نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۷، شماره۱، بهار ۱۴۰۳، صفحه ۲۵-۴۶

راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در معماری مناطق با آب‌وهوای سرد

ملیکا علامی[۱]، احسان بیگلری[۲]، علی بیگلری فدافن[۳]

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۳/۰۸

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۲/۱۴

کلمات کلیدی:
معماری
معماری پایدار
طراحی اقلیمی
بهینه‌سازی مصرف انرژی
اقلیم سرد

چکیده

انرژی مصرفی ساختمان‌ها بخش بزرگی از کل انرژی مصرف‌شده در جهان است. برخلاف تصور، اقلیم سرد می‌تواند، چالش بزرگ‌تری در افزایش بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها داشته باشد. این مطالعه مروری با هدف معرفی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان ، همسو با توسعه پایدار و با توجه به شرایط محیطی در معماری اقلیم سرد بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی کوپن – گایگر انجام شده است. تعیین‌کننده‌ترین معیار مصرف انرژی در ساختمان، تأمین شرایط آسایش بوده و مؤثرترین معیارهای سنجش آسایش دما و رطوبت است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، آگاهی کامل از شاخص‌های اقلیمی، محیطی، ساختمانی و انسانی پیش از انجام هرگونه طراحی معماری ضروری است. این عوامل با اثر بر تعیین نحوه و جهت استقرار بنا، اندازه و سمت بازشوها، نوع و کیفیت مصالح؛ در داخل و خارج بنا، بر مصرف انرژی در ساختمان تأثیر مستقیم دارد. این پژوهش تاکید دارد مناسب‌ترین شیوه‌ها در کاهش مصرف انرژی ساختمان در اقلیم سرد، برنامه‌ریزی و طراحی ساختمان بر پایه عوامل چهارگانه فوق می‌باشد. بر این اساس در گام نخست به شناسایی و دسته‌بندی عوامل موثر بر مصرف انرژی در ساختمان پرداخته شده است و در گام بعدی با رویکرد به طراحی ساختمان‌های صفر انرژی، فناوری‌های جدید در کاهش مصرف انرژی ساختمان معرفی و ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به عوامل چهارگانه موثر بر مصرف انرژی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، مولفه فناوری، راهکاری عملیاتی و کارا در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان در مناطقی با اقلیم سرد می‌باشد. در پایان جهت مطالعات آینده پیشنهاد می‌گردد فناوری‌های سازگار با شرایط و ویژگی‌های بومی، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه هوش مصنوعی در مدیریت مصرف انرژی ساختمان و مصالح نوین منطبق با خصوصیات معماری اقلیم‌های ایران مورد بررسی واقع شود.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد معماری انرژی ، دانشگاه هنر تهران
۲. دانشجوی دکترا معماری ، دانشگاه آزاد مشهد
۳. استادیار عمران ، دانشگاه گلستان biglari.a@gmail.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

مقدمه

در سال ۲۰۱۸ میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها حدود ۳۰ درصد از کل انرژی مصرف‌شده در سراسر جهان را تشکیل می‌داد که گرمایش و سرمایش فضا به ترتیب ۳۴ درصد و ۶ درصد آن را تشکیل می‌داد(Hamilton et al, 2020). بنا بر مطالعه‌ای دیگر، ۴۰ درصد کل مصرف انرژی در سطح بین‌المللی به ساختمان‌ها اختصاص دارد و برخلاف تصور، مناطق دارای آب‌وهوای سرد به دلیل شرایط آب‌وهوای سرد و تقاضای گرمای زیاد، چالش بزرگ‌تری در افزایش بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها داشته‌اند. باوجوداین دیدگاه مشترک که مناطق شمالی و بسیاری از مناطق جنوبی کره زمین دارای آب‌وهوای سرد است ، هنوز تعریف مشترکی در مورداستفاده از انرژی در ساختمان در آب‌وهوای سرد وجود ندارد(Nord, 2017).

تجربه انسان در فضاها به عنوان تأثیر فضا بر روحیه افراد، سطح راحتی و تعامل با محیط با ویژگی های طراحی معماری تعریف می شود. ویژگی‌های طراحی معماری عناصری هستند که یک فضا را تشکیل می‌دهند و به آن ویژگی منحصربه‌فرد می‌دهند که افراد با آن تعامل دارند (Ergan et al, 2018).

معماری دو جنبه دارد: هنر و تکنولوژی. یکی از بارزترین تفاوت های معماری با ساخت و ساز، جنبه زیبایی شناختی و حس موقعیت معماری است. زندگی روزمره و فعالیت هر انسانی در فضای معماری یک روایت است. قبل از طراحی هر ساختمان، همه معماران یک سناریو را طراحی می کنند. این سناریو معمولاً در عملکرد و ارتباط فضاها و حس مکان مؤثر است (Hashem et al, 2013).

در مطالعه ای در خصوص ساختمان انرژی صفر یا ساختمان برآیند صفر نتیجه گیری شده است که در مناطق سردسیر چندین فناوری را به طور همزمان اتخاذ کرده اند. نوع استفاده و میزان استفاده از فناوری های غیرفعال همگی بالاتر از فناوری های بهره وری انرژی فعال است. این نشان می دهد که فناوری های پیشرفته شرط لازم برای ایجاد ساختمان انرژی صفر نیستند. استفاده کامل از منابع طبیعی در فصل گذار و کاهش تاثیر محیط خارجی در فصل تهویه هوا از ویژگی های اصلی طراحی معماری این اقلیم است. دیوارها و سقف های خارجی با کارایی بالا در ایالات متحده، چین و اتحادیه اروپا بسیار مورد استفاده قرار می گیرند. علاوه بر این، سطح اقتصادی نیز تا حدی بر تمایل به انتخاب فناوری تأثیر می گذارد. انواع بیشتری از فناوری‌های غیرفعال در چین نسبت به ایالات متحده و اتحادیه اروپا وجود دارد. چین به اقدامات غیرفعال کم هزینه مانند تهویه طبیعی توجه بیشتری دارد و تمام موارد چینی شامل بهینه سازی تهویه طبیعی در طراحی ساختمان می شود (Wang et al, 2021).

یکی از مهم‌ترین عوامل بالقوه افزایش مصرف انرژی در هر منطقه، عوامل اقلیمی و دامنه نوسانات دمایی است. به عبارت صحیح‌تر، تغییرات درجه–روزهای سرمایشی و گرمایشی، از عوامل اصلی افزایش یا کاهش مصرف سوخت و انرژی هستند. به‌طورکلی، میزان نیاز به گرمایش و سرمایش طبق تعریف، جمع اختلافات میانگین‌های روزانه دما از آستانه معین در دوره مشخصی از سال است و برحسب درجه–روز بیان می‌شود. دماهای آستانه، اعداد متفاوتی بوده و در شرایط مختلف ارقام فرق می‌کند، ولی به‌طورکلی برای حدود آسایش انسان اعداد ۱۹ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد شده است. بر این اساس درجه روز گرمایشی[1]، میزان درجه دمای هوایی است که باید هوای محیط خارجی را گرم نمود که به شرایط آسایش حرارتی (دمای پایه)

[1] HDD= heating degree day

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

برسد. یکی از مقادیر مهم در برنامه‌ریزی انرژی ساختمان، طول فصل گرمایشی است. در کشورهای مختلف تعاریف مختلفی از طول فصل گرمایشی[1] (دوره‌ای از سال که در آن گرمایش ساختمان برای حفظ شرایط آسایش ضروری است) وجود دارد. اندازه درجه روز گرمایشی می‌تواند شاخص خوبی برای نشان دادن ضرورت تقاضای گرما در یک منطقه و محاسبه طول فصل گرمایشی باشد (Nord, 2017; Zolfaqari et al, 2004). علاوه بر این در این مطالعه به بررسی روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان در مناطق دارای آب‌وهوای سرد بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی کوپن – گایگر و همچنین شاخص‌ها و اصول عنوان‌شده، پرداخته می‌شود.

اگر چه مطالعه تأثیر اقلیم بر معماری و آسایش انسان، نوآوری جدیدی نیست اما شناخت اقلیم یکی از مهم‌ترین گام‌ها درروند طراحی معماری اقلیمی در هر مقطع زمانی بشمار می‌رود. معماری همساز با اقلیم، روشی برای کاهش همه‌جانبه هزینه انرژی یک ساختمان است. طراحی معماری اقلیمی دو هدف اساسی دارد (بیگلری، ۱۳۹۹) که عبارت است:

- در فصول سرد؛ جذب هر چه بیشتر انرژی گرمایی خورشید و ایجاد مقاومت در برابر اتلاف حرارت.
- در فصول گرم؛ مقاومت در برابر انرژی گرمایی خورشید و اتلاف هـر چه بیشـتر حرارت داخل ساختمان.

بر اساس این هدف‌گذاری دو نگاه متفاوت به طراحی اقلیمی شکل گرفته است:

- تأمین انرژی مورد نیاز ساختمان به کمک روش‌های جذب و تبدیل انرژی‌های پاک.
- کاهش نیاز به مصرف انرژی در ساختمان با کمک ابزارهای معماری.

معماری به شیوه اول، اگرچه دو هدف اصلی موضوع پایداری؛ کاهش مصرف منابع تجدید ناپذیر انرژی و کاهش آلودگی محیطزیست را تأمین می‌کند، اما با مفهوم اصلی معماری همساز با اقلیم تفاوت اساسی دارد. آنچه باعث اهمیت معماری اقلیمی شده است، توجه بیشتر به شیوه دوم است. به‌کارگیری روش‌های طراحی اقلیمی باعث افزایش عملکرد معماری خواهد شد. اگر برنامه‌ریزی طرح معماری بر اساس تنظیم و متعادل‌سازی نیاز معماری با شاخص‌های اقلیمی بر مبنای شرایط آسایش انسانی صورت گیرد، در تمام فصول می‌توان با کمترین نیاز به سیستم‌های فعال گرمایشی و سرمایشی و در مقابل بهره‌گیری از شرایط طبیعی، نیاز به مصرف انرژی در ساختمان را کاهش داد (بیگلری، ۱۳۹۹).

۱ عوامل موثر در مصرف انرژی ساختمان

تاکنون مطالعات بسیاری برای کاهش مصرف انرژی در ساختمان صورت پذیرفته است اما جهت شناسایی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در معماری لازم است تا در ابتدا عوامل موثر بر مصرف انرژی ساختمان معرفی گردد. این عوامل در چهار گروه عوامل اقلیمی، عوامل محیطی و عوامل ساختمانی و عوامل انسانی قابل دسته‌بندی هستند.

[1] heating season

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

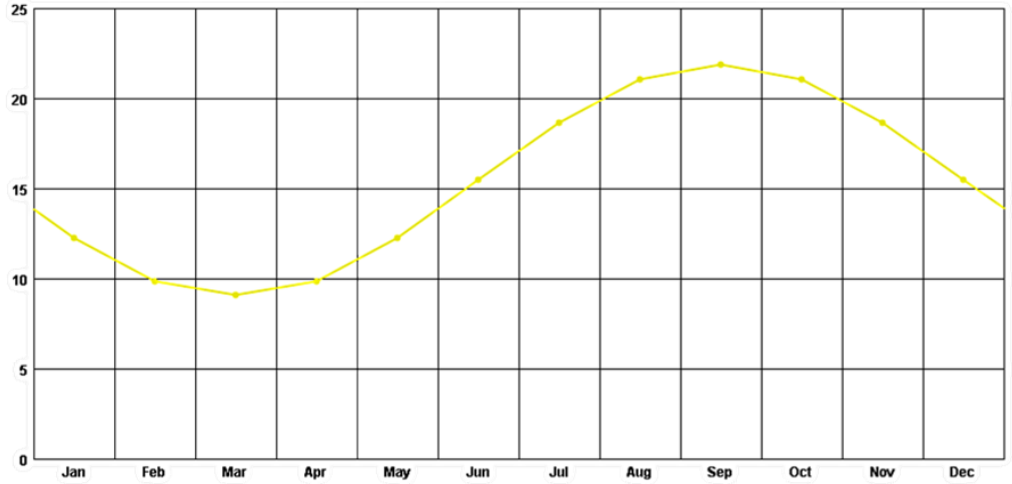
۱-۱ عوامل اقلیمی

اقلیم هر منطقه بر اساس موقعیت و شرایط جغرافیایی آن به وجود می‌آید. سه عامل کلیدی تابش، بارش و وزش، بر موضوع اقلیم تأثیرگذار هستند و آب‌وهوا شناسان، مناطق مختلف کره زمین را بر اساس این عوامل به پهنه‌های متفاوتی تقسیم نموده‌اند. از مهم‌ترین و معتبرترین روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی می‌توان به روش کوپن[1] اشاره کرد که از سال ۱۹۳۰ شکل‌گرفته است و همچنان یکی از پرطرفدارترین روش‌های طبقه‌بندی اقلیمی جهانی است.

بر مبنای طبقه‌بندی اقلیمی جهانی در سیستم کوپن، مناطق مختلف اقلیمی با رشته‌ای از حروف مشخص می‌گردد. حرف اول نماینده یکی از پنج منطقه اصلی اقلیمی شامل اقلیم بارانی استوایی، اقلیم خشک، اقلیم معتدل بارانی، اقلیم جنگلی برفی و اقلیم قطبی است. دومین حرف در این طبقه‌بندی بر اساس شرایط بارش در آن منطقه تعیین می‌شود که مبین فصل کم بارش یا خشک در تابستان یا زمستان و یا نبود فصل خشک (اقلیم کاملاً مرطوب) است. حرف سوم از طبقه‌بندی اقلیمی کوپن شرایط دمایی منطقه را بیان می‌کند و بر اساس آن هر اقلیم با توجه به میانگین دمای سالانه و میانگین دمای گرم‌ترین و سردترین ماه سال به زیرگروه‌های کوچک‌تری در دامنه فراتر از ۲۲ درجه، بین ۲۲ تا ۱۸ درجه، بین ۱۸ تا ۱۰ درجه، بین ۱۰ تا ۳۸- درجه و کمتر از ۳۸- درجه تقسیم می‌شود (بیگلری، ۱۳۹۹). آگاهی کامل از عوامل اقلیمی و نوع تاثیر آن بر معماری، جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی ضروری است.

۱-۱-۱ تابش

دمای محیط متأثر از میزان گرمای موجود در سطح زمین است و مهم‌ترین منبع گرمایش پوسته زمین تابش خورشید است. بنابراین عواملی همچون عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا به دلیل ایجاد تغییر در زاویه تابش اشعه خورشیدی تأثیر ویژه‌ای بر دمای هوا دارند. علاوه بر این شکل،

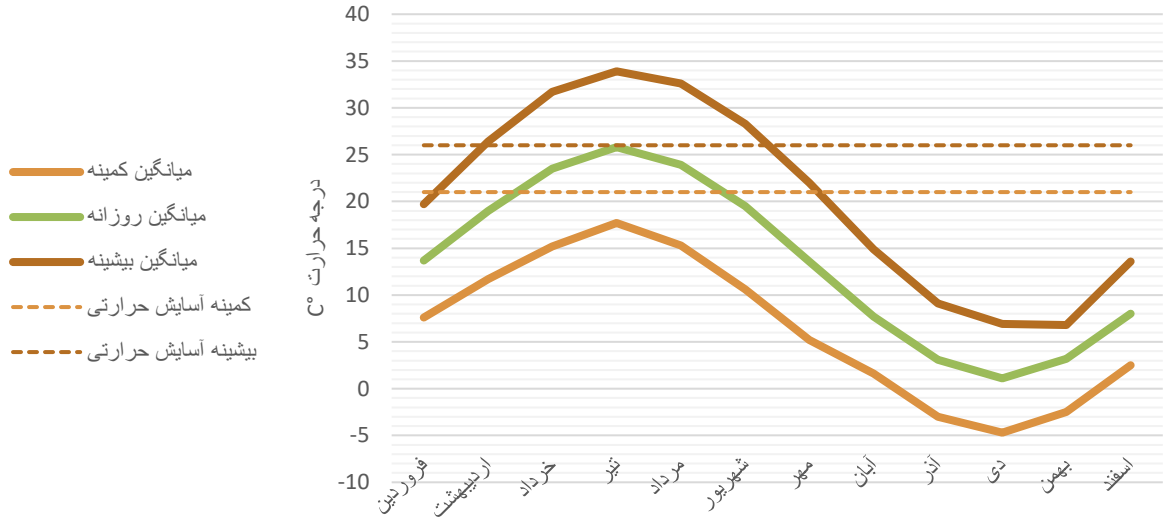


[1] Wladimir Peter Köppen

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

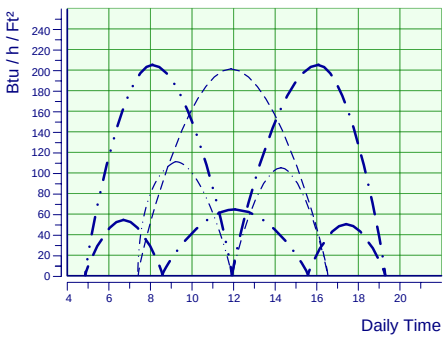
فرم و ویژگی‌ها و پوشش سطح زمین نیز بر شرایط دمایی هوای اطراف آن تأثیرگذار است. در این زمینه نمودارهای تغییرات دما در سطح زمین و مقایسه آن با شرایط آسایش انسانی در هر مکان می‌تواند اطلاعاتی در مورد طول و شرایط فصل گرمایشی ارائه دهد (نمودار ۱ و ۲).

نمودار (۱) دما (درجه سانتی گراد) در سطح زمین با پوشش چمن تازه اصلاح‌شده (بیگلری، ۱۳۹۹).

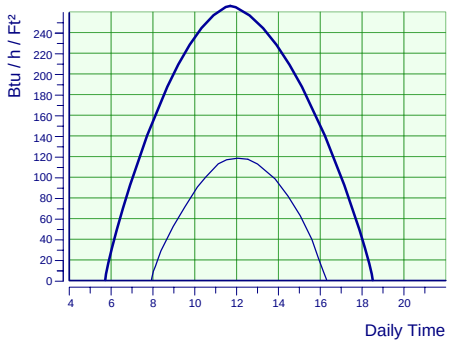


نمودار (۲) مقایسه میانگین دمایی با محدوده آسایش حرارتی (بیگلری، ۱۳۹۹).

تابش نور خورشید علاوه بر ایجاد تغییرات دمای محیط با گرم نمودن جداره‌های ساختمان باعث گرمایش هوای داخل ساختمان نیز می‌گردد. تنظیم زاویه و نحوه تابش اشعه خورشید بر ساختمان و کنترل میزان جذب حرارت پوسته ساختمان در طول سال، نقش قابل‌توجهی در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان ایفا می‌نماید. با در نظر گرفتن عرض جغرافیایی و شرایط تابش خورشید، می‌توان از میزان انرژی گرمایی تابیده‌شده بر سطوح افقی و قائم یک ساختمان مکعب شکل فرضی با جهت‌گیری‌های مختلف نسبت به جنوب جغرافیایی در ساعات مختلف روز برای فصل سرمایش و گرمایش مطلع شد (نمودارهای ۳ تا ۱۰).

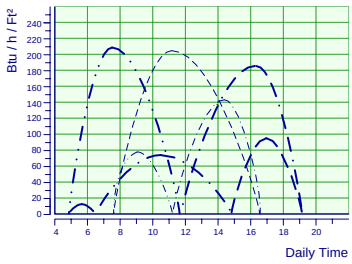


نمودار (۳) سطوح قائم – در امتداد جنوب (بیگلری، ۱۳۹۹).



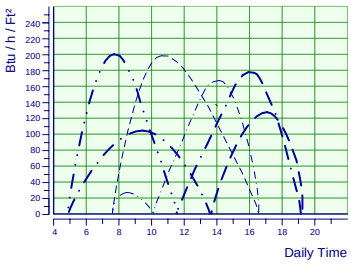
نمودار (۴) سطوح افقی (بیگلری، ۱۳۹۹).

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]



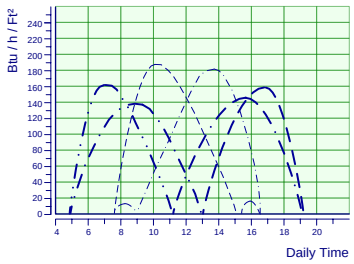
نمودار (۵) سطوح قائم (امتداد از جنوب 15°E)

(بیگلری، ۱۳۹۹).



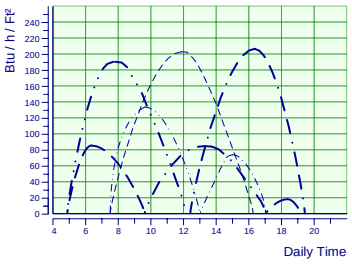
نمودار (۶) سطوح قائم (امتداد از جنوب 30°E)

(بیگلری، ۱۳۹۹).



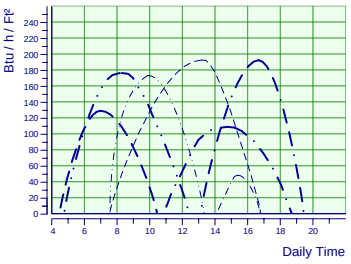
نمودار (۷) سطوح قائم (امتداد از جنوب 45°E)

(بیگلری، ۱۳۹۹).



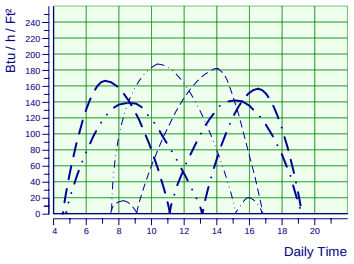
نمودار (۸) سطوح قائم (امتداد از جنوب 15°W)

(بیگلری، ۱۳۹۹).



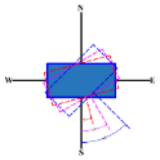
نمودار (۹) سطوح قائم (امتداد از جنوب 30°W)

(بیگلری، ۱۳۹۹).

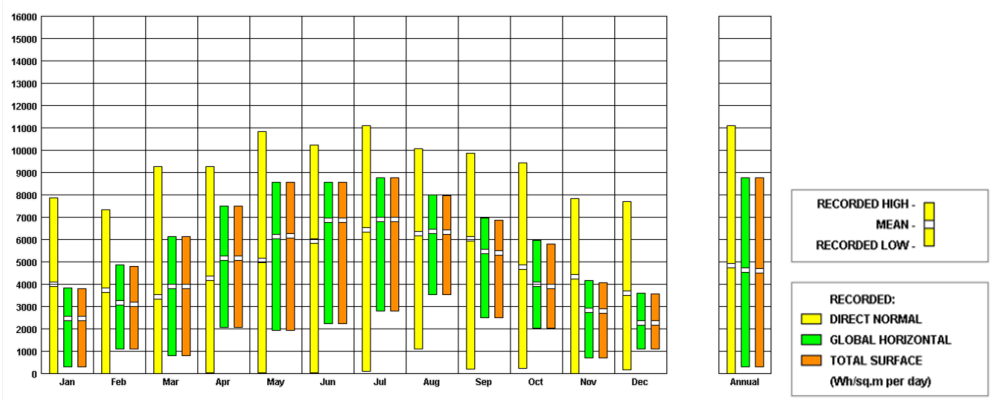


نمودار (۱۰) سطوح قائم (امتداد از جنوب 45°W)

(بیگلری، ۱۳۹۹).



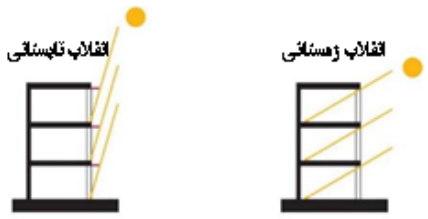
علاوه بر ا طی ماه‌های مختلف سال می‌توان از نمودارهای ماهانه بهره گرفت (نمودار ۱۱)



[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

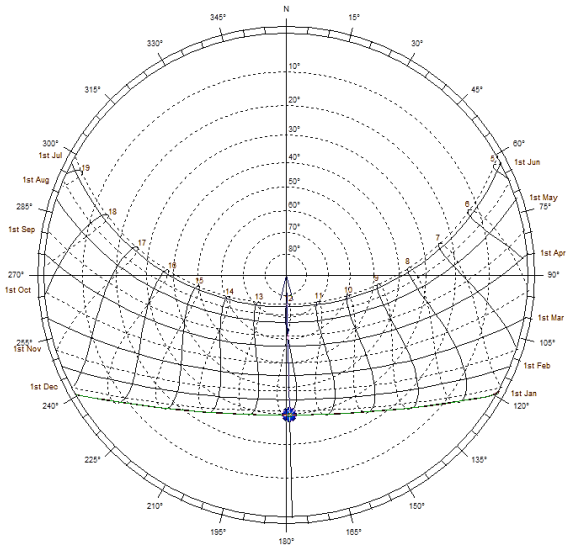
نمودار (۱۱) گرمای جذب‌شده در سطوح افقی و عمودی (بیگلری، ۱۳۹۹).

استفاده از سایبان برای کنترل نفوذ تابش به داخل ساختمان در فصول مختلف سال و ساعات مختلف روز متفاوت است. ایجاد سایه بر روی پنجره نباید باعث کاهش جذب انرژی تابشی خورشید در فصول گرمایشی گردد (تصویر ۱). بیشترین زاویه ارتفاع خورشید در تابستان و زمستان، معیاری جهت طراحی سایبان مؤثر در ساختمان محسوب می‌شود.



تصویر (۱) زاویه تابش خورشید در انقلاب تابستانی و زمستانی (بیگلری، ۱۳۹۹).

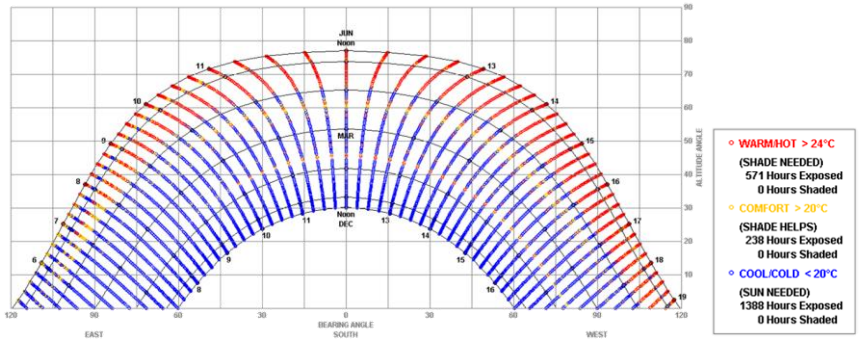
بررسی نمودار مسیر حرکت خورشید (نمودار ۱۲) و تعیین زاویه ارتفاع و زاویه سمت خورشید در طول سال، به ویژه در زمان انقلاب تابستانی و زمستانی راهنمای محاسبه اندازه مناسب سایبان افقی و عمودی است (ر.ک بیگلری، ۱۳۹۹).



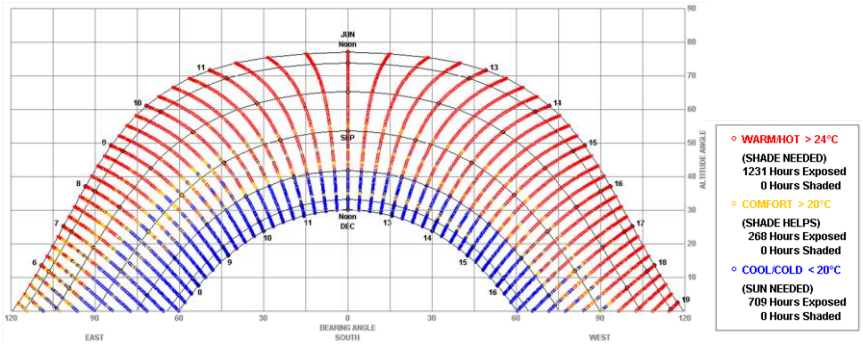
نمودار (۱۲) نمودار حرکت خورشید(بیگلری، ۱۳۹۹).

از آنجا که استفاده از سایبان برای پنجره و سطوح شفاف ساختمان تأثیر بسیار زیادی در مصرف انرژی ساختمان دارد، نمودارهای سایه سنجی می‌تواند میزان دقیق زاویه ارتفاع و زاویه سمت خورشید در ساعات مختلف و همچنین میزان نیاز به تابش یا سایه بر روی ساختمان را در طول ساعات سال مشخص نماید (نمودار ۱۳ و ۱۴).

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]



نمودار (۱۳) نمودار سایه سنجی از ابتدای دی تا ابتدای تیر (بیگلری، ۱۳۹۹).



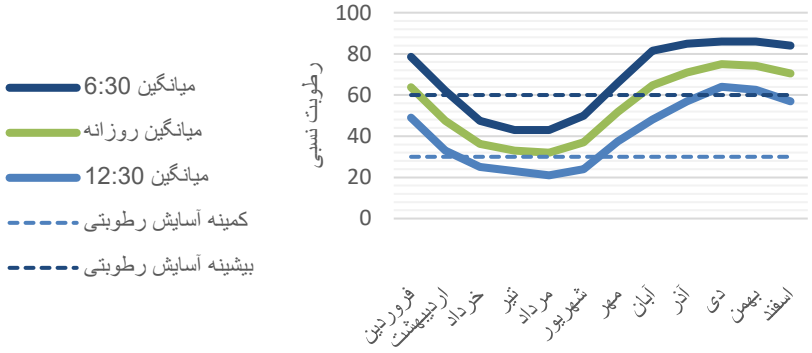
نمودار (۱۴) نمودار سایه سنجی از ابتدای تیر تا ابتدای دی (بیگلری، ۱۳۹۹).

بر این اساس با ایجاد تغییرات مناسب در طرح معماری ساختمان می‌توان از منبع گرمایش خورشیدی برای تأمین نیاز حرارتی ساختمان بهره گرفت و با تنظیم زوایای مناسب سطوح بدنه ساختمان می‌توان تا حد زیادی نیاز به انرژی گرمایشی ساختمان در فصل زمستان را کاهش داد. البته در فصل تابستان با راهکارهایی همچون سایبان طبیعی یا مصنوع اثر گرمایی تابش را می‌بایست تعدیل نمود.

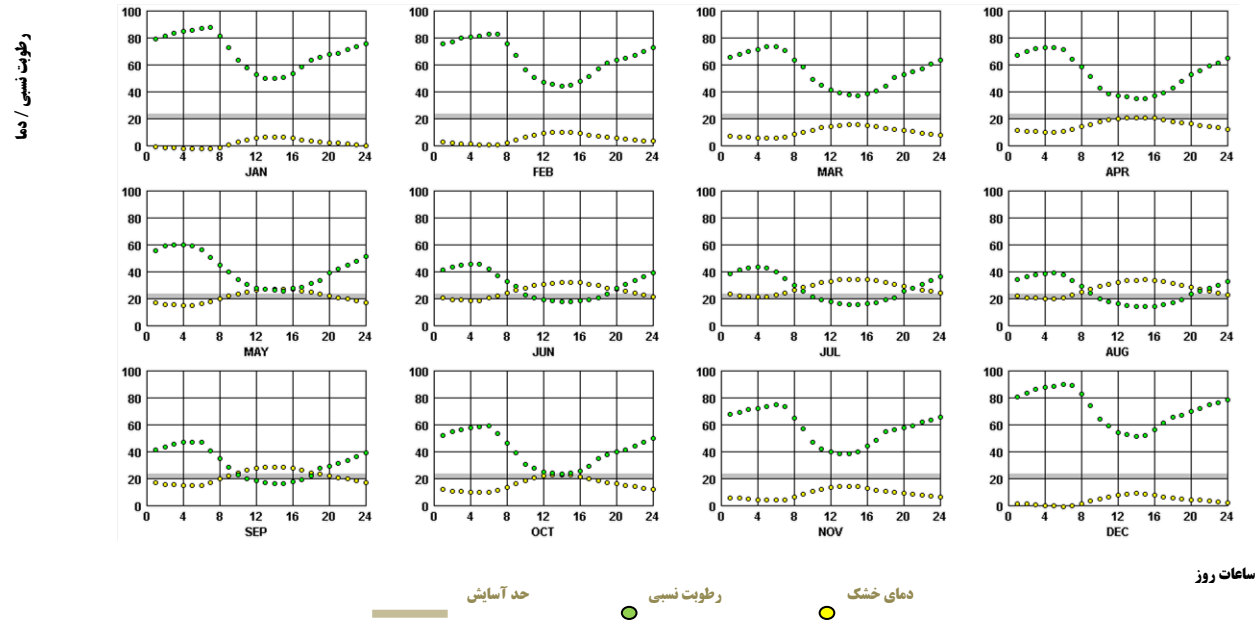
۲-۱-۱ بارش

بررسی نمودار تغییرات میانگین رطوبت نسبی هوا و مقایسه آن با محدوده آسایش رطوبتی می‌تواند درک مناسبی از شرایط رطوبت نسبی هوا در منطقه طراحی ایجاد نماید (نمودار ۱۵). علاوه بر این مجموعه نمودارهای تغییرات دمای خشک نسبت به رطوبت نسبی طی ساعات مختلف روز و مقایسه آنها با شرایط آسایش محیطی در دوازده ماه سال، اطلاعات مناسبی از محدوده فصل گرمایش در اختیار طراح قرار می‌دهد (نمودار ۱۶).

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]



نمودار (۱۵) مقایسه میانگین رطوبت نسبی مشهد با شرایط آسایش (بیگلری، ۱۳۹۹).



نمودار (۱۶) مقایسه دمای خشک (C^o) و رطوبت نسبی (%) در محدوده آسایش (بیگلری، ۱۳۹۹).

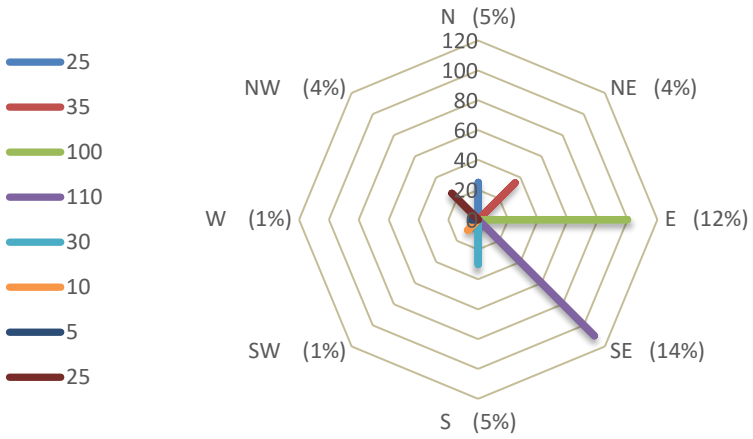
بطور کلی دمای محیط و رطوبت نسبی تأثیری معکوس بر یکدیگر دارند، افزایش دمای محیط منجر به کاهش رطوبت نسبی و همچنین افزایش رطوبت نسبی باعث کاهش تدریجی دمای محیط در محدوده آسایش می‌گردد.

۳-۱-۱ وزش

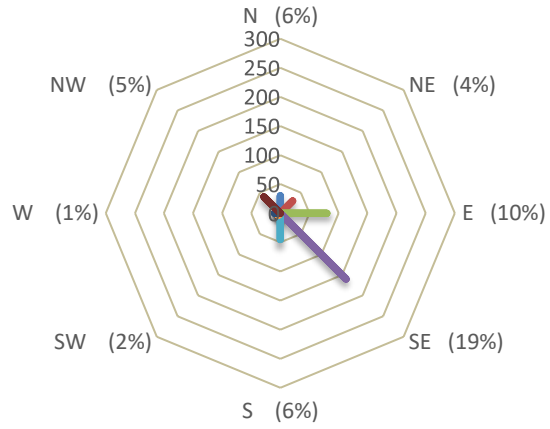
استفاده از جریان باد برای ایجاد تهویه در ساختمان یکی از روش‌های کاهش نیاز انرژی ساختمان است و در این میان شرایط اقلیمی و منطقه‌ای و همچنین پتانسیل‌های محیطی تعیین‌کننده نحوه به‌کارگیری تهویه طبیعی است. تهویه طبیعی در ساختمان می‌تواند به کمک جریان‌های باد و یا از طریق ایجاد فضاهای کم‌فشار و پرفشار داخلی در مجاورت یکدیگر ایجاد شود اما استفاده نامناسب از تهویه طبیعی می‌تواند افزایش بار گرمایش یا سرمایش ساختمان را در پی داشته باشد. وزش باد در فصول گرم می‌تواند با به‌کارگیری تدابیر و تکنیک‌های خاص در طراحی معماری ساختمان باعث کاهش بار سرمایشی شده و میزان مصرف انرژی در ساختمان را کاهش دهد، اما در فصول سرد وزش باد منجر به افزایش بار گرمایش

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

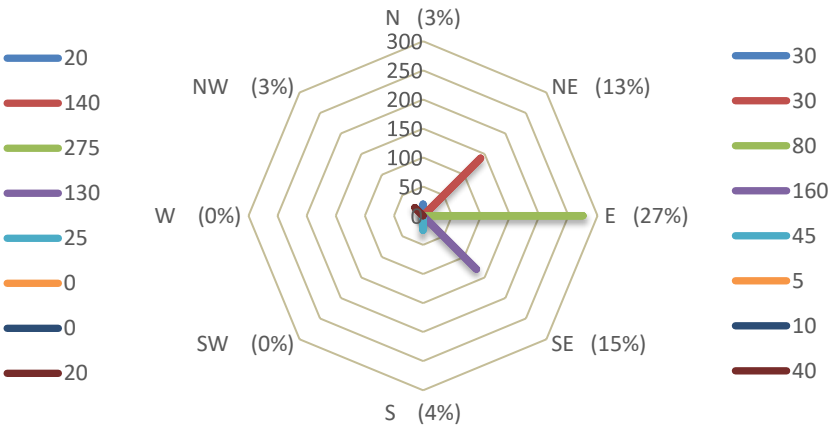
ساختمان می‌گردد. نمودارهای سالانه و فصلی وزش باد معیارهای جهت، متوسط سرعت و درصد تعداد دفعات وزش باد را در اختیار طراح قرار می‌دهد (نمودار ۱۷ تا ۲۱).



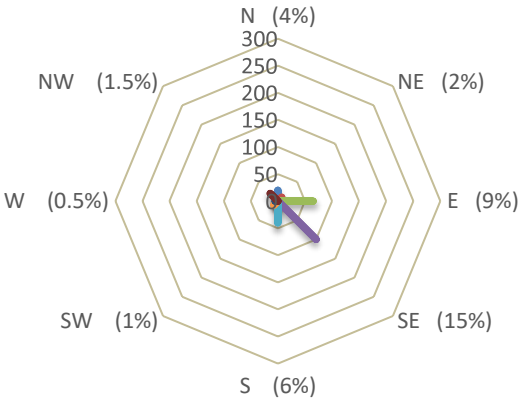
نمودار (۱۷) جهت، سرعت و درصد وزش باد در سال (بیگلری، ۱۳۹۹).

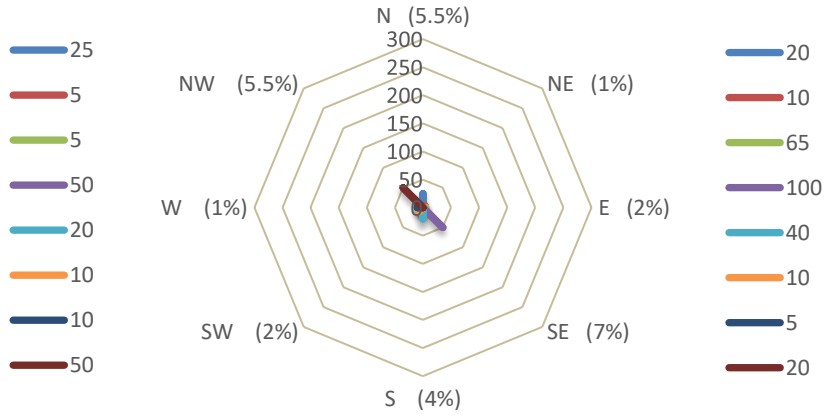


نمودار (۱۸) جهت، سرعت و درصد وزش باد در بهار (بیگلری، ۱۳۹۹).



نمودار (۱۹) جهت، سرعت و درصد وزش باد در تابستان (بیگلری، ۱۳۹۹).



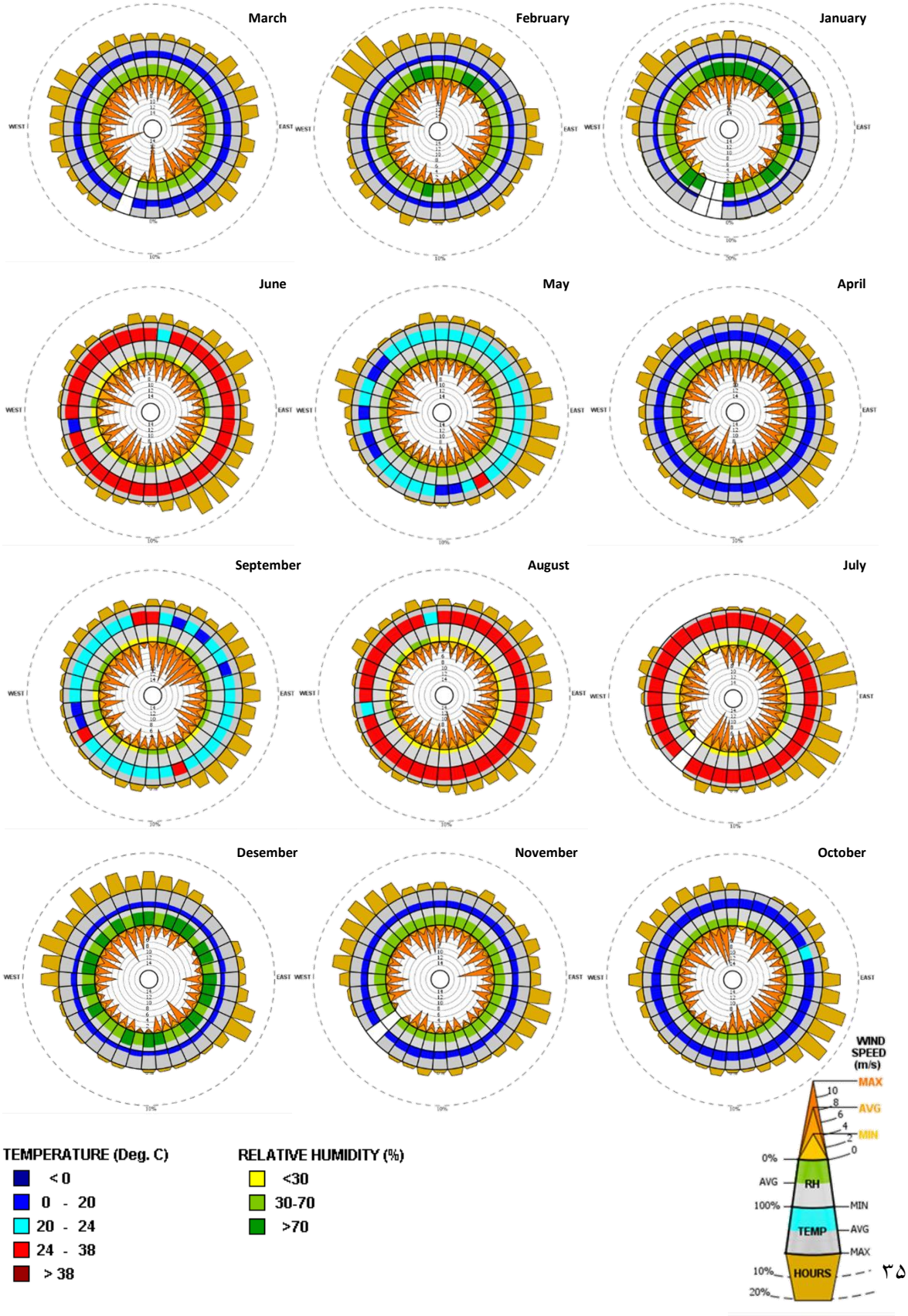


[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نمودار (۲۰) جهت، سرعت و درصد وزش باد در پاییز (بیگلری، ۱۳۹۹).

نمودار (۲۱) جهت، سرعت و درصد وزش باد در زمستان (بیگلری، ۱۳۹۹).

نمودارهای ماهانه وزش باد معرف پنج شاخص اصلی؛ جهت، سرعت و درصد تعداد دفعات وزش باد و همچنین دما، رطوبت نسبی هوا در زمان وزش باد است. این موارد نقش ویژه‌ای در تاثیر وزش باد بر مصرف انرژی ساختمان دارند (نمودار ۲۲).

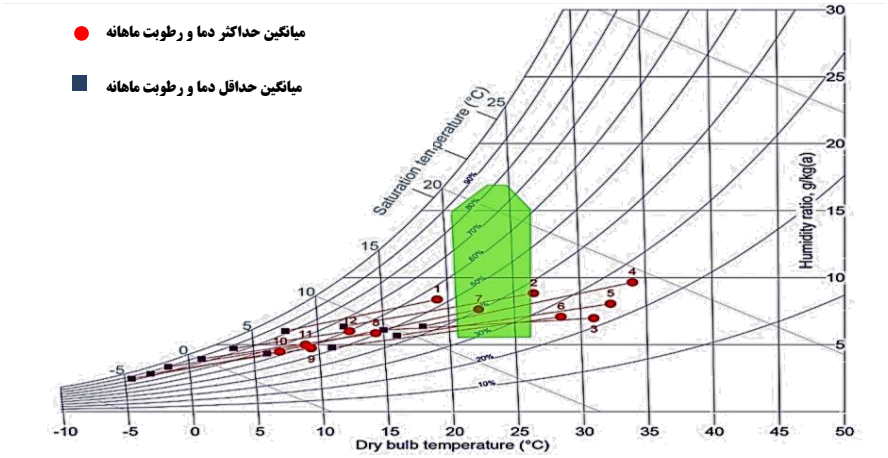


[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نمودار (۲۲) شرایط وزش باد ماهیانه (بیگلری، ۱۳۹۹).

مجموعه ویژگی‌های باد و شرایط هوا در زمان وزش، شاخص مناسبی برای به‌کارگیری باد جهت تهویه طبیعی در ساختمان است. بطور کلی در صورتی که دما و رطوبت نسبی هوا در محدوده آسایش حرارتی باشد، استفاده از تهویه طبیعی در فضاهای داخلی توجیه‌پذیر است اما در صورت بالاتر یا پایین‌تر بودن دمای هوا از محدوده آسایش حرارتی، تهویه طبیعی در ساختمان باعث افزایش انرژی مصرفی برای سرمایش یا گرمایش می‌گردد.

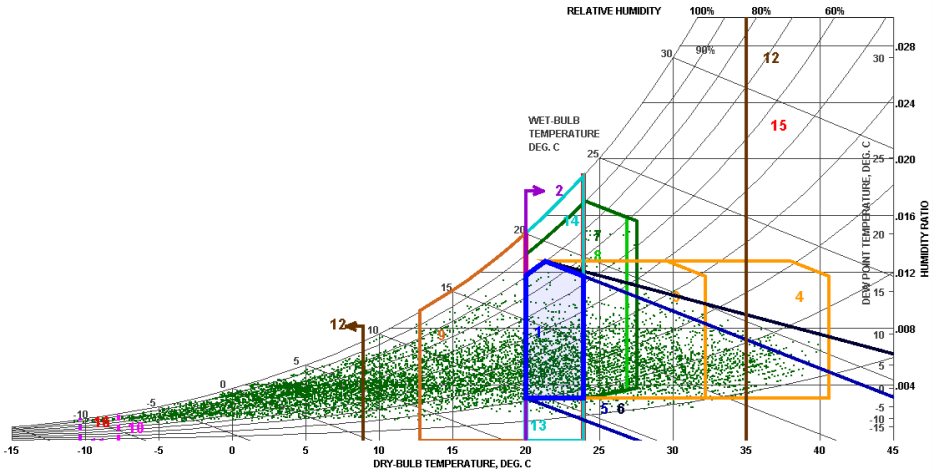
بطور کلی مطالعاتی که با هدف کاهش مصرف انرژی ساختمان صورت می‌گیرند، باید تأثیر این موضوع بر شرایط آسایش داخلی ساختمان را که یک معیار مهم برای کاربران و تصمیم گیرندگان است نیز در نظر قرار دهند (Felius, Dessen & Hrynyszyn, 2020). نیاز به حفظ شرایط آسایش حرارتی در داخل ساختمان نقش مهمی در کل انرژی مورد نیاز ساختمان‌ها دارد(Verma et al, 2023). تعیین‌کننده‌ترین موضوع در زمینه مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان، تأمین شرایط آسایش است و مؤثرترین معیارهای سنجش آسایش دما و رطوبت است. مقایسه حالات حدی دما و رطوبت ماهیانه با محدوده آسایش در نمودار سایکرومتریک، می‌تواند نتایج ارزشمندی را ارائه نماید (نمودار ۲۳).



نمودار (۲۳) نقاط شاخص دمای ماهانه بر نمودار سایکرومتریک (بیگلری، ۱۳۹۹).

از آنجا که هدف در طراحی اقلیمی استفاده حداکثری از روش‌های غیرفعال برای تأمین نیاز انرژی ساختمان و ایجاد شرایط آسایش حرارتی با استفاده از قابلیت‌های اقلیمی است، مناسب‌ترین شیوه برای شناسایی روش‌های غیرفعال امکان‌پذیر در تأمین شرایط آسایش حرارتی و تعیین میزان کارایی هرکدام، توجه به حوزه‌های مختلف نمودار سایکرومتریک در آن اقلیم، است (ر.ک بیگلری، ۱۳۹۹).

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]



نمودار (۲۴) حوزه‌های عملکرد حرارتی و رطوبتی در نمودار سایکرومتریک (بیگلری، ۱۳۹۹).

۱-۲ عوامل محیطی

بستر و محیط پیرامون بنا در رفتار حرارتی ساختمان بشدت مؤثر است. علاوه بر شرایط جغرافیایی و ویژگی‌های اقلیمی، موضوعات کالبدی و فرمی در محدوده بافت اطراف ساختمان نیز بر میزان تبادلات گرمایی محیط با ساختمان اثرگذار است. بنای منفردی که در زمین وسیعی قرار دارد می‌تواند در معرض بادهای شدید و تابش مستقیم خورشید باشد، وزش باد بر سطوح پنجره‌ها تبادل حرارتی را بشدت افزایش می‌دهد و یا ساختمان مجاور مرتفعی که سایه آن مانع تابش مستقیم آفتاب بر سطوح بنا می‌گردد بر میزان نیاز انرژی سرمایش و گرمایش آن اثرگذار است.

وجود و کیفیت پوشش گیاهی، بافت معماری محلی و سایر موانع دائمی یا فصلی در اطراف ساختمان، هم برشدت وزش باد و هم بر میزان تابش مستقیم خورشید بر پوسته خارجی ساختمان تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این وسعت و کیفیت سطوح مجاور ساختمان نیز در مقدار جذب تابش انعکاسی و اثرات گرمایی حاصل از آن نیز نقش دارد. بر این اساس ضروری است تا شناخت کامل و دقیقی نسبت به کلیه شرایط و ویژگی‌های محیطی در مورد زمینه و بستری که موضوع طرح می‌بایست در آن اتفاق افتد شکل گیرد.

۱-۳ عوامل ساختمانی

در مطالعه حاضر عوامل مرتبط با بنا بویژه فناوری‌های مرتبط با ساختمان مانند پوشش ساختمان[1] و سیستم‌های خدماتی ساختمان[2] در حوزه عوامل ساختمانی دسته‌بندی شده است. از آنجا که انرژی گرمایش در ساختمان برای گرم کردن فضا و آب گرم خانگی[3] استفاده می‌شود، بر این اساس جهت کاهش مصرف انرژی ساختمان همواره تأکید بیشتر بر عایق‌بندی مناسب پوشش ساختمان[4]، شکل و فرم ساختمان، نفوذپذیری سیستم تهویه[5] و نوع پنجره‌ها و بازشوها بوده است.

[1] building envelope
[2] building service systems
[3] domestic hot water (DHW)
[4] building envelope
[5] air tightness

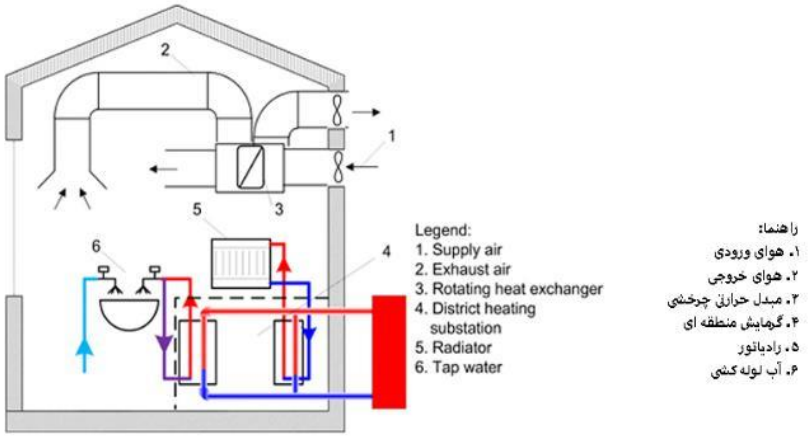
[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

۱-۳-۱ پوشش ساختمان

بهبود در پوشش ساختمان لزوماً شامل بهبود در کل پوشش ساختمان نیست و گاهی اوقات بهبود پوشش سقف می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه در تقاضای گرما شود. البته باید توجه داشت که عایق‌بندی بیش از حد پوشش ساختمان، نیاز به تهویه هوا را در افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می دهند که بهبود پوشش ساختمان بیشترین تأثیر را بر مصرف انرژی در آب و هوای سرد دارد (Felius, Dessen & Hrynyszyn, 2020).

۱-۳-۲ تهویه

غیرقابل نفوذ شدن پوشش ساختمان به‌وسیله هوا، نیاز به تهویه مکانیکی متعادل را ایجاد می‌کند. تهویه مکانیکی متعادل مستلزم استفاده از فن‌های تأمین‌کننده و خروجی برای تأمین هوای تازه و تمیز کردن هوای داخلی است. گرم کردن هوای تهویه ممکن است به مقدار زیادی گرما نیاز داشته باشد و در نتیجه به نصب مبدل حرارتی چرخشی[1] در سیستم تهویه متعادل[2] نیاز است (تصویر ۲). با توسعه فناوری، کارایی مبدل حرارتی در تهویه و توان ویژه فن[3] توسعه یافته است. توان ویژه فن (SFP) شاخصی است که میزان مصرف برق برای انتقال هوا را نشان می‌دهد. سیستم کانال‌کشی مناسب به SFP پایین‌تری برای تهویه نیاز خواهد داشت؛ بنابراین، SFP شاخص بهره‌وری انرژی سیستم تهویه هوا است (Nord, 2017).

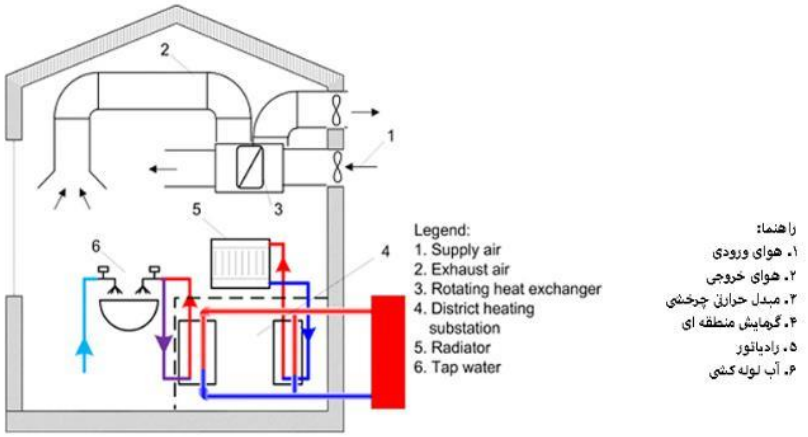


تصویر (۲) مبدل حرارتی چرخشی در سیستم تهویه متعادل(Nord, 2017)

[1] rotating heating exchanger
[2] balanced ventilation system
[3] specific fan power (SFP)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

در کشورهای شمال اروپا با افزایش سختی پوشش ساختمان، افزایش تمایل به استفاده از سیستم‌های تهویه مکانیکی با پمپ‌های حرارت هوای خروجی[1] جهت بازیابی گرما معمول است (Sakellari & Lundqvist, 2004). پمپ‌های حرارت هوای خروجی از هوای خروجی در سیستم تهویه متعادل به عنوان منبع گرما استفاده می‌کند و قادر به تأمین گرما برای آب گرم خانگی، تأمین هوا و گرمایش فضا است (تصویر ۳). هوای تهویه خروجی ساختمان دارای دمای پایداری در طول سال است و به این ترتیب، پمپ‌های حرارتی، مصرف انرژی تهویه واحدها را کاهش می‌دهد (Sakellari & Lundqvist, 2004).



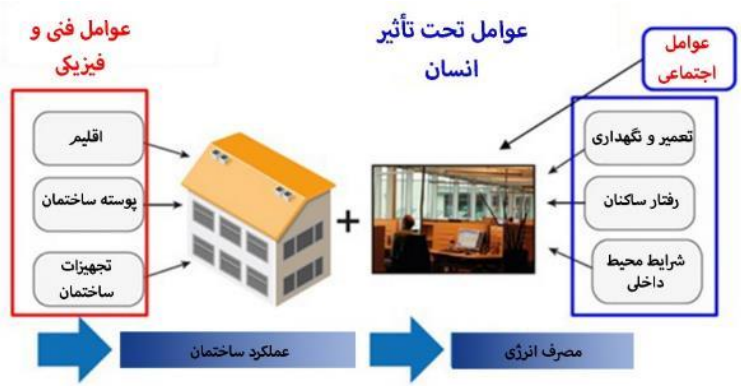
تصویر (۳) پمپ گرمای هوا برای ساختمان‌های مسکونی(Nord, 2017)

۱-۴ عوامل انسانی

عوامل انسانی همواره در کنار سایر عوامل قابل بررسی هستند و بصورت برهم کنش با آنها بر مصرف انرژی تاثیر می‌گذارند (Nord, 2017). در یک مطالعه که در چین صورت گرفته ارتباط آماری معناداری میان تقاضای گرمایش ساکنان با سطح تحصیلات، درآمد خانوار، نوع مالکیت، حضور فرزندان، تجربه حرارتی و سیستم گرمایشی نمایان است (Yin et al, 2023). مطالعه دیگری نشان می‌دهد که فرهنگ پوشش افراد با میزان مصرف انرژی ساختمان مرتبط است (Su et al, 2022).

[1] exhaust air heat pumps (EAHP)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]



تصویر (۴) عوامل مؤثر در استفاده از انرژی در ساختمان (Nord, 2017)

۲ ساختمان صفر انرژی

ساختمان صفر انرژی[1] به اصطلاحی برای ساختمان‌هایی تبدیل‌شده است که در تأمین انرژی، خوداتکا[2] هستند یا حتی ممکن است انرژی صادر کنند (انرژی پلاس). این ساختمان‌ها با اجزای کم‌مصرف انرژی و تأمین انرژی از منابع تجدید پذیر مشخص می‌شوند. تاکنون چندین پروژه آزمایشی اعم از ساختمان‌های مسکونی و اداری صفر انرژی با موفقیت در نروژ مورد استفاده قرارگرفته است (تصویر ۵). در این ساختمان یک راه‌حل تأمین انرژی یکپارچه متشکل از کلکتورهای حرارتی خورشیدی[3] در ترکیب با پمپ زمین‌گرمایی[4] و پمپ‌های حرارت هوای خروجی برای گرمایش و سرمایش و تولید آب گرم خانگی اجرا شده است (Nord, Qvistgaard & Cao, 2016).

[1] Zero Energy/Emission Building (ZEB)
[2] self-energy supplied
[3] flat plate solar thermal collectors
[4] ground-source heat pump

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

تصویر (۵) معماری نسخه نمایشی ساختمان صفر انرژی / انتشار واقع در لارویک، نروژ (Nord, 2017)

۲-۱ سیستم‌های فوتوولتائیک

یکی از مهم‌ترین و شاخص‌ترین سیاست‌هایی که کشورهای توسعه یافته در زمینه کاهش مصرف انرژی اتخاذ کرده‌اند، فراهم آوردن امکانات لازم برای توسعه و گسترش تکنولوژی‌هایی است که به نوعی سبب کاهش مصرف انرژی می‌شوند و اثرات دوجانبه بر اقتصاد و محیط زیست دارد؛ بدین معنی که از یک سو کاهش مصرف انرژی موجب کاهش هزینه‌های ساختمان می‌شود و از سوی دیگر با بهبود بازده تجهیزات انرژی، کاهش آلاینده‌های محیط زیست را امکان‌پذیر می‌سازد.

در این میان یکی از متداول‌ترین شیوه‌های تولید برق از انرژی خورشیدی، سیستم فتوولتائیک می‌باشد. این سیستم‌ها مبتنی بر تبدیل مستقیم انرژی خورشید به انرژی الکتریکی هستند. در این روش از خواص نیمه‌هادی‌ها استفاده می‌شود و با ردیف شدن تعداد زیادی از این سلول‌ها، ولتاژ و جریان مورد نظر به دست می‌آید. سلول‌های فتولتاتیک یا خورشیدی در حقیقت بلورهای نیمه‌هادی سیلیکون و همچنین شکل غیر بلوری آن هستند که پردازش شده و عملیاتی روی آنها انجام می‌گیرد به طوری‌که با برخورد یک فوتون خورشیدی به سطح یک سلول سیلیکون، الکترون از مدار خارج می‌شود و در نتیجه جریان الکتریسیته به وجود می‌آید (رضایی و همکاران، ۲۰۲۱).

۲-۲ سایر فناوری‌ها

جهان در سال‌های اخیر شاهد ایجاد تحول عظیمی در جهت تأمین نیازهای انرژی به کمک منابع پاک بوده است. در یک مطالعه ضمن بررسی گسترده از فناوری‌های مبتنی بر انرژی خورشیدی، کارهای تحقیقاتی انجام شده در شرایط آب و هوایی سرد ارائه گردید. این شرایط شامل آب و هوای کوهستانی، قاره‌ای، اقیانوسی سرد و قطبی و به طور کلی، تمام اقلیم‌هایی است که در طول زمستان دمای زیر صفر را تجربه می‌کنند. این مطالعه روش‌های مختلف بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در شرایط سرما، شامل؛ ایجاد گلخانه‌ها، پمپ‌های حرارتی، ذخیره سازی گرما، پانل‌های سلول فتوولتاییک (Photovoltaic) و ... را معرفی کرده است. در این مطالعه جنبه‌های زیست محیطی و اقتصادی در نظر گرفته شده و از منظر جغرافیایی مناطق اروپای مرکزی و شمالی، آمریکای شمالی، ترکیه، ایران، چین، ژاپن و قطب جنوب مورد مطالعه قرار گرفته است. این پژوهش نشان می‌دهد در بیشتر شرایط آب و هوایی سرد، استفاده از فن‌آوری‌های انرژی خورشیدی بسیار کارا و ارزشمند می‌تواند باشد (Mussard, 2017).

۳ ارزیابی اقتصادی و رویکردهای پایدار

در یک مطالعه، مزایای اقتصادی استفاده از سیستم فتوولتائیک مستقل از شبکه برای روستاهای تهران در مقابل توسعهٔ شبکهٔ برق سراسری مورد ارزیابی قرار گرفته است که نتایج به دست آمده از آن نشان می‌دهد استفاده از سیستم فتوولتائیک برای برق‌رسانی به روستاها از توجیه و صرفهٔ اقتصادی بالاتری برخوردار است (حاتمی و همکاران، ۲۰۱۴).

در مطالعه‌ای دیگر، نتیجه‌گیری شده است که به ویژه در مناطق روستایی کوهستانی که هزینه‌های نیرو رسانی از طریق شبکه سراسری بسیار بیشتر از حد معمول است، استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک به منظور تأمین انرژی موردنیاز با توجه به تعداد پایین خانوارها و عدم امکان دسترسی

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

آسان به شبکه سراسری از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه است و به حفاظت از محیط زیست و طبیعت منطقه نیز کمک می‌کند (مهرابی و همکاران، ۲۰۱۸).

اخیرا در مطالعه‌ای دیگر امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های تولید انرژی از منابع تجدید پذیر در دسترس برای مناطق روستایی ایران واقع در اقلیم سرد و خشک کوهستانی (شامل سامانه‌های مبتنی بر انرژی خورشیدی و منابع زیست‌توده حاصل از کودهای دامی) مورد بررسی قرار گرفته است و سه سناریو شامل :۱ـ بکارگیری سیستم فتوولتاییک ۲ـ بکارگیری سیستم بیوگاز جهت ایجاد گرمایش ۳- بکارگیری سیستم بیوگاز همزمان جهت ایجاد گرمایش و تولید الکتریسیته، برای تأمین انرژی این منطقه روستایی ارائه و مطالعات فنی و اقتصادی آن انجام شد. هرچند در نتیجه‌گیری کلی، تولید گرمایش و الکتریسیته از طریق سیستم بیوگاز در مقایسه با سامانه‌های فتوولتاییک و یا ترکیب آن دو اقتصادی‌تر معرفی شده است اما بر مطالعه بیشتر در خصوص استفاده از سامانه‌های فتوولتاییک تأکید گردیده (علایی پور و همکاران، ۲۰۲۱).

۴ سیستم نظارت بر مصرف انرژی ساختمان

در حوزه کنترل مصرف انرژی، صرف‌نظر از بسیاری ملاحظات در خصوص نظارت مناسب و قابلیت عملکردی[1]، امروزه استفاده از سیستم‌های نظارت بر مصرف انرژی ساختمان برای افزایش بهره‌وری رو به افزایش است. بسیاری از ساختمان‌های جدید به سیستم‌های نظارت بر انرژی ساختمان (BEMS)[2] مبتنی بر وب مجهز شده‌اند، به این معنی که کنترل از یک مکان دور به‌صورت برخط نیز امکان‌پذیر است. صاحبان املاک بزرگ، مانند دولت‌ها، شهرداری‌ها، دانشگاه‌ها و ... به کمک سیستم‌های نظارتی می‌توانند مصرف انرژی را بشدت کاهش دهند. علاوه بر این توسعه سیستم‌های نظارت و کنترل مصرف انرژی ساختمان و بهره‌گیری از هوش مصنوعی می‌تواند مصرف انرژی را بیش از پیش کاهش دهد (Nord, Qvistgaard & Cao, 2016).

گام دیگر در استفاده از سیستم‌های BEMS، بهبود بهره‌وری انرژی است. معمولاً داده‌های مربوط به استفاده از انرژی، به‌صورت ساعتی به سیستم‌های نظارت بر انرژی منتقل می‌شود. این داده‌ها برای صدور گواهینامه انرژی، تجزیه و تحلیل مصرف استفاده می‌شود. استفاده از داده‌های مصرف انرژی، تجارت جدیدی را ایجاد کرده است. با تجزیه و تحلیل این داده‌ها، سازمان‌های متخصص قادر به ارائه مشاوره تحت عنوان پیمانکاری عملکرد انرژی[3] (EPC) در مورد بهره‌وری انرژی به دارندگان ساختمان هستند. این بدان معنی است که آن‌ها اقدامات متفاوتی برای بهره‌وری انرژی، مقاوم‌سازی، بهبود کنترل، تغییر در کاربری ساختمان، به صاحبان ساختمان داده و نتایج مربوط به صرفه‌جویی در انرژی را تضمین می‌کنند (Nord & Sjøthun, 2014).

۵ نتیجه‌گیری

[1] interoperability
[2] building energy monitoring system (BEMS)
[3] energy performance contracting (EPC)

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

هدف این مقاله آشنایی با راهکارهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در معماری مناطق با آب و هوای سرد برای دستیابی به ساختمانی همسو با رویکردهای توسعه پایدار و کاهش مصرف انرژی و همچنین کاهش میزان آلایندگی محیط است. کشور ایران پتانسیل‌های مناسبی برای استفاده از انرژی‌های نو دارد و می‌تواند مقدار قابل توجهی از انرژی مورد نیاز خود را از این طریق تأمین کند. از طرف دیگر تکنولوژی استفاده از سیستم‌های هوشمند و نظارتی بر مصرف انرژی ساختمان در دسترس است.

علاوه بر این تأثیر عوامل و فناوری‌های مختلف بر مصرف انرژی در ساختمان نیز بررسی شده است. در این مطالعه راهکارهای مختلف کاهش مصرف انرژی در ساختمان معرفی گردید؛ این راهکارها در مراحل مختلف از هنگام طراحی و برنامه‌ریزی ساختمان تا مراحل ساخت و اجرا و مرحله بهره‌برداری از ساختمان، قابلیت عملیاتی شدن دارند و از منظر اقتصادی در دسته ارزان‌ترین راه‌کارهای کاهش مصرف انرژی ساختمان قرار می‌گیرند. هزینه روش‌های مبتنی بر طراحی کمتر از ۱ درصد از هزینه‌های ساخت را شامل می‌شود.

از آنجا که ساختمان یکی از پر هزینه‌ترین صنایع تولیدی می‌باشد و با توجه به سهم بالای ۴۰ درصدی آن در مصرف انرژی، هر میزان کاهش مصرف که در نتیجه راهکارهای مراحل برنامه‌ریزی، طراحی، اجرا و بهره‌برداری حاصل شود، گام ارزشمندی در دستیابی به معماری پایدار و تحقق اهداف توسعه پایدار خواهد بود.

اما فراتر از اعداد و ارقام، استفاده بیشتر از منابع انرژی پاک جهت تامین نیازهای ساختمان از یک سو و کاهش مصرف انرژی ساختمان از سوی دیگر، منجر به حفاظت محیط زیست و باقی گذاردن منابع تجدید ناپذیر برای نسل‌های بعدی خواهد شد.

۶ پیشنهادها

ضروری است تا در حوزه فن‌آوری‌های سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و هوش مصنوعی و نیز استفاده از انرژی‌های پاک مانند انرژی خورشیدی در مناطق با آب و هوای سرد ایران مطالعات بیشتری صورت پذیرد.

اگرچه هنوز چالش‌ها و محدودیت‌هایی برای رسیدن به ساختمان صفر انرژی به صورت فراگیر و گسترده وجود دارد، با این حال امید است بجهت مقابله با بحران انرژی در آینده‌ای نزدیک تحولاتی بنیادی در حوزه معماری و ساختمان در ایران صورت پذیرد. بر این اساس حوزه‌های مطالعاتی زیر جهت دستیابی به این مهم پیشنهاد می‌گردد.

- شناسایی و معرفی فناوری‌های بومی و محلی در به کارگیری انرژی‌های تجدید پذیر
- افزایش دانش سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و هوش مصنوعی در حوزه مدیریت، نظارت و کنترل مصرف انرژی ساختمان
- شناسایی مواد و مصالح و تکنولوژی اجرای ساختمان بر اساس اقلیم

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

منابع

بیگلری، احسان. (۱۳۹۹). *تعیین ابعاد و تناسبات بهینه بازشوهای نما در یک ساختمان اداری با بهره‌گیری از پلاگین آرکسیم*[1] *به‌منظور کاهش مصرف انرژی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد معماری. دانشکده هنر و معماری. دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.

حاتمی، ناظمی، دولت‌آبادی، مصطفی پور. (۲۰۱۴). ارزیابی اقتصادی استفاده از سیستم فتوولتائیک مستقل از شبکه در روستاها با شبیه‌سازی مونت‌کارلو (مطالعهٔ موردی: تهران). راهبردهای توسعه روستایی، ۱(۲)، ۱۹-۳۳.

رضائی، مسعود، بوشهری، باقری‌مقدم، & ناصر. (۲۰۲۱). عوامل موثر بر توسعه کاربرد فناوری فتوولتائیک در تولید برق پراکنده در ایران. مجله پژوهش های برنامه ریزی و سیاستگذاری انرژی، ۷(۱)، ۱۶۹-۲۱۴.

علایی پور، مریم السادات، مافی، خانکی، منصور، ابراهیمی. (۲۰۲۱). امکان‌سنجی فنی-اقتصادی سیستم‌های تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر خورشیدی و زیست توده در مناطق روستایی با اقلیم سرد و خشک. نشریه مهندسی مکانیک امیرکبیر، ۵۳(۱)، ۸۱-۱۰۰.

مهرابی‌بشرآبادی، صادقی، زین‌العابدین، شجاع‌الدینی، حمیده. (۲۰۱۸). ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی سیستم‌های فتوولتائیک در کاربری تجاری و شبیه سازی پویای قیمت برق. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳۷(۷)، ۱۵۹-۲۰۱.

Ergan, S., Shi, Z., & Yu, X. (2018). Towards quantifying human experience in the built environment: A crowdsourcing based experiment to identify influential architectural design features. Journal of Building Engineering, 20, 51-59.

Felius, L. C., Dessen, F., & Hrynyszyn, B. D. (2020). Retrofitting towards energy- efficient homes in European cold climates: a review. *Energy Efficiency*, *13*(1), 101-125.

Hamilton, I., Rapf, O., Kockat, D. J., Zuhaib, D. S., Abergel, T., Oppermann, M., ... & Steurer, N. (2020). Global status report for buildings and construction. United Nations Environmental Programme: Nairobi, Kenya.

[1] Archsim plugin

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

Hashem, H., Abbas, Y. S., Akbar, H. A., & Nazgol, B. (2013). Comparison the concepts of sense of place and attachment to place in Architectural Studies. Malaysia Journal of Society and Space, 9(1), 107-117

Mussard, M. (2017). Solar energy under cold climatic conditions: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74, 733-745.

Nord, N., & Sjøthun, S. F. (2014). Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway. Energy and buildings, 76, 476-487.

Nord, N., Qvistgaard, L. H., & Cao, G. (2016). Identifying key design parameters of the integrated energy system for a residential Zero Emission Building in Norway. Renewable Energy, 87, 1076-1087.

Nord, N., & Sjøthun, S. F. (2014). Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway. Energy and buildings, 76, 476-487.Sakellari, D., & Lundqvist, P. (2004). Energy analysis of a low-temperature heat pump heating system in a single-family house. International journal of energy research, 28(1), 1-12.

Su, X., Wang, Z., Zhou, F., Duanmu, L., Zhai, Y., Lian, Z., ... & Xie, J. (2022). Comfortable clothing model of occupants and thermal adaption to cold climates in China. Building and environment, 207, 108499.

Verma, R., Kumar, S., Rakshit, D., & Premachandran, B. (2023). Design and Optimization of Energy Consumption for a Low-Rise Building With Seasonal Variations Under Composite Climate of India. Journal of Solar Energy Engineering, 145(1), 011006.

Wang, R., Feng, W., Wang, L., & Lu, S. (2021). A comprehensive evaluation of zero energy buildings in cold regions: Actual performance and key technologies of cases from China, the US, and the European Union. Energy, 215, 118992

Yin, P., Xie, J., Ji, Y., Liu, J., Hou, Q., Zhao, S., & Jing, P. (2023). Winter indoor thermal environment and heating demand of low-quality centrally heated houses in cold climates. Applied Energy, 331, 120480.

Zolfaqari, H., Rahimi, H., & Oji, R. (2017). Assessment the Effects of Climate Change on the Degree of Heating and Cooling Days of Iran. Geography and Environmental Sustainability, 7(1), 1-20.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]

نشریه علمی (فصلنامه) «انرژی ایران»
دوره ۲۷، شماره۱، بهار ۱۴۰۳، صفحه ۲۵-۴۶

Solutions to Optimize Energy Consumption in the Architecture of Cold Climate Regions

Abstract

The energy consumption of buildings is a large part of the total energy consumption of the world. Cold climates can have a bigger challenge in increasing energy efficiency in buildings. The review was conducted on energy consumption optimization solutions based on Köppen-Geiger climatic zoning, sustainable development, and environmental conditions in cold climate architecture. The most decisive criterion for cooling and heating energy consumption of the building is providing comfort conditions with temperature and humidity criteria. Based on the findings, knowledge of climatic indicators is necessary for architectural design. Understanding the characteristics of factors such as sunlight, temperature and humidity have a direct impact on determining building orientation, size, direction of openings, and type and quality of materials inside and outside the building. The most appropriate way to identify passive methods in providing thermal comfort conditions and efficiency of each one is to pay attention to different areas of the psychrometric chart of that particular climate. Effective factors in building energy consumption in cold climates are classified into two groups: human factors and technical factors. Taking advantage of new technologies in the building envelope, efficient building service systems, human activities through the use and proper maintenance and new business models to improve the performance of the building as well as the use of clean energy such as solar energy can significantly optimize energy consumption in cold climate buildings. Exhaust air heat pumps in a balanced ventilation system, use the exhaust air as a heat source for domestic hot water, air supply and space heating. In buildings equipped with web-based Building Energy Management Systems (BEMS) operating systems, an online remote control is possible. It is suggested to carry out sufficient studies to identify and apply indigenous technologies of renewable energy, artificial intelligence, and new materials in the management of building energy consumption based on Iran's climate.

Keywords: energy consumption optimization, sustainable architecture, climate design, cold climate

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-06-11]