

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیر انتفاعی انرژی

عنوان:

ارزیابی و ارائه راهکارهای غیرفعال انرژی جهت بهبود آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی
(نمونه موردی: مدل طراحی شده مسکونی)

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی معماری گرایش انرژی

نام دانشجو:

سید حسن هاشمی

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر مجتبی میرزایی

بهمن ماه ۱۳۹۸

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب سید حسن هاشمی به شماره دانشجویی ۳۱۲۶ دانشجوی رشته معماری و انرژی مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد ناپیوسته تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه/رساله حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض درخصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه / رساله برای همگان بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه / رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه / رساله تا تاریخ ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضا:



موسسه آموزش عالی غیردولتی - غیرانتفاعی انرژی ساوه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته معماری و انرژی

با عنوان:

ارزیابی و ارائه راهکارهای غیرفعال انرژی جهت بهبود آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی

(نمونه موردی: مدل طراحی شده مسکونی)

ارائه شده به گروه مهندسی معماری انرژی موسسه آموزش عالی غیردولتی - غیرانتفاعی انرژی ساوه
به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه ی کارشناسی ارشد که در تاریخ.....
توسط هیات داوران زیر بررسی و با نمره.....درجه به تصویب نهایی رسید

امضا

۱- استاد راهنما جناب آقای دکتر میرزایی

۲- استاد داور آقا/ خانم

امضا مهر و امضای مدیر گروه

تشکر و قدردانی:

از استاد گرامیم جناب آقای دکتر میرزایی بسیار سپاسگذارم چرا که بدون راهنماییهای ایشان تامین این پایان نامه بسیار مشکل می نمود.

و این پایان نامه را تقدیم می کنم به:

مقدس ترین واژه ها در لغت نامه دلم، مادر مهربانم که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت آن می دانم.

پدر، مهربانی مشفق، بردبار و حامی.

همسرم که نشانه لطف الهی در زندگی من است.

چکیده:

معماری از دیرباز تا امروز همواره تلاش کرده تا شرایط آسایش را در فضاهای گوناگون برای کاربران به وجود آورد. در بناهای فاخر ایران این مهم به سادگی قابل ملاحظه است. معماران به عنوان رأس هرم تصمیم گیری، طراحی و اجرای پروژه های ساختمانی این شانس را داشتند تا با استفاده و تلفیق علوم مختلف و شناخت عناصر موجود طرحی شایسته ارائه دهند

یکی از مشکلات موجود در تمام فضاها از جمله کاربری های مسکونی، عدم آگاهی نسبت به آسایش حرارتی مورد نیاز است و معمولاً افراط و تفریط در شرایط حرارتی در فضاهای مسکونی باعث اتلاف سرمایه های انسانی و اقتصادی و زمان می شود. عدم آگاهی از شرایط آسایش حرارتی آلودگی های زیست محیطی فراوان ناشی از احتراق سوخت های فسیلی و به تبع آن انتشار کربن در محیط زیست را به دنبال دارد. زیان های ناشی از صرف هزینه های فراوان انسانی، اقتصادی و زمانی غیرقابل جبران خواهد بود.

صرفه جویی در مصرف انرژی های فسیلی و استفاده از منابع پاک و رایگان انرژی، موجب آسایش حرارتی ساکنین، کاهش هزینه های بهره برداری ساختمان، حفظ محیط زیست و سلامت مردم می شود. یکی از مهمترین عواملی که بر طراحی ساختمان تأثیر دارد خصوصیات اقلیمی و شرایط آب و هوایی است. اگر ساختمان ها با شرایط اقلیمی هماهنگ باشند، هم آسایش حرارتی انسان و هم شرایط محیطی سالم تری را برای ساکنان فراهم می کنند؛ در ضمن چنین امری، کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه ها را نیز در پی خواهد داشت. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر برخی از پارامترهای معماری بر بهبود شرایط آسایش حرارتی خانه های مسکونی شهر ساوه می باشد. در این راستا با استفاده از روش شبیه سازی رایانه ای در قالب نرم افزار دیزاین بیلدر، پارامترهای عایق کاری جداره ها، سقف و کف، پنجره دوجداره، کنترل نفوذ هوا، کنترل

روشنایی و سایبان پنجره بررسی شده است. در این پژوهش با شبیه‌سازی ساختمان مسکونی طراحی شده

توسط	نگارنده	وضعیت	خانه
------	---------	-------	------

از نظر آسایش حرارتی مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی نتایج حاصل از شبیه‌سازی ساختمان نشان داد با به کار بردن حالت بهینه پارامترهای ذکر شده آسایش حرارتی ساختمان برای ساکنین چنین فضاهایی بهبود خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: آسایش حرارتی، ابزار شبیه‌سازی دیزاین‌بیلدر، بهینه‌سازی انرژی، خانه‌ی مسکونی.

فهرست

فصل اول: کلیات پژوهش..... ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۲-۱ بیان مسئله ۲

۳-۱ اهمیت موضوع تحقیق ۵

۴-۱ فرضیه‌ها و سوالات تحقیق ۵

۵-۱ اهداف تحقیق ۶

۶-۱ روش تحقیق ۶

۷-۱ ساختار فصول ۸

۸-۱ نتیجه‌گیری ۱۰

فصل دوم: مبانی نظری و مرور ادبیات..... ۱۱

۱-۲ مقدمه ۱۲

۲-۲ تعریف آسایش حرارتی ۱۲

۱-۲-۲ پارامترهای تبیین کننده آسایش حرارتی ۱۴

۱-۲-۲-۱ شاخص‌های محیطی ۱۵

۱-۲-۲-۱-۱ دمای هوا ۱۵

۱-۲-۲-۱-۲ دمای تابشی ۱۵

۱-۲-۲-۱-۳ رطوبت ۱۵

۱-۲-۲-۱-۴ جریان هوا ۱۶

۱-۲-۲-۲ شاخص‌های فردی ۱۶

۱-۲-۲-۲-۱ نرخ فعالیت ۱۶

۱۶	..... ۲-۲-۱-۲ نرخ لباس
۱۷	..... ۲-۲-۲ مدل های آسایش حرارتی
۱۸	..... ۱-۲-۲-۲ تئوری آسایش حرارتی PMV
۱۹	..... ۲-۲-۲-۲ مدل سازگاری
۲۰	..... ۳-۲-۲ آسایش حرارتی و مصرف انرژی در ساختمان
۲۱	..... ۴-۲-۲ لزوم توجه به آسایش حرارتی
۲۱	..... ۱-۴-۲-۲ سلامتی انسان
۲۲	..... ۲-۴-۲-۲ کاهش مصرف انرژی
۲۲	..... ۳-۲-۲ واکنش افراد به حرارت محیط اطراف
۲۳	..... ۱-۳-۲ واکنش های فیزیولوژیکی
۲۳	..... ۱-۱-۳-۲ انقباض و انقباض عروق
۲۴	..... ۲-۱-۳-۲ تعریق
۲۴	..... ۳-۱-۳-۲ لرزیدن
۲۴	..... ۲-۳-۲ واکنش های روانی
۲۵	..... ۱-۲-۳-۲ انتظارات افراد
۲۵	..... ۴-۲ عوامل طراحی محور موثر بر سطح آسایش حرارتی
۲۵	..... ۱-۴-۲ خصوصیات حرارتی سطوح
۲۹	..... ۳-۴-۲ بازشوها و سایه اندازی
۳۰	..... ۱-۳-۴-۲ پنجره
۳۰	..... ۲-۳-۴-۲ کارکردها و سازندهای پنجره
۳۱	..... ۳-۳-۴-۲ اهمیت سایه اندازی
۳۴	..... ۴-۳-۴-۲ انواع سیستم های سایه انداز در ساختمان

۳۴ ۱-۴-۳-۴-۲ سایبان‌های خارج از پنجره

۳۸ ۲-۴-۳-۴-۲ سایبان‌های متحرک

۳۹ ۳-۴-۳-۴-۲ کرکره پرسیان

۴۰ ۴-۴-۳-۴-۲ سایبان‌های ثابت

۵۱ فصل سوم: روش تحقیق

۵۲ ۱-۳ مقدمه

۵۲ ۲-۳ معرفی بستر جغرافیایی تحقیق

۵۵ ۳-۲-۱ جغرافیای طبیعی و اقلیم استان

۶۱ ۳-۳ معرفی نمونه موردی

۶۷ ۴-۳ نتیجه‌گیری

۶۸ فصل چهارم: شبیه‌سازی

۶۹ ۱-۴ مقدمه

۶۹ ۲-۴ نرم‌افزار شبیه‌سازی

۷۰ ۳-۴ داده‌های ورودی به نرم‌افزار

۷۰ ۱-۳-۴ دمای مبنای سرمایش و گرمایش (setpoint heating & cooling)

۷۰ ۲-۳-۴ اطلاعات ثابت ساکنان و پوسته فیزیکی و تجهیزات بنا

۷۱ ۴-۴ مدلسازی

۷۱ ۵-۴ زون بندی فضاها

۷۱ ۶-۴ ساختار جداره‌ها

۷۲ ۷-۴ سیستم‌های گرمایش و سرمایش

۷۲ ۸-۴ شرح روش تحقیق

۷۳ ۹-۴ نتایج شبیه‌سازی

۷۳	..... ۱-۹-۴ مدل پایه
۷۵	..... ۲-۹-۴ عایق کاری دیوارها
۷۷	..... ۳-۹-۴ عایق کاری سقف
۷۹	..... ۴-۹-۴ عایق کاری کف
۸۱	..... ۵-۹-۴ تهویه طبیعی
۸۳	..... ۶-۹-۴ تهویه طبیعی هوشمند
۸۵	..... ۷-۹-۴ سایبان های خارجی
۸۷	..... ۸-۹-۴ کنترل روشنایی هوشمند
۸۹	..... ۹-۹-۴ شیشه دو جداره
۹۱	..... ۱۰-۹-۴ کنترل نفوذ هوای ناخواسته
۹۳	..... ۱۱-۹-۴ لوله های زیرزمینی (زمهریر)
۹۵	..... ۱۰-۴ نتیجه گیری
۹۷	..... فصل پنجم: نتیجه گیری
۹۸	..... ۱-۵ مقدمه
۹۹	..... ۲-۵ نتایج بدست آمده از مطالعات کتابخانه ای
۹۹	..... ۳-۵ نتایج حاصل از شبیه سازی
۱۰۰	..... ۴-۵ بررسی فرضیات تحقیق
۱۰۱	..... ۵-۵ ارائه پیشنهادات و راهکارها
۱۰۲	..... ۶-۵ پیشنهادات جهت تحقیقات آینده
۱۰۳	..... منابع

فهرست تصاویر

تصویر ۱-۱: دیاگرام روش تحقیق.....	۸
تصویر ۲-۱: دیاگرام ساختار فصول پایاننامه.....	۱۰
تصویر ۲-۱: محدوده آسایش حرارتی در استاندارد اشری ۵۵.....	۱۴
تصویر ۲-۲: مقیاس شاخص PMV.....	۱۸
تصویر ۲-۳: ظرفیت حرارتی مصالح رایج ساختمانی.....	۲۸
تصویر ۲-۴: سایه اندازی مناسب راهکاری موثر در جهت بهبود عملکرد حرارتی فضای داخلی.....	۳۳
تصویر ۲-۵: پیکره‌بندی برخی از سایبان‌های معمول.....	۳۴
تصویر ۲-۶: انواع سایبان های خارجی.....	۳۶
تصویر ۲-۷: انواع سایبان های داخلی.....	۳۸
تصویر ۲-۱۰: سایبان کرکره ای پرسیان.....	۴۰
تصویر ۳-۱: موقعیت جغرافیایی استان مرکزی در کشور(منبع:نگارنده).....	۵۴
تصویر ۳-۲: حداقل، حداکثر و میانگین دما در شهرستان ساوه.....	۵۸
تصویر ۳-۳: میزان بارش سالانه در شهرستان ساوه.....	۵۸
تصویر ۳-۴: میزان بارش برف سالانه در شهرستان ساوه.....	۵۹
تصویر ۳-۵: میانگین سرعت باد سالانه در شهرستان ساوه.....	۵۹
تصویر ۳-۶: میانگین فشار سالانه در شهرستان ساوه.....	۶۰

- تصویر ۳-۷ میانگین رطوبت سالانه در شهرستان ساوه..... ۶۰
- تصویر ۳-۸ میانگین میزان تابش آفتاب در شهرستان ساوه..... ۶۱
- تصویر ۴-۱ نتایج شبیه‌سازی مدل پایه..... ۷۴
- تصویر ۴-۲ نتایج شبیه‌سازی عایق حرارتی دیوارها..... ۷۶
- تصویر ۴-۳ نتایج شبیه‌سازی عایق کاری سقف ساختمان..... ۷۸
- تصویر ۴-۴ نتایج شبیه‌سازی عایق کاری کف ساختمان..... ۸۰
- تصویر ۴-۵ نتایج شبیه‌سازی تهویه طبیعی ساختمان..... ۸۲
- تصویر ۴-۶ نتایج شبیه‌سازی تهویه طبیعی هوشمند ساختمان..... ۸۴
- تصویر ۴-۷ نتایج شبیه‌سازی سایبان‌های خارجی..... ۸۶
- تصویر ۴-۸ نتایج شبیه‌سازی کنترل روشنایی هوشمند ساختمان..... ۸۸
- تصویر ۴-۹ نتایج شبیه‌سازی شیشه دو جداره..... ۹۰
- تصویر ۴-۱۰ نتایج شبیه‌سازی کنترل نفوذ هوای ناخواسته..... ۹۲
- تصویر ۴-۱۱ نتایج شبیه‌سازی لوله‌های زیرزمینی (زمهریر)..... ۹۴
- تصویر ۴-۱۲ روند میانگین سالانه مدل فانگر PMV..... ۹۵

فهرست جداول

- جدول ۱-۲: خصوصیات حرارتی مصالح رایج در ساختمان..... ۲۶
- جدول ۲-۲: ادمیتانس و تراکم مصالح رایج ساختمانی..... ۲۷
- جدول ۱-۳: سرانه کاربری های مختلف در سطح شهر ساوه ۵۵

فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱ مقدمه

در این فصل، ابتدا به بیان مسئله پرداخته شده و به صورت مختصر به خلأهای مطالعاتی ردگیری شده در زمینه تأثیر پارامترهای معماری بر آسایش حرارتی خانه‌های مسکونی اشاره شده است. در این بخش پس از آن به ضرورت پژوهش حاضر، هدف‌ها و کاربردها، سوالات و فرضیه مطالعه آن پرداخته و روش انجام پژوهش به صورت کلی مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت نیز، ساختار فصول پژوهش به منظور هر چه روشن‌تر شدن فرآیند انجام و ارائه‌ی تحقیق، به‌طور مختصر ارائه گردیده است.

۱-۲ بیان مسئله

محیط مصنوع و انسان ساخت، اثرات منفی و مثبتی بر کمره‌ی زمین می‌گذارد. یکی از مصنوع‌های دوجنبه‌ای، ساخت‌وساز بناهایی برای زندگی مردم است که توسط معماران انجام گرفته و همزمان آثار منفی و مثبتی را با خود دارد؛ برای مثال مأوا گرفتن آدمی در آن از اثرات مثبت و دخالت و تغییر در سیستم کمره‌ی خاکی از اثرات منفی به شمار می‌رود. هیچ کدام را نمی‌توان صرف‌نظر کرد، چاره در آن است که در صورت توجه به آن سلامت آدمی به عنوان متغیری ارزشمند، حفظ و در صورت بی‌توجهی، زندگی با مشکلاتی مواجه می‌شود که در آن مشکلات در تشدید اثرات منفی معماری، موثر و نقش گسترش‌دهنده‌ای

را بر عهده می‌گیرند. عدم کیفیت فضاهای داخلی می‌تواند موجب بروز بیماری‌های فراوانی برای ساکنین ساختمان شود؛ از این رو پرداختن به این مسئله برای طراحان حائز اهمیت است. کشور ایران با بیش از هفت هزار سال سابقه‌ی شهرنشینی و وضعیت جغرافیایی بسیار متنوع، یکی از گنجینه‌های تاریخ معماری جهان محسوب می‌شود [۱]. در نمونه‌های ارزشمند تاریخی معماری، موارد تعیین‌کننده‌ی کیفیت فضای داخلی از جمله نور، آسایش گرمایی و سرمایی، منظر مناسب و تهویه‌ی طبیعی مورد توجه بود و نتیجه‌ی آن عملکرد مناسبی را به همراه داشته است. بناهای امروز متأسفانه چنین نیستند: نور مناسب ندارند، بیش از حد گرم یا سرد اند، در مقابل صوت ناخواسته، سد کننده نیستند و مشکلاتی دیگر از این قبیل دارند. برای برون رفت از این مشکل، بهتر آن است که به بررسی آسایش حرارتی در خانه‌های مسکونی امروزه و راه‌حل‌های مناسب غیرفعال را برای بهبود شرایط آسایشی ارائه شود.

از طرفی اگرچه آمارهای متفاوتی از مقدار مصرف انرژی در بخش ساختمان ارائه می‌شود. همگان بر این باورند که بیش از یک سوم منابع انرژی هر کشوری در ساختمان‌های مختلف مصرف می‌شود [۲]. ساختمان‌های بخش مسکونی از اصلی‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده انرژی هستند. در ایران نیز بخش مسکونی، سهم عمده‌ای در مصرف انرژی دارد. اگرچه که کشورهای توسعه یافته سعی در کاهش مصرف انرژی به خصوص در بخش ساختمان دارند. در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، مصرف انرژی در بخش ساختمان رو به افزایش است، متأسفانه در این کشورها هیچ‌گونه راهبرد مشخص برای کاهش مصرف وجود ندارد. این در حالی است که منابع انرژی محدود است [۳]. همچنین انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۰ به دنبال افزایش ۱۰ درصدی مصرف انرژی در نتیجه بهره‌گیری از سیستم‌های مکانیکی گرمایش و سرمایش، دمای هوا تا ۱ درجه سانتیگراد افزایش یابد [۴]. بنابراین با توجه به بحران‌های ناشی از تغییر اقلیم و تقلیل منابع در عصر حاضر که بشر با آن مواجه است، می‌خواهیم به ساختمان‌هایی دست یابیم که بتوانند سطح

بالایی از کارایی انرژی در عین حفظ سلامت و آسایش برای کاربران خود به ارمغان آورند[۵]. اینکه چه مواردی باید در بخش ساختمان در زمینه‌ی کاهش مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرد، مسئله حائز اهمیتی است. به نظر می‌آید طراحی منطبق با اقلیم در زمره‌ی بهترین راهکارها باشد. در کنار چنین مسئله درخور توجهی، باید راهکار تعیین دقیق شرایط آسایش را پیدا کرد تا به درستی متوجه شویم که گروه‌های تصرف‌کننده فضای ساخته شده در چه شرایطی راحت‌تر هستند. همچنین امروزه کاربرد سیستم‌های گرمایش و سرمایش به یکی از اصلی‌ترین ویژگی‌های ساختمان، در جهت ایجاد و حفظ شرایط آسایش کاربران تبدیل شده است[۶]. این در حالی است که در شرایط یکسان، افراد مختلف ممکن است احساس‌های حرارتی متفاوتی تجربه کنند؛ زیرا که افراد، گیرنده‌های منفعل از محیط حرارتی خود نیستند. آن‌ها محیط را تغییر داده یا خود را با آن سازگار می‌کنند[۷]. به این دلیل اغلب به شیوه‌های مختلفی برای کاهش ناراحتی حرارتی رفتار می‌کنند، این رفتارها ممکن است شامل جابجایی از فضایی به فضای دیگر، باز و بسته کردن پنجره، روشن کردن فن، تغییر لباس، روشن یا خاموش کردن سیستم گرمایش یا سرمایش، نوشیدن مایعات گرم یا سرد و... باشد، چنین رفتارهایی می‌تواند بر مصرف کلی انرژی ساختمان تأثیر گذارد[۸]، به طوری که می‌توان با تنظیم درست درجه ترموستات در میزان مصرف انرژی صرفه‌جویی قابل توجهی‌ای کرد.

بنابراین به این دلیل که بر طبق نظرسنجی‌ها، آسایش حرارتی یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار بر استفاده کاربران از سیستم‌های گرمایش و سرمایش طبیعی یا مکانیکی است. از این رو پروژه‌های تحقیقاتی متعددی در نقاط مختلف جهان در جهت تعیین دمای آسایش تا به امروز انجام گرفته است[۹]. و استانداردهای مختلفی از جمله استاندارد ISO7730 و ASHRAE 55 بر این اساس تعریف شده‌اند. [۷]، با این حال بسیاری از مطالعات میدانی آسایش حرارتی از جمله مطالعات در ژاپن [۱۰]، چین[۱۱]، سنگاپور[۱۲]، مالزی[۴]، اندونزی[۱۳]، ایران[۷]، انگلیس[۱۴] و... انجام گرفته بر اساس تئوری سازگاری

ارائه شده توسط نیکدل و همفریز نشان دهنده این موضوع است که محدوده‌ی شرایط قابل قبول از نظر آسایش حرارتی بیشتر از بازه پیش‌بینی شده توسط استانداردها است، از این رو مسبب افزایش میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها جهت گرمایش و سرمایش نسبت به آنچه در مطالعات میدانی به دست آمده، می‌شدند [۱۵]. بنابراین هدف از انجام پژوهش، بررسی وضعیت آسایش حرارتی در خانه مسکونی طراحی شده و بهینه‌سازی شرایط آسایش حرارتی با استفاده از راهکارهای غیرفعال به منظور رسیدن به شرایط مطلوب از نظر حرارتی و در نتیجه کاهش مصرف انرژی می‌باشد.

۱-۳ اهمیت موضوع تحقیق

از جمله مسائل تأثیرگذار بر کیفیت زندگی انسان‌ها در خانه، مسئله آسایش حرارتی افراد است که بی‌توجهی به این مسئله باعث کاهش و یا عدم کارایی افراد در خانه‌های مسکونی می‌شود. بنابراین، نیاز است تا با ارزیابی و بهینه‌سازی سطح آسایش حرارتی در خانه‌ها مقدمات بهبود کیفیت زندگی مطلوب در افراد مهیا گردد که این مهم از اهداف تحقیق حاضر می‌باشد.

۱-۴ فرضیه‌ها و سوالات تحقیق

فرضیات تحقیق:

- خانه‌های مسکونی طراحی شده در شهر ساوه چندان با شرایط اقلیمی سازگار نیستند و آسایش حرارتی در آن‌ها وجود ندارد.
- پارامترهای طراحی معماری از قبیل: جهت‌گیری، مکان قرارگیری فضاها، ابعاد و اندازه بازشوها، جنس سطوح و استفاده از سایبان در بازشوها در بهبود شرایط آسایش در خانه‌های مسکونی موثر هستند.

- با بررسی سطح آسایش حرارتی در خانه‌ی مسکونی طراحی شده و ایجاد تغییر در پارامترهای معماری آن‌ها، می‌توان سطح آسایش حرارتی را در این فضاها بهبود داد.

سوالات تحقیق:

- شرایط آسایش حرارتی خانه‌ی مسکونی طراحی شده در شهر ساوه چگونه است؟
- آیا پارامترهای طراحی معماری بر سطح آسایش حرارتی خانه‌های مسکونی اثرگذار است؟
- آیا با بررسی کمی سطح آسایش حرارتی خانه‌ی مسکونی و ایجاد تغییر در پارامترهای طراحی معماری آن می‌توان سطح آسایش حرارتی را در این فضاها بهبود داد؟

۱-۵ اهداف تحقیق

دستیابی به اهداف زیر مدنظر پژوهش حاضر می‌باشد:

- بهبود آسایش حرارتی در خانه‌ی مسکونی طراحی شده و به دنبال آن کاهش مصرف انرژی
- ارائه‌ی راهکارها جهت بهبود شرایط آسایش حرارتی
- تدوین روش‌ها و ارائه‌ی الگوی مسکن همساز با اقلیم در منطقه موردنظر

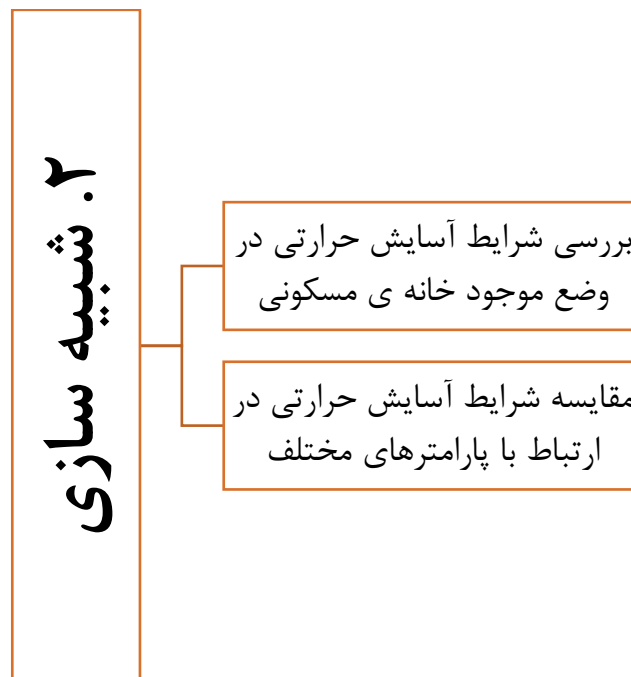
۱-۶ روش تحقیق

در ابتدای این پژوهش به تعریف پارامترها و اصطلاحات آسایش حرارتی پرداخته شده، سپس آمار و اطلاعات مربوط به متغیرها از منابع و بانک‌های اطلاعاتی به روز جمع‌آوری شده است و جهت گردآوری متغیرها و استانداردهای وابسته به آسایش حرارتی از کتاب‌ها و هندبوک‌های مراجع تخصصی معتبر استفاده شده است. پس از گردآوری اطلاعات موردنیاز، جداول لازم تدوین شده و مدل طراحی شده فضای مسکونی معرفی شده، سپس با کمک نرم‌افزارهای طراحی و انرژی از قبیل دیزاین‌بیلدر مورد آنالیز قرار گرفته است. نهایتاً از

خروجی‌های به دست آمده شامل جداول، دیاگرام‌ها و الگوهای آسایش حرارتی، جهت بهینه‌سازی فضای مسکونی استفاده شده است.

دیاگرام روش تحقیق در تصویر شماره ۱ نمایش داده شده است.





تصویر ۱-۱: دیاگرام روش تحقیق (منبع: نگارنده)

۷-۱ ساختار فصول

در این قسمت ساختار فصول مختلف تحقیق آورده شده و به طور مختصر شرح داده شده است. دیاگرام ساختار فصول در تصویر شماره ۲ ارائه شده است. در فصل اول کلیات پژوهش آورده شده است. در ابتدا به بیان مسئله پرداخته شده و به صورت مختصر به خلأ تحقیقات انجام شده در زمینه تأثیر پارامترهای مختلف معماری بر سطح آسایش حرارتی خانه‌های مسکونی اشاره شده است. پس از آن ضرورت پژوهش حاضر، اهداف و کاربردها، سوالات و فرضیه مطالعه آن پرداخته و روش تحقیق شرح داده شده است. در فصل دوم پیش از ورود به بررسی آسایش حرارتی در خانه‌ی مسکونی، مفاهیم مربوط به موضوع تبیین، و عوامل موثر و شیوه بررسی آن‌ها مشخص می‌گردد. در این فصل ابتدا به بررسی آسایش حرارتی در فضای داخلی پرداخته شده و عوامل موثر در درک آسایش در محیط داخلی بنا معرفی می‌گردد. پس از آن به مطالعات انجام شده در این زمینه پرداخته و تحقیقات انجام شده مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در فصل سوم،

روش تحقیق مطالعه به طور کامل بیان گردیده و در گام بعدی اطلاعات تکمیلی وضع موجود به طور مفصل شرح داده خواهد شد. پس از آن نتایج حاصل از بررسی سطح آسایش حرارتی در وضع موجود ارائه می‌گردد. در فصل چهارم نیز، پس از معرفی نرم‌افزار، نتایج شبیه سازی حالت طراحی همراه با پارامترهای معماری رعایت شده مورد بررسی قرار می‌گیرد و در آخر وضع موجود حالت طراحی نهایی مقایسه می‌گردد. در فصل پنجم، به ارائه نتایج حاصل از چهار فصل پیشین پرداخته می‌شود، مهم‌ترین نتایج در قالب متن و جدول ذکر شده و به فرضیات و سوالات تحقیق ارائه شده در فصل یک پاسخ داده می‌شود. در نهایت نیز راهکارها و پیشنهاداتی برای مطالعات آینده ارائه می‌گردد.



تصویر ۱-۲: دیاگرام ساختار فصول پایان‌نامه (منبع: نگارنده)

۸-۱ نتیجه‌گیری

انتظاری که از فضاهای مسکونی می‌رود این است که این فضاها به راحتی و آسایش بیشتر افراد کمک کرده و محل برخوردهای سازنده میان افراد خانواده گردد که این مهم با توجه کامل به ابعاد گوناگون از جمله آسایش حرارتی و پارامترهای معماری موثر در آن حاصل می‌گردد، ولی متأسفانه آنچه امروزه شاهد آن هستیم این است که این فضاها از بعد عملکردی، پاسخگوی انتظارات اشخاص نمی‌باشد. از این رو پژوهش حاضر به بررسی آسایش حرارتی در خانه‌ی مسکونی پرداخته است تا از این طریق بتوان شرایط آسایش حرارتی در خانه‌ها را بهبود داد.

فصل دوم: مبانی نظری و مرور ادبیات

۲-۱ مقدمه

آسایش حرارتی به عنوان یکی از پارامترهای فضای کالبدی خانه‌های مسکونی، می‌تواند به سلامت فیزیکی و روحی افراد تأثیر داشته باشد. در صورتی یک محیط دارای کیفیت حرارتی است که افراد در آن احساس راحتی کنند. دمای آسایش حرارتی به پارامترهای فیزیکی نظیر دمای هوا، سرعت باد و رطوبت نسبی وابسته است. همچنین احساس آسایش به فعالیت، لباس و ویژگی‌های حسی افراد بستگی دارد و عواملی که برای انسان ناراحت کننده به نظر می‌رسد، برای افراد مختلف بسیار متفاوت هستند [۱۶]. همچنین پارامترهای هندسی و فیزیکی متعددی وجود دارند که بر سطح آسایش حرارتی در ساختمان موثر هستند.

بر همین اساس، این فصل از مطالعه قصد دارد تا با بررسی مباحث مربوط به آسایش حرارتی به تبیین روشن‌تر این حوزه پرداخته و در ادامه با بررسی عوامل مختلف اثرگذار بر سطح آن، شالوده مبانی نظری این تحقیق را ساختار بخشد.

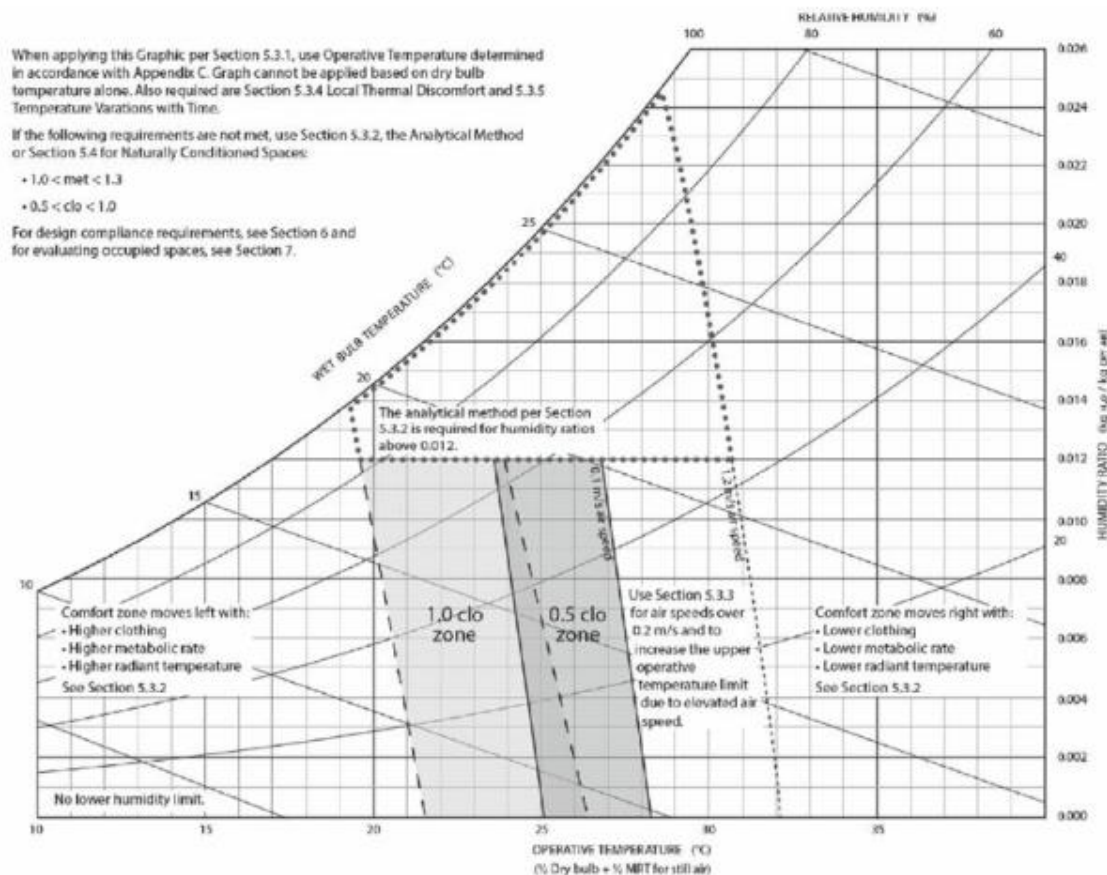
۲-۲ تعریف آسایش حرارتی

اشری آسایش حرارتی را شرایط ذهنی می‌داند که بیان‌کننده میزان و رضایت افراد از حرارت محیط است [تصویر ۱-۲]. کلمه شرایط ذهنی در تعریف اشری دلالت بر آمیختگی شرایط روحی و شرایط

فیزیولوژی در احساسی با عنوان آسایش حرارتی دارند [۱۷]. این تعریف ناقص است، زیرا اثری بیان واضحی ارائه نکرده است. در تعریفی دیگر آسایش حرارتی به حالتی گفته می‌شود که فرد برای تعیین شرایط حرارتی محیط هیچ اقدام رفتاری انجام ندهد [۱۸]. این تعریف بسیار عینی‌تر از تعریف استاندارد اثری است. گیونی در تعریف شرایط آسایش حرارتی، محدوده‌ای از دما و رطوبت که در آن سازوکار تنظیم حرارت بدن در حداقل فعالیت می‌باشد ارائه کرده است [۱۹]. اولگی محدوده‌ای را برای راحتی حرارتی عنوان کرد که بر اساس آن محدوده آسایش حرارتی را تعریف می‌کنند. از نظر او آسایش حرارتی شرایطی است که کمترین حد مصرف انرژی برای به وجود آمدن یک محیط مطلوب، مصرف گردد [۲۰]. تفاوت اصلی در تعریف‌های قبلی و تعریف اولی در این است که وجود رفتارهای انسانی و فاکتورهای اختصاصی معیار آن تعریف‌ها هستند، اما اولگی به مصرف انرژی به صورت معیار نگاه می‌کند. خواننده در می‌یابد که در بسیاری شرایط بدون مصرف انرژی می‌توان شرایط آسایش را برای بیشتر مردم ساکن در محیط ایجاد کرد [۲۱].

حال می‌توان نتیجه گرفت: زمانی آسایش حرارتی انسان تحقق می‌یابد که از نظر ذهنی، فکری و جسمی در شرایط آسایش قرار داشته باشد. در تعبیری دقیق‌تر می‌توان اینطور بیان کرد که خنثی بودن حرارتی تعریفی دقیق‌تر از آسایش حرارتی است. در چنین محیطی انسان نه احساس سرما می‌کند و نه احساس گرما و نه احساس ناراحتی موضعی ناشی از کوران هوای سرد و لباس ناهمگون [۲۲].

یکی از موارد مهم دیگر در بحث آسایش حرارتی، خوگرفتن افراد به محیط است. فردی که در منطقه سرد زندگی می‌کند سرما را از فردی که در منطقه گرم زندگی می‌کند راحت‌تر تحمل می‌کند. از طرف دیگر افراد در فصل سرد دمای خنثی کمتری نسبت به فصل گرم دارند [۲۱].



تصویر ۲-۱ محدوده آسایش حرارتی در استاندارد اشری ۵۵

۲-۱-۲ پارامترهای تبیین کننده آسایش حرارتی

به طور کلی دو شاخص مهم بر آسایش حرارتی تأثیر دارد. این دو شاخص عبارتند از شاخص محیطی و شاخص فردی. هر کدام از این دو شاخص شامل متغیرهایی می‌باشند که در ادامه به توضیح آن‌ها پرداخته شده است. متغیرهای شاخص محیطی دمای هوا، دمای تابشی، رطوبت و جریان هوا و متغیرهای شاخص فردی شامل میزان فعالیت و نرخ لباس می‌باشند. در مواقع خاص عوامل دیگری چون کیفیت قرارگیری فرد در محیط، رفتار، جنسیت، فرهنگ، اقتصاد و سایر عوامل نیز موثراند [۲۳].

۲-۱-۲-۱ شاخص‌های محیطی

۲-۱-۲-۱-۱ دمای هوا

در سطح مولکولی، دما معدل انرژی جنبشی و حرارتی در بدن است. اگر انرژی حرارتی از بدن خارج شود، آنگاه دمای بدن کاهش و اگر انرژی حرارتی به بدن انتقال یابد، دمای بدن افزایش می‌یابد. نیروی انتقال دما به بدن و یا خروج آن از بدن با دمای هوا ارتباط مستقیم دارد و به کمک آن تعیین می‌شود. اندازه دمای اطراف بدن انسان که بیانگر شرایط حرارتی محیط و مقدار ورود و خروج آن از بدن است، دمای هوا نامیده می‌شود [۲۴].

۲-۱-۲-۲ دمای تابشی

دمای متوسط تابشی عبارت است از: متوسط دمای سطوح مختلف در یک فضا نسبت به فاصله نقطه مورد نظر و با زاویه نفوذ آن از فضا. حتی اگر بدن، تماس با اشیا و عناصر سرد یا گرم نداشته باشد، انتقال انرژی به واسطه پدیده تابش صورت می‌پذیرد. میزان انتقال انرژی بستگی مستقیم به اختلاف دمای دو عنصر دارد. طبیعی است اگر دمای اشیا و بویژه سطوح داخلی یک بنا سردتر از دمای بدن باشد، طبق قانون ترمودینامیک انتقال حرارت از بدن به سمت سطوح داخلی بنا بوده و هنگامی که دمای سطوح داخلی گرم‌تر از سطح بدن باشد، انتقال حرارت به صورت عکس خواهد بود. می‌توان گفت دمایی که سطح حساس دماسنج در مرکز یک کره سیاه رنگ ثبت می‌کند، همان دمای تابشی است [۲۵].

۲-۱-۲-۳ رطوبت

زمانی که عرق توسط بدن انسان گرم می‌شود، تبخیر اتفاق می‌افتد. بخار ناشی از تبخیر به سمت محیط حرکت کرده و بدن به آرامی خنک می‌شود. کیفیت چنین حالتی با مقدار رطوبت محیط به عنوان متغیری

اساسی ارتباط مستقیم دارد. مقدار رطوبت موجود در محیط را به صورت درصد بیان می‌کنند، که با حداکثر رطوبت موجود در هوا مقایسه می‌شود [۲۶].

۴-۱-۱-۲-۲ جریان هوا

جریان هوای اطراف بدن نیز ایجاد کننده جریان حرارتی از بدن و یا بسوی بدن است. بنابراین، دمای بدن تحت تأثیر جریان هوا تغییر می‌کند. در فضای داخلی در صورتی که گرم باشد جریان هوا با سرعت یک متر بر ثانیه خوشایند بوده و تا یک و نیم متر بر ثانیه ممکن است قابل قبول باشد و در شرایط سرد، جریان هوا باید میزان کمتری را دارا باشد [۲۷].

۲-۱-۲-۲ شاخص‌های فردی

۱-۲-۱-۲-۲ نرخ فعالیت

میزان حرارت تولید شده بوسیله بدن انسان با واحد وات بر مترمربع پوست بدن انسان سنجیده می‌شود. میزان حرارت تولید شده بستگی به سطح پوست و فعالیت هر شخص دارد. به ازای یک متر مربع سطح پوست بدن یک انسان در حالت خوابیده، در حدود ۴۱ وات انرژی تولید می‌شود [۲۸-۳۰].

۲-۲-۱-۲-۲ نرخ لباس

نوع پوشش و لباس یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر آسایش حرارتی به شمار می‌آید. لباس عامل موثری در تبادل حرارت بدن انسان با محیط است. زیرا چون لفافی نارسانا قسمتی از بدن را می‌پوشاند و از تماس بدن با محیط اطراف می‌کاهد. واحد عایق لباس را کلو می‌نامند [۱۷].

۲-۲-۲ مدل های آسایش حرارتی

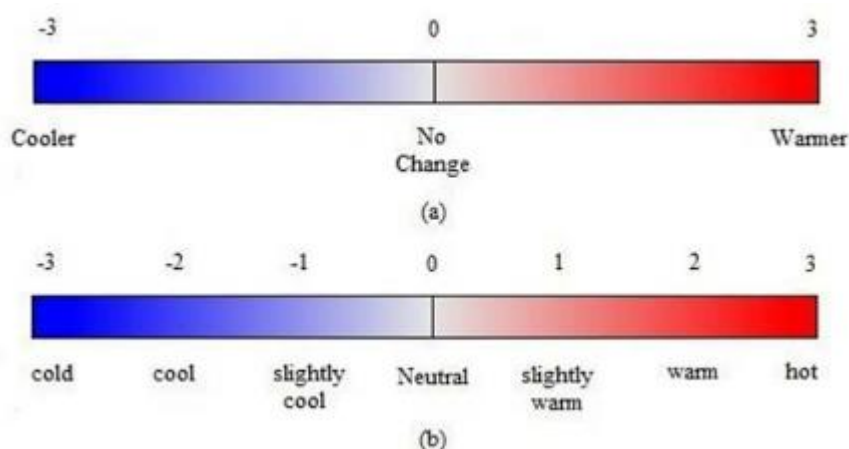
با توجه به مطالب بیان شده، می‌توان دریافت که عوامل مختلف محیطی و فیزیولوژیکی در دفع گرمای متابولیسمی مازاد بر نیاز بدن موثراند. در این میان، دستگاه خودکار تنظیم گرمای بدن، دمای آن را در حد معینی ثابت نگه می‌دارد. بنابراین، میزان فعالیت دستگاه خودکار بستگی به شرایط دارد، و در بعضی مواقع فعالیت آن به حداقل ممکن می‌رسد. در این مواقع انسان می‌تواند با راندمان بالا کار کند، به خوبی بخوابد و به طور کلی احساس آسایش کند. به همین دلیل، جمع آن مواقع را به اصطلاح منطقه آسایش می‌نامند.

مشخصه این زون حرارتی در شاخص‌های آسایش بیان شده است. شاخص‌های آسایش، دیاگرام‌ها و جدول‌هایی هستند که تأثیر جمعی همه عوامل موثر بر احساس آسایش را یکجا نشان می‌دهد. دانشمندان شاخص‌های متعددی را وضع کرده‌اند. یکی از اولین شاخص‌های مشهور، استفاده از خطوط آسایش معادل است که نشان‌دهنده دمای موثر بوده و با علامت (ET) مشخص می‌شود. سپس با انجام اصلاحاتی دمای موثر نوین (ET0) مطرح شد [۳۱]. فانگر محدوده آسایش را بر اساس محاسبه میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط ارائه کرد [۳۲]. از آنجاییکه این روش بسیاری از معیارهای آسایش را در بردارد روش کاملی به حساب می‌آید. این روش تحت عنوان PMV (پیش‌بینی درصد افراد ناراضی) نیز به آن اضافه گشت [۲۶]. اداره استاندارد ایالات متحده در سال ۱۹۸۵، میزان رطوبت سطح پوست که بواسطه تعرق بوجود می‌آید را بهترین روش برآورد نارضایتی حرارتی برشمرد و بر این اساس دمای سطح پوست (TS) و میزان رطوبت آن را به عنوان دو عامل مهم در محاسبه آسایش حرارتی ارائه کرد [۱۷]. در این میان، مدلی نیز وجود دارد که دمای داخلی یا محدوده دمایی قابل قبول را با پارامترهای اقلیمی بیرون تنظیم می‌کند. این مدل به مدل سازگاری مشهور است [۱۷].

۲-۲-۱-۲ تئوری آسایش حرارتی PMV

این روش که به اختصار PMV خوانده می‌شود، بوسیله فانگر در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد شده است که بر اساس میزان تبادل حرارت بین بدن انسان و محیط اطراف استوار است [۲]. از آنجایی که در این روش بسیاری از معیارهای آسایش از قبیل متغیرهای اقلیمی، نوع پوشاک و فعالیت با هم مدنظر قرار می‌گیرند، یکی از کامل‌ترین و دقیق‌ترین روش‌های تخمین آسایش شناخته می‌شود.

متغیرهایی که در این مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از، میزان حرارت تولید شده در اثر متابولیسم، ضریب مقاومت لباس، دمای خشک، متوسط دمای تشعشعی، سرعت جریان هوا و فشار بخار آب. به طور کلی، PMV رنجی بین +۳ تا -۳ دارد و منطقه آسایش حرارتی بین +۰,۵ تا -۰,۵ است و از +۲ تا -۲ قابل قبول است [۳۳]. تصویر ۲-۲ نشان دهنده رنجهای مختلف شاخص PMV برای درجات مختلف از احساس حرارتی است [۳۳].



تصویر ۲-۲: مقیاس شاخص PMV (منبع: ۳۳)

۲-۲-۲-۲ مدل سازگاری

بر اساس استاندارد اشری ۵۵ مدل سازگاری مدلی است که دمای داخلی یا محدوده قابل قبول دمایی را با پارامترهای کلیماتولوژیکال یا مترولوژیکال بیرون تنظیم می‌کند [۱]. در واقع، براساس شرایط اقلیمی خارج از ساختمان تخمین زده می‌شود. آنچه که اکثر محققین در تحقیقات خود نشان داده‌اند، عبارتست از اینکه احساسات ما از آسایش تنها به فیزیولوژی انسانی و مکانیزم‌های انتقال حرارت وابسته نبوده، بلکه به عوامل اجتماعی و واکنش‌های روانی ما به محیط نیز بستگی دارد [۲].

کمپتن و لوتزنسر استدلال کرده‌اند که استاندارد اشری ۵۵ [۱] و ایزو ۷۷۳۰ که در اصل در ساختمان‌های کاملاً کنترل شده توسعه یافته‌اند، تفاوت‌های فرهنگی و اجتماعی و اهمیت آنها در درک نیازهای مردم و انتظاراتشان از تهویه مطبوع را نادیده گرفته‌اند. به عبارت دیگر مهندسان ابزار مناسبی برای کمک به انتخاب زمان و کاربرد سیستم‌های تهویه مطبوع مورد نیاز در ساختمانها ندارند و تحت چه شرایطی می‌توانند استراتژی‌های صرفه‌جویی انرژی بدون فدا کردن شرایط آسایش را با هم ترکیب کنند [۳۰].

اشری از یک سری زمینه‌های آزمایشی با کیفیت بالا از میان منطقه‌های اقلیمی سرد و معتدل، گرم‌وخشک و گرم‌ومرطوب حمایت می‌کند [۳۴]. هدف اصلی این پروژه به نام "توسعه یک مدل سازگاری از آسایش حرارتی و ترجیحی" مطالعه، توسعه و آزمایش مدل‌های سازگاری و بدست آوردن یک پایگاه داده در زمینه مطالعات قبلی برای برشمردن فاکتورهای ادراکی و مفهومی که در مجموعه آزمایشگاهی وجود نداشتند. در این میان برخی محققین استاندارد ایزو ۷۷۳۰ را بررسی کردند و پیشنهاد دادند که با توجه به تفاوت‌های فردی، ممکن است ایجاد رضایت همه افراد در یک فضا بسیار سخت باشد. اما گاهی کنترل فردی محیط حرارتی ترکیب شده با سازگاری فردی باعث افزایش سطح رضایت افراد می‌شود [۳۵].

محققین دیگری بازبینی اشری ۵۵ را به پایان رساندند که شامل فهرست جدیدی از استاندارد آسایش سازگاری (ACS) برای ساختمان‌های با تهویه طبیعی می‌باشد. این محققین توصیف کردند که تئوری پشت این مدل، فاکتورهای فراتر از چهار پارامتر قدیمی محیطی و پارامترهای شخصی می‌باشد که ادراک افراد از گرما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تئوری پشت این مدل، فرضیه سازگاری است که به سه نوع سازگاری رفتاری، فیزیولوژیکی و روانشناسی تقسیم می‌شود [۳۶].

رویکرد سازگاری به آسایش با استفاده از مطالعات میدانی بر روی مردمی که سرگرم زندگی روزمره بوده‌اند با هدف تهیه راهنمایی که متناسب با شرایط زندگی معمولی باشد، توسعه داده شده است. این رویکرد بر مشاهداتی استوار است که ثابت می‌کند مردم با داشتن زمان و فرصت مناسب کارهای گوناگونی برای سازگار شدن با محیط اطراف خود انجام می‌دهند [۳۶].

۲-۲-۳ آسایش حرارتی و مصرف انرژی در ساختمان

به منظور پیش‌بینی شرایط آسایش حرارتی در داخل ساختمان و همچنین تحلیل عملکرد انواع سیستم‌های سرمایش و گرمایش از نظر مصرف انرژی و آسایش حرارتی به منظور انتخاب مناسب سیستم تهویه مطبوع و یا بهینه‌سازی عملکرد این سیستم‌ها با توجه به شرایط اقلیمی، آداب و رسوم منطقه‌ای و همچنین محدودیت‌ها، لازم است که فضای داخل ساختمان از نظر حرارتی مدل سازی شود.

برای بررسی آسایش حرارتی معمولاً از مدل فانگر استفاده می‌شود. با استانداردهای آسایش حرارتی (ایزو ۷۷۳۰)، محدوده $0.5 < PMV < 0.5$ - به عنوان محدوده قابل قبول برای آسایش حرارتی است.

پارامترهای محیطی موثر بر آسایش حرارتی از قبیل دمای هوا، دمای متوسط تابش، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا بسته به اینکه برای ایجاد شرایط آسایش حرارتی در ساختمان از چه نوع سیستم گرمایش یا سرمایش (همرفتی و تابشی) استفاده شده است، از معادلات و مدل‌های ریاضی قابل محاسبه هستند [۳۷].

۲-۲-۴ لزوم توجه به آسایش حرارتی

در مطالعات زیادی به آسایش حرارتی پرداخته شده و تعداد مطالعات انجام شده در این زمینه روز به روز در حال افزایش است. تأثیر آسایش حرارتی اقلیمی بر سلامتی انسان و کاهش مصرف انرژی ساختمان از مهمترین دلایل بررسی شرایط آسایش اقلیمی می‌باشد که در ادامه به طور مفصل به آن پرداخته شده است.

۲-۲-۴-۱ سلامتی انسان

آسایش حرارتی از عوامل مهم و موثر در سلامت انسان‌هاست. ناستس و ماتزار کیس به بررسی مرگ و میر شهر آتن با استفاده از شاخص‌های آسایش پرداختند. در این تحقیق که طی دوره زمانی ۱۹۹۲-۲۰۰۱ از شاخص حرارتی دمای معادل فیزیولوژیک و شاخص اقلیم حرارتی جهانی به منظور تفسیر درجه استرس فیزیولوژیکی استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که مرگ و میر ارتباط زیادی با درجه حرارت هوا دارد. علاوه بر این یافته‌های استخراج شده از مدل‌های خطی تعمیم یافته نشان داد که ارتباط آماری معنی‌داری بین دمای هوا، دو شاخص یاد شده و مقدار مرگ و میر در همان روز وجود دارد [۳۸]، اومونيجو و همکاران شرایط اقلیمی محیط نیجریه را در ارتباط با سلامتی انسان با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. اطلاعات در مورد آب‌وهوا، محیط زیست و دمای محیط برای سلامتی انسان و پزشکان بسیار مهم است. در این میان مهمترین اطلاعات زیست محیطی موردنیاز پزشکان برای حفظ سلامت انسان، عملکرد و شرایط آسایش حرارتی است. نتایج این تحقیق نشان داد که ایالت اوندو مکان مستعدی برای برخی از بیماری‌های مرتبط با گرما و مرگ و میرهای ناشی از آن است [۳۹].

۲-۴-۲ کاهش مصرف انرژی

وجود شرایط حرارتی مطلوب در محیط داخلی در مصرف انرژی داخل ساختمان نیز تأثیر می‌گذارد و آن را بهبود می‌بخشد. در واقع، ایجاد شرایط حرارتی مناسب با استفاده از روش‌های غیرفعال، در هر دو فصل تابستان و زمستان می‌تواند سبب کاهش بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان شده و میزان مصرف انرژی فسیلی و الکتریکی را کاهش دهد [۴۰].

۳-۲ واکنش افراد به حرارت محیط اطراف

گرمای سوخت و ساز بدن در سلول‌ها ساخته می‌شود. این گرمای تولید شده در سلول‌های بدن اغلب از طریق هدایت با توجه به حرکت مایعات خارج سلولی مانند خون به قسمت‌های اطرافشان منتقل می‌شود. این انتقال حرارت یک حرکت پویا و پیچیده بین سلول‌های بدن است که وابسته به گرمای بدن و خواص فیزیولوژیکی سلول‌های بدن می‌باشد. هدایت گرمایی، چگالی، گرمای ویژه و میزان فشار خون فاکتورهای اصلی برای تعیین میزان گرمای انتقالی در بدن هستند. حرارت ارسالی به سطح بدن می‌تواند از طریق هدایت، تابش و تبخیر به وسیله پوست و ریه‌ها با محیط تبادل شود [۴۱].

برای حفظ دمای بدن در یک حد ثابت، باید مقدار گرمای از دست رفته از سطح پوست بدن با توجه به محیط‌های مختلف متفاوت باشد. بنابراین، بدن انسان مکانیزم تنظیم حرارت خود را در حالات مختلف تغییر می‌دهد و این تغییر حالات بدن حاصل واکنش‌های فیزیولوژیکی و روانی افراد است [۴۱]. این پارامتر یکی از اصلی‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر سطح آسایش حرارتی بوده و با بررسی دقیق‌تر اثرات آن بر افراد می‌توان به درک روشنتری از واکنش‌های فردی در رابطه با آسایش حرارتی رسید.

۲-۳-۱ واکنش‌های فیزیولوژیکی

گیرنده‌های حسی بدن در دو قسمت پوست و هیپوتالاموس واقع شده است. این گیرنده‌های دمایی، با توجه به نوع پاسخ به محرک گرم و یا سرد است [۴۲]. این گیرنده‌های دمایی سطح پوست به وسیله مسیرهای عصبی به هیپوتالاموس متصل است. هیپوتالاموس جلویی و ناحیه Preoptic، میزان گرمای اتلافی بدن را کنترل می‌کند و هیپوتالاموس پشتی با انقباض عروق و لرزیدن بدن درگیر است. با این نوع واکنش‌های کنترل شده توسط هیپوتالاموس، بدن افراد گرمای اتلافی از طریق تنفس و پوست را کنترل می‌کند [۴۲].

۲-۳-۱-۱ انبساط و انقباض عروق

همه مقدار گرمای مبادله شده از راه هدایت، به وسیله تفاوت دمایی بین دو سطح ماده اتفاق می‌افتد. دمای پوست و دمای هوا دو فاکتور مهم بر میزان مبادله گرما هستند [۴۳].

بدن با انبساط عروق باعث افزایش اتلاف حرارت و با انقباض پوست اتلاف حرارت را کاهش می‌دهد. انقباض رگ‌ها ناشی از سرما باعث می‌شود جریان خون اکسیژن کمتری به سلول‌ها برساند و در نتیجه این کاهش جریان خون، کاهش دمای پوست و کاهش تبادل حرارتی بین پوست و محیط اطراف دیده می‌شود. در نتیجه باعث کاهش میزان اتلاف حرارت از بدن می‌شود [۴۲].

در اندام‌ها منقبض شدن رگ‌های سطح پوست باعث کاهش جریان خون در آنها و کاهش اتلاف حرارتی و بازگشت گرما به سمت هسته بدن می‌شود. به هنگام انبساط رگ‌ها، رگ‌های خونی به سطح پوست بدن نزدیک می‌شوند تا توانایی تبادل حرارت پوست با محیط و اتلاف حرارتی بدن افزایش یابد. به وسیله افزایش جریان خون گرمای زیادی از درون بدن به سطح پوست منتقل می‌شود و دمای پوست بالا می‌رود. بنابراین میزان اتلاف حرارتی از طریق هدایت و تشعشع افزایش می‌یابد [۴۱].

۲-۳-۱-۲ تعریق

انسان می‌تواند تعریق زیادی کند. این تعریق ظرفیتی است که توانایی انطباق با طیف گسترده‌ای از تنش حرارتی را برای افراد ایجاد می‌کند. این غدد تعریق توسط فرمان‌های ارسالی از هیپوتالاموس در طول مسیرهای عصبی فعال می‌شوند. زیرا این غدد استیل کولین آزاد می‌کنند. افزایش تعریق باعث افزایش اتلاف حرارت بدن به شکل همرفت در مواقع افزایش دمای بدن می‌شود. انبساط عروق بیشتر توسط تعریق تحریک می‌شود. افزایش دمای سطح پوست می‌تواند باعث تحریک غدد تعریقی شود و تعریق بدن را افزایش دهد [۴۲].

۲-۳-۱-۳ لرزیدن

لرزیدن حاصل دو دمای سطح پوست و دمای درونی افراد است. هنگامی که دمای بدن کاهش یابد متابولیسم بدن شروع به افزایش یافتن به شکل لرزیدن می‌کند. در واقع بخش بزرگی از عضلات بدن وارد مرحله‌ای از فعالیت شدید و غیرارادی می‌شود. با انجام این عمل دمای درون بدن افزایش یافته در واقع به صورت ناخودآگاه با هایپوترمی ایجاد شده در بدن مقابله می‌کند [۴۴].

لرزیدن می‌تواند سطح متابولیسم بدن را تا ۵ برابر زمانی که نمی‌لرزد افزایش دهد. لرزیدن با شدت بالا، تمایل به ادامه داشتن دارد در حالی که لرزشهای خفیف گاهی رخ می‌دهد. لرزیدن در افزایش گرمای سوخت و ساز بدن موثر است با این حال دمای درونی بدن را کاهش می‌دهد زیرا مقدار زیادی گرمای تولید شده از بدن دفع گردیده و به محیط اطراف داده می‌شود [۴۴].

۲-۳-۲ واکنش‌های روانی

محیط‌های حرارتی تا حد زیادی احساس حرارتی افراد و رفتار آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد که این همان پاسخ‌های روانی افراد به محیط‌های حرارتی می‌باشد. بشر به تغییرات اقلیمی به عنوان یک اولویت بالا پاسخ

می‌دهد و این مسئله به ویژه در مورد افرادی که در یک اقلیم هستند و بدون واکنش‌های رفتاری نمی‌توانند زنده بمانند، صدق می‌کند [۴۵].

۲-۳-۱-۲ انتظارات افراد

شرایط آسایشی و عدم آسایش ممکن است با شرایطی که افراد انتظار دارند متفاوت باشد. ممکن است شرایط خارج از محدوده آسایش باشد ولی افراد انتظار ایجاد شرایط بهتر را نداشته باشند در این صورت افراد در آن احساس آسایش می‌کنند. انتظار را می‌توان به این شکل تعریف کرد: پیش‌بینی مطمئن از شکل و حالت آینده. که این بستگی دارد به شخص با ویژگی‌های روانی، تجربه و فرهنگ افراد. پاسخ به تفاوت بین شرایط واقعی و هر آنچه انتظار می‌رود بستگی دارد به فرد و چگونگی حذف شرایطی که دور از انتظارشان است. توان پیش‌بینی عواقب شرایط (که آیا شرایط بهتر یا بدتر از آنچه انتظار می‌رود است) و فرصت یافتن برای تغییر شرایط [۴۶].

۲-۴ عوامل طراحی محور موثر بر سطح آسایش حرارتی

شرایط حرارتی داخل ساختمان ارتباط مستقیمی با ویژگی‌های معماری و ساختاری بنا نظیر ابعاد و اندازه، جهت‌گیری، میزان بازشوها و ابزارهای سایه‌اندازی دارد [۴۷]. بر همین اساس، بررسی دقیق‌تر این پارامترها در جهت ارتقا سطح آسایش حرارتی بسیار مهم است.

۲-۴-۱ خصوصیات حرارتی سطوح

حجم حرارتی در واقع، بیانگر توانایی مصالح مختلف در جذب و ذخیره انرژی گرمایی است. توماس تعریفی از این ویژگی‌های حرارتی در مطالعات خود ارائه می‌دهد [۴۸]. بر اساس این تعریف، میزان گرمای انتقال داده شده در هر واحد از ضخامت برای یک تفاوت دمایی مشخص در دو طرف یک مصالح معرف رسانایی گرمایی

آن است [۴۸]. چوب، پلاستیک و فوم‌ها با این که رساناهای ضعیفی هستند، درست به همین دلیل عایق مناسبی برای انتقال حرارت به حساب می‌آیند. بعلاوه، ظرفیت گرمایی ویژه در واقع میزان حرارتی است که مصالح قادر به ذخیره آن در واحد حجم و تغییرات دمایی هستند. حجم حرارتی یک مصالح، حاصل ضرب حجم آن، ظرفیت گرمایی ویژه و افزایش دمای آن است. جدول ۱-۲ نشان دهنده خصوصیات گرمایی برخی مصالح رایج در ساختمان است.

جدول ۱-۲: خصوصیات حرارتی مصالح رایج در ساختمان

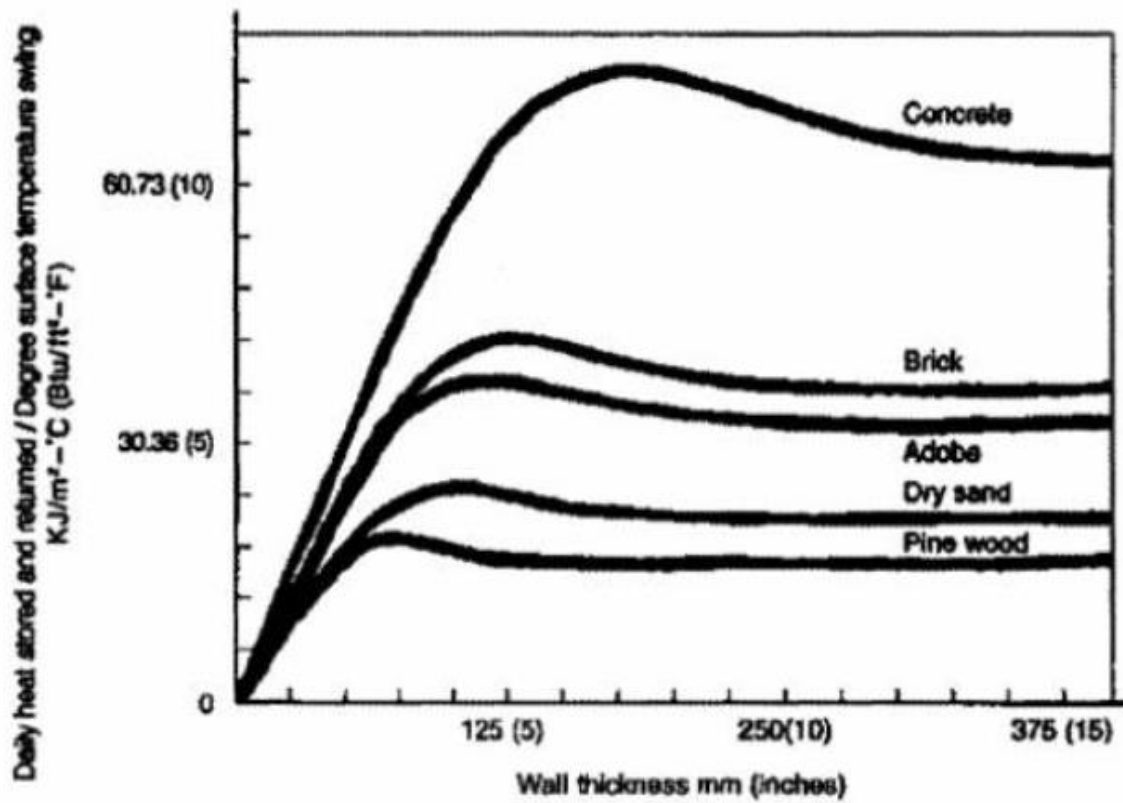
Material	Cond. W/mK	Den. (Kg/m³)	Spec.Heat Wh/Kg
1 Burnt Clay Brick	0.57	1400	0.3
2 Sand	0.4	1700	0.24
3 Aggregates	3.0	2700	0.22
4 Timber	0.16	850	0.7
Clay Tiles	0.8	1900	0.24
Glass	0.16	2500	0.21
Gypsum Board	0.22	900	0.23
Aluminium sheets	160	2700	0.25
Concrete	1.7	2300	0.24
Cement mortar	0.93	1800	0.29

از دیگر پارامترهای مرتبط با حجم حرارتی می‌توان به U-Value و ادمیتانس حرارتی اشاره کرد. از دست رفت گرما در هر عنصر ساختمانی با U-Value آن مرتبط است [۴۸]. این پارامتر در واقع نرخ جریان حرارتی در هر واحد سطح است که از کناره گرمتر به کناره سردتر مصالح جریان می‌یابد. میزان ادمیتانس حرارتی در این میان، به ضخامت، رسانایی گرمایی، تراکم، گرمای ویژه و دفعات ورود گرما به آن بستگی دارد. با توجه به جدول ۲-۲ مصالح متراکم‌تر دارای ادمیتانس بالاتری نیز هستند.

جدول ۲-۲: ادمیتانس و تراکم مصالح رایج ساختمانی، [۴۸]

Item	Admittance (W/m ² K)	Density (kg/m ³)
1. 220 mm solid brickwork, unplastered	4.6	1700
2. 335 mm solid brickwork, unplastered	4.7	1700
3. 220 mm solid brickwork with 16 mm lightweight plaster	3.4	1700 for brickwork 600 for plaster
4. 200 mm solid cast concrete	5.4	2100
5. 75 mm lightweight concrete block with 15 mm dense plaster on both sides	1.2	600 for concrete 600 for plaster

با توجه به تحقیقات آندرسون و ولز، امکان ذخیره انرژی در مصالح وجود دارد. به طور مثال، یک دیوار ضخیم آجری می‌تواند منبع مهمی برای ذخیره میزان قابل توجهی از حرارت باشد [۵۰]. در طول روز با افزایش تابش، گرما شروع به نفوذ در مصالح کرده و در شب هنگام این مسیر برعکس شده و حرارت به سمت پوسته خارجی مصالح جریان می‌یابد. این فرآیند در معماری بومی این مرز و بوم همواره به عنوان راه‌حلی کارآمد برای خنک‌سازی فضای داخلی استفاده می‌شده است. در شکل زیر ظرفیت ذخیره حرارتی مصالح رایج ساختمانی نشان داده شده است. با توجه به شکل بیشترین ظرفیت مربوط به دیوار بتنی می‌باشد.



تصویر ۲-۳: ظرفیت حرارتی مصالح رایج ساختمانی (منبع: ۴۹)

در واقع، حجم حرارتی می‌تواند جریان ورودی حرارتی به بنا را کمی به تأخیر انداخته و از این طریق سبب خنک‌تر ماندن فضای داخلی شود [۵۱]. در برخی موارد نیز مصالح با حجم حرارتی بالا در فضای داخلی می‌توانند گرمای مازاد تولید شده را به فضای خارج از بنا انتقال دهند و سبب بهبود شرایط حرارتی داخلی شوند [۵۲].

گذشته از ویژگی حجم حرارتی در مصالح، استفاده از مصالح سرد (بازتاب بالا) یکی از عوامل موثر در کاهش دمای فضای داخلی می‌باشد [۴۷]. در تحقیقاتی که در آتن انجام گرفته، نتایج نشان می‌دهد که با استفاده از بام سرد می‌توان کاهش دمایی در حدود ۲٫۸ درجه سانتیگراد را در فضای کلاس ایجاد کرد [۴۷]. در تحقیقات دیگری که در این باره انجام شده نیز استفاده از بام‌های سرد می‌تواند دمای فضای داخلی را در حدود ۱ تا ۲٫۷ درجه سانتیگراد کاهش دهد [۵۲]. که این موارد نشان‌دهنده اهمیت استفاده از مصالح مناسب در ارتقا احساس آسایش حرارتی در فضای داخلی ساختمان است.

۲-۴-۳ بازشوها و سایه‌اندازی

در ساده‌ترین نگاه و تعریف در مورد بازشوهای ساختمان، می‌توان گفت این عناصر یکی از بخش‌های مهم ساختمان هستند که وظیفه تأمین روشنایی داخل ساختمان در طول روز، تهویه هوا و دید به بیرون را فراهم می‌آورند. اما در این تعریف هیچ‌گونه دید مهندسی لحاظ نشده است. حال آنکه جنس و محل قرارگیری بازشوها نقش مهمی در بهره‌وری انرژی ساختمان بر عهده دارند. بازشوها صرفاً وظیفه عبور پرتو آفتاب به داخل ساختمان جهت تأمین روشنایی را بر عهده نداشته، بلکه همراه این پرتوی عبوری انرژی حرارتی خورشید را نیز به داخل ساختمان می‌کشانند. مضاف بر این که در کنار درهای خروجی، مستعدترین جز در راستای تعادل حرارت محیط داخل و خارج ساختمان هستند به بیانی دیگر بیشترین اتلاف حرارتی از این نواحی رخ می‌دهد که در طول تابستان گرما از محیط گرم به محیط سرد وارد می‌شود و در زمستان عکس

این حالت اتفاق می‌افتد و گرما از محیط گرم داخل به محیط سرد خارج منتقل می‌شود که هر دو نامطلوب است. پس از بحران انرژی سال ۱۹۷۰ کارخانجات سازنده انواع بازشو در کشورهای اروپایی و آمریکا به این فکر افتادند تا با طراحی نوین و اصولی این عناصر و جانمایی صحیح آنها در ساختمان، گامی موثر در جهت کاهش اتلاف انرژی و بهبود عملکرد حرارتی فضاهای داخلی بردارند.

۲-۴-۳-۱ پنجره

پنجره یکی از عناصر اصلی ساختمان و عامل روشنایی طبیعی داخلی است. پنجره جریان هوا را از خود عبور می‌دهد و از نظر روانی موجب آرامش می‌شود و دعوت کننده طبیعت به داخل بناست. پنجره فوایدی دارد اما اگر در طراحی آن دقت نشود عنصر مضر برای ساختمان خواهد بود. پنجره را از دو دریچه می‌توان بررسی کرد:

- به عنوان عنصری با ویژگی‌های زیبایی شناسانه
- به عنوان یکی از عوامل آسایش حرارتی، بصری و صوتی

۲-۴-۳-۲ کارکردها و سازندهای پنجره

سه کارکرد مهم پنجره عبارتند از:

- تاثیر مثبت در ایجاد روشنایی برای فضا، تامین دید از فضای داخلی و انسداد صدا
 - امکان تهویه مستقیم برای بهداشتی کردن محیط داخلی و کمک به گرمایش طبیعی
- با وجود پیشرفت‌های زیادی که در عملکرد حرارتی سیستم‌های پنجره صورت گرفته، پنجره ها همچنان عناصری هستند که عامل بیشترین میزان انتقال حرارت در ساختمان‌ها می‌باشند. طبق مطالعات انجام شده در بیشتر نقاط دنیا، حداقل یک چهارم از هزینه مصرف سوخت در منازل مربوط به هدر رفتن گرما از طریق

پنجره هاست [۵۲]. به علاوه مطالعاتی که در کشور انگلستان صورت گرفته نشان می‌دهد ۶ درصد از مصرف انرژی در این کشور مربوط به اتلاف حرارت از پنجره‌ها می‌باشد. این مقدار در ایالات متحده برابر با ۵ درصد است [۵۰]. علاوه بر مسئله هزینه و اتلاف منابع انرژی، باید به خاطر داشته باشیم که این امر سبب کاهش عملکرد حرارتی ساختمان شده و به تبع آن سطح آسایش حرارتی در این فضاها افت پیدا می‌کند [۴۹].

۲-۴-۳ اهمیت سایه‌اندازی

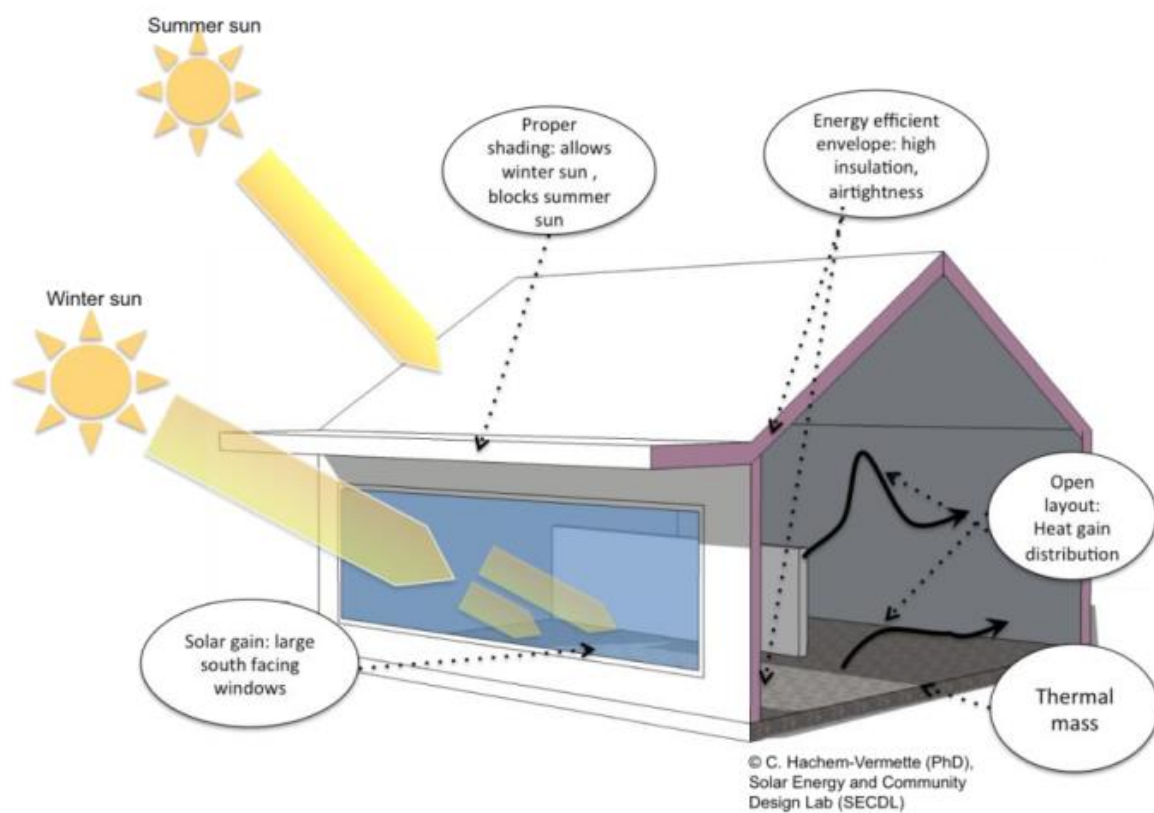
سایبان همواره یکی از عناصر مهم در معماری بوده و نقش آن در کنترل میزان نفوذ مستقیم خورشید به فضای داخل ساختمان انکارناپذیر است. متأسفانه پس از گسترش معماری مدرن در ایران، سایبان به تدریج از نمای ساختمان‌ها از ساختمان حذف شد و به عنصری تزئینی مبدل گردید [۵۲].

کشور ایران در منطقه‌ای واقع شده است که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط مختلف جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. متوسط میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر متر مربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاترین میزان متوسط جهانی است [۵۱]. بر اساس مطالعات انجام گرفته توسط فیاض و کسمایی، استفاده از سایبان در تمام عرض‌های جغرافیایی ایران به علت تابش شدید و افزایش دما خارج از حد آسایش توصیه شده است [۵۲].

از طرف دیگر یکی راهکارهای معمول صرفه‌جویی در مصرف انرژی عایق کاری جداره‌های ساختمان در جهت جلوگیری از هدر رفتن انرژی است؛ اما در صورتی که این راهکار با بی توجهی نسبت به وضعیت سایه‌اندازی نورگیرها همراه شود، ممکن است شرایط بسیار نامطلوبی را از نظر آسایش حرارتی برای ساکنین فراهم آورد. با توجه به جلوگیری اتلاف حرارت از طریق جداره‌های خارجی به کمک نصب عایق حرارتی، تابش خورشید در فضای داخل در نقاط گرم و حتی معتدل باعث افزایش دما به میزان زیاد شده و ساکنین را به استفاده از وسایل خنک کننده ترغیب خواهد کرد. بنابراین، اکنون که صرفه‌جویی انرژی در کشور ما مورد توجه قرار

گرفته و استفاده از عایق حرارتی در جداره‌های ساختمان اجباری شده، اسفاده از سایه اندازی اهمیت دو

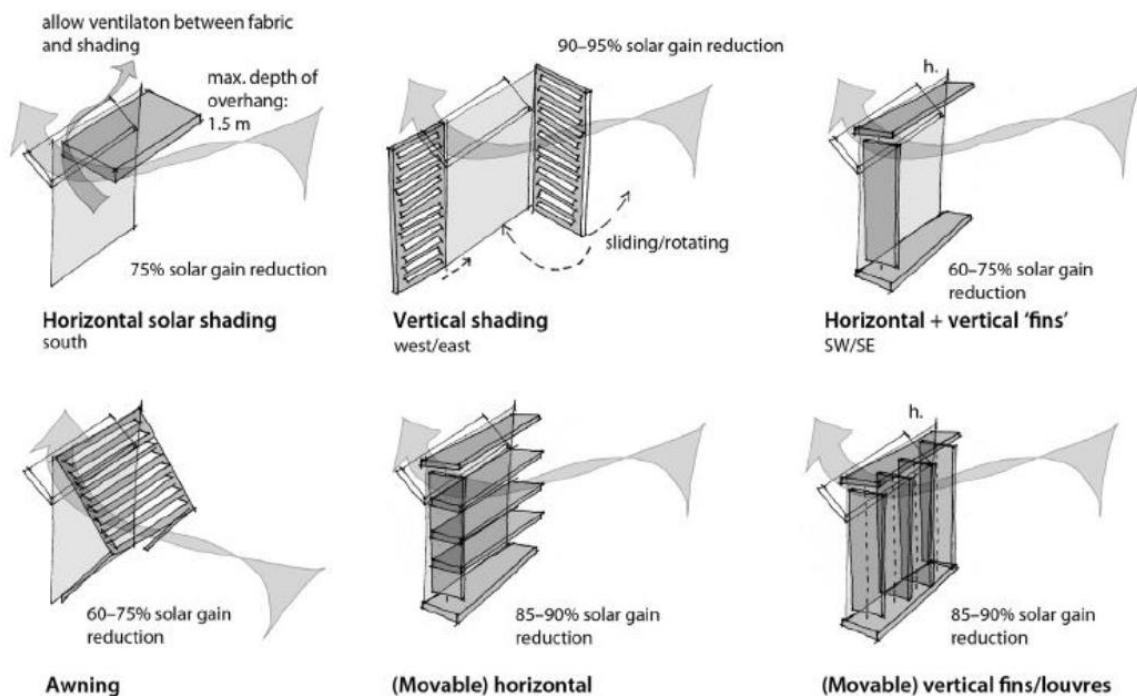
چندان می‌یابد. (تصویر ۲-۴)



تصویر ۲-۴: سایه اندازی مناسب راهکاری موثر در جهت بهبود عملکرد حرارتی فضای داخلی [۴۵]

در این میان ذکر این نکته ضروری می‌نماید که سایه‌اندازها، تنوع بسیار زیادی مانند کنسول‌های عمودی و افقی، کرکره‌ای خارجی، پرده‌های داخلی و سایبان‌های سبک را دارا می‌باشد. تصویر (۲-۵) نشان دهنده برخی از سایبان‌های معمول، به همراه فرم سایه‌انداز آنهاست.

Most effective shading



Bottom three shading devices are suitable for all orientations if movable shading fins. They are effective solar shading, but reduce daylighting and winter solar gain so use with care.

Design sliding/inward-opening windows, which do not impede natural ventilation. Design top inward-opening 'hopper' windows for night cooling (h.).

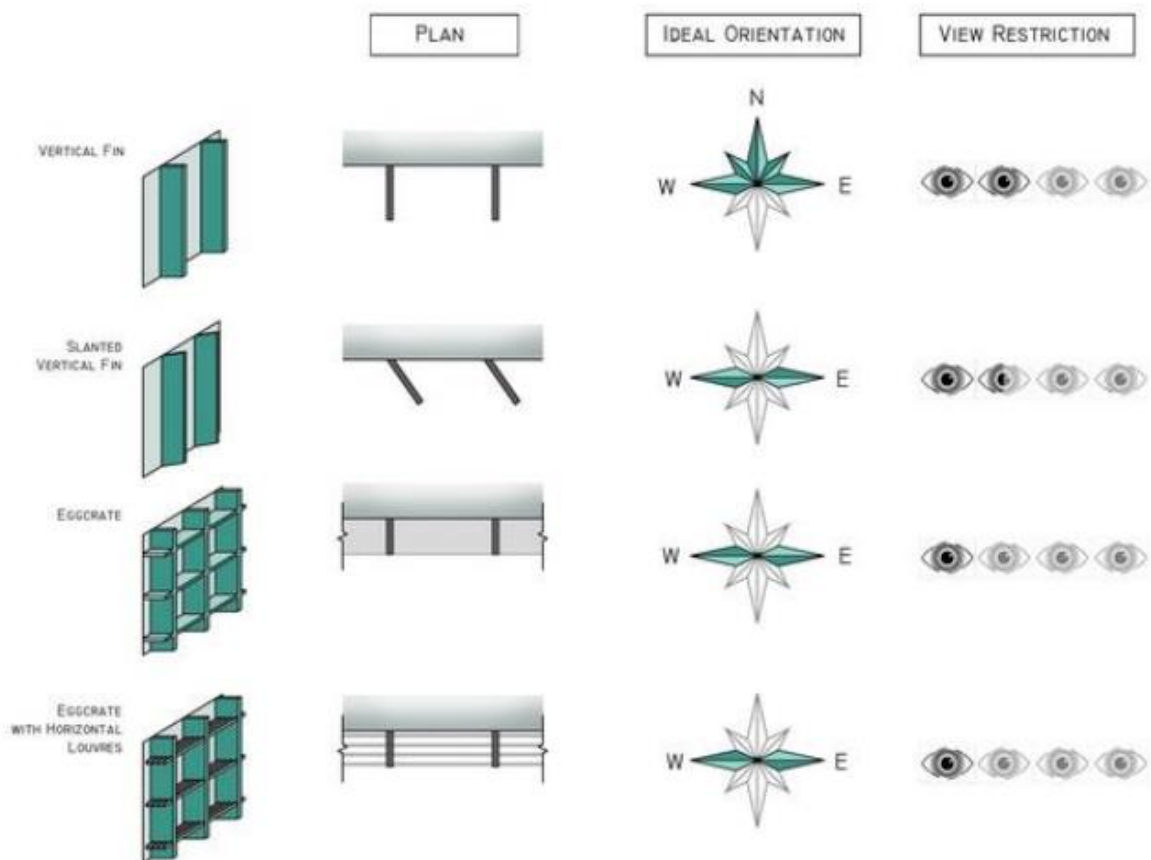
تصویر ۲-۵: پیکره‌بندی برخی از سایبان‌های معمول [۴۶]

۴-۳-۴-۲ انواع سیستم‌های سایه‌انداز در ساختمان

۴-۳-۴-۲-۱ سایبان‌های خارج از پنجره

اولین گروه از آفتاب‌گیرها وسایلی هستند که بر روی سطح خارجی چارچوب پنجره نصب می‌شوند. سایبان‌هایی از این نوع شامل سایه‌بان‌های ساختمانی ثابت و کرکره‌های چوبی و فلزی و دریچه‌های چوبی

هستند. سایبان‌های ثابت از اواسط خرداد تا اواسط شهریور بر روی پنجره سایه می‌اندازند. یعنی زمانی که هوا خیلی گرم است و در عین حال این سایبان‌ها از اواسط اسفند تا اواسط خرداد نیز ایجاد سایه می‌کنند یعنی زمانی که حرارت آفتاب ممکن است مطلوب باشد. علت این وضع این است که یک تاخیر زمانی یک تا یک ماه و نیم بین اوج فصل گرما یعنی مرداد و زمان حداکثر تابش خورشیدی در نیمه خرداد وجود دارد [۴۸-۵۲].



تصویر ۲-۶: انواع سایبان های خارجی (منبع: <http://tboake.com>)

اگرچه سایبان‌های خارجی از نقطه‌نظر حذف انرژی کارآمدترین ابزار می‌باشند، با این حال هنگامی که سایبان خارجی تعبیه شده به لحاظ طراحی ایراد داشته باشد، سایبان‌های داخلی نظیر پرده، سایبان رولی، کرکره‌های پریشان داخلی و ... می‌تواند برای مسدود ساختن نور خورشید در زمانی که نور از سایبان خارجی به داخل نفوذ می‌کند، استفاده شوند. متحرک و قابل تنظیم بودن این سایبان‌ها آن‌ها را قادر به عکس‌العمل آسان در برابر ملزومات متغیر می‌نماید. بنابراین، آن‌ها گزینه مناسبی برای پاسخگویی به مسائل متغیر محیطی هستند. به عنوان در دوره‌های انتقالی یا یخبندان احتمال وجود روزهای گرم استثنایی می‌رود و از آن جا که سایبان‌های خارجی به نیازهای کلی در طول سال طراحی شده‌اند، وجود سایبان خارجی قابل تنظیم می‌تواند تضمین کننده آسایش حرارتی در طول سال باشد.

مزایای سایبان‌های داخلی را می‌توان به اختصار چنین بیان کرد:

- هزینه کم
 - احتیاجی به مقاومت در برابر عوامل جوی مانند باد و تابش آفتاب ندارد.
 - ایجاد خلوت، کنترل خیرگی، زیبایی فضای داخل و همچنین بهبود آکوستیک داخلی.
- از آنجا که سایبان‌های داخلی امواج تابشی خورشید را پس از عبور از شیشه و ورود به ساختمان مسدود می‌کنند، نقش چندان در سرمایش ندارند و قسمت عمده گرمای خورشید در ساختمان باقی می‌ماند. با وجود این، چنانچه ضلعی از سایبان رو بر شیشه است سفید رنگ باشد، می‌تواند امواج تابشی خورشید را پیش از آنکه به گرما تبدیل شوند و دوباره به بیرون منعکس سازد و عملکرد حرارتی سایه بان داخلی را تا حدی بهبود بخشد [۵۰].

سایبان‌های داخلی قیمت تمام شده ارزانی دارند اما از آنجا که اکثر آنها حدود ۰,۱ گرمای خورشید را به بیرون بازتابش می‌کنند، در جلوگیری از ورود گرما به داخل ساختمان ضعیف عمل کرده و باعث انباشت

حرارت در فضای داخلی می شوند. سایبان های داخلی صرفاً باید به صورت دستی کنترل شوند، این موجب می شود افراد به محض احساس آزاردهنده بودن تابش مبادرت به بستن آنها نمایند ولی باز کردن آنها پس از برطرف شدن تابش فراموش می شود. در نتیجه افراد حتی مواقعی که آسمان ابری است و تابش خورشید به شدت مورد نیاز است را نیز در محیط بسته سپری می کنند [۴۲] (تصویر ۲-۶).

Internal Shading devices



تصویر ۲-۷: انواع سایبان های داخلی (منبع: image.slidesharecdn)

۲-۴-۳-۴-۲ سایبان های متحرک

هرچند سایبان های متحرک نسبت به انواع ثابت پاسخی بهتر به طبیعت پویای آب و هوا می دهند، ولی قابلیت آنها از این جهت که باید به صورت مداوم توسط سیستم های مکانیکی یا دستی تنظیم شوند، محدود است؛ هزینه تعمیرات و نگهداری این سیستم ها نیز مزید بر علت می باشد. این سایبان ها بهترین عملکرد را در جلوگیری از ورود گرما به داخل دارند، اما بحث دوام آنها در برابر شرایط جوی همچنان باقی است [۳۸].

۲-۴-۳-۴-۳ کرکره پرسیان

در صورتی که کرکره پرسیان (یا ونیزی) به صورت خارجی به کار رود، یکی از مناسب ترین گزینه های سایه بان برای ساختمان خواهد بود. این کرکره کاملاً انعطاف پذیر بوده و جزء محدود گزینه هایی است که می تواند بدون محدود کردن دید، تابش خورشید را مسدود سازد و یا این که به منظور تأمین روشنایی بیشتر نور را به سمت سقف منعکس سازد.

گونه های سنتی تر این کرکره ها با حفره های ریز خود امکان ورود مقداری نور و نیز دید را حتی زمانی که سایبان کاملاً بسته باشد فراهم می سازند. هر چند کرکره های پرسیان سنتی کشور ما بیشتر تیره رنگ بوده اند، با این حال رنگ سفید و یا گونه هایی که رویه آینه ای دارند گونه های کاربردی تری برای گرمایش، سرمایش و روشنایی محسوب می شوند [۳۸].



تصویر ۲-۱۰: سایبان کرکره ای پرسیان (منبع: <http://www.jazzaab.com>)

۲-۴-۳-۴-۴ سایبان‌های ثابت

مهمترین عیب سایبان‌های ثابت معمول این است که به دلیل ایستا بودن و عدم تغییر شرایط متغیر محیطی، دوره بهره‌گیری پنجره از خورشید تابع دما نبوده بلکه صرفاً تابع زمان و موقعیت خورشید در آسمان می‌باشد. با وجود این، علت هزینه نصب و نگهداری اندک هنوز مورد توجه بوده و کاربرد آن‌ها به خصوص در ساختمان‌های ارزان قیمت و یا در اقلیم‌هایی که به دلیل شرایط نامساعد جوی امکان استفاده از سیستم‌های متحرک را ندارند، توصیه می‌شود [۳۸].

۲-۵ پیشینه تحقیق

ساخت و سازه‌های پرسرعت و بی‌قاعده و مصرف بی‌رویه منابع محدود فسیلی و اتلاف انرژی، منجر به بحران‌های زیست‌محیطی شده‌اند؛ از این رو جنبش ساختمان سبز و توسعه پایدار معماری و شهر به سرعت در حال تبدیل شدن به یک ضرورت است. در دو دهه اخیر، جنبش ساختمان سبز در حال گسترش و شیوه نگرش به صنعت ساختمان، مصرف منابع و کارآیی معماری را تغییر داده است. این مسئله منجر به توسعه استانداردها و آیین‌نامه‌های گوناگونی برای رفع ابهامات در طراحی ساختمان سبز است [۵۳]. جنبش ساختمان سبز و لدرشیپ‌لید از موارد مهمی هستند که کتب و نظریات بسیاری درباره آنها به چاپ رسیده است. انجمن ساختمان سبز آمریکا به سختی در حال "سبز کردن" ساختار بازار کار است. در سال ۱۹۹۸، این سازمان لید را برای افزایش بازده منابع ساختمان و تاثیرات زیست‌محیطی توسعه داد. گرچه توجه به فضای داخلی به لحاظ کیفی مورد توجه معماران بوده، اما این نخستین بار است که در مرحله نظارت به عنوان یک مورد مستقل مورد توجه قرار می‌گیرد. در چک‌لیست لید کیفیت محیطی فضاهای داخلی با در نظر گرفتن عوامل وابسته به کیفیت هوای داخل، شامل میزان دی‌اکسید کربن و منابع آلودگی و شیمیایی، آسایش حرارتی، نور و منظر مورد بررسی قرار می‌گیرد. این در حالی است که عوامل دیگری همچون صدا، ارگونومی، کیفیت نور مصنوعی و طیف رنگی نیز می‌توانند بر این مفاهیم اثرگذار باشند. پرداختن همزمان به همه این عوامل، مطالعات مربوط به کیفیت محیطی داخلی را بسیار پیچیده می‌کند (۵۴). آسایش حرارتی یکی از مهمترین و ملموس‌ترین عوامل کیفیت محیطی داخلی محسوب می‌شود. ساکنان برای ارتقای قابلیت‌های خود، نیازمند داشتن آسایش حرارتی در محیط‌های داخلی هستند (۵۵). به همین دلیل لازم است به تعریف و اهمیت آن در پیشینه بحث بپردازیم. طبق تعریف اشری (۱۷) آسایش حرارتی ویژگی ذهنی است که بیان‌کننده میزان رضایت افراد از حرارت محیط است. آسایش حرارتی همواره یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه معماران بوده، چرا که طراحی خلاق و ترکیب استفاده از روش‌های غیر فعال و فعال توسط آنان می‌تواند در ساختمان ایجاد محیطی مطلوب کند. صرفه‌جویی در مصرف انرژی، ایجاد کیفیت مناسب

هوای داخل، آسایش برای انجام فعالیت های گوناگون و ارتقای بازده فکری و عملی افراد، رهاورد بررسی در این مبحث است.

توجه به مسائل آسایش حرارتی در ساختمان به پس از انقلاب صنعتی بازمی گردد. پیش از انقلاب صنعتی، به علت عدم وجود تجهیزات سرمایشی و گرمایشی احساس سرما و گرما از طریق جابجایی مکان زندگی، تغییر پوشش و لباس و خوردن غذاهای مناسب، مرتفع می شد [۲]. با ساخت تجهیزات گرمایشی و سرمایشی بررسی در خصوص آسایش حرارتی جهت گیری ویژه ای پیدا کرد. بررسی توالی زمانی در مطالعات آسایش حرارتی نشان می دهد که این مسئله در دو مبحث متفاوت دنبال شده است: آزمون محفظه آب و هوایی (مطالعات آزمایشگاهی) و مطالعات میدانی [۳۰]. در سال ۱۹۲۰، مطالعات پایه ای در آمریکا صورت گرفت. این مطالعات به منظور یافتن محدوده آسایش حرارتی تحت تاثیر دمای هوا و رطوبت بود. در سال ۱۹۳۰، مهندسان دریافتند که برای ساخت تجهیزات دقیق تر و طراحی حساب شده تر باید دمای دقیق راحتی را پیدا کنند. در سال ۱۹۳۷، گاج در آمریکا مطالعه اساسی و تحلیلی انجام داد (۵). مطالعات وی در ارتقای مبانی نظری آسایش حرارتی تاثیر بسزایی داشت. پس از آن، نخستین کار تدوین شده در سال ۱۹۶۳ توسط ویکتور اولگی انجام پذیرفت [۱۲]. او شرایطی را برای فردی نشسته در سایه با مقدار جزئی جریان هوا، برقرار است تا در آنجا احساس آسایش حرارتی کند، محدودی راحتی نامید. محدودیت نمودار الودگی، توجه به ویژگی آب و هوایی بناست که در سایر شرایط داخل چندان صدق نمی کند. در ادامه کار او، باروچ جیونی تلاش کرد که نمودار جدیدی را ارائه دهد مشکلات نمودار اولگی را نداشته باشد. پس از او، ماهونی در سال ۱۹۷۱ جدولی را بر اساس محدوده آسایش در شب و روز تهیه کرد که به کمک عواملی مثل دما، رطوبت نسبی، باد و جهت باد و بارندگی می توان به راه حل های غیرفعال در طراحی ساختمان رسید. در سال ۱۹۷۲، پروفیسور اولی فنگر به محدوده تعریف آسایش در کتاب کلاسیک خود پرداخت. از دید او محدوده آسایش،

محدوده وسیع تر و تابع ویژگی اختصاصی است که در آن، از ۱۰۰ درصد ساکنان فضا کمتر از ۱۰ درصد احساس عدم آسایش داشته باشند [۱۶]. این شاخص های حرارتی اگرچه کانون های توجه متفاوتی دارند، ترکیب مناسبی از دو پارامتر بسیار مهم آب و هوا و ویژگی های روانشناسی را در اختیار می گذارند [۳۹].

با بررسی ادبیات علمی حاصل از مطالعات انجام شده در این حوزه می توان عمده مسائل مورد ارزیابی در این تحقیقات را به شرح زیر عنوان نمود:

فدایی قطبی (۱۳۸۱) در مقاله ای با عنوان طراحی اقلیمی ساختمان در جهت کاهش مصرف سوخت به بررسی نقش انرژی خورشیدی در تامین انرژی گرمایشی ساختمان پرداخته است. هدف این مقاله آن است که راهکارها و دستورالعمل هایی را برای یک طراحی اقلیمی در جهت خودکفاسازی مکان های زیستی در تامین انرژی گرمایشی مورد نیاز خود را به معماران ارائه دهد و در واقع ساختمان باید به گونه ای طراحی شود که در زمستان حرارت مورد نیاز برای آسایش ساکنین را جذب کند و از اتلاف خروج حرارت جذب شده جلوگیری نماید.

- در این نوشته کاربرد مستقیم (غیر فعال-بدون واسطه) انرژی خورشیدی بررسی شده است که شیوه استفاده مستقیم از انرژی خورشیدی، ساده ترین نوع آن است. در این شیوه تابش های خورشیدی مستقیماً داخل بنا را گرم می نماید و اتاق به صورت جذب کننده عمل می کند و به هیچ وجه از وسایل مکانیکی و تاسیساتی استفاده نمی شود یا به عبارت دیگر هیچ هزینه ای ندارد و خود ساختمان با عناصر و اجزای خود این انرژی را دریافت و نگهداری می کند و تنها نیاز به علم و آگاهی راجع به طراحی اقلیمی است. راهکارها و راهبردهای گزارش شده در این مقاله تشکیل دهنده یک شیوه هماهنگ برای طراحی مرحله به مرحله یک ساختمان در جهت استفاده از انرژی خورشیدی و آن را مشخص می کند. این مراحل شامل توجه به محل قرارگیری ساختمان، فرم و جهت گیری ساختمان، پلان، مقطع و جزئیات ساختمان می باشد.

- برزگر و حیدری (۱۳۹۲)، مقاله‌ای با عنوان "بررسی تاثیر تابش دریافتی خورشید در بدنه‌های ساختمان بر مصرف انرژی مصرفی خانگی": مطالعه موردی جهت گیری جنوب غربی و جنوب شرقی در شهر شیراز را منتشر نمودند در این تحقیق از آنالیز رگرسیون چند منظوره و روش انتخابی گام به گام جهت بررسی تاثیر انرژی خورشیدی بر میزان مصرف انرژی اولیه، سرمایه‌ش و گرمایش در بخش مسکونی استفاده شده است. در شهر شیراز با قابلیت بالای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در تامین بخشی از انرژی، ساختمان‌های مسکونی بر اساس جهت گیری ساختمان به دوگروه شمال شرقی - جنوب غربی و شمال غربی - جنوب شرقی تقسیم گردیدند و با استفاده از تست دوربین واتسون فرضیه وجود همبستگی میان خطاها رد گردید. همچنین، جهت حذف تاثیر عوامل نامطلوب ساختمانی از مصرف انرژی اولیه، با بهره‌گیری از نرم افزار EC9.5 فرایند تحلیل سلسله مراتبی و وزن هر یک از عوامل تعیین گردید. با توجه به ارتباط بین میانگین تابش دریافتی بدنه‌های عمودی با مصرف انرژی اولیه، سرمایه‌ش و گرمایش در هر دو گروه، فرضیه اول تحقیق محقق گردید. این فرضیه بیان می‌نماید که خانه‌های دارای جهت گیری اقلیمی دارای مصرف کمتری می‌باشند. به عنوان یک نتیجه مشخص گردید که $74/99\%$ تابش دریافتی خانه‌ها مربوط به سطوح افقی می‌باشد. در پایان راه‌حلهایی جهت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در کاهش مصرف انرژی خانه‌ها در شهر شیراز و پیشنهاداتی به منظور گسترش و ادامه تحقیق ارائه گردیده است.

- بهیار و همکاران (۱۳۸۱) تحقیقی را با عنوان بررسی نقش عوامل جوی در انتخاب نوع مصالح ساختمان جهت استفاده بهینه از انرژی منتشر کردند. هدف این مقاله توجه به شرایط جوی در انتخاب مصالح و نحوه بکارگیری آنها در ساختمان با توجه به معیارهای مصرف انرژی و همخوانی با محیط زیست بود. انتخاب مصالح و نحوه بکارگیری آن در ساختمان با توجه به شرایط جوی، به نحوی که منجر به صرفه جویی و بهینه‌سازی مصرف انرژی گردد، متأسفانه تا به امروز به عنوان یک ملاک و معیار برای مهندسين معماری و

طراحان بخش ساختمان مطرح نبوده است. ارزش فوق العاده سوخت های فسیلی و حجم عظیم سرمایه ملی که در بازیابی این سوختها هزینه می گردد ، نیاز به اصلاح ساختار مصرف و ارائه الگوهای مصرف بهینه انرژی دارد. بر اساس نتایج تحقیق آنان در اقلیم های گرم و خشک ، پوشش سطوح خارجی ساختمان از رنگ های روشن و سطوح نه چندان خشن در سطح بام و دیوارهای خارجی که در معرض آفتاب تابستان قرار دارند، استفاده شود. پیش بینی پنجره های کوچک و به حداقل رساندن آنها و اجتناب از ایجاد پنجره های شرقی و به خصوص غربی و در صورت اجبار وجود سایبان در بالای چنین پنجره هایی الزامی است.

- طاهباز و جلیلیان (۱۳۸۴) در مقاله ای به بررسی "نقش جداره های ساختمان در تامین آسایش حرارتی ساکنین و کاهش مصرف انرژی های فسیلی" پرداخته اند. بر اساس نتایج تحقیق آنان مناطق واقع در اقلیم گرم و خشک که دارای میانگین حداقل سردترین ماه بین صفر و -۵ درجه و میانگین حداکثر دمای گرمترین ماه بین ۳۴ تا ۳۸ هستند، معمولاً دارای ۳ تا ۵ ماه با میانگین دمای حداکثر ۳۰ درجه می باشد. همه ماه ها نوسان دمای روزانه بیشتر از ۱۰ درجه و گاه بالاتر از ۱۵ درجه دارند. بروز پدیده شرجی در این اقلیم مشاهده نمی شود. در حدود ۵/۱ الی ۵/۳ ماه از سال یخبندان وجود دارد. استفاده از رنگ روشن برای بام ضروری است. رنگ تیره برای دیوار های جنوبی، شرقی و غربی به شرط تامین سایه در مواقع گرم ، بلامانع می باشد. بافت سطوح خارجی باید زبر و ناهموار باشد. از عایق رطوبتی باید در جداره های زیرزمین بر پشت بام و از پوشش های مقاوم رطوبت در سطوح داخلی جداره ها بهره گرفت. قسمت پایین جداره های خارجی که در تماس با زمین قرار دارد ، حداقل تا ارتفاع متعارف برف منطقه باید با مصالح نفوذ ناپذیر در مقابل رطوبت ساخته شود.

- گلایی و همکاران در سال ۱۳۹۲، مقاله ای با عنوان "ویژگی های اقلیمی و آسایش شهر آبادان با استفاده از تحلیل سری های زمانی"، منتشر کردند. در تحقیق حاضر از داده های ماهانه ۴ عنصر اقلیمی میانگین دما،

دمای حداقل، دمای حداکثر و رطوبت نسبی استفاده شده است. با استفاده از روش رگرسیون، داده های ناقص برآورد و همگنی داده ها توسط آزمون توالی ها بررسی شد. سپس با بهره گیری از مدل اقلیم آسایش ماهانی، ماه های مناسب برای آسایش فیزیولوژی انسان در شش دوره ده ساله تعیین و سپس با استفاده از مدل های باکس-جنکینز سری زمانی برای سه عنصر اقلیمی، دمای حداکثر، دمای حداقل و رطوبت نسبی بررسی و بهترین مدل انتخاب شد. سپس با استفاده از مدل های پیشنهادی، ده سال آینده ی هر عنصر اقلیمی پیش بینی گردید و ۱۰ سال آینده از نظر اقلیم آسایش با استفاده از مدل ماهانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان می دهد که در شرایط فعلی آسایش شبانه، ماه های بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت شاهد افزایش روند دما بوده اند. ماه مرداد و ماه های شهریور و مهر شاهد کاهش روند دما بوده ایم. در شرایط اقلیم آسایش روزانه در ماه های دی، بهمن، آذر و اسفند روند دما افزایش و در ماه مهر کاهش یافته است.

- صادقی و طباطبایی (۱۳۸۸)، در تحقیقی با عنوان "تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوایی خشک بررسی محدوده آسایش حرارتی در شهر یزد پرداختند. آنها با استفاده از مدل اولگی و اصلاح مرزهای آسایش حرارتی مدل مذکور بر مبنای عرض جغرافیایی، داده های اقلیمی و مشاهدات میدانی، محدوده آسایش حرارتی برای دوره گرم و سرد سال را محاسبه کردند. بر اساس نتایج حاصله، محدوده آسایش حرارتی برای منطقه مطالعاتی در شرایط تابستانی ۸/۲۱ تا ۲۸ درجه سانتی گراد و برای شرایط زمستانی ۴/۲۰ تا ۲۳ درجه سانتی گراد ارزیابی شد. آنها معتقدند رعایت محدوده حرارتی پیشنهادی ضمن تامین شرایط مناسب داخلی، از مصرف ناپایدار انرژی جلوگیری می کند.

- فرج زاده عصر و همکاران (۱۳۸۷)، در تحقیقی با عنوان "بررسی انطباق معماری ساختمان های شهر سنندج با شرایط زیست اقلیمی آن به روش ماهانی" به بررسی وضعیت سازگاری ساختمان های سنندج با

اقلیم منطقه پرداختند. در این تحقیق با توجه به ساختار جوان جمعیت در شهر سنندج، نرخ بالای مهاجرت روستاییان و نیاز هر چه بیشتر به مسکن شهری در رابطه با لزوم استفاده بهینه از منابع ملی به ویژه صرفه جویی در زمینه مصرف انرژی در بخش ساختمان، متناسب با پارامترهای اقلیمی موجود و موقعیت منطقه مطالعه شده از معیار ماهانی برای مطالعه وضعیت زیست اقلیمی و میزان سازگاری اقلیمی بافت قدیم و جدید شهر سنندج و ارائه پیشنهادها معماری به منظور استفاده هرچه بیشتر از انرژی های طبیعی خورشید، باد و غیره و صرفه جویی در مصرف سوخت های فسیلی استفاده شده است. پس از محاسبه وضعیت زیست اقلیم شهر سنندج، مساکن موجود بر اساس قدمت و ویژگی های معماری به سه دسته بافت جدید، قدیمی و فرسوده تقسیم شدند؛ آنگاه تعداد ۱۴۲ نمونه از بافت های معماری در مناطق مختلف شهر سنندج انتخاب شد. سپس بر اساس معیار ماهانی پرسشنامه ای تنظیم و با توجه به ویژگی های معماری هر کدام از نمونه ها، پرسشنامه ای تکمیل شد. نتایج پرسشنامه ها برای هر بافت، جداگانه استخراج گردید. بر اساس معیار ماهانی، بافت قدیم شهر بیشترین سازگاری با اقلیم محلی و بافت جدید کمترین سازگاری را دارد. در مجموع می توان گفت حدود ۵۰ درصد از مساکن شهر سنندج با شرایط اقلیمی محل سازگار هستند.

- صفایی پور و طاهری (۱۳۸۹)، در مقاله با عنوان "بررسی تاثیر عناصر اقلیمی در معماری شهری، اثر عناصر اقلیمی را بر معماری شهر لالی در استان خوزستان" تهیه کردند. برای دستیابی به اهداف تحقیق خود از دوره آماری ۲۴ ساله (۱۹۸۵ تا ۲۰۰۹) ایستگاه سینوپتیک شهر لالی به صورت تحلیلی-توصیفی بهره گرفتند، مساکن آن بر پایه روش های تجربی، نظیر روش زیست-اقلیمی اولگی، جدول بیوکلیماتیک ساختمانی گیونی، ماهانی برای تعیین محل محدوده آسایش حرارتی در طول شبانه روز مورد توجه قرار گرفت. مهمترین عناصر اقلیمی موثر در لالی، تابش، ساعت آفتابی، دما و باد شناخته شد. آسایش حرارتی

در لالی در طی بیشتر شب‌ها مناسب بوده، ولی در بیشتر ماه‌های سال آسایش حرارتی در روز مناسب تشخیص داده نشد. بهترین جهت قرارگیری ساختمان‌ها جهت شمالی جنوبی با کشیدگی شرقی غربی است. فاصله گذاری بین ساختمان‌ها در بافت فشرده و متراکم مناسب‌تر است. اندازه بازشوها در اندازه کوچک مناسب‌تر هستند و مساحت آن‌ها بهتر است. دیوارهای داخلی و خارجی و بام‌ها، باید از مصالح سنگین ساخته شوند تا زمان تاخیر این مصالح بیشتر از ۸ ساعت باشد.

- گرجی مهربانی و همکاران (۱۳۹۰)، در مقاله‌ای به ارزیابی معماری همساز با اقلیم در شهر کاشان پرداختند. هدف آنان بررسی چگونگی تطبیق معماری و اقلیم در شهر کاشان و چگونگی توجه به شرایط آب و هوایی در ایجاد خانه‌های شهر کاشان می‌باشد. برای انجام این تحقیق از داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک شهر کاشان در یک دوره ۳۰ ساله استفاده شده است. روش انجام این تحقیق توصیفی-تحلیلی و بررسی میدانی خانه‌های شهر کاشان می‌باشد. نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی گیونی نشان می‌دهد شرایط بیوکلیمای ساختمانی شهر کاشان در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر خارج از محدوده H قرار دارد و در این شرایط برای ایجاد آسایش حرارتی در داخل ساختمان‌ها نیاز به استفاده از وسایل گرمازا می‌باشد. در ماه جولای با توجه به بالا بودن دمای هوا و نبود رطوبت در هوا، برای ایجاد شرایط مطلوب آسایشی در داخل بناها نیاز به تزریق رطوبت از طریق وسایل مکانیکی نظیر کولر آبی می‌باشد. در این ماه شرایط بیوکلیمایی داخل بناها در محدوده EC قرار دارد در دیگر ماه‌های سال با استفاده از مصالح مناسب و رعایت اصول طراحی اقلیمی می‌توان شرایط اقلیمی و محیطی را با توجه به آسایش حرارتی انسان در داخل ساختمان‌ها تنظیم نمود. به طور کلی بررسی ویژگی‌های طراحی چند خانه در شهر کاشان نشان داد که استفاده از شرایط محیطی برای ایجاد آسایش در داخل بناها از اهداف مهم طراحی بوده و هر یک از اجزای ساختمان به نوعی همساز با شرایط اقلیمی می‌باشد .

- هاشمی (۱۳۹۱)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود به "بررسی کارکرد اقلیمی حیاط زمستان نشین در شهرستان اردبیل" پرداخته است. وی در پژوهش خود، به نقش حیاط با کارکرد اقلیمی در مناطق سردسیر تحت عنوان حیاط زمستان نشین با الگوگیری از گلخانه‌ها پرداخته است، کارکرد تابستانی آن تشریح می‌گردد و کارکرد زمستانی آن به وسیله نرم افزار محاسبات انرژی -به نام انرژی پلاس- مدل‌سازی می‌شود. خروجی نهایی شبیه‌سازی کامپیوتری، میانگین دمای هوای حیاط زمستان نشین، طی دوره یک ساله، برای مقایسه شرایط آسایش حرارتی در این فضا با شرایط و فضای آزاد است که بر اساس آن میزان کاهش بار گرمایشی ساختمان بر اثر وجود این عنصر معماری محاسبه می‌شود. بررسی گونه‌شناسی معماری ایران نشان می‌دهد که شکل‌گیری بنا، چه به صورت منفرد و چه به صورت مجتمع، بر اساس ترکیب سه الگوی فضایی "باز، بسته و پوشیده" صورت گرفته است. در خانه‌های تاریخی، حیاط به عنوان اصلی‌ترین فضای باز، همزیستی با طبیعت را دارد. از لحاظ سازمان فضایی خانه‌های تاریخی، حیاط در واقع اتاقی است بدون سقف با بدنه‌های مشخص، و کفی آراسته از درخت و خاک و آب. بهترین نمونه حیاط با رویکرد اقلیمی را می‌توان در بناهای تاریخی مناطق گرمسیر و بیابانی ایران مشاهده کرد. در معماری بناهای این اقلیم با ایجاد حیاط مرکزی در وسط، تعبیه حوض آب و احداث باغچه، اقلیمی کوچک و مناسب برای آسایش به وجود آمده است. در اقلیم سرد کشور نیز با توجه به موضوع حریمیت و اشراف و تبعیت از نواحی بیابانی ایران خانه‌های سنتی با حیاط مرکزی احداث می‌شدند. اما از آنجا که در مناطق کوهستانی هوا در اغلب مواقع سال سرد و خارج از محدوده آسایش است، استفاده از حیاط به فصل تابستان محدود بوده است و به همین دلیل ابعاد کوچکتری در قیاس با حیاط‌های مناطق فلات مرکزی ایران دارد. بنابراین شکل‌گیری حیاط مرکزی در منطقه کوهستانی با رویکرد اقلیمی همراه نیست.

نتیجه گیری:

پس از بررسی پژوهش های انجام گرفته در این زمینه می توان اینگونه استنباط کرد که:

- آسایش حرارتی پارامتری مهم در جهت دستیابی کیفیت زندگی مطلوب در خانه های مسکونی است.
- کنترل تابش، تهویه و دمای هوا از عوامل کلیدی در جهت دستیابی به سطح مطلوب و آسایش حرارتی در خانه های مسکونی می باشد.
- با توجه به پارامترهای فیزیکی مختلف در راحتی معماری این فضاها می توان مولفه های موثر بر سطح آسایش را کنترل کرد که این امر در بهبود احساس آسایش حرارتی افراد خانه و به تبع آن بهبود کیفیت زندگی آن ها نقش مهمی دارد.

فصل سوم: روش تحقیق

۳-۱ مقدمه

نظر به اینکه خانه اولین جایگاهی که افراد خانواده در آن حضور مداوم دارند، بی‌شک کیفیت فضای داخلی خانه در شکل‌گیری و رشد شخصیتی افراد تاثیر بسزایی دارد. بنابراین فراهم کردن شرایط آسایش حرارتی برای افراد به گونه‌ای که افراد بتوانند امور روزمره خود را انجام بدهند امری ضروری به نظر می‌رسد. برای دستیابی به این امر، در گام نخست شناخت و بررسی منطقه لازمه ادامه مسیر صحیح پژوهش می‌باشد. لذا در این بخش ابتدا به بررسی شرایط حرارتی شهر ساوه پرداخته خواهد شد و سپس روش تحقیق حاکم بر پژوهش به طور کامل تشریح می‌گردد.

۳-۲ معرفی بستر جغرافیایی تحقیق

شهرستان ساوه از شهرهای استان مرکزی در ۳۵ درجه و ۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است و از نظر موقعیت جغرافیایی تقریباً در مرکز کشور قرار دارد. این شهرستان به مساحت ۴۶۱۲ کیلومتر مربع در شمال استان مرکزی قرار گرفته است. شهرستان ساوه از شمال به

شهرستان زندیه و از شرق به استان قم، از جنوب به شهرستان تفرش و از غرب به استان همدان محدود می‌گردد. جمعیت این شهرستان طبق آمار سال ۱۳۹۵، ۲۸۳۵۳۸ نفر اعلام شده است [۵۶].



تصویر ۱-۳: موقعیت جغرافیایی استان مرکزی در کشور (منبع: نگارنده)

ردیف	نام کاربری	مساحت متر مربع	سرانه متر مربع
۱	مسکونی	۵۲۴۱۹۰۷	۳۶/۵۱
۲	آموزشی	۶۰۰۳۱۷	۴/۱۸
۳	بهداشتی-درمانی	۷۶۲۳۱	۰/۵۳
۴	تاسیسات و تجهیزات شهری	۷۹۰۵۰	۰/۵۵
۵	تجاری	۳۰۹۹۴۲	۲/۱۵
۶	ورزشی	۱۸۵۴۳۶	۱/۳
۷	فضای سبز	۲۰۰۶۲۷	۱/۴
۸	اداری-انتظامی	۷۱۶۴۴۳	۴/۹۹
۹	مذهبی و فرهنگی	۹۷۶۰۱	۰/۶۸
۱۰	جهانگردی-پذیرایی	۱۱۲۴	۰/۷۸
۱۱	صنعتی	۱۶۰۰۰۹	۱/۱۱
۱۲	حمل و نقل و انبارها	۴۴۲۲۸۸۵	۳۰/۸
۱۳	نظامی	۴۲۴۶۲	۰/۲۹
۱۴	جمع کل سطوح خالص	۱۲۱۳۴۰۳۴	۸۴/۵
۱۵	زمین های بایر	۴۷۳۸۹۹۶	۳۳
۱۶	فضاهای باز	۱۴۳۴۴۵	۱
۱۷	اراضی باغات و جنگلداری	۸۵۱۶۶	۰/۵۹
۱۸	اراضی ذخیره	-	-
۱۹	جمع کل سطوح ناخالص	۴۹۶۷۶۰۷	۳۴/۶
۲۰	جمع کل	۱۷۱۰۱۶۴۱	۱۱۹

جدول ۳-۱: سرانه کاربری های مختلف در سطح شهر ساوه [۵۶]

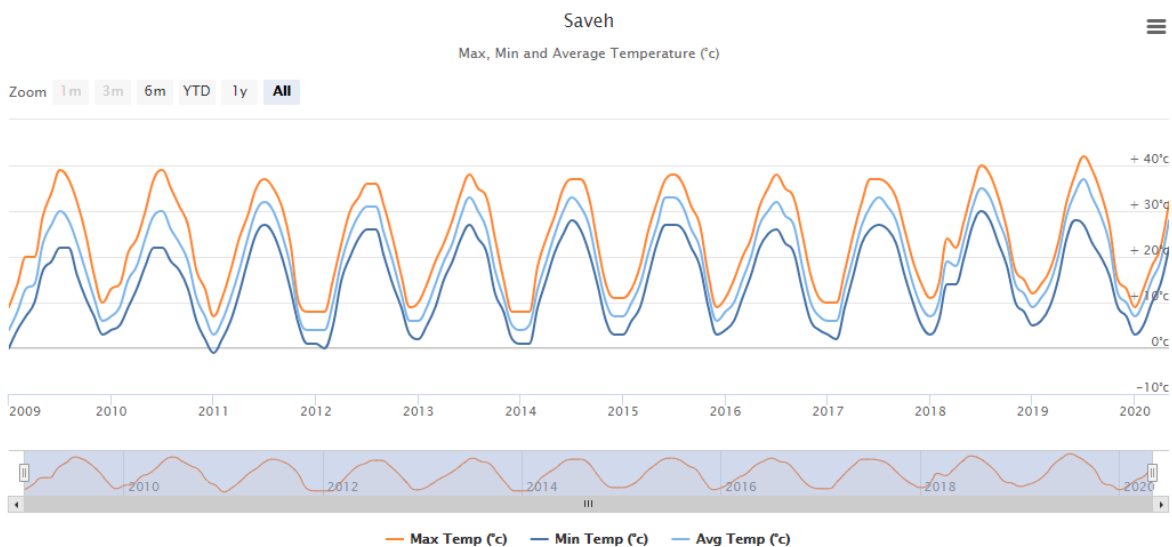
۳-۲-۱ جغرافیای طبیعی و اقلیم استان

استان مرکزی در قلمرو شرقی تقاطع دو رشته کوه البرز و زاگرس واقع شده است. ناهمواری‌های این استان را قسمت‌هایی از کوه‌های مرکزی و کوه‌های داخلی زاگرس تشکیل می‌دهد. ارتفاعات آن از حدود ۱۵۰۰ متر تا بیش از ۳۰۰۰ متر متغیر است. پست‌ترین نقطه استان، دشت جنوب ساوه با حدود ۱۲۰۰ متر ارتفاع است و بلندترین نقطه آن قله شهباز ارتفاع ۳۳۸۸ متر در رشته کوه‌های راسوند قرار دارد. حدود ۳۳,۹ درصد محدوده استان را کوه‌ها، ۱۴,۹ درصد را تپه‌ها، ۱۳,۸ درصد را فلات‌ها و بقیه را دشت‌هایی با ویژگی‌های مختلف تشکیل داده و تنوع اقلیمی جالب توجهی را پدید آورده است [۵۶].

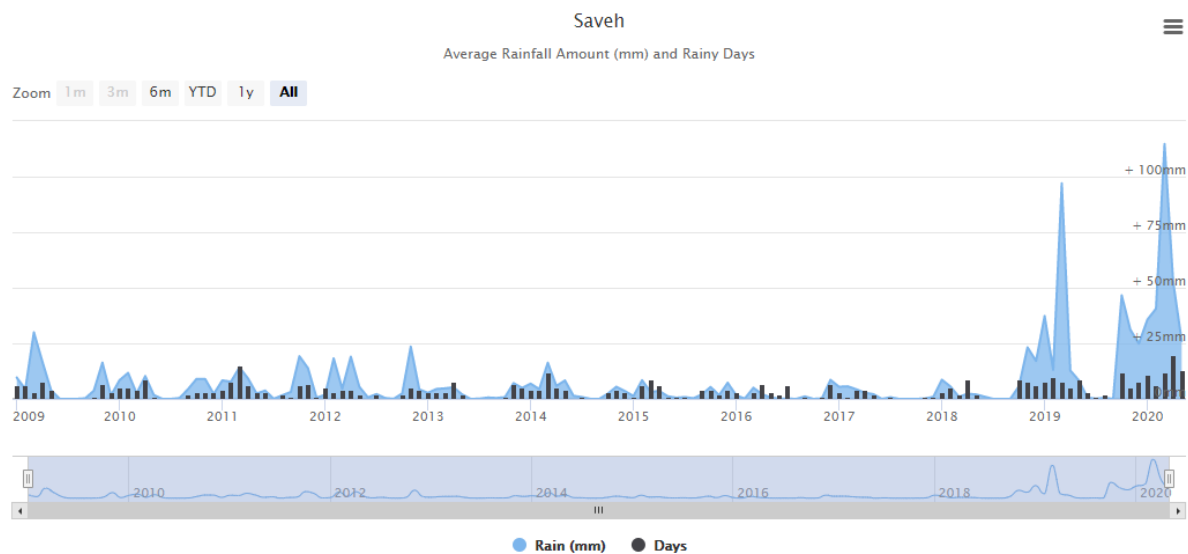
خلاصه اطلاعات اقلیمی ایستگاه هواشناسی ساوه

میانگین بارندگی سالانه زراعی	۱۹۴/۱ میلی متر	میانگین تبخیر سالانه	۲۷۲۵ میلی متر
حداکثر بارش ۲۴ ساعته	۵۴/۴ میلی متر	حداکثر تبخیر ماهیانه	۴۷۸/۸ میلی متر در مرداد
میانگین تعداد روزهای بارندگی بیش از ۱۰ میلی متر	۵ روز	حداقل دمای مطلق	۱۵- درجه سانتیگراد
میانگین تعداد روزهای همراه با بارندگی	۴۹ روز	حداکثر دمای مطلق	۴۳/۸ درجه سانتیگراد
حداکثر بارندگی سالانه	۲۷۱/۱ میلی متر	میانگین دمای حداکثر	۲۴/۱ درجه سانتیگراد
حداقل بارندگی سالانه	۷۶/۶ میلی متر	میانگین دمای حداقل	۱۲/۴ درجه سانتیگراد
حداکثر بارندگی ماهانه	۱۱۳/۷ میلی متر	میانگین دمای سالانه	۱۸/۱ درجه سانتیگراد

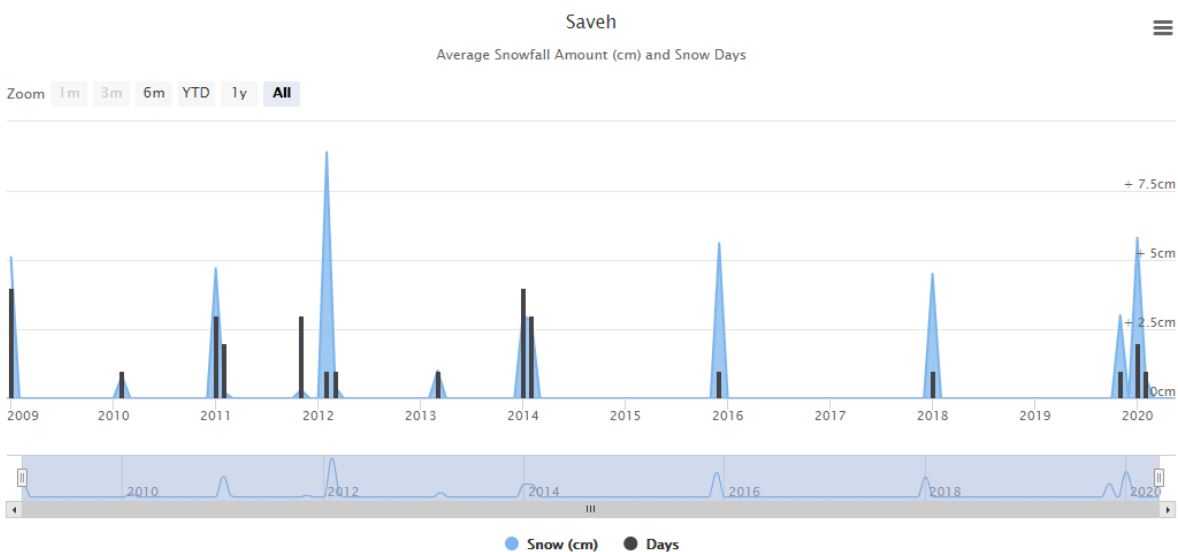
باد غالب	شمال غربی	اختلاف ماکزیمم مینیم دما (DTR)	۱۱/۸ درجه سانتیگراد
حداکثر سرعت باد به وقوع پیوسته	۱۰۴ کیلومتر بر ساعت	انحراف معیار دما	۱۱/۱ درجه سانتیگراد
سهم باد غالب در سال	۸ درصد	میانگین دمای گرمترین ماه	۳۱/۵ درجه سانتیگراد در مردادماه
سهم باد آرام در طول سال	۳۶ درصد	میانگین سردترین ماه	۴/۹ درجه سانتیگراد در دی ماه
میانگین رطوبت در زمستان	۵۳ درصد	نوع اقلیم (آمبرژه)	خشک و معتدل
میانگین رطوبت در تابستان	۲۶ درصد	شروع دوره خشکی	اوایل خرداد
میانگین رطوبت سالانه	۳۹ درصد	طول دوره خشکی	۱۵۰ روز (خرداد-آبان)
میانگین ماکزیمم رطوبت	۵۲ درصد	پایان دوره خشکی	اوایل آبان
میانگین مینیمم رطوبت	۲۶ درصد	حداقل ساعت آفتابی سالانه	۲۸۶۵ ساعت در سال ۸۸
مرطوب ترین ماه	۵۸ درصد آذر و دی	میانگین ساعت آفتابی ماهانه	۲۵۹/۸ ساعت
خشک ترین ماه	۲۵ درصد در خرداد و تیر	حداکثر مطلق ساعت آفتابی	۱۲/۹ ساعت
حداقل فشار مطلق	۸۵۶ هکتوپاسکال	حداکثر ساعت آفتابی ماهانه	۳۵۰/۵ ساعت در تیر ماه
حداکثر فشار مطلق	۹۰۶/۹ هکتوپاسکال	حداکثر ساعت آفتابی سالانه	۳۲۶۲ ساعت
میانگین فشار سالانه	۸۸۹/۲ هکتوپاسکال	حداقل ساعت آفتابی ماهانه	۱۷۳ ساعت در آذر ماه



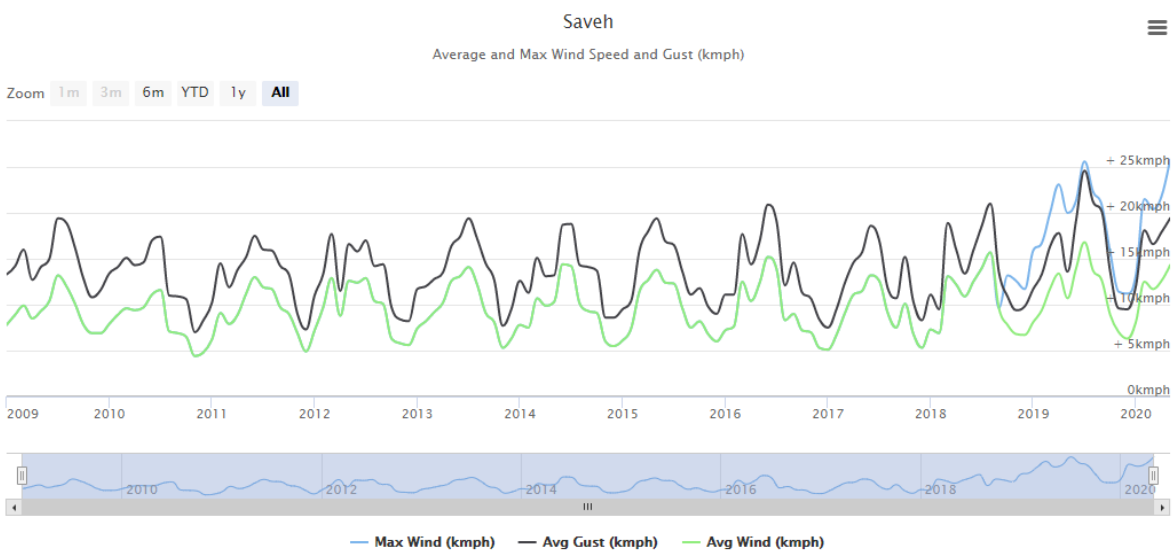
تصویر ۳-۲ حداقل، حداکثر و میانگین دما در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)



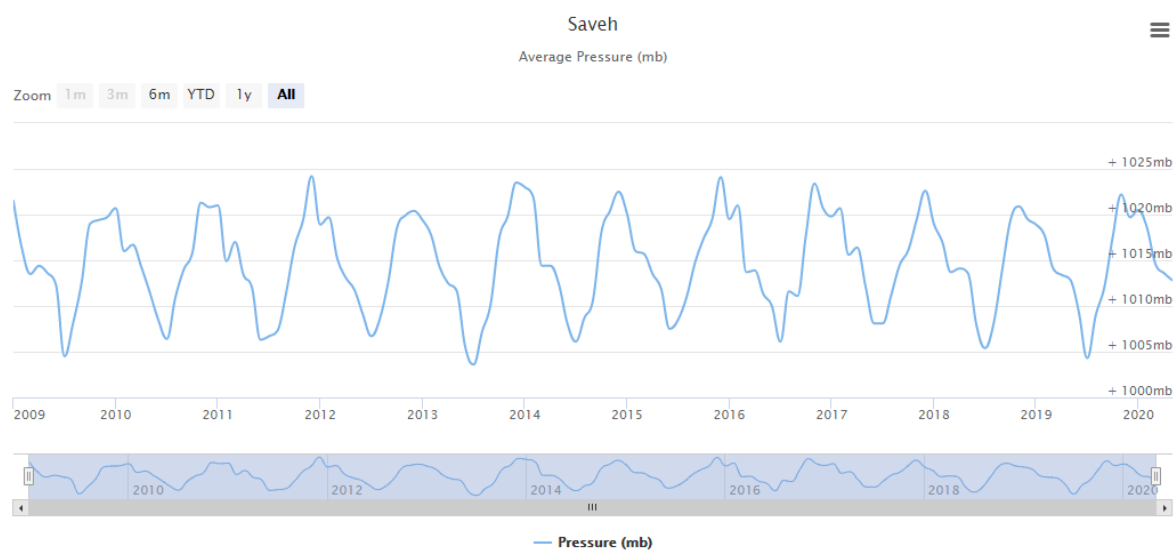
تصویر ۳-۳ میزان بارش سالانه در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)



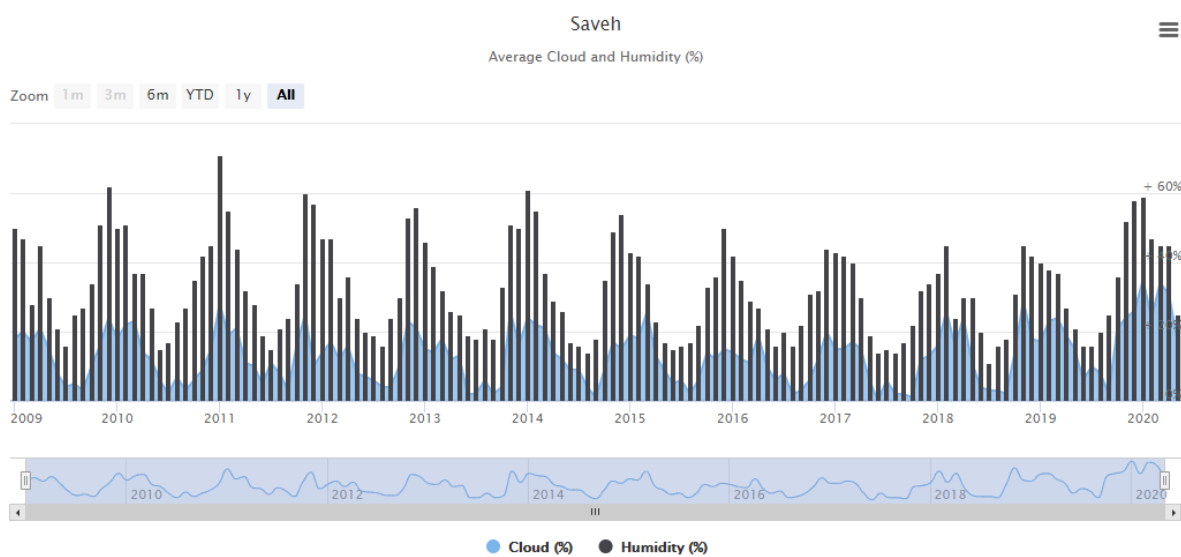
تصویر ۳-۴ میزان بارش برف سالانه در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)



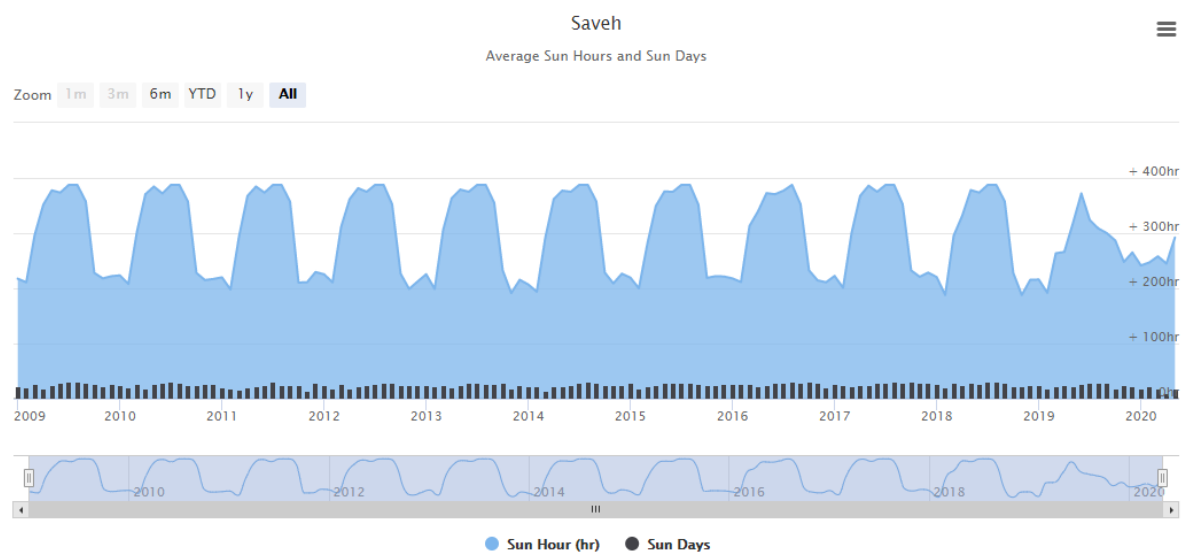
تصویر ۳-۵ میانگین سرعت باد سالانه در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)



تصویر ۳-۶ میانگین فشار سالانه در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)



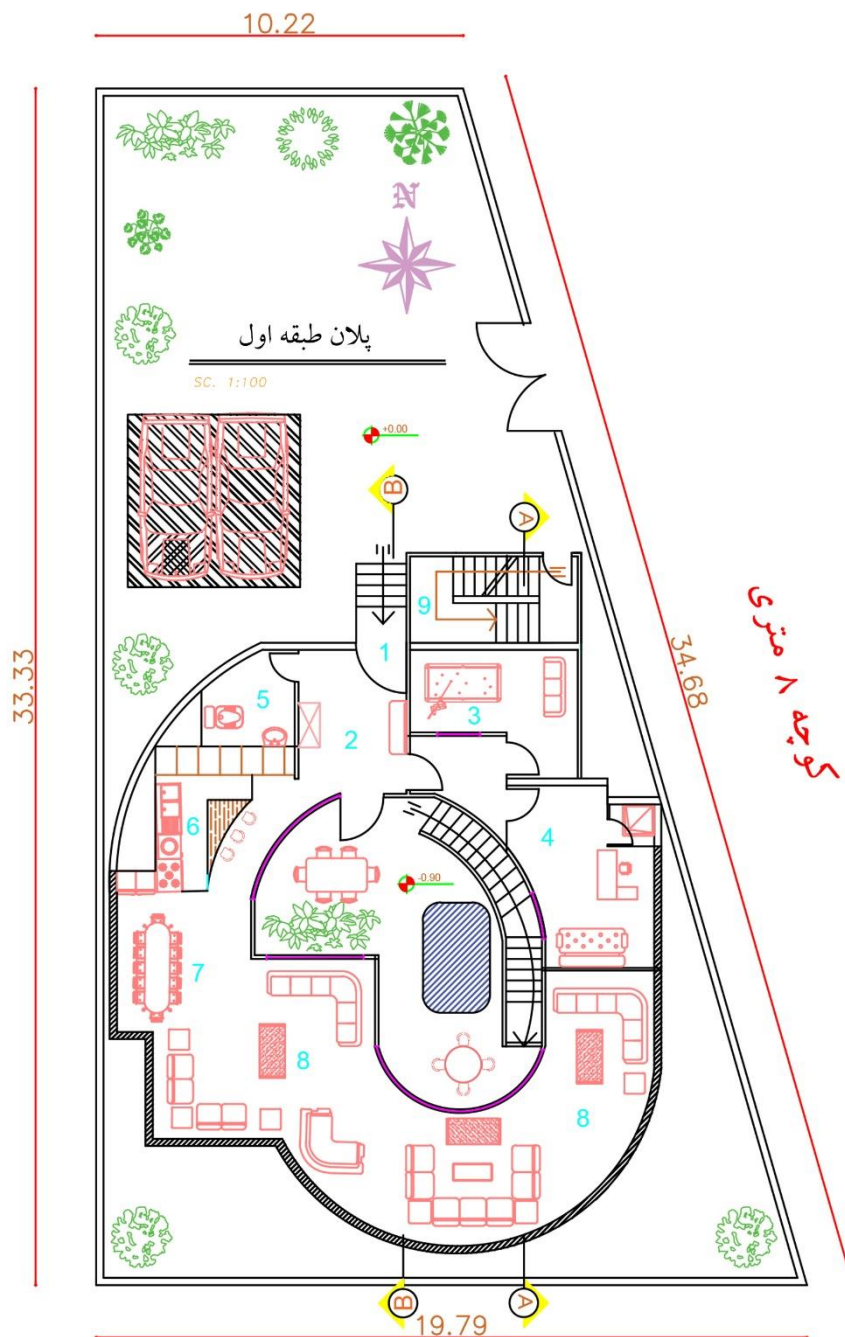
تصویر ۳-۷ میانگین رطوبت سالانه در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)



تصویر ۳-۸ میانگین میزان تابش آفتاب در شهرستان ساوه (منبع: www.worldweatheronline.com)

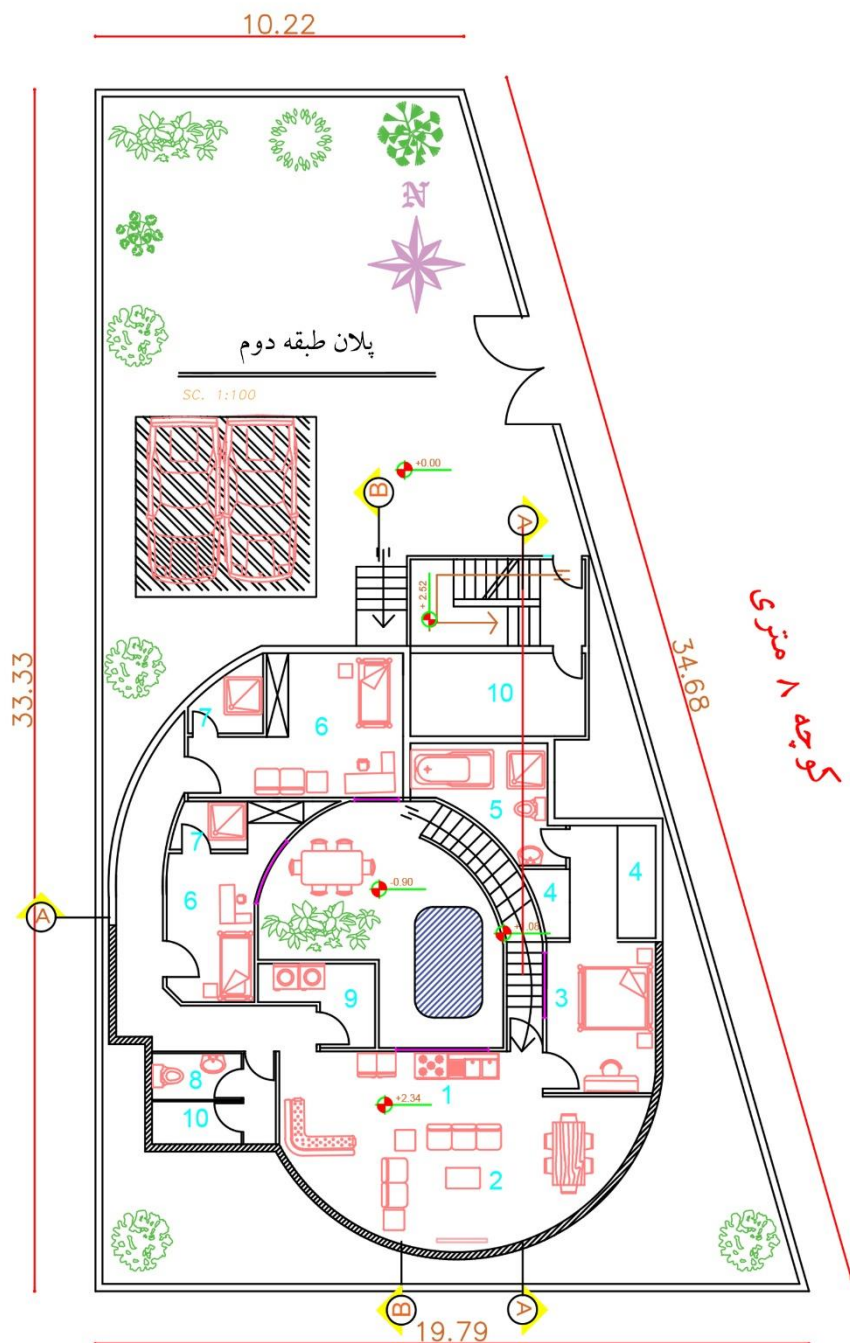
۳-۳ معرفی نمونه موردی

خانه مسکونی طراحی شده توسط نگارنده به عنوان نمونه موردی مورد بررسی قرار می‌گیرد. ابتدا وضع موجود آسایش حرارتی در خانه مسکونی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. پس از آن به ارائه راهکار جهت بهبود شرایط آسایش در خانه مسکونی پرداخت می‌شود و بهبود شرایط آسایش تا زمانی که به استانداردها نزدیک شود ادامه می‌یابد.



فهرست فضاها
۱. فیلتر ورودی
۲. لابی و راهرو
۳. اتاق بازی
۴. اتاق مهمان
۵. سرویس بهداشتی
۶. آشپزخانه
۷. ناهارخوری
۸. اتاق پذیرایی
۹. راه پله به پشت بام

کوچه ۸ متری (بن بست)

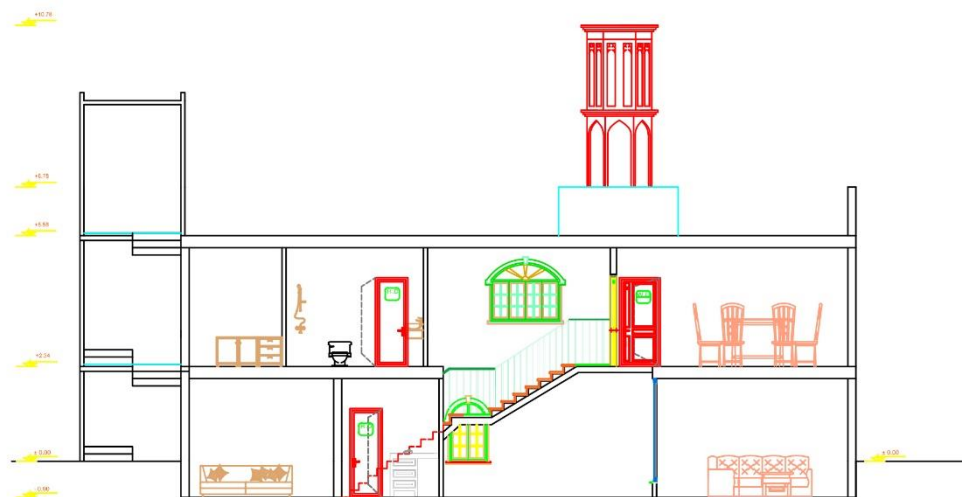


مساحت:
۵۰۰ مترمربع

کوچه ۸ متری

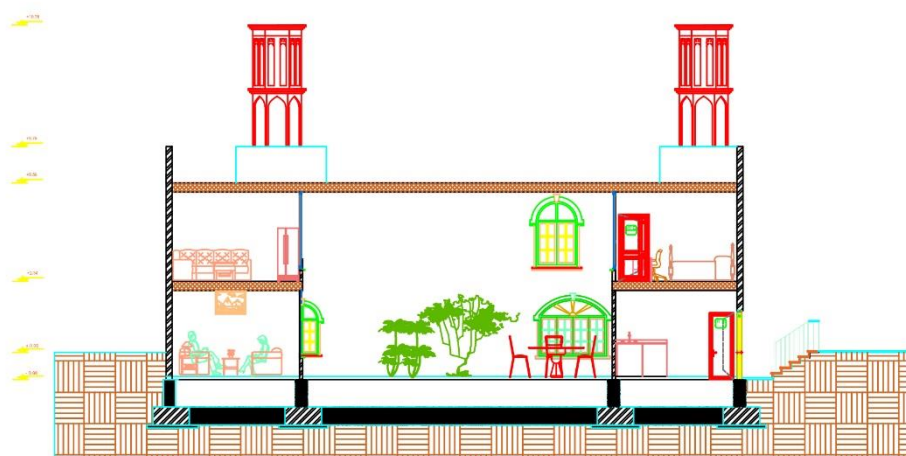
فهرست فضاها
۰۱ آشپزخانه
۰۲ اتاق نشیمن
۰۳ اتاق خواب والدین
۰۴ کمده لباس
۰۵ سرویس بهداشتی حمام
۰۶ اتاق خواب
۰۷ حمام
۰۸ سرویس بهداشتی
۰۹ اتاق لباسشویی
۰۱۰ انبار

کوچه ۸ متری (بن بست)



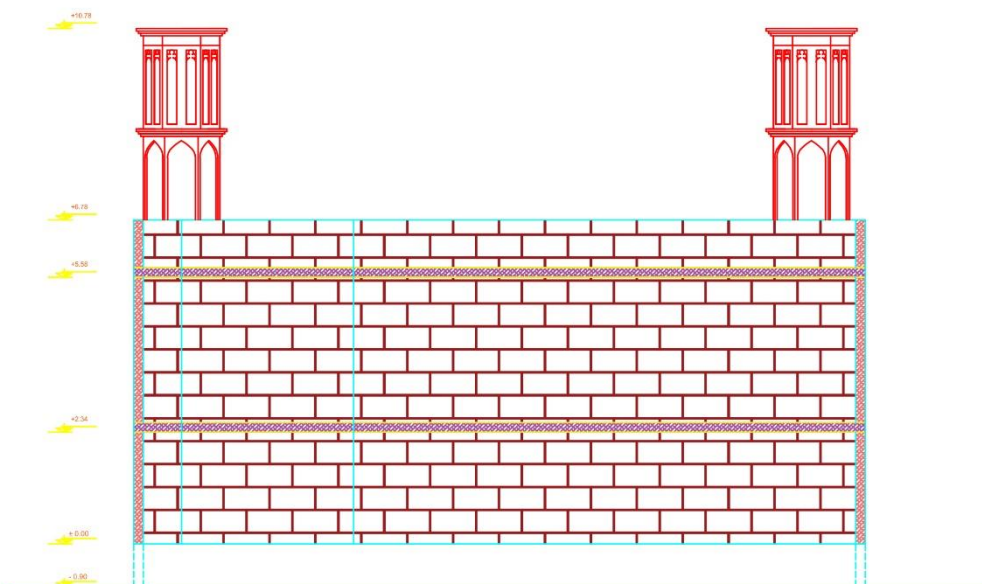
A-A مقطع

SC. 1:100



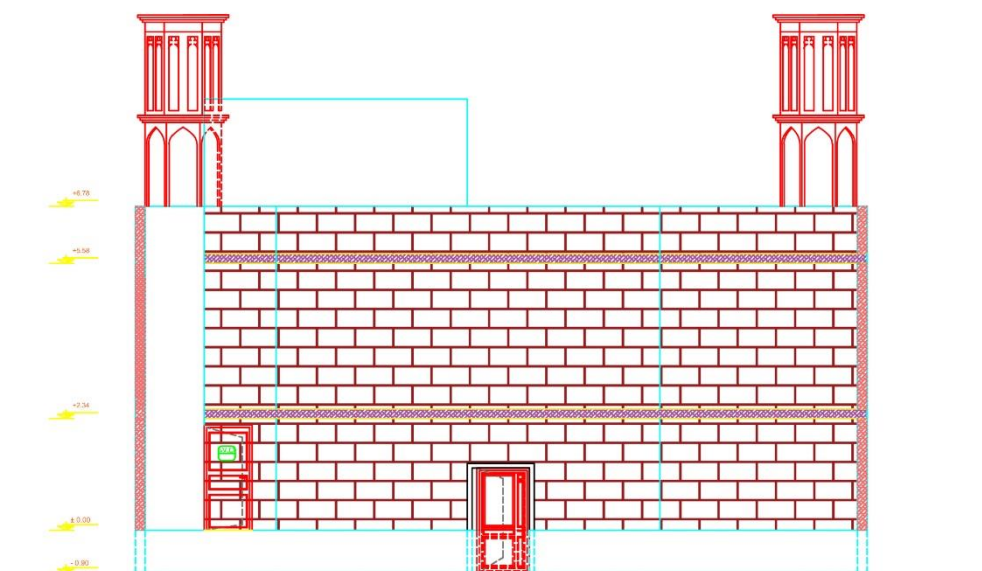
B-B مقطع

SC. 1:100



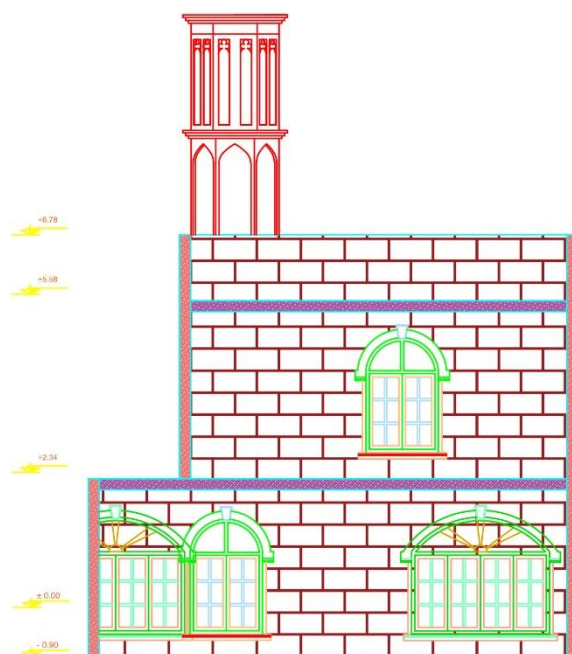
نمای بیرونی (جنوبی)

SC. 1:100



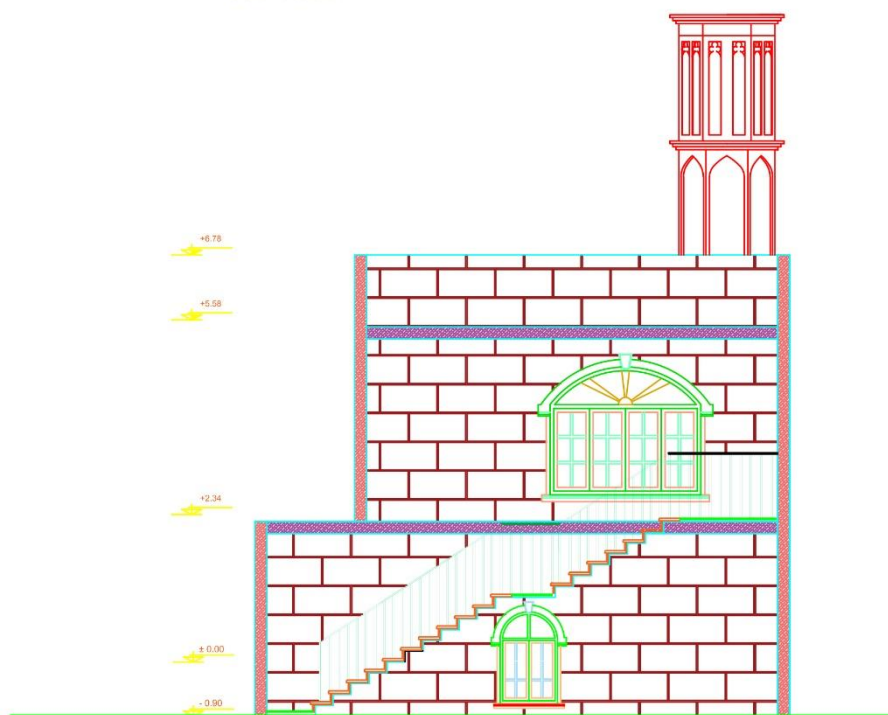
نمای بیرونی (شمالی)

SC. 1:100



نمای داخلی حیاط مرکزی (غربی)

SC. 1:100



نمای داخلی حیاط مرکزی (شرقی)

SC. 1:100

۳-۴ نتیجه‌گیری

در این بخش، روش انجام پژوهش به تفصیل ارائه گردید. همانطور که ذکر شد ابتدا مطالعات جامعی در ارتباط با مولفه‌های تأثیرگذار بر آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی انجام گرفت. پس از آن داده‌های آب و هوایی شهر ساوه با استفاده از نرم‌افزارهای مرتبط و سایت‌های معتبر استخراج گردید. در قسمت آخر معرفی کاملی از پلان‌های معماری و نماهای خانه‌ی مسکونی در این فصل انجام گرفت تا بتوان برای انجام شبیه‌سازی یارانه‌ای اطلاعات درستی از تأثیر راهکارهای معماری بدست آید.

فصل چهارم: شبیه سازی

۴-۱ مقدمه

ارائه نتایج صحیح و بدون ایراد در هر پژوهشی مستلزم داشتن دانش کافی در رابطه با موضوع و هم استفاده از ابزار سنجش معتبر می‌باشد. لذا در این بخش از پژوهش با توجه به موضوع مورد تحقیق، نرم‌افزار مورد نیاز که قابلیت سنجش متغیرهای مورد نیاز را دارا باشد، انتخاب شده است. به همین منظور ابتدا ساختمان مسکونی را شبیه‌سازی کرده و سپس با بررسی وضعیت حرارتی آن به بررسی متغیرهای مورد نظر در تغییر شرایط آسایش حرارتی پرداخته شده است.

۴-۲ نرم‌افزار شبیه‌سازی

به دلیل اینکه انجام آزمایش‌های مختلف برای تخمین میزان مصرف انرژی در واقعیت زمان‌بر است و هزینه‌های بالایی دارد و در برخی موارد غیر قابل اجراست، بنابراین پیشنهاد می‌شود از شبیه‌سازی الگوهای موجود یا الگوهای پیشنهادی در نرم‌افزار شبیه‌سازی استفاده شود. بررسی نحوه مصرف انرژی به روش شبیه‌سازی رایانه‌ای، نیازمند جزئیات (هندسه و مواد تشکیل‌دهنده) و حل معادلات تعادل انرژی می‌باشد. به این منظور از میان نرم‌افزارهای شبیه‌سازی انرژی، از دیزاین‌بیلدر استفاده شده است. این نرم‌افزار همچنین توانایی شبیه‌سازی انواع فضاهای هندسی را دارد.

برای شبیه سازی انرژی در ساختمان، معمولاً چندین پارامتر مختلف اقلیمی (دمای هوا، میزان تابش خورشیدی، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، ارتفاع از سطح دریا، فشار هوا و غیره) مورد نیاز است. داده های اقلیمی نمی توانند به صورت میانگین و یا برای قسمتی از سال استفاده گردند، بلکه این پارامترها باید تمام روزها و همچنین تمامی ساعات سال در بر داشته باشند. در این پژوهش از فایل اقلیمی شهر ساوه که از نرم افزار متونورم (Metonorm) خروجی گرفته شده است، استفاده می شود. لذا اطلاعات آب و هوایی ساعتی به همراه طول و عرض جغرافیایی در قالب فایل مناسب اقلیمی به صورت ورودی به برنامه داده می شود، تا در گام های زمانی موردنظر در حل معادلات وارد شود و تحلیل های مورد نظر را انجام دهد.

۳-۴ داده های ورودی به نرم افزار

۳-۳-۱ دمای مبنای سرمایش و گرمایش (setpoint heating & cooling)

دمای هوای مناسبی که به عنوان محدوده آسایش برای شبیه سازی ساختمان های مسکونی در نظر گرفته شده است، برای تمام ساختمان ها برابر و بر اساس معیار آسایش حرارتی استاندارد آمریکا ASHRAE 2010-55 بین ۱۹ تا ۲۶ درجه سانتیگراد قرار داده شده است. با ثابت در نظر گرفتن پارامترهای فیزیکی و هر آنچه که وضعیت حرارتی داخل ساختمان را تحت شعاع قرار می دهد، ساختمان مورد نظر شبیه سازی حرارتی شد.

۳-۳-۲ اطلاعات ثابت ساکنان و پوسته فیزیکی و تجهیزات بنا

پس از مشخص شدن اطلاعات پایه وضعیت شبیه سازی حرارتی بنا بایستی وضعیت نحوه زندگی ساکنان در طول شبانه روز در فضاهای مختلف این کاربری مشخص گردد. تفاوت در شرایط حضور کاربران در فضاها، انرژی مورد نیاز بنا را نیز متفاوت نشان خواهد داد. از آنجا که ساختمان مورد مطالعه از نوع مسکونی است برنامه زمانی استفاده از ساختمان به صورت ۲۴ ساعته می باشد.

۴-۴ مدلسازی

اولین مرحله در شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزارهای شبیه سازی ساختمان در بخش انرژی، مدلسازی فیزیک ساختمان می‌باشد. به این صورت که با وارد کردن پلان طراحی شده به نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر مدل ۳ بعدی ساختمان ساخته شده است.

۵-۴ زون بندی فضاها

پس از مدل سازی سه بعدی ساختمان زون بندی فضاها و جداسازی فضاهای مشابه انجام می‌شود. فضاهایی که از نظر جهت‌گیری، مجاورت با فضاهای داخلی و خارجی، مصالح جداره‌ها، کاربران و وضعیت سرمایش و گرمایش یکسان هستند، می‌توانند در یک زون قرار گیرند.

۶-۴ ساختار جداره‌ها

ساختار فیزیکی ساختمان (نوع مصالح تمام جداره‌ها، سقف، کف و دیوارهای داخلی و خارجی) در بخش‌های تعیین شده

جدول

وارد

شود.

مصلح	ضریب هدایت حرارتی (w/m.K)	چگالی (kg/m^3)	گرمای ویژه (J/kg.K)	ضخامت (cm)
بام				
رسانایی حرارتی کل		۰,۹۳۴		
گچ (اندود داخلی)	۰,۴	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۳
بتن	۰,۱۶	۵۰۰	۸۴۰	۱۰
پلاستر سیمان	۰,۷۲	۱۷۶۰	۸۴۰	۳
ایزوگام	۰,۷	۲۱۰۰	۱۰۰۰	۱
دیوار داخلی (تک جداره)				
گچ (اندود داخلی)	۰,۴	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۳
بلوک سفالی	۰,۵۳	۶۰۰	۸۴۰	۲۰
گچ (اندود داخلی)	۰,۴	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۳
دیوار خارجی (تک جداره)				
رسانایی حرارتی دیوار		۱/۹۱۰		
گچ (اندود داخلی)	۰,۴	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲
بلوک سفالی	۰,۵۳	۶۰۰	۸۴۰	۲۰
دوغاب سیمان	۰,۷	۸۴۰	۱۴۵۰	۳

جدول ۴-۱: مشخصات مصالح مورد استفاده در جداره‌ها (منبع: مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان)

طبق

۱-۴

می-

۷-۴ سیستم‌های گرمایش و سرمایش

بار گرمایش و سرمایش ساختمان به معنی مصرف انرژی به منظور افزایش یا کاهش دمای هوا و رساندن آن به دمای مطلوب آسایش می‌باشد. به این منظور در ساختمان، سیستم‌های سرمایش و گرمایش تعریف می‌شود. سوخت سیستم گرمایش گاز طبیعی می‌باشد. در مقابل سوخت سیستم سرمایش ساختمان برق می‌باشد که کولر آبی در نظر گرفته شده است.

۸-۴ شرح روش تحقیق

همانطور که در بخش‌های پیشین عنوان شد هدف از انجام تحقیق رسیدن فضای خانه به آسایش حرارتی است. نظر به اینکه پژوهش حاضر در اقلیم نیمه گرم و خشک قرار دارد، این اقلیم دارای زمستان‌های معتدل (نیمه سرد و خنک) و پاییز تقریباً گرمی است. به دلیل اهمیت آسایش حرارتی ساختمان به شبیه‌سازی

نمونه مطالعاتی و بررسی آن پرداخته می‌شود. در پژوهش حاضر سعی بر این است که با بررسی ساختمان موجود و تجزیه و تحلیل تأثیر پارامترهای طراحی معماری بر شرایط آسایش حرارتی آن ضمن ضعف‌های فیزیکی ساختمان با ارائه راهکارهایی به بهبود شرایط آسایش حرارتی ساختمان کمک کند.

۹-۴ نتایج شبیه‌سازی

ابتدا ساختمان مسکونی مورد مظر در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر مدل‌سازی شده است و سپس داده‌های مورد نظر مانند فایل آب و هوایی شهر ساوه، سیستم‌های گرمایش و سرمایش و ساعات استفاده از سیستم‌ها در نرم‌افزار تنظیم شده است. در مرحله اول (حالت پایه ساختمان) از نظر آسایش حرارتی بررسی شده است. پس از آن راهکارهای غیرفعال در هر مرحله اعمال شده است. در ادامه به بررسی و مقایسه هر یک از راهکارها نسبت به حالت پایه پرداخته شده است.

۹-۴-۱ مدل پایه

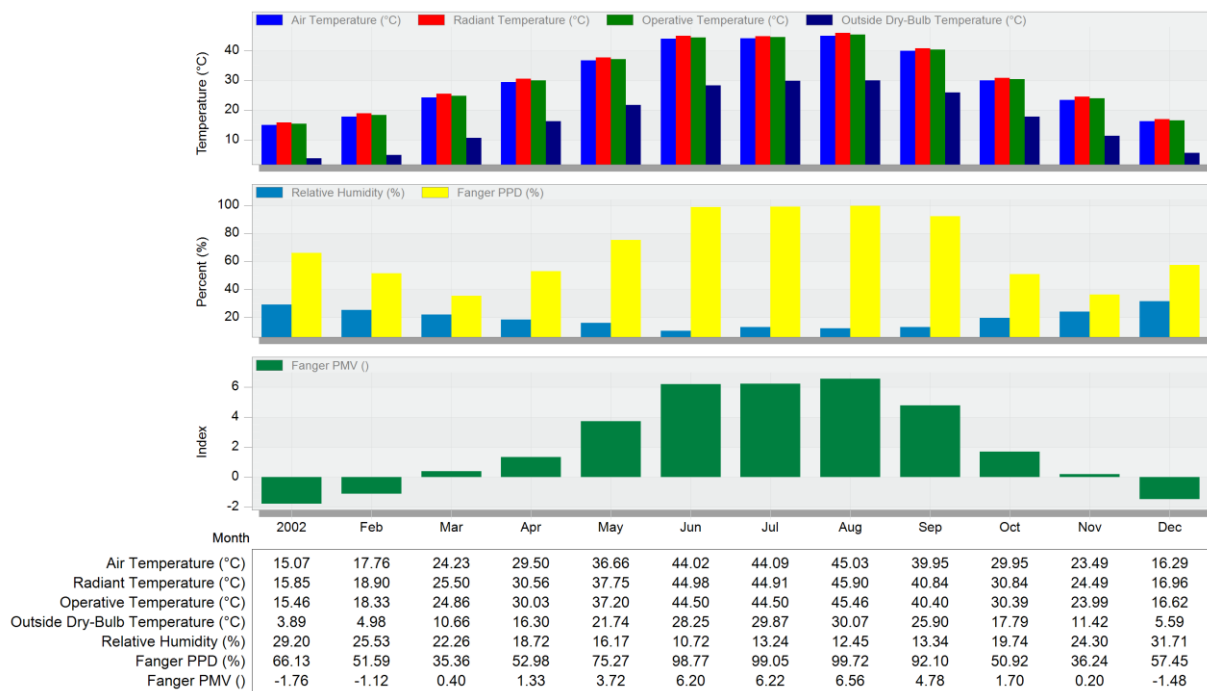
در این مرحله ساختمان در حالت پایه مدل‌سازی شده است. این مرحله از شبیه‌سازی مبنای مقایسه شاخص آسایش حرارتی با سایر مراحل است. شاخص آسایش حرارتی مورد استفاده در پژوهش حاضر، مدل فنگر (PMV) می‌باشد. طبق این شاخص، هر چه PMV هر چه به صفر نزدیکتر باشد آسایش حرارتی به صفر نزدیکتر می‌شود.

در تصاویر نتایج شبیه‌سازی مدل پایه مشاهده می‌شود.

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

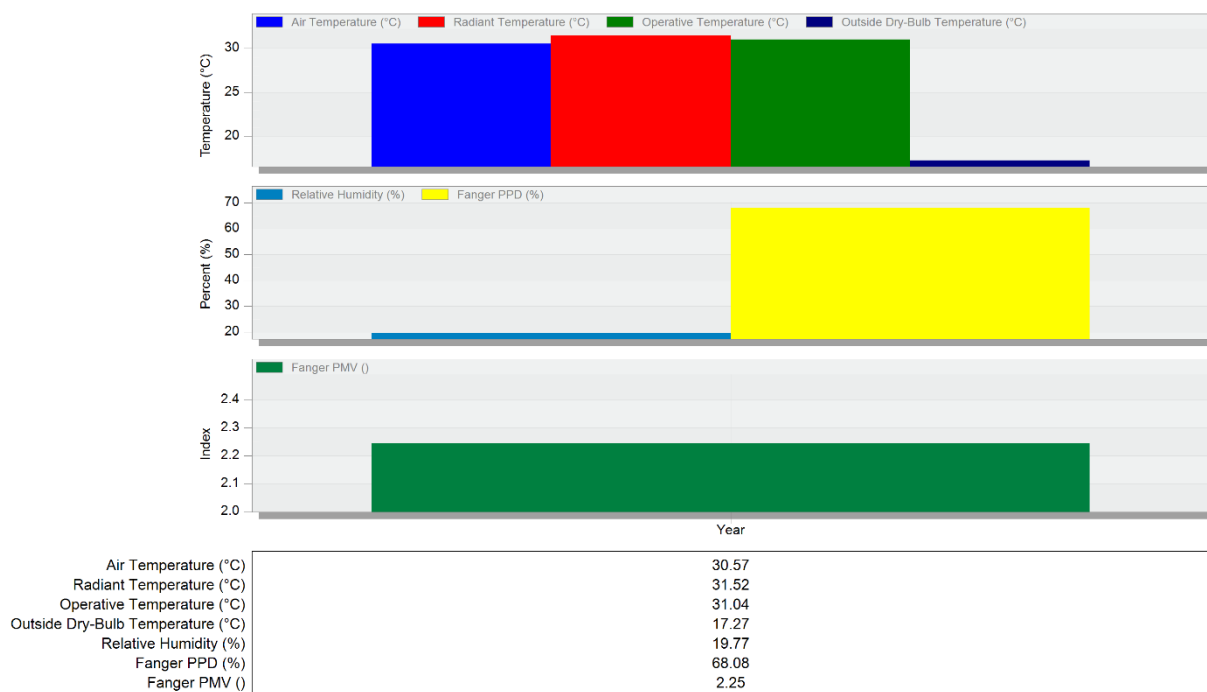
Licensed



Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۱ نتایج شبیه‌سازی مدل پایه (منبع: نگارنده)

با توجه به نتایج و به دلیل شرایط اقلیمی شهر ساوه، در تابستان شرایط آسایش حرارتی نامطلوب‌تری را نسبت به زمستان مشاهده می‌شود.

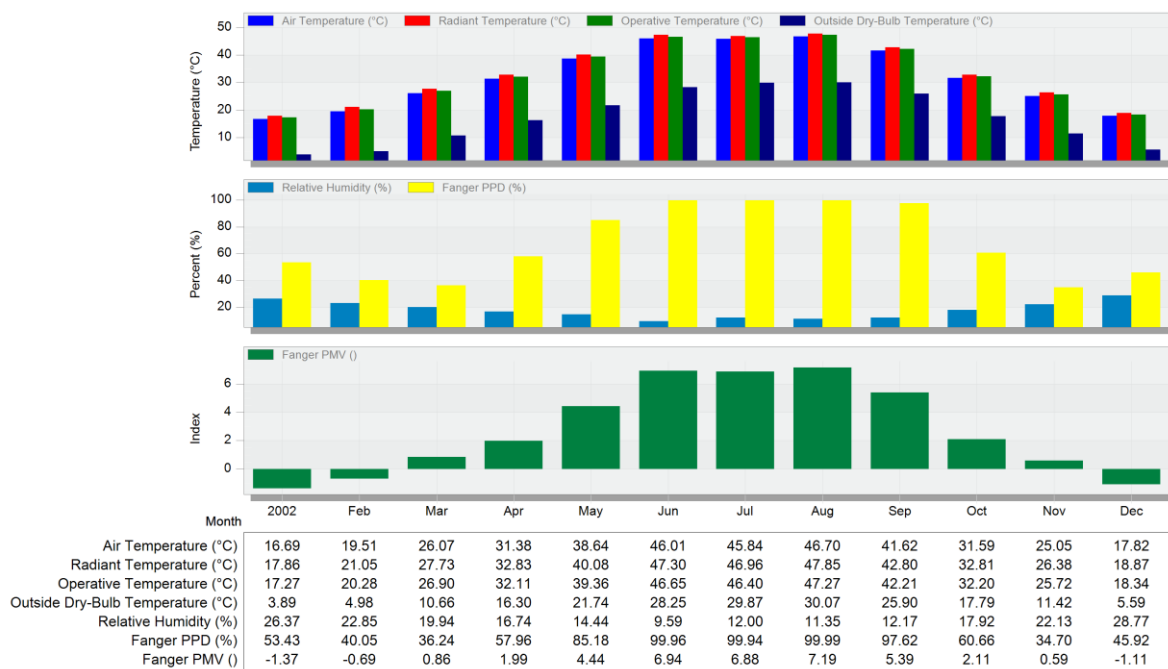
۴-۹-۲ عایق‌کاری دیوارها

در این مرحله از عایق حرارتی پلی‌استایرن با ضخامت ۸ سانتی‌متر در جداره‌ها استفاده شده است. نتایج شبیه‌سازی حاصل از این مرحله نشان می‌دهد که با اعمال عایق در دیوارها، شرایط آسایش حرارتی در زمستان بهبود یافته، اما در تابستان شرایط بدتری نسبت به حالت پایه ایجاد شده است. وجود شرایط نامطلوب آسایش حرارتی در تابستان به علت عدم وجود تهویه طبیعی در ساختمان می‌باشد که در مراحل بعدی با اعمال تهویه این مشکل رفع شده است.

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

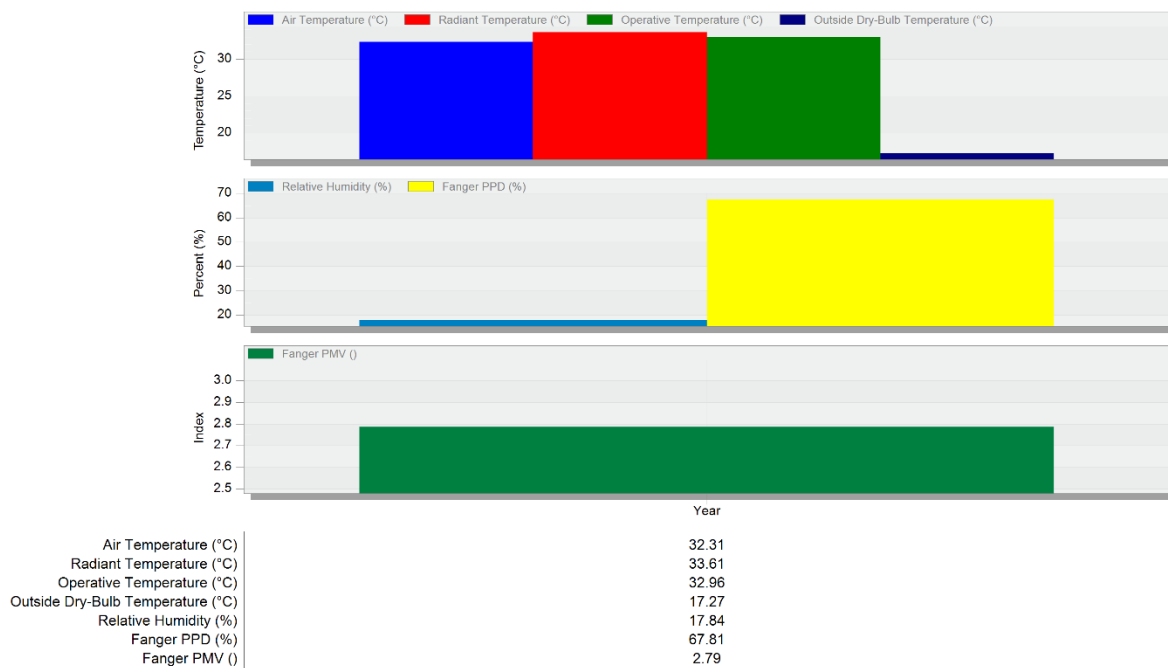
Licensed



Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۲ نتایج شبیه‌سازی عایق حرارتی دیوارها (منبع نگارنده)

۴-۹-۳ عایق کاری سقف

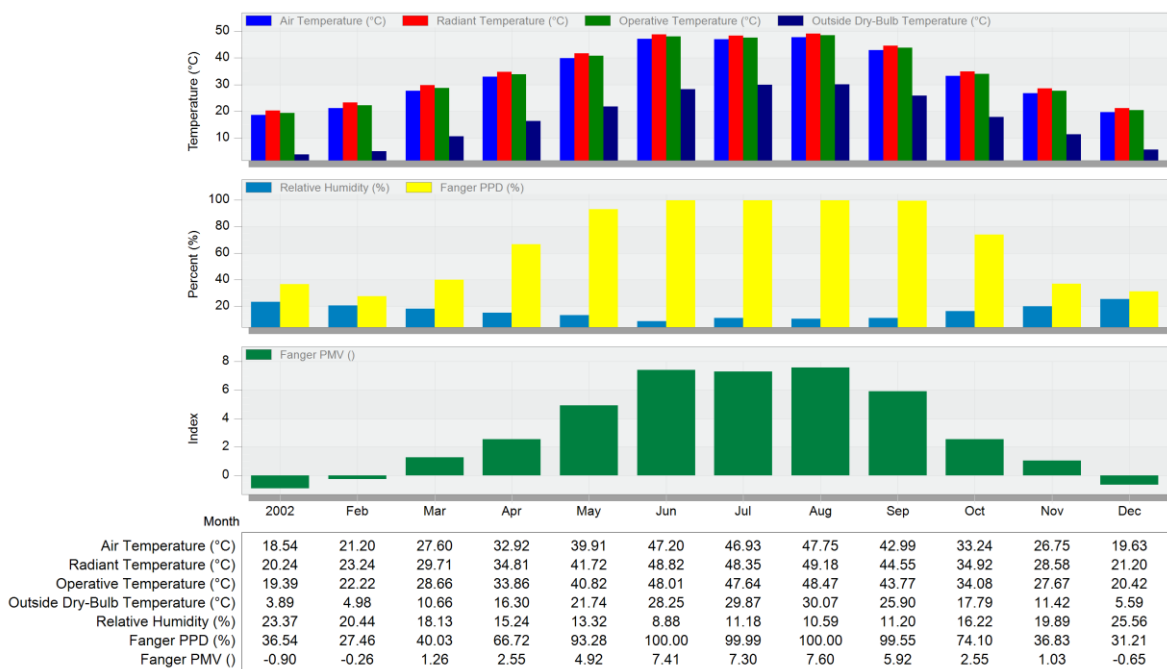
در این مرحله از شبیه سازی سقف ساختمان با عایق حرارتی پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتی متر عایق کاری شده است. نتایج شبیه سازی از عایق کاری نشان می دهد که وضعیت آسایش حرارتی در زمستان بهبود یافته و در تابستان وضعیت نامساعدتر از حالت پایه شده است. در این مرحله نیز مانند مرحله عایق کاری دیوارها، عدم وجود تهویه باعث عدم آسایش حرارتی در تابستان شده است.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

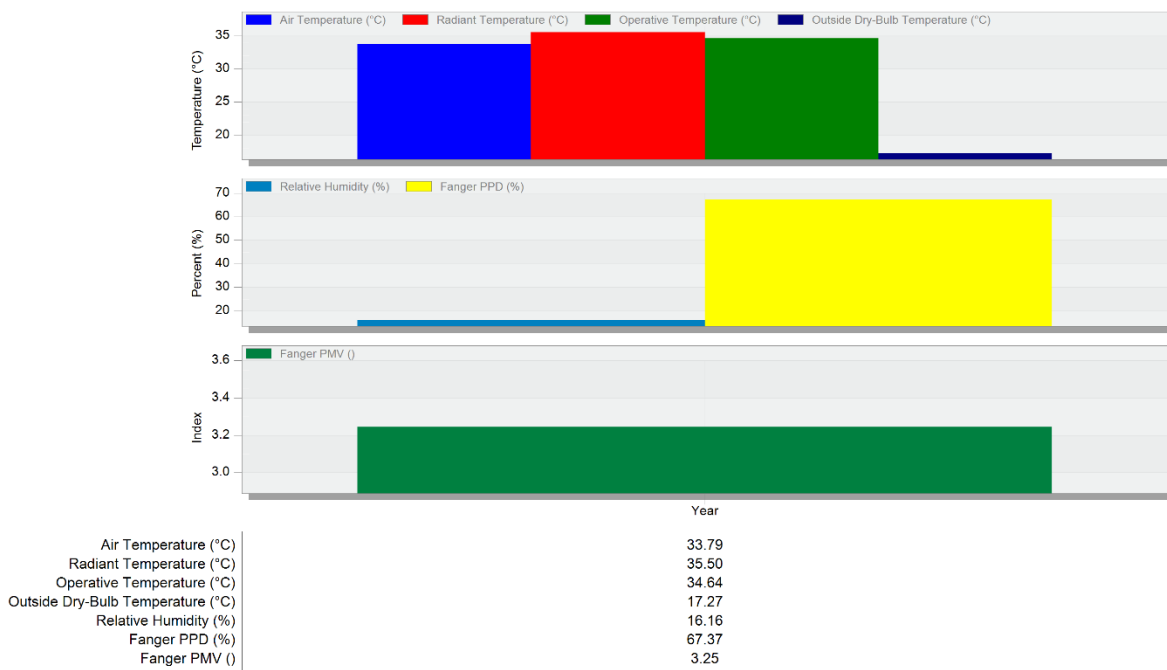


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۳-۴ نتایج شبیه‌سازی عایق‌کاری سقف ساختمان (منبع: نگارنده)

۴-۹-۴ عایق کاری کف

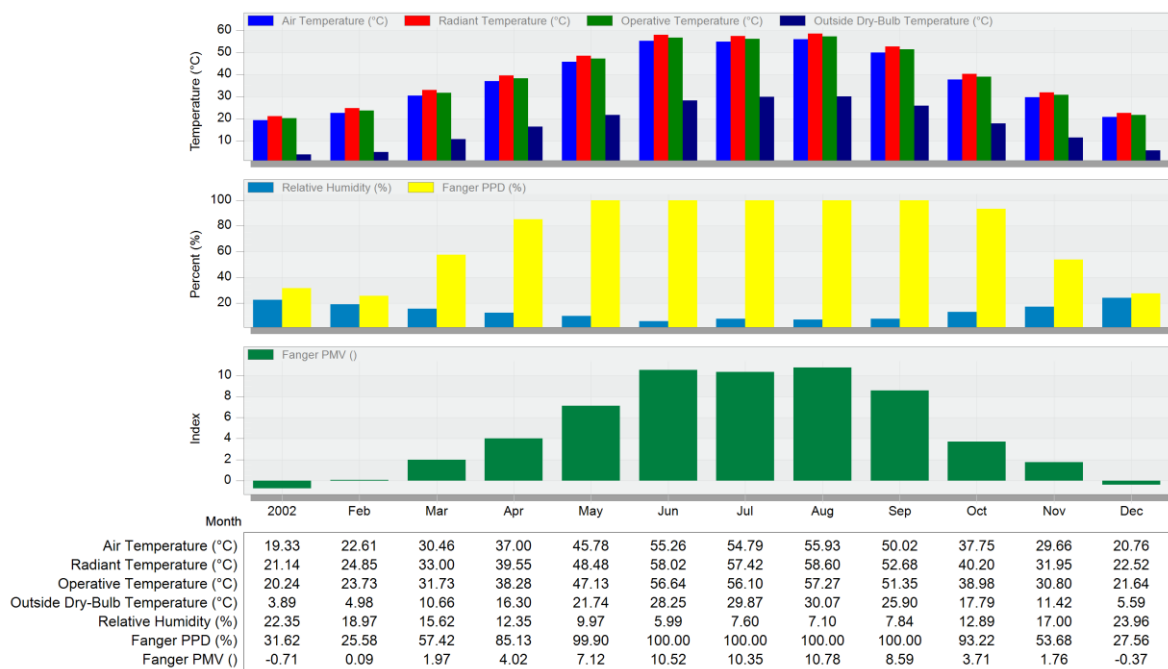
این مرحله از شبیه سازی نیز همانند مرحله قبل (عایق کاری سقف) پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتی متر استفاده شده است که نتایج آن نیز تاثیری مشابه با مرحله قبل دارد.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

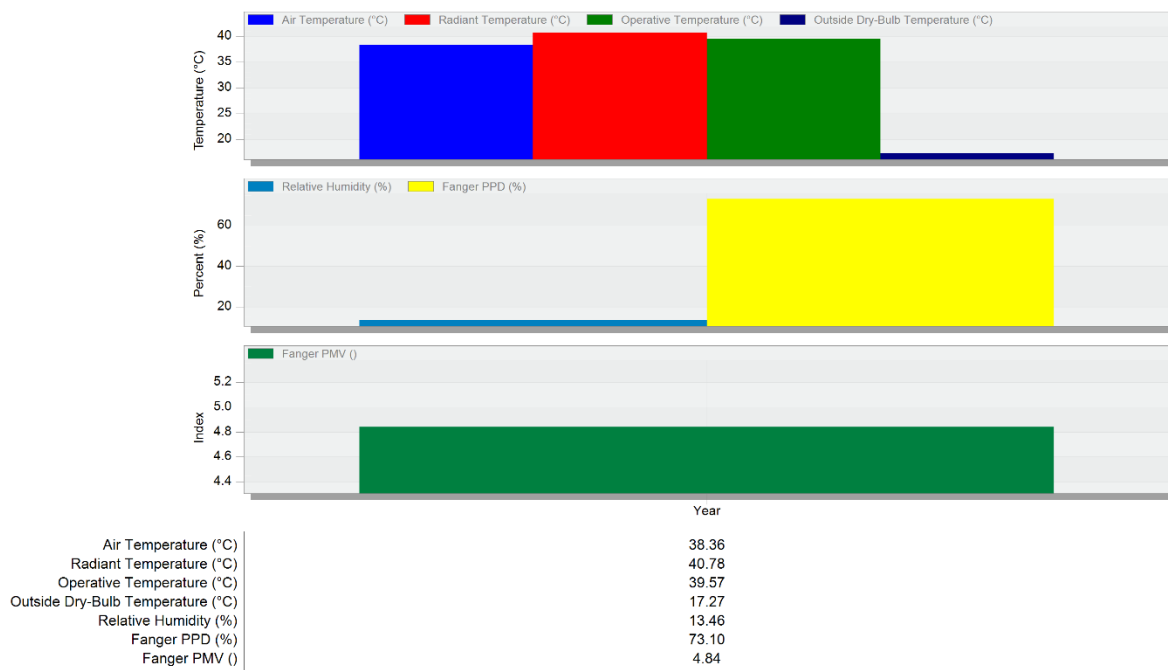


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۴ نتایج شبیه‌سازی عایق کاری کف ساختمان (منبع: نگارنده)

۴-۹-۵ تهویه طبیعی

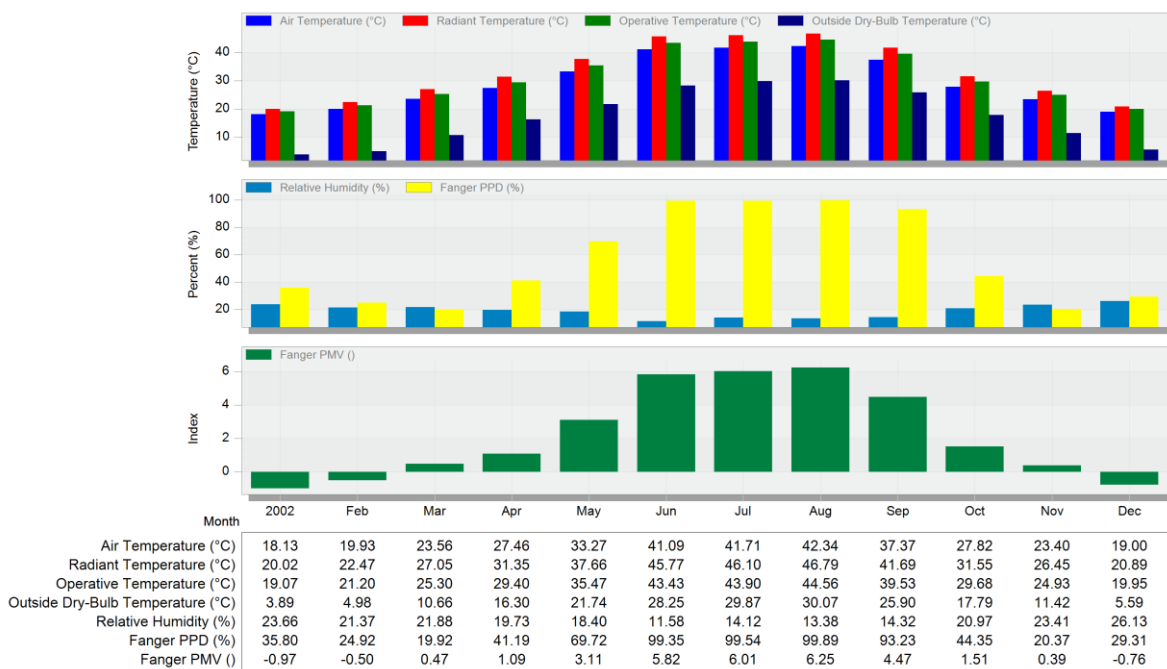
این مرحله از شبیه‌سازی، بر بهبود وضعیت آسایش حرارتی تاکید دارد؛ زیرا با عایق‌کاری ساختمان گرما داخل ساختمان محبوس شده است و راهی برای خروج ندارد اما با تهویه ساختمان گرمای محبوس خارج شده و هوای تازه جایگزین می‌گردد. هوای تازه در زمستان نیز اهمیت دارد؛ هوای کهنه ساختمان نیاز به جایگزینی با هوای تازه دارد. این امر باعث می‌شود ساکنان ساختمان از لحاظ آسایش حرارتی احساس بهتری داشته باشند.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

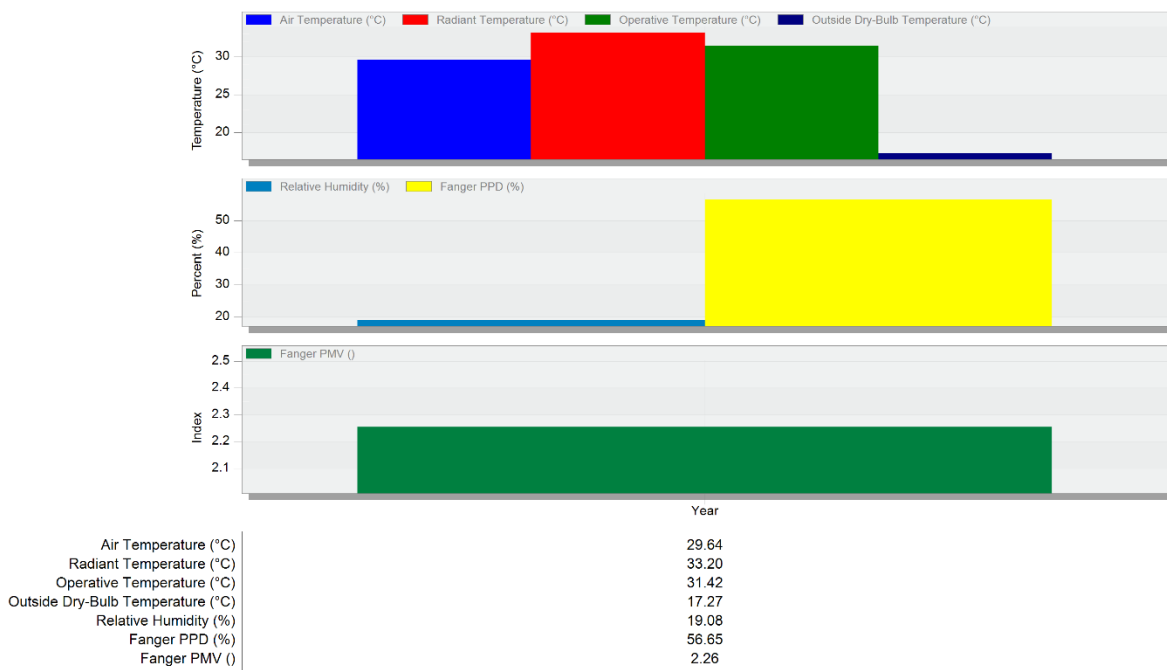


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۵ نتایج شبیه‌سازی تهویه طبیعی ساختمان

۴-۹-۶ تهویه طبیعی هوشمند

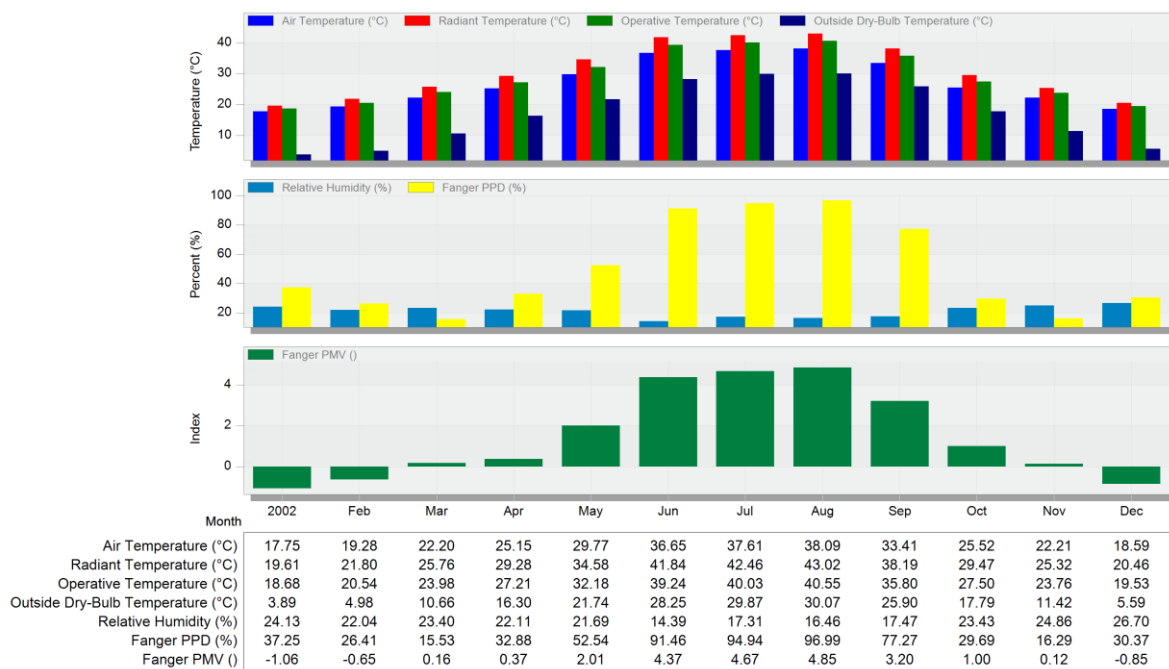
تفاوت تهویه طبیعی هوشمند ساختمان با تهویه طبیعی ساختمان در این است که زمانی که تهویه طبیعی ساختمان به آسایش ساکنین کمک می‌کند، این تهویه انجام شود در غیر این صورت انجام نشود. به عنوان مثال در تابستان هوای بیرون گرم‌تر از دمای آسایش ما است؛ پس زمانی که این تهویه انجام شود به آسایش ما لطمه می‌زند. این فرآیند به کمک سنسورهای حرارتی به راحتی قابل تشخیص است.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

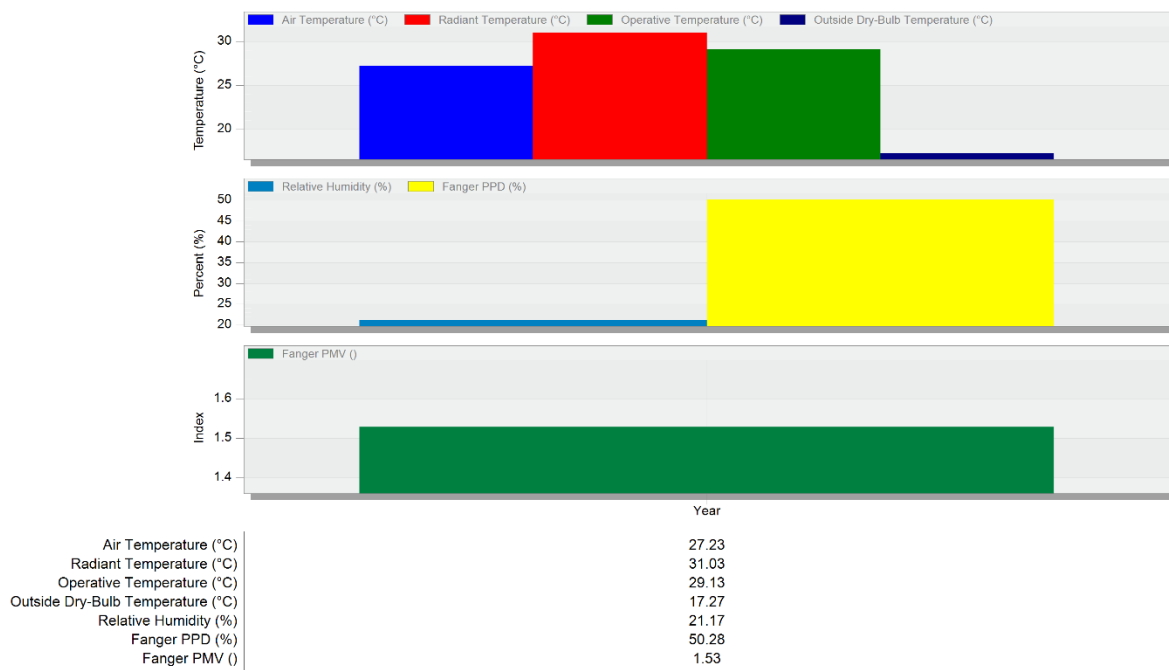


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۶ شبیه سازی تهویه طبیعی هوشمند ساختمان

۴-۹-۷ سایبان‌های خارجی

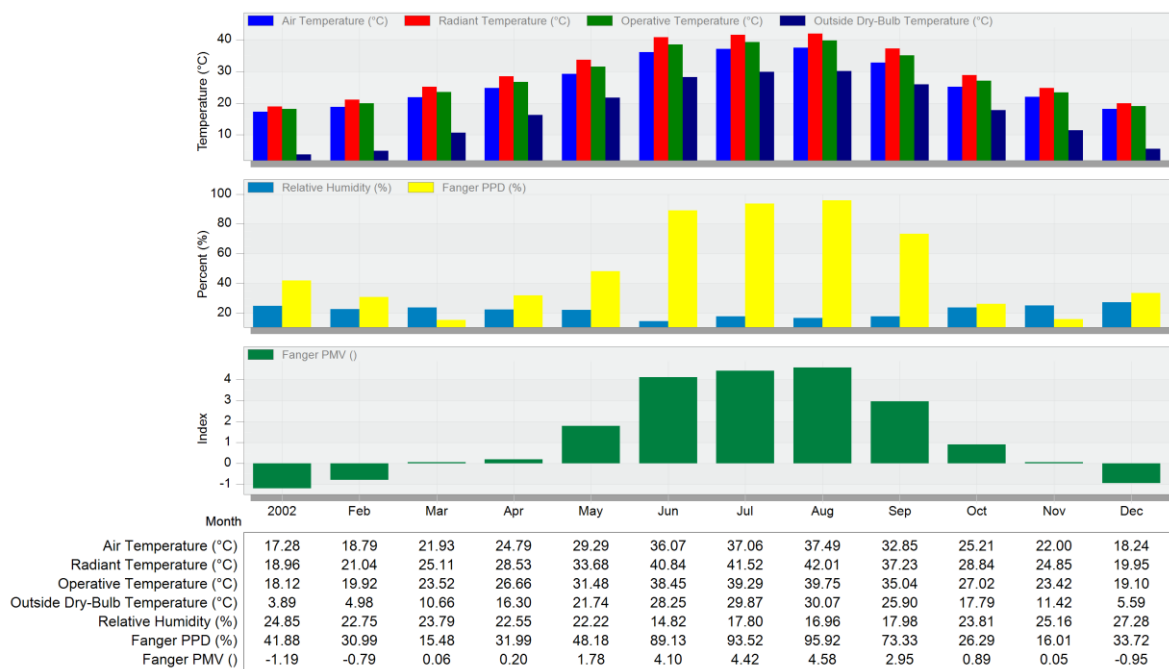
زمانی که به ظهر نزدیک می‌شویم، آفتاب گرمای شدیدی را مخصوصاً در تابستان به ساختمان وارد می‌کند. ما به کمک سایبان خارجی مانع از وارد شدن گرما می‌شویم. اگر سایبان‌ها در جای درست خود و به میزان مورد نیاز باشند، کمک زیادی به گرم نشدن بیش از حد داخل ساختمان می‌شود. میزان تاثیر این پارامتر در نمودارهای زیر قابل مشاهده است.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

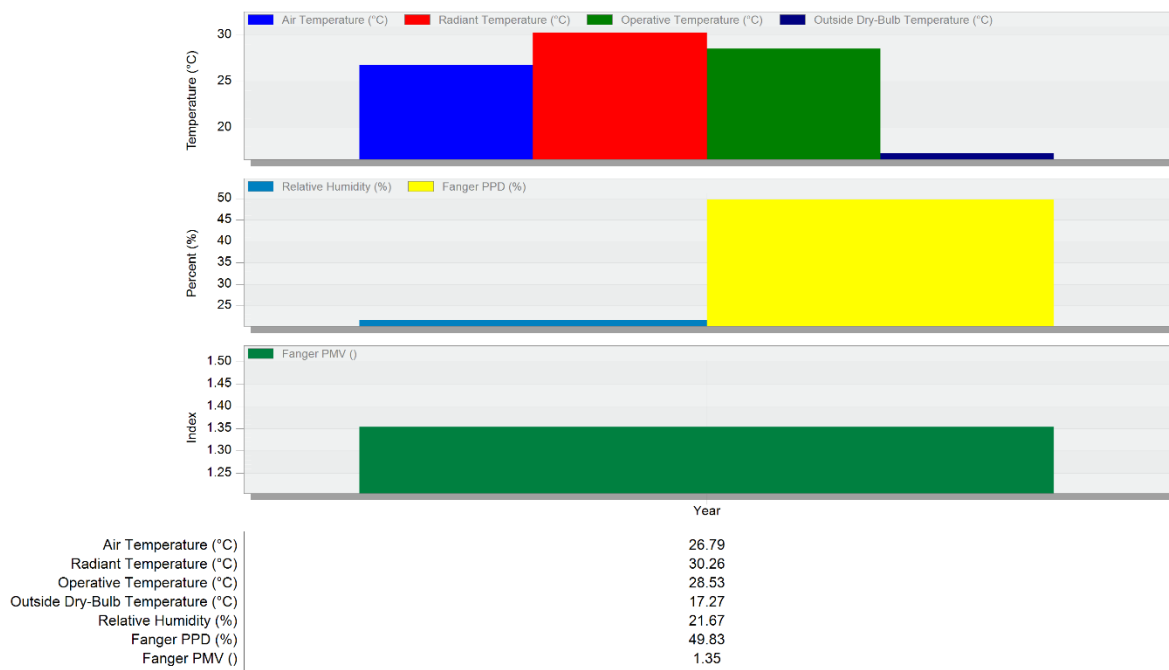


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۷ نتایج شبیه‌سازی سایبان‌های خارجی

۴-۹-۸ کنترل روشنایی هوشمند

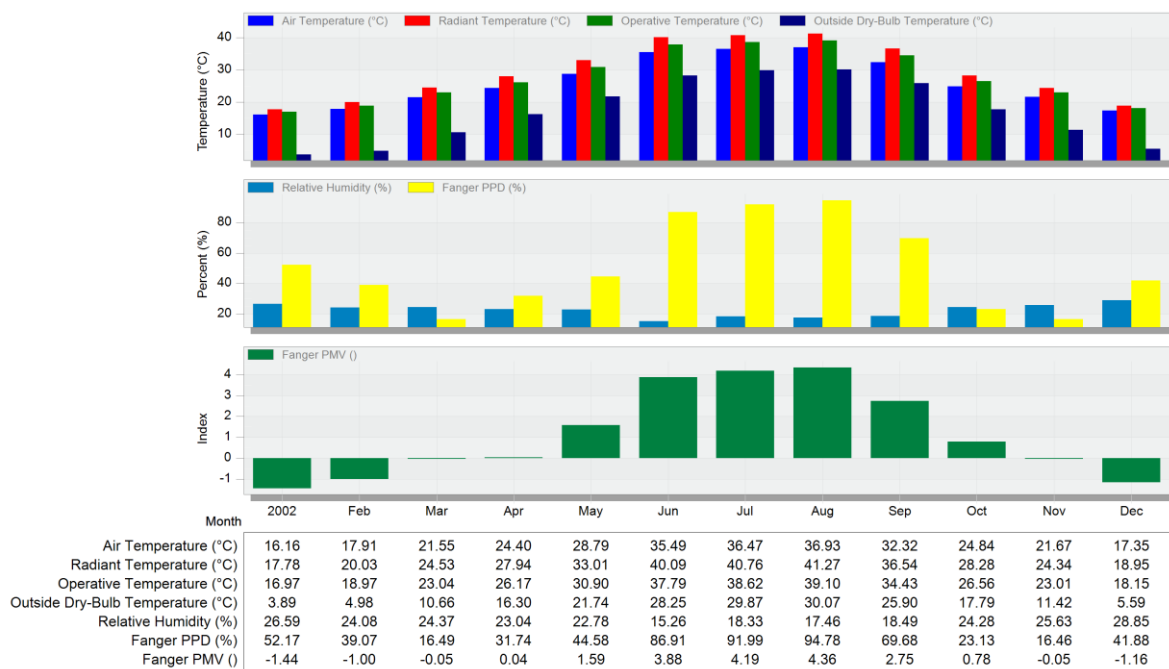
لامپ‌های کم مصرف نیز مقدار قابل توجهی گرما از خود در فضا منتشر می‌کنند. این امر زمانی بیشتر اهمیت پیدا می‌کند که ما در تابستان خود به خود مقداری گرما مازاد داریم و این لامپ‌ها گرمای بیشتری را به فضا تحمیل می‌کنند. همانطور که در نتایج زیر نیز قابل مشاهده است، کنترل روشنایی هوشمند با روشن کردن لامپ‌ها، فقط برای زمان‌هایی که احتیاج داشته باشیم، می‌تواند به آسایش حرارتی ساکنان کمک کند.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

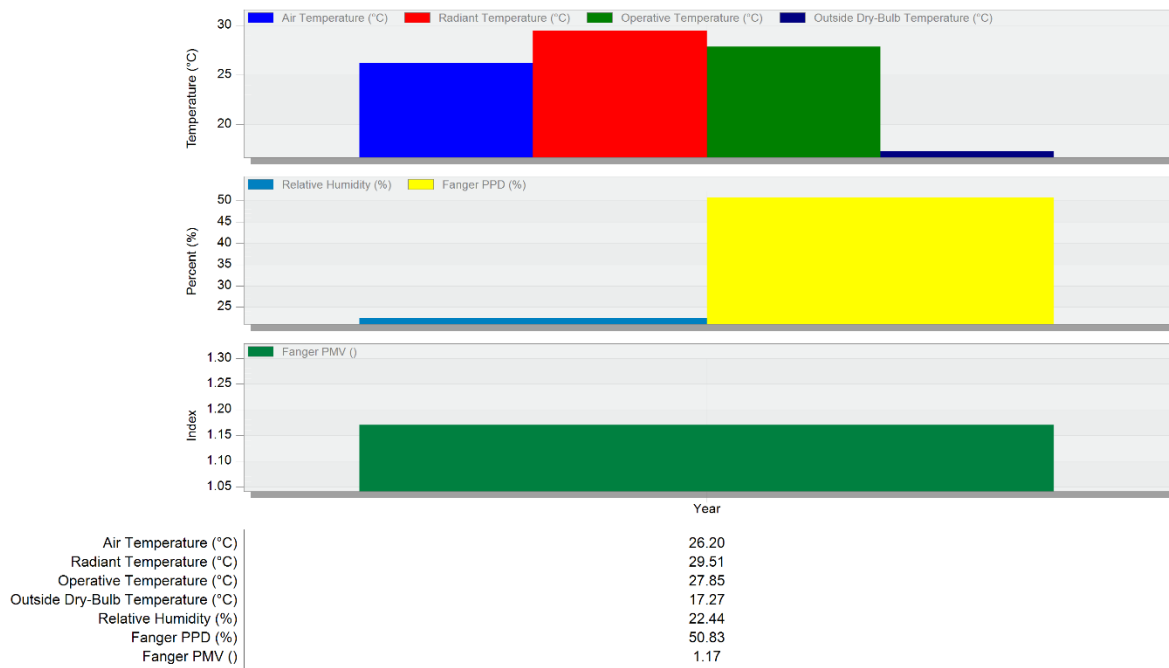


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۸ نتایج شبیه‌سازی کنترل روشنایی هوشمند ساختمان

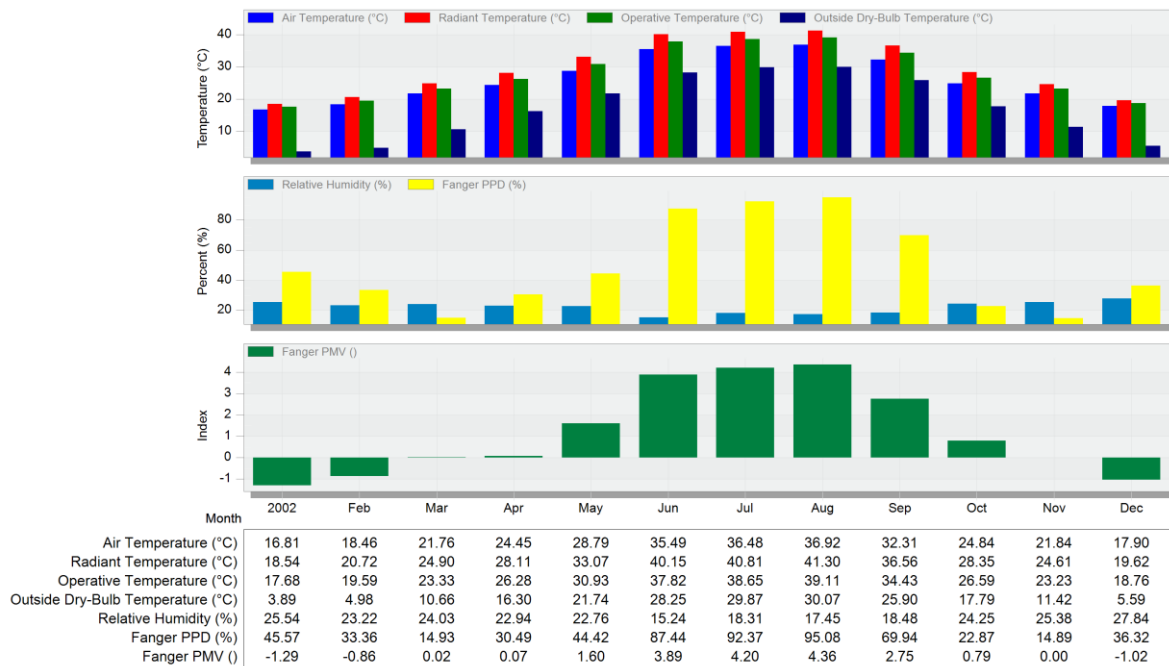
۴-۹-۹ شیشه دو جداره

چون در شهر ساوه، برای ما گرما اهمیت بیشتری دارد، شیشه‌های دوجداره علاوه بر اینکه نور و منظر را تامین می‌کند، مانع از ورود گرما به ساختمان نیز می‌شود. علاوه بر این مانع ورود صداهای مزاحم نیز هستند.

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

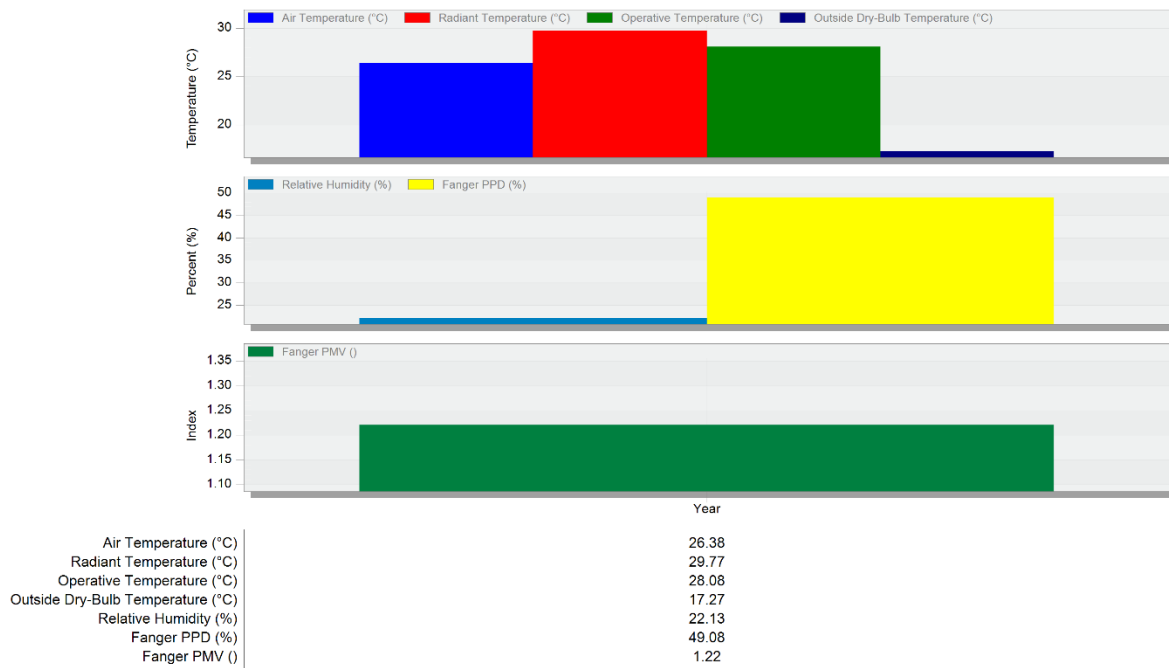
Licensed



Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۹ نتایج شبیه‌سازی شیشه دو جداره

۴-۹-۱۰ کنترل نفوذ هوای ناخواسته

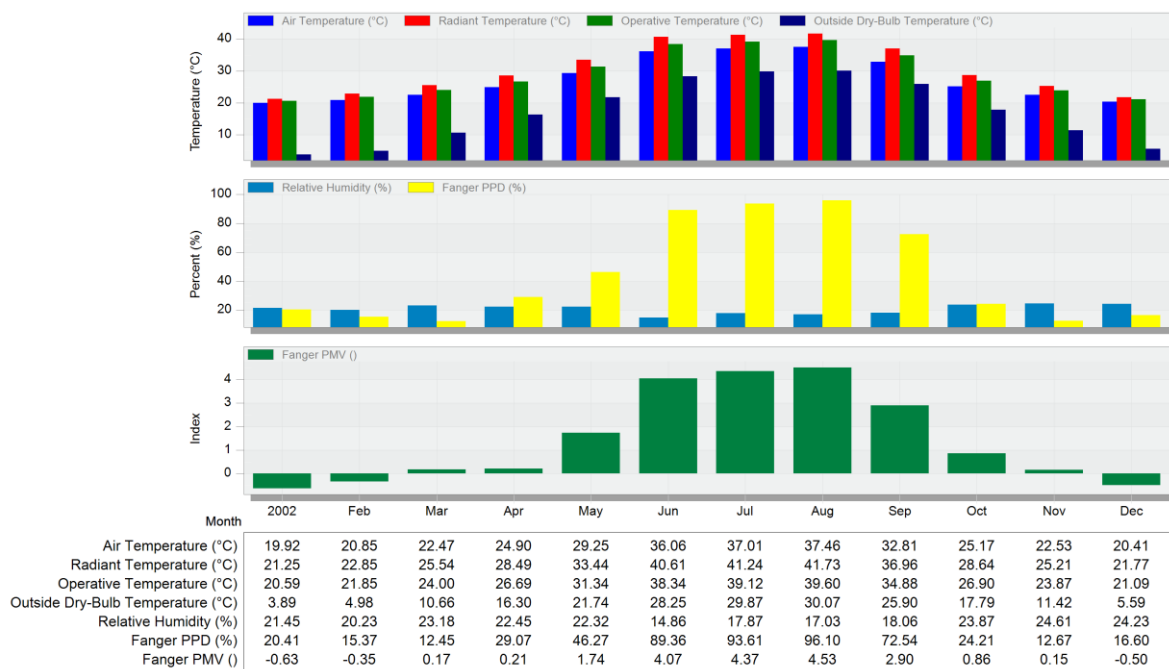
هوای ناخواسته مانع از این می‌شود که ما هوای داخل ساختمان را مطابقت با میل خود تنظیم کنیم. به عنوان مثال ما در زمستان تمایل داریم هوای منزل خود را گرم کنیم ولی نفوذ هوای ناخواسته باعث می‌شود هوای سرد به داخل ساختمان نفوذ کند. این امر باعث می‌شود تا مصرف سیستم‌های گرمایش و سرمایش افزایش یابد و همچنین میزان آسایش ساکنان کاهش می‌یابد.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

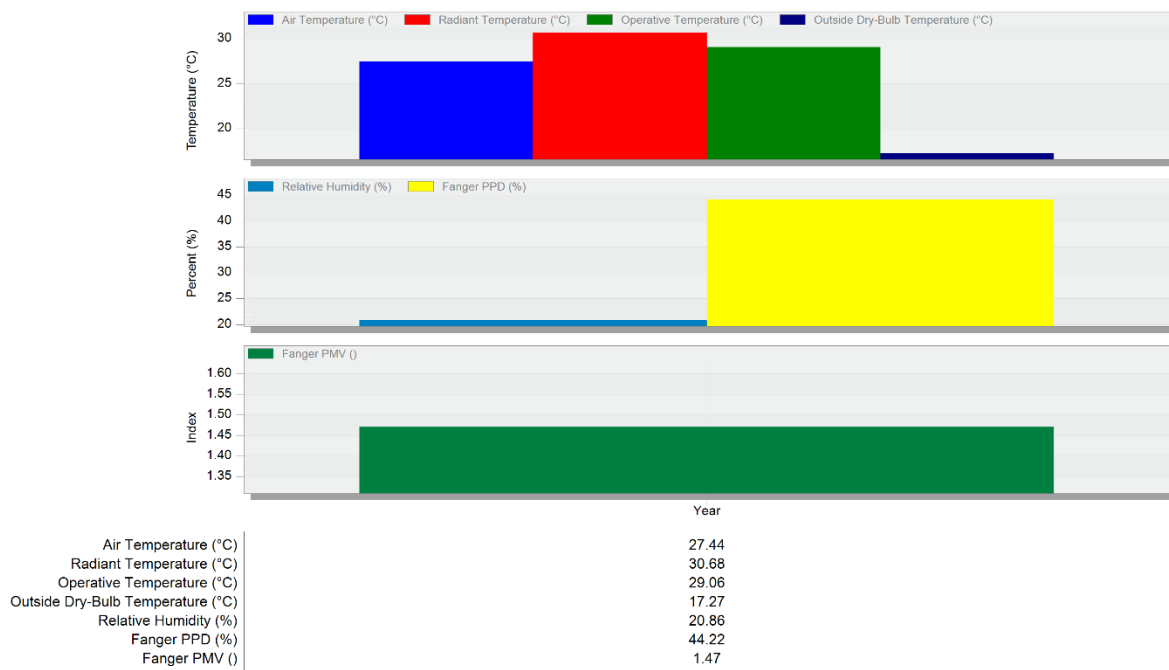


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۱۰ نتایج شبیه‌سازی کنترل نفوذ هوای ناخواسته

۴-۹-۱۱ لوله‌های زیرزمینی (زمهریر)

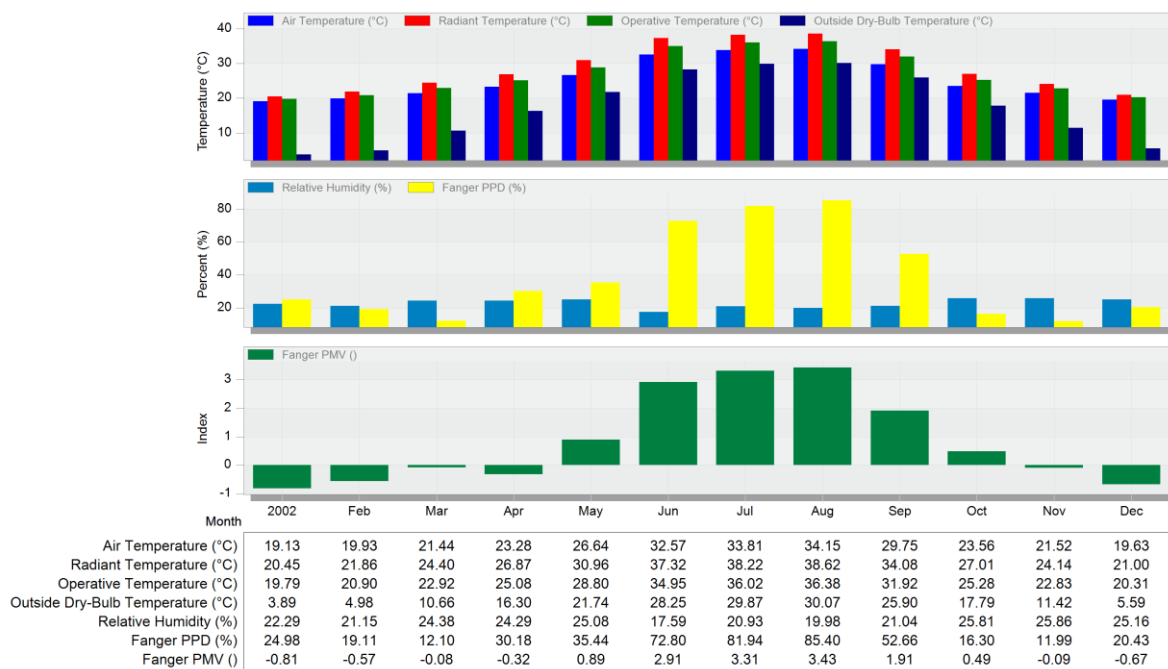
دمای لایه‌های زیرین زمین معمولاً به دمای میانگین سالانه نزدیک می‌باشد؛ هر چقدر عمق بیشتر باشد، دمای نیز نزدیک‌تر به میانگین می‌شود و نوسان دمای خاک نیز کم‌تر می‌شود. با رد کردن لوله‌هایی از زیر زمین (لوله‌هایی با رسانش گرمایی بالا) و جریان دادن هوا از داخل آن، می‌توان هوایی با دمای معتدل به داخل ساختمان وارد کرد. این هوا هم دمای هوای داخل ساختمان را معتدل می‌کند و هم تامین‌کننده هوای تازه مورد نیاز ساکنان می‌باشد. نتایج تاثیر این عمل بر آسایش حرارتی ساکنان را در نمودارهای زیر مشاهده می‌کنید.

EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

1 Jan - 31 Dec, Monthly

Licensed

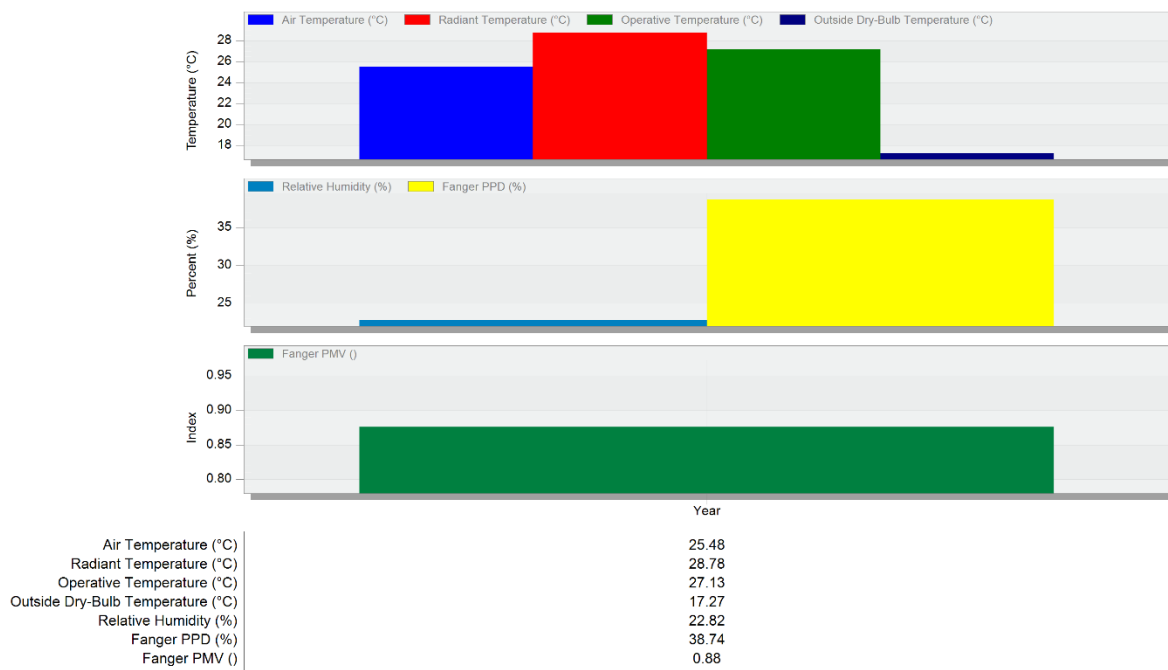


EnergyPlus Output

Comfort - Residential, Building 1

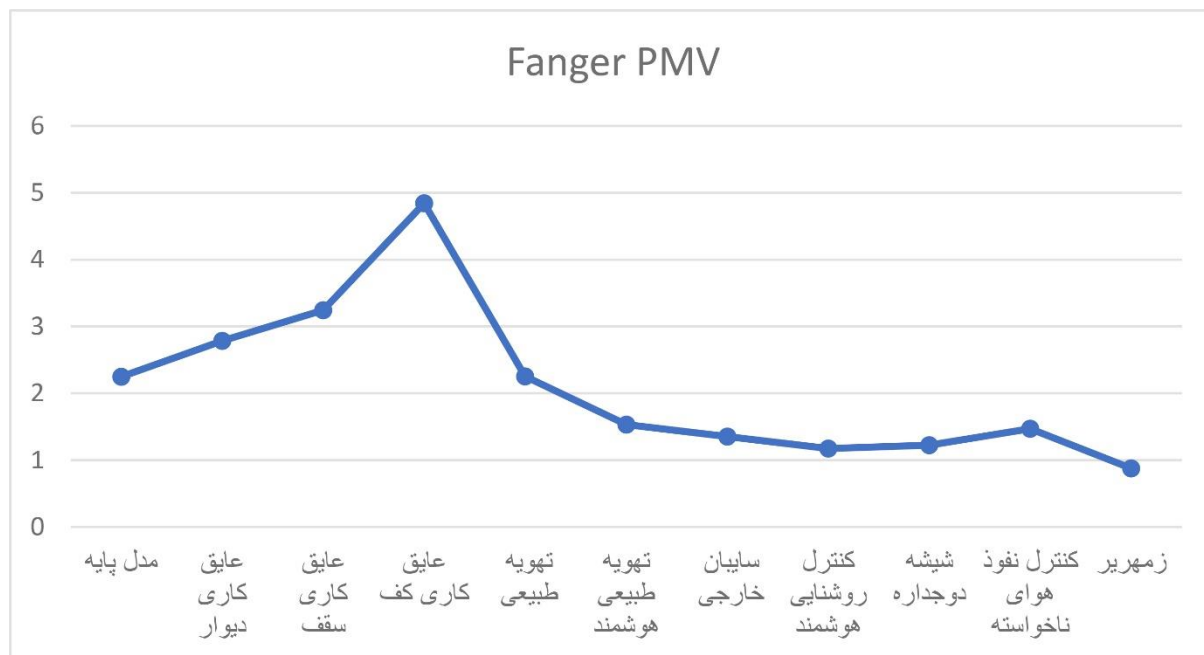
1 Jan - 31 Dec, Run period

Licensed



تصویر ۴-۱۱ نتایج شبیه‌سازی لوله‌های زیرزمینی (زمهریر)

۴-۱۰ نتیجه گیری



تصویر ۴-۱۲ روند میانگین سالانه مدل فانگر PMV

همانطور که در نمودار بالا مشاهده می‌کنید، ابتدا آسایش حرارتی را در مدل پایه ساختمان سنجیده شده است. در مراحل اولیه، به عایق کاری ساختمان پرداختیم که با وجود اینکه آسایش حرارتی زمستان را بهبود بخشید، اما به دلیل وجود نداشتن تهویه، آسایش حرارتی در تابستان کاهش یافت و به همین علت، میانگین سالانه آسایش در ساختمان در مدل فانگر افزایش یافت. به محض اینکه تهویه طبیعی را در ساختمان فعال کردیم، میزان آسایش به مقدار قابل توجهی بهبود یافت و نقص عایق حرارتی در تابستان را پوشش داد. با اضافه کردن سایبان خارجی، گرمای کمتری وارد ساختمان شد و به دلیل اینکه گرما برای شهر ساوه اهمیت بیشتری دارد، میانگین سالانه آسایش در ساختمان بهبود یافت. کنترل روشنایی هوشمند نیز مانع از تولید گرما توسط لامپ‌ها در ساختمان شد که همین امر باعث بهبود آسایش شده است. شیشه دوجداره بیشتر برای زمستان کاربرد دارد که هوای گرم شده در داخل ساختمان خارج نشود. کنترل نفوذ هوای ناخواسته باعث می‌شود تا هوای معتدلی که در داخل ساختمان ایجاد کردیم به راحتی از دست نرود. در مرحله آخر، لوله‌های زیرزمینی یا همان زمهریر به تامین هوای مناسب کمک می‌کند.

در طی این روندی که ما طی کردیم، بدون کمک سیستم‌های تهویه مطبوع توانستیم میزان آسایش حرارتی در ساختمان را در مدل فانگر بین صفر و یک برسانیم که عدد خوبی برای میانگین آسایش سالانه مدل فانگر می‌باشد. این عدد به ما نشان می‌دهد که برای رسیدن به آسایش حرارتی ساکنان، مقدار کمی باید انرژی مصرف کنیم تا به آسایش برسیم. این امر نشان دهنده این است که اگر ما در ساختمان‌هایی که طراحی می‌کنیم، به اصول معماری غیرفعال توجه کنیم، می‌توانیم علاوه بر رسیدن به آسایش حرارتی، در مصرف انرژی نیز صرفه‌جویی قابل توجهی انجام دهیم.

فصل پنجم: نتیجه گیری

۵-۱ مقدمه

در پژوهش حاضر روند تحقیقات به صورت شروع از فصل اول شامل مطالعات کتابخانه‌ای و رسیدن به خلأ مطالعاتی می‌باشد که منجر به انتخاب متغیرهای مورد نظر جهت بررسی و تحقیق است. پس از تعیین موضوع تحقیق در فصل دوم مبانی نظری و متغیرهای مورد نظر معرفی و مطالعات انجام شده در زمینه تحقیق طی مطالعات کتابخانه‌ای منسجم انجام شده است. با توجه به روند هر پژوهش در فصل سوم نرم‌افزار مورد استفاده در جهت سنجش فرضیات تحقیق معرفی شده و مطالعات منطقه به جهت شناخت اقلیم انجام شده است. در فصل چهارم پس از معرفی ابزار تحقیق و نرم‌افزار مورد استفاده یک نمونه ساختمان مسکونی طراحی شده در شهر ساوه انتخاب شده است. پس از بررسی شرایط حرارتی فضاها موجود در خانه‌ی مسکونی، متغیرهای مورد نظر بر روی مدل خانه‌ی مسکونی در نرم‌افزار دیزاین بیلدر بررسی شده‌اند. نتایج نهایی هر بخش از تحقیق در فصل پیش‌رو به صورت مشخص بیان شده است.

۵-۲ نتایج بدست آمده از مطالعات کتابخانه‌ای

نتایج مطالعات گذشته در مسئله آسایش حرارتی حاکی از اهمیت موضوع بر عملکرد و بازدهی افراد می‌باشد. همچنین موضوع فضاهای مسکونی و اهمیت کاربران آنها لزوم بررسی و بهبود سطح آسایش حرارتی را در ساختمان‌های مسکونی افزایش می‌دهد. بعلاوه بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد موضوع آسایش حرارتی در فضاهای مسکونی شهر ساوه به صورت کمی و با ارائه راهکارهای آزموده شده به وسیله نرم-افزارهای شبیه‌ساز ساختمان انجام نشده است.

همچنین مطالعات گذشته حاکی از تأثیر اصول معماری مانند سایه‌اندازی، عایق‌کاری جداره‌ها و کف و... بر شرایط آسایش حرارتی ساختمان می‌باشد. لذا در این تحقیق متغیرهای معماری قابل سنجش در نرم‌افزار دیزاین بیلدر شبیه‌سازی و مورد آزمایش قرار گرفته است.

۵-۳ نتایج حاصل از شبیه‌سازی

با توجه به شناخت قابلیت‌های نرم‌افزار دیزاین بیلدر متغیرهای مورد نظر در این نرم‌افزار مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ساختمان که به عنوان نمونه انتخاب شده است، شبیه‌سازی شده سپس با بررسی وضعیت موجود، آسایش حرارتی در خانه‌ی مسکونی بررسی و تجزیه تحلیل شد. نتایج این بررسی نشان دهنده عملکرد بهتر فضاهای جبهه جنوبی است.

هر آیتم به طور جداگانه بر ساختمان اعمال شده و نتیجه حاصل از محاسبه تعداد ساعات عدم آسایش برای آن مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۵ بررسی فرضیات تحقیق

- خانه‌های مسکونی در ایران، دارای سازگاری حرارتی نیستند.

بله. با وجود آیین‌نامه‌ها و ضوابط خاص جهت طراحی و اجرای ساختمان‌های مسکونی، متأسفانه به علت عدم در نظر گرفتن پتانسیل‌های اقلیمی موجود و نیز عدم آشنایی کافی با مسائل طراحی اقلیمی، ما شاهد عدم سازگاری حرارتی فضاهای مسکونی هستیم.

- پارامترهای طراحی معماری در بهبود شرایط آسایش خانه‌ی مسکونی موثر هستند.

با بررسی ساختمان نمونه و شبیه‌سازی آن در نرم‌افزار و بررسی خانه‌ی مسکونی مشاهده شد پارامترهای طراحی معماری مانند عایق‌کاری، سایبان پنجره، تهویه طبیعی، کنترل روشنایی، پنجره دو جداره و کنترل نفوذ هوا در شرایط آسایش حرارتی تأثیر گذارند.

- با بررسی کمی سطح آسایش و رفتار حرارتی در خانه‌ی مسکونی و ایجاد تغییر در

پارامترهای طراحی معماری، می‌توان سطح آسایش حرارتی را در این فضاها بهبود داد.

با تغییر پارامترهای طراحی و مقایسه نتایج حاصل از محاسبه تعداد ساعات عدم آسایش حرارتی در نرم‌افزار، وضعیت بهینه برای هر پارامتر مشخص شده است، به طوری که تغییر پارامتر مورد نظر باعث بهبود وضعیت آسایش حرارتی در فضا شود.

۵-۵ ارائه پیشنهادات و راهکارها

در این تحقیق اصول معماری با هدف بهبود شرایط آسایش حرارتی در ساختمان‌های مسکونی با استفاده از نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر بررسی شده است. متغیرهای مورد استفاده که باعث آسایش حرارتی می‌شود در زیر بیان شده است.

۱. عایق‌کاری حرارتی دیوار داخلی

۲. عایق‌کاری حرارتی دیوار خارجی

۳. عایق‌کاری سقف

۴. عایق‌کاری کف

۵. اجرای لوله‌های زیرزمینی

۶. اجرای سایبان‌های پنجره

۷. اعمال تهویه طبیعی

۸. اجرای پنجره دوجداره

۹. کنترل نفوذ هوا از طریق بازشوها

۱۰. اجرای سیستم کنترل روشنایی

۵-۶ پیشنهادات جهت تحقیقات آینده

در این بخش با توجه به مسیر تحقیق و مواجهه با خلاهای باقی مانده در موضوع تحقیق موضوعاتی که لزوم بررسی آنها برای محقق مشخص شده است عنوان می گردد.

شاخص آسایش حرارتی دارای استاندارد می باشد اما می تواند در هر منطقه و موقعیت، محدوده آسایش معینی داشته باشد که لازم است از طریق پرسشنامه مورد بررسی قرار گیرد لذا بررسی محدوده آسایش حرارتی شاخص PMV برای افراد خانه در ساوه می تواند به عنوان موضوع تحقیقات بعدی مورد بررسی قرار گیرد.

در این تحقیق شرایط آسایش حرارتی مورد بررسی قرار گرفته است. می توان تأثیر پارامترهای طراحی را بر میزان مصرف انرژی ساختمان مورد بحث و بررسی قرار داد.

منابع

۱. طاهباز، منصوره. شهربانو جلیلیان، فاطمه موسوی و مرضیه کاظم زاده. ۱۳۹۲. نورپردازی در خانه-های سنتی کاشان نمونه موردی: خانه‌ی عامری‌ها. مطالعات معماری ایران (۴): ۷۸-۱۰۸.
۲. حیدری، شاهین. (۱۳۹۲). تعیین الگوی بهینه حیاط مرکزی در مسکن سنتی دزفول. باغ نظر ۵، ۲۷-۳۹.
۳. برزگر، زهرا و شاهین حیدری. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر تابش دریافتی خورشید در بدنه‌های ساختمان بر مصرف انرژی بخش خانگی. هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی ۱۸، ۱-۴۵.
4. Djamila, H.; Chu, C. M.; Kumaresan, S. 2013, Field study of thermal comfort in residential building in the equatorial hot-humid climate of Malaysia. Build. Environ. 62, 133-142.
5. Nicol, F.; Humphreys, M.; Roaf, S.; (2012), Hancock, M. Adaptive Thermal Comfort (Principle and Practice); Routledge: New York, USA.
6. Mustapa, M. S., Zaki, S. A., Rijal, H. B., Hagishima, A., & Ali, M. S. M. (2016). Thermal comfort and occupant adaptive behavior in Japanese university building with free running and cooling mode offices during summer. Building and Environment, 105, 332-342.
7. Heidari, s.; Sharples, S. (2002), A comparative analysis of short-term and long-term thermal comfort surveys in Iran. Energy and Building, 34, 607-614.
8. J. van Hoof, M. Mazej, J.L.M. Hensen, (2012). Thermal comfort: research and practice, Front. Biosci. 15 (2), 765-788.
9. Deuble, M.P. de Dear, R.J. (2012), Mixed-mode building: a double standard in occupants comfort expectations, Build. Environ. 54, 53-60.
10. Rijal, H.B.; Honjo, M.; Kobayashi, R.; Nakaya, T. (2013), Investigation of comfort temperature, adaptive model and the window opening behavior in Japanese houses. Archit. Sci. Rev. 56, 54-69.

11. Han, J.; Zhang, G.; Zhang, Q.; Zhang, J.; Lin, J.; Tian, L.; Zhang, C.; Hao, J.; Lin, J.; Lin, Y.; et al. (2007), Field study on occupant thermal comfort and residential thermal environment in a hot-humid of China. *Build. Environ.* 42, 4043-4050.
12. De Dear, R.J.; Leow, K.G.; Foo, S.G. (1991), Thermal comfort in the humid tropics: Field experiment in air-conditioned and naturally ventilated buildings in Singapore. *Int. J. Biometeorol.* 34, 259-265.
13. Feriadi, H.; Wong, N.H. (2004), Thermal comfort for naturally ventilated houses in Indonesia. *Energy Build.* 36, 614-626.
14. Rijal, H.B.; Yoshida, H.; Umemiya, N. (2010). Seasonal and regional differences in neutral temperatures in Nepalese traditional vernacular houses. *Build. Environ.*, 45, 2743-2753.
15. Yang, L. Yan, H. Lam, J.C. (2014). Thermal comfort and building energy consumption implications-a review, *Appl. Energy* 115, 164-173.
۱۶. حیدری، شاهین، "دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران"، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۸، صفحات ۵-۱۴، ۱۳۸۸.
17. ASHRAE Handbook, American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, USA: Inc; Publication Office, 1985.
۱۸. خداکرمی، جمال، نصرالهی، نازنین. مبانی آسایش ساکنین در ساختمان، ایلام: انتشارات دانشگاه ایلام، ۱۳۹۰.
19. Givoni, B, *Climate Consideration in Building and Urban Design*, New York, 1998.
20. Olgyay, V, *Design with Climate*, USA: Princeton University Press, 1973.
۲۱. حیدری، شاهین، برنامه‌ریزی انرژی در ایران، چاپ اول، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
۲۲. واتسون، دانلند؛ ترجمه وحید قبادیان و محمد فیض مهدوی، طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرایی کاربرد انرژی در ساختمان، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۷۲.

۲۳. حیدری، شاهین، "دمای آسایش حرارتی مردم شهر تهران"، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۸،

صفحات ۵-۱۴، ۱۳۸۸.

24. Nasrollahi, N, Thermal Environment and Occupant Thermal Comfort in Office Building, Doctoral thesis, Cardiff, England, 2007.
25. ISO 7726, Ergonomic of the Thermal Environment – Instrument for Measuring Physical quantities, Geeva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1998.
26. Wolkoff, P, Kjaergaard, Soren K, "the dichotomy of relative humidity on indoor air quality", Environment International, Vol. 33, no. 6, p. 850-7, 2007.
27. Szokolay. S. V, Thermal design of building, Canberra: Raya education division, 1987.
28. Toftum, J, Thermal Comfort Indices: Handbook of Human Factors and Ergonomic Methodes, USA: 63. CRC Press, 2005.
29. Smolander, J., "Effect of Cold Exposure on Older Human", International Journal of Sports Medicine, Vol. 23, no. 2, p. 86-92, 2002.
30. Alrashid, KH., "Thermal Comfort Prediction, Conditions and Air Quality for Younger and Older Children in Kuwait Schools", Doctoral Thesis, Loughborough University, England, 2011.
31. Gagge, A.P., Stalwijk, J.A.J and Nishi, Y, "An Effective Temperature Scale Based on a Simple Model of Human Physiological Regulatory Response", ASHRAE Trans, 77, P 247-2622, 1971.
32. Fanger, P.O, Analysis and application in environmental engineering, USA: Danish Technical Press, 1970.
33. Philomena M. Bluyssen, The Indoor Environment Handbook: How to make Building Healthy and Comfortable, USA: Earth scan, 2009.
34. Schiller, G.E.A. Arens, F. Bauman, C. Benton, M. Doherty. T, A Field study of thermal environment and comfort in office building, ASHRAE Transactions. 94, P 280, 2009.
35. Olesen, B.W. Parsons, K.C., Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730, Energy and Building 34 (6): 537-548, 2002.

36. De Dear, R.J. Brager, G.S., Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55, Energy and Building 34 (2002) 549-561, 2002.
۳۷. امیری سمکویی، بهاره، (۱۳۹۲) ارائه الگوی بهینه پنجره برای مدارس شهر تهران با رویکرد حداکثر میزان دریافت روشنایی روز و حداقل انتقال حرارت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ایلام.
38. Matzarakis, A., Nastons, P, "Analysis of tourism potential for Crete Island, Greece,"Global Nest Journal 13. 77, P 142-150, 2011.
39. Matzarakis, A., Nastons, P, "Effect of thermal environment on the temporal, spatial and seasonal occurrence of measles in Ondo state, Nigeria," Global Nest Journal 13. 77, P 142-150, 2011.
40. Yang, L., Yan, H.,lam.J, "Thermal comfort and building energy consumption implication," Applied Energy 115. 77, p 164-173, 2013.
۴۱. شریعت پناهی، م، "مبانی بهداشت محیط"، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۶۷.
۴۲. عقیلی نژاد، م، فرشاد، ع، مصطفایی، م، غفاری، م، "طب کار و بیماری های شغلی"، تهران: انتشارات ارجمند، ۱۳۸۹.
۴۳. کارگر، م، "کلیات بهداشت محیط"، چاپ اول، تهران: انتشارات اندیشه رفیع، ۱۳۹۰.
۴۴. ملائکه، ع، "ما و سرما"، سلامت، ۳۱، صفحه ۲۵۲، ۱۳۸۸.
45. Seung Hyun Ji, M.E., B.E, "Shifting of Thermal Comfort Zone Due to Outdoor Temperature", MS Thesis, the university of texas, 2006.
۴۶. مدنی، ع، فقیه، ع، "بهداشت محیط"، چاپ اول، هرمزگان، انتشارات رسول، ۱۳۸۸.
47. Sadat Zomorodin, Z, Tahsildoost, M. Hafezi, M, Thermal comfort in educational buildings: A review article, Renewable and Sustainable Energy Review 59, 895-906, 2016.
48. Thomas, R. "Environmental Design: An Introduction for Architects and Engineers, Spon Press, London, 1999.
49. Rassam, S. "Climate Energy and Sustainable Design in Southern Ontario, Master Thesis, Dalhousie university, Halifax, Canada, 2004.

50. Anderson, B. and M., Wells "Passive solar energy: the homeowners guide to natural heating and cooling, Brick house publishing company, New Hampshire, 1994.
 51. Amos-Abanyie, S., "Effects of thermal mass, window size and night-time ventilation on peak indoor temperature in the warm humid climate of Kumasi, Ghana, Department of building technology KNUST Kumasi, Ghana. Unpublished Ph.D Thesis, pp 28, 2012.
 52. Yam J, Li Y, Zheng Z, "Nonlinear coupling between thermal mass and natural ventilation in building. Int. J. heat and mass transfer (46): pp. 1251-1264, 2003.
 53. Kibert, C. 2005. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. Hoboken: John Wiley & Sons.
 54. Parakash Preethi. 2005. Effect of Indoor Environmental Quality on Occupants Perception of Performance: a comparative study: Florida: university of Florida.
 55. Al horr, Y, Arif, M Katafygiotou, M Mazroei, A Kaushik and A Elsarrage. 2016. Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. International Journal of Sustainable Built Environmaent. 5 (1): 1-11.
۵۶. اکبری، ع، باقریان، س، جعفری، س، کرمی، ز، مرادی، ی، "سالنامه آماری استان مرکزی (۱۳۹۳)", سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان مرکزی ۱۳۹۳.

Abstract:

Architecture has always tried to create comfort conditions for users in various spaces. In the magnificent buildings of Iran, this is simply noticeable. Architects, as the top of the decision-making pyramid, design and implementation of construction projects, had the chance to present a worthy design by using and combining different sciences and recognizing the existing elements.

One of the problems in all spaces, including residential uses, is the lack of awareness of the required thermal comfort, and usually excesses in thermal conditions in residential spaces cause a waste of human and economic capital and time. Lack of awareness of thermal comfort conditions leads to many environmental pollutants caused by the combustion of fossil fuels and consequently carbon emissions in the environment. The losses caused by spending a lot of human, economic and time costs will be irreparable.

Saving on fossil fuels and using clean and free energy sources will bring thermal comfort to residents, reduce building operating costs, protect the environment and people's health. One of the most important factors that affect the design of the building is the climatic characteristics and climatic conditions. If the buildings are adapted to the climatic conditions, they will provide both human thermal comfort and healthier environmental conditions for the residents; At the same time, it will reduce energy consumption and reduce costs. The purpose of this study is to investigate the effect of some architectural parameters on improving the thermal comfort conditions of residential houses in Saveh. In this regard, using computer simulation method in the form of design builder software, the insulation parameters of walls, ceiling and floor, double-glazed window, air penetration control, lighting control and window canopies were investigated. In this research by simulating a residential building designed by the author of the condition of the house

Has been studied in terms of thermal comfort. Examination of the simulation results of the building showed that by using the optimal state of the mentioned parameters, the thermal comfort of the building will be improved for the residents of such spaces.

Keywords: Thermal comfort, Design builder simulation tool, Energy optimization, Residential house.



Energy Institute of Higher Education

Title:

**Evaluation and presentation of passive energy solutions to
improve thermal comfort in residential spaces**

(Case study: designed residential model)

**Thesis for a master's degree in architectural engineering majoring in
energy**

By:

Seyed hassan hashemi

Supervisor:

Dr. mirzaei

February 2020