

سرپرست دانشکده معماری و شهرسازی

کنترل و بهینه سازی مصرف انرژی بویژه انرژیهای فسیلی که مهمترین منبع انرژی مصرفی در جوامع بشری می باشند نه تنها از نظر اقتصادی و صرفه جویی در هزینه های استحصال و دستیابی به آن ، بلکه از منظر زیست محیطی و از این جهت که انرژی با مصرف از بین نرفته بلکه تبدیل به انرژیهای دیگر با کارایی کمتر و بعضاً مزاحم می گردد که کنترل آنها نیز خود نیاز به مصرف انرژی مجدد دارد ، با اهمیت می باشد. پس در واقع اینگونه می توان استنباط نمود که بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان دارای تاثیرات چند جانبه و مضاعف مثبت در جامعه می باشد و هم از اینروست که حتی اگر دست یابی به انرژیهای فسیلی راحت ، آسان و ارزان باشد - همچنان که در ایران چنین است - کنترل و از بین بردن تاثیرات نامطلوب زیست محیطی آن به هیچ وجه آسان و ساده نبوده و هزینه های مالی و زیست محیطی زیادی را طلب می کند .

به طور کلی روشهای طراحی معماری از طرق مختلف می تواند به بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان کمک نماید . ساختمان به گونه ای طراحی می شود که نیاز به مصرف سوخت در آن به حداقل برسد و یا اینکه ساختمان به گونه ای طراحی شود که به توان از سایر انرژیهای غیر فسیلی مانند انرژی خورشیدی در تامین انرژی ساختمان حداکثر بهره را برد . یکی از زمینه های مهمی که می توان به بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان کمک نماید و در ربط با روشهای طراحی معماری می باشد ولی تاکنون در بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان کمتر به آن توجه شده است ، روشهای طراحی شهری و ضوابط و مقررات شهرسازی طرحهای جامع شهری می باشد . در واقع از آنجا که ساختمانها سلولهای تشکیل دهنده بافتهای شهری هستند ، نه تنها روشهای طراحی و تولید و ساخت و جنس مصالح آنها که محدوده عمل و فعالیت آنها به طور عمده به چهار دیواری فضای درون ساختمان محدود می گردد ، بلکه الگوهای ساختار فضایی و بافت کالبدی شهرها و نحوه آرایش و استقرار سلولها و ساختمانهای شهری در نسبت و ربط با یکدیگر نیز در بهینه سازی مصرف انرژی تاثیر مهمی دارند . این مقاله قصد دارد تا ضمن بیان چگونگی و ساز و کارهای تاثیر روشهای طراحی شهری و ضوابط و مقررات شهرسازی بهینه سازی سوخت در ساختمان را مورد تجزیه و تحلیل داده و به برخی راهکارهای اجرایی در این خصوص اشاره نماید .

دانشگاه هنر اصفهان
دانشکده معماری و شهرسازی

اصفهان : خیابان استانداری , روبروی موزه هنرهای معاصر اصفهان , ساختمان توحید
خانه , دانشکده معماری و شهرسازی , تلفن : ۲۲۰۰۰۰۳ - ۲۲۲۱۶۶۵

۱- مقدمه

کنترل و بهینه سازی مصرف انرژی بویژه انرژیهای فسیلی که یکی از مهمترین منابع انرژی مصرفی در ساختمانها می باشد نه تنها از نظر اقتصادی و صرفه جویی در هزینه های استحصال و دستیابی به آن ، بلکه از منظر زیست محیطی و از این جهت که انرژی با مصرف از بین نرفته بلکه تبدیل به انرژیهای دیگر با کارایی کمتر و بعضا مزاحم می گردد که کنترل آنها نیز خود نیاز به مصرف انرژی مجدد دارد ، با اهمیت می باشد . پس در واقع اینگونه می توان بیان نمود که بهینه سازی مصرف سوخت در جامعه دارای تاثیرات چند جانبه مثبت می باشد و هم از این رو است که حتی اگر دستیابی به انرژیهای فسیلی راحت ، آسان و ارزان باشد - همچنان که در ایران چنین است - کنترل و از بین بردن تاثیرات نامطلوب زیست محیطی آن به هیچ وجه آسان و ساده نبوده و هزینه های مالی و زیست محیطی زیادی را طلب می کند . این مقاله قصد دارد تا ضمن بیان چگونگی تاثیر شکل شهرها و سازو کارهای تاثیر روشهای طراحی شهری و ضوابط و مقررات شهر سازی بر بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان ، راهکارهای اجرایی برای آن ارائه نماید .

باتوجه به نقش با اهمیتی که مصرف انرژی در جوامع انسانی دارد ، یکی از نکات مهمی که در بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان رعایت و در نظر گرفتن آن اساسی می باشد کاهش مصرف انرژی در زمان بهره برداری از ساختمان می باشد . به طور معمول انرژی مصرفی در ساختمان را به چهار دسته تقسیم می کنند : ۱ - گرمایش و سرمایش هوا ۲- گرم کردن و یا سرد کردن مواد ۳- روشنایی ، وسایل صوتی و تصویری و ماشینهای خانگی ۴- تهویه (۱). در این خصوص اگر چه اطلاع روشن و دقیقی از میزان انرژی مصرفی در ساختمانهای کشور برای هر یک از مصارف فوق در دسترس نیست ، ولی مطالعاتی که در سایر کشورها انجام شده و بیانگر این نکته است که مقدار انرژی مصرفی سرانه برای مصارف آب گرم ، روشنایی ، لوازم محرکه و پخت و پز نسبتاً ثابت و آن مقدار از انرژی ، که برای گرمایش مصرف می شود می تواند به مقدار زیادی به سرمای هوا ارتباط داشته باشد (۲) . این موضوع نشان می دهد که جدای از اینکه طرح ساختمانها در مناطق مختلف برای جوابگویی به تغییرات اقلیمی باید با یکدیگر فداقت داشته باشند ، اهمیت ضوابط و مقررات شهرسازی در صرفه جویی مصرف انرژی را نشان می دهد .

به طور کلی در هر برنامه تحقیقی در زمینه بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی در ساختمان چندین گروه و دسته از متغیرهای وابسته ، مستقل و محیطی می توان تشخیص داد که بر مبنای آنها می توان مسائل متعددی را صورتبندی کرده و در جهت بهینه سازی و حل آنها اقدام نمود . بهینه سازی میزان مصرف سوخت در ساختمان برای گرمایش و سرمایش هوا یکی از مساله های اساسی بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان می باشد که در صورت بندی آن هر دو دسته متغیرهای وابسته ، مستقل و محیطی دخالت دارند . متغیر وابسته این مساله میزان و مقدار

مصرف سوخت در ساختمان برای گرمایش و سرمایش هوا می باشد که تحت تاثیر عوامل و متغیرهای مستقل اندازه آن متفاوت است . ضوابط و قواعد طراحی ساختمانها و شهرها متغیرهای مستقلی هستند که به همراه برخی عوامل و متغیرهای مستقل غیر طراحی دیگر بر میزان مصرف سوخت در ساختمان برای گرمایش و سرمایش هوا در ساختمان تاثیر داشته و می توان میزان تاثیر هر کدام از آنها را بوسیله شاخص هایی سنجید . از مهمترین متغیرهای مستقلی که به قواعد و ضوابط طراحی مربوط می شوند و بر کاهش میزان نیاز به سوخت برای گرمایش هوا و سرمایش و جلوگیری از هدر رفتن گرما و سرمای تولید شده در ساختمان موثرند ؛ می توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱- مواد و مصالح تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان (در این مورد بیشترین اثر مربوط به میزان مقاومت حرارتی لایه های تشکیل دهنده پوسته خارجی و ضریب انتقال حرارتی این پوسته است).

۲- میزان نشت هوا از درزها و بازشوهای پوسته خارجی (دفعات تعویض هوا در ساعت)

۳- نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به حجم فضای مفید (فرم کالبدی ساختمان)

۴- نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان

۵- نسبت سطح بازشوها در پوسته خارجی (مانند درها و پنجره های بازشوها به هوای آزاد یا فضای کنترل شده) به سطح مفید ساختمان .

۶- جهت استقرار ساختمان نسبت به چهار جهت جغرافیایی

۷- خصوصیات جذب تشعشع سطوح خارجی ساختمان .

۸- استفاده از سیستم های غیر فعال خورشیدی

۹- استفاده از سیستمهای فعال خورشیدی (جمع آورنده های خورشیدی). (۳)

بحث و بررسی در زمینه رعایت ضوابطی در اجرای ساختمان و انتخاب مصالح مصرفی که اولاً نیاز به گرمایش و سرمایش را کاهش دهد و ثانیاً از هدر رفتن گرما و سرمای تولید شده جلوگیری به عمل آورد ، مقوله ای وسیع و گسترده است که مورد توجه زیادی قرار گرفته و تا حدودی نیز اصول و ضوابط آن تدوین و تعیین شده است (۴) . اما آنچه تا کنون در صحنه جویی مصرف سوخت در ساختمانها کمتر بدان توجه شده ، نه ویژگی مواد و مصالح تشکیل دهنده پوسته خارجی ساختمان و یا میزان نشت هوا از درزها و بازشوهای پوسته خارجی ، بلکه تاثیری است که ویژگی های شکل کالبدی شهرها (ساختار و بافت شهرها) - که خود متأثر از روشهای طراحی شهری و ضوابط و مقررات شهرسازی طرحهای جامع و تفصیلی شهرها می باشد - بر مصرف سوخت در ساختمان دارند . در واقع از آنجا که ساختمانها سلول های تشکیل دهنده نواحی شهری هستند ، نه تنها روشهای طراحی ، تولید و ساخت و جنس مصالح آنها که محدوده عمل و فعالیت آنها به طور عمده به چهار دیواری فضای درون ساختمان محدود می گردد ، بلکه الگوهای ساختار فضایی و بافت کالبدی شهرها و نحوه آرایش و استقرار سلول ها و ساختمانهای شهری در نسبت و ربط با یکدیگر نیز در بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان نقش مهمی دارند . در این مقاله و در اینجا

تأثیر متغیرهای مستقل ۳ و ۴ و ۶ بر مصرف سوخت در ساختمان که بیشترین تأثیر را از قواعد طراحی و ویژگی های بافت های شهری می پذیرند بررسی می شود .

۳- نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به حجم فضای مفید (فرم کالبدی ساختمان).

۴- نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان

۵- جهت استقرار ساختمان نسبت به چهار جهت جغرافیایی

ولی نکته مهمی که در اینجا لازم است به آن توجه شود این است که جزء متغیرهای مستقل نام برده متغیرهای دیگری در مکانیزم تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته تحقیق دخالت دارند که می توان از آنها به عنوان متغیرهای محیطی نام برد . از مهمترین متغیرهای محیطی در این زمینه می توان از تفاوت های اقلیمی و جغرافیایی و همچنین شرایط فصول سال نام برد . تأثیر این متغیرها بدین شکل است که در یک اقلیم خاص مانند اقلیم سرد قواعد مؤثر بر مصرف سوخت در ساختمان متفاوت اقلیم های دیگر مانند اقلیم گرم و مرطوب می باشد . بدین شکل در بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی در ساختمان از طریق رعایت قواعد طراحی ، برای هر اقلیم و هر منطقه خاص می باید قواعد جداگانه ای در نظر گرفت . همچنین نحوه عمل و تأثیر قواعد طراحی بر مصرف سوخت در ساختمان در فصول مختلف سال - فصل سرد و فصل گرم - متفاوت است و بدین منظور باید قواعدی را در نظر گرفت که ضمن اقتصادی بودن ، تأمین شرایط آسایش مطلوبتر ، در نهایت بیلان مصرف سوخت سالانه کمتری داشته باشند .

بدیهی است در برخی مناطق در مقایسه با دیگر مناطق ، به دلایل و عوامل متعدد اقلیمی ، پوشش گیاهی ، دوری و نزدیکی به دریاها و آبها ، عوارض طبیعی و عرض جغرافیایی خاص هر منطقه مصرف انرژی بویژه مصرف سوخت در ساختمان متفاوت می باشد ، ولی آنچه مسلم است در تمام اشکال و ساختارهای شهری میزان مصرف سوخت در ساختمانها به یک اندازه نیست ، بلکه برخی اشکال و ساختارهای شهری از نظر میزان مصرف انرژی بهینه تر می باشند . یعنی علاوه بر تفاوت های محیطی و اقلیمی خاص هر منطقه ، میزان مصرف انرژی در ساختمانها ، به عوامل و الگوهای فضایی - کالبدی شهرها نیز وابسته است .

به طور کلی اگر چه در اکثر جوامع میزان مصرف انرژی بدلائل مختلف متفاوت است ولی ، با هر دیدگاه و منظری که به نواحی شهری بنگریم ، در برخی از انواع اشکال شهرها مصرف انرژی در ساختمانها کمتر است . در خصوص بیان علت وجود این وضعیت دلایل بسیاری وجود دارند . تلاش جهت دستیابی به دلایل این وضعیت و توضیح چگونگی ساز و کارهای تأثیر شکل شهرها بر میزان مصرف سوخت در ساختمانها موضوع اصلی و محوری تحقیق حاضر را تشکیل می دهد . استدلال این مقاله این است که با شناخت ویژگی ها و خصوصیات اشکال مختلف شهری بهتر می توان در مصرف انرژی در ساختمانها صرفه جویی نمود .

صورتبندی مسأله تحقیق :

متغیر وابسته = متغیر مستقل (۱) و متغیر مستقل (۲) و متغیر مستقل (۳)

متغیر وابسته تحقیق = میزان مصرف سوخت برای گرمایش و سرمایش هوا
متغیر مستقل (۱) = نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به حجم فضای مفید (فرم کالبدی ساختمان)

متغیر مستقل (۲) = نسبت سطح بام به سطح مفید ساختمان
متغیر مستقل (۳) = جهت استقرار ساختمان نسبت به چهار جهت جغرافیایی
متغیرهای محیطی = ۱- مناطق اقلیمی متفاوت ۲- شرایط فصول سال ۳- خصوصیات جغرافیایی خاص هر منطقه

شاخصها متغیرهای مستقل (۱) و (۲) و (۳) :

الف - نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک زمین و عرصه دانه های شهری

ج - نظام و الگوی شبکه معابر بافت

شکل شهر: مانند هر مصنوع دیگر انسانی شهرها دارای شکل های خاصی و متفاوتی هستند که تحت تاثیر عوامل مختلفی ایجاد شده اند. در یک تعریف کلی شهر را می توان شامل کلیه عوامل، ویژگی ها، اجزاء و عناصر جغرافیایی - کالبدی و غیر فضایی، قابل رؤیت و پنهان، طبیعی و مصنوعی دانست که ماهیت، موجودیت و کلیت سکونت گاههای انسانی را تشکیل می دهند. از بین رفتن شش دسته عوامل، ویژگی های فضایی - کالبدی، قابل رؤیت و مصنوع شکل شهرها از جمله ویژگی هایی هستند که در اینجا جهت بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمانها مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرند. از میان مهمترین عوامل و اجزاء فضایی - کالبدی، قابل رؤیت و مصنوع شکل شهرها که در مصرف سوخت در شهرها و ساختمانها نقش دارند می توان به بافت شهر، ساختار شبکه معابر و کاربری اراضی اشاره نمود که جهت تحقیق، تاثیر بافت شهر و ضوابط مربوط به آن مورد توجه نظر این مقاله می باشد (۵).

بافت شهر: از میان مشخصات کالبدی شکل شهرها، تاثیر بافت در مصرف سوخت در ساختمانها را می توان بسیار مهم دانست. در یک تعریف کلی بافت شهر ناظر بر آن دسته از ویژگی های کالبدی شکل شهرها می باشد که در آن نحوه و چگونگی ترکیب و تلفیق سلول ها و اجزاء شهر در مقیاس سه بعدی در سطح (طول و عرض) و ارتفاع مورد توجه می باشد. در واقع ویژگی ها و خصوصیات کالبدی سلول ها و دانه های شهری در ترکیب با یکدیگر و دیگر اجزاء شکل شهر، مانند شبکه معابر، کلیت های همگنی از نظر کالبدی در نواحی و مناطق مختلف شهر بوجود می آورند که بافت شهر نامیده می شود.

اجزاء بافت : برای هر بافت شهری دو بخش و جزء اساسی می توان تشخیص داد : یکی سلول ها و دانه های شهری که همان ساختمانها هستند و دیگری شبکه معابر بافت که به مانند اسکلت و چهار چوبی سلول ها و دانه های شهری را به یکدیگر پیوند می دهند . خود سلول ها نیز از دو قسمت مجزا یعنی فضاهای ساخته شده یا ساختمانها و سطوح باز و فضاهای خالی ، تشکیل شده اند . نحوه ترکیب دو بخش اساسی بافت ، سلول ها و معابر و دو قسمت عمده سلول ها ، فضاهای ساخته شده و سطوح باز ، همراه با برخی ویژگی های دیگر معرف بافت های شهری هستند . در واقع بافت های شهری مانند هر پدیده و مقوله انسانی دیگر بر حسب برخی ویژگی ها و خصوصیات خاص دارای انواع و گونه های مختلفی هستند که بر حسب ویژگی ها و خصوصیات سلول ها و دانه های شهری و نحوه ترکیب آنها با یکدیگر ، الگوهای مختلف بافت شهری از یکدیگر متمایز می شوند . از این روی می توان انتظار داشت که هر یک از انواع بافت های شهری از نظر بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی دارای امکانات و محدودیت هایی باشند .

ویژگی های بافت های شهری : از مهمترین ویژگی ها و خصوصیات سلول ها و دانه های شهری که انواع مختلف بافت های شهری را شکل می دهند و بر مصرف سوخت در ساختمانها بی تاثیر نیستند می توان به :

الف - نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک زمین دانه های شهری ،

ب - شکل و مشخصات فضا و توده ساختمانی دانه های شهری و

ج - الگوی شبکه معابر بافت اشاره نمود .

نکته ای که در اینجا لازم به اشاره می باشند این است که تاثیرات این سه ویژگی نه بصورت منفرد و مجزا بلکه به شکل ترکیبی و در ربط با یکدیگر مد نظر می باشد . درواقع بخش اعظم تاثیر این سه ویژگی ناشی از ترکیب و همجواری آنها با یکدیگر می باشد ، مانند : ترکیب و نحوه همجواری فضاهای پر و خالی قطعات با معبر و با یکدیگر (بههم پیوستگی بافت شهری) ، نحوه همجواری و ترکیب ارتفاع و تراکم ساختمانی قطعات با معبر (درجه محصوریت معبر).

الف - نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک زمین و عرصه دانه های شهری ، ناظر بر آن دسته مشخصه های اصلی هر دانه و سلول شهری شامل اندازه و مساحت ، شکل هندسی ، ابعاد طول و عرض قطعات و جهت گیری قطعه می باشد که در ترکیب با مشخصه های سایر قطعات بافت ، الگوی نظام قطعه بندی و تفکیک زمین دانه های شهری را شکل می دهند . در واقع می توان اینگونه بیان داشت که مشخصه های فوق شاخص هایی هستند که از طریق آنها می توان تاثیر نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک اراضی بافت بر مصرف سوخت در ساختمانها را مورد ارزیابی قرار داد . نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک زمین دانه های شهری برحسب ویژگی ها و خصوصیات ترکیبی قطعات و دانه های بافت ، الگوها و درجاتی از منظم تا نا منظم به خود می گیرند .

ب - شکل و مشخصات فضا و توده ساختمانی دانه های شهری : همچنان که بیشتر اشاره شد سلول های شهری خود از دو قسمت مجزا یعنی فضاهای ساخته شده یا ساختمانها و سطوح باز

و فضاهای خالی، تشکیل شده اند. این معیار ناظر بر آن دسته مشخصات ساخت و ساز هر دانه و سلول شهری می باشد که از ترکیب فضاهای باز و بسته دانه های شهری شامل ارتفاع و تراکم ساختمانی، سطح اشغال و نسبت سطح ساخته شده به فضای باز هر قطعه، نحوه استقرار بنا در عرصه دانه و اتصال و همجواری با فضاهای پر و خالی سایر قطعات ناشی می شوند.

ج - نظام و الگوی شبکه معابر بافت: معابر یکی دیگر از اجزاء اساسی بافت های شهری می باشند که از آنجا که به مانند اسکلت و چهارچوبی سلول ها و دانه های شهری را به یکدیگر پیوند می دهند، نقش مهمی بر کارایی مصرف انرژی در ساختمانها دارند. معابر بافت از لحاظ شکل دارای الگوهای مختلف و از لحاظ اندازه دارای مشخصات فیزیکی متفاوتی شامل طول و عرض هستند که بر کارایی مصرف سوخت درون ساختمانها مؤثرند. به طور کلی نحوه و سار و کار تاثیر شبکه معابر بدین صورت می باشد که شکل ها، الگوها و اندازه طول و عرض معابر عمدتاً در ترکیب با فضاهای ساخته شده و فضاهای باز دانه های شهری بر مصرف سوخت در ساختمانها تاثیر می گذارند. مشخصات و الگوی شبکه معابر از دو طریق و در دو سطح بر مصرف انرژی در شهر و ساختمان تاثیر می گذارند: یکی در سطح کلان و دیگری در سطح خرد. در سطح کلان الگوی شبکه معابر با جهت دهی و تحت تاثیر قرار دادن جهت گیری قطعات بافت در رابطه با بهترین نورگیری خورشید و در سطح خرد از طریق همجواری سطح ساخته شده با معبر بر مصرف سوخت در ساختمان تاثیر می گذارد.

)

(

در یک نگرش مبتنی بر توسعه پایدار، انرژی خورشیدی منبع پایان پذیری (تجدید شونده ای) است که هم می توان از آن بصورت فعال با استفاده از سیستم های تبدیل انرژی بهره گرفت و هم بصورت غیر فعال با رعایت قواعدی در طراحی و اجرای ساختمان هر چه بیشتر آن استفاده کرده و بهینه به مصرف رساند. استفاده از ویژگی های بافت های شهری را می توان یکی از روشهای مهم استفاده از سیستم های غیر فعال برای صرفه جویی در مصرف سوخت قلمداد نمود که در اینجا سعی می گردد به روشهای بهره گیری از این ویژگی ها جهت استفاده مناسبتر (خورشیدی) و جلوگیری از اتلاف سوخت در ساختمان توجه نماییم.

به طور کلی قبل از پرداختن به چگونگی و نحوه تاثیر ویژگی های بافت شهری (به عنوان متغیرهای اصلی مسأله) بر مصرف سوخت در ساختمانها، ضرورت دارد نقش متغیرهای دیگری (متغیرهای محیطی) که در این زمینه تاثیر دارند، روشن شود. همچنان که بیشتر اشاره شد، نقش هر یک از شاخصهای بافت شهری بر میزان مصرف سوخت در ساختمان در شرایط اقلیمی گوناگون متفاوت است. در مناطق گرم، هدف پرهیز از کسب حرارت ناشی از تابش آفتاب در مواقع گرم سال است. در مناطق مرطوب کوشش می شود تا از وزش بادهای محلی در خنک کردن

فضاهای داخلی ساختمان حداکثر استفاده به عمل آید. در شرایط اقلیمی سرد تلاش می شود ساختمان با داشتن حداکثر پیشانی بیشترین نور گیری و دریافت انرژی را داشته باشد. به طور کلی با توجه به شرایط خاص هر منطقه با توجه به نیازهای حرارتی ساختمان و امکانات طبیعی موجود، می باید ضوابط و قواعد متفاوتی جهت کنترل مصرف سوخت در ساختمان نمود. برای این منظور ضروری است برای هر منطقه اقلیمی خاص ابتداء اولویت اقلیمی آن منطقه را مشخص ساخته و سپس بر مبنای آن قواعد طراحی را تدوین نمود. از مهمترین اولویت ها در این زمینه می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- کسب حداقل انرژی خورشیدی در مواقع گرم
 - ۲- جلوگیری از نفوذ مستقیم آفتاب به فضاهای داخلی در مواقع گرم
 - ۳- جلوگیری یا تقلیل تاثیر بادهای گرم و غبار آلود در فضاهای داخلی و خارجی ساختمان
 - ۴- کسب انرژی خورشیدی در مواقع سرد
 - ۵- تامین جریان هوا در فضاهای داخلی در مواقع ضروری
- توجه به اولویت ها یا نسبت اهمیت هر یک از موارد یاد شده، در قواعد طراحی ساختمان امری ضروری است چون عملاً تامین نیازهای انرژی ساختمان در رابطه با کلیه عناصر اقلیمی و به طور یکسان، امکان پذیر نیست (۶).

۴-۱- نسبت سطح پوسته خارجی ساختمان به حجم فضای مفید (شکل کالبدی ساختمان)

در میان قسمتها و بخشهای مختلف ساختمان، مهمترین بخشی که بر اتلاف سوخت در ساختمان تاثیر دارد، ویژگی های سطح پوسته خارجی ساختمان می باشد. یکی از این ویژگی ها مساحت پوسته خارجی ساختمان می باشد. در مطالعاتی که انجام شده به طور متوسط در یک خانه از مجموع کل مساحت پوسته خارجی ساختمان، بام ۳۰ درصد، دیوارهای ۳۰ درصد، کف ۳۰ درصد و پنجره ها ۱۰ درصد کل مساحت را به خود اختصاص می دهند. بنابراین راههای اصلی اتلاف حرارت در ساختمان به ترتیب اهمیت عبارتند از: دیوارها، بام، کف، پنجره ها و نفوذ هوا به داخل. اگر چه شیشه از لحاظ عایق بودن به خوبی با نمای آجری نیست، مع هذا، دیوارهای تو پر اتلاف حرارتی خیلی بیشتری دارند زیرا مساحت آنها در یک خانه به طور متوسط خیلی بیشتر از پنجره هاست (۷).

به صورت نظری مقدار اتلاف و انتقال حرارت از طریق سطح پوسته خارجی ساختمان (قسمتهایی مانند: دیوارها، بام، کف، پنجره ها و نور گیرها) تابعی از میزان عایق بودن آن عضو، مساحت و اختلاف درجه حرارت بین داخل و خارج ساختمان می باشد. تاثیر عایق بودن عضو بر میزان مصرف سوخت در ساختمان بسته به جنس و کیفیت عایق مورد استفاده دارد و موضوع آن از بحث این مقاله خارج است (میزان عایق بودن پوسته خارجی ساختمان علاوه بر استفاده از مواد و مصالح عایق بندی، تحت تاثیر ویژگی های بافت شهری نیز قرار دارد)، ولی مساحت و اندازه پوسته خارجی ساختمان تا حدود زیادی نیز اختلاف درجه حرارت بین داخل و خارج ساختمان

وابسته به قواعد و روشهای طراحی ساختمان است و مستقیماً به موضوع بحث این مقاله مربوط می شود. مساحت و اندازه سطح پوسته خارجی ساختمان خود تحت تاثیر شکل ساختمان می باشد. بنابراین، در بررسی اتلاف حرارت در ساختمان، تاثیر و اهمیت مساحت پوسته خارجی ساختمان و همچنین تنظیم اختلاف درجه حرارت بین داخل و خارج ساختمان اگر بیشتر نباشد کمتر از استفاده از مصالح عایق بندی نیست. در واقع می توان اینگونه بیان نمود که ویژگی های بافت های شهری به صورت یک عایق طبیعی از اتلاف انرژی در ساختمان جلوگیری می نماید.

به طور کلی در اندازه مساحت پوسته خارجی ساختمان و یا نسبت مساحت پوسته خارجی به مساحت زیر بنای ساختمان اکثر شاخصها و ویژگی های بافت شهری مانند: الف - نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک زمین و عرصه دانه های شهری، ب - شکل و مشخصات فضا و توده ساختمانی دانه های شهری، ج - نظام و الگوی شبکه معابر بافت، هم بصورت مجزا و هم بصورت ترکیبی تاثیر دارند. یکی از شاخصهای مهمی که بر اندازه سطوح پوسته خارجی ساختمان تاثیر دارد و می توان آنرا در زیر گروه شاخص ها و ویژگی های شکل و مشخصات فضا و توده ساختمانی دانه های شهری طبقه بندی نمود الگوی سطح اشغال زمین است. منظور از الگوی سطح اشغال زمین، نحوه استقرار ساختمان در قطعه زمین مربوط به آن است. الگوی سطح اشغال زمین اگر نه اولین شاخص مؤثر بر مساحت پوسته خارجی ساختمان ولی در اصل مهمترین شاخص در این زمینه به شمار می رود.

الگوی اشغال سطح زمین نه تنها در اندازه و سطح پوسته خارجی ساختمان تاثیر دارد بلکه از آنجا که جهات و جبهه های مختلف ساختمان از نظر کسب انرژی با یکدیگر متفاوت هستند، نقش مهمی در نور گیری و کسب انرژی ساختمان دارد. در شکل گیری الگوی سطح اشغال زمین در بافت های شهری عوامل مختلفی دخالت دارند ولی در اینجا، الگوهای معمول سطح اشغال زمین، صرفاً از نظر بیلان انرژی و مصرف سوخت در ساختمان جهت گرمایش و سرمایش در فصول سال مورد بررسی قرار می گیرند و هدف از این بررسی صرفاً نشان دادن معایب و مزایایی است که هر یک از این الگوها در ارتباط با نیازهای سوختی ساختمان دارند. نکته اساسی که اشاره به آن در اینجا لازم و ضروری می باشد این است که الگوی سطح اشغال زمین نه بصورت سوخت در ساختمان تاثیر می گذارد. در واقع بخش اعظم تاثیر این شاخص بر مصرف سوخت در ساختمان، ناشی از ترکیب آن با ویژگی های ساختمانی اطراف و سایر عناصر بافت های شهری مانند: ترکیب با معبر، ترکیب و همجواری فضاها، پر و خالی قطعات با یکدیگر و اندازه و ابعاد قطعه زمین دخالت می باشد.

به طور کلی از آنجا که جهات و جبهه های مختلف ساختمان از نظر کسب انرژی با یکدیگر متفاوت هستند شاخص دیگری که بر بیلان و میزان انرژی دریافتی ساختمان تاثیر می گذارد و می توان آنرا در زیر گروه شاخصهای نظام و الگوی قطعه بندی و تفکیک زمین طبقه بندی نمود، اندازه ابعاد و شکل هندسی زمین قطعات می باشد. در واقع قبل از اینکه الگوی سطح اشغال بر دریافت انرژی ساختمان مؤثر باشد، اندازه و ابعاد اضلاع قطعات زمین تعیین می کند که ساختمان

تحت چه الگوی سطح اشغالی می باید ساخته شود. در قطعاتی که اضلاع شمالی و جنوبی در مقایسه با اضلاع شرقی و غربی طول بیشتری دارند در صورتی که جبهه اصلی ساختمان در اضلاع جنوبی قرار داشته باشد بیشترین نور گیری و دریافت انرژی را خواهیم داشت و در صورتی که بخاطر جهت گیری شبکه معابر پیشانی و جبهه اصلی ساختمان بصورت شرقی و غربی احداث شوند نورگیری و دریافت انرژی نامطلوبی خواهیم داشت. در اینجا به برخی از مهمترین الگوهای سطح اشغال ساختمانی که در بافت های شهری معمول هستند، اشاره نمود (۸).

الگوی شماره (۱): استقرار ساختمان در وسط قطعه زمین بگونه ای که از چهار طرف با هوای خارج ارتباط داشته باشد. در این الگو، مساحت پوسته خارجی ساختمان که با هوای آزاد در ارتباط است به حداکثر سطح می رسد و طبیعتاً در این حالت ساختمان بیشترین انتقال و اتلاف حرارتی را خواهد داشت و مصرف سوخت جهت کنترل دمای درون ساختمان نسبت به سایر الگوها حداکثر خواهد بود. در این الگو اگر چه ممکن است با برخی تمهیدات طراحی ساختمان را در مقابل تابش آفتاب بویژه در مناطق گرم کنترل نمود ولی در مناطق سرد که جلوگیری از انتقال حرارت درون به بیرون ساختمان مهم می باشد استفاده از عایق بندی بویژه در نمای شمالی، غربی و شرقی جهت جلوگیری از اتلاف انرژی ضروری است. در واقع در این الگو هزینه عایق بندی ساختمان بالا خواهد بود. ترکیب این الگو در قطعات همجوار اصولاً در بافت های شهری بافتی فشرده و متراکم ایجاد نخواهد کرد. این الگو بیشتر در مناطق مرطوب بویژه در مناطق ساحلی که استفاده از باد و جریان هوای آزاد برای کنترل رطوبت هوا از اهمیت بیشتری نسبت به کنترل حرارت درون ساختمان برخوردار است، معمول می باشد.

الگوی شماره (۲): مانند الگوی شماره (۱) است منتهی با این تفاوت که ساختمان تمام عرض زمین را اشغال کرده است و در ترکیب با الگوی سطح اشغال قطعات همجوار پوسته خارجی دیوارهای شرقی و غربی توسط قطعات همجوار پوشش داده می شود. در این الگو، به دلیل مشترک بودن دیوارهای شرقی و غربی ساختمانهای مجاور هم، از تابش شدیدترین آفتاب تابستانی بر سطوح خارجی ساختمان جلوگیری می شود و در زمستان از انتقال حرارت از داخل ساختمان به خارج آن در مناطق سرد جلوگیری می شود. مساحت سطح خارجی این الگو کمتر از الگوی قبلی است. این الگو غیر از موارد یاد شده تفاوت دیگری با الگوی قبلی ندارد.

الگوی شماره (۳): در این الگو ساختمان در منتهی الیه قسمت شمالی زمین قرار گرفته و تمام عرض آن را اشغال می کند. این الگو که الگوی سطح اشغال رایج بافت های شهری جدید مرسوم به بافت های آماده سازی شده می باشد، مجموعه های ساختمانی به صورت ساختمانی یک طرفه در می آید که فقط یک نمای اصلی دارد. نسبت سطح به حجم این الگو در قطعاتی که معبر در شمال قطعه قرار دارد مانند الگوی قبلی است ولی در قطعاتی که معبر در جنوب قطعه واقع می شود در صورتی همجوار با فضای ساخته شده قطعه شمالی خود باشد، کمتر از الگوی قبلی است. در این الگو در حالتی که معبر در جنوب قطعه واقع می شود به دلیل وجود یک نمای اصلی، امکان برقراری جریان هوا در فضاهای داخلی امکانپذیر نیست ولی در حالتی که معبر در شمال

قطعه واقع شود ، در صورتی که برای هر یک از فضاها دو پنجره پیش بینی شود ، جریان هوای آرامی در آنها ایجاد خواهد شد .

الگوی شماره (۴) : در این الگو ساختمان شکل L لاتین دارد و دو ضلع عمود بر هم قطعه زمین را اشغال کرده و دارای دو نمای عمود برهم است . این نمونه ، در مجموعه های ساختمانی می تواند بافت نسبتاً متراکمی ایجاد نماید . در صورتی که ساختمانهای واقع در یک مجموعه ، در نماهای غیر اصلی به یکدیگر اتصال یابند مساحت سطوح خارجی آنها تقلیل خواهد یافت . هر یک از بالهای ساختمان ، باعث ایجاد سایه متقابل بر یکدیگر می شوند و در مجموع ، سطوح واقع در سایه ساختمان افزایش می یابد . مشکل عمده ای که در این الگو وجود دارد این است که نماهای عمود بر هم در صورتی که هر دو دارای یک ارزش باشند ، امکان تعیین جهت مناسب برای استقرار ساختمان را فراهم نمی سازند و در صورتی که یکی از نماها جهت مناسبی قرار داده شود ، نمای دیگر جهت مطلوبی نخواهد داشت . علاوه بر این گرچه ساختمان دارای دو نمای اصلی است ، اما از نظر ایجاد کوران در فضاهای داخلی این دو نما نقش مهمی ایفا نمی کنند .

الگوی شماره (۵) : ساختمان دو طرفه مجزا ، ساختمان به طور مجزا در دو طرف زمین مورد نظر قرار گرفته است . هر یک از قسمتهای این ساختمان مانند یک ساختمان یک طرفه عمل می کند ، بنابراین موارد یاد شده در مورد ساختمان یک طرفه در مورد هر یک از قسمتهای این الگو صادق است . در ارتباط با مساحت سطوح خارجی و نسبت سطح به حجم و همچنین کنترل تابش آفتاب و تعیین جهت استقرار ساختمان ، این الگو مشابه الگوی دو طرفه عمل می کند . در مواردی که زیر بنای کافی وجود دارد و می توان فضاهای جداگانه ای برای استفاده در فصول مختلف پیش بینی نمود این الگو ، الگوی بسیار مناسبی است . قسمت شمالی که نمای جنوبی دارد برای زمستانها کاملاً مناسب است و قسمت جنوبی که رو به شمال است برای استفاده در تابستانها مفید خواهد بود.

الگوی شماره (۶) : ساختمان U شکل ، علی رغم وجود سه نمای مختلف ، در این الگو نیز نمی توان جریان هوای مناسبی در فضاهای داخلی ایجاد نمود . در صورتی که در نما یا نماهای مشرف به خارج (کوچه ها) بازشوهای پیش بینی شود ، مشکل ایجاد جریان هوا در فضاهای داخلی بر طرف خواهد شد ، اما در این حالت ، کل مساحت سطح خارجی ساختمان و در نتیجه نسبت سطح به حجم هر یک از ساختمانها و کل مجموع ساختمانی بسیار کم خواهد شد . نماهای مختلف یا قسمتهای مختلف چنین الگویی باعث ایجاد سایه متقابل بر روی یکدیگر می شوند . به همین دلیل این الگو از نظر کنترل سطوح خارجی در مقابل تابش آفتاب الگوی مناسبی است . کلیه نماهای اصلی این نمونه معطوف به حیاط مرکزی هستند و فرم این ساختمان اصولاً درون گرا است . وجود سه نمای اصلی و هم ارزش در این الگو تعیین جهت مناسب برای هر سه نما را عملاً غیر ممکن می سازد .

الگوی شماره (۷): الگوی حیاط مرکزی با چهار طرف ساخت . ساختمان حیاط مرکزی در قطعات بزرگ با شکل نزدیک به مربع قابل پیشنهاد است . ساختمان از درون دارای چهار نمای

اصلی است که در چهار جهت مختلف جغرافیایی قرار دارد. از نظر عملکرد اقلیمی، چنین الگویی تنها در مواردی قابل پیشنهاد است که نماهای مختلف دارای ارزشهای متفاوتی باشند، یا امکان تغییر فصلی محل زندگی وجود داشته باشد، چون نماهای مختلف در فصول مختلف عملکرد متفاوتی دارند. به دلیل وجود چهار نمای مختلف که هر یک در جهت متفاوتی قرار دارند عملاً تعیین جهت استقرار برای این الگو در صورت هم ارزش بودن نماها بی معنی است. ساختمان حیاط مرکزی، الگوی کاملاً آشنایی در بافت قدیمی شهرهای ایران است.

به طور کلی در ترکیب فضاهای پر و خالی یک بافت، شهری خاص هر چه تعداد و مساحت دیوارهای مشترک بین ساختمانهای مجاور هم بیشتر باشد انتقال حرارتی و اتلاف انرژی کمتری ایجاد می شود. در صورتی که ساختمانها در نماهای شرقی و غربی با هم مشترک باشند، سطح مشرف به شدیدترین تابش آفتاب تابستان در این ساختمانها کمتر خواهد شد. چسبندگی ساختمانها به یکدیگر کل سطح خارجی ساختمانها را کاهش خواهد داد. بنابراین در طراحی، آماده سازی و تفکیک اراضی شهری جهت جلوگیری از اتلاف و انتقال حرارت از داخل ساختمان به خارج ضرورت دارد، الگوهای تفکیکی مورد استفاده قرار گیرد که دیوارهای مشترک بیشتری بین ساختمانها بوجود آورد. از طرف دیگر نزدیکی ساختمانها به یکدیگر باعث افزایش میزان سایه متقابلی خواهد شد که این ساختمانها بر یکدیگر ایجاد می کنند. این موضوع در مناطق گرم می تواند کمک مؤثری برای جلوگیری از انتقال حرارت خارج به داخل ساختمان و در نهایت صرفه جویی در مصرف انرژی باشد.

سطح بام ساختمانها یکی دیگر از سطوح خارجی ساختمان می باشد که در مقایسه با سایر سطوح ساختمان انرژی خورشیدی بیشتری بویژه در تابستان کسب می کند. بررسی گرمای تابشی بر بام اهمیت فراوان دارد چون سطح آن تقریباً برابر مجموع سطوح جانبی ساختمان می شود (۹). سطح بام ساختمانها در ایران عموماً مسطح است مگر در مناطق اقلیمی خاص مانند، مناطق مرطوب بارانی که بامها بصورت شیروانی ساخته می شوند و یا در مناطق گرم و خشک که سنگین ترین بارد گرمایی بر بام افقی قرار می گیرد (۱۰). و به همین دلیل برای جلوگیری از حرارت زیاد بام بشکل کروی و یا اصطلاحاً گنبدی ساخته می شوند. در روشهای طراحی شهری و ساختمان برای کاهش نسبت سطح بام به کل سطوح ساختمان راههای متعددی مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از ساختمانهای چند طبقه، کاهش سطح اشغال بنا و یا استفاده از بامهای غیر مسطح از جمله این راهها می باشد.

در مناطق گرم و خشک ایران که در یافت حرارت زیاد یکی از مهمترین عوامل مخل آسایش حرارتی در ساختمان می باشد استفاده از بامهای گنبدی راه حل مناسبی برای کاهش دریافت حرارتی از طریق سطح بام ساختمان بوده است. بامهای گنبدی به علت برجستگی که دارند همواره در معرض وزش نسیم قرار می گیرند این در کم کردن گرمایی که بام در اثر شدید آفتاب

می گیرد موثر است . هنگام شب نیز گرمایی که بام پس می دهد به ترتیبی که گفته شد سریعتر بر طرف می گردد . در بامهای گنبدی یا استوانی چون شدت تابش آفتاب بر تمام رویه بام یکسان نیست همیشه قسمت پشت گنبد گرمای کمتری نسبت به قسمت جلویی گنبد دریافت می کند و این در تقلیل درجه حرارت زیر گنبد تاثیر دارد به خصوص که اگر گنبد دررای ساقه نیز باشد . در معماری ایران با اختراع گنبد دو پوسته ای مسأله بالا را به طریق جالب ترین حل کرده اند بدین معنی که عمل عایق سازی فضای بین دو پوسته باعث می شود که پوسته داخلی نسبت به پوسته خارجی سرد باشد . این طرز عمل در معماری اماکن عمومی بیشتر به چشم می خورد جائی که ازدحام جمعیت و آمد و شد زیاد بوده است . معماران ایرانی همواره به دنبال راه حلهای بهتری برای خنک نگاه داشتن زیر گنبد در تابستان و بالعکس گرم بودن آن در زمستان می گشته اند .

جهت استقرار ساختمانها یکی دیگر از عوامل و متغیرهای مهمی است که بر میزان مصرف سوخت در ساختمانها تاثیر می گذارد و خود عموماً تحت تاثیر جهت کوچه ها و شبکه معابر بافت شهری می باشد . به طور کلی در تعیین جهت استقرار ساختمانها عواملی مانند : دسترسی , پستی و بلندی زمین , اشراف و محرمیت , نحوه همجواری با ساختمانها اطراف و شرایط اقلیمی محل دخالت دارند . در واقع جهت استقرار ساختمانها را می توان ضرورت انطباق ساختمان با طبیعت شرایط اقلیمی دانست . اگر چه جهت استقرار ساختمانها نقش مهمی در دریافت انرژی ساختمان بویژه در مناطق سرد دارد ولی در هر صورت جهت انتخاب شده باید جوابگوی کلیه نیازهای مطرح شده در جامعه باشد . در این قسمت , جهت استقرار ساختمان صرفاً در رابطه با شرایط اقلیمی و بیان انرژی دریافتی ساختمان بررسی می شود . به همین دلیل لازم است در انتخاب جهت نمایی , کلیه جهت هایی که از نظر اقلیمی و شرایط دریافت انرژی قابل قبول اند در ارتباط با عوامل دیگر مورد بررسی قرار گیرند .

به طور کلی نقش هر یک از عناصر مختلف اقلیمی در تعیین جهت استقرار ساختمان در شرایط اقلیمی گوناگون متفاوت است . در مناطق گرم , هدف پرهیز از کسب حرارت ناشی از تابش آفتاب در مواقع گرم است و در شرایط اقلیمی سرد تلاش می شود ساختمان با داشتن حداکثر پیشانی بیشترین نورگیری و دریافت انرژی را داشته باشد . از این روی ضرورت دارد با توجه به شرایط خاص هر منطقه و با در نظر گرفتن نیازهای حرارتی ساختمان و امکانات طبیعی موجود , ضوابط تعیین جهت استقرار ساختمان را با توجه به الویت های هر منطقه مشخص نمود . در صورتی که هدف از تعیین جهت استقرار , کسب حداقل انرژی خورشید در تمام فصول سال یا در مواقع گرم سال باشد , جهت شمالی مناسبترین جهت استقرار ساختمان محسوب می شود و مناطقی که کسب حداکثر انرژی خورشید در مواقع سرد سال هدف باشد , جهت جنوبی مهمترین جهت استقرار ساختمان می باشد . در هر شکل جهت گیری مناسب برای قطعات بافت شهری جهت شمالی - جنوبی , یعنی اندازه طول اضلاع شمالی و جنوبی قطعه کمتر از طول اضلاع شرقی و غربی

قطعه باشد . به طور معمول در ایران جهت مناسب ساختمانها جهت شمالی جنوبی می باشد و می باید از طراحی قطعات بصورت شرقی - غربی اهتزاز کرد .

استفاده از روشهای طراحی معماری و شهرسازی برای صرفه جویی در مصرف سوخت و انرژی در ساختمان از هر دیدگاه و منظری که به آن نگاه کنیم یک اصل و ضرورت مهم و اساسی چه در سطح ملی و چه در مقیاس بین المللی می باشد . مشکلات زیست محیطی که هم اکنون جهان با روبرو است , قسمت اعظم آن مربوط به مصرف سوختهای فسیلی بویژه در بخش ساختمان می باشد . جدای از تاثیرات زیانباری که اتلاف انرژی و سوخت بر زیست بوم کره زمین دارد , از منظر اقتصادی اتلاف انرژی و سوخت یعنی از بین رفتن منابعی که می توانست جهت تعالی و رفاه افراد جامعه به مصرف برسد . به طور کلی اگر میزان اتلاف انرژی و سوخت در ساختمانها را حداقل ۳۰ درصد در نظر بگیریم هر یک درصد صرفه جویی و جلوگیری از اتلاف آن منافع مادی عظیمی را برای کشور در بر دارد .

همچنان که در طرح ساختمانها و شهرها می باید تمام جنبه ها و ابعاد اجتماعی , روانی و فردی انسانها را مورد توجه قرار داد و ساختمانی که بدون توجه به جنبه های فوق ساخته شود مطلوب نخواهد بود , ولی به طور قطعی می توان گفت که در حال حاضر جوامعی که به اتلاف انرژی در ساختارهای کالبدی جامعه خود بی توجه باشند در جهان رقابت آمیز کنونی جایی نخواهند داشت . اهمیت استفاده از روشهای طراحی در مقایسه با دیگر روشها را در صرفه جویی در مصرف سوخت و انرژی در این موضوع است که در استفاده از سایر روشها مانند عایق بندی , می باید انرژی به مصرف رسانده شود , در حالی که استفاده از روشهای طراحی هیچ گونه انرژی بجز انرژی اندیشه و شعور انسانی نیاز ندارد . از این روی روشهای طراحی را می توان در زمره روشهای پاک قلمداد نمود.

:

۱- وزارت مسکن و شهرسازی , مقررات ملی ساختمانی ایران , مبحث ۱۹ - صرفه جویی در مصرف انرژی , صص ۱-۲

۲- کمیسیون توسعه سرمایه های ملی استرالیا , طرح خانه های اقتصادی از نظر مصرف انرژی برای مناطق معتدل , ص ۵

۳- وزارت مسکن و شهرسازی , مقررات ملی ساختمانی ایران , مبحث ۱۹ - صرفه جویی در مصرف انرژی , صص ۲-۳

۴- همان مأخذ

- ۵- جهت اطلاع بیشتر در زمینه ویژگی های شکل خوب شهر نگاه کنید به :
- لینچ , کوین , تئوری شکل خوب شهر , سید حسین بحرینی , انتشارات دانشگاه تهران , ۱۳۷۶
- ۶- کسمایی , مرتضی , اقلیم و معماری خوزستان - خرمشهر , صص ۱۰۹- ۱۰۱
- ۷- کمیسیون توسعه سرمایه های ملی استرالیا , ص ۱۳
- ۸- کسمایی , مرتضی , ص ۱۱۰
- ۹- توسلی , محمود , ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران , ص ۱۳۹
- ۱۰- توسلی , محمود , ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران , ص ۷۵

:

- ۱- توسلی , محمود , ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران , چاپ سوم , ۱۳۵۸
- ۲- کسمایی , مرتضی , اقلیم و معماری خوزستان - خرمشهر , مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن , چاپ اول ۱۳۶۹
- ۳- کمیسیون توسعه سرمایه های ملی استرالیا , طرح خانه های اقتصادی از نظر مصرف انرژی برای مناطق معتدل , مترجم هوشنگ نجفی امین , مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن , چاپ دوم ۱۳۷۱
- ۴- لینچ , کوین , تئوری شکل خوب شهر , سید حسین بحرینی , انتشارات دانشگاه تهران , چاپ اول ۱۳۷۶
- ۵- وزارت مسکن و شهرسازی , مقررات ملی ساختمانی ایران , مبحث ۱۹ - صرفه جویی در مصرف انرژی , چاپ دوم ۱۳۷۳