دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌ویکم، شماره‌ی ۷۳
بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۴۰-۱۲۱

فاطمه طاهری[۱]
*شهریار خالدی[۲]
رضا برنا[۳]

تحلیل تاب‌آوری اقلیمی تابش در طراحی اقلیمی پایدار، نمونه موردی: شهر ساحلی نور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳

چکیده

طراحی اقلیمی با هدف کاربرد منابع تجدیدپذیر برای ایجاد تاب‌آوری اقلیمی، کارآمدترین مهندسی ساخت است تا موجب کاهش آسیب‌پذیری و افزایش سازگاری اقلیمی شود. تاب‌آوری اقلیمی ساختمان‌های ساحلی مقابل عنصر اقلیمی تابش، در سطوح و پوسته مهم و با ساعت و عمق تابش موجب تأمین نور روزانه، آسایش حرارتی و کنترل انرژی در فضای داخلی می‌شود. این پژوهش از نظر هدف در گروه تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد و با توجه به داده و مدل خروجی از لحاظ اجرا تحقیقی[۵] است. بازه زمانی پژوهش (۱۹۸۵-۲۰۱۹) در محدوده ساحلی نور است که از نرم‌افزار اکوتکت استفاده شد. نتایج یافته‌ها نشان می‌دهد منطقه دارای ۱۸۸۳/۲ ساعت تابش و ضریب ۵۰۰ وات بر متر مربع است. چگالی تابش روزانه ۷۹ درصد بر ساختمان است که میزان دامنه تابش مستقیم بر ساختمان ۲/۵ درصد می‌باشد که مناسب‌ترین آن از جهات جنوبی، جنوب‌شرقی و شرقی و نامناسب‌ترین جهت هم غربی است. سازگاری دما و تهویه برای تعویض هوا هر ساعت ۲/۲٤ وات بر متر مربع است. نوع شاخص تاب‌آوری اقلیمی منطقه، سازگاری غیرفعال با شیب رگرسیون ۰/۹۳ می‌باشد که توانایی بازگشت را دارد. برای طراحی اقلیمی شش تکنیک طراحی

۱- دانشجوی مقطع دکتری تخصصی آب‌وهواشناسی شهری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
*۲- گروه جغرافیا، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: shahriar_khaledi6@ yahoo.com
۳- گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، ایران.

٤- مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران با عنوان "تحلیل تاب‌آوری اقلیمی عناصر معماری در شهرهای ساحلی مازندران، نمونه موردی، سواحل شهرستان نور" است.

5- Investigative

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

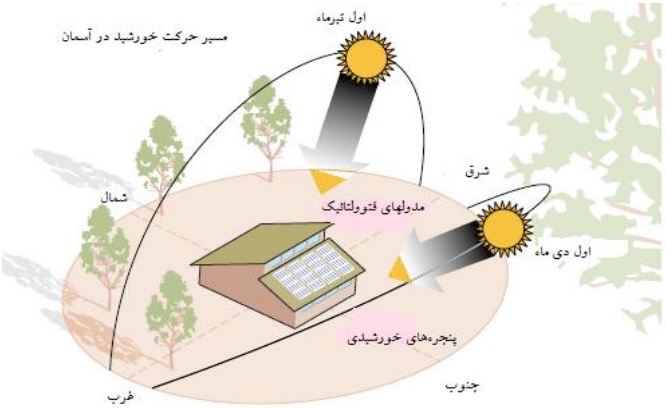
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

غیرفعال از جمله: جرم حرارتی، برودت تبریدی مستقیم، غیرمستقیم، گرمایش غیرفعال تابشی، تهویه شبانه و طبیعی پیشنهاد شد. تکنیک فعال برای طراحی فضاهای مسکونی مجهز به نما و سقف خورشیدی با زاویه شیب ٤٦ تا ٥١ درجه به سمت جنوب و جنوب‌غربی ساختمان است.

کلید واژه‌ها: تاب‌آوری اقلیمی، تابش، طراحی اقلیمی پایدار، نمای خورشیدی، نواحی ساحلی.

مقدمه

امروزه تعیین میزان تابش در نورگیری ساختمان و فضاهای ساخته شده و ابعاد آن‌ها، جهت استقرار پنجره‌ها و بازشوها، نوع مصالح و تاب‌آوری آن‌ها با ظرفیت حرارتی مناسب و ضریب انبساط مطمئن در فصل‌های مختلف سال از اهمیت بالایی برخوردار است. در دوره گرم سال که زاویه تابش عمود و مدت و شدت آن بیش‌تر است میزان دریافت انرژی تابعی از عرض جغرافیایی مکان است که بر آسایش انسانی نیز تأثیر دارد. با توجه به میزان ساعات آفتابی در محدوده مورد مطالعه، گستردگی شرقی–غربی ساختمان‌ها، از حداکثر تابش زمستانی استفاده می‌کند. هریک از اجزای ساختمان در میزان دریافت تابش نقش مهمی را ایفا می‌کند. شکل (۱) موقعیت تابش به ساختمان را در فصل‌های متفاوت سال بیان می‌کند. در تابستان طلوع تابش از شمال‌شرقی و غروب در شمال‌غربی، در اعتدالین از شرق طلوع و غروب از غرب و در زمستان طلوع از جنوب‌شرقی و غروب از جنوب‌غربی است (Zomorrodian, 2007: 160).



شکل ۱: مسیر سالانه تابش و تأثیر آن بر ساختمان

Figure 1: Annual radiation path and its effect on the building, source: www.renewable energy Guide, 2019

ساختمان براساس ظرفیت حرارتی مصالح، نقش مؤثری در دریافت یا عدم دریافت انرژی دارد که با توجه به سطوح مختلف، این مقدار تابش می‌تواند کم یا زیاد باشد. سطوح افقی دو برابر سطوح قائم تابش را دریافت که مقدار آن

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

۷۷/۹۹٪ است؛ و به همین اندازه، نسبت به سطوح دیگر بازتابش دارد از طرف دیگر اجسام نزدیک ساختمان است که بخشی از تابش را دریافت و موجب گرم شدن محیط اطراف ساختمان می‌شود. با تحلیل اثر تابش بر یک سایت می‌توان به آرایش فضایی، جهت‌گیری بنا، قرار دادن پنجره‌ها، دسترسی به نور روزانه و افزایش بهره‌وری از انرژی و آسایش انسانی در ساختمان دست یافت (Barzegar & Haidare, 2013: 45). در سال‌های اخیر تغییر اقلیم موجب به‌هم خوردن برخی از موازنه‌های طبیعی از جمله؛ تابش در نتیجه‌ی افزایش گازهای گلخانه‌ای جو و گرمایش جهانی شده که با تغییر در میانگین بلندمدت دما و بارش به اشکال خشکسالی، افزایش سیلاب‌ها، بالا آمدن سطح دریا، افزایش دمای سطح اقیانوس‌ها تجلی یافت و طراحی‌های نوینی تحت عنوان «طراحی اقلیمی»[۶] در برابر آسیب‌های حاصل از این اثرات شکل گرفت تا انعطاف لازم را در برابر بحران‌های اقلیمی داشته باشد که از سوی اندیشمندان این انعطاف و مقاومت در برابر اثرات تغییر اقلیم «تاب‌آوری اقلیمی»[۷] نام گرفت که مؤلفه‌ای مهم در تغییر اقلیم است که عناصر موجود را ارزیابی کرده تا توانایی لازم را در مقابل عوامل آسیب‌پذیر داشته و بتواند خود را در مقابل آن‌ها سازگار کند و یا از شدت اثرات آن بکاهد (Fernandez et al., 2019: 1) و توانمندی لازم را در آماده‌سازی سیستم برای بازگشت به حالت اولیه داشته باشد (C2ES, 2019: 2). تاب‌آوری اقلیمی در طراحی اقلیمی به کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، مصالح مقاوم و بوم‌آورد اشاره دارد که حول محور ساخت‌وسازهای اقلیمی هوشمند، تاب‌آوری و زیست‌پذیری شهرها برای سازگاری با اثرات تغییر اقلیم در حال و آینده قابل اجراست (UNFCCC, 2015: 2). لذا طراحی تاب‌آوری اقلیمی، علاوه بر استفاده از منابع در دسترس برای آسایش ساکنان، تسهیل افزایش بهره‌وری از انرژی در ساختمان، از ابزارهای زیست‌محیطی پایدار، برای بهبود محیط زندگی، کار و کاهش تأثیر شرایط نامساعد اقلیمی بر سلامت افراد در ساختمان استفاده می‌کند. پنج فاکتوری که برای دست‌یابی به این نوع طراحی ارائه شده شامل؛ نور، جهت ساختمان، سایه، تهویه و عایق‌بندی مصالح است که علاوه بر کنترل رفتار حرارتی یک ساختمان، تأثیرات مثبتی بر روی آسایش حرارتی ساکنان دارد (Burnard et al., 2015: 2). با توجه به این‌که تاب‌آوری اقلیمی توانایی افزایش راندمان ظرفیت سیستم در برابر عوامل آسیب‌پذیر طبیعی با کاهش جذب تنش‌های اقلیمی در مقابل مخاطرات عناصر اقلیمی نظیر؛ دماهای حدی، بارش‌های سنگین، طوفان‌های سهمگین، سیل، زلزله، تنش‌های گرمایی وارد شده بر سیستم را دارد با کاهش اثر تغییر اقلیم و سازگاری با شرایط یاد شده، موجب بازگشت سیستم به حالت اولیه می‌شود. در واقع اجرای تاب‌آوری اقلیمی در ساختمان به معنای کاربرد روش‌هایی است که موجب مقاومت و انعطاف‌پذیری ساختمان در برابر این تنش‌ها و مخاطرات اقلیمی وارد شده بر آن می‌شود که در نهایت به آسایش اقلیمی ساکنان در بنا منتهی می‌گردد یا به عبارتی؛ در تاب‌آوری اقلیمی ساختمان، با انعطاف‌پذیر کردن بنا به روش‌های طراحی نوین مانند، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، بام سبز، دیوار سبز و کاربرد مصالح بومی، علاوه بر دوام فیزیکی ساختمان، افزایش کارایی انرژی و آسایش اقلیمی برای ساکنان ساختمان، ره‌آورد آن و

6- Climatic design
7- Climatic Resilience

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

منوط به آن است. تاب‌آوری اقلیمی در ساختمان که با کاربرد انرژی تابشی و طراحی اقلیمی خورشیدی موجب کنترل رفتار حرارتی در بنا آسایش اقلیمی می‌شود، با دو سیستم فعال و غیرفعال مورد توجه است که در طراحی سیستم‌های غیرفعال تابشی، تاب‌آوری اقلیمی ساختمان می‌تواند، در همه سطوح و مراحل، بسیاری از فرآیندها و ملاحظات را با هدف به‌دست آوردن و مهیا کردن بالاترین آسایش حرارتی و نور طبیعی روزانه برای کاهش مصرف انرژی در بنا مورد توجه قرار دهد. (Williams College (2019: 1 پنج عنصر روزنه جداره‌ها، پخش تابش، از فضای داخلی بنا، جذب کننده‌های تابش در بنا و توده‌های حرارتی از کف بنا با اثرات مستقیم و غیرمستقیم را برای طراحی غیرفعال در ساختمان ضروری دانست که در این فرایند، پنجره‌ها و بازشوها و زاویه برخورد تابش با آن‌ها نقش مهمی را در تغییر دمای هوای داخلی و کنترل رفتار حرارتی ساختمان ایفا می‌کند. زاویه‌ای که تابش با پنجره در تابستان ایجاد می‌کند بیش‌تر از ٤٥ درجه ولی در زمستان این زاویه کم‌تر از ٤٥ درجه است (Moradi, 2013: 128)؛ که با عبور از پنجره یا بازشوهای به‌ویژه جنوبی، با عمق زیاد وارد ساختمان شده و موجب گرم شدن عناصر داخلی بنا و کاهش استفاده از انرژی‌های فسیلی می‌شود. از این‌رو؛ ساختمان‌هایی که دارای سطوح شیشه‌ای هستند بخش بزرگی از طول موج کوتاه تابش را دریافت و با گرم کردن فضاهای داخلی ساختمان، امکان دسترسی به نور روزانه و جلوه‌های بصری بیرونی را فراهم می‌کند (Freewan, 2019: 1) که اتاق‌های شیشه‌ای جنوبی تا ٦٠ درصد توانایی تأمین گرمایش زمستانی ساختمان را دارند (EESI, 2019: 1). از طرفی، با پیشرفت جوامع، تقاضای انرژی در جهان افزایش یافت. تا سال ۲۰۰۳، ساختمان‌های مسکونی در اروپا ۲۵٪ از انرژی‌های فسیلی را مصرف می‌کردند که با دستورالعمل انرژی اروپا از سال ۲۰۱۰ ساخت‌وسازها برمبنای کاهش مصرف انرژی اجرا شد و از سال ۲۰۱٦ استفاده از سیستم ولتائیک رونق بیش‌تری گرفت به‌طوری‌که با نصب یک کلکتور به مساحت ٤ متر مربع، ۳۲٪ از انرژی یک واحد مسکونی تأمین می‌گردد (Palmerro-Marrero et al., 2019: 452). در طراحی فعال، انرژی تابشی به‌روش مستقیم و با استفاده از گردآورنده‌های خورشیدی (کلکتورها) جذب و تمرکز انرژی بر روی این کلکتورها با یک عامل مکانیکی، موجب انتقال سیال گرم کننده به داخل ساختمان می‌شود (Moradi, 2013: 135). بهترین جهت برای نصب این کلکتورها، باتوجه به عرض جغرافیایی محل با انحراف ۱۰ تا ۱۵ درجه از سمت جنوب به غرب است. با توجه به اقلیم ساحلی شهر نور، میانگین تابش سالانه و ضریب تغییرات تابش در محدوده ساحلی نور، میزان انحراف شیب ٤٧ تا ٥١ درجه به سمت جنوب و جنوب‌غربی است که برای افزایش تاب‌آوری اقلیمی در طراحی اقلیمی ساحلی می‌توان هردو روش فعال و غیرفعال تابشی را به‌کار برد تا حداکثر نتیجه را کسب و تا ۷۱٪ انرژی ساختمان را تأمین و روند استفاده از انرژی‌های فسیلی برای گرمایش و سرمایش را کاهش داد (Palmerro-Marrero et al., 2019: 452). مطالعات محققان گویای این مطلب است که مهم‌ترین اثر طراحی تاب‌آوری اقلیمی، کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی و کنترل رفتار حرارتی در ساختمان و آسایش اقلیمی ساکنان می‌باشد.

پیشینه پژوهش

Pirmohammadi & Rafiee (2015) در مقاله ای با عنوان تاثیر عوامل اقلیمی در طراحی ساختمان و راه رسیدن به طراحی پایدار به تأثیر اقلیم در طراحی‌های اقلیمی نواحی مختلف ایران پرداختند و هدف از طراحی اقلیمی را کاهش اتلاف انرژی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

در ساختمان معرفی کردند Modiri et al (2012) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی جهت مناسب استقرار ساختمان‌ها بر اساس تابش آفتاب و جهت باد، منطقه گرگان را از روش نموداری بررسی کردند که نتایج پژوهش بهترین جهت ساختمان را جهت جنوب و جنوب‌غربی نشان داد.

Palmerro-Marrero (2019) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی از اجرای انرژی‌های تجدیدپذیر در یک خانه در لیسبون پرتقال، با عمر ۳۶ سال ساخت بوده که در این مقاله از دو روش طراحی اقلیمی فعال و غیرفعال استفاده شده و به این نتیجه رسید که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با روش طراحی فعال و غیرفعال می‌تواند ۷۱ درصد انرژی ساختمان را تأمین کند. Freewan (2019) در ارتباط با استراتژی طراحی اقلیمی تابش در مقاله‌ای با عنوان پیشرفت‌های طراحی خنک‌کننده‌های غیرفعال، یک رویکرد طراحی یکپارچه، به تجزیه تحلیل دستگاه‌های خنک‌کننده با انرژی تابشی خورشیدی در ساختمان پرداخت. که نتیجه تحقیق ساختمان‌هایی با سطوح شیشه‌ای بخش بزرگی از طول موج کوتاه تابش را دریافت و موجب گرم شدن فضاهای داخلی ساختمان می‌شوند. Liu & wang (2019) در تحقیقی با عنوان، استراتژی طراحی سازگاری اقلیمی مناطق مسکونی مبتنی بر نرم‌افزار مشاوره اقلیمی و اکوتک ۲۰۱۰ با نمونه موردی، شهر وایدونگ با عناصر اقلیمی، دما، رطوبت، تهویه و تابش به ارزیابی آسایش حرارتی و ارتباط آن با میزان انرژی در بنا با نرم‌افزارهای اقلیم معماری پرداختند و به این نتیجه رسیدند که می‌توان با استفاده از طراحی سازگاری اقلیمی به صرفه‌جویی انرژی با ایجاد یک فضای زندگی و رسیدن به آسایش حرارتی رسید. با توجه به شناختی که از وضعیت طراحی در محدوده ساحلی شهر نور از گذشته تاکنون وجود دارد، یک دگردیسی طراحی در این محدوده اتفاق افتاده که بعضاً به سمت یک طراحی غیر اقلیمی و غیربومی با یک درهم تنیدگی معماری در منطقه شده است که اصولاً منطقی به نظر نمی‌رسد و تاب‌آوری اقلیمی مورد نظر را برای تأمین آسایش اقلیمی (حرارتی) ندارد و موجب خسارت‌هایی در بحران‌های اقلیمی آینده خواهد شد. در این پژوهش به بررسی تاب‌آوری اقلیمی ساختمان در شهر ساحلی نور با ابعاد تابش و تأثیر آن بر آسایش اقلیمی با فاکتور نور روزانه برای تعیین مناسب‌ترین و نامناسب‌ترین جهت تابش بر ساختمان از نظر طراحی خورشیدی، نقش توده حرارتی بنادر آسایش حرارتی، تأثیر چرخش تابش بر انتقال و جذب حرارت از ساختمان، انطباق دما و تهویه برای تعویض هوا برای کنترل رفتار حرارتی ساختمان، شاخص تاب‌آوری اقلیمی برای طراحی اقلیمی غیرفعال و فعال برای شهر ساحلی نور پرداخته خواهد شد که نتایج حاصل به‌صورت کاربردی قابلیت اجرا خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

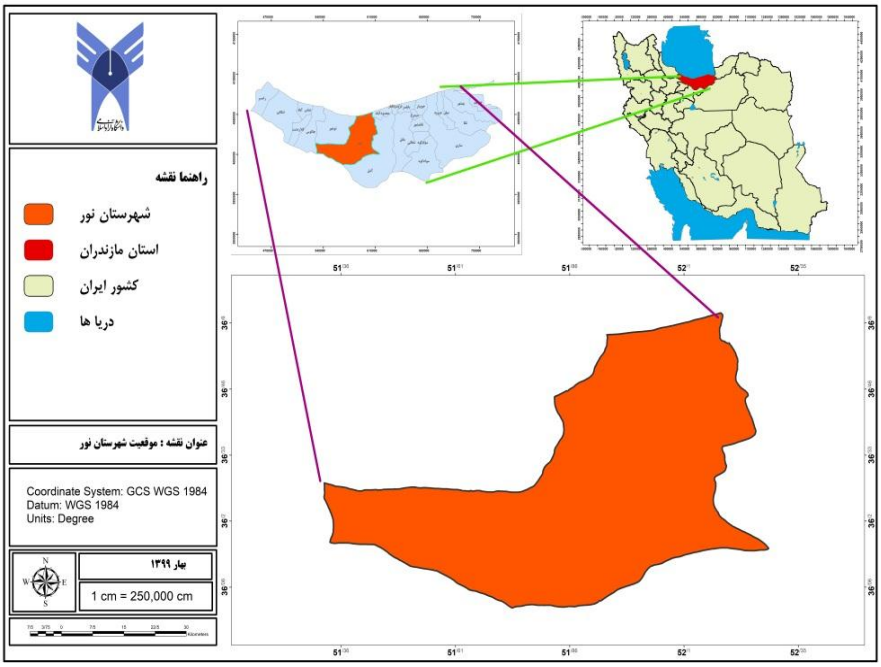
جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش براساس اطلاعات سینوپتیکی در بازه زمانی (۱۹۸۵–۲۰۱۹) استواراست. برای تحلیل تابش ساختمان از نرم‌افزار اکوتکت 2011 استفاده شده است. اکوتکت یک نرم‌افزار جامع تجزیه تحلیل محیط‌زیست بوده که توسط اتودسک در سال 2010 تهیه شده و از نظر کمی و کیفی، توانایی ارزیابی مناسب بودن وضعیت اقلیمی ساختمان را با کاربرد یک سری از توابع داشته و با آنالیز دقیق محیطی نظیر؛ تابش، نور روزانه، باد محیطی، دید فضایی، مصرف منابع و غیره را در همان زمان به‌صورت قدرتمند تجزیه تحلیل کرده و به‌طور مستقیم عملکرد محیطی مختلف ساختمان را منعکس می‌کند (Liu & Wang, 2019: 3). تنها عیب این نرم‌افزار عدم توانایی محاسبه بارش برای سازه‌ها و میزان

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

آسیب‌پذیری آن‌ها است. این پژوهش از نظر هدف در گروه تحقیقات کاربردی قرار دارد و با توجه به داده و مدل خروجی، از لحاظ اجرا تحقیقی[۸] است. معیار انتخاب شهر ساحلی نور برای پژوهش، ارائه طراحی تاب‌آوری اقلیمی در ساختمان برای کنترل بهتر انرژی با روش‌های غیرفعال و فعال تابشی و اثر آن بر آسایش حرارتی است. نتایج یافته‌ها به‌صورت جداول و نمودارها ارائه و مورد تحلیل و بررسی قرارگرفته است.

محدوده پژوهش

شهرستان نور با موقعیت مکانی بین ۳۶ درجه و ۲ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۱۹- متر از سطح دریاهای آزاد، یکی از ۲۲ شهرستان استان مازندران با وسعت ۲۶۷۵ کیلومتر مربع، سومین شهرستان این استان از نظر وسعت که در غرب آن واقع بوده که از شمال به دریای مازندران با طول ۲۸ کیلومتر، از جنوب به کوه‌های شمیرانات و کرج از شرق به آمل و شمال‌شرق به محمودآباد از غرب به نوشهر متصل است (Mulla salehi & Shomali, 2014: 23) (شکل ۲).



شکل ۲: نقشه موقعیت جغرافیایی نور

Figure 2: Map of the geographical location of Noor city

از نظر اقلیمی دارای آب‌وهوای معتدل مرطوب با میانگین بارش، ۱۲۸۹ میلی‌متر، مجموع ساعات آفتابی ۱۸۸۳/۲ ساعت (شکل ۳)، میانگین دما ۱۶/۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۸۱ درصد و سرعت باد ۱/٤ متر برثانیه در یک دوره آماری (۱۳۹۸-۱۳٦٤) می‌باشد (جدول ۱).

8- Investigative

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

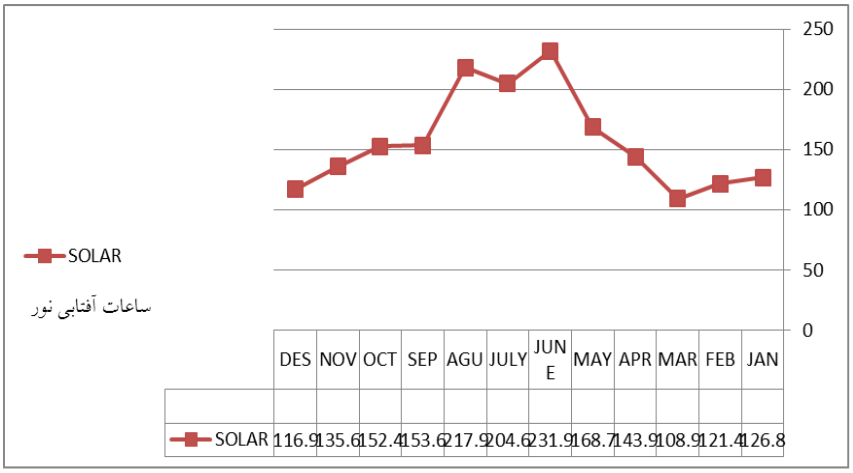
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

جدول ۱- عناصر جوی محدوده تحقیق (۱۳۹۸-۱۳٦٤)

Table 1- Atmospheric elements of the research area (1985-2019)

مجموع تابش سالانه (ساعت)	میانگین دما c°	میانگین‌بارش mm	میانگین رطوبت نسبی٪	میانگین سرعت باد m/s	تعداد یخبندان (روز)
۱۸۸۳/۲	۱٦/٥	۱۲۸۹	٪۸۱	۱/٤	٥

منبع: داده‌های جوی ایستگاه سینوپتیک نوشهر



شکل ۳: تابش ماهانه محدوده پژوهش، منبع: داده‌های ایستگاه هواشناسی (۱۳۹۸-۱۳٦٤)

Figure 3: Monthly radiation of the research area, Source: Meteorological station data (1985-2019)

نور خورشید، مهم‌ترین عنصر اقلیمی، با طول موج‌های کوتاه، بلند و بازتاب حرارتی، نقش مؤثری در گرمایش ساختمان ایفا کرده و در مسیر حرکت روزانه خود در ساعت ۱۲ ظهر به وقت محلی به بالاترین ارتفاع خود می‌رسد. (شکل ٤). طبق یافته‌های پژوهش (جدول ۲) زاویه و جهت تابش برای طراحی تاب‌آوری اقلیمی ساختمان نشان می‌دهد. مجموع آفتاب سالانه منطقه ۱۸۸۳/۲ ساعت، زاویه تابش محدوده پژوهش در انقلاب تابستانی ۷۰/۲ درجه، در انقلاب زمستانی ۳۰/٦ درجه و در اعتدال بهاری ٥٤/۲ و پاییزی ٤۸/۸ درجه است (جدول ۳).

جدول ۲- زاویه و جهت تابش ماهانه در محدوده پژوهش بر حسب درجه

Table 2- Angle and direction of monthly radiation in the research area by degree

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
زاویه تابش	۳۰/٦	۳۳/۱	٤۲/۱	٥٤/۲	٦٤/٤	٥۷/۷	۷۰/۲	٦٦/۱	٥۸/٦	٤۸/۸	۳۸/۳	۳۰/۷
موقعیت خورشید	۱۷۷/۷	۱٥۷/٥	۱٥۳/۷	۱٤۹/٦	۱٤۳/۱	۱۷۷/۳	۱۲٦/٥	۱۳٤/۰	۱٤۷/۸	۱٥۸/۹	۱٦٤/۹	۱٦٥/٤
زاویه تابش افقی	۱۷۷/۷	۱٥۷/٥	۱٥۳/۷	۱٤۹/٦	۱٤۳/۱	۱۷۷/۳	۱۲٦/٥	۱۳٤	۱٤۷/۸	۱٥۸/۹	۱٦٤/۹	۱٦٥/٤
زاویه تابش عمودی	۱٤۹/٤	۱٤٤/۸	۱۳٤/۸	۱۲۱/۹	۱۱۰/۹	۱۰٤/۳	۱۰۲/۱	۱۲۹/۱	٥۸/٦	۱۲۹/۲	۳۸/۳	۱٤۸/٥

منبع: داده‌های هواشناسی ایستگاه نوشهر

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

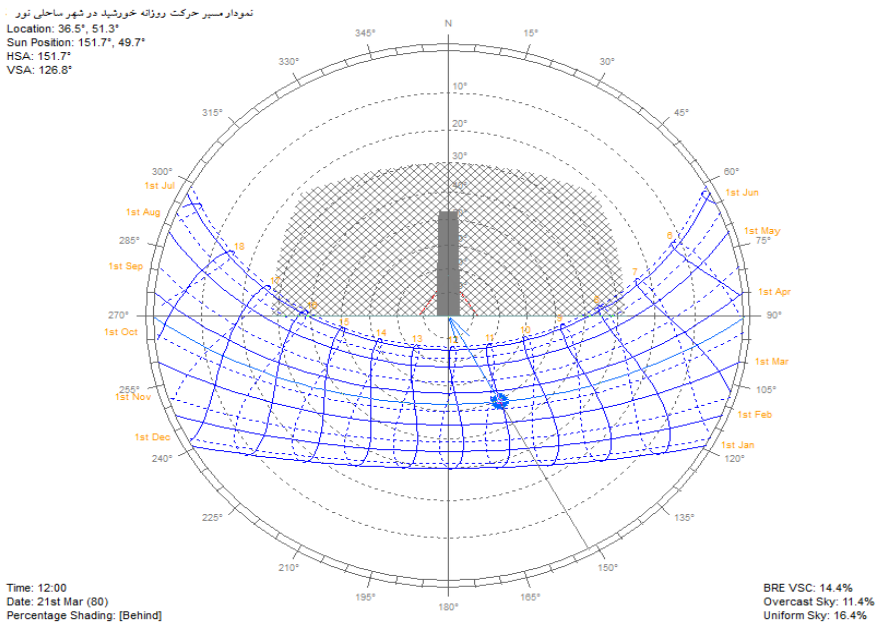
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

جدول ۳- داده‌های تابش محدوده پژوهش (۱۳۹۸-۱۳٦٤) بر حسب ساعت

Table 3- Radiation data of the research area (1394-1384) by hour

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
میانگین تابش ماهانه	۱٤۳/۹	۱٦۸/۷	۲۳۱/۹	۲۰٤/٦	۲۱۷/٦	۱٥۳/٦	۱۳٥/٦	۱۱٦/۹	۱۲٦.۸	۱۲٦/۸	۱۲/٤	۱۰۸/۹	۱۸۸۳/۲
حداکثر تابش مشاهده شده	۲۲۱/۳	۲٥۸/۸	۳۰۲/۰	۲۷۹/۱	۳۱۲.۹	۲۳٥.٥	۲۰۳/۳	۱۹۰/۸	۱۸٤/۸	۱۸۰/۰	۱۹٥/٤	۱۸۲/۰	۲۳۰٤/٥
حداقل تابش مشاهده شده	٥۲/۹	۷۹/۸	۱٦٦/٦	۱۱۷/۷	۱۱٦/٤	۹٦.٥	۷۱/۳	۷٦/۷	٦٤/٤	٤۷/۷	٥۷/٤	۲۳/٥	۱٥٥۱/۲
انحراف معیار	٤۲/٤	٥۰/۱	۳٦/۹	٤۱/۲	٥۸/۱	۳۹/٥	۲۷/۸	۲۹/۰	۲٥	٤۷/٥	٤٤/٤	٤۱/۰	۱۸۳/٦

منبع: داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک نوشهر



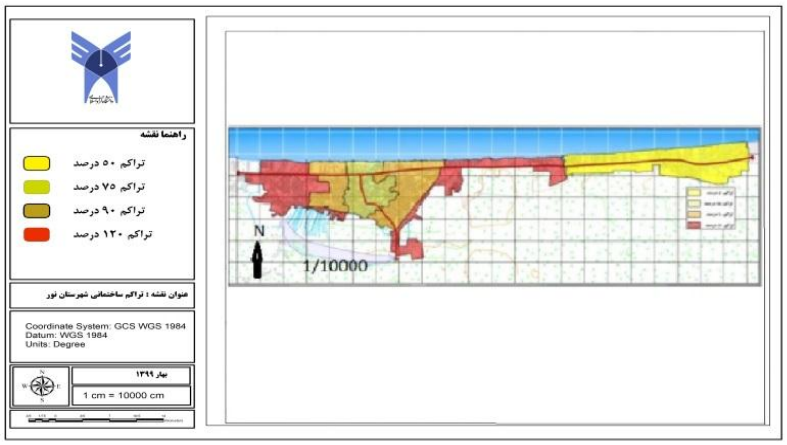
شکل ٤: مسیر حرکت روزانه خورشید در محدوده پژوهش

Figure 4: The daily motion of the sun in the research area

به‌منظور تاب‌آوری اقلیمی در طراحی سایت ساختمان در محدوده پژوهش علاوه بر داده‌های اخذ شده از ایستگاه هواشناسی (1985-2019) در مقیاس سالانه، ساختمان‌های محدوده بافت قدیم، مرکزی و جدید (بافت ساحلی) شهر به‌عنوان داده‌های پژوهش مدنظر قرار داده شد (شکل ۵) و رفتار حرارتی این ساختمان‌ها در نرم‌افزار اکوتکت 2011 مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت و نتایج حاصل به‌صورت جداول و اشکال است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

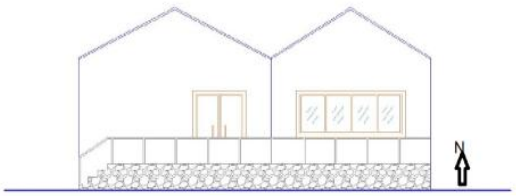


شکل ۵: بافت ساختمان در محدوده ساحلی پژوهش

Figure 5: Building texture in the coastal area of the study

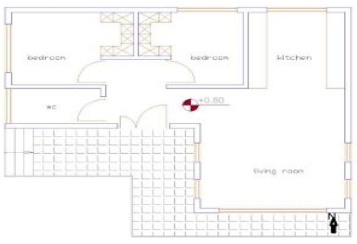
تحلیل تاب‌آوری اقلیمی تابش بر نمای ساختمان

برای ایجاد و افزایش تاب‌آوری اقلیمی در ساختمان‌های ساحلی در شهر ساحلی نور، جانمایی مناسب ساختمان با توجه به جهت تابش و مدت آن است. از این‌رو، اغلب ساختمان‌ها در جهات شرق، جنوب تا جنوب‌غربی برای استفاده از حداکثرتابش بهینه به‌ویژه برای فصل زمستان مستقر می‌شوند تا بهترین شرایط دمایی در داخل ساختمان در محدوده پژوهش، علاوه بر جهت جنوبی، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی نما که برای دریافت تابش منظم‌تر در فصل زمستان و جهات شرقی و غربی در تابستان است، رنگ نمای ساختمان نیز بسیار اهمیت داشته و موجب کاهش یا افزایش تنش گرمایی در بنا می‌شود که در جهت جنوبی، روشن و در جهات دیگر تلفیقی از رنگ‌های تیره برای جذب تابش بیش‌تر در فصول سرد سال شده است (شکل ٦ و ٧).



شکل ٦: نمای شمالی و جنوبی ساختمان در محدوده بافت مرکزی پژوهش

Figure 6: North and south facades of the building in the central context of the research



شکل ۷: پلان داخلی همان ساختمان در محدوده بافت مرکزی

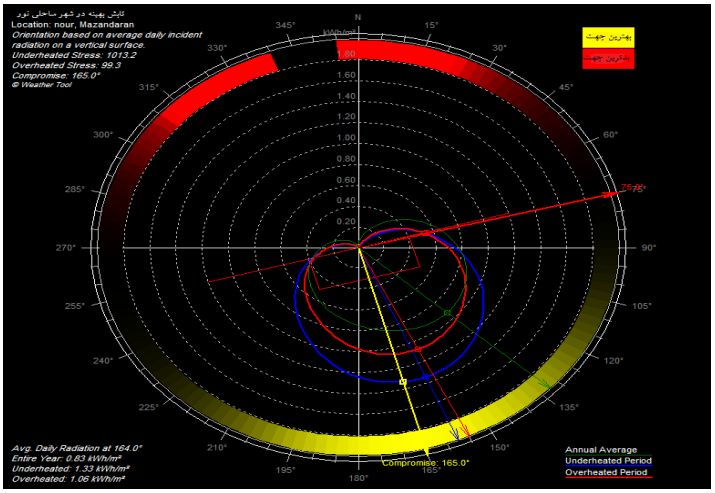
Figure 7: Internal plan of the same building within the central context

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

تحلیل حرارتی تابش بهینه

شکل (۸) تابش بهینه را در محدوده پژوهش نشان می‌دهد. بهترین جهت استقرار ساختمان در سایت براساس متوسط تابش روزانه بر روی سطح عمودی است. خطوط سبز میانگین تابش سالانه، خطوط آبی وضعیت فصل سرد سال که نیاز به تابش بیش‌تری است با افزایش پنجره‌های جنوبی این نیاز برطرف می‌گردد و خطوط قرمز نیز وضعیت دوره گرم سال که نیاز به کاهش تابش است برای ایجاد تاب‌آوری اقلیمی در ساختمان استفاده از نقاب پنجره، سایبان‌های افقی و عمودی به آسایش اقلیمی ساختمان کمک کرده و تا ۹۰ درصد موجب کاهش تابش ورودی به ساختمان است. خطوط زرد وضعیت بهترین حالت استقرار ساختمان را در قسمت‌های جنوب، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی نشان می‌دهد و خطوط قرمز نیز بیش‌ترین اتلاف حرارتی ساختمان را از بخش‌های شمال، شمال‌شرقی و شمال‌غربی و غرب بیان کرده است. تاب‌آوری اقلیمی برای تأمین آسایش اقلیمی و کاهش اتلاف حرارتی عایق حرارتی سقف و بدنه ساختمان، مصالح با ظرفیت حرارتی مناسب توصیه می‌شود.



شکل ۸: تابش بهینه در محدوده پژوهش

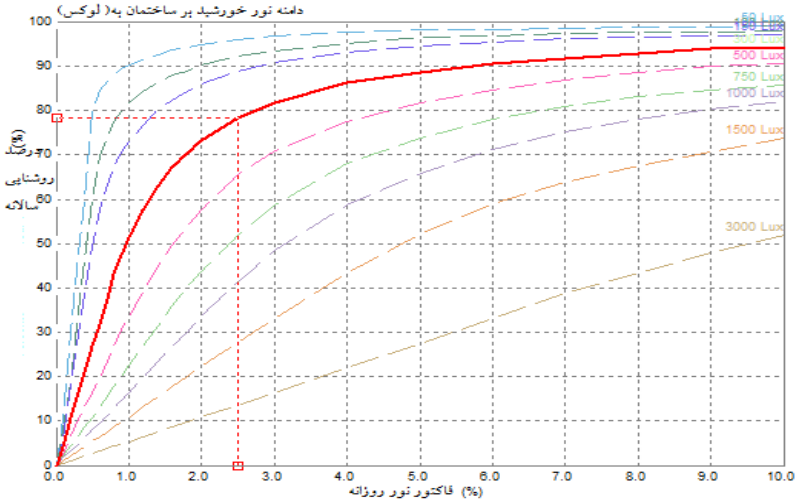
Figure 8: Optimal radiation in the research area

تحلیل نور روزانه بر ساختمان

برای پاسخگویی حرارتی در فضای داخلی، مقدار اشعه تابیده شده بر ساختمان و تابش روزانه برای نورگیری آن بسیار مهم بوده که به جهت و فصل سال بستگی دارد. کم‌ترین تابش روزانه از سمت شمالی ساختمان و بیش‌ترین آن از جهت جنوبی است. جهات دیگر ساختمان به تناوب با ایجاد پنجره‌ها و نورگیرهای مناسب در طول روز می‌توانند نور مورد نیاز را تأمین کرده و موجب آسایش حرارتی در فضای داخلی شوند. علاوه بر این؛ نور روزانه درصد دامنه تابش مستقیم ساختمان، ضریب روشنایی و چگالی تابش را نشان داده که به‌شکل یک منحنی تابع بوده که در محدوده پژوهش این ضریب ۵۰۰ وات بر متر مربع است. (شکل ۹)، با ۷۹ درصد اشعه تابیده شده بر ساختمان مقدار نور روزانه ۲/۵ درصد تابش مستقیم بر ساختمان است. بهترین دریافت نور روزانه در محدوده

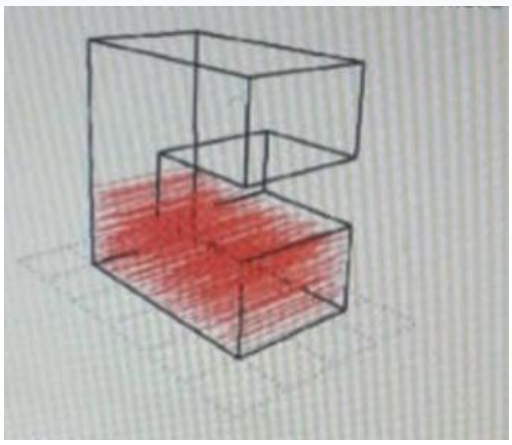
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

پژوهش، جنوب، جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی (شکل ۱۰) و نامناسب‌ترین آن از جهت غربی ساختمان است (شکل ۱۱). دلیل این امر کاهش ارتفاع تابش روزانه است که موجب شدت تابش از این جهت است.



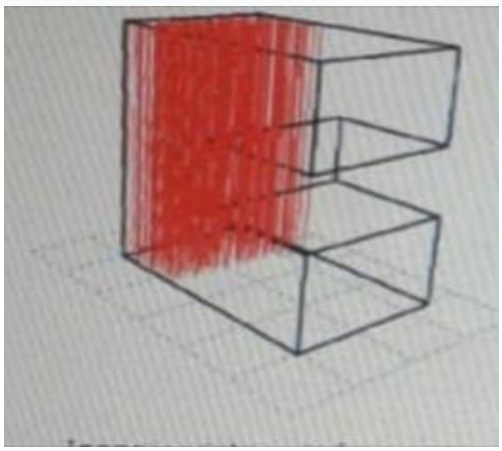
شکل ۹: فاکتور نور روزانه در محدوده پژوهش

Figure 9: Daily light factor in the research area



شکل ۱۰: مناسب‌ترین جهت نور روانه (جنوب)

Figure 10: The most suitable direction of light (south)



شکل ۱۱: نامناسب‌ترین جهت نور روزانه (غربی)

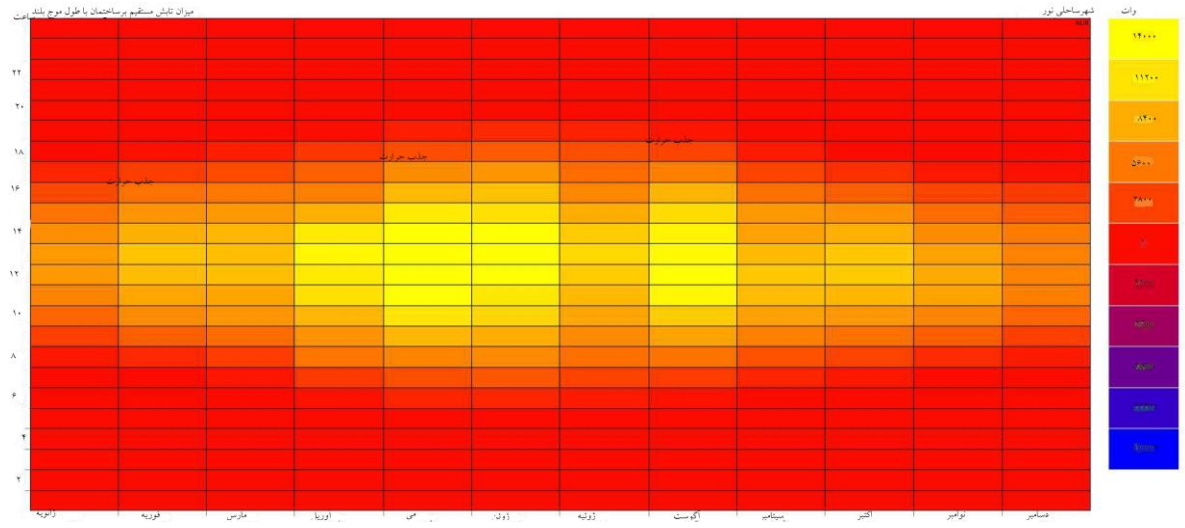
Figure 11: The most unsuitable direction of daylight (west)

تحلیل تابش مستقیم بر ساختمان

حرارت ناشی از جذب مستقیم تابش (شکل ۱۲)، از سطوح شفاف و یا نیمه شفاف و برخورد با سطوح داخلی و بازتابش حرارتی آن‌ها بوده که با عملکرد غیرفعال نورگیرها و فضای شیشه‌ای میسر می‌شود. در ماه‌های گرم و در ساعات میانی روز، به‌سرعت و با مقادیر بالایی، انرژی خورشیدی از طریق پنجره‌ها جذب و موجب افزایش دمای داخل شده که با ایجاد سایبان افقی از ساعت ۱۰ صبح تا ۱۷ عصر و از فوریه تا سپتامبر موجب افزایش بار خنک‌کنندگی می‌شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

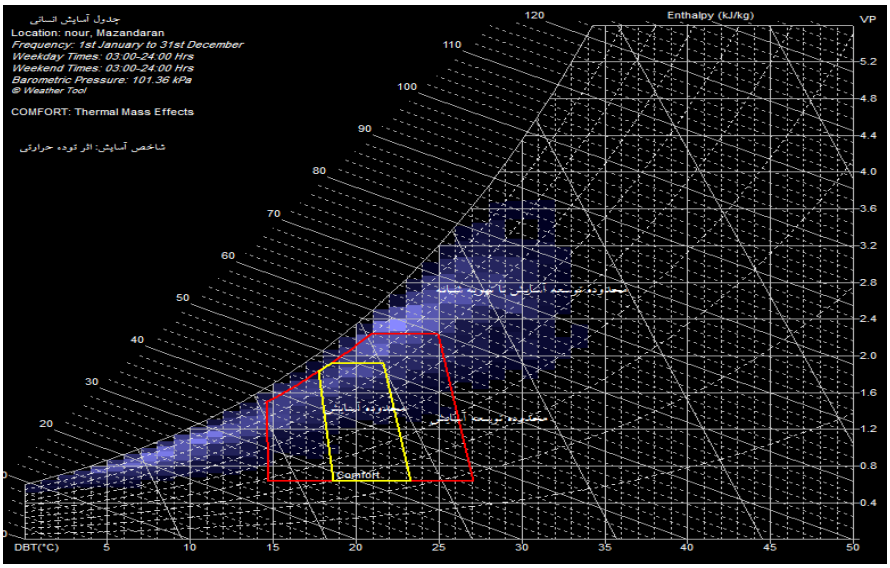


شکل ۱۲: جذب تابش مستقیم در ساختمان محدوده پژوهش

Figure 12: Absorption of direct radiation in the building of the research area

تحلیل اثر توده حرارتی بر ساختمان و آسایش

اثر جرم حرارتی (شکل ۱۳) ناشی از تابش نور روزانه بر جزئیات نمای ساختمان است که با ظرفیت حرارتی مصالح نمای ساختمان ارتباط نزدیکی داشته و موجب بهبود آسایش حرارتی در هر قسمتی از ساختمان که دارای نوسان دمایی روزانه باشد مؤثر بوده و نقش مهمی در کاهش استفاده از انرژی در سیستم‌های گرمایش و خنک‌کننده‌های فعال دارد. ظرفیت حرارتی پایین با خطوط قرمز منطقه توسعه آسایش با جرم حرارتی و رنگ زرد محدوده آسایش اقلیمی و محدوده آبی رنگ تحت تأثیر زاویه عمودی تابش بوده و بار حرارتی را در ساختمان ایجاد می‌کند.



شکل ۱۳: اثر توده حرارتی ساختمان در محدوده پژوهش

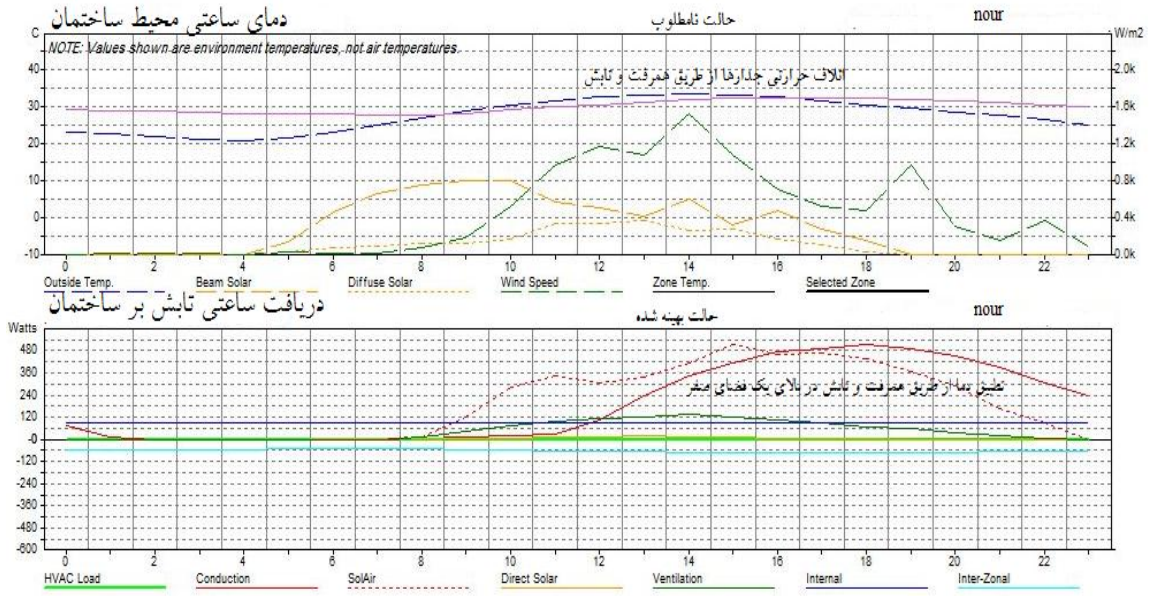
Figure 13: Effect of building thermal mass in the research area

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

تحلیل حرارتی جذب تابش و اتلاف حرارت در ساختمان

توصیفی از روند جذب حرارتی و عوامل مؤثر بر افزایش یا کاهش بار حرارتی ساختمان است (شکل ١٤) که با ویژگی‌های ساختاری، هندسه و جرم حرارتی ساختمان ارتباط داشته و تأثیر چرخش تابش را بر میزان جذب انرژی در سطوح مختلف ساختمان با جذب مستقیم همراه با میزان انرژی دریافتی را تحت تأثیر زاویه عمودی خورشید نشان می‌دهد. پنجره‌ها به‌عنوان مولدهای جریان حرارتی و تهویه مطبوع در ساختمان نقش مؤثری ایفا می‌کند. اتلاف حرارت جدارها به روش همرفت و تابش از ساختمان انتقال یافته و حالتی نامطلوب را در بنا ایجاد می‌کند که در حالت بهینه شده تطبیق دما از طریق همرفت و تابش صورت می‌گیرد.



شکل ١٤: جذب تابش و اتلاف حرارت در ساختمان در محدوده پژوهش

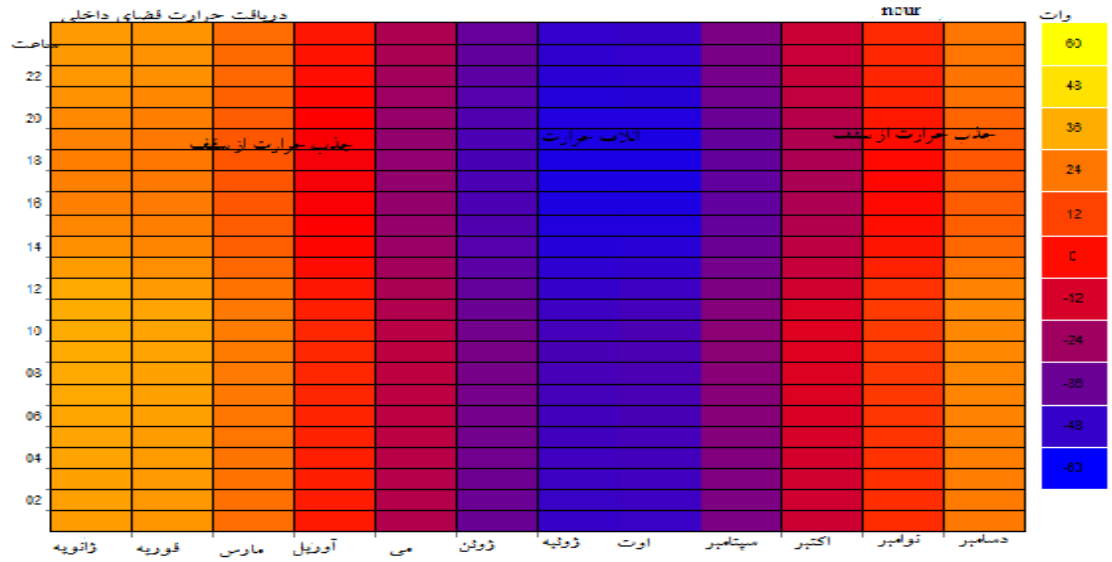
Figure 14: Radiation absorption and heat dissipation in buildings in the research area

تحلیل حرارتی توزیع دمایی در سقف‌های شیب‌دار

نوع پوشش سقف ساختمان در نواحی ساحلی شهرستان نور، عمدتاً از ورقه‌های گالوانیزه، ایرانیت یا پوشش سفالی بوده که علت آن ظرفیت حرارتی پایین برای سرعت تعدیل حرارتی در ساختمان است. این (شکل ١٥) نقاط زرد رنگ، جذب تابش، نقاط آبی اتلاف حرارتی و سایر رنگ‌ها در محدوده آسایش قرار دارند. ماه‌های فصل زمستان به‌علت جهت طلوع تابش از سمت جنوب‌شرقی، بیش‌ترین تابش دریافتی از سقف بنا هنگام ظهر از قسمت جنوبی بوده که موجب افزایش حرارت داخلی در روز و کاهش نیاز حرارتی در طول شب شده ولی در فصل تابستان تیر و مرداد، بیش‌ترین اتلاف حرارتی از سقف در قسمت‌های غربی و شمالی با کم‌ترین تابش دریافتی بوده است. سقف سفالی در ظهر تابستان تا حد زیادی در کاهش جذب حرارتی مؤثر بوده در حالی که این گرمایش در زمستان از طریق پنجره‌های جنوبی جذب می‌شود. (شکل ١٦) تعویض سقف از گالوانیزه به سفالی در تابستان مجموع حرارتی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

کاهش یافته و رفتار حرارتی ساختمان تغییر می‌کند. برای تبادل حرارتی اطراف ساختمان با فضای داخلی با افزایش تعداد سقف و ارتفاع آن به تاب‌آوری اقلیمی با استراتژی سازگاری دست یافت.



شکل ۱۵: جذب واتلاف حرارتی سقف ساختمان در محدوده پژوهش

Figure 15: Heat loss from the roof covering of the building in the research area



شکل ۱۶: جهت جنوبی سقف سفالی در محدوده پژوهش

Figure 16: South direction of the clay roof in the research area

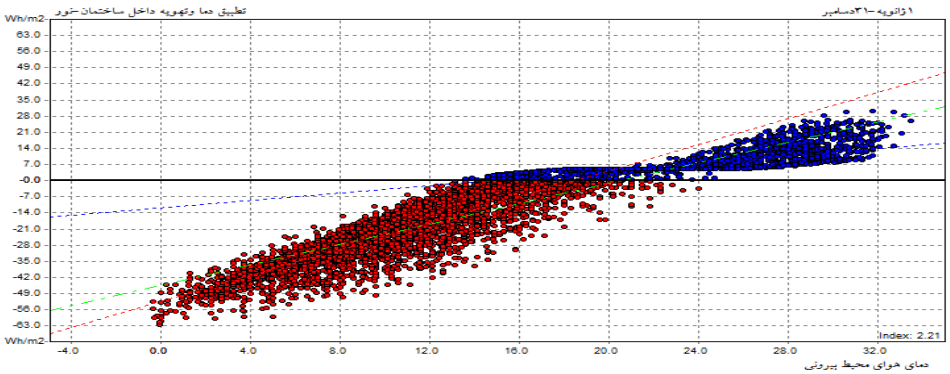
تحلیل حرارتی دما و تهویه

با توجه به معدل دما و رطوبت در محدوده پژوهش، همواره نیاز به تهویه مطلوب در ساختمان با سه عملکرد آن؛ خنک کردن ساختمان، آسایش انسانی و سلامت افراد وجود دارد که در (شکل ۱۷) این ویژگی‌های کالبدی و عملکردی را با توجه به میزان دما و تهویه لازم در ساختمان نشان می‌دهد. دمای محیط با نقاط قرمز، زیرخط آسایش و نیازمند بار تهویه نبوده و نقاط آبی در بالاتر از خط آسایش نیاز به تهویه و خطوط نقطه‌چین با رنگ سبز پارسی هم بیانگر شرایط مناسب تهویه در ساختمان است. شاخص سازگاری دما و تهویه در ساختمان با توجه به زیربنای

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

ساختمان است. این شاخص برای یک زیربنای ۱۲۰ مترمربع ۲/۲۱ وات ساعت بر مترمربع است. به این معنا که در هر ساعت ۲/۲۱ وات در مترمربع تهویه با استفاده از بازشوهای مختلف بنا هوا تعویض شده و موجب کاهش فشار بخار آب در بنا و آسایش حرارتی می‌شود.

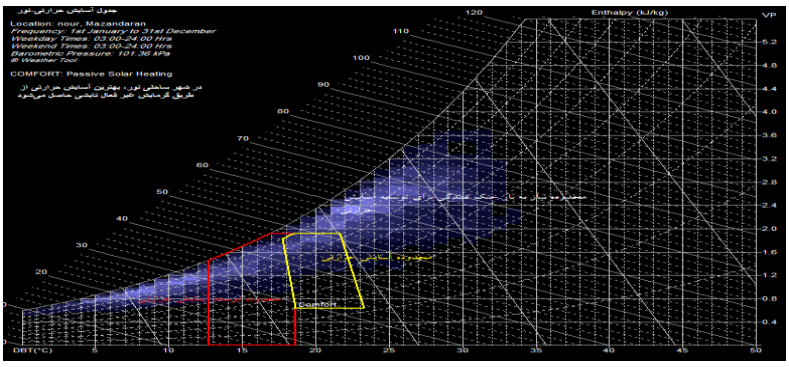


شکل ۱۷: تطبیق دما و تهویه، محدوده پژوهش

Figure 17: Temperature and ventilation adaptation, research scope

تحلیل حرارتی گرمایش غیرفعال تابشی

گرمایش غیرفعال، بیانگر تأثیر تابش بر عناصر ساختمانی به‌صورت غیرفعال بوده که به نوع مصالح نمای بیرونی، جداره‌ها، دیواره، کف، سقف، پنجره‌ها و جهت آن‌ها بستگی داشته و تابش مستقیم را جذب و آن را به‌صورت غیر مستقیم به فضای داخلی بنا منتقل می‌کند. در (شکل ۱۸) محدوده توسعه آسایش انسانی در فضای داخلی ساختمان بین دمای ۱۳–۱۸ درجه با رنگ قرمز و محدوده آسایش در دمای ۱۸–۲٤ درجه با رنگ زرد و محدوده آبی رنگ نیاز به خنک‌کنندگی و جریان هوا در فضای داخلی بنا است.



شکل ۱۸: گرمایش غیرفعال تابشی

Figure 18: Radiant passive heating

تحلیل استراتژی تکنیک‌های غیرفعال

محدوده آسایش با توجه به تکنیک‌های چندلایه غیرفعال تابشی در محدوده مورد مطالعه به‌صورت نمودار در قبل از اجرای تکنیک و بعد از آن به‌صورت ماهانه و سالانه نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان آسایش در ماه می با ۸۲٪، ژوئن

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

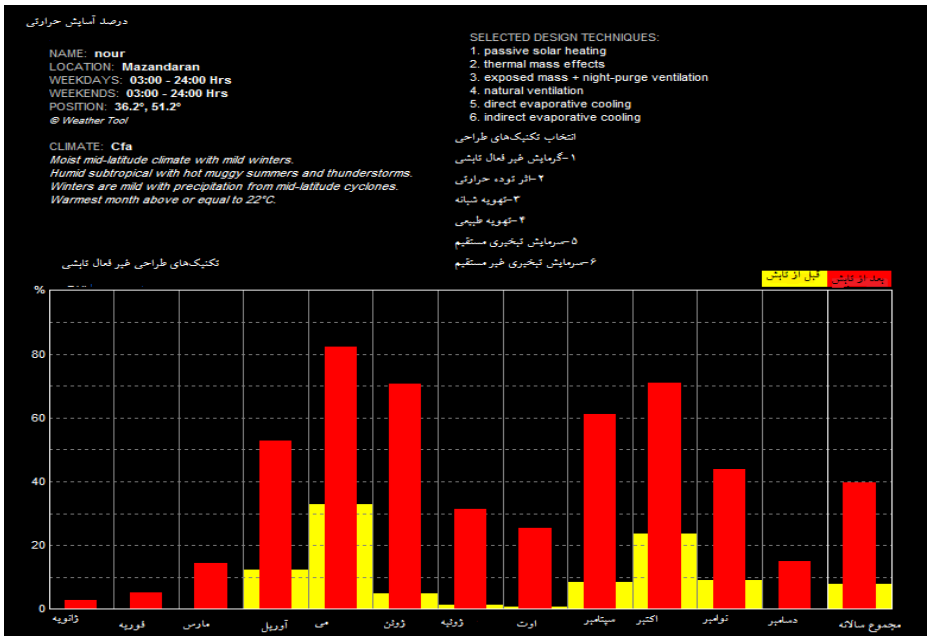
و اکتبر با ۷۰٪ آسایش در بنادر محدوده پژوهش برقرار بوده که کم‌ترین میزان آن در ماه ژانویه با ۰/۵٪ آسایش، نیاز به گرم کننده‌های غیرفعال تابشی، تابش مستقیم از پنجره‌های جنوبی و تأسیسات مکانیکی برای توسعه منطقه آسایش است. این تکنیک‌ها شامل؛ گرمایش غیرفعال تابشی، اثرات توده حرارتی، توده‌های حرارتی با کاهش بار حرارتی در تهویه شبانه، تهویه طبیعی، برودت تبخیری مستقیم و برودت تبخیری غیرمستقیم است با توجه به تکنیک‌های طراحی در محدوده پژوهش، مندرجات آن در (جدول ٤) بیان شده است.

جدول ٤- روش‌های چند لایه طراحی غیرفعال به درصد

Table 4- Multi-layer passive design methods in percent

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوییه	ژوئن	اوت	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سال
قبل تابش ٪	–	–	–	۱۲	۳۲	۵	۲	۰/۵	۹	۲۵	۱۰	–	۹
بعد از تابش ٪	۲	۵	۱۵	۸۵	۷۲	۳۲	۲۵	۳۵	۶۵	۷۰	٤۵	۱۵	٤۰

در (جدول ٤)، بیش‌ترین میزان آسایش با توجه به اجرای تکنیک‌های غیرفعال خورشیدی بعد از تابش و درصد بالا در بهار و پاییز با درصد بالا و زمستان و تابستان با درصد کم‌تر است؛ زیرا در این دو فصل نیاز یا عدم نیاز به خنک‌کننده‌های تبخیری وجود دارد و آسایش تا ۸۰٪ در فصل‌های اعتدالی برقرار است. ارائه تکنیک‌های غیرفعال تابش، (شکل ۱۹) در واقع تاب‌آوری اقلیمی تابش در طراحی اقلیمی با استراتژی سازگاری اقلیمی در محدوده پژوهش است.



شکل ۱۹: تکنیک‌های غیرفعال تابشی در محدوده پژوهش

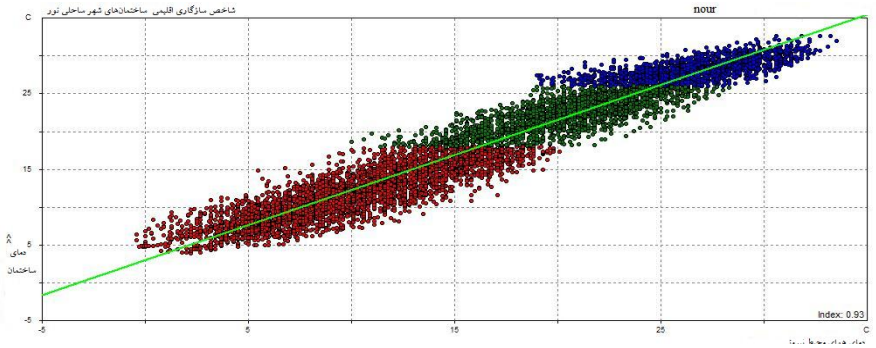
Figure 19: Radiation inactivation techniques in the research area

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

تحلیل شاخص تاب‌آوری اقلیمی

این شاخص (شکل ۲۰) بیانگر عملکرد غیرفعال ساختمان در برابر تابش بوده و نسبت دمای حرارتی مورد نظر به بیرون در طول سال به‌صورت خطی شیب‌دار ترسیم شده که بیانگر رگرسیون یا بهترین وضعیت تطابق حرارتی فضای داخلی و دمای بیرونی بوده و شیب آن در شرایط متعارف با ضریب ۰/۸۵ تا ۱/۱ تغییر می‌کند. بدیهی است در یک اقلیم با نوسان دمایی بالا هر چه این شاخص از یک عدد کم‌تر باشد ساختمان از لحاظ غیرفعال بودن عملکرد بهتری دارد. به عبارتی، ساختمان در کنترل تبادل حرارتی و برای تأمین شرایط آسایش داخلی، بیش‌تر به ویژگی‌های کالبدی خود وابسته است تا به تأسیسات مکانیکی. در این نمودار رنگ سبز بیانگر محدوده آسایش و رنگ آبی بیانگر حد بالای آسایش است و نیازمند بار سرمایشی است و رنگ قرمز بیانگر معرف دفعاتی است که حوزه مورد مطالعه در زیر مرز آسایش قرار داشته و نیازمند بار گرمایشی است. تأثیر به‌کارگیری جرم حرارتی، تهویه‌ی طبیعی و مصالح مقاوم‌تر نسبت به رسانایی حرارتی باعث خواهد شد تا شاخص به عدد ۰/۵ نزدیک شود. با این حال تنها زمانی قابل اطمینان است که تأسیسات خاموش باشند. در حقیقت ساختمان‌های متعارف در زمان خاموشی تأسیسات و صرفاً کالبدی، دارای ضرایبی بالاتر یا مساوی یک هستند که بیانگر ضعف ساختمان در نگهداری انرژی است. شاخص انطباق غیرفعال در محدوده تحقیق با شیب رگرسیون ۰/۹۳ بوده که بهینه‌ترین حالت انطباق و مقدار عددی تاب‌آوری اقلیمی بوده که قدرت بازگشت به حالت اولیه در هنگام حوادث ناشی از تغییر اقلیم را دارد. همان‌گونه که قبلاً در مقدمه اشاره شده با توجه به این‌که ایجاد تاب‌آوری اقلیمی در ساختمان موجب آسایش اقلیمی می‌شود، یکی از روش‌های ایجاد تاب‌آوری اقلیمی عملکرد غیرفعال ساختمان برای استفاده از تابش بهتر و آسایش بیش‌تر در ساختمان است.



شکل ۲۰: شاخص تاب‌آوری اقلیمی از نوع سازگاری اقلیمی غیرفعال در محدوده پژوهش

Figure 20: Climate resilience index, passive adaptation in the research area

نتیجه‌گیری

محققان از تاب‌آوری اقلیمی به‌عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری بهتر در مخاطرات طبیعی، توانمند کردن زیرساخت‌ها، نوآوری در فرایند حاکمیت شهری در مقابله با حوادث ناشی از تغییر اقلیم، بهبود انرژی و کاهش آن در ساختمان با

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

استفاده از استراتژی سازگاری با روش‌های تحقیقی مختلف استفاده کردند که خوشبختانه نتایج متقنی از آن‌ها استخراج شد. در پژوهش حاضر علاوه بر ابزار اکوتکت که برای ارائه نمودارهای حرارتی در ساختمان با تحلیل دما، تهویه، شاخص سازگاری استفاده شد از داده‌های سینوپتیکی هم برای ارائه نتایج بهتر و دقیق‌تر استفاده شده است. این پژوهش در مقایسه با کار پژوهشی Fernandes et al (2019) که به تاب‌آوری اقلیمی شهر پرداختند، محدوده مسکونی را مورد تحلیل و ارزیابی قرار داده است. در مقایسه با مطالعه Liu and wang (2019) در شهر وایدونگ هم‌ارز با آن‌ها پژوهش شده است با این تفاوت که آن‌ها علاوه بر اکوتکت از نرم‌افزار مشاوره اقلیمی استفاده کردند که در پژوهش حاضر این فقدان وجود دارد. در پژوهش‌های آتی علاوه بر نرم‌افزار حاضر از نرم‌افزار مشاوره اقلیمی و دیزاین بیلدر نیز استفاده گردد.

با توجه به یافته‌های پژوهش و داده‌های موجود، جداول و خروجی نرم‌افزار با یافته‌های جدید در محدوده پژوهش، بررسی عناصر اقلیمی نشان می‌دهد طی دوره آماری (۱۳٦٤–۱۳۹۸) مجموع تابش سالانه ۱۸۸۳/۲ ساعت، متوسط دمای سالانه ۱٦/۵ درجه سیلیسیوس، متوسط رطوبت نسبی ۸۱ درصد، متوسط سرعت باد ۱/٤ متر بر ثانیه و تعداد یخبندان هم ۵ روز است. بررسی نتایج تحلیل حرارتی در محدوده پژوهش یک ارتباط ساختاری بین ساختمان و جرم حرارتی بنا با میزان چرخش ساختمان به سمت جنوب و جنوب‌غربی نشان می‌دهد که موجب افزایش کارکرد حرارتی ساختمان در فضای داخلی شده است. شاخص تاب‌آوری اقلیمی منطقه از نوع استراتژی سازگاری اقلیمی غیرفعال با شیب رگرسیون ۰/۹۳ که مقدار عددی تاب‌آوری اقلیمی ساختمان منطقه است و در تغییرات اقلیمی، قدرت بازگشت به حالت اولیه را دارد. این شاخص نشان می‌دهد بهترین نوع ساختمان همان ساختمان‌های سازگار با اقلیم منطقه هستند که تا ۹۳ درصد تاب‌آوری اقلیمی در آن‌ها به وسیله مصالح معماری بومی، جهت مناسب، پنجره‌ها و بازشوها در همه جهات ساختمان، ارتفاع از سطح زمین وجود دارد و موجب آسایش اقلیمی در ساختمان برای ساکنان آن است. برای تهویه در ساختمان، جهت پنجره در ساختمان بسیار مهم است. در محدوده تحقیق میزان انطباق تهویه و دما برای تعویض هوای مصرف شده ۲/۲۱ وات بر متر مربع در ساعت بوده که با استفاده از پنجره‌ها و مبدل‌های حرارتی صورت می‌گیرد. ضریب تابش ۵۰۰ وات بر متر مربع است. چگالی تابش روزانه ۷۹ درصد بر ساختمان است که میزان دامنه تابش مستقیم بر ساختمان ۲/۵ درصد می‌باشد. مناسب‌ترین دریافت نور روزانه از جهات جنوبی، جنوب‌شرقی و شرقی و نامناسب‌ترین جهت هم غربی است که به دلیل شدت تابش در هنگام غروب با کاهش ارتفاع روزانه تابش است. با توجه به این‌که تاب‌آوری اقلیمی ساختمان با عناصر معماری همساز با اقلیم موجب آسایش اقلیمی در ساختمان است، لذا برای دستیابی بهتر به آسایش اقلیمی در ساختمان با تاب‌آورکردن بنا از نوع سازگاری در برابر عناصر اقلیمی، شش تکنیک طراحی برای این مهم ارائه شده است که شامل؛ توده حرارتی، برودت تبریدی مستقیم و غیرمستقیم، گرمایش غیرفعال تابشی، تهویه شبانه و تهویه طبیعی. استقرار ساختمان در جهات جنوب‌غربی، شمال‌شرقی، شرق و جنوب‌شرقی موجب تاب‌آوری اقلیمی و یک طراحی اقلیمی پایدار در منطقه شده که می‌توان با طراحی فضاهای مسکونی مجهز به سیستم نمای هوشمند، نما و سقف خورشیدی با

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک با زاویه شیب ٤٦ تا ۵۱ درجه به سمت جنوب و جنوب‌غربی، ۷۱ درصد از انرژی گرمایی ساختمان تأمین می‌شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

References

- Barzegar, Z., Heidari, Sh., (2013), "Investigation of solar radiation in building bodies on energy consumption of the home sector, Case study: Southeastern direction of Shiraz", ***Journal of Fine Arts, Architecture and Urbanism***, 18 (1): 56-45. [In Persian].
- Burnard, M., Anders, Q., Nyrud, K., Bysheim, A. K., Katja, V., Hughes, M., (2015), Building material naturalness: perceptions from finland, norvey, & slovenia,indoor & built environment, 26: 92-107.
- C2ES, (2019), "***Center for climate and energy solution climate essentials, what is climate*** resilience and why does it matter", This special series of publications discusses climate change impacts across the U.S. economy, highlighting actions taken to build resilience and reduce emissions, 1-12. [On line]: https://www. c2es.org.
- EESI, (2019), "Environmental and energy study institute", [on line]: https: // www. Eesi. org/ topics/ solar/ Description.
- Freewan, A. A. Y., (2019), "***Advances in passive cooling design: An integrated design Approach, zero and net zero energy***", publisher: intech open, ISBN, 978-1-78984-498-6.
- Lee, T. C., Takashi, A., Hidenori, K., Rihitu, S., Yukari. H., Isamu, O., (2017), "Multipoint measurement method for air temperature in outdoor space and application to microclimate and passive cooling studies for a house, ***Building & environment***, 114 (2017): 267-280.
- Liu,S., Jing, W., (2019), "Climatic adaptability design strategy of residential zones, based on climate consultant and ecotect analysis- taking weidong new town community as an example", International Conference on oil & gas engineering and geological sciences, IOP Conference Series: Earth and environmental science, volume 384, 2019 International conference on oil & gas engineering and geological sciences 28–29 september 2019, dalian, china.
- Liu, L., Zhuang, Y., Hui, Z., (2017), "Simulation study of an innovative ventilated facade utilizing indoor exhaust air", International conference on improving residential energy. efficiency, IREE 2017, science direct, energy procedia, 121 (2017): 126-133. Wuhan, China
- Modiri, M., Somayeh, Z. N., Zahra, A. B., Hamideh, A. M., Mohammad, A., (2012), "Investigation of the proper direction of buildings based on sunlight and wind Case study: Gorgan", ***Geography Quarterly (Planning Regional***), 2: 141-156. [In Persian]
- Moradi, S., (2013), "***Adjusting environmental conditions***", Tehran, Armanshahr Publications. [In Persian].
- Mullah Salehi, V., Hooman, Sh., (2014), "Study of architectural and climatic features of Caspian coastal cities with the ecological approach of the case study of Noor city", the second national conference on architecture, urban restoration and sustainable environment, Hamedan, 1 septamber, 2014. [In Persian].
- Pir Mohammadi, M., Vahid, R., (2015), "***The effect of climatic factors on building design and the way to achieve sustainable design***", National Conference on Civil Engineering and Architecture with an approach to sustainable development-August 2015, Islamic Azad University, Fooman and Shaft Branch, Fooman. [In Persian].
- Palmero, M., Ricardo, P., Armando, C., Oliveira, C., (2019), "Energy assessment of the implementation of renewable energies in a portuguese household", I***nternational Journal of low-carbon technologies***, (14): 452-460.
- Williams, college., (2019), "passive solar design", sustainability at the College. [on line] http://www. Sustainability.williams. edu.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]

- Zomorrodian, M. J., (2007), "***Application of natural geography in urban and rural planning***", Payame Noor Publications. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.7.9]