نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۷، شماره۳، پاییز ۱۴۰۳، صفحه ۱-۲۱

آنالیز و بررسی تاثیر اقلیم‌های Sfa, Scb, Sca و Dsa بر روی طراحی غیرفعال ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک به صفر

وحید رضایی

وحید رضایی*
عضو هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه ای
Vahidrezaee.136698@gmail.com
مجتبی معصوم نژاد
عضو هیات علمی دانشگاه فنی و حرفه ای

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۳/۱۳

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۶/۱۳

کلمات کلیدی:
اقلیم
کوپن – گایگر
ساختمان انرژی صفر
معماری غیرفعال

چکیده

اقلیم بحث مهمی قبل از احداث ساختمان می‌باشد که وابسته به موقعیت جغرافیایی بناست. پارامترهای اقلیمی شامل تابش آفتاب، دما، رطوبت، میزان بارندگی و وزش باد تعیین کننده طرح کلی و اجزاء ساختمان است که باید متناسب با هر اقلیمی طراحی شود. در این پژوهش شرایط آسایش و تدابیر مختلف معماری جهت طراحی ساختمان های با مصرف انرژی نزدیک به صفر برای شرایط مختلف اقلیمی ایران برحسب روش کوپن – گایگر با استفاده از روش‌های غیرفعال پیشنهاد شده است. محدوده اقلیم ایران بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن – گایگر، به ۹ اقلیم تقسیم می‌شود. اقلیم‌های Sfa, Scb, Sca و Dsa از گروه‌های مهم اقلیمی ایران هستند که در این پژوهش در نظر می‌گیریم. با استفاده از روش کوپن – گایگر و چند شهر منتخب در اقلیم‌های Sfa, Scb, Sca و Dsa توسط نرم‌افزار CCS با فرمت EPW به روش استاندارد اشری۵۵ و مدل آسایش PMV (شاخص متوسط نظرسنجی پیش بینی شده) تاثیر شرایط اقلیمی بر طراحی ساختمان‌های با مصرف انرژی نزدیک به صفر پیشنهاد شد. با وارد کردن فایل پارامترهای آب و هوایی شهرهای منتخب در نرم افزار کلایمت کانسالتنت نتایج خروجی شامل چارت سایکرومتریک، نمودار سایه خورشیدی، نمودار چرخ باد و دیگر نتایج بدست آمد. همچنین پارامترهای معماری غیرفعال برای طراحی ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر همانند جهت قرارگیری پنجره‌ها، پوشش کف، مقدار ساعت گرمایش غیرفعال خورشیدی و دیگر پارامترها مورد بررسی قرار گرفت.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

۱ مقدمه

بخش ساختمان ۴۰ درصد از مصرف انرژی اولیه در سراسر جهان را به خود اختصاص داده است. بنابراین، نقش مهمی در رسیدگی به مساله صرفه‌جویی در انرژی ایفا می‌کند. با استفاده از انرژی تجدیدپذیر در محل برای پاسخگویی به تقاضای انرژی، ساختمان انرژی نزدیک به صفر (NZEB) یک راه حل امیدوارکننده برای مشکل انرژی است. بسیاری از کشورها اهداف روشنی را برای ترویج کاربردهای عملی (NZEB) تعیین کرده‌اند. به عنوان مثال، اتحادیه اروپا برای تمام ساختمان‌های مسکونی جدید از سال ۲۰۲۰ اهداف انرژی تقریباً صفر تعیین کرده است. ایالات متحده هدفی را تعیین کرده است که تمام ساختمان های تجاری باید تا سال ۲۰۵۰ به انرژی صفر برسند. در دهه اخیر، مطالعات (NZEB) موجود عمدتاً بر روی موارد زیر متمرکز شده است: تعاریف، فناوری‌های بهره‌وری انرژی، طراحی و بهینه سازی سیستم، کنترل و بهینه‌سازی سیستم، ارزیابی و بهبود عملکرد چرخه عمر. تغییرات اقلیمی به طور گسترده به عنوان یکی از جدی ترین تهدیدات قرن بیست و یکم با پیامدهای شدید و مرتبط با محیط زیست، سلامت و اقتصاد شناخته می‌شود. رویدادهای آب و هوایی غیرمعمول مانند موج گرما در دهه گذشته در سراسر جهان رایج‌تر و شدیدتر شده اند، به ویژه در طول تابستان با دمای بالای ۳۵ درجه سانتیگراد. پارامترهایی مانند بارش، رطوبت، باد و تابش خورشید نیز به دلیل تغییرات آب و هوایی تغییر می‌کنند. نرخ فزاینده تغییرات آب و هوایی باعث تغییرات طولانی مدت در دماهای جهانی و الگوهای آب و هوا می شود که به دلیل منابع طبیعی یا انسانی است. تغییرات آب و هوایی انسانی خطرات قابل توجهی برای جامعه و محیط زیست ایجاد می‌کند. احتراق سوخت‌های فسیلی و فرآیندهای صنعتی رایج‌ترین منابع انسانی تغییرات آب و هوایی هستند. انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) ناشی از مصرف انرژی، فرآیندهای صنعتی، کشاورزی، تغییر کاربری زمین، جنگل‌داری و غیره ایجاد می‌شود. بر اساس گزارش آژانس بین المللی انرژی (IEA)، بخش های ساختمان و ساخت و ساز ۳۶ درصد از مصرف انرژی نهایی جهانی و ۴۰ درصد از کل انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO_2 را تشکیل می‌دهند. بنابراین، در صورت نیاز به کاهش چشمگیر تقاضای انرژی در ساختمان‌ها، عوامل مؤثر در مصرف انرژی در ساختمان‌ها مانند گرمایش، تهویه و تهویه مطبوع (HVAC) باید شناسایی و مطالعه شوند. ارتباط متقابلی بین ساختمان‌ها و تغییرات اقلیمی وجود دارد، زیرا استفاده از انرژی ساختمان‌ها به تغییرات آب و هوایی کمک می‌کند و تغییرات آب و هوا به طور کلی منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود. مطالعات زیادی برای بررسی تاثیر تغییرات آب و هوا بر عملکرد انرژی ساختمان‌ها انجام شده است. مشخص شده است که تغییر آب و هوا باعث افزایش نابرابری بین تقاضای گرمایش و سرمایش ساختمان می‌شود، اگرچه میزان این تفاوت بسته به منطقه و مناطق آب و هوایی متفاوت است. در ایران ساختمان‌ها مسئول ۲۵ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده از گاز طبیعی و فرآورده های نفتی هستند. همچنین ۳۶,۲۵ درصد از مصرف انرژی به ساختمان‌ها تعلق دارد. این مقدار معادل مصرف ۴۳۲,۴ میلیون بشکه نفت خام است و ۸۵ درصد این میزان انرژی از گاز طبیعی و برق تامین می‌شود. بنابراین، انجام اقداماتی در جهت یافتن منابع جایگزین انرژی و همچنین حفظ منابع انرژی تجدیدناپذیر ضروری است. قبل از اینکه در مورد مفهوم انرژی صفر صحبت کنیم، باید بر روی تعریف رایج برای ساختمان‌های با انرژی نزدیک به صفر توافق کنیم، یک (NZEB)٪۳۰ یا بیشتر از انرژی مورد نیاز خود را از طریق استفاده از روشنایی تولید می‌کند.

تحقیقات در مورد ساختمان انرژی نزدیک به صفر (NZEB) در اوایل سال ۲۰۰۰ آغاز شد. در حال حاضر، بسیاری از تحقیقات تحلیلی و عددی عمدتاً برای تعیین چشم‌انداز ساختمان با انرژی تقریباً صفر انجام می‌شوند. شریف زاده و همکاران (۲۰۲۴) طراحی ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر برای یک ویلا در شهر کرمان برای منطقه آب و هوای گرم و خشک را انجام دادند. در این مقاله پارامترهای مورد بررسی مربوط به پوشش ساختمان، شامل سناریوهای عایق، نسبت پنجره به دیوار و انواع شیشه به عنوان استراتژی‌های غیرفعال، همراه با ترکیب با توربین بادی تجزیه تحلیل شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که در شرایط گرم و خشک در این منطقه، استراتژی‌های غیرفعال بهینه برای مطالعه موردی شامل نسبت پنجره به دیوار ۴۰ درصد، عایق پلی‌اورتان و شیشه سه‌لایه با آرگون است. این ترکیب منجر به کاهش قابل توجه مصرف انرژی سالانه می‌شود(شریف زاده و همکاران ۲۰۲۴). میرالهی و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه تغییرات آب و هوایی برای ساختمان چهارطبقه برای شهر تهران با نرم‌افزار دیزاین بیلدر به منظور حداقل رساندن بار سرمایش و گرمایش و هزینه‌های سرمایه گذاری را انجام دادند. این مدل با مساحت ۱۲۲۵ مترمربع، بام، کف و دیوار در مدل اولیه فاقد عایق بوده و پنجره‌ها تک جداره و فاقد سایبان در نظر گرفته

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

شده‌اند. نتایج مطالعه کاهش ۱۴٫۶۵ درصدی انرژی را نشان داد. همچنین با استفاده از پنل‌های PV این ساختمان می‌تواند به یک ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر تبدیل شود که حدود ۹۰ درصد انرژی موردنیاز را تامین کند (میرالهی و همکاران ۲۰۲۰، ۶۵-۷۴). انتظاری و همکاران (۲۰۲۰) اجرای طرح ساختمان با انرژی صفر (ZEB) برای یک منطقه آب و هوای گرم و خشک در یزد را معرفی کردند و با یک خانه معمولی در آن اقلیم مقایسه شده است. با استفاده از نرم‌افزار انرژی پلاس تحلیل انرژی و اقتصادی انجام گرفت. نتایج برای ساختمان با انرژی صفر دوره بازپرداخت ۵٫۵ ساله و کاهش آلودگی دی اکسید کربن نسبت به ساختمان معمولی را نشان داد (انتظاری و همکاران ۲۰۲۰، ۲۲۳-۲۴۰). نورالهی و همکاران (۲۰۲۰) استراتژیهای مختلف طراحی در معماری همساز با اقلیم یزد با نرم افزار مشاوره آب و هوایی با استاندارد اشری ۵۵ انجام دادند. نتایج با توجه به دما و رطوبت نشان داد که نیاز به سایه در امر معماری اقلیم امری ضروری است (نورالهی و همکاران ۲۰۲۰، ۱-۲۹). کسمایی و ورمقانی (۱۴۰۰) عوامل موثر برکاهش انرژی در ساختمان های بلندمرتبه در شهر تهران را بررسی کردند. با استفاده از نرم افزار شبیه ساز انرژی، تاثیر هفت شاخص موثر بر کاهش مصرف انرژی شامل فرم ساختمان، فرم و نسبت سطح بازشو، زاویه چرخش، عمق سایبان، نوع و ضخامت عایق حرارتی و جنس شیشه جدار خارجی را در حالت های مختلف بهینه سازی کردند (کسمایی و ورمقانی ۱۴۰۰، ۶۷-۱۰۰).

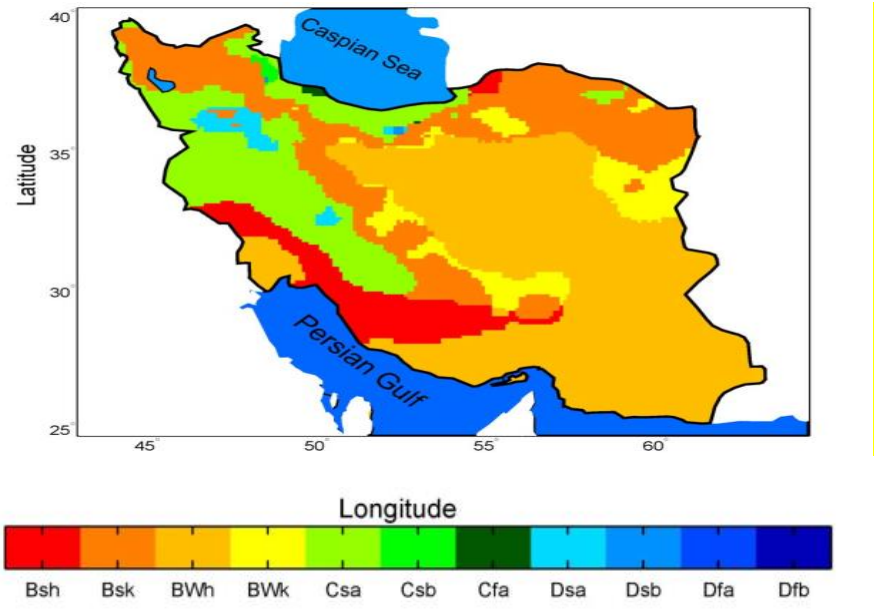
در تحقیقات قبلی تمرکز پژوهش‌ها بر روی فقط یک شهر یا نهایت یک اقلیم بود که در این مقاله برای اولین بار با استفاده از روش اقلیم شناسی کوپن – گایگر برای شهرهای مختلف ایران تجزیه و تحلیل آب و هوایی با نرم افزار کلایمنت کانسالتنت CCS انجام می‌شود. نرم افزار کلایمنت کانسالتنت به منظور بررسی تاثیر شرایط آب و هوایی بر طراحی معماری توسعه داده شده است. این نرم افزار اطلاعات آب و هوایی را به صورت فایل EPW دریافت نموده و پس از تحلیل شرایط اقلیمی محل، توصیه‌هایی را برای هماهنگ‌سازی ساختمان با این شرایط پیشنهاد می‌دهد. در این نرم‌افزار از مدل استاندارد اشری ۵۵ به روش PMV استفاده شده است. با استفاده از مدل ریاضی PMV (شاخص متوسط نظرسنجی پیش بینی شده) اثرات ترکیبی کمیت‌های درجه حرارت، میانگین درجه حرارت تابشی، سرعت باد، مقاومت حرارتی لباس و سطوح رطوبت را مدنظر قرار دادیم. این شاخص آسایش ابتدا در سال ۱۹۷۰ توسط فانگر مطرح شد. از جمله مهمترین شاخص‌های فیزیولوژی دما محسوب می‌شود که علاوه بر مطالعات مربوط به برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای در مطالعات آب و هواشناسی کاربرد پیدا کرده است. این شاخص سطوح آسایش حرارتی انسان را در شرایط آب و هوایی بیرون از خانه یا محیط مورد بررسی قرار می دهد. محدوده اقلیم ایران بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی کوپن – گایگر، به ۹ اقلیم تقسیم می‌شود. اقلیم های Sfa, Scb, Sca و Dsa از گروه های مهم اقلیمی ایران هستند که در این پژوهش در نظر می‌گیریم. با استفاده از روش کوپن – گایگر و چند شهر منتخب در اقلیم‌های Sfa, Scb, Sca و Dsa توسط نرم افزار CCS با فرمت EPW به روش استاندارد اشری۵۵ و مدل آسایش PMV (شاخص متوسط نظرسنجی پیش بینی شده) تاثیر شرایط اقلیمی بر طراحی ساختمان های با مصرف انرژی نزدیک به صفر پیشنهاد شد. با وارد کردن فایل پارامترهای آب و هوایی شهرهای منتخب در نرم‌افزار کلایمت کانسالتنت نتایج خروجی شامل چارت سایکرومتریک، نمودار سایه خورشیدی، نمودار چرخ باد و دیگر نتایج بدست آمد. همچنین پارامترهای معماری غیرفعال برای طراحی ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر همانند جهت قرارگیری پنجره ها، پوشش کف، مقدار ساعت گرمایش غیرفعال خورشیدی و دیگر پارامترهای مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مبانی نظری

ایران در جنوب غربی آسیا واقع شده و با کشورهای ترکمنستان، افغانستان، پاکستان، عراق، ترکیه، ارمنستان و آذربایجان مرز مشترک دارد. مساحت آن ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومتر مربع است و بین ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و ۴۴ تا ۶۳ درجه شرقی قرار دارد. یکی از عوامل محیطی مهم که بر زندگی افراد تأثیر می گذارد، آب و هوا است. یک الگوی آب و هوایی خاص، دما، بارندگی، مقدار باران، رطوبت و تهویه همه به عنوان آب و هوا نامیده می شود. از سوی دیگر، طبقه بندی آب و هوا برای یک رویکرد ایده آل در طراحی ساختمان با نگرانی های اقلیمی بسیار مهم است و ارتباط نزدیکی با حجم داده های مربوط به تحولات اقلیمی دارد. هدف اصلی یک ساختمان فراهم کردن محیطی امن و راحت برای ساکنین آن است. برای ایجاد یک منطقه اقلیمی واحد و متمایز، عوامل اقلیمی که از روش خاصی برای دفع گرما از بدن انسان پشتیبانی می‌کنند و نیاز به استفاده از کیفیت‌های تخصصی خاص در طراحی ساختمان دارند، با هم گروه‌بندی می‌شوند. بیشتر ایران در منطقه معتدل

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

با عرض جغرافیایی بین ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی واقع شده است. ایران دارای فلات مرتفعی است که بیشتر قلمرو آن از سطح دریا ۴۷۵ متر بالاتر است. اگرچه ایران بین دو حوضه آبی قابل توجه (دریای خزر و خلیج فارس) قرار گرفته است، اما اثرات این حوضه ها به دلیل رشته کوه های البرز و زاگرس و موقعیت جغرافیایی آنها تنها در مجاورت آنها احساس می شود. چندین سیستم طبقه بندی آب و هوا وجود دارد. مناطق اقلیمی ایران توسط هریری و میلانی (۱۹۸۵) به هشت تیپ متمایز، کسمایی (۱۹۹۲) ایران را در ۱۲ دسته مجزا دسته‌بندی کرده است. در میان آنها، رویکرد کوپن (۱۹۳۶) به طور گسترده توسط صاحب نظران و دانشمندان پذیرفته شده است. تعدادی از محققان از تکنیک کوپن برای تهیه نقشه پهنه بندی اقلیمی برای ایران استفاده کرده‌اند. این روش به دلیل استفاده از معیارهای ساده و قابل فهم، به راحتی قابل استفاده و تفسیر است. گستردگی جغرافیایی، دسته‌بندی واضح، توجه به بارش و دما و قابلیت انطباق با داده‌های جدید روش کوپن را به عنوان یک ابزار کارآمد برای طبقه‌بندی اقلیم‌ها معرفی می‌کند و مزایای آن باعث شده تا در بسیاری از تحقیقات علمی و کاربردهای عملی مورد استفاده قرار گیرد. بررسی‌های اخیر انجام‌شده بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۴ نشان می‌دهد که از ۳۱ گروه اقلیمی شناسایی‌شده توسط کوپن-گایگر، ایران ۹ گروه از آنها را در بر می‌گیرد (نگاه کنید به شکل ۱). که در این مقاله اقلیم های Scb, Sfa, Sca و Dsa مورد مطالعه قرار می گیرند (شکل ۱). هر منطقه آب و هوایی دارای ویژگی های متمایزی است که منعکس کننده شرایط خاص منطقه است. این موارد شامل مقدار بارندگی سالانه، میانگین سرعت باد و میانگین دمای ماهانه است. علامت اختصاری ۹ اقلیم کوپن – گایگر در جدول ۱ نشان داده شده و اقلیم های مورد بررسی در این تحقیق در زیر توضیح داده خواهد شد.



شکل ۱. طبقه‌بندی اقلیم کوپن – گایگر در ایران

آب و هوای معتدل گروه C: سردترین ماه در این نوع آب و هوا دارای دمای متوسط بین ۰ تا ۱۸ درجه سانتیگراد است و حداقل یک ماه دارای دمای متوسط بالای ۱۰ درجه سانتیگراد است. آب و هوای معتدل گروه C زیرگروه هایی به صورت زیر دارد:

آب و هوای نیمه گرمسیری مرطوب Cfa : منطقه آب و هوایی که با تابستان های گرم و مرطوب و زمستان های سرد تا معتدل مشخص می‌شود، به عنوان آب و هوای نیمه گرمسیری مرطوب شناخته می‌شود. در این آب و هوا، میانگین دمای ماهانه از ۰ تا ۱۸ درجه سانتیگراد در سردترین ماه تا حداقل ۲۲ درجه سانتیگراد در گرمترین ماه متغیر است. شهرهای رشت- آستارا- رامسر در اقلیم Cfa قرار می گرند و شهر آستارا بعنوان نماینده این اقلیم در این پژوهش مورد بررسی قرار می گیرد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

آب و هوای مدیترانه‌ای تابستان گرم Csa: این زیرگروه از آب و هوای مدیترانه ای (Csa) رایج ترین شکل آب و هوای مدیترانه ای است. مناطقی با این نوع آب و هوای مدیترانه ای دمای متوسط ماهانه بیش از ۲۲ درجه سانتیگراد را در گرمترین ماه و میانگین بین ۱۸ تا ۳ درجه سانتیگراد یا در موارد خاص بین ۱۸ تا ۰ درجه در سردترین ماه مشاهده می‌کنند. شهرهای گرگان – ساری – کردستان- بخشهایی از آذربایجان شرقی، ارومیه و پیرانشهر – خرم اباد – ایلام – کرمانشاه – مرکزی– چهارمحال بختیاری بجز شهرکرد و همدان در اقلیم Csa قرار می گیرند و شهر همدان بعنوان نماینده این اقلیم در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۱. ویژگی های گروه های اقلیمی کوپن – گایگر موجود در ایران

شماره	کد یا نام اقلیم کوپن - گایگر	ویژگی ها
۱	BWH	بیابان خشک و بسیار گرم
۲	BWK	بیابان خشک و سرد
۳	BSH	نیمه بیابانی خشک و بسیار گرم
۴	BSK	نیمه بیابانی خشک و سرد
۵	CSa	معتدل با تابستان های خشک و بسیار گرم
۶	CSb	معتدل با تابستان های خشک و گرم
۷	Cfa	معتدل پرباران با تابستان های گرم
۸	DSa	اقلیم برفی با تابستان های خشک و بسیار گرم
۹	DSb	اقلیم برفی با تابستان های خشک و گرم

آب و هوای مدیترانه‌ای گرم– تابستانی Csb : این نوع فرعی از آب و هوای مدیترانه ای (Csb) که گاهی اوقات "اقلیم مدیترانه ای خنک تابستانی" نیز نامیده می شود، کمتر رایج است و تابستان های گرم (اما نه گرم) و خشک دارد. گرم ترین ماه آن هرگز به طور متوسط دمای بالاتر از ۲۲ درجه سانتیگراد ندارد و سردترین ماه آن معمولاً دارای میانگین دمایی بین ۱۸ تا ۳ درجه سانتیگراد یا در برخی موارد بین ۱۸ تا ۰ درجه سانتیگراد است. شهر اردبیل نماینده اقلیم Csb در این تحقیق در نظر گرفتیم.

آب و هوای قاره‌ای گروه D: آب و هوای قاره‌ای اغلب تغییرات سالانه قابل توجهی در دما دارند (تابستان های گرم و زمستان های سرد). بارش در نواحی قاره ای معمولاً در مقادیر متوسط و عمدتاً در ماه های گرمتر رخ می دهد. برف معمولاً بیش از یک ماه زمین را می پوشاند و درصدی از بارندگی سالانه را تشکیل می‌دهد. در مناطق قاره ای، تابستان ها می تواند طوفانی و اغلب گرم باشد، اگرچه آب و هوای تابستان به طور کلی پایدارتر از هوای زمستان است. آب و هوای قاره ای دو زیر گروه به صورت زیر دارد:

- آب و هوای قاره ای مرطوب تابستانی گرم تحت تأثیر مدیترانه Dsa;
- آب و هوای قاره ای مرطوب و گرم تابستانی تحت تأثیر مدیترانه Dsb;

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

سردترین ماه در این دو اقلیم زیر ۰ درجه سانتیگراد یا ۳ درجه سانتیگراد، گرمترین میانگین ماه بالای ۲۲ درجه سانتیگراد و حداقل چهار ماه میانگین دما بالای ۱۰ درجه سانتیگراد است. مرطوب ترین ماه زمستان حداقل سه برابر خشک ترین ماه تابستان در آب و هوای قاره ای مرطوب و گرم تابستانی تحت تأثیر مدیترانه بارندگی دارد. تفاوت بین آب و هوای Dsa و Dsb در این است که Dsb در مقایسه با Dsa تابستان‌های نسبتاً خنک‌تری با بارش بیشتری دارد. شهرکرد و تالش در اقلیم Dsb قرار دارند که شهرکرد مورد مطالعه قرار می گیرد. در چارچوب این مقاله، بررسی کاملی برای طراحی غیرفعال ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر در چهار دسته اقلیمی به صورت زیر انجام شد. شهرهای منتخب عبارتند از:

- همدان از نظر آب و هوای مدیترانه ای تابستان گرم Csa
- اردبیل برای آب و هوای مدیترانه ای گرم–تابستانی Csb
- آستارا برای آب و هوای نیمه گرمسیری مرطوب Cfa
- شهرکرد برای آب و هوای قاره ای مرطوب و گرم تابستانی تحت تأثیر مدیترانه Dsb

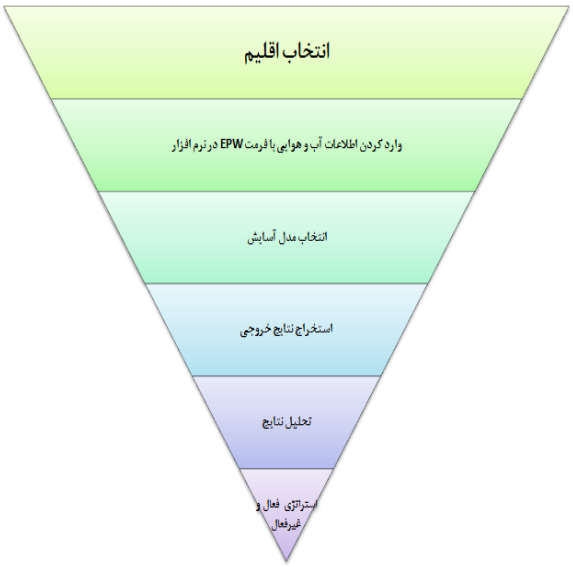
۳. روش تحقیق

روش تحقیق در این مقاله شبیه سازی، مطالعه موردی و تحلیلی در نظر گرفته شده است. نحوه کار بدین صورت می باشد که در هر منطقه فایل های آب و هوایی با فرمت EPW داده شده است که این فرمتها را می‌توانیم در سایتهایی همانند انرژی پلاس برای شرایط آب و هوایی شهرهای ایران و دیگر نقاط جهان استخراج کنیم. جدول ۲ ویژگی‌های شهرهای منتخب در اقلیم‌های مختلف برای انجام آنالیز را نشان می‌دهد. با وارد کردن فایل‌های آب و هوایی شهرهای منتخب که در جدول ۲ ذکر شده، در نرم‌افزار مشاوره آب و هوایی (کلایمت کانسالتنت) نمودارهای اقلیمی رسم و تحلیل آن با استفاده از نرم‌افزار کلایمت کانسالتنت انجام می‌شود. در نرم‌افزار مشاوره آب و هوایی از مدل استاندارد اشری ۵۵ و مدل PMV استفاده شده است. در شکل ۳ فلوچارت مراحل انجام تحقیق نشان داده شده است. لازم به ذکر می‌باشد که ابتدا فایل آب و هوایی هر شهر – ایستگاه به طور جداگانه وارد نرم‌افزار شده و بعد از استخراج نتایج تحلیل و مقایسه شهرها انجام شده است. در این پژوهش طراحی غیرفعال ساختمان های با مصرف انرژی نزدیک به صفر برای اقلیم های Scb, Sfa, Sca و Dsa مورد مطالعه قرار داده شد. با وارد کردن داده‌های آب و هوایی در نرم‌افزار کلایمنت کانسالتنت و استفاده از استاندارد اشری ۵۵ نتایج خروجی شهرها شامل دما، تابش، رطوبت نسبی، سرعت، جهت و وزش باد، چرخ باد و چارت سایکرومتریک با شکل‌ها و جداول مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۲. ویژگی‌های شهرهای منتخب در اقلیم کوپن – گایگر

شهر	اقلیم	طول جغرافیایی شرقی	عرض جغرافیایی شمالی	ارتفاع m	میانگین دمای خشک زمستانی °C	میانگین رطوبت نسبی زمستان ٪	میانگین دمای خشک تابستانی °C	میانگین رطوبت نسبی تابستان ٪
همدان	sca	۴۸,۵۳	۳۴,۸۵	۱۷۴۹	۱۰	۶۳	۲۰	۳۶,۶
اردبیل	scb	۴۸,۳۲	۳۸,۲۱	۱۳۳۲	۶,۵	۷۱	۱۵	۶۶
آستارا	sfa	۴۸,۸۷	۳۸	-۲۲	۶,۶۷	۸۲	۱۹,۱	۷۵,۵
شهرکرد	dsa	۵۰,۸۳۹	۳۲,۲۹۷	۲۰۴۹	۷	۶۴	۱۹	۲۹,۵

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

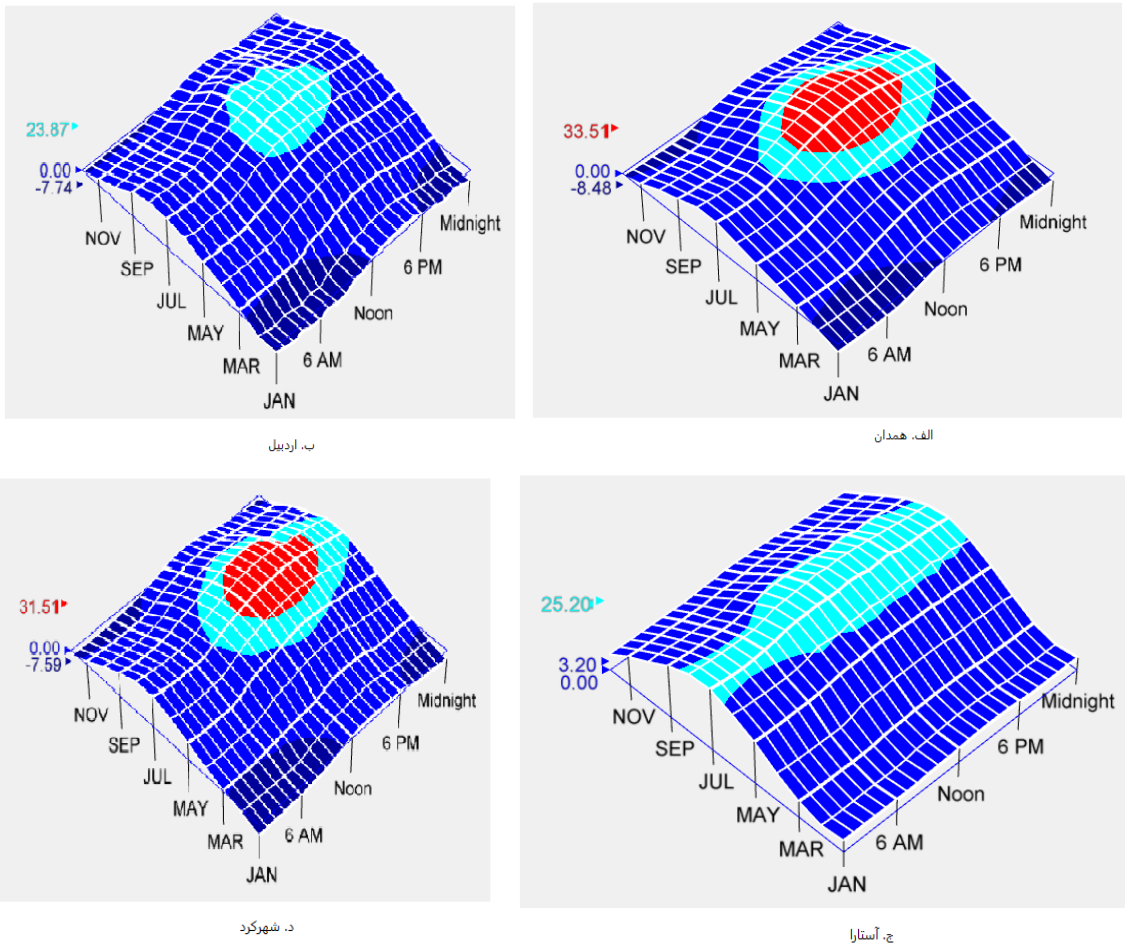


شکل۲. فلوچارت مراحل انجام تحقیق

٤. توصیف داده‌ها

در مطالعه حاضر چهار نوع اقلیم ایران مورد توجه می‌باشد که شامل اقلیم sca شهرهای گرگان – ساری – کردستان- بخشهایی از اذربایجان شرقی، ارومیه و پیرانشهر – خرم آباد – ایلام – کرمانشاه – مرکزی– چهارمحال بختیاری بجز شهرکرد- همدان و اقلیم sfa شهرهای رشت- آستارا- رامسر و اقلیم scb شهر اردبیل و اقلیم dsa شهرکرد – تالش می باشند. در این مقاله شهر همدان به عنوان نماینده اقلیم sca و شهر آستارا اقلیم sfa و شهر اردبیل نماینده اقلیم scb و شهرکرد نماینده اقلیم dsa در نظر گرفته شده است. پارامترهای دما و رطوبت در جدول ۲ نشان داده شده است. بررسی شکل ۳ نمودار سه بعدی دما نشان می‌دهد که در شهر همدان حدود ۶۱ درصد از سال دما بین ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد است و حدود ۱۱ درصد بین ۲۱ تا ۲۷ درجه سانتی گراد قرار دارد. شهر اردبیل در ۷۳ درصد اوقات دما بین ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد و فقط در ۱۰ درصد اوقات سال بین ۲۱ تا ۲۷ درجه سانتی گراد می باشد و نیاز گرمایش دارد. در شهر آستارا ۷۵ درصد اوقات ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد و ۲۵ درصد بین ۲۱ تا ۲۷ درجه سانتی گراد می باشد. شهرکرد دما در ۶۳ درصد بین ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد و فقط ۹ درصد از سال بالاتر از ۲۷ درجه سانتی گراد می باشد.

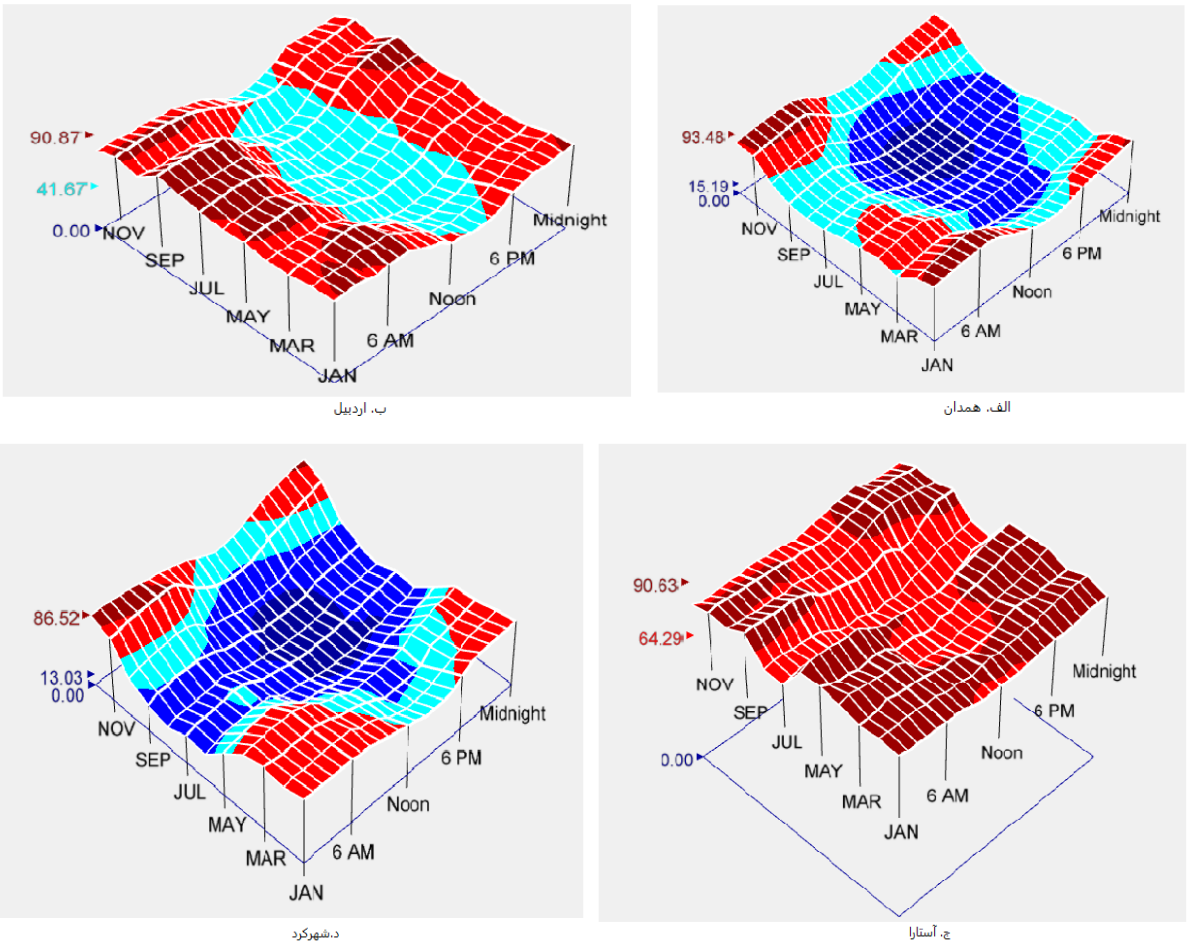
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]



شکل۳. میانگین سالانه دمای هوا (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

در شکل ۴ رطوبت نسبی در اقلیم های مختلف نشان داده شده است. رطوبت نسبی همدان در ۸ درصد اوقات سال زیر ۲۰ درصد و ۱۱ درصد سال بالای ۸۰ درصد می باشد که نیاز به رطوبت زنی و رطوبت گیری دارد. در دیگر اوقات سال رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۶۰ درصد می باشد. در شهر اردبیل در هیچ زمانی در سال رطوبت نسبی زیر ۴۰ درصد نیست و در تمام اوقات سال رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۱۰۰ درصد می باشد و این شهر نیاز به سرمایش و تجهیزات رطوبت زنی ندارد. شهر آستارا در تمام اوقات سال رطوبت نسبی بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد می باشد دلیل این رطوبت نسبی ساحلی بودن شهر آستارا می باشد و نیاز به تجهیزات گرمایشی و رطوبت گیری دارد. در شهر کرد رطوبت نسبی در ۱۰ درصد اوقات سال زیر ۲۰ درصد می باشد. در بقیه ایام سال دارای رطوبت نسبی بین ۲۰ تا ۸۰ درصد و فقط ۵ درصد اوقات سال رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد را تجربه می کند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

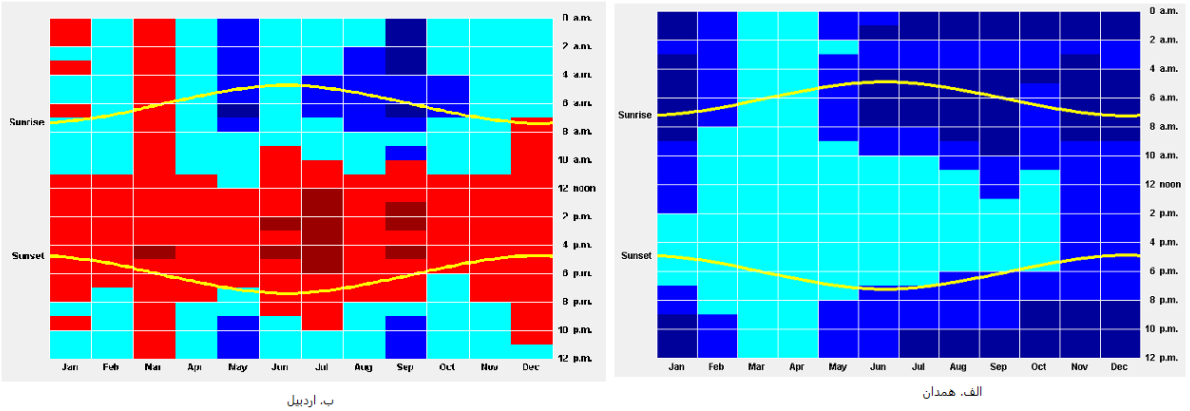


الف. همدان ب. اردبیل

ج. آستارا د.شهرکرد

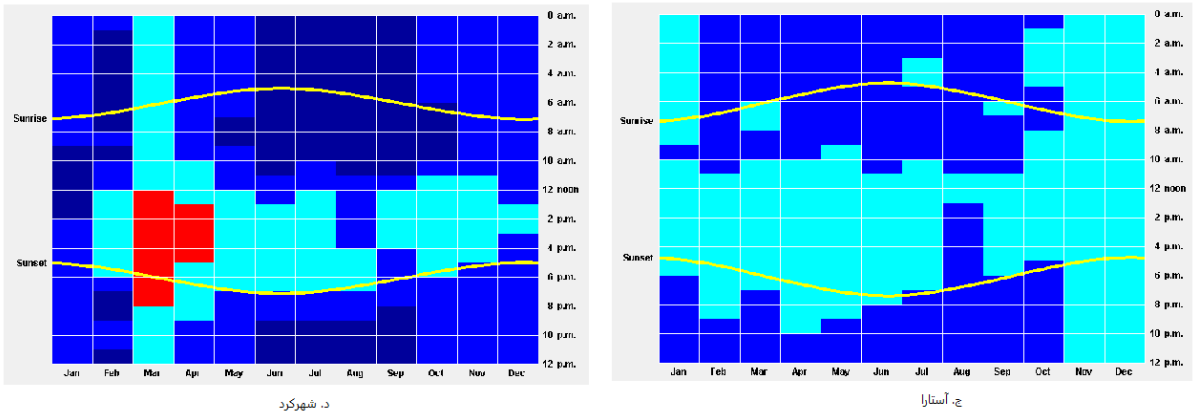
شکل۴. مقایسه رطوبت نسبی در ماههای مختلف سال (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

تحلیل باد شکل ۵ در شهر همدان نشان میدهد که در ۲۵ درصد اوقات سال سرعت باد زیر ۲ متر بر ثانیه و ۷۵ درصد اوقات سال بین ۳ تا ۵ متر بر ثانیه و فقط ۸ درصد اوقات سال سرعت باد بین ۵ تا ۹ متر بر ثانیه می باشد. در ۸۳ درصد و ۴ درصد اوقات سال سرعت باد در اردبیل به ترتیب بین ۳ تا ۹ و بالاتر از ۹ متر بر ثانیه می باشد. سرعت باد در شهر آ ستارا در تمام اوقات سال بین ۲ تا ۵ متر بر ثانیه می باشد و فقط در ۸ درصد روز های سال بین ۵ تا ۹ متر بر ثانیه را تجربه می کند. در شهرکرد در ۷۹ درصد اوقات سال سرعت باد بین ۲ تا ۵ و در ۴ درصد اوقات سال بین ۵ تا ۹ متر بر ثانیه می باشد.



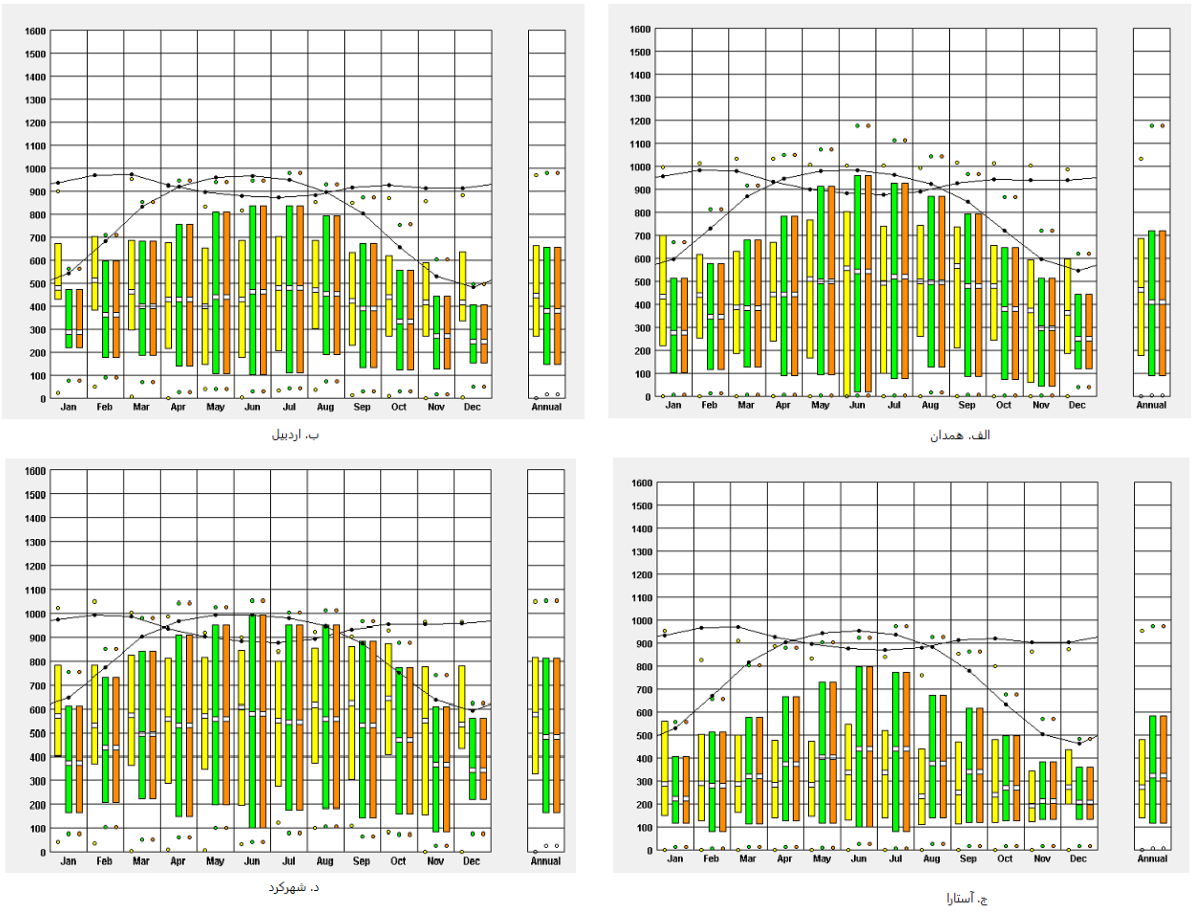
الف. همدان ب. اردبیل

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]



شکل۵. میزان سرعت و درصد وزش باد (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

تابش آفتاب از دو جهت در طراحی اقلیم مهم است. میزان دریافت انرژی خورشیدی و استفاده از نور طبیعی روز برای روشنایی فضاهاست. این دو عامل به شاخص هایی نظیر میزان ابری یا صاف بودن آسمان بستگی دارد. شکل ۶ میزان دریافت تابش خورشیدی اقلیم های مختلف را در سال نشان می دهد. میله های رنگ زرد، سبز و نارنجی به ترتیب تابش نرمال مستقیم خورشید, تابش افقی جهانی یا کل خورشید, و تابش سطح منحرف شده یا پخش می باشد. میانگین تابش عمودی سالانه همدان، اردبیل، آستارا و شهرکرد به ترتیب ۴۵۰ ، ۴۵۰، ۲۸۰ و ۵۸۰ وات بر مترمربع بر ساعت است.

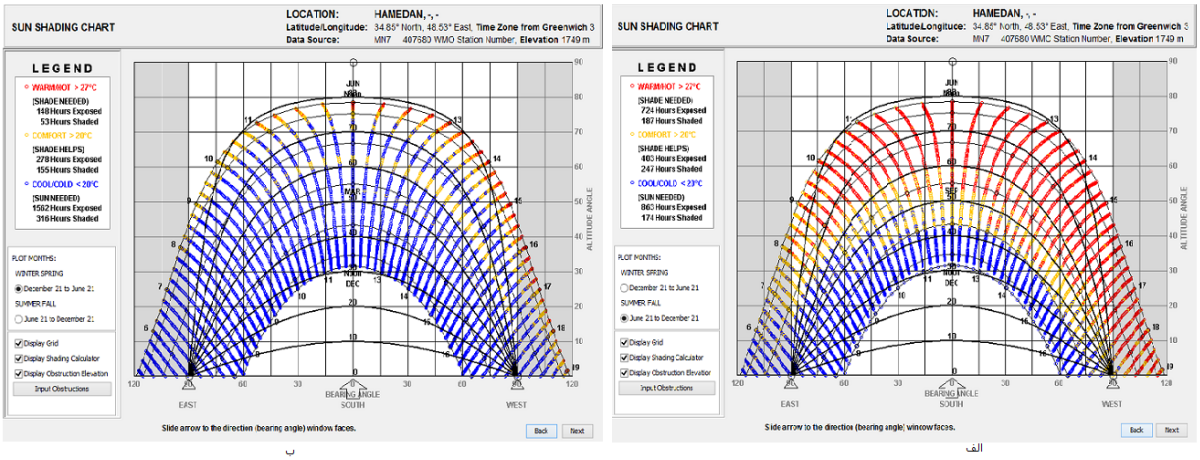


شکل ۶. میزان دریافت تابش خورشیدی (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

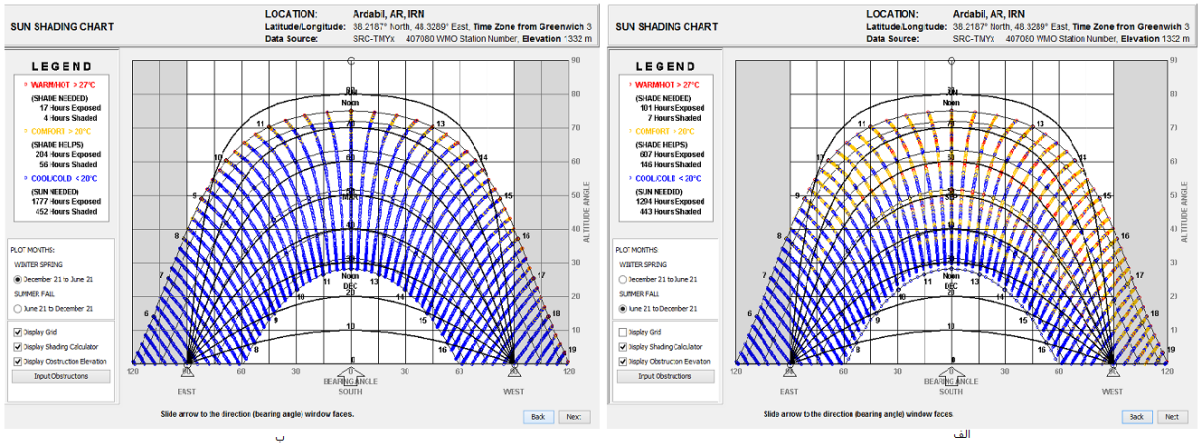
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

۵. نتایج

نمودار سایه خورشیدی: در شکل ۷ نمودار سایه خورشید نقطه‌های آبی دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد نشان‌دهنده شرایط کم‌گرمایی زمانی هستند که دمای حباب‌های خشک پایین‌تر از ناحیه آسایش هستند. در حالت ایده‌آل برای گرمایش غیرفعال، پنجره‌ها باید در هر جایی که نقاط آبی وجود دارد کاملاً در معرض دید قرار گیرند و برای جلوگیری از گرم شدن بیش از حد پنجره‌ها باید در جایی که نقاط قرمز (گرم و داغ دمای بیشتر از ۲۷ درجه سانتی گراد) یا زرد (منطقه آسایش دمای بالای ۲۰ درجه سانتی گراد) وجود دارد، کاملاً سایه داشته باشند. بررسی نمودارهای مسیر عمودی خورشید برای شهر همدان از تابستان به پاییز نشان میدهد در منطقه قرمز رنگ که میزان ۷۲۴ ساعت آفتاب به درون ساختمان نفوذ کرده و نیازمند دریافت سایه است. رنگ زرد منطقه آسایش بالای ۲۰ درجه را نشان میدهد که فقط ۲۴۷ ساعت سایه دارد. بنابراین پیش بینی سایبان های عمودی و افقی برای پنجره ها امری ضروری می باشد. اما در فصل زمستان و بهار هم ۱۵۶۲ ساعت در معرض تابش آفتاب می باشد و به گرم کردن فضای داخلی کمک می کند در نتیجه سایبان ها باید طوری طراحی شوند که مانع ورود آفتاب به داخل ساختمان نشوند. برای شهر اردبیل بررسی نمودارهای مسیر عمودی خورشید از تابستان به پاییز نشان میدهد که کلا ۱۰۱ ساعت آفتاب به درون ساختمان نفوذ کرده و نیازمند دریافت سایه می باشد و طراحی سایبان پنجره برای این اقلیم ضرورت ندارد. برای شهر آستارا در فصول گرم و دمای بالای ۲۷ درجه سانتی گراد ۵۷۳ ساعت نیازمند سایه و در فصول سرد ۲۵۶۳ ساعت نیازمند تابش آفتاب می باشد. برای شهرکرد در تابستان و ماههای گرم ۵۸۰ ساعت در معرض تابش آفتاب و نیازمند سایبان است. برای فصول زمستان شهرکرد ۲۶۳۰ ساعت نیاز به دریافت تابش آفتاب دارد.

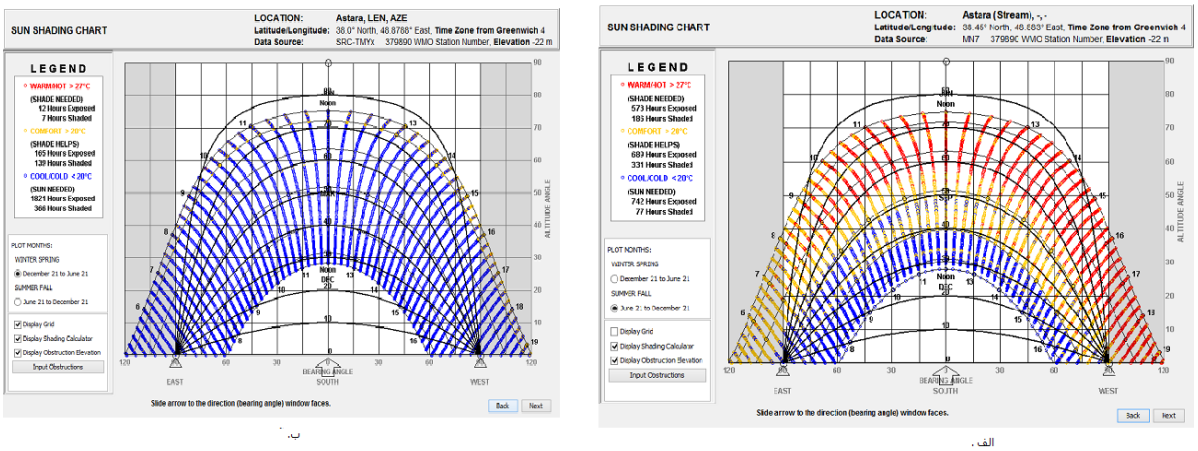


شکل ۷. الف) نمودار خورشیدی تابستان و پاییز (۲۱ ژوئن تا ۲۱ دسامبر) همدان ب) نمودار سایه خورشیدی زمستان و بهار (۲۱ دسامبر تا ۲۱ ژوئن) همدان

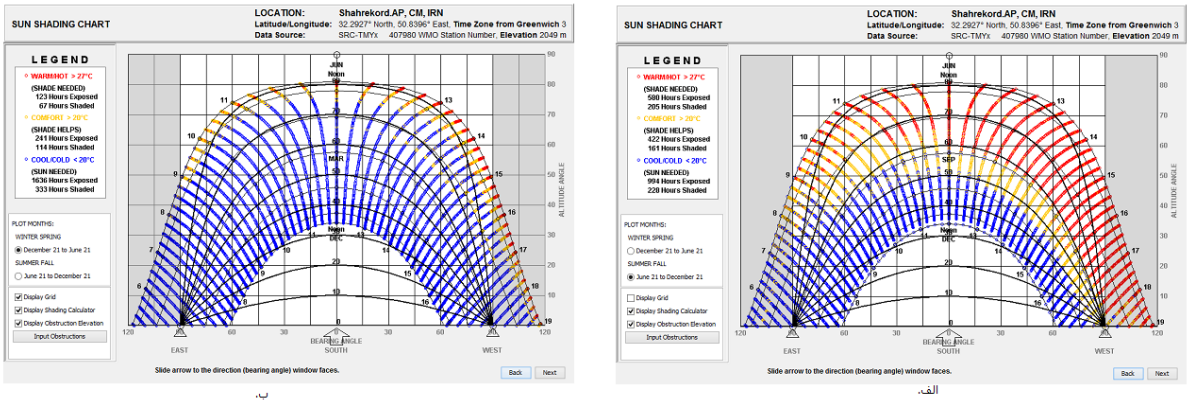


[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

ادامه شکل ۷. الف) نمودار خورشیدی تابستان و پاییز (۲۱ ژوئن تا ۲۱ دسامبر) اردبیل ب) نمودار سایه خورشیدی زمستان و بهار (۲۱ دسامبر تا ۲۱ ژوئن) اردبیل



ادامه شکل ۷. الف) نمودار خورشیدی تابستان و پاییز (۲۱ ژوئن تا ۲۱ دسامبر) آستارا ب) نمودار سایه خورشیدی زمستان و بهار (۲۱ دسامبر تا ۲۱ ژوئن) آستارا

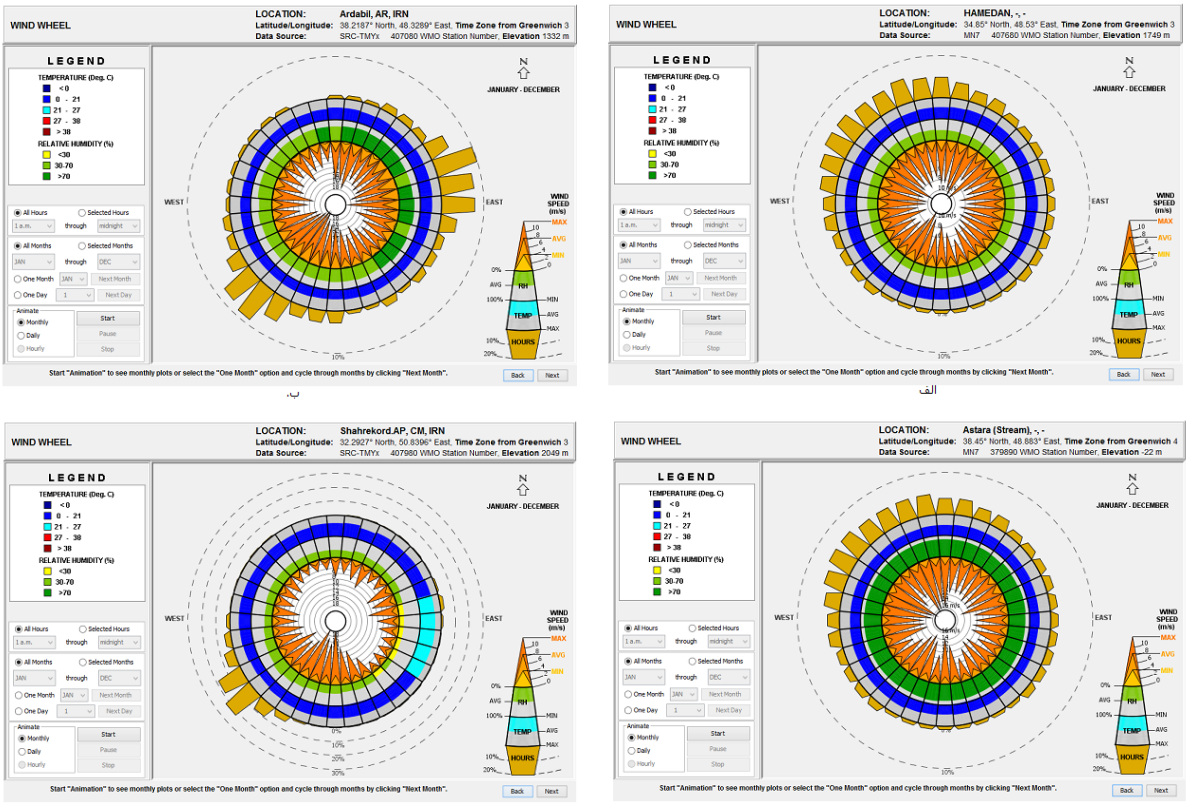


ادامه شکل ۷. الف) نمودار خورشیدی تابستان و پاییز (۲۱ ژوئن تا ۲۱ دسامبر) شهرکرد ب) نمودار سایه خورشیدی زمستان و بهار (۲۱ دسامبر تا ۲۱ ژوئن) شهرکرد

چرخ باد

چرخ باد برای مشاور آب و هوا منحصر به فرد است. برای هر جهت باد، سرعت باد و فراوانی وقوع را به همراه میانگین دمای حباب خشک و رطوبت نسبی همزمان نمایش می دهد. حلقه بیرونی درصد ساعات وزش باد از هر جهت را نشان می دهد. در حلقه بعدی ارتفاع و رنگ میله‌ها میانگین دمای باد را نشان می‌دهد که از آن جهت می‌آید (آبی روشن در منطقه آسایش، آبی پر منطقه سرد یا خنک، و قرمز منطقه گرم یا خشک است). حلقه کوچکتر بعدی رطوبت متوسط را نشان می دهد (سبز روشن منطقه آسایش است، زرد منطقه خشک و سبز منطقه مرطوب است). درونی ترین دایره سرعت باد را نشان می دهد که از جهت های مختلف می آید. بلندترین مثلث قهوه ای حداکثر سرعت برای آن دوره، قهوه ای سرعت متوسط و کوچکترین مثلث قهوه ای روشن حداقل سرعت است. ساعت هایی که سرعت باد صفر است در این نمودار ظاهر نمی شوند. از نمودار چرخ باد شکل ۸ نتایج زیر بدست آمد: جهت وزش باد غالب در همدان از جنوب غربی به شمال شرقی با سرعت زیاد و رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد و دما ۲۱ تا ۲۷ درجه سانتی گراد می باشد. جهت وزش باد غالب در اردبیل از جنوب غربی با سرعت زیاد و رطوبت از ۳۰ تا ۷۰ درصد و دما ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد. جهت وزش باد غالب در آستارا از شمال با سرعت زیاد و رطوبت نسبی بالای ۷۰ درصد و دما ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد. جهت وزش باد غالب در شهرکرد از جنوب با سرعت زیاد و رطوبت نسبی کمتر از ۳۰ درصد تا ۷۰ درصد و دما ۰ تا ۲۱ درجه سانتی گراد می باشد.

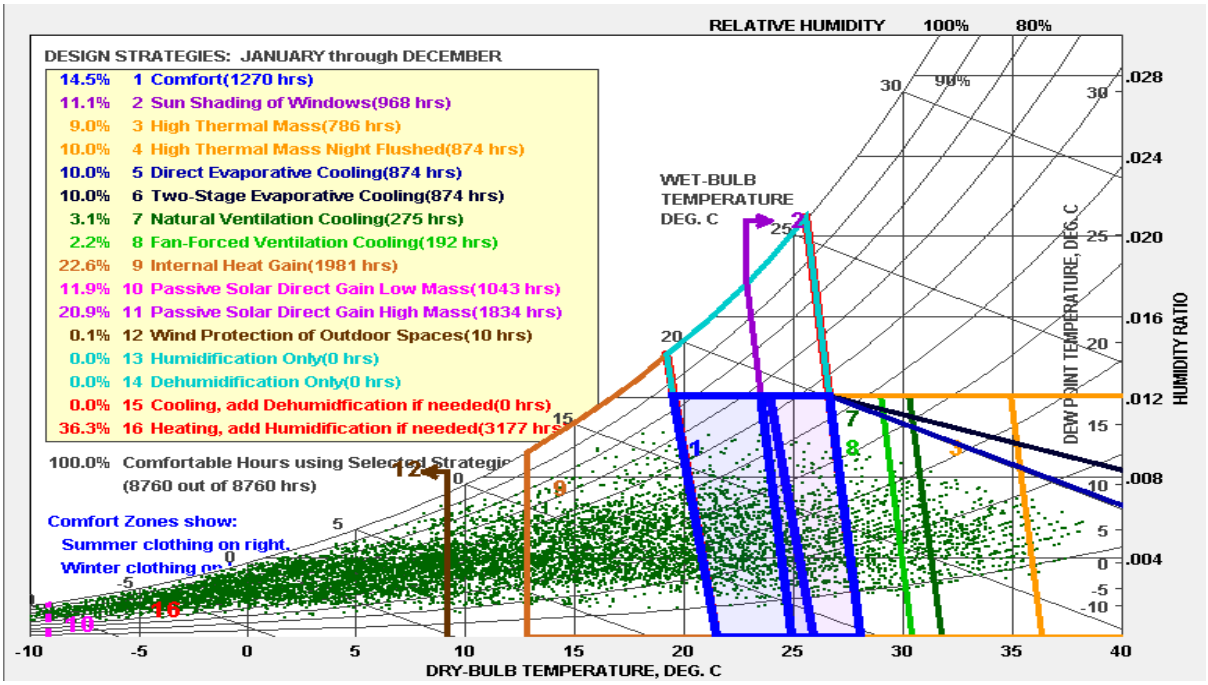
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]



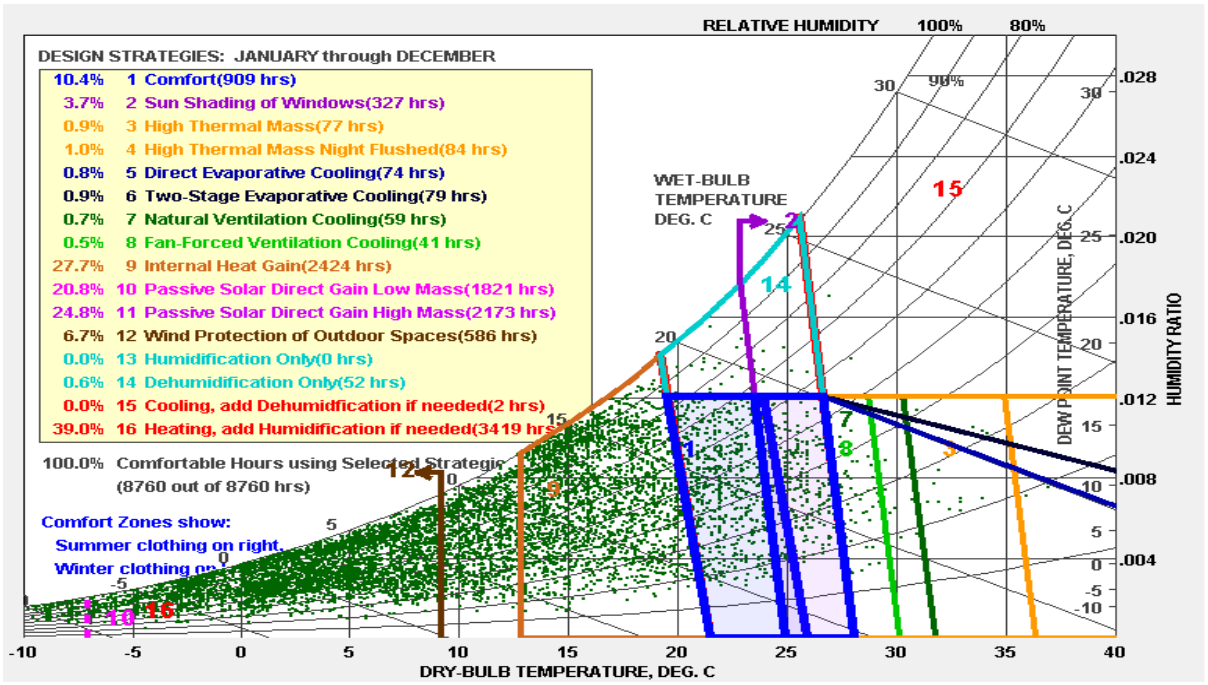
شکل ۸. چرخ باد الف. همدان ب. اردبیل ج. آستارا د. شهرکرد (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

چارت سایکرومتریک یا نمودار رطوبت سنجی : شکل ۹ نمودار سایکرومتریک شهرهای مختلف را نشان میدهد. این نمودار یکی از قدرتمندترین ابزارهای طراحی در نرم افزار کلایمنت کانسالتنت است. دمای حباب خشک را در قسمت پایین و میزان رطوبت نسبی هوا را در سمت بالا نشان می دهد. این مقیاس عمودی رطوبت مطلق نیز نامیده می شود و می تواند به عنوان نسبت رطوبت بر حسب پوند آب در هر پوند هوای خشک (یا گرم آب به ازای هر کیلوگرم هوای خشک) یا به عنوان فشار بخار نشان داده شود. خط منحنی در سمت چپ، خط اشباع (خط رطوبت نسبی ۱۰۰درصد) است که نشان دهنده این واقعیت است که در دماهای پایین تر هوا می تواند رطوبت کمتری نسبت به دماهای بالاتر نگه دارد. عبارت افزایش حرارت تولید شده داخلی یک تخمین تقریبی از مقدار گرمایی است که توسط بارهای داخلی مانند چراغ ها، افراد و تجهیزات به ساختمان اضافه می شود. بسیار به نوع ساختمان و طراحی آن بستگی دارد. این دمای نقطه تعادل دمای هوای بیرون است که در آن بارهای داخلی به تنهایی ساختمان را در منطقه آسایش نگه می دارد. ساختمان های خوب طراحی و عایق بندی شده دمای نقطه تعادل بسیار پایین تری دارند، بنابراین انرژی گرمایشی بسیار کمتری مصرف می کنند. برخی از انواع ساختمان ها (مانند خانه ها و انبارها) بار داخلی نسبتاً کمی دارند و به گرمایش اضافی بیشتری نیاز دارند، بنابراین نقطه تعادل ممکن است ۶۰ درجه فارنهایت باشد. سایر ساختمان‌ها با بارهای داخلی زیاد (مانند کارخانه‌ها) تقریباً به گرمایش اضافی نیاز ندارند و بنابراین ممکن است نقطه تعادل نزدیک به ۲۰ درجه فارنهایت داشته باشند. از شکل ۹ نمودار سایکرومتریک و جدول ۳ اقلیم sca شهر همدان مشخص می شود که ۱۴,۵ درصد از مواقع سال یا ۱۲۷۰ ساعت، در محدوده آسایش قرار دارد و می توانیم با سایه اندازی بر پنجره ها ۳,۷ درصد، سرمایش تبخیری ۰,۸ درصد و استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی ۱۱,۹ درصد این محدوده آسایش را گسترش دهیم. به ترتیب در چارت سایکرومتریک شهرهای اردبیل اقلیم scb ، شهر آستارا اقلیم sfa و شهرکرد اقلیم dsa محدوده آسایش۱۰,۴، ۴ و ۱۳,۷ درصد و ساعات آسایش به ترتیب ۹۰۹، ۳۵۰ و ۱۱۹۸ ساعت در سال می باشد. در اقلیم sfa شهر آستارا با سایه اندازی بر پنجره ها ۱۱,۳ درصد، سرمایش تبخیری ۰ درصد و استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی ۹,۵ درصد این محدوده آسایش را گسترش دهیم. در جدول ۳ استراتژی های طراحی در اقلیم های مختلف ارایه شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

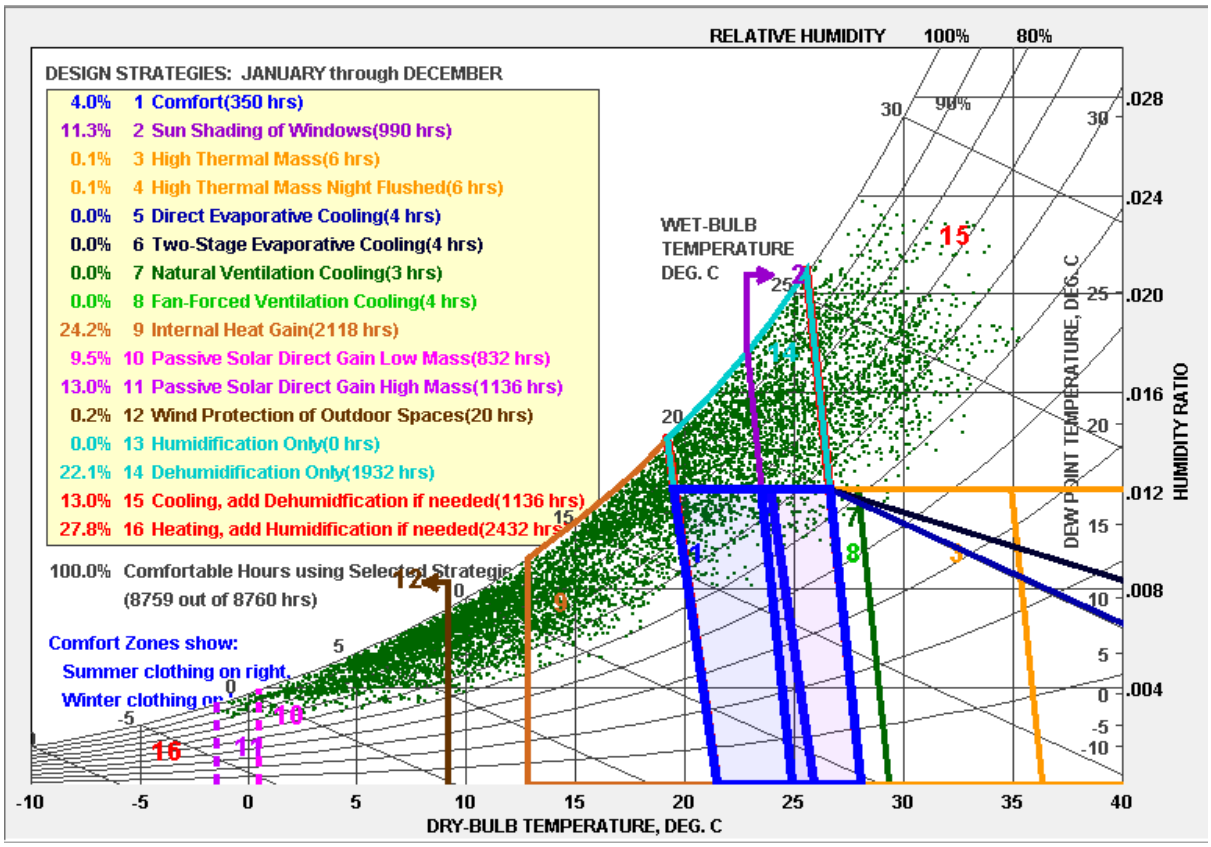


شکل۹. چارت سایکرومتریک همدان (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

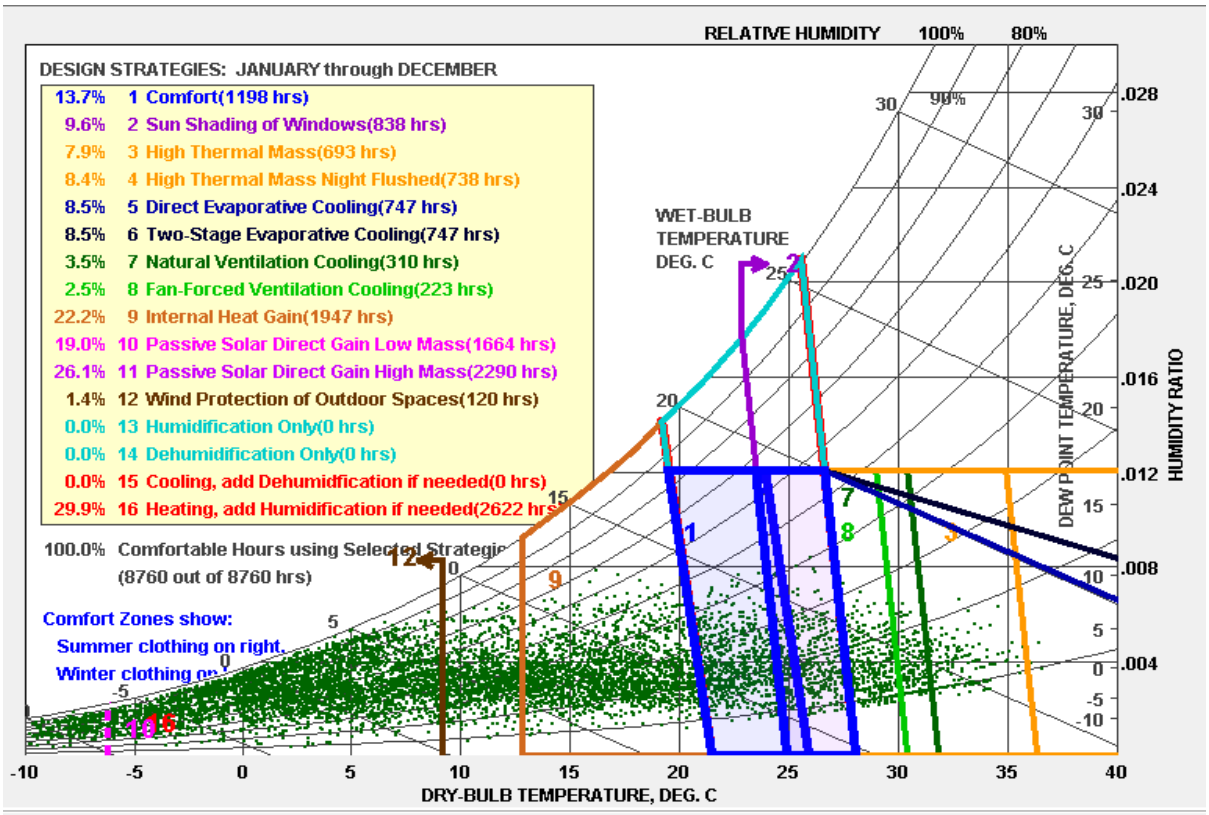


ادامه شکل۹. چارت سایکرومتریک اردبیل

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]



ادامه شکل۹. چارت سایکرومتریک آستارا



ادامه شکل۹. چارت سایکرومتریک شهرکرد

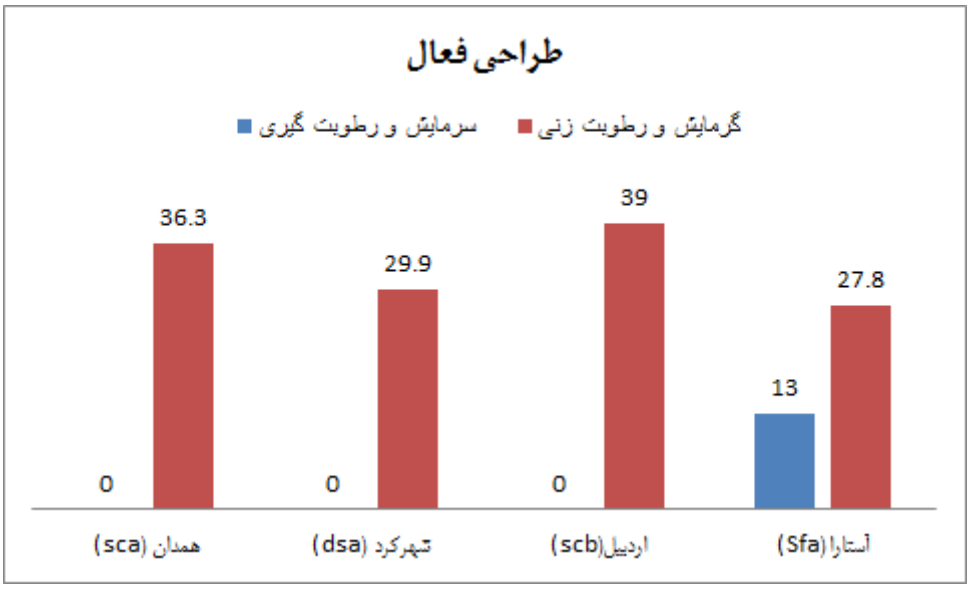
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

جدول ۳. استراتژی طراحی برای اقلیم های مختلف (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

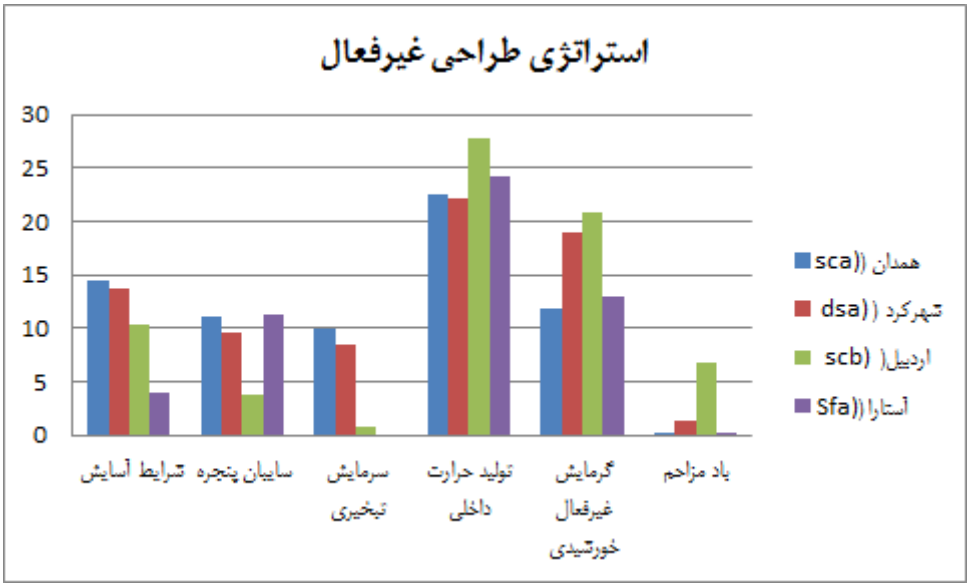
	درصد ایجاد آسایش اقلیم ها				تعداد ساعات ایجاد آسایش اقلیم ها			
استراتژی طراحی/شهر اقلیم	sca همدان	Scb اردبیل	Sfa آستارا	Dsa شهرکرد	sca همدان	Scb اردبیل	Sfa آستارا	Dsa شهرکرد
محدوده آسایش	۱۴,۵	۱۰,۴	۴	۱۳,۷	۱۲۷۰	۹۰۹	۳۵۰	۱۱۹۸
سایه انداز پنجره	۳,۷	۱۵,۱	۱۱,۳	۹,۶	۹۶۸	۳۲۷	۹۹۰	۸۳۸
سرمایش تبخیری	۰,۸	۱۷,۱	۰	۸,۵	۸۷۴	۷۴	۴	۷۴۷
افزایش حرارت داخلی	۲۷,۷	۲۰,۲	۲۴,۲	۲۲,۲	۱۹۸۱	۲۴۲۴	۲۱۱۸	۱۹۴۷
استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی	۱۱,۹	۲۰,۸	۹,۵	۱۹	۱۰۴۳	۱۸۲۱	۸۳۲	۱۶۶۴
سرمایش با رطوبت گیری	۰	۰,۰	۱۳,۵	۰,۰	۰	۲	۱۱۳۶	۰
گرمایش با رطوبت زنی	۳۶,۳	۳۹	۲۷,۸	۲۹,۹	۳۱۷۷	۳۴۱۹	۲۴۳۲	۲۶۲۲
محافظت در برابر باد مزاحم	۰,۱	۶,۷	۰,۲	۱,۴	۱۰	۵۸۶	۲۰	۱۲۰

در شکل ۱۰ استراتژی طراحی فعال یا استفاده از تجهیزات مکانیکی برای گرمایش و سرمایش اقلیم های مختلف را نشان دادیم در اقلیم شهر همدان Scb, Sca و Dsa فقط نیاز به گرمایش داریم که میتوانیم با استفاده از کوره های گرمایشی این نیاز را مرتفع کنیم در اقلیم Sfa شهر آستارا علاوه بر گرمایش نیاز به سرمایش و رطوبت گیری داریم دلیل این کار ساحلی بودن شهر آستارا می باشد. در شکل ۱۱ استراتژی طراحی غیرفعال نشان می‌دهد که استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی و تولید حرارت داخل می تواند بیشترین کمک را به کاهش نیازهای HVAC در طراحی ساختمان داشته باشد. استفاده از سیستم سرمایش تبخیری کولر آبی به عنوان استراتژی فعال در شهرهای همدان اقلیم Sca و شهرکرد اقلیم Dsa بیشترین استفاده را دارد. در شهر اردبیل اقلیم Scb در روزهای گرم تابستان میتوانیم از این کولر آبی که هیچی آلودگی زیست محیط ندارد استفاده کنیم. همچنین کولر آبی در اقلیم Sfa شهر آستارا به دلیل شرجی بودن استفاده نمی شود و نتایج هم از عدم کاربرد این سیستم تبخیری دارد.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]



شکل ۱۰. استراتژی طراحی فعال بر حسب درصد

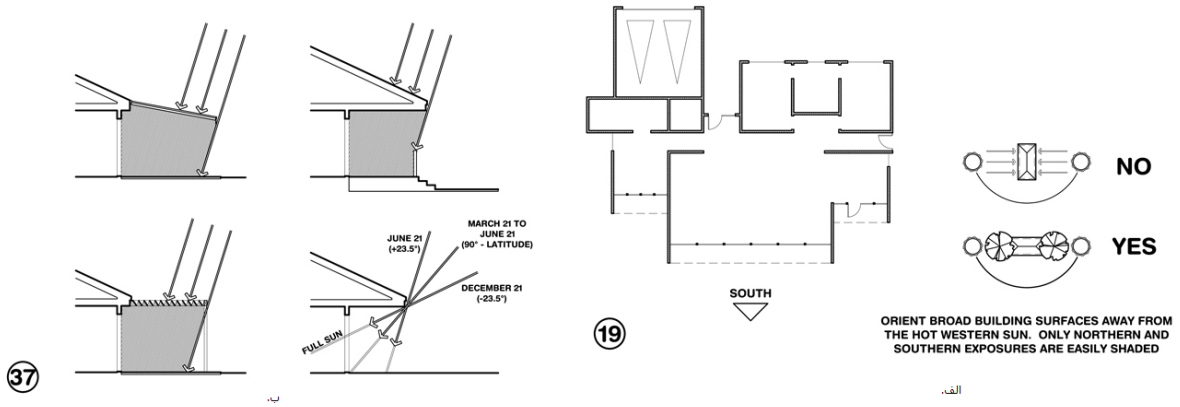


شکل ۱۱. استراتژی طراحی غیر فعال بر حسب درصد

استراتژی‌های طراحی فعال و غیرفعال معماری برای اقلیم‌های مختلف: جداره‌های ساختمان از دیوارها، درها، پنجره‌ها، سقف‌ها و کف تشکیل شده است. عناصر کلیدی خانه که فضاهای داخلی و خارجی را مسدود می‌کنند، دیوارها، پنجره‌های بیرونی، و سقف‌ها هستند. تقریباً ۳۰ درصد از انرژی مصرفی کلی یک سازه انرژی است که به دلیل اتلاف حرارت از دیوار بیرونی استفاده می شود. بنابراین افزایش راندمان حرارتی دیوار گامی حیاتی برای حفظ انرژی در ساختمان است. در حال حاضر، اجرای روش عایق کاری دیوار خارجی، تکنیک غالب صرفه جویی در مصرف انرژی برای سازه های با انرژی صفر است. پنجره کمترین عامل برای مخالفت با انتقال گرما از طریق پوشش خانه است. در شکل ۱۲ الف و ب برای تمامی اقلیم ها برای گرمایش خورشیدی غیرفعال، برای به حداکثر رساندن قرار گرفتن در معرض خورشید در زمستان، بیشتر قسمت شیشه‌ای را به سمت جنوب قرار می‌دهند، اما طراحی به گونه‌ای است که در تابستان کاملاً سایه می‌اندازد. برآمدگی

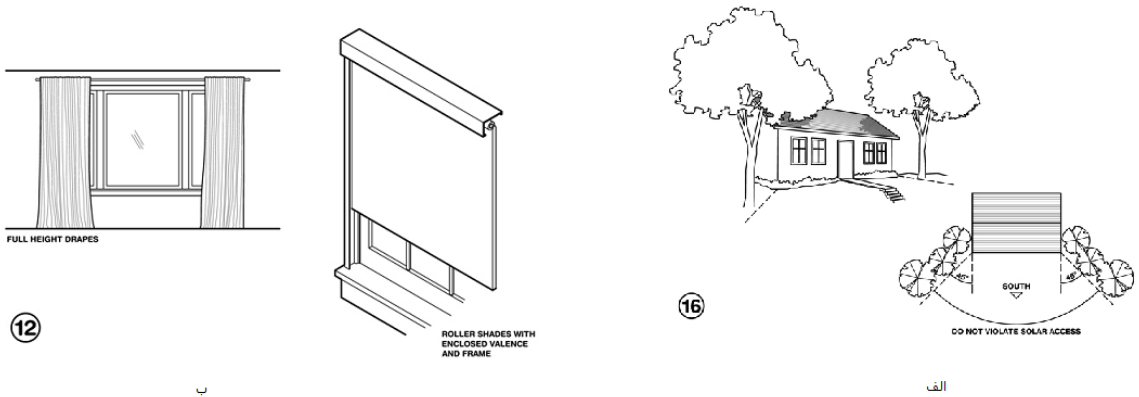
[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

های پنجره (طراحی شده برای این عرض جغرافیایی) یا سایبان های قابل اجرا (سایبان هایی که در تابستان امتداد می یابند) می توانند تهویه مطبوع را کاهش دهند یا حذف کنند.



شکل ۱۲. تدبیر معماری الف) جهت قرارگیری پنجره ها ب) طراحی سایبان (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

استفاده از انرژی به دلیل از دست دادن گرمای ناشی از پنجره تقریباً ۲۴ درصد از انرژی مورد نیاز کلی یک خانه است. عوامل کلیدی موثر بر مصرف انرژی پنجره ها ضریب انتقال حرارت، موقعیت و همچنین نسبت پنجره به دیوار است. دو پارامتر مهم دیگر که بر مصرف انرژی سازه تأثیر می گذارند، موقعیت پنجره و همچنین نسبت پنجره به دیوار (WWR) است. استفاده از نور خورشید، گردش هوای طبیعی و همچنین بهره برداری از انرژی خورشید در سازه ها عمدتاً توسط پنجره ها انجام می شود. بنابراین مهم است که نسبت بهینه پنجره به دیوار بر اساس آب و هوای محلی برای صرفه جویی در مصرف انرژی تصمیم گیری شود. معیار طراحی برای بهره وری انرژی سازه های خانگی در مناطق گرم تابستان و زمستان سرد الزام می کند که نسبت پنجره به دیوار نباید از ۰,۴۰، ۰,۳۵ و ۰,۴۵ فراتر رود. شکل ۱۳ الف، اقلیم همدان، شهرکرد و آستارا درختان (نه مخروطی یا برگریز) نباید در مقابل پنجره های خورشیدی غیرفعال کاشته شوند، اما بیش از ۴۵ درجه از هر گوشه مشکلی ندارند. شکل ۱۳ ب برای اقلیم اردبیل عایق بندی پرده ها، پارچه های سنگین، یا دریچه های پنجره قابل اجرا به کاهش تلفات گرما در شب های زمستانی کمک می کند.

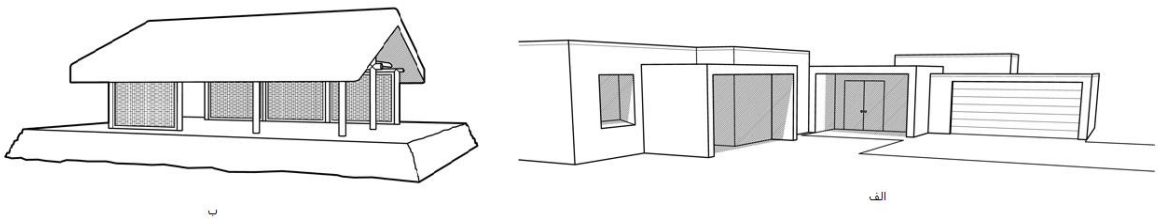


شکل۱۳. الف . تدبیر درختان، ب. تدبیر پرده (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

مصرف انرژی در نتیجه اتلاف حرارت از طریق سقف تقریباً ۸ تا ۱۰ درصد از مصرف انرژی کلی سازه‌های چند طبقه را به عهده دارد. عناصر متعددی مانند نوع ساختمان، عایق، رنگ، ضخامت و همچنین مقاومت حرارتی بر بازده حرارتی سقف تأثیر می‌گذارند. شکل ۱۴ الف سقف‌های

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

مسطح در آب و هوای اقلیم اردبیل و همدان به خوبی کار می کنند (مخصوصاً اگر رنگ روشن باشد) شکل ۱۴ب سقف شیب دار اقلیم آستارا، با یک اتاق زیر شیروانی با تهویه روی سقفی که به خوبی عایق بندی شده است، در آب و هوای سرد به خوبی کار می کند (باران و برف را می ریزد و به جلوگیری از سدهای یخی کمک می کند)



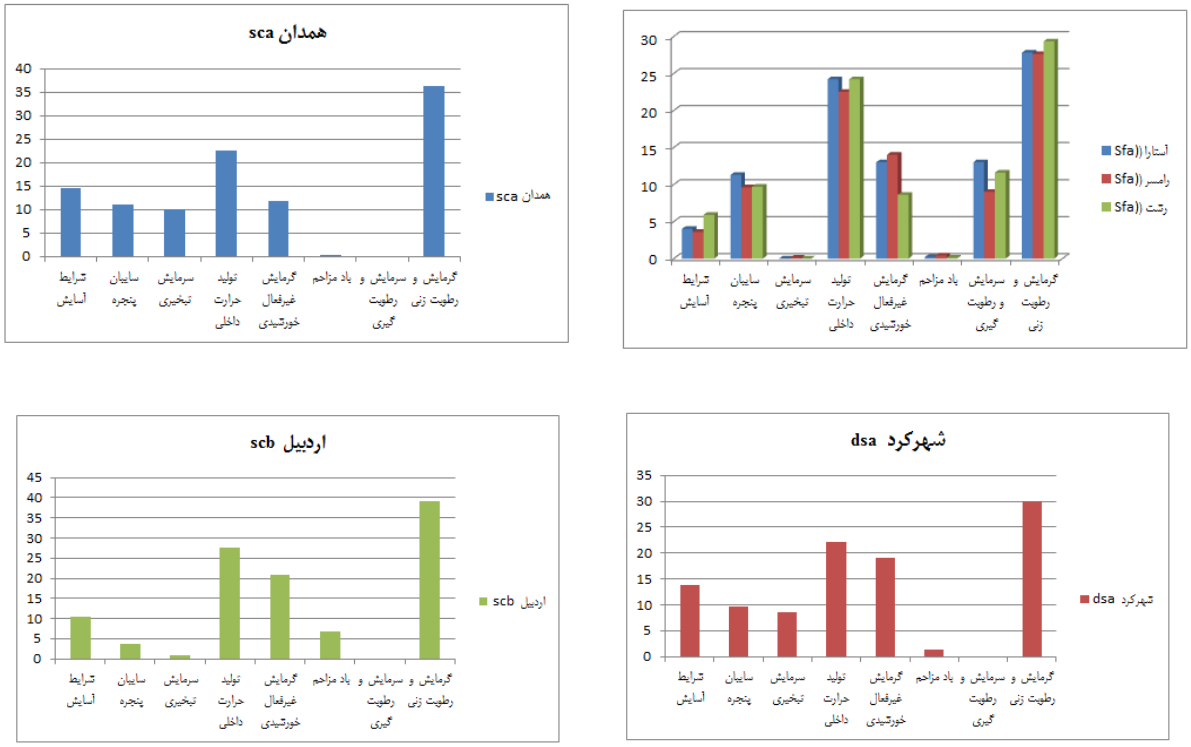
شکل ۱۴. تدبیر تاثیر سقف الف) شهرهای اردبیل و همدان ب) آستارا (مرجع: نرم افزار کلایمت کانسالتنت)

هوابندی یک سازه صرفاً مخالفت با نفوذ یا خروج تصادفی هوا از طریق پوشش سازه است. به دلیل تضاد بین آنتالپی هوای بیرون و داخل خانه، هوابندی به میزان قابل توجهی به مصرف انرژی خانه می‌افزاید.

٦. نتیجه گیری و پیشنهادات

در این پژوهش طراحی غیرفعال ساختمان های با مصرف انرژی نزدیک به صفر برای اقلیم های Scb, Sfa, Sca و Dsa مورد مطالعه قرار دادیم. با وارد کردن داده های آب و هوایی در نرم افزار کلایمنت کانسالتنت و استفاده از استاندارد اشری ۵۵ نتایج خروجی شهرها شامل دما، تابش، رطوبت نسبی، سرعت و جهت و وزش باد، چرخ باد و چارت سایکرومتریک با شکل ها و جداول مورد بررسی قرار گرفت.
همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی عامل مهمی برای طراحی خانه در اقلیم Scb (همدان) است تا جایی که در نظر گرفتن یک سیستم سایه انداز صحیح برای پنجره ها می تواند زمان راحتی در یک خانه را افزایش دهد. اما این انرژی غیرفعال برای آستارا و همدان به ترتیب تنها ۹,۵ و ۱۱,۵ درصد است. با این حال، آن چیزی نیست که حداکثر اثر را داشته باشد. از طرفی این پارامتر برای شهرکرد دارای تأثیر ۱۹ درصد است. لازم به ذکر است که در نمودار سایکرومتریک (جدول ۳) سیستم خنک کننده تبخیری از خنک کننده تبخیری مستقیم و دو مرحله ای تشکیل شده است. علاوه بر این، برای اردبیل به عنوان نماینده اقلیم Scb ایران، سیستم خنک کننده تبخیری مستقیم بیشترین تاثیر تا ۱۷,۱ درصد را دارد و شهرهای شهرکرد، همدان و آستارا به ترتیب ۸,۵، ۰,۸ و ۰ درصد استفاده می شوند. در بین پارامترهای طراحی پیشنهادی برای همدان، بهره حرارت داخلی و بهره مستقیم خورشیدی غیرفعال عوامل نسبتاً مهمی هستند که به ترتیب حدود ۲۷,۷ و ۱۱,۹ درصد بر زمان آسایش در طول سال تأثیر مثبت دارند. از سوی دیگر این پارامترها برای اردبیل ۲۰,۲ و ۲۰,۸ درصد و برای آستارا ۲۴,۲ و ۹,۵ درصد و شهرکرد به ترتیب ۲۲,۲ و ۱۹ درصد است. همچنین در مورد سایر پارامترها، تهویه عاملی است که کمترین تأثیر را بر این شهرها دارد. گرمایش با رطوبت مهمترین عامل طراحی این اقلیم ها است که در خانه های همه اقلیم ها باید در نظر گرفته شود، زیرا ممکن است زمان آسایش ساکنان را تا ۵۰ درصد در سال افزایش دهد. گرمایش با رطوبت زنی در شهر همدان ۳۶,۳ درصد، اردبیل ۳۹ درصد، آستارا ۲۷,۸ درصد و شهرکرد این ۲۹,۹ درصد تاثیر قابل توجهی دارد. در شکل ۱۵ نمودار مقایسه ای اقلیم های Scb, Sfa, Sca و Dsa برای طراحی فعال و غیرفعال ساختمان با مصرف انرژی نزدیک به صفر را نشان دادیم. نتایج نمودار ۱۴ در این اقلیم ها نشان می‌دهد که گرمایش در اولویت قرا دارد و استفاده از سیستم های گرمایشی کارامد باید در دستور کار قرار گیرد. همچنین سیستم تبخیری کولر آبی در شهر همدان و ایلام بیشترین کارایی را دارد و در دیگر شهرها استفاده چندانی ندارد و باید از دیگر سیستم های سرمایشی فعال استفاده کرد البته در روزهای گرم شهر اردبیل میتوانیم از کولر آبی به راحتی استفاده نماییم. تولید حرارت داخل و گرمایش غیرفعال خورشیدی دو پارامتر مهم در همه اقلیم های مورد مطالعه می باشند که میتوانند با بالابردن درصد شرایط آسایش کمک کنند.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]



شکل ۱۴. نمودار مقایسه ای اقلیم های Scb, Sfa, Sca و Dsa

منابع

[۱] کسمائی، مرتضی.(۱۳۸۲). اقلیم و معماری. نشر خاک.

[۲] کسمایی، امان. ورمقانی، حسنا. (۱۴۰۰). "عوامل موثر بر کاهش میزان مصرف انرژی در ساختمان : مطالعه موردی ساختمان های بلندمرتبه منطقه ۲۲ شهر تهران." فصلنامه علمی انرژی ایران. ۲۴: ۱۰۰-۶۷.

[3] Aram, K., Taherkhani, R., Šimelyte , A. (2020). Multistage Optimization toward a Nearly Net Zero Energy Building Due to Climate Change. *Energies*, *15*(983), 1-21.

[4] Sarir, P., Sharifzadeh, M. (2024). Application of passive and active scenarios to residential building in a dry and hot climate to achieve a positive energy building (PEB). *Heliyon*, *10*(2024), e30694

[5] Mirlohi, S.M., Sadeghzadeh, M., Kumar, R., Ghassemieh , M. (2020). Implementation of a Zero-energy Building Scheme for a Hot and Dry Climate Region in Iran (a Case Study, Yazd). *Renewable Energy Research and Application*, *1*(1), 65-74.

[6] entezari , A., mayvaneh , F., khazaeenejad , F. (2020). Sun, Wind and Light (Design Strategies in Consistent Architecture with Climate) Case Study: Yazd City. *jgs* , *20*(56), 223-240.

[7] Varmaghani , H., Kasmaei , A. (2021). Factors Affecting Energy Conservation in High-rise Buildings Case of 22th District of Tehran. *IJE* , *24*(1), 67-100.

[8] Omar, O. (2020). Near Zero-Energy Buildings in Lebanon: The Use of Emerging Technologies and Passive Architecture. *Sustainability*, *12*(2267), 1-13.

[9] Taherahmadi, J., Noorollahi, Y., Panahi, M. (2020). Toward comprehensive zero energy building definitions: a literature review and recommendations. INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABLE ENERGY , *20*(56), 1-29.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]

[10] Deng, S., Wang, R., Dai, Y. (2014). How to evaluate performance of net zero energy building - A literature research. Energy , *71*(1), 1-16.

[11] Raziei, T. (2017). Köppen-Geiger climate classification of Iran and investigation of its changes during 20th century. *Journal of the Earth and Space Physics* , *43*(2), 419-439.

[12] Chai, J., Huang, P., Sun, Y. (2019). Investigations of climate change impacts on net-zero energy building lifecycle performance in typical Chinese climate regions. Energy, *185*(2019), 176-189.

[13] Huw, H. *101 Rules of Thumb for Low Energy Architecture*; RIBA Publishing: London, UK, 2012; pp. 180–189.

[14] Wilberforce, T., Olabi, A.G., Taha Sayed, E., Ali Abdelkareem, M. (2023). A review on zero energy buildings – Pros and cons. *Energy and Built Environment, 4*(1), 25-38.

[15] REZAEE, V., *HOUSHMAND*, A. (2015). FEASIBILITY STUDY OF MAISOTSENKO INDIRECT EVAPORATIVE AIR COOLING CYCLE IN IRAN. GeoScience Engineering, *LXI*(2), 23-36.

[16] MOUSIGHICHI, P. (2022). "COMPARISON OF COURTYARDS IN TRADITIONAL IRANIAN HOUSES IN DIFFERENT CLIMATES OF IRAN. Thesis for the Master's Program in Architecture.

[Downloaded from necjournals.ir on 2025-09-22]