه طراحی ساختمان‌ها، در کشورهای مختلف بر اساس رویکرد توسعه پایدار بررسی می‌شود. بدین منظور از روش‌های مختلفی جهت بررسی میزان پایداری بناها، مانند سامانه ارزیابی بریم [1] انگلستان، مروارید [2] امارات متحده و لید [3] ایالات‌متحده استفاده می‌شود. به‌طورمعمول این معیارها حول عدم تولید و نشر گازهای گلخانه‌ای، جلوگیری از تخریب لایه ازون و عناصر طبیعی کره زمین، استفاده صحیح از انرژی و آب، مدیریت پسماند و زباله، استفاده از مصالح ساختمانی درست و در نهایت آسایش و آرامش کاربران و بهره‌برداران آن ساختمان تعریف می‌شود. [۱] هدف از طراحی ساختمان‌های پایدار کاهش آسیب آن برروی محیط و منابع انرژی و طبیعت است، که شامل قوانینی از جمله، کاهش مصرف منابع غیرقابل‌تجدید، توسعه محیط طبیعی و حذف یا کاهش مصرف مواد سمی‌ویا آسیب‌رسان بر طبیعت در صنعت ساختمان‌سازی می‌باشد. بنابراین به‌طور خلاصه ساختمان پایدار، ساختمانی است که کمترین ناسازگاری و مغایرت را با محیط طبیعی پیرامون خود و در پهنه وسیع تر با منطقه و جهان دارد. [۲] در برنامه ریزی و طراحی شهری پایدار، به کارگیری مصالح سازگار با محیط زیست امری ضروری است که بخشی از این مصالح در نمای ساختمان‌ها در شهر استفاده می‌شود. عوامل بسیاری در کیفیت مطلوب مصالح اهمیت دارد که می‌توان عواملی مانند سازگار بودن با طبیعت، قابلیت ماندگاری طولانی، مصرف انرژی پایین و ... را برشمرد. همچنین با گسترش روزافزون ساختمان سازی و تنوع مصالح جدید ضرورت شناخت و استفاده از مصالح پایدار نیز اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. با بررسی قوانین و ضوابط در زمینه نمای ساختمان می‌توان بیان کرد که درایران ضوابط خاصی برای طراحی نما و نوع مصالح مورد استفاده درآن‌ها وجود ندارد. به همین دلیل سازندگان بر اساس زیبایی و سود اقتصادی و سلیقه به طراحی نما می‌پردازند و مسائل اجتماعی، زیست محیطی و به طورکلی مفاهیم توسعه پایدار را درنظر نمی‌گیرند. این موضوع یکی از مشکلات طراحی نمای ساختمان‌ها درایران می‌باشد. بنابراین دراین مقاله با توجه به اهمیت موضوع مصالح پایدار قابل استفاده در نماهای شهری مورد بررسی واقع شده است.

مطالعات پیشین

بررسی مطالعات پیشین درایران و جهان نشان می‌دهد که مطالعات بسیاری در مورد مصالح پایدار انجام شده است ولی تاکنون به طور ویژه در مورد مصالح به کاررفته در نماهای ساختمان با رویکرد پایداری و کاهش مصرف انرژی، مطالعات چندانی صورت نگرفته است، نزدیک‌ترین عنوان به‌این مقاله، نوشته نوید باهری، با عنوان نقش مصالح به کارگرفته شده در نما در معماری پایدار است. دراین مقاله ابتدا به معرفی اجمالی انواع مصالح در نما و دسته بندی آن‌ها با رعایت جزئیات استاندارد و با در نظرگیری مسائل اقلیمی و کاهش مصرف انرژی پرداخته شده است و در آخر به ارائه و بررسی چند نمونه مناسب از نماهای مجموعه مسکونی با معماری پایدار پرداخته است. [۳]

برگ [4] در کتابی به نام" اکولوژی مصالح ساختمانی"، ابتدا ضوابطی برای منابع، آلودگی، محصولات بومی، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی مصالح ساختمانی و تشخیص مواد و مصالح زیست محیطی بیان می‌کند و درقسمتی اکولوژی مواد خام و مصالح اولیه مثل آب، معادن فلزات، سنگ، مصالح خاکی و مواد شیمیایی برای رنگ زدن و لعاب زدن را بررسی می‌کند. [۴]

پ.تورگا [5] در مقاله "ساخت و ساز و مصالح سازگار با محیط زیست»، شامل آخرین یافته‌ها در زمینه مصالح، به ویژه جنبه‌های سمی، انرژی نهفته شده مصالح، ساخت وساز و انهدام ضایعات، استفاده از مواد زائد در بتن، دستگاه سنگ تراشی، مواد تقویت شده با الیاف گیاهی، ساخت و ساز زمین، جنبه دوام مصالح، و همچنین اهمیت فناوری نانو برای توسعه مواد ومصالح سازگار با محیط زیست بیان می‌کند. [۵]

ادریانا [6] باتجزیه و تحلیل دو نمونه از مصالح ساختمانی که با هدف ساخت وساز پایدار، تجزیه و تحلیل زیست محیطی انجام شده است؛در محاسبه انرژی، انرژی اولیه تولید گازهای گلخانه‌ای، گرمایش زمین و پتانسیل اسیدی شدن co_2 و so_2 به ترتیب 780.1GJ و 698,4GJ می باشد [۷]

ماندانایوسفی در مقاله‌ای تحت عنوان «مصالح پایدار در معماری»، مصالح مختلف را برمبنای ویژگی‌های پایداری ارزیابی کرده و درنهایت معیارهایی برای انتخاب مصالح پایدار ارائه کرده است به نحوی که تأثیرات زیست محیطی کمتری داشته باشد.در پایان چند نمونه استفاده از مصالح پایدار ساختمان مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. [۷] در مبحث محاسبه انرژی ساختمان توجه بیشتر مقالات برروی میزان انرژی خورشیدی ساختمان با توجه به جهت ساختمان، طول و عرض جغرافیایی دریک دوره می‌باشد. برای مثال دکتر فلاح نیا در مقاله با عنوان انرژی خورشیدی به عنوان یک پارامتر صرفه جویی

در مصرف انرژی در طراحی شهری ،این موضوع را مورد بررسی قرار داده است.

توسعه پایدار شهری

دهخدا پایداری را به معنای با دوام، ماندنی آورده است. واژه پایداری sustainable از ریشه کلمه لاتین sustain گرفته شده است. [۸] توسعه پایدار شهری فرآیندی است که هدف آن ایجاد شهری مطابق با نیازهای اساسی انسان و از لحاظ عملکرد، مکانی مناسب برای زندگی نسل‌ها و حال و آینده است. [۹] توسعه پایدار شهری نه به معنای توسعه پایدار هریک از زیر سیستم‌ها اقتصادی، اجتماعی، یا زیست محیطی به تنهایی است، و نه به معنای افزایش پایداری این زیر سیستم‌ها می‌باشد. بلکه تلاش می‌کند که رشد اقتصادی، بازسازی اکولوژیکی، حفاظت زیست محیطی و پیشرفت اجتماعی را متعادل سازد و دشواری این چالش، آن را به یک نقطه تمرکز عمده تحقیقات در سرتاسر جهان تبدیل نموده است [۱۰]

نما و جایگاه آن در شهر

نما در لغت نامه دهخدا به معنای صورت ظاهری هر چیزی، آنچه که در معرض دید و برابر چشم است و آنچه از بیرون دیده می‌شود و همچنین منظره خارجی بنا و عمارت، فن روسازی ساختمان و ساختن نمای عمارت است. در سال‌های اخیر پس از مطرح شدن دوباره اهمیت فضاهای عمومی و ارزش زندگی شهری، نما اهمیت دوباره‌ای یافته است. [۱۱]

فضاهای شهری بطور معمول توسط تعدادی توده ساختمانی محدود تعریف شده‌اند که دارای حجم و سطوح قابل رویت از فضای عمومی می‌باشند. بدنه‌ها یک سطح بسته یا احجامی از بنا می‌باشند. هر حجم به نوبه خود متشکل از سطوح مختلف است، این سطوح از بنا را معماران نما می‌نامند و بنا به موقعیت این سطوح بیرونی بنا آن را نمای اصلی یا نمای جانبی خطاب می‌کنند.

اهداف مهم نماسازی

- در معماری غرب نما دارای حالت نمایش است؛ بدین صورت که در وهله اول کسی را که پشت آن زندگی می‌کند نشان می‌دهد [۱۱]

- زیبایی ظاهری ساختمان‌ها

- صرفه جویی در مصرف انرژی در فصول مختلف [۱۳]

- داشتن نقش عایق حرارتی و برودتی که هم از هدر رفتن انرژی تولیدی سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی ساختمان ممانعت می‌کندو هم می‌تواند بر حسب جنس، رنگ و میزان سطحی که دارد باعث دفع و انعکاس گرما در فصل تابستان می‌شود.

- محافظ بودن؛ ابتدایی ترین و حتی از لحاظ قدمت اولین وظیفه‌ای که نما برعهده دارد می‌باشد. [۱۲]

- عایق صوتی؛ در ساختمان‌های کلان شهرها با آلودگی صوتی بالا، بیشتر نمود پیدا می‌کند.

- جلوگیری از نفوذ آلودگی‌های شهری به داخل سا ختما ن ،

- جلوگیری از فرسودگی زود هنگام ساختمان تحت تاثیر عوامل محیطی(زلزله، باد، باران اسیدی و رطوبت‌های خورنده، یخبندان، گازهای اسیدی موجود در هوای آلوده شهرهای بزرگ، پرتوهای مضر خورشید مثلا اشعه ماوراء بنفش، گرد و خاک‌ها و دوده‌های حاوی مواد شیمیایی).

- و نهایتاً؛ سبب افزایش عمر ساختمان می‌شود.

اجزاء و ارکان نما

ماتین و همکارانش تمام سیمای نما را شامل سه بخش عمده افقی:۱- بخش شالوده یا پایه که ساختمان را به زمین و کف خیابان مرتبط می‌کند و بخشی از نماست که به وسیله بیننده غالبا مورد توجه واقع می‌شود۲- بخش میانی با ردیف پنجره‌ها و احتمالا در برگیرنده طبقه (های) اصلی، و ۳- بخش بام که ساختمان را به وسیله خط بام یا نیمرخ به آسمان متصل می‌کند، درنظر می‌گیرند. [۱۴]

توسلی و همکارانش عناصر نمای شهری را بر دو جنبه (ارکان و اجزای نما) استوار می‌دانند:

الف) ارکان اصلیِ ترکیب نماها که به قرار زیر اند:

ب) اجزای نما که بعد از ارکان اصلی قرار می‌گیرند، عمدتا عبارتند از:

- ورودی‌ها

- پنجره‌ها

- جزییات نما [۱۵]

علاوه بر موارد ذکرشده در بالا نما شامل عناصر دیگری مانند تراس‌ها، لبه بام، نعل درگاه و نمای قسمت همکف (که به دلیل اینکه بیشتر در معرض دید عابرین پیاده

می‌باشد از اهمیت بیشتری برخوردار است) ،نورپردازی، مصالح می‌باشد. با توجه به اینکه در این مقاله مصالح نما مورد بررسی قرار گرفته است لازم به ذکر است که مصالح هر بدنه ساختمان متشکل از سطوحی است که در هریک از آن‌ها با مصالح خاص جلوه گر شده اند. مصالح مورد استفاده در نما ازنظر جنس، رنگ و بافت قابل بررسی می‌باشد که در این مقاله جنس مصالح مدنظر است.

انواع نما

نماهای اجری: اجر از مصالح بسیار رایج در معماری گذشته‌ایران بوده و هنوز نیز رواج دارد، در اوایل تأثیر پذیری معماری معاصرایران از معماری مدرن ، نماهای اغلب ساختمان‌ها در تهران با آجر ساخته می‌شد.

سنگ‌های صیقلی: استفاده از سنگ‌های ساختمانی تزیئنی صیقل داده شده تقریباً در دهه‌های چهارم وپنجم به عنوان یک ارزش برای بنا محسوب شد و سنگ محبوبیت بسیار زیادی پیدا کرد.

دیوار پرده‌ای:این روش اجرای نما که کاملاً صنعتی است و در دهه ۰۱ میلادی همزمان با بحران مصرف انرژی در غرب به عنوان عایق حرارتی رواج یافت به تدریج به تهران نیز رسید که شامل: خطوط عمودی است از پروفیل‌های فلزی و پانل‌هایی که مانندپرده از نمای اصلی بنا آویزان می‌شدند.

نماهای سراسر شیشه انعکاسی:یکی از روش‌های نماسازی که کاملاً تقلیدی و وارداتی و تحت تأثیر معماری ژورنالیستی غربی است، پوشش کامل نما با شیشه و پروفیل است و در سال‌های اخیر بسیار رواج یافته و به حد نگران کننده‌ای رسیده است.

نماهای آلومینیومی: پوشش نمای خارجی بناها با ورقه‌های آلومینیومی‌رونق بسیار زیادی‌یافته و نصب و اجرای آن نیز نیاز به نیروی فنی ماهر و متخصص دارد. [۱۶]

نماهای خورشیدی: به کارگیری سامانه‌های بهره‌گیری از تابش خورشید برای تامین انرژی مانند سلول‌های خورشیدی یا PV، می‌تواند راه کار موثری در کاهش مصرف سوخت فسیلی و تولید گازهای زیان آور باشد. (۱۷) در نماهای خورشیدی با فاصله دو جدار شیشه‌ای قرار دارد که حداقل فاصله جداره‌ها ۳۰ سانتیمتر و حداکثر آن در حدود ۷۰ سانتیمتر می‌باشد [۱۸]

نمای پایدار

در توسعه پایدار شهری یکی دیگر از عواملی که در انتخاب مصالح نما ساختمان مطرح می‌شود موضوع پایداری نما به ویژه سازگاری مصالح مورد استفاده در نما با محیط می‌باشد. سه اصل استحکام ،زیبایی و فایده از اصول مطرح شده نمای پایدار می‌باشد. طراحی نمای پایدار با هدف ارج نهادن در برابر سه اصل استحکام و مقاومت، به معنی حداقل تخریب بلایای طبیعی و غیر طبیعی؛ پایداری به معنی قابلیت استفاده مجدد در بنایی دیگر و زیبایی به معنی سازگاری با روحیه مردم، مطرح گردیده است. شایان ذکر است که استفاده از مصالح هوشمند و نانو مصالح نیز می‌تواند راهکارهای مهم در این زمینه باشد. مصالح هوشمندیك اصطلاح جدید برای مصالح و فر آورده‌هایی است که توانایی درك و پردازش رویدادهای محیطی را داشته و نسبت به آن واکنش مناسب نشان می‌دهند . به بیان دیگر این مصالح قابلیت تغییرپذیری داشته و قادرند شکل، فرم، رنگ و انرژی درونی خود را به طرز برگشت پذیر در پاسخ به تاثیرات فیزیکی ویا شیمیایی محیط اطراف تغییر دهند. [۱۹]یک یا چند ویژگی این مصالح مانند شکل، میزان سختی، فرکانس و رنگ آن‌ها دریک حالت کنترل شده‌یا تحت اثر محرك خارجی مانند فشار، دما، PH و رطوبت، نیروی الکتریسیته‌یا میدان‌های مغناطیسی به صورت قابل توجهی تغییر می‌کند.از مهمترین مصالح هوشمند موجود در صنعت ساختمان می‌توان به بتن و شیشه هوشمند مورد کاربرد در ساختمان‌ها اشاره کرد. [۲۰]

بدون تردید فناوری نانو جامعه مهندسی دنیا را به سوی نوعی انقلاب صنعتی جدید هدایت می‌کند. این فناوری نوین باایجاد فرصت‌های بی شمار برای متخصصان عرصه‌های مختلف دانش و صنعت، به گسترش مواد و مصالح مورد استفاده با کمتر کردن ضعف‌های آن و افزودن مزایای آن‌ها کمک کرده است. از همه مهمتر، اغلب انگاره‌های مبتنی بر پایداری زیست محیطی، مصالح و فناوری‌های هوشمند و چند عملکردی از رهگذر این فناوری نوین میسر می‌شوند . [۲۱]نما در ساختمان نقش یک عایق حرارتی و برودتی را بازی می‌کند، که هم از هدر روی انرژی تولیدی سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی ساختمان ممانعت می‌کند و هم می‌تواند برحسب جنس، رنگ و میزان سطحی که دارد، باعث دفع و انعکاس گرما در فصل تابستان خصوصاً در مناطق گرمسیری شود، وعکس همین عملکرد را در فصل زمستان برای جذب انرژی خورشیدی و گرم شدن ساختمان‌ها درمناطق سرد سیری ایفا نماید. از دیگر ویژگی نانو مصالح کمک به افزایش

دوام و پایداری ساختمان‌ها در برابر شرایط نا مساعد جوی و محیطی ، کاهش هزینه‌های کلی ساختمان از طریق کاهش اتلاف انرژی و در نتیجه آن کاهش هزینه سوخت مصرفی، کاهش هزینه مصرف موادوآلاینده‌های شیمیایی وکاهش هزینه‌های تعمیر و مرمت مصالح نما می‌باشد. [۲۲]به طور کلی هدف نانو تکنولوژی تولید موادی با حداقل تاثیرات منفی زیست محیطی و حداکثر فواید زیست محیطی می‌باشند.[۲۳]

بنابراین نوع مصالح و نحوه به کارگیری آن‌ها در نما می‌تواند بر میزان پایداری نما تاثیر داشته باشد.

مصالح ساختمانی

مراحل ساخت مصالح

سه مرحله چرخه حیاط مصالح در نمودار۱نشان داده شده است. با توجه به نمودار صفحه بعد هریک از مراحل بخشی از معیارهای توسعه پایدار را برعهده دارد که به شرح زیر می‌باشد:

مرحله پیش تولید

مرحله پیش تولید مربوط به روند تولید و تحویل مصالح می‌باشد ولی شامل نصب مصالح نمی‌شود.این مرحله شامل شناسایی معادن مصالح در طبیعت،استخراج و تولید در کارخانه، بسته بندی و انتقال به سایت ساختمان می‌باشد که ممکن است بیشترین میزان تخریب طبیعت را داشته باشد لذا شناسایی خطرات وارد بر طبیعت دراین مرحله باعث انتخاب هوشمندانه مصالح می‌شود. [۲۴]

استخراج سنگ و فلزات از پوسته زمین به سختی انجام می‌شود.این مواد به مقدار کمی در معادن وجود دارند و اغلب تجدیدپذیر نیستند.برای استخراج مقدار کمی از فلزات اغلب مقدار زیادی تخته سنگ از بین می‌رود، همچنین در هر قدم در روند تولید محصولات ضایعات سمی زیادی تولید می‌شود.به طور نظری، مصالحی مانند چوب تجدیدپذیرهستند بنابراین برداشت آن‌ها خرابی کمتری برای اکوسیستم دارد.در حقیقت،یک ماده تنها وقتی منبع تجدیدپذیریا پایدار است که بتواند در طول یک دوره زندگی انسان رشد کند.درخت‌های بزرگ مثلا در طول ۸۰سال رشد کامل می‌کنند.اثرات اکولوژیک مصالح هنگام برداشت شامل از بین بردن محل زندگی حیوانات وحشی، فرسایش، آلودگی آب و هوا می‌باشد.[۲۴]

مرحله تولید

این مرحله شامل سازه، نگهداری و تعمیر مصالح در مدت عمر مصالح و ساختمان می‌باشد.

ساخت و ساز: ضایعات مصالح هنگام ساخت در محل ساختمان‌ها قابل توجه است.انتخاب مصالح ساختمانی مناسب برای کاهش ضایعات و مصالح قابل بازیافت دراین مرحله از دوره ساخت بنا مهم است.

استفاده/نگهداری: استفاده بلند مدت ازیک نوع مصالح ممکن است سلامتی ساکنین ساختمان را به خطر بیاندازد. حتی با افزایش آگاهی نسبت به خطرات زیست محیطی ارائه‌یک محصول، تاکیدی بر روی نحوه گزینش مصالح با توجه به تولید گازهای خطرناک شیمیایی وجود دارد که این نیازمند تعمیر و جایگزینی مداوم می‌باشد. [۲۴]

ویژگی مصالح ساختمانی پایدار

کاهش مصرف انرژی (Energy Efficiency)

کاهش مصرف انرژی مربوط به کل انرژی مورد نیاز برای تولید مصالح است که شامل مصالح خام نیزمی‌شود.این مصارف

نمودار:۱ :سه مرحله ساخت چرخه زندگی مصالح،ماخذ[۲۴]

انرژی شامل سوخت لازم برای وسایل برداشت یا استخراج معادن، وسایل پردازش آن‌ها، وسایل حمل و نقل مواد خام به کارخانه می‌باشد. این انرژی معمولا از سوخت‌های فسیلی که منابع محدود و تجدیدناپذیر هستند استفاده می‌شوند. برای مثال تولید چوب (قطع درخت با رعایت اصول پایداری) انرژی و آلودگی کمتری نسبت به پروسه تولید آهن که باید از سنگ معدن استخراج شود، دارد. [۲۵]

استفاده از مصالح طبیعی

مصالح طبیعی معمولا مصرف انرژی کمتری نسبت به مصالح ساخت بشر دارند. آن‌ها پردازش و تخریب محیطی کمتری دارند. خیلی از آن‌ها مانند چوب تجدیدپذیر هستند. وقتی این مصالح در ساختمان و نمای آن استفاده شود آن بدنه پایداری خواهد شد.

انرژی نهفته (Embodied Energy)

ساختمان‌ها در هنگام اجرا حجم انبوهی از آلودگی حاصل از سوخت انرژی مسئول‌اند. برای شناخت این آلودگی تحقیقات در حوزه مصرف انرژی ساختمان صورت می‌گیرد که آن هم به صورت مشخص بر روی استفاده مداوم یک ساختمان از انرژی متمرکز است. [۲۶] مصرف انرژی ساخت مصالح به‌این موارد بستگی دارد: مقدار آر (R-value)، ضریب اصلاحی، بازده درخشان یا بازده مصرف سوخت. استفاده از مصالحی که انتقال حرارت را از نما ساختمان کاهش می‌دهد، باعث کاهش استفاده از گرم یا خنک کننده می‌شود. اندازه گیری‌های کمی مصرف (انرژی) مصالح ساختمانی در دسترس به تعیین مصالح مناسب برای نصب کمک می‌کند. [۲۴:۵]

مقدار آر: مصالح ساختمانی معمولا با ارزش نصب آن‌ها به نام مقدار آر شناخته می‌شوند. مصالح با ارزش آر بالا عایق‌های خوبی هستند و مصالح با ارزش آر پایین باید در لایه ضخیم تری برای دستیابی به عایق مناسب استفاده شوند.

ضریب سایه‌اندازی: روشنایی روز ارزان‌ترین و خوشایندترین روشنایی است، انرژی حرارتی ناشی از تابش خورشید به خصوص در آب و هوای گرم همیشه خوشایند نیست. ضریب سایه‌اندازی (SC) نسبت انرژی حرارتی ناشی از تابش خورشید از بازشوهای ساختمان به سطح استاندارد شیشه در محیط یکسان می‌باشد.

کارایی سیستم: تاسیسات الکتریکی و مکانیکی ۵۰ درصد هزینه‌های سالیانه یک ساختمان را تشکیل می‌دهند. آزمایش منظم سیستم‌ها برای دستیابی به حداکثر انرژی وسایل ضروری است. [۲۴:۱۷]

قابلیت استفاده مجدد

استفاده مجدد به معنی عملکرد مصالح و طول عمر آن‌ها است. مصالح با دوام بسیار بالا عملکرد بسیاری خوبی در طول سال‌ها در ساختمانی که نصب می‌شوند دارند و همچنین می‌توان به راحتی آن‌ها را جدا کرد و در محل دیگری نصب کرد. [۲۴:۲۰]

مصالح (۱تن)	انرژی مصرفی (مگاژول/تن)	کربن آزاد شده (کیلوگرم/تن)
سنگ آهک	۲۴۰	۱۲
سنگ/سنگ ریزه	۳۰۰	۱۶
سیمان خاکی	۸۵۰	۱۴۰
بتن غیرمسلح (مقاومت ۲۰ مگاپاسکال)	۹۹۰	۱۳۴
بتن مسلح	۱۸۱۰	۲۲۲
سیمان پرتلند با ۶۴-۷۳ درصد خاکستر	۲۳۵۰	۲۷۹
سیمان پرتلند با ۲۵-۳۵ درصد خاکستر	۳۴۵۰	۵۸۵
گرانیت محلی	۵۹۰۰	۳۱۷
اجر مهندسی	۸۲۰۰	۸۵۰
سفال	۹۰۰۰	۴۳۰
الوار چوب نرم (اندازه کوچک، پخته شده در کوره)	۹۱۹۳	۱۷۴
فولاد	۱۹۷۰۰	۱۷۲۰
پلی پروبولین	۱۱۵۱۰۰	۳۹۰۰

جدول ۲: انرژی و کربن مصرفی مصالح ساختمانی رایج آماخذ: (۲۸)

استفاده مجدد از نخاله‌های ساختمانی دارای فواید زیست محیطی زیادی است. نخاله‌های ساختمانی تا مدت‌ها در طبیعت باقی می‌مانند[۲۷] .

بازیافت شدنی

بازیافتی بودن مصالح به معنی توانایی دوباره استفاده کردن آن‌ها در تولید محصول جدید می‌باشد. (24:20) منابع طبیعی، کاهش هزینه، کاهش آلودگی و به طور کلی باعث کاهش تأثیرات محیطی نامطلوب می‌شود. برای این‌که مصالح ساختمانی در یک چرخه بسته قرار بگیرند باید قابلیت بازیافت داشته باشند. فولاد بازیافتی‌ترین مصالح ساختمانی است، زیرا در خیلی از بخش‌ها به راحتی می‌توان آن را با آهن ربا از نخاله‌های ساختمانی جدا کرد. خیلی از مصالح ساختمانی که به صورت خام و دست نخورده نمی‌شود از آن‌ها استفاده کرد می‌توان آن‌ها را به ترکیب‌های بازیافتی تجزیه کرد. بتن برخلاف شیشه و فولاد بعد یکبار شکل پذیر نیست ولی می‌توان آن را خراب کرد و آن را به عنوان تیکه‌های متراکم بتن یا در کف‌سازی راه‌ها استفاده کرد . [۲۴:۲۰]

جایگاه مصالح در توسعه پایدار شهری	اقتصادی		تغییر الگوهای تولید، توزیع و مصرف بی رویه منابع
			تامین کالاهای مورد نیاز در شهر (به منظور کم شدن هزینه حمل و نقل)
			تشویق عدم تمرکز صنایع (به منظور کم شدن هزینه حمل و نقل)
			استفاده از مصالح با دوام
			استفاده از مصالح با توجه به کاهش مصرف انرژی
	اجتماعی و فرهنگی		محور بودن انسان و حس تعلق
			سازگار با روحیه مردم
			توجه به حقوق نسل آینده
			زیبایی
			بومی بودن مصالح و تطابق با فرهنگ
			تغییر در رفتارها برای ایجاد تغییر در الگو مصرف
	زیست محیطی	ساخت	تولید مصالح با حداقل تخریب و آسیبرسانی به محیط
			تعریف آستانه و ظرفیت تحمل زیست محیط
			کاهش آلودگی
			قابلیت بازیافت مصالح و استفاده مجدد از آن‌ها
		بهره برداری	تجدیدنظر در ضوابط ساختمانی برای میزان مصرف مصالح ساختمانی
			سمی‌نبودن
			حفظ آب
			عمر طولانی تر
			تجدیدپذیر
			طراحی ساختمان با توجه به حداقل رساندن ضایعات
		پسماند	کنترل میزان مصرف
			جریان خطی مواد و مصالح ساختمانی
			کاهش ضایعات
			کاهش آلودگی
			بازیافت شده
			کاهش مصرف انرژی
			مصالح طبیعی

جدول ۳: جایگاه مصالح در توسعه پایدار شهری[۳۱،۳۰،۲۹،۹،۷]

پلاستیک به تنهایی بازیافت پذیراست وترکیب آن با سایر مواد جدایی آن را خیلی سخت‌یا غیر ممکن می‌سازد. پلاستیک ورقه ورقه که معمولا به تخته چندلایا تیکه تخته‌ها می‌چسبانند معمولااین محصولات چوبی را سخت بازیافتی می‌کند.بعضی عایق‌های فومی می‌توانند تغیرشکل بدهند ولی اغلب آن‌ها نمی‌توانند. [۲۴:۲۱] در بحث توسعه پایدار، ملاحظات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی درنظرگرفته می‌شود که در جدول زیر جایگاه مصالح پایدار در هریک ازملاحظات توسعه پایدار درنظرگرفته شده است و چون هدف‌این مقاله بیشتربررسی میزان مصرف انرژی می‌باشد به بحث محیط زیست بیشترپرداخته شده است:

مقایسه میزان مصرف انرژی مصالح ساختمانی

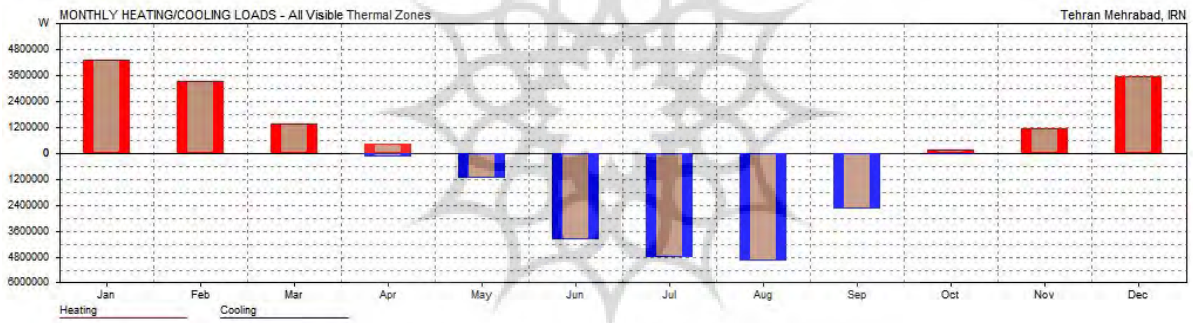
نرم افزار اکوتکت

دراین مقاله برای مقایسه مصرف انرژی مصالح ساختمانی از برنامه اکوتکت استفاده شده است. برنامه اکوتکت یک نرم افزار تحلیلی استکه با دارا بودن محیط گرافیکی سه بعدی،طیف گسترده‌ای از شبیه سازی و تجزیه تحلیل عملکردی ساختمان را ارائه می‌دهد.دراین پژوهش پارامتریک‌یک ساختمان دوطبقه به مساحت مجموع طبقات ۴۴۰ مترمکعب در شهرتهران در نظرگرفته شده است .برای مقایسه بهترنمونه‌های موردی عواملی نظیر اندازه و شیشه بازشوها ،عایق‌ها، ضخامت دیوارهایکسان و مصالح نمای ساخت متغیر می‌باشد.

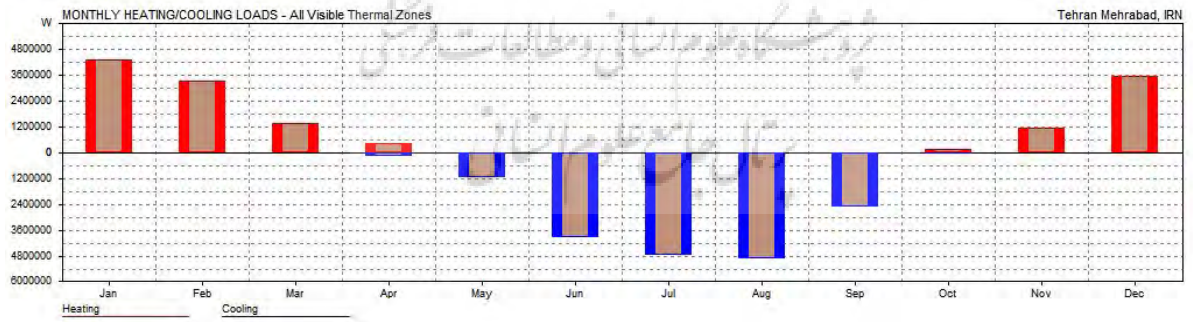
مصرف انرژی ساختمان با نما بتن، آجر، آلومینیم

مصالحی که مورد قیاس قرار گرفته اند از مصالح قدیمی‌و رایج امروزی انتخاب شده اندکه شامل: بتن،آجر و آلومینیوم می‌باشد.بتن: در صورت استفاده از بتن در نما ساختمان کل انرژی مصرفی در ساختمان(wh) ۳۲۰۹۳۳۹۶ در طول سال می‌شود. که ازاین مقدار(wh) ۱۴۳۷۷۲۲۷صرف گرمایش و ۱۷۷۱۶۱۷۰(wh)صرف سرمایش ساختمان شده است.

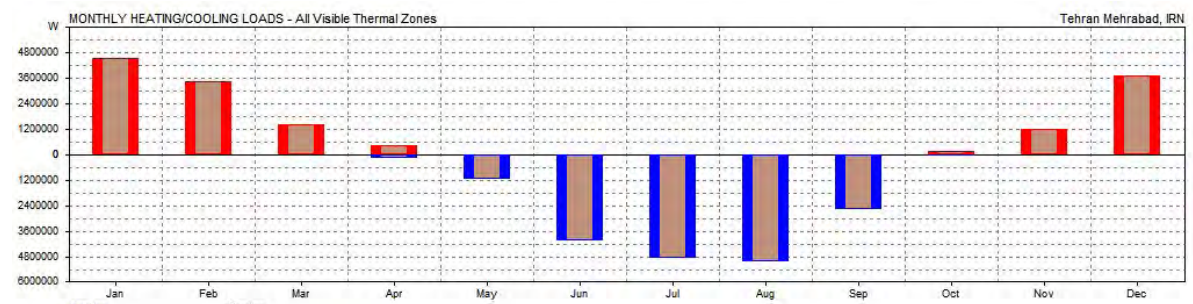
آجر: نمونه بعدی ساختمان درنظرگرفته شده با نمای آجر می‌باشد که مقدار انرژی مصرفی ساختمان در هر



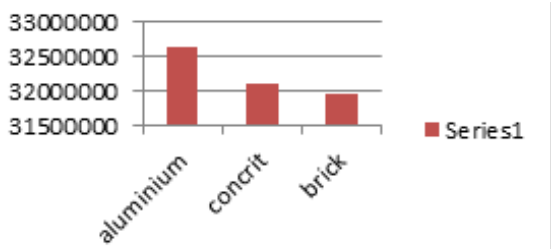
نمودار۲: مصرف انرژی ماهانه گرمای مورد نیاز(Heating) و سرمای مورد نیاز(Cooling) دریک سال- مصالح بتنی



نمودار ۳:مصرف انرژی ماهانه گرمای مورد نیاز(Heating) و سرمای مورد نیاز(Cooling) دریک سال- مصالح آجری



نمودار۴: مصرف انرژی ماهانه (گرمای مورد نیاز(Heating) و سرمای مورد نیاز(Cooling) دریک سال- مصالح آلومینیومی



نمودار۵:مقایسه میزان مصرف انرژی ساختمان با توجه به مصالح نما

ماه در نمودار نشان داده شده است، دریک ساختمان با نمای آجری مقدار کل انرژی مصرفی در طول سال (wh) ۳۱۹۵۴۹۱۶ می‌باشد که ازاین مقدار(wh) ۱۴۳۵۷۰۱۰ صرف گرمایش و(wh) ۱۷۵۹۷۹۰۶صرف سرمایش ساختمان شده است.

آلومینیوم: نمودار زیر نما آلومینیومی‌را نشان می‌دهد که کل انرژی مصرفی(wh) ۳۲۶۴۱۳۷۰ است که(wh) ۱۴۹۷۵۹۸۸صرف گرمایش و(wh) ۱۷۹۶۵۳۸۲صرف سرمایش ساختمان می‌شود.

با توجه به اعداد و ارقام ارائه شده در بالا، در نمودار زیر هر سه مصالح، بتن و آلومینیوم (نماهای کامپوزیت) به عنوان مصالح رایج در ساختمان سازی امروزه و آجر مصالح متداول در گذشته، به صورت مقایسه‌ای در کنار هم قرار گرفته اند؛که با توجه به‌این نمودار در صورت استفاده از بتن در نما ساختمان میزان انرژی مصرفی ساختمان نسبت به سایر مصالح مورد بررسی بیشتر است که‌این با اصول پایداری سازگاری ندارد همچنین آلومینیوم که امروزه به عنوان نما کامپوزیت در ساختمان ها استفاده می‌شود نسبت به سایر مصالح از لحاظ مصرف انرژی مناسب تر است.

نتیجه گیری

در دهه های اخیر با پیشرفت صنایع و ساخت و ساز توجه به محیط زیست و منابع طبیعی دوچندان شده است. برنامه ریزی، طراحی و توسعه شهر بر اساس اصول و ملاحظات توسعه پایدار از جمله مباحثی که امروزه مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد؛ تا بر اساس این دیدگاه، شهر علاوه بر پاسخگویی به نیازهای فعلی شهروندان نیازهای نسل های آینده بشر را نیز تامین کند و کمترین آسیب را به بستر طبیعی شهر برساند. اگرچه امروزه درایران نه تنها برای نما از لحاظ کالبدی و طراحی استاندارد و نظارتی دقیقی وجود ندارد، بلکه برای مصالح مصرفی در نما نیز ضوابطی شامل کنترل کیفیت و استاندارد در نمای شهر وجود ندارد. بنابراین با توجه به مطالب ارائه شده دراین مقاله گام اول برای نماسازی پایدار استفاده از مصالح بومی و سازگار با محیط زیست هر منطقه می باشد و همچنین مصالح باید هنگام برداشت از معادن طبیعی، پردازش، حمل (مرحله پیش تولید)، ساخت واجرا و نگهداری (مرحله تولید)، استفاده مجدد(مرحله پس از تولید)حداقل دخالت را در طبیعت داشته باشند. از عوامل مهم دیگر هنگام انتخاب و استفاده از مصالح استفاده از مصالحی است که اولا کمترین میزان انرژی هنگام ساخت و مصرف را دارند (نظیر سنگ و چوب و...)،ثانیا فاصله محل تولید مصالح تا سایت پروژه حداقل ممکن باشد تا از میزان مصرف سوخت هنگام حمل و نقل و زمان کاسته شود.

همچنین باید در استفاده از مصالح این نکته را نیز در نظر گرفت که مصالحی که در نما استفاده می‌شوند جون در معرض عوامل طبیعی میباشند لازم است دارای طول عمر کافی باشند و پس از تخریب ساختمان قابل بازیافت و استفاده مجدد باشند تا کمترین آسیب به مواد خامی که از طبیعت استخراج می شود برساند. در انتهای این نوشتار نیز با استفاده از نرم افزار اکوتکت میزان مصرف انرژی تعدادی از مصالح نماها ساختمانی بررسی و ارائه شد. با توجه به مطالب گفته شده در جدول زیر مصالح اصلی نماسازی که دارای ویژگی پایداری هستند معرفی شده است. البته باید در نظر گرفت که نماهای هر ساختمان باید با توجه به شرایط محیطی، فرهنگی آن مکان انتخاب شود. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان کرد که آلومینیم و آجر از لحاظ دارا بودن عوامل پایداری در موقعیت بهتری نسبت به بتن قرار دارد.

مصالح	مصرف انرژی کمتر	انرژی نهفته کمتر	قابلیت استفاده مجدد	بازیافت شدنی	تجزیه پذیر بودن	مستحکم بودن	آلوگی کمتر	ضایعات کمتر	طبیعی بودن	بومی بودن	عمر طولانی تر	حفظ آب
بتن						☒					☒	
آجر				☒		☒	☒	☒	☒	☒		
آلومینیم	☒	☒	☒	☒	☒							☒

جدول۴:مقایسه میزان پایداری مصالح (ماخذ: نگارندگان)

پی نوشت‌ها

1. BREEM
2. Pearls Design System
3. LEED
4. Bjorn Berg
5. Pacheco Torgal
6. Estokova Adriama

منابع

1- Noorian, M, GodarziSoroush, M(2011). Evaluation of traditional Iranian architecture with nature with approach of Sustainable Development.2nd Sustainable Architecture conference [internet]:74.Available at: www.Civilica.com

2- Zandieh, M, Parvardinejhad, S(2010). Sustainable development and its concepts in Iranian residential architecture. JHRE publication [internet]:21-2.Available at: www.SID.ir

3- Baheri, N, Dehghan, M, (2009). The material in elevation sustainable approach in future .National Conference on Sustainable Architecture; 1st:1.

4- Berge,B, translate by, Butters, Ch, Henley, F(2009). The Ecology of Building Materials. Architectural Press [internet]; 4-1.Available at www.Elsevierdirect.com.

5- Pacheco-Torgal, F, Cabeza, L, Labrincha, J, DeMagalhaes, A(2013). Eco-Efficient Construction and Building Materials. Woodhead publishing series in civil and structural engineering [internet].: 247. Available at www.elsevier.com.

6-Estokova,A,Porhincak,M(2014).Clean Technologies And Environmental Policy-Environmental Analysis of Two Building Material Alternatives In Structures with The Aim of Sustainable Construction. Clean Technologies and Environmental Policy publication; 83-75 :(1)17.Available at www.researchgate.net.

7- Yousefi, M. Sustainable Materials in Architecture(2009). Quarterly Engineering Arrangement of Qazvin; No 3 ,1 :37.

8- Dehkhoda, A(2006). Loghat-Nama(DictionnaireEncyclopedique.Tehran: University of Tehran publication:479.

9- Parhizkar, A, Firouzbakht, A(2011). Iranian Urban Management Outlook with Emphasis on Urban Sustainable Development. Quarterly Geographical journal of Territory:67-43.

10- Button, K(2002). City Management and Urban Environmental Indicators. Ecological Economics.; volume 40, issue ,233-2:217 40.

11- Jahanbakhsh, P, Nami, P(2013). The Effect of Improvement of Building Facades on the Face of the City.Architecture and Sustainable Development Conference:1.

12- Pakzad, J, Souri, E(2007). Architecture & urban design terms. Tehran: Shahidi issue:83.

13- Saleh, M(2005). A new look to enjoyment promotion energy consumption in structure and dwelling section.3th conference on energy conservation in building: 5. Available at www.old.ifco.ir

14- Moughtin, j, OC, T, Tiesdell, S(1999). Urban Design: Ornament and Decoration. Architectural Press .2nd ed:27.

15- Tavasoli, M, Eskandarafshar, B, Parsi, H, Karimi, S, Naserolmemar, A, Kahnamoe, S, Ghobae, M(2000). Urban Design of Karegar street. Tehran: Ministry Of Housing and Urban Development:106.

16- Ghorbanzadeh, M, Pilevar, A, Ghoddosi, S, Alinia, F(2013). The Necessity and Utilization of Contemporary Residential Facade of the Principles of Vernacular Architecture. Architecture and Sustainable Development Conference:14.

17- Mofidi shemirani, M(2013). Analyzing BIPV design method with sustainable design .International Journal of Architecture and

urban planning ,IUST,Tehran; No-10:173 184.
18- Rzae Hariri, M, Fayaz, R(2000). Collected facade in a high-rise building in Tehran. Honar-ha-ye-ziba Journal; No 4-92:9-84 ,8.
19- Gorji Mahlabani, Y, Hajabotalebi, E(2009). Smart Material and Its Role in Architecture. First National Conference of New Construction tech:69.
20- Armaghan, M, Servatjo, H(2011). Smart Materials in Elevation Sustainable Approach In Future. -2Second National Conference on Sustainable Architecture:9.
21- Mahmoudi, M, Nivi, S(2011). Improving of Climatic Technology According to Sustainable Development. Naqshejahan-Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning, Tarbiat Modares University, Tehran,Vo52,46-35:(1)1.
22- Alhaj, R(2012).The Effect of Nano-Materials on the Facades of Buildings and the Urban Landscape with Impact in Sustainable Design Approach. National Conference Thoughts and New Technologies in Architecture:7-5.
23- Ahadi, P(2012) .The Role of Nanotechnology in Modern Architecture. Mehrazan Quarterly:10-9.
24- Kim, J, Edited By: Graves, j(1998). Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples Of Sustainable Building Materials. National Pollution Prevention Center:29-11,14,16,26-7
25- Roux, P(2007). Sustainable Building Materials. Chicago: Green Building Council: 32-30.
26- Huberman, N, Pearlmutter, D(2008).A life-cycle energy analysis of building materials in the Negev desert. Energy and Buildings 848-837:(5)40.
27- Braungart, M, Mcdonough, W(2002). Cradle to Cradle: Remarking the way we make things. New York: Northpoint Press:35.
28- Calkins, M(2009). Materials for Sustainable Sites: A Complete Guide to the Evaluation, Selection, and Use of Sustainable Construction Materials. USA: NJ:20.
29- Alinasab, M, Suzanchi, K(2013).Sustainable development of urban River Valley based on ecological assessment(case study:Darband River Valley,Tehran). Naqshejahan-Basic Studies and New Technologies of Architecture and Planning Is the Scientific Publication of Art and Architecture Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran;Vo61-51:(2)3.
30- Marsousi, N, Bahrami, R(2010).Urban sustainable development. Tehran: Payam Noor University press:42.
31- Karami, P(2010). The role of social sustainability in process of urban development.Designer architectural magazine; 129-127:128.
32- Riley, J(2001). Indicator Quality for Assessment of Impact of Multidisciplinary Systems. Ecosyst. Environ; 128-121 ,87.