

بررسی رابطه ویژگی‌های کالبدی مجتمع‌های مسکونی با میزان آسایش حرارتی ساکنان آن‌ها در اقلیم گرم و خشک کرمان

شیما قاسمی نژاد

گروه معماری، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

منصور نیک پور^۱

گروه معماری، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

محسن قاسمی

گروه معماری، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۰

چکیده

رشد شتابان و فزاینده شهرنشینی و در پی آن، افزایش جمعیت شهرها، پیامدهای مختلفی را در زمینه‌های گوناگون به دنبال داشته است. از جمله مهمترین این پیامدها می‌توان به افزایش مصرف و تقاضا برای منابع انرژی اشاره نمود. یکی از این مؤلفه‌های مهم برنامه‌ریزی و طراحی شهری، ویژگی‌های کالبدی ساختمان است که بر میزان مصرف انرژی در این بخش مهم، با سهم ۴۰ درصدی از کل انرژی مصرفی در شهرها، تأثیر می‌گذارد. مصرف بیش از اندازه مصرف انرژی در بخش مسکونی خصوصاً در مجتمع‌های مسکونی یکی از مشکلات در مناطق گرم و خشک محسوب می‌شود. عملکرد تیپولوژی‌های مختلف مجتمع‌های مسکونی از حیث مصرف انرژی در اقلیم‌های مختلف مورد بررسی و تحقیق واقع شده است اما به طور مشخص برای اقلیم گرم و خشک کرمان گونه مناسب مجتمع مسکونی توصیه نشده و همچنین مشخص نیست که کدام تناسب فرمی و سطح پنجره در هر یک از گونه‌های مجتمع مسکونی با توجه به اهمیت آنها در کاهش مصرف انرژی و افزایش ساعات آسایش حرارتی مناسب‌تر می‌باشد، لذا هدف این تحقیق تعیین ساعات عدم آسایش حرارتی در گونه‌های مختلف مجتمع مسکونی در کرمان با تناسب مختلف فرمی و نسبت سطح پنجره به دیوار خالص از طریق شبیه‌سازی با نرم افزار DESIGN BUILDER می‌باشد که در ارزیابی نتایج شبیه‌سازی مجتمع‌های مسکونی با پلان (L) شکل میزان ساعات آسایش حرارتی بیشتری نسبت به تیپ‌های دیگر مجتمع مسکونی فراهم می‌آورد. در مجتمع مسکونی‌های (L) شکل بهینه‌ترین حالت از لحاظ مصرف انرژی و آسایش حرارتی ساکنان، مجتمع مسکونی با جهت‌گیری شمالی-جنوبی، تناسب فرمی طول به عرض ۱ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده معماران برای تعیین تیپ بهینه و تعیین تناسب و نسبت سطح پنجره به سطح دیوار در طراحی الگوهای مختلف مجتمع مسکونی منطقه کرمان به منظور افزایش بهره‌وری انرژی قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌گان: آسایش حرارتی، مصرف انرژی، گونه‌های مجتمع مسکونی، شبیه‌سازی، تناسب، نسبت سطح پنجره به دیوار.

مقدمه

میزان بالای مصرف انرژی برای سرمایش و گرمایش ساختمان، همواره از دغدغه‌های اساسی معماران در فرآیند طراحی معماری بوده است (Yu J (۲۰۰۸)). مروری بر ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که یکی از این تدابیر مهم و اساسی در تحقق الگوی معماری سرآمد به کارگیری خصوصیات اقلیمی در طراحی به معنای استفاده از راهکاری برای ایجاد هماهنگی بین ساختمان و محیط پیرامونش است از آنجایی که خورشید بخش بزرگی از انرژی کره زمین را تامین می‌کند و با توجه به اینکه این انرژی، پاک، ارزان و بی‌پایان بوده و در بسیاری از مناطق دنیا علی‌الخصوص خاورمیانه قابل مصرف می‌باشد (کسمایی، ۱۳۸۹). همچنین با توجه به این واقعیت که کشور ما در رابطه با مصرف انرژی در بین بدترین کشورها قرار دارد و بخش عمده‌ای از آن را می‌توان به میزان از دست دادن ما به دلیل استفاده نکردن مواد استاندارد یا بهینه نشده نسبت داد و همراه با این واقعیت که ما در شرایط آب و هوایی با واریانس بالا زندگی می‌کنیم از این رو راهکارهایی جهت استفاده بهینه از این انرژی باید بکار برده شوند که هم سازگار با محیط زیست باشند و هم باعث کاهش هزینه گردند. هدف از این پژوهش، تحلیل نقش فرم ساختمان در کاهش مصرف انرژی ساختمان و تحلیل میزان تأثیر ابعاد ساختمان، ابعاد پنجره و جهت گیری ساختمان در بهبود عملکرد انرژی ساختمان‌های شهر کرمان است. حال سوال اینجاست آیا می‌توان با محدود کردن شرایط آب و هوایی به انواع اصلی و سپس جمع‌آوری اطلاعات کافی در مورد شرایط آنها برای مدل سازی، برنامه‌ای برای هر منطقه ارائه دهیم؟ فرم‌هایی براساس چارچوب مفهومی طراحی شده، که بتوانند به عنوان فرم بهینه به کار گرفته شوند که باید حداکثر آسایش حرارتی ممکن را در زمستان و تابستان کسب نمایند.

رویکرد نظری

امروزه افزایش ناگهانی در استفاده از مکانیزم‌های سرمایشی و گرمایش منجر به مصرف قابل توجه انرژی شده است. همین موضوع، نظر محققان و پژوهشگران را متوجه طرح‌ها و الگوی‌های اولیه و به خصوص بناهای مسکونی، به عنوان الگوهای پاسخ دهنده و با بهره‌وری انرژی بالا، را به خود جلب کرده است. معماری قرن بیستمی مناطق اقلیمی گرم و خشک به عنوان مصرف‌کنندگان اصلی انرژی لحاظ می‌شوند که بیشترین میزان آن برای ایجاد آسایش ساکنین است تا بتوانند در شرایط سخت اقلیمی طاقت بیاورند. یکی از اولین تلاشها در رابطه با تحلیل عملکرد اقلیمی در آوردن بناهای مسکونی، حسن (۲۰۱۲) می‌باشد که پتانسیل یک ساختمان را در اقلیم گرم و کویری در شهر جدید اسوان در مصر مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از کار او نشان دادند که جهت ساختمان و هندسه‌ی آن در میان مهمترین فاکتورهایی هستند که عملکرد اقلیمی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

موهایسن و گادی (۲۰۰۶) یک مدل ریاضی را جهت محاسبه‌ی نواحی نورگیر و سایه‌دار تولید شده در یک هندسه‌ی فضای باز مدور یک بنای مسکونی به وجود آورده‌اند. نتایج نشان داد که تغییر تناسبات شکل به طور قابل توجهی سایه‌اندازی یا پتانسیل در معرض تابش پوشش داخلی بنای مسکونی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مطالعه‌ی آنها، یافت شد که جهت هدف کاهش بار سرمایشی در تابستان و بار گرمایشی در زمستان بود و شکل‌های فضای باز عمیقتر با هر هندسه‌ای مطلوبترین خواهد بود. به این دلیل که میزان تابش دریافتی ثبت شده در شکل‌های عمیقتر در تابستان که منجر به تقاضای انرژی کمتری برای خنک سازی می‌شود در حالیکه در زمستان، شکل‌های عمیق کمترین میزان اتلاف گرما و بنابراین نیاز برای گرمایش کمتری را تضمین می‌کنند. این موضوع نشان

میدهد که دریافت اشعه خورشید در زمستان مهمتر از اجتناب از آن در تابستان است. موهاسن تحقیقات خود را بررسی تاثیر تناسب مستطیل شکل فضای باز بر سایه اندازی و شرایط در معرض تابش ایجاد شده بر پوشش داخلی شکل در مناطق اقلیمی گرم و مرطوب، گرم و خشک، معتدل و سرد ادامه داد و پی برد که مکان خورشید رابطه ی مستقیمی با شرایط سایه اندازی ایجاد شده در اشکال مورد نظر دارد. ارتفاع بهینه ی فضای باز جهت به دست آوردن عملکرد منطقی در تابستان و زمستان، سه طبقه در اقلیم های گرم و مرطوب، دو طبقه در اقلیم های معتدل و گرم و خشک و یک طبقه در اقلیم های سرد یافت شد.

از حدود دهه ۱۹۷۰ میلادی در نقاطی از دنیا ایده بازگشت به نوع زندگی طبیعی گذشته و لزوم زندگی جمعی انسان ها به مرور رشد کرد و شکل بناها از تک خانواری به چند خانواری تغییر شکل داد. از جمله اقدامات در این زمینه ایجاد مجموعه های مسکونی با عنوان کوه‌اوسینگ بود. با توجه به واژه کوه‌اوسینگ که از ترکیب دو کلمه خانه و اجتماع تشکیل شده، هدف از ایجاد آن، تشویق انسان ها به زندگی اجتماعی بوده است. (McCament & Durrett, 1989) در واقع از اهداف اصلی این نوع مجموعه ها ارتقاء زندگی اجتماعی انسان ها و فراهم ساختن تجربه زندگی هماهنگ گروهی و اشتراکی مبتنی بر روش های مردم سالارانه برای ساکنین و همچنین دستیابی به سطح بالایی از پایداری می باشد. در چنین مجموعه هایی انسان ها تشویق می شوند با هم زندگی کنند و فعالیت های جمعی داشته باشند ولی در عین حال کنترل ساکنین بر زندگی فردی و تفکرات شخصیشان به بهترین نحو انجام می شود. بنابراین نوعی تعادل بین زندگی خصوصی و اجتماعی انسان ها برقرار می شود. پس از شکل گیری این ایده، مطالعات بسیاری جهت احیا و تقویت ارتباطات اجتماعی انسان ها در حوزه های مختلف انجام گرفته است (Scotthanson & Scotthanson, 2005).

از جمله این مطالعات می توان به تحقیقی که در سال ۲۰۱۰ توسط احمد اکیل تحت عنوان گونه شناسی مجتمع های مسکونی برای استفاده بهتر از انرژی نام برد. در این تحقیق سه گونه مجتمع مسکونی شامل محیطی، پله ای و نواری را معرفی شد. نورانی و همکاران در سال ۱۳۹۷ تحقیقی مبنی بر تاثیر جهت گیری ساختمان در میزان تابش دریافتی نور خورشید در بدنه ساختمان و میزان مصرف انرژی در ساختمانهای مسکونی تهران انجام داد و معتقد است که برای بهره مندی از نور خورشید جهت گیری شرقی نسبت به جهت گیری غربی بهتر است و همچنین نسبت WWI با توجه به نقش مهمی که در عملکرد بهینه انرژی و میزان دریافت نور خورشید در ساختمان مورد مطالعه ایفا می کند تا دو برابر میتواند افزایش یابد. همچنین اگر میزان نسبت مساحت پنجره به دیوار ۴۰ درصد باشد، ضمن کاهش میزان مصرف انرژی، بیشترین میزان روشنایی نزدیک به ۵۰۰ لوکس را نیز خواهیم داشت.

نتایج مطالعاتی که کسمایی در سال ۱۳۸۹ بر روی جهت گیری ساختمان ها داشته است نشان می دهند بهترین جهت ساختمان در اقلیم گرم و خشک، جهت جنوبی با انحراف ۲۰ درجه به طرف شرق می باشد. ساختمان در اقلیم گرم و خشک کشیدگی در راستای شرقی - غربی دارد و نسبت به محور شمال - جنوب ۲۵ تا ۳۰ درجه نسبت به راستای جنوب به سمت شرق چرخش دارد. این جهت گیری مناسب ترین راستا در جهت کسب انرژی و تابش مناسب در فصول مختلف در طول سال برای ساختمانهای اقلیم گرم خشک دارد.

حبیب و همکارش در سال ۱۳۹۳ طی تحقیقی بر روی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی شامل: تعداد ساکنین، مساحت، تعداد طبقات، میزان همجواری، WWR و نسبت طول به عرض داشتند به این نتیجه رسیدند که مؤثرترین پارامتر نسبت سطح پنجره به دیوار می باشد و سایر فاکتورها در اولویت بعدی قرار دارند.

سپهری و همکارش در سال ۱۳۹۵ بهینه سازی مصرف انرژی با راهکار انتخاب فرم ساختمان در اقلیم تهران را بررسی کردند. در این راستا فرم های مستطیل، مربع، (U) شکل و (L) شکل مورد بررسی قرار گرفتند و با توجه به مطالعات و شبیه سازی های صورت گرفته در این پژوهش، به این نتیجه دست یافت که فرم مستطیل که فرم فشرده ای می باشد در میان فرم های دیگر، کمترین میزان مصرف انرژی سالیانه در بخش های سرمایش، گرمایش و روشنایی را دارد. آتش جبین و یزدانی در سال ۱۳۹۵ تاثیر فرم بر میزان مصرف انرژی ساختمان در کیش را توسط نرم افزار دیزاین بیلدر بررسی و ارزیابی کردند و فرم و جهت گیری ساختمان از عوامل مهم تاثیر گذار بر استفاده از منابع طبیعی دانستند. اهمیت مطالعه آسایش حرارتی از آن جهت است که میتواند به طراح کمک نماید با استفاده از حداقل انرژی شرایط گرمایش و سرمایش را تامین نماید. توجه به این امر در معماری و حتی در مقوله وسیع تر آن یعنی شهرسازی از نکاتی است که باید مورد توجه جدی قرار گیرد. آسایش حرارتی شرایطی از ادراک است که در آن محیط پیرامون از لحاظ حرارتی رضایت بخش باشد. همانگونه که پیشتر بیان شد، این موضوع مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است اما به طور خاص در مورد مجتمع های مسکونی مطرح نشده است. در این گونه ساختمان ها پنجره عامل اصلی ورود حرارت به واحدها و فرم، تناسبات و جهت گیری و ابعاد پنجره به عنوان تنظیم کننده ی آن، میباشد که در این پژوهش ابتدا آلترناتیو های مختلف طراحی مجتمع های مسکونی از نقطه نظر کسب حرارت و نور بهینه از جمله جهت گیری مجتمع های مسکونی، فرم ساختمان، تناسبات ساختمان، ابعاد بازشوها و تناسبات آنها، به صورت جداگانه طرح خواهد شد سپس متغیرهای پژوهش مورد واکاوی قرار خواهند گرفت.

۲-۲- عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در بخش ساختمان

ساختمان ها به طور تقریبی ۴۰ درصد مصرف سالانه انرژی در دنیا را به خود اختصاص می دهند. بخش اعظم این مصرف به تأمین برق، نورپردازی، سامانه های گرمایی، سرمایی و تهویه مطبوع باز می گردد (Omer, 2008). ویژگی های کالبدی ساختمان از جمله فرم، جهت گیری و نسبت ابعاد ساختمان و نما از جمله مواردی هستند که بر میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان تأثیرگذار می باشند. مصرف انرژی بر اساس انواع ساختمان های موجود در شهر، متفاوت می باشد. در ساختمان های مسکونی، گرمایش فضای خانه، گرم کردن آب، روشنایی و آشپزی از جمله فعالیت هایی می باشند که مصرف انرژی را شکل می دهند. در میان فعالیت های مذکور، انرژی مصرفی جهت گرمایش فضای داخلی خانه، حدود ۶۰ درصد از کل مصرف انرژی در این ساختمان ها را شامل شده و بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. (Stemers, 2003). با توجه به این موضوع که تعداد ساختمان های مسکونی یک شهر در مقایسه با ساختمان های اداری-تجاری بسیار بیشتر است، لذا در این مقاله، تأکید اصلی بر روی ساختمان های مسکونی و به طور خاص مجتمع های مسکونی و میزان مصرف انرژی در آن ها می باشد. بر اساس منابع بررسی شده در این تحقیق، عواملی مانند فرم، جهت گیری، نسبت محیط به ارتفاع و طول به عرض ساختمان و نسبت سطح پنجره به سطح دیوار به عنوان ویژگی های کالبدی ساختمان و مؤثر بر مصرف انرژی معرفی شده اند (Khalil, 2009).

فرم

این عامل با مواردی چون طول و عرض قطعه، شکل هندسی قطعه و چیدمان مجتمع های مسکونی در ارتباط است. طول و عرض قطعه و شکل هندسی قطعه از جمله موارد مهمی هستند که بر میزان مصرف انرژی ساختمان برای گرمایش و روشنایی تأثیر می گذارد. نحوه این تأثیرگذاری بدین نحو است که با تغییر در ابعاد، اندازه، همچنین شکل قطعه، عمق نفوذ نور خورشید و میزان قابلیت استفاده ساختمان از این منبع انرژی تغییر یافته و به همین ترتیب، انرژی مورد نیاز گرمایش و روشنایی در ساختمان تغییر می یابد (Biddulph, 2007).

جهت گیری ساختمان

این عامل با دسترسی به نور خورشید در ارتباط مستقیم بوده و بر مصرف انرژی مورد نیاز جهت گرمایش و روشنایی تأثیر می گذارد.

به عبارت دیگر، زاویه ای که ساختمان به محور شمال- جنوب دارا می باشد، با توجه به عرض جغرافیایی محل، بر میزان ساعات دسترسی به نور مستقیم خورشید در طول روز تأثیرگذار بوده و در نتیجه میزان انرژی مورد نیاز ساختمان را تغییر می دهد (Biddulph, 2007).

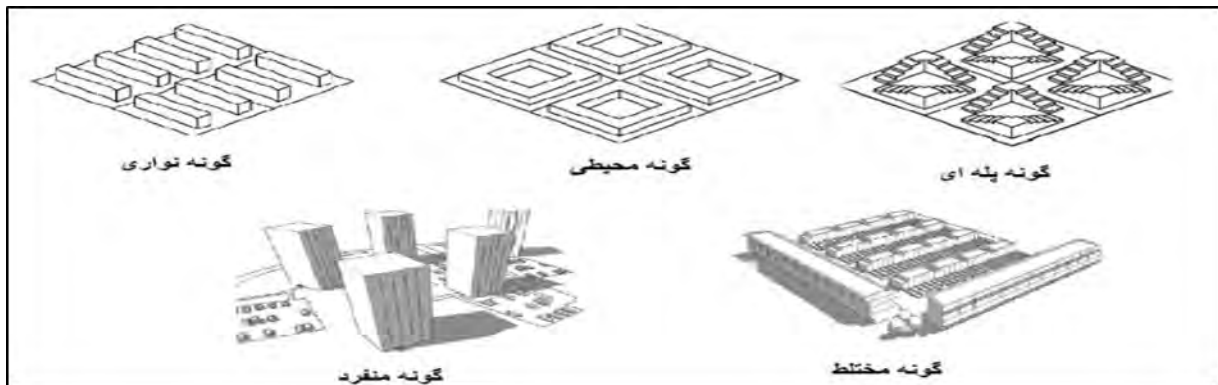
نسبت محیط به ارتفاع و طول به عرض

از عوامل کلیدی هندسه ساختمان نسبت محیط به ارتفاع و طول به عرض ساختمان است. مطالعات متعددی، ارتباط مستقیم آسایش حرارتی و نسبت محیط به ارتفاع و طول به عرض را نشان می دهد. دلیل اصلی این ارتباط، تأثیر مستقیم تابش بر سطح ساختمان ها است (Tim R Oke, 1988).

نسبت سطح پنجره به دیوار

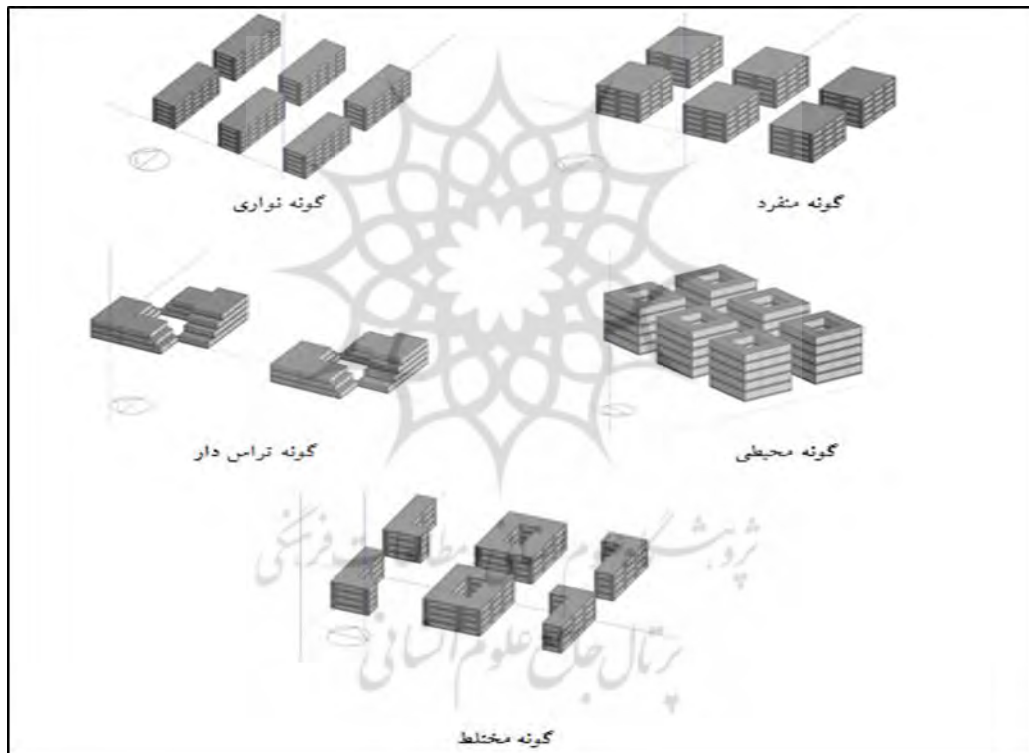
مصرف انرژی ساختمان به شدت به مشخصات حرارتی پوسته خارجی آن وابسته است. در این میان، پنجره ها به دلیل مقاومت حرارتی کم در کنار عبور مستقیم انرژی تابشی، تأثیر قابل ملاحظه ای بر مشخصات حرارتی پوسته ساختمان دارند، بنابراین تعیین نسبت بهینه پنجره به دیوار در هر اقلیم اهمیت بسیار زیادی دارد. (فلاح، ۱۳۹۸). این پژوهش درصدد پاسخ به این پرسش است که الگوی بهینه تیپولوژی مجتمع های مسکونی شهر کرمان از نظر اقلیمی شامل چه ویژگی هایی است؟ برای پاسخ به این سوال، تأثیر جهت گیری مجتمع های مسکونی، تناسب فرمی و نسبت سطح پنجره به سطح دیوار به منظور دستیابی به الگویی بهینه جهت کسب حرارت بررسی می شود. پس از تحلیل و بررسی نتایج مدلسازی، خصوصیات طراحی مجتمع مسکونی با ویژگی همساز با اقلیم و مصرف بهینه انرژی ساختمان پیشنهاد می گردد. در این تحقیق با توجه به طبقه بندی مجتمع های مسکونی از طریق مطالعه و بررسی منابع و اسناد مختلف اطلاعات مربوط به تیپولوژی مجتمع های مسکونی موجود شناسایی و مجتمع های مسکونی به پنج دسته اصلی محیطی، منفرد، نواری، پله ای و مختلط دسته بندی شدند (شکل ۱ و ۲).

شکل ۱. انواع تیپولوژی مجتمع‌های مسکونی



منبع: Biddulph, M. 2007

شکل ۲. انواع تیپولوژی مجتمع‌های مسکونی

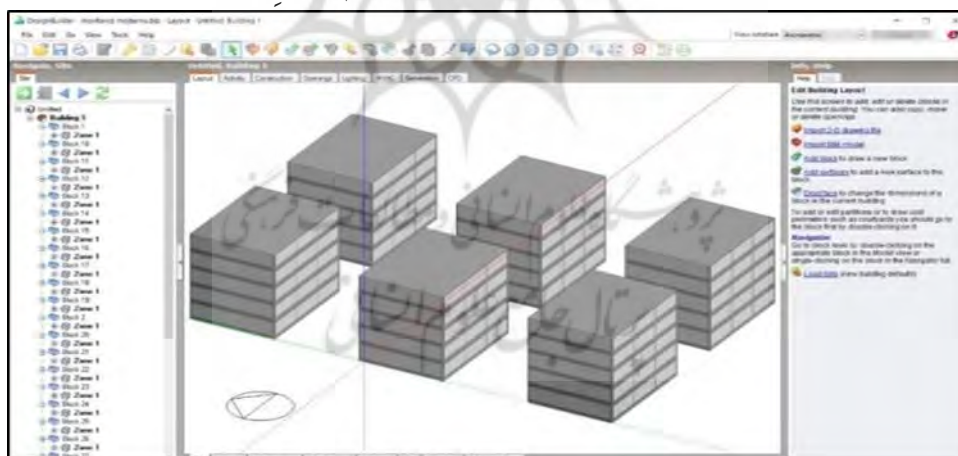


منبع: نگارنده

مطالعه پیش رو براساس شبیه‌سازی آنها توسط نرم‌افزارهای کامپیوتری انجام می‌شود. امروزه در استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی در تجزیه و تحلیل پارامترهای جدار ساختمان ابتدا مقدار متغیرها حدس زده شده و تغییر می‌کنند. بعد از چند عملیات شبیه‌سازی و مشاهده تغییرات در خروجی نرم‌افزار، یک رابطه مناسب بین پارامترها بدست می‌آید. نرم‌افزار در نظر گرفته شده این پژوهش Design builder می‌باشد. نرم‌افزار Design builder، نرم‌افزار تخصصی شبیه‌سازی انرژی، از پرکاربردترین، به روزترین و دقیق‌ترین نرم‌افزارهای موجود در زمینه انرژی در تمامی دنیا می‌باشد که امروزه در سطح وسیع در دانشگاه‌ها و کمپانی‌های کشورهای توسعه‌یافته استفاده می‌گردد. از خصوصیات مهم این نرم‌افزار، استفاده از موتور مدل‌سازی EnergyPlus است که توسط دپارتمان انرژی

آمریکا توسعه یافته و به عنوان یکی از معتبرترین نرم افزارهای مدل سازی انرژی می باشد (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۷). در این نرم افزار، می توان ساختمان را از جنبه های مختلفی مثل فیزیک ساختمان، معماری، مصالح، پوسته، سیستم های سرمایشی و گرمایشی، سیستم روشنایی، تهویه طبیعی و مکانیکی و سایر جوانب مدل سازی کرد. همچنین امکان مدل سازی بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان، مصارف مختلف انرژی از قبیل انرژی گرمایشی، سرمایشی، روشنایی، لوازم خانگی، آب گرم مصرفی و غیره به صورت دینامیک در این نرم افزار وجود دارد (نورانی و همکاران، ۱۳۹۷). از قابلیت های خاص این نرم افزار که از دلایل استفاده در این تحقیق می باشد می توان به محاسبه میزان روشنایی روز، مدل سازی سیستم انرژی های نو، محاسبه آسایش حرارتی در فضاهای داخلی ساختمان، میزان اتلاف و نیز دریافت انرژی از عناصر مختلف ساختمانی انرژی اشاره کرد (فدایی و همکاران، ۱۳۹۶). در این نرم افزار امکان استخراج نتایج مدل سازی برای کل سال، ماه های مختلف و نیز بصورت روزانه و ساعتی وجود دارد. همچنین نتایج همه مدل سازی ها برای کل ساختمان، یک طبقه خاص و یا تک فضاهای ساختمان قابل استخراج است (سپهری و همکاران، ۱۳۹۵). در مجتمع های مسکونی پنجره عامل اصلی ورود حرارت به واحدها و فرم، تناسب و جهت گیری واحدها و ابعاد پنجره به عنوان تنظیم کننده ی آن، می باشد به این صورت که ابتدا آلترناتیو های مختلف طراحی مجتمع های مسکونی از نقطه نظر کسب حرارت بهینه از جمله جهت گیری مجتمع های مسکونی، فرم ساختمان، تناسب فرمی ساختمان، تناسب پنجره نسبت به دیوار، که به صورت جداگانه در هر مرحله از مدل سازی در نرم افزار Design builder انجام و در منطقه حرارتی مشخص مورد آنالیز قرار داده می شود و نتایج تحلیل می شود (شکل ۳).

شکل ۳. مدل سازی مدل های مورد ارزیابی در نرم افزار Design builder



منبع: نگارنده

مکان شبیه سازی در نرم افزار Design builder کرمان و همچنین اطلاعات هواشناسی کرمان برای شبیه سازی انتخاب شده است. قبل از شبیه سازی انرژی ساختمان باید اطلاعاتی درباره شرایط اقلیمی ساختمان، نحوه طراحی ساختمان، سیستم تهویه مطبوع و تجهیزات آن و نحوه کنترل ساختمان تهیه شود. شرایط اقلیمی بیرون ساختمان در طول سال یک قسمت مهم از داده های اصلی می باشد و بهترین حالت این است که این داده ها به صورت ساعتی برای تمام سال تهیه شود. برای شبیه سازی انرژی در ساختمان معمولا ۱۰ تا ۱۳ پارامتر اقلیمی مورد نیاز می باشد به طور مثال پارامترهای میزان تشعشع خورشیدی، دما، رطوبت، سرعت باد و جهت آن، فشار اتمسفریک و غیره. این

داده‌ها معمولاً به صورت سالیانه گزارش می‌شوند. برنامه‌های شبیه‌سازی معمولاً محاسبات را به صورت ساعتی برای تعیین شرایط داخلی ساختمان انجام می‌دهند این کار مستلزم استفاده از اطلاعات اقلیمی (تشنه و دما) می‌باشد. علاوه بر داده‌های اقلیمی مشخص نمودن هندسه و همچنین نحوه برخورد اشعه‌های خورشید برای تمام ساعت‌های سال لازم می‌باشد. این داده‌های اقلیمی نباید به صورت میانگین در سال یا فقط برای قسمتی از سال باشند. بلکه باید روزانه و در تمام ۸۷۶۰ ساعت سال مشخص باشند.

سپس مقدار بهینه‌ی پارامترهای مشخص شده با توجه به تاثیر آن در کاهش مصرف انرژی ساختمان، بدست می‌آید. اطلاعات استخراج شده در جدول‌ها و گراف‌های تنظیم شده، تحلیل می‌شوند و در نهایت فرم بهینه و جهت‌گیری مناسب ساختمان، تناسب ابعاد مجتمع مسکونی و نسبت سطح پنجره به سطح دیوار استخراج می‌شود (شکل ۴).

شکل ۴. دیاگرام انجام پژوهش

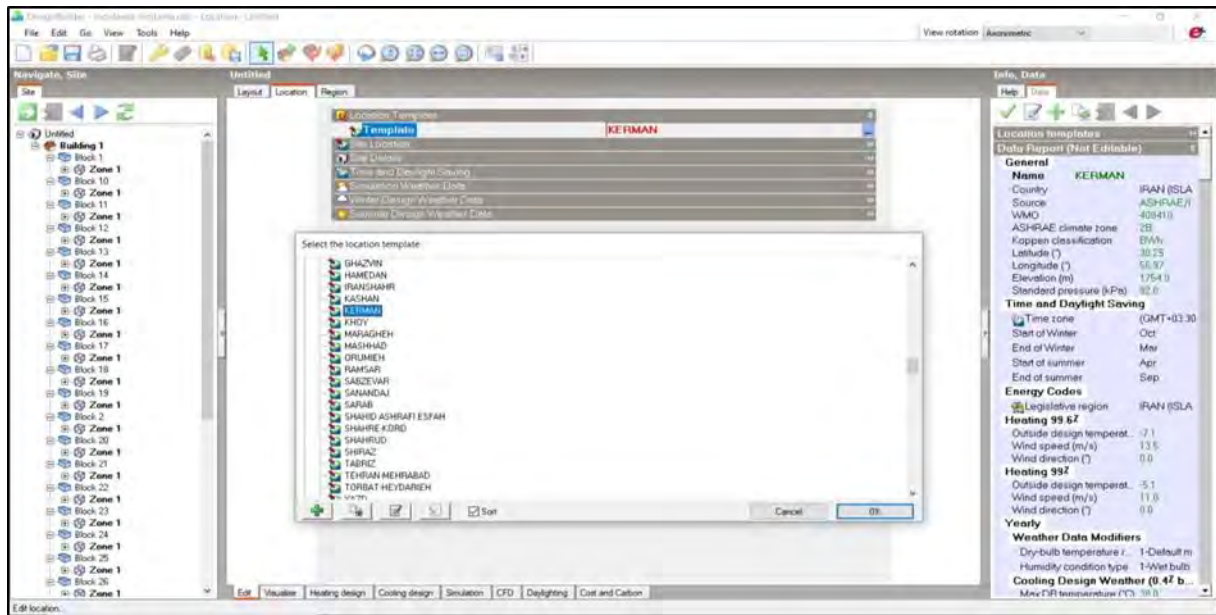


منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

بحث و نتایج آنالیز

برای شروع شبیه‌سازی توسط نرم افزار Design builder بایستی مشخصات اقلیمی که ساختمان در آن قرار دارد، مشخص گردد سپس نرم افزار با استفاده از داده‌های آب و هوایی و مشخصات ساختمان شروع به شبیه‌سازی ساعتی ساختمان نموده و میزان مصرف انرژی ساختمان را برای یک سال یا هر میزان دوره‌ای که مورد نیاز باشد، بدست می‌آورد.

شکل ۵. مشخصات اقلیمی



منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

مشخصات هندسی ساختمان

در این تحقیق یک مجتمع مسکونی در تپ های مختلف در نظر گرفته شده است که به شرح زیر می باشد: در تمامی حالات مساحت ها برای ثابت بودن متغیر مساحت ها یکسان در نظر گرفته شده است و تعداد طبقات بر اساس مقدار مساحت در نظر گرفته شده است که در هر مدل متفاوت می باشد. در حالت های مختلف، ساختمان ها با توجه به سایه اندازی ساختمان ها روی هم با فواصل ۲۰-۶۰ متر از یکدیگر مدل سازی گردیده اند.

جدول ۱. نمونه های مورد سنجش

مدل	تناسبات ابعاد	جهت گیری	درصد بازشو
محیطی (۱)	نسبت محیط به ارتفاع ۱ به ۱ (۸)	شرقی - غربی (۱۴)	۱۰٪ (۱۸)
منفرد (۲)	نسبت محیط به ارتفاع ۲ به ۱ (۹)	شمالی - جنوبی (۱۵)	۲۰٪ (۱۹)
نواری (۳)	نسبت محیط به ارتفاع ۳ به ۱ (۱۰)	شرقی - غربی با انحراف ۵-۲۰ درجه (۱۶)	۴۰٪ (۲۰)
تراس دار (۴)	نسبت طول به عرض ۱ به ۱ (۱۱)	شمالی - جنوبی با انحراف ۵-۲۰ درجه (۱۷)	۶۰٪ (۲۱)
مختلط (U) شکل (۵)	نسبت طول به عرض ۲ به ۱ (۱۲)		
مختلط (L) شکل (۶)	نسبت طول به عرض ۳ به ۱ (۱۳)		
مختلط دیگر نمونه (۷)			

منبع: نگارنده ، ۱۴۰۰

مطابق جدول ما ۶۷۲ مورد برای شبیه سازی در نرم افزار دیزاین بیلدر مدلسازی شد و برای پیچیده نشدن مدلها از لحاظ نوشتاری، مدل‌های ساختمان را به صورت اختصاری و با عدد نامگذاری شدند. به طور مثال مدل شماره یک به صورت (۱۸-۱۴-۸-۱) نوشته شده که به معنی (ساختمان محیطی که نسبت محیط به ارتفاع آن ۱ به ۱ بوده و جهت آن شرقی - غربی می باشد و نسبت پنجره به دیوار آن ۱۰ درصد می باشد) است.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه محیطی

میزان آسایش حرارتی را بر اساس تیپ مجتمع مسکونی ها دسته بندی شدند در مرحله اول مدل های مختلف مجتمع مسکونی محیطی را بر اساس جدول فوق شبیه سازی می شود. مدل های مختلف به شرح زیر می باشد:

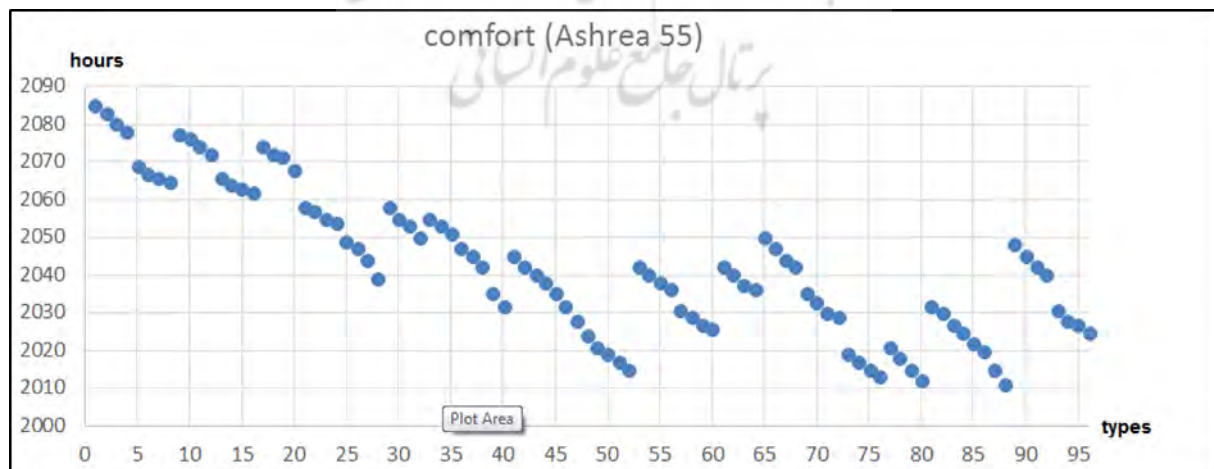
جدول ۲. انواع مدل های محیطی شبیه سازی شده

Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO
۱-۱۳-۱۴-۱۸	۸۱	۱-۱۲-۱۴-۱۸	۶۵	۱-۱۱-۱۴-۱۸	۴۹	۱-۱۰-۱۴-۱۸	۳۳	۱-۹-۱۴-۱۸	۱۷	۱-۸-۱۴-۱۸	۱
۱-۱۳-۱۴-۱۹	۸۲	۱-۱۲-۱۴-۱۹	۶۶	۱-۱۱-۱۴-۱۹	۵۰	۱-۱۰-۱۴-۱۹	۳۴	۱-۹-۱۴-۱۹	۱۸	۱-۸-۱۴-۱۹	۲
۱-۱۳-۱۴-۲۰	۸۳	۱-۱۲-۱۴-۲۰	۶۷	۱-۱۱-۱۴-۲۰	۵۱	۱-۱۰-۱۴-۲۰	۳۵	۱-۹-۱۴-۲۰	۱۹	۱-۸-۱۴-۲۰	۳
۱-۱۳-۱۴-۲۱	۸۴	۱-۱۲-۱۴-۲۱	۶۸	۱-۱۱-۱۴-۲۱	۵۲	۱-۱۰-۱۴-۲۱	۳۶	۱-۹-۱۴-۲۱	۲۰	۱-۸-۱۴-۲۱	۴
۱-۱۳-۱۵-۱۸	۸۵	۱-۱۲-۱۵-۱۸	۶۹	۱-۱۱-۱۵-۱۸	۵۳	۱-۱۰-۱۵-۱۸	۳۷	۱-۹-۱۵-۱۸	۲۱	۱-۸-۱۵-۱۸	۵
۱-۱۳-۱۵-۱۹	۸۶	۱-۱۲-۱۵-۱۹	۷۰	۱-۱۱-۱۵-۱۹	۵۴	۱-۱۰-۱۵-۱۹	۳۸	۱-۹-۱۵-۱۹	۲۲	۱-۸-۱۵-۱۹	۶
۱-۱۳-۱۵-۲۰	۸۷	۱-۱۲-۱۵-۲۰	۷۱	۱-۱۱-۱۵-۲۰	۵۵	۱-۱۰-۱۵-۲۰	۳۹	۱-۹-۱۵-۲۰	۲۳	۱-۸-۱۵-۲۰	۷
۱-۱۳-۱۵-۲۱	۸۸	۱-۱۲-۱۵-۲۱	۷۲	۱-۱۱-۱۵-۲۱	۵۶	۱-۱۰-۱۵-۲۱	۴۰	۱-۹-۱۵-۲۱	۲۴	۱-۸-۱۵-۲۱	۸
۱-۱۳-۱۶-۱۸	۸۹	۱-۱۲-۱۶-۱۸	۷۳	۱-۱۱-۱۶-۱۸	۵۷	۱-۱۰-۱۶-۱۸	۴۱	۱-۹-۱۶-۱۸	۲۵	۱-۸-۱۶-۱۸	۹
۱-۱۳-۱۶-۱۹	۹۰	۱-۱۲-۱۶-۱۹	۷۴	۱-۱۱-۱۶-۱۹	۵۸	۱-۱۰-۱۶-۱۹	۴۲	۱-۹-۱۶-۱۹	۲۶	۱-۸-۱۶-۱۹	۱۰
۱-۱۳-۱۶-۲۰	۹۱	۱-۱۲-۱۶-۲۰	۷۵	۱-۱۱-۱۶-۲۰	۵۹	۱-۱۰-۱۶-۲۰	۴۳	۱-۹-۱۶-۲۰	۲۷	۱-۸-۱۶-۲۰	۱۱
۱-۱۳-۱۶-۲۱	۹۲	۱-۱۲-۱۶-۲۱	۷۶	۱-۱۱-۱۶-۲۱	۶۰	۱-۱۰-۱۶-۲۱	۴۴	۱-۹-۱۶-۲۱	۲۸	۱-۸-۱۶-۲۱	۱۲
۱-۱۳-۱۷-۱۸	۹۳	۱-۱۲-۱۷-۱۸	۷۷	۱-۱۱-۱۷-۱۸	۶۱	۱-۱۰-۱۷-۱۸	۴۵	۱-۹-۱۷-۱۸	۲۹	۱-۸-۱۷-۱۸	۱۳
۱-۱۳-۱۷-۱۹	۹۴	۱-۱۲-۱۷-۱۹	۷۸	۱-۱۱-۱۷-۱۹	۶۲	۱-۱۰-۱۷-۱۹	۴۶	۱-۹-۱۷-۱۹	۳۰	۱-۸-۱۷-۱۹	۱۴
۱-۱۳-۱۷-۲۰	۹۵	۱-۱۲-۱۷-۲۰	۷۹	۱-۱۱-۱۷-۲۰	۶۳	۱-۱۰-۱۷-۲۰	۴۷	۱-۹-۱۷-۲۰	۳۱	۱-۸-۱۷-۲۰	۱۵
۱-۱۳-۱۷-۲۱	۹۶	۱-۱۲-۱۷-۲۱	۸۰	۱-۱۱-۱۷-۲۱	۶۴	۱-۱۰-۱۷-۲۱	۴۸	۱-۹-۱۷-۲۱	۳۲	۱-۸-۱۷-۲۱	۱۶

منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

ساختمان محیطی مطابق جدول فوق در حالت کلی شامل ۹۶ مدل می باشد بدین صورت که ۶ مدل در تناسبات ابعادی و ۴ مدل در جهت گیری ساختمان و ۴ مدل نیز در نسبت پنجره به دیوار مورد شبیه سازی قرار گرفته است. شماره مدل ها مطابق جدول فوق بوده و حال در نمودار زیر به بررسی نتایج پرداخته می شود.

نمودار ۱: ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی محیطی



منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

با توجه به نتایج بدست آمده بدترین شرایط آسایش حرارتی در مدل های ۱ الی ۵ می باشد که این مدلها در جهت گیری شرقی - غربی ساختمان بوده و نسبت پنجره به دیوار نیز ۱۰ درصد می باشد و تناسب ابعادی محیط به ارتفاع آن یک به یک می باشد. در حالی که بهترین حالت از لحاظ آسایش حرارتی شماره ۸۸ می باشد که این مدل شامل ساختمان محیطی با تناسب ابعادی طول به عرض ۳ به ۱ و جهت گیری ساختمان شمالی- جنوبی و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد. در این حالت میزان ساعات عدم آسایش ۲۰۱۱ ساعت می باشد. با توجه به نمودار می توان دریافت مدل های ۸۰ و ۷۶ نیز به ترتیب با ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ ساعت عدم آسایش جزو بهینه ترین حالات ساختمان جهت آسایش حرارتی می باشد که مدل ۸۰ نیز در جهت شمالی جنوبی با زاویه ۲۰-۵ درجه انحراف و همچنین نسبت ابعاد طول به عرض ۳ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد. در این مدل هرچه جهت گیری از محور شمالی جنوبی با زاویه ۲۰-۵ درجه به محورهای دیگر منحرف می شود مقدار ساعات های آسایش حرارتی به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد کمتری می شود همچنین زمانی که نسبت ابعادی طول به عرض ۲ یا ۳ برابرشود به علت سایه اندازی در فصول گرم آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد و با کمتر شدن این نسبت به علت تابش آفتاب از آسایش حرارتی کاسته شد. با نزدیک شدن نسبت سطح پنجره به دیوار به ۴۰٪ به علت جذب حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز آسایش حرارتی سیر صعودی داشت و پنجره های کوچکتر موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می شود.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه منفرد

حال به بررسی نتایج بدست آمده در ساختمان های منفرد پرداخته می شود نتایج این گروه از ساختمان ها نیز همانند ساختمان محیطی شامل ۹۶ مدل است که به صورت جدول زیر می باشد:

جدول ۳. انواع مدل های منفرد شبیه سازی شده

Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO
۲-۱۳-۱۴-۱۸	۱۷۷	۲-۱۲-۱۴-۱۸	۱۶۱	۲-۱۱-۱۴-۱۸	۱۲۵	۲-۱۰-۱۴-۱۸	۱۲۹	۲-۹-۱۴-۱۸	۱۱۳	۲-۸-۱۴-۱۸	۹۷
۲-۱۳-۱۴-۱۹	۱۷۸	۲-۱۲-۱۴-۱۹	۱۶۲	۲-۱۱-۱۴-۱۹	۱۲۶	۲-۱۰-۱۴-۱۹	۱۳۰	۲-۹-۱۴-۱۹	۱۱۴	۲-۸-۱۴-۱۹	۹۸
۲-۱۳-۱۴-۲۰	۱۷۹	۲-۱۲-۱۴-۲۰	۱۶۳	۲-۱۱-۱۴-۲۰	۱۲۷	۲-۱۰-۱۴-۲۰	۱۳۱	۲-۹-۱۴-۲۰	۱۱۵	۲-۸-۱۴-۲۰	۹۹
۲-۱۳-۱۴-۲۱	۱۸۰	۲-۱۲-۱۴-۲۱	۱۶۴	۲-۱۱-۱۴-۲۱	۱۲۸	۲-۱۰-۱۴-۲۱	۱۳۲	۲-۹-۱۴-۲۱	۱۱۶	۲-۸-۱۴-۲۱	۱۰۰
۲-۱۳-۱۵-۱۸	۱۸۱	۲-۱۲-۱۵-۱۸	۱۶۵	۲-۱۱-۱۵-۱۸	۱۲۹	۲-۱۰-۱۵-۱۸	۱۳۳	۲-۹-۱۵-۱۸	۱۱۷	۲-۸-۱۵-۱۸	۱۰۱
۲-۱۳-۱۵-۱۹	۱۸۲	۲-۱۲-۱۵-۱۹	۱۶۶	۲-۱۱-۱۵-۱۹	۱۵۰	۲-۱۰-۱۵-۱۹	۱۳۴	۲-۹-۱۵-۱۹	۱۱۸	۲-۸-۱۵-۱۹	۱۰۲
۲-۱۳-۱۵-۲۰	۱۸۳	۲-۱۲-۱۵-۲۰	۱۶۷	۲-۱۱-۱۵-۲۰	۱۵۱	۲-۱۰-۱۵-۲۰	۱۳۵	۲-۹-۱۵-۲۰	۱۱۹	۲-۸-۱۵-۲۰	۱۰۳
۲-۱۳-۱۵-۲۱	۱۸۴	۲-۱۲-۱۵-۲۱	۱۶۸	۲-۱۱-۱۵-۲۱	۱۵۲	۲-۱۰-۱۵-۲۱	۱۳۶	۲-۹-۱۵-۲۱	۱۲۰	۲-۸-۱۵-۲۱	۱۰۴
۲-۱۳-۱۶-۱۸	۱۸۵	۲-۱۲-۱۶-۱۸	۱۶۹	۲-۱۱-۱۶-۱۸	۱۵۳	۲-۱۰-۱۶-۱۸	۱۳۷	۲-۹-۱۶-۱۸	۱۲۱	۲-۸-۱۶-۱۸	۱۰۵
۲-۱۳-۱۶-۱۹	۱۸۶	۲-۱۲-۱۶-۱۹	۱۷۰	۲-۱۱-۱۶-۱۹	۱۵۴	۲-۱۰-۱۶-۱۹	۱۳۸	۲-۹-۱۶-۱۹	۱۲۲	۲-۸-۱۶-۱۹	۱۰۶
۲-۱۳-۱۶-۲۰	۱۸۷	۲-۱۲-۱۶-۲۰	۱۷۱	۲-۱۱-۱۶-۲۰	۱۵۵	۲-۱۰-۱۶-۲۰	۱۳۹	۲-۹-۱۶-۲۰	۱۲۳	۲-۸-۱۶-۲۰	۱۰۷
۲-۱۳-۱۶-۲۱	۱۸۸	۲-۱۲-۱۶-۲۱	۱۷۲	۲-۱۱-۱۶-۲۱	۱۵۶	۲-۱۰-۱۶-۲۱	۱۴۰	۲-۹-۱۶-۲۱	۱۲۴	۲-۸-۱۶-۲۱	۱۰۸
۲-۱۳-۱۷-۱۸	۱۸۹	۲-۱۲-۱۷-۱۸	۱۷۳	۲-۱۱-۱۷-۱۸	۱۵۷	۲-۱۰-۱۷-۱۸	۱۴۱	۲-۹-۱۷-۱۸	۱۲۵	۲-۸-۱۷-۱۸	۱۰۹
۲-۱۳-۱۷-۱۹	۱۹۰	۲-۱۲-۱۷-۱۹	۱۷۴	۲-۱۱-۱۷-۱۹	۱۵۸	۲-۱۰-۱۷-۱۹	۱۴۲	۲-۹-۱۷-۱۹	۱۲۶	۲-۸-۱۷-۱۹	۱۱۰
۲-۱۳-۱۷-۲۰	۱۹۱	۲-۱۲-۱۷-۲۰	۱۷۵	۲-۱۱-۱۷-۲۰	۱۵۹	۲-۱۰-۱۷-۲۰	۱۴۳	۲-۹-۱۷-۲۰	۱۲۷	۲-۸-۱۷-۲۰	۱۱۱
۲-۱۳-۱۷-۲۱	۱۹۲	۲-۱۲-۱۷-۲۱	۱۷۶	۲-۱۱-۱۷-۲۱	۱۶۰	۲-۱۰-۱۷-۲۱	۱۴۴	۲-۹-۱۷-۲۱	۱۲۸	۲-۸-۱۷-۲۱	۱۱۲

ساختمان منفرد نیز مطابق جدول بالا شامل ۹۶ مدل می باشد بدین صورت که ۶ مدل در تناسب ابعادی و ۴ مدل در جهت گیری ساختمان و ۴ مدل نیز در نسبت پنجره به دیوار مورد شبیه سازی قرار گرفته است. شماره مدل ها مطابق جدول فوق بوده و حال در نمودار زیر به بررسی نتایج پرداخته می شود:

نمودار ۲. ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی منفرد منبع: نگارنده،

۱۴۰۰



در نمودار فوق نتایج مربوط به مجتمع مسکونی های منفرد در حالت های مختلف بر حسب جدول فوق نشان داده شده است نتایج نشانگر این است مدل ۱۵۲ و ۱۶۸ با کمترین میزان ساعات عدم آسایش بهترین مدل ها از لحاظ آسایش حرارتی می باشند و مدل ۱۶۸ در جدول فوق همان مدل ۲۱-۱۵-۱۲-۲ می باشد که شامل ساختمان شمالی- جنوبی با نسبت ابعادی طول به عرض ۲ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد و در مدل ۱۵۲ نیز ۲۱-۱۱-۱۵-۲ می باشد که همانند مدل ۱۶۸ بوده و تنها تفاوت آن نسبت ابعادی بوده که طول به عرض ۱ به ۱ می باشد. حال بدترین مدل ها نیز ۹۷ و ۱۲۱ می باشد که در جدول فوق ۱۸-۱۴-۸-۲ می باشد که شامل ساختمان شرقی- غربی با نسبت پنجره به دیوار ۱۰ درصد و نسبت ابعاد محیط به ارتفاع ۱ به ۱ می باشد. در حالت کلی در ساختمان منفرد زمانی که جهت گیری آن شمالی- جنوبی باشد آسایش حرارتی بهینه می شود و هرچه جهت گیری ساختمان از محور شمالی جنوبی به محورهای دیگر انحراف داشته باشد به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد مقدار ساعت آسایش حرارتی کمتر می شود. این مدل با نسبت ابعادی محیط به ارتفاع ۱ به ۲ یا ۱ به ۱ به دلیل بالا بودن نسبت سطوح خارجی به سطح زیر بنا و جذب حرارت بیشتر از طریق سطوح خارجی در زمستان، آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد و با کمتر شدن این نسبت از آسایش حرارتی کاسته شد همچنین نسبت پنجره به دیوار بالای ۴۰ درصد به علت جذب حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز، آسایش حرارتی بهینه ترین حالت می باشد و پنجره های کوچکتر موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می شود.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه نواری

پس از بررسی نتایج مربوط به مجتمع مسکونی های محیطی و منفرد به بررسی نتایج بدست آمده از شبیه سازی مدل های مختلف ساختمان های نواری پرداخته می شود:

جدول ۴. انواع مدل های نواری شبیه سازی شده

Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO	Model type	model NO
۳-۱۲-۱۴-۱۸	۲۷۳	۳-۱۲-۱۴-۱۸	۲۵۷	۳-۱۱-۱۴-۱۸	۲۴۱	۳-۱۰-۱۴-۱۸	۲۲۵	۳-۹-۱۴-۱۸	۲۰۹	۳-۸-۱۴-۱۸	۱۹۳
۳-۱۳-۱۴-۱۹	۲۷۴	۳-۱۲-۱۴-۱۹	۲۵۸	۳-۱۱-۱۴-۱۹	۲۴۲	۳-۱۰-۱۴-۱۹	۲۲۶	۳-۹-۱۴-۱۹	۲۱۰	۳-۸-۱۴-۱۹	۱۹۴
۳-۱۳-۱۴-۲۰	۲۷۵	۳-۱۲-۱۴-۲۰	۲۵۹	۳-۱۱-۱۴-۲۰	۲۴۳	۳-۱۰-۱۴-۲۰	۲۲۷	۳-۹-۱۴-۲۰	۲۱۱	۳-۸-۱۴-۲۰	۱۹۵
۳-۱۳-۱۴-۲۱	۲۷۶	۳-۱۲-۱۴-۲۱	۲۶۰	۳-۱۱-۱۴-۲۱	۲۴۴	۳-۱۰-۱۴-۲۱	۲۲۸	۳-۹-۱۴-۲۱	۲۱۲	۳-۸-۱۴-۲۱	۱۹۶
۳-۱۳-۱۵-۱۸	۲۷۷	۳-۱۲-۱۵-۱۸	۲۶۱	۳-۱۱-۱۵-۱۸	۲۴۵	۳-۱۰-۱۵-۱۸	۲۲۹	۳-۹-۱۵-۱۸	۲۱۳	۳-۸-۱۵-۱۸	۱۹۷
۳-۱۳-۱۵-۱۹	۲۷۸	۳-۱۲-۱۵-۱۹	۲۶۲	۳-۱۱-۱۵-۱۹	۲۴۶	۳-۱۰-۱۵-۱۹	۲۳۰	۳-۹-۱۵-۱۹	۲۱۴	۳-۸-۱۵-۱۹	۱۹۸
۳-۱۳-۱۵-۲۰	۲۷۹	۳-۱۲-۱۵-۲۰	۲۶۳	۳-۱۱-۱۵-۲۰	۲۴۷	۳-۱۰-۱۵-۲۰	۲۳۱	۳-۹-۱۵-۲۰	۲۱۵	۳-۸-۱۵-۲۰	۱۹۹
۳-۱۳-۱۵-۲۱	۲۸۰	۳-۱۲-۱۵-۲۱	۲۶۴	۳-۱۱-۱۵-۲۱	۲۴۸	۳-۱۰-۱۵-۲۱	۲۳۲	۳-۹-۱۵-۲۱	۲۱۶	۳-۸-۱۵-۲۱	۲۰۰
۳-۱۳-۱۶-۱۸	۲۸۱	۳-۱۲-۱۶-۱۸	۲۶۵	۳-۱۱-۱۶-۱۸	۲۴۹	۳-۱۰-۱۶-۱۸	۲۳۳	۳-۹-۱۶-۱۸	۲۱۷	۳-۸-۱۶-۱۸	۲۰۱
۳-۱۳-۱۶-۱۹	۲۸۲	۳-۱۲-۱۶-۱۹	۲۶۶	۳-۱۱-۱۶-۱۹	۲۵۰	۳-۱۰-۱۶-۱۹	۲۳۴	۳-۹-۱۶-۱۹	۲۱۸	۳-۸-۱۶-۱۹	۲۰۲
۳-۱۳-۱۶-۲۰	۲۸۳	۳-۱۲-۱۶-۲۰	۲۶۷	۳-۱۱-۱۶-۲۰	۲۵۱	۳-۱۰-۱۶-۲۰	۲۳۵	۳-۹-۱۶-۲۰	۲۱۹	۳-۸-۱۶-۲۰	۲۰۳
۳-۱۳-۱۶-۲۱	۲۸۴	۳-۱۲-۱۶-۲۱	۲۶۸	۳-۱۱-۱۶-۲۱	۲۵۲	۳-۱۰-۱۶-۲۱	۲۳۶	۳-۹-۱۶-۲۱	۲۲۰	۳-۸-۱۶-۲۱	۲۰۴
۳-۱۳-۱۷-۱۸	۲۸۵	۳-۱۲-۱۷-۱۸	۲۶۹	۳-۱۱-۱۷-۱۸	۲۵۳	۳-۱۰-۱۷-۱۸	۲۳۷	۳-۹-۱۷-۱۸	۲۲۱	۳-۸-۱۷-۱۸	۲۰۵
۳-۱۳-۱۷-۱۹	۲۸۶	۳-۱۲-۱۷-۱۹	۲۷۰	۳-۱۱-۱۷-۱۹	۲۵۴	۳-۱۰-۱۷-۱۹	۲۳۸	۳-۹-۱۷-۱۹	۲۲۲	۳-۸-۱۷-۱۹	۲۰۶
۳-۱۳-۱۷-۲۰	۲۸۷	۳-۱۲-۱۷-۲۰	۲۷۱	۳-۱۱-۱۷-۲۰	۲۵۵	۳-۱۰-۱۷-۲۰	۲۳۹	۳-۹-۱۷-۲۰	۲۲۳	۳-۸-۱۷-۲۰	۲۰۷
۳-۱۳-۱۷-۲۱	۲۸۸	۳-۱۲-۱۷-۲۱	۲۷۲	۳-۱۱-۱۷-۲۱	۲۵۶	۳-۱۰-۱۷-۲۱	۲۴۰	۳-۹-۱۷-۲۱	۲۲۴	۳-۸-۱۷-۲۱	۲۰۸

منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

ساختمان نواری نیز مطابق جدول بالا شامل ۹۶ مدل می باشد بدین صورت که ۶ مدل در تناسبات ابعادی و ۴ مدل در جهت گیری ساختمان و ۴ مدل نیز در نسبت پنجره به دیوار مورد شبیه سازی قرار گرفته است. شماره مدل ها مطابق جدول فوق بوده و حال در نمودار زیر به بررسی نتایج پرداخته می شود:

نمودار ۳. ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی نواری منبع: نگارنده،

۱۴۰۰



در نمودار فوق نتایج مربوط به مجتمع مسکونی های نواری بدست آمده است در این نوع از ساختمان ها نیز ۹۶ مدل مطابق جدول فوق شبیه سازی شده است مشاهده می گردد. بهینه ترین نتایج از لحاظ آسایش حرارتی مدل شماره ۲۴۰ بوده که شامل ۳-۱۰-۱۷-۲۱ (ساختمان نواری در جهت شمالی - جنوبی با زاویه ۲۰-۵ درجه و نسبت محیط به ارتفاع ۳ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد) می باشد. بدترین حالت هم در این نوع ساختمان مربوط به مدل شماره ۲۷۳ می باشد که مهم ترین تفاوت آن با بهترین مدل در جهت گیری ساختمان و نسبت پنجره به

دیوار می باشد که در این مدل به ترتیب موارد ذکر شده شرقی غربی و ۲۰ درصد می باشد در حالت کلی اکثر مدل های شبیه سازی شده در رنج ۱۹۱۰ تا ۱۹۳۰ قرار گرفته اند.

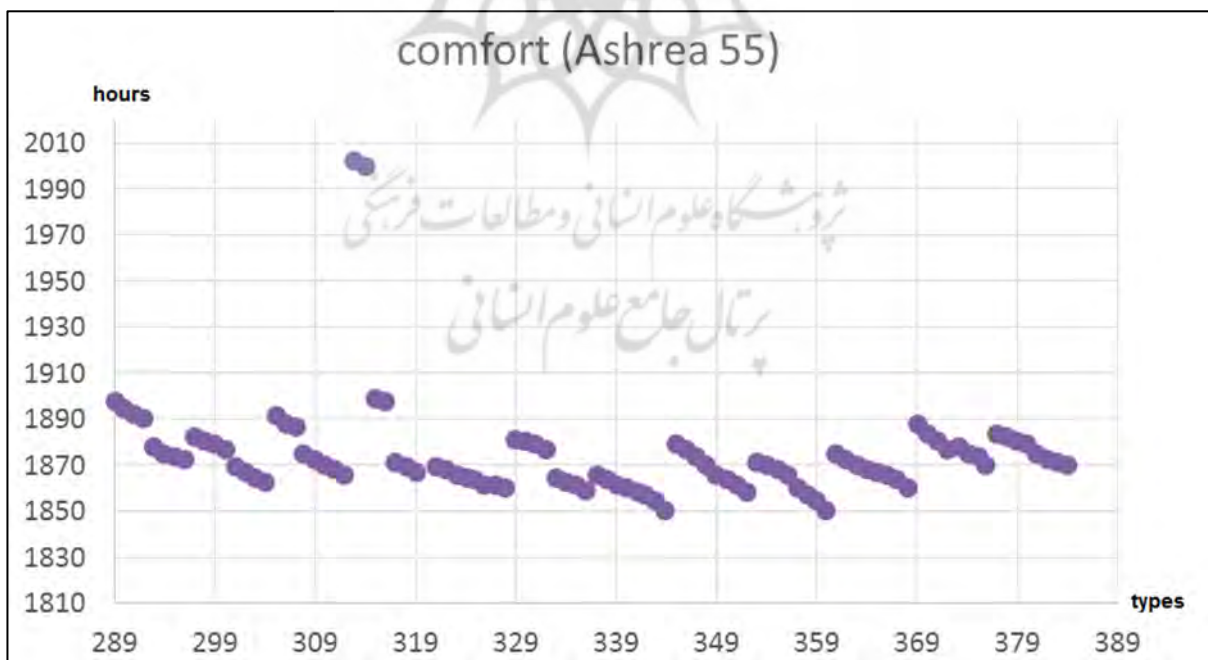
نتایج بیانگر این موضوع هستند که در این مدل هرچه جهت گیری از محور شمالی - جنوبی با زاویه ۲۰-۵ درجه به محورهای دیگر منحرف می شود مقدار ساعت های آسایش حرارتی به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد کمتری می شود. همچنین زمانی که نسبت محیط به ارتفاع ۳ برابر شود به دلیل بالا بودن نسبت سطوح خارجی به سطح زیر بنا و جذب حرارت بیشتر از طریق سطوح خارجی در زمستان، آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد و با کمتر شدن این نسبت از آسایش حرارتی کاسته شد. با نزدیک شدن نسبت سطح پنجره به دیوار به ۴۰٪ به علت جذب حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز، آسایش حرارتی بهینه ترین حالت می باشد و پنجره های کوچکتر موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می شود.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه تراس دار

در سه تیپ از مجتمع مسکونی هایی که بررسی گردید جدول مدل های مختلف شبیه سازی شده نشان داده شد در تیپ های بعدی نیز همانند مدل های قبلی ۹۶ مدل مورد شبیه سازی قرار گرفته است که از این پس نتایج مربوط شبیه سازی مدل ها بررسی خواهد گردید در این قسمت نیز نتایج مربوط به مجتمع مسکونی های تراس دار مورد بررسی قرار خواهد گرفت که نتایج به شرح زیر می باشد:

نمودار ۴. ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی تراس دار منبع: نگارنده،

۱۴۰۰



نمودار فوق نتایج مربوط به مجتمع مسکونی های تراس دار را نشان می دهد بر خلاف سه تیپ قبلی که مورد بررسی قرار گرفت در این نوع ساختمان ها نتایج بدست آمده بهم دیگر نزدیک بوده و تغییر جهت ساختمان و نسبت ابعادی تاثیر زیادی در آسایش حرارتی ایجاد نکرده و تعداد روزهای بدون آسایش در رنج ۱۸۹۰ تا ۱۸۷۰ قرار دارد.

در حالت کلی نیز بهترین حالت آسایش حرارتی مربوط به مدل ۳۶۰ بوده که شامل ساختمان در جهت شمالی - جنوبی و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد و نسبت طول به عرض ۲ به ۱ می باشد. و بیشترین ساعات عدم آسایش مربوط به مدل ۳۱۴ با ۲۰۰۰ ساعت عدم آسایش بوده که شامل ساختمان در جهت شرقی - غربی با نسبت محیط به ارتفاع ۲ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۲۰ درصد می باشد.

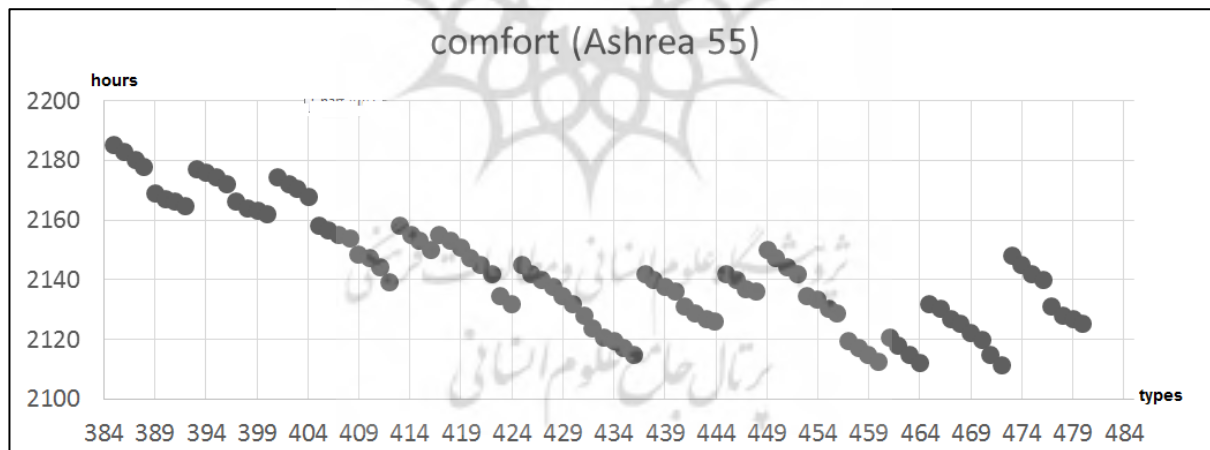
نتایج نشان می دهد که در این مدل هرچه جهت گیری از محور شمالی - جنوبی به محورهای دیگر منحرف می شود مقدار ساعات های آسایش حرارتی به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد کمتری می شود همچنین زمانی که نسبت طول به عرض ۲ برابر شود به علت امکان ایجاد کوران در فصول گرم آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد.

با نزدیک شدن نسبت سطح پنجره به دیوار به ۴۰٪ به علت جذب حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز، آسایش حرارتی بهینه ترین حالت می باشد پنجره های کوچکتر موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می شود.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه مختلط (U) شکل

در این قسمت به بررسی مجتمع مسکونی های مختلط (U) شکل پرداخته می شود. این تیپ از ساختمان ها از زیر مجموعه ساختمان های مختلط می باشد که در این حالت نیز ۹۶ مدل مختلف را بررسی کرده و میزان آسایش حرارتی را در هر مدل بدست آمد.

نمودار ۵. ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی مختلط (U) شکل



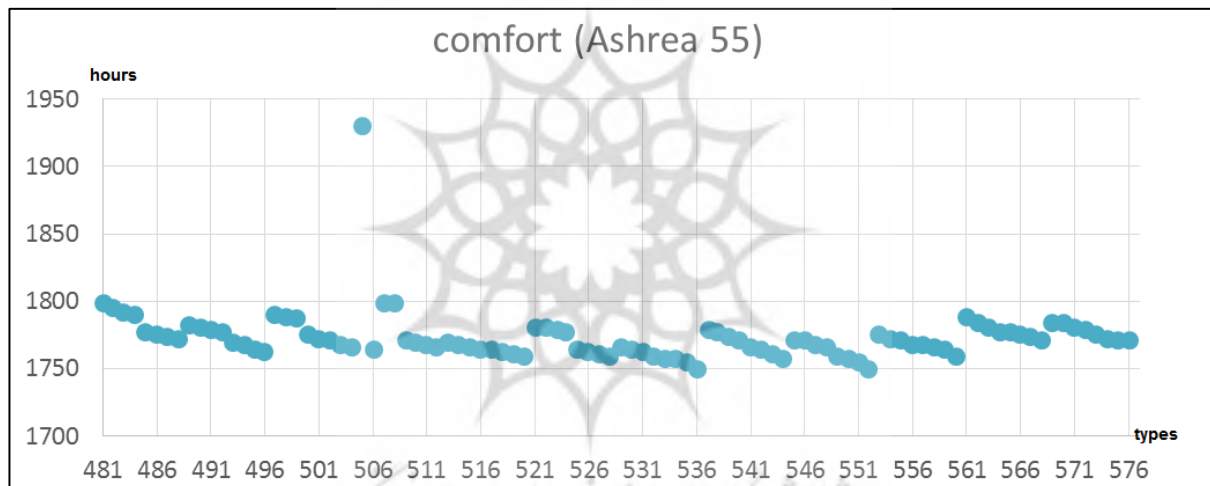
منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

در نمودار فوق نتایج مربوط به مجتمع مسکونی های مختلط (U) شکل در حالت های مختلف نشان داده شده است. نتایج نشانگر این است مدل ۴۷۲ و ۴۶۴ با کمترین میزان ساعات عدم آسایش بهترین مدل ها از لحاظ آسایش حرارتی می باشند و مدل ۴۷۲ فوق همان مدل ۲۱-۱۵-۱۳-۵ می باشد که شامل ساختمان شمالی - جنوبی با نسبت طول به عرض ۳ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد و در مدل ۴۶۴ نیز ۲۱-۱۷-۱۲-۵ می باشد که همانند مدل ۴۷۲ بوده و تنها تفاوت آن نسبت ابعادی طول به عرض که ۲ به ۱ بوده و جهت ساختمان شمالی - جنوبی با زاویه ۲۰ درجه می باشد. حال بدترین مدل نیز ۳۸۵ می باشد که ۱۸-۱۴-۸-۵ می باشد که شامل ساختمان شرقی غربی با نسبت پنجره به دیوار ۱۰ درصد و نسبت محیط به ارتفاع ۱ به ۱ می باشد و در حالت کلی در

ساختمان مختلط (U) شکل زمانی که در جهت شمالی- جنوبی بوده و نسبت طول به عرض ۳ به ۱ یا ۲ به ۱ می باشد و میزان پنجره به دیوار نیز بالای ۴۰ درصد بوده در این حالت آسایش حرارتی بهینه ترین حالت می باشد. در این مدل هم هرچه جهت گیری از محور شمالی- جنوبی به محورهای دیگر منحرف می شود مقدار ساعت های آسایش حرارتی به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد کمتری شود همچنین زمانی که نسبت طول به عرض ۲ یا ۳ برابرشود به علت سایه اندازی و همچنین کوران باد در فصول گرم آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد. با نزدیک شدن نسبت سطح پنجره به دیوار به ۴۰٪ به علت جذب حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز، آسایش حرارتی بهینه ترین حالت می باشد پنجره های کوچکتر موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می شود.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه مختلط (L) شکل مجتمع مسکونی های مختلط (L) شکل نیز حالتی از تیپ های مختلط ساختمان می باشد که نتایج آن به شرح نمودار زیر می باشد:

نمودار ۶. ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی (L) شکل



منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

در این نوع از ساختمان ها همانند مجتمع مسکونی های تراس دار نتایج بدست آمده نزدیک بهم بوده و ۹۰ درصد نتایج بدست آمده در بازه ۱۷۵۰ ال ۱۸۰۰ قرار دارند و میزان عدم آسایش حرارتی در این مدل ها کمتر از ۳ درصد می باشد با این حال مدل شماره ۵۳۶ و ۵۰۵ بهینه ترین و بدترین مدل ها از لحاظ آسایش حرارتی را نشان میدهند در مدل ۵۳۶ ساختمان مورد نظر در جهت شمالی- جنوبی با نسبت طول به عرض ۱ به ۱ و درصد پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد و در مدل ۵۰۵ همانطور که انتظار می رفت به دلیل جهت گیری شرقی- غربی ساختمان میزان ساعات عدم آسایش به بیشترین میزان خود رسیده است.

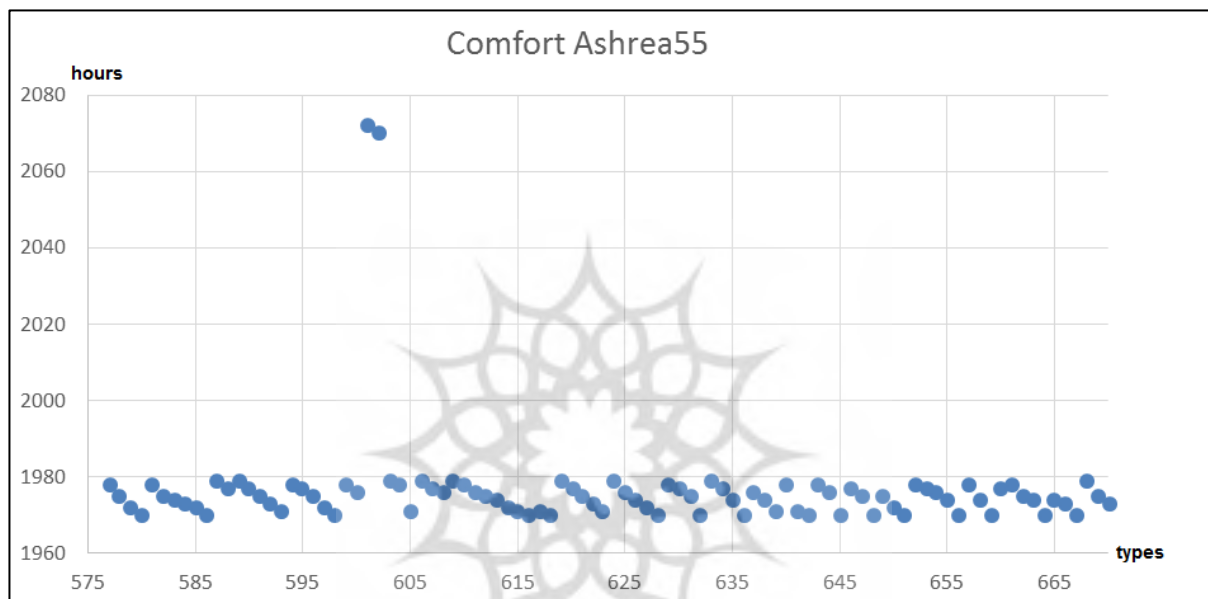
در این مدل هرچه جهت گیری از محور شمالی جنوبی به محورهای دیگر منحرف می شود مقدار ساعت های آسایش حرارتی به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد کمتری شود همچنین زمانی که نسبت طول به عرض ۱ یا ۲ برابرشود به علت سایه اندازی در فصول گرم آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد و با کمتر شدن این نسبت از آسایش حرارتی کاسته شد. با نزدیک شدن نسبت سطح پنجره

به دیوار به ۶۰٪ به علت جذب حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز، آسایش حرارتی بهینه ترین حالت می باشد پنجره های کوچکتر از این مقدار موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می شود.

بررسی ساعات آسایش حرارتی مدل های مختلف گونه مختلط

در این قسمت به بررسی مجتمع مسکونی ها با تیپ مختلط پرداخته می شود به طوری که در این نوع ساختمان ها بر خلاف تیپ های قبلی از چند تیپ مختلف برای مدلسازی همزمان استفاده شد و ساختمان ها بایکدیگر ناهمگن می باشند از این رو میتوان انتظار داشت نتایج بدست آمده از این نوع ساختمان ها با سایر نتایج کمی متفاوت تر باشد.

نمودار ۷. ساعات آسایش حرارتی در طول سال در مدل های مختلف مجتمع مسکونی مختلط



منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

در نمودار فوق نتایج مربوط به ساختمان های مختلط را مشاهده می کنیم. نتایج نشانگر این است مدل های شماره ۵۸۰ و ۵۹۸ دارای کمترین میزان ساعات عدم آسایش حرارتی می باشند ولی نکته قابل توجه این است که در این مدل ها بهینه ترین نتایج ساختمان با جهت گیری شمالی- جنوبی می باشد در حالت کلی بهترین حالت نیز از لحاظ تناسب ابعادی ساختمان در این تیپ نسبت محیط به ارتفاع ۱ به ۲ و ۱ به ۱ می باشد و نسبت ابعاد پنجره به دیوار هنگامی که بالاتر از ۴۰ درصد می باشد بهینه ترین حالت را نشان می دهد. نکته قابل توجه در این حالت این است که در این تیپ از ساختمان تناسب ابعادی و نسبت پنجره به دیوار بیشترین سهم را در آسایش حرارتی ساختمان دارند. در این مدل هرچه جهت گیری از محور شمالی- جنوبی به محورهای دیگر منحرف می شود مقدار ساعت های آسایش حرارتی به علت نور گیری و جذب حرارت در فصول گرم و برعکس آن در فصول سرد کمتری شود. همچنین زمانی که نسبت محیط به ارتفاع ۱ یا ۲ برابر شود به دلیل بالا بودن نسبت سطوح خارجی به سطح زیر بنا و جذب حرارت بیشتر از طریق سطوح خارجی در زمستان، آسایش حرارتی بیشتری برای ساکنین فراهم شد و با کمتر شدن این نسبت از آسایش حرارتی کاسته شد. با نزدیک شدن نسبت سطح پنجره به دیوار به ۴۰٪ به علت جذب

حرارت بیشتر در فصول سرد از طریق پنجره در طول روز، آسایش حرارتی بهینه‌ترین حالت می‌باشد پنجره‌های کوچکتر موجب آسایش حرارتی کمتری برای ساکنین می‌شود.

پس از بررسی نتایج تیپ‌های مختلف مجتمع مسکونی به بررسی بهینه‌ترین مدل‌ها در هر یک از تیپ‌های مختلف پرداخته و نتایج را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم:

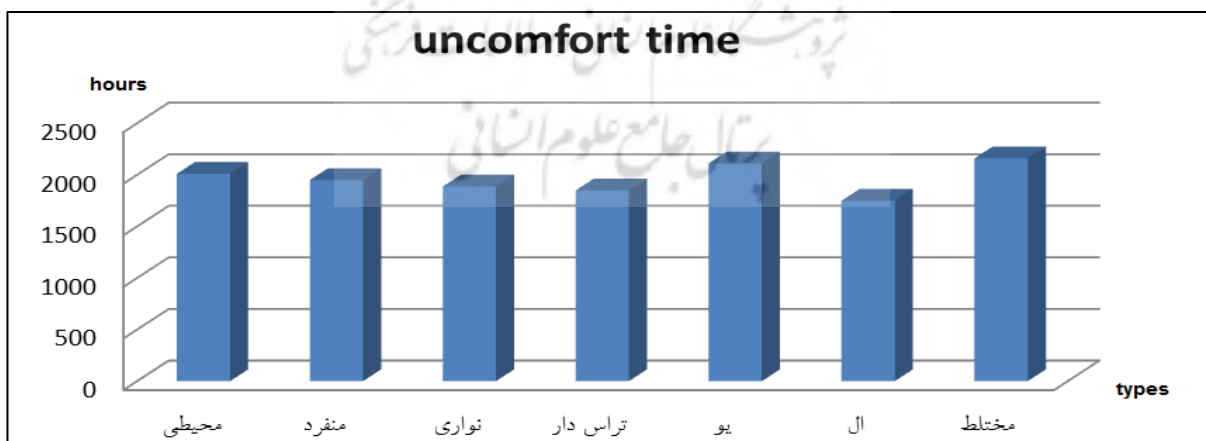
جدول ۵. تیپ‌های ساختمانی

تیپ ساختمان	شماره مدل	uncomfort time	جزئیات مدل
محیطی	88	2011	1-13-15-21
منفرد	152	1950	2-12-15-21
نواری	240	1887	3-10-17-21
تراس دار	344	1850	4-12-15-21
مختلط (U) شکل	472	2111	5-13-15-21
مختلط (L) شکل	536	1750	6-8-15-21
مختلط	579	2160	7-9-15-21

منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

در نمودار ذیل بهینه‌ترین حالت از هر تیپ مجتمع مسکونی را به عنوان نماینده آن تیپ از مجتمع مسکونی نشان داده شده است. نتایج نشانگر این است که در حالت کلی مجتمع‌های مسکونی (L) شکل از نظر میزان آسایش حرارتی در مجتمع مسکونی بیشترین مقدار را نسبت به تیپ‌های دیگر دارد و پس از آن به ترتیب سه تیپ از مجتمع مسکونی‌های تراس دار، نواری و منفرد کمترین میزان ساعات عدم آسایش را به خود اختصاص داده‌اند.

نمودار ۸. حالت‌های بهینه از ۷ تیپ مجتمع‌های مسکونی



منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

در حالت کلی می‌توان نتایج بدست آمده از این نمودار را بدین صورت جمع بندی نمود:

در کلیه ساختمان های مورد بررسی بهینه ترین حالت آسایش حرارتی مجتمع مسکونی بین مدل ها زمانی بود که ساختمان ها در جهت شمالی-جنوبی و شمالی-جنوبی با زاویه ۲۰ درجه انحراف قرار می گرفتند این امر با توجه به میزان نور مفید رسیده به داخل ساختمان و بیشترین نور دریافتی در جهت شمالی-جنوبی قابل توجه می باشد. در بیشتر تیپ های مجتمع مسکونی هنگامی که نسبت پنجره به دیوار بیشتر از ۴۰ درصد در نظر گرفته می شد، میزان آسایش حرارتی ساختمان به بیشترین مقدار خود می رسید و این امر مخصوصا در مجتمع مسکونی تیپ مختلط مشهود تر بود زیرا با وجود جهت گیری شرقی - غربی در این ساختمان ها باز هم به دلیل تامین نور مناسب میزان آسایش حرارتی حفظ میشد.

در تناسبات ابعادی ساختمان ها به طور کلی زمانی که نسبت طول به عرض ۲ به ۱ یا ۳ به ۱ می باشد بیشترین آسایش حرارتی بدست می آید و زمانی که نسبت طول به عرض ساختمان به ۳ به ۱ می باشد بهینه ترین حالت از لحاظ آسایش حرارتی ساختمان در تمامی تیپ ها می باشد.

به طور کلی در شبیه سازی تمامی مدل ها کمترین ساعات عدم آسایش بدست آمده مربوط به ساختمان (L) شکل می باشد زمانی که در جهت شمالی-جنوبی قرار گرفته و نسبت طول به عرض آن ۲ به ۱ بوده و با درصد بازشو ۲۰ درصد بوده مقدار ۱۷۵۰ ساعت می باشد و بیشترین ساعات عدم آسایش حرارتی با ۲۱۱۱ ساعت عدم آسایش حرارتی مربوط به ساختمان های تیپ (U) شکل با جهت گیری شرقی غربی و نسبت پنجره به دیوار ۱۰ درصد و نسبت محیط به ارتفاع ۱ به ۱ می باشد. میتوان از کمترین و بیشترین ساعات عدم آسایش حرارتی ساختمان این نتیجه را گرفت با بهینه کردن تمامی جوانب ساختمان از لحاظ جهت گیری، تناسبات ابعادی و نسبت پنجره به دیوار می توان ۲۰ درصد میزان آسایش حرارتی ساختمان را افزایش داد. ناگفته نماند در روش های بررسی شده تاکید بر روی تیپ های مختلف مجتمع مسکونی بوده و به نوعی بهینه سازی بر اساس حالت Passive می باشد.

درگونه محیطی بهترین حالت از لحاظ آسایش حرارتی مجتمع مسکونی با تناسب ابعادی طول به عرض ۳ به ۱ و جهت گیری شمالی-جنوبی ۲۰-۵ درجه انحراف و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد. بهترین حالت از لحاظ آسایش حرارتی مجتمع مسکونی منفرد شامل ساختمان شمالی-جنوبی با نسبت ابعادی طول به عرض ۲ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد و در تیپ نواری بهینه ترین نتایج از لحاظ آسایش حرارتی مجتمع مسکونی در جهت شمالی-جنوبی با زاویه ۲۰-۵ درجه و نسبت محیط به ارتفاع ۳ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد. بهینه ترین حالت مجتمع های مسکونی تراس دار، مجتمع مسکونی در جهت شمالی-جنوبی و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد و نسبت طول به عرض ۲ به ۱ می باشد. در مجتمع مسکونی های مختلط (U) شکل بهترین مدل ها از لحاظ آسایش حرارتی ساختمانی شمالی-جنوبی با نسبت طول به عرض ۳ به ۱ یا ۲ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد. در مجتمع مسکونی های (L) شکل بهینه ترین نتایج از لحاظ آسایش حرارتی مجتمع مسکونی با جهت گیری شمالی-جنوبی، تناسبات ابعادی طول به عرض ۱ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می باشد. در مجتمع مسکونی های مختلط مجتمع مسکونی با جهت گیری شمالی جنوبی و تناسبات ابعادی محیط به ارتفاع ۱ به ۱ و ۲ به ۱ می باشد و نسبت ابعاد پنجره به دیوار بالاتر از ۴۰ درصد بهینه ترین حالت بودند. در نتیجه باتوجه جدول ۵-۲ تحقیق برای تعیین تیپ بهینه و تعیین تناسبات و نسبت سطح پنجره به

سطح دیوار در طراحی الگوهای مختلف مجتمع مسکونی منطقه کرمان به منظور افزایش بهره‌وری انرژی قرار می‌گیرد.

جدول ۶. بهینه‌ترین حالت از نظر مصرف انرژی برای انواع گونه‌های مجتمع مسکونی

نوع گونه مجتمع مسکونی	بهترین نوع جهت گیری	بهترین تناسبات فرمی	بهترین نسبت سطح پنجره به دیوار
محیطی	شمالی- جنوبی ۲۰-۵ درجه انحراف	طول به عرض ۳ به ۱	۶۰ درصد
منفرد	شمالی- جنوبی	طول به عرض ۲ به ۱	۶۰ درصد
نواری	شمالی- جنوبی ۲۰-۵ درجه انحراف	محیط به ارتفاع ۳ به ۱	۶۰ درصد
تراس دار	شمالی- جنوبی	طول به عرض ۲ به ۱	۶۰ درصد
(U) شکل	شمالی- جنوبی	طول به عرض ۲ به ۱ یا ۳ به ۱	۶۰ درصد
(L) شکل	شمالی- جنوبی	طول به عرض ۱ به ۱	۶۰ درصد
مختلط	شمالی- جنوبی	محیط به ارتفاع ۲ به ۱ یا ۱ به ۱	۴۰ درصد

منبع: نگارنده، ۱۴۰۰

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

در این تحقیق به بررسی آسایش حرارتی ساختمان در حالت‌های مختلف پرداخته شد به طوری که در حالت کلی ۷ تیپ متداول ساختمان از لحاظ معماری که شامل مجتمع مسکونی با تیپ‌های پله‌ای، نواری، منفرد، مختلط، مختلط (U) شکل، مختلط (L) شکل و محیطی می‌شدند، انتخاب شدند. ۷ حالت فرمی مجتمع‌های مسکونی تحت تاثیر پارامترهای اقلیمی مختلف قرار گرفتند و در هر حالت میزان آسایش حرارتی را بر مبنای استاندارد اشری سنجیده شد. نتایج بدست آمده بر اساس میزان ساعات عدم راحتی در مجتمع مسکونی بود به عبارت دیگر هرچقدر میزان زمان‌های عدم راحتی کمتر باشد میزان آسایش حرارتی ساختمان بیشتر و آن ساختمان مطلوب‌تر می‌باشد.

با توجه به شبیه‌سازی‌های انجام شده و نتایج بدست آمده از تحلیل مدل‌ها به طور کلی در شهر کرمان بهینه‌ترین حالت‌ها در جهت‌گیری ساختمان جهت شمالی- جنوبی بوده و بهینه‌ترین درصد نسبت پنجره به دیوار حداقل ۴۰ درصد بوده و از لحاظ تناسبات ابعادی کلی زمانی که نسبت طول به عرض ۲ به ۱ یا ۳ به ۱ می‌باشد، بیشترین آسایش حرارتی بدست می‌آید و زمانی که نسبت طول به عرض ساختمان ۳ به ۱ می‌باشد، بهینه‌ترین حالت از لحاظ آسایش حرارتی ساختمان در تمامی تیپ‌ها می‌باشد و نهایتاً بهینه‌ترین حالت از لحاظ آسایش حرارتی مجتمع مسکونی‌های (L) شکل با جهت‌گیری شمالی- جنوبی، تناسبات ابعادی طول به عرض ۱ به ۱ و نسبت پنجره به دیوار ۶۰ درصد می‌باشد.

نتایج این تحقیق می‌تواند مورد استفاده معماران برای تعیین تیپ بهینه و تعیین تناسبات و نسبت سطح پنجره به سطح دیوار در طراحی الگوهای مختلف مجتمع مسکونی منطقه کرمان به منظور افزایش بهره‌وری انرژی قرار می‌گیرد. همچنین این تحقیق می‌تواند زمینه‌ساز شناخت و برنامه‌ریزی آگاهانه‌تر در طراحی مجتمع‌های مسکونی و بهره‌گیری حداکثر از قابلیت‌های اقلیم در مجتمع‌های مسکونی راهکاری برای افزایش کارآمدی انرژی، مصرف بهینه انرژی، الگوسازی مجتمع‌های مسکونی برپایه کاهش مصرف انرژی و همچنین ساخت و ساز بر اساس بیشترین مقدار آسایش حرارتی ساکنان باشد. همچنین پیشنهاد می‌گردد پژوهشگران گرامی این عرصه برای ادامه این پژوهش تحقیقاتی در زمینه‌های بررسی پارامترهای مختلف ساختمان‌های نمای دو پوسته بر روی ساختمان‌های

بلند مرتبه، انواع سایه بان ها و نحوه سایه اندازی در اقلیم گرم و خشک، تاثیر داده های آب و هوایی و بهینه سازی داده های آب و هوایی اقلیم گرم و خشک در نرم افزار های شبیه سازی، بررسی نسبت فضا های داخلی و نحوه چیدمان فضا های داخلی بنا های مسکونی برای کسب بیشتر آسایش حرارتی و بصری ارائه نمایند.

منابع

آتش جبین، آمنه. یزدانی، حمید، ۱۳۹۵، تاثیر فرم بر میزان مصرف انرژی با تحلیل احجام توسط نرم افزار دیزاین بیلدر در نمونه اقلیمی جزیره کیش، اولین کنفرانس سالانه علمی تخصصی مهندسی عمران، معماری، شهرسازی و علوم جغرافیا در ایران باستان و معاصر

حبیب، فرح. ذاکر حقیقی، کیانوش؛ ماجدی، حمید، ۱۳۸۹، تدوین شاخصهای موثر بر گونه شناسی بافت شهری، هویت شهر، شماره ۷، ۱۰۵-۱۱۲

سپهری، مانا و مثنوی، محمدرضا، ۱۳۹۵، بهینه سازی مصرف انرژی با راهکار انتخاب فرم ساختمان توسط نرم افزار دیزاین بیلدر در اقلیم تهران (با طراحی نمونه موردی)، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

طاهباز، منصوره و مسعودی نژاد، مصطفی و مفیدی شمیرانی، سید مجید، ۱۳۹۷، بررسی رفتار حرارتی شوادان، نمونه موردی: خانه سوزنگر دزفول، مطالعات معماری ایرانی، دو فصل نامه معماری ایرانی، شماره ۱۳، بهار و تابستان، صص ۶۹-۴۹

فدایی اردستانی، محمد علی و حسینیان، احسان و آیت اللهی، محمدرضا، ۱۳۹۶، مقایسه عملکرد حرارتی انواع نما های دو پوسته با نرم افزار Design builder، پنجمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

فلاح، حسین، ۱۳۹۸، تعیین نسبت بهینه پنجره به دیوار در جبهه جنوبی ساختمانهای آموزشی در کرمان، فصل نامه علمی پژوهشی نقش جهان، دوره ۲، شماره ۹

کسمایی، مرتضی، ۱۳۹۲، اقلیم و معماری. چ ۷. شرکت سرمایه گذاری خانه سازی ایران. نورانی، سید کمال و هدایتی، معصومه و رحیمیان، ۱۳۹۷، عاطفه تحلیلی بر تاثیر جهت گیری ساختمان در میزان تابش دریافتی نور خورشید در بدنه ساختمان و میزان مصرف انرژی در ساختمانهای مسکونی نمونه موردی: تهران، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و مدیریت توسعه شهری در ایران، تهران - دانشگاه تهران

Acosta I, Navarro J. Sendra JJ. 2013 . predictive method of the sky component in acourty under overcast sky conditions. Solar energy ;89, pp.89-99

Ahmad Okeil, 2010, A holistic approach to energy efficient building forms, Energy and Buildings 42 , 1437-1444

.Biddulph, Mike, 2007, "Introduction to Residential Layout", Amsterdam, Architectural Press

Hassan , M.H, 2012, Ventilated courtyard as a passive cooling strtegy in the hot desert climate , 33ndaivconference Optimising VentilativeCoolongand airtightnessfor (Nearly)Zer- Energy Buildings , IAQ and comfort , Denmark

Khan N , Su Y, riffat SB, 2008 ,A review on wind driven ventilation , techniques. Energy and buildings, 40(8),pp.1586-1604

E.E. Khalil, Heba Allah, 2009, "Energy Efficiency Strategies in Urban Planning of Cites", American Institute of Aeronautics and Astronautics, 7th International Energy Conversion Engineering Conference, August, Denver, Colorado

Muhaisen , AS , Gadi , MB , 2006 , shading performance of polygonal courtyard forms. Building and environment , 41 (8) , pp .1050-9

McCamant, K., & Durrett, C, 1989, Cohousing: A Contemporary Approach to Housing Ourselves. (1st ed.). Oakland: Ten Speed Press

Omer, A.M, 2008, 'Energy, Environment and Sustainable Development', "Renewable and Sustainable Energy Reviews", Vol.12: 9

Scotthanson, C., & Scotthanson, K, 2005, The Cohousing Handbook: A Place for Community .(1st ed.). Canada: New Society Publishers

Stemers, K, 2003, 'Energy and the City: Density, Buildings and Transport', "Energy and Buildings", Vol.35: 3-14

Tim R Oke, 1988, The urban energy balance, Progress in Physical geography, Volume 12, Issue 4, 471-508

Yu J, Yang C, Tian L, 2008, Low-energy envelope design of residential building in hot summer and cold winter zone in China. Energy Build;40 (8):1536-46

