فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی

سال سوم/ شماره ۶/ بهار ۱۳۹۶/ صفحات ۳۵-۷

تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهرها با رویکرد کاهش مصرف انرژی: مطالعه موردی شهرهای تهران، تبریز، اصفهان، شیراز، یزد و بندرعباس

صابر صبوری

استادیار دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

s.sabouri@tabrizu.ac.ir

لیلا رحیمی

استادیار دانشگاه تبریز

l.rahimi@tabrizu.ac.ir

با توجه به ضرورت و اهمیت طراحی معماری متناسب با اقلیم این مطالعه سعی دارد ضمن معرفی آسایش حرارتی و تدابیر انرژی، بهترین تدابیر انرژی را بر اساس ویژگی‌های اقلیمی برای شهرهای مورد مطالعه معرفی کند. در این تحقیق از روش تحلیل اطلاعات آماری اقلیمی شهرها بر مبنای استاندارد اشری ۵۵-۲۰۰۴ برای مجموعه‌های مسکونی استفاده شده است. طبق نتایج، در بندرعباس، کاراترین و بهترین تدبیر غیرفعال از لحاظ زمانی، به ترتیب سایه‌اندازی و کسب گرمای داخلی است. در اصفهان و شیراز، اکتساب گرما از داخل بنا و سرمایش تبخیری به ترتیب بیشترین کارایی را دارند. در تهران و یزد، ابتدا سرمایش تبخیری و بعد اکتساب گرما از داخل بنا و در تبریز، اکتساب گرما از داخل بنا بیشترین زمان از سال می‌توانند بکار روند. کاربرد این تدابیر، نیاز به انرژی گرمایشی و سرمایشی فعال در این شهرها را به حداقل می‌رساند.

واژگان کلیدی: آسایش اقلیمی، تدابیر انرژی، استاندارد اشری، معماری زیست اقلیمی (بیوکلیماتیک)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۱۳

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۱. مقدمه

معماری زیست اقلیمی (بیوکلیماتیک)[1] که بر مبنای تعامل ساختمان با اقلیم است در معماری بومی مناطق مختلف جهان در طول تاریخ به کاررفته است. امروزه، مطالعه اصول معماری بیوکلیماتیک و تدابیر غیرفعال انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور، مطالعه آسایش حرارتی و نیاز به انرژی، در جهت نیل به توسعه پایدار امری ضروری است.

در ایران، مطالعات محدود انجام گرفته در این زمینه، بر مبنای پهنه‌بندی اقلیمی است. به طوری که ابتدا کشور ایران به چند پهنه اقلیمی تقسیم شده است. سپس توصیه‌هایی برای استفاده از تدابیر انرژی برای هر پهنه اقلیمی ارائه شده است. در این تحقیق، محققان به دنبال مشخص کردن تدابیر انرژی برای هر شهر به طور خاص هستند و در گام بعدی، به تبیین تفاوت بین شهرهای واقع در یک پهنه اقلیمی و یا پهنه‌های مختلف از جنبهٔ به کارگیری تدابیر غیرفعال و فعال انرژی می‌پردازند و با در نظر گرفتن نکات اشتراک، بر ضرورت توجه به روش‌های صحیح طراحی معماری با توجه به تدابیر انرژی تأکید می‌کنند. در این مطالعه، شش شهر از چهار اقلیم گسترده و متفاوت ایران شامل: ۱. نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک؛ ۲. شدیداً سرد- معتدل؛ ۳. نسبتاً سرد- گرم و خشک؛ ۴. معتدل- خیلی گرم و مرطوب انتخاب گردیدند تا ضمن مقایسه نیازهای سالیانه حرارتی این اقلیم‌ها، امکان مقایسه دو شهر از یک اقلیم نیز فراهم آید. بر این اساس، ابتدا به تحلیل اقلیمی و آسایش حرارتی شهرهای مورد مطالعه پرداخته می‌شود. سپس بر اساس این نتایج، نیازهای آسایش حرارتی آنها و کارایی سالیانه تدابیر غیرفعال و فعال در این شهرها بررسی می‌گردد. در نهایت، بهترین مجموعه تدابیر به طور سالیانه مقایسه و ارزیابی می‌شوند. سؤالات اصلی در این تحقیق به قرار زیر است:

- تفاوت شرایط اقلیمی و آسایش حرارتی در شهرهای مورد مطالعه تا چه میزان است؟
- تدابیر غیرفعال و فعال در شهرهای مورد مطالعه چه مدتی از سال کارایی دارد؟

[1]. Bioclimatic

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

- مجموعه بهترین تدابیر فعال و غیرفعال برای شهرهای مورد مطالعه به طور سالیانه چگونه است و چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

ضرورت این تحقیق به این دلیل است که استفاده صحیح از روش‌های طراحی معماری می‌تواند نیاز به انرژی فعال گرمایشی و سرمایشی را به حداقل برساند و یا حتی از بین ببرد.

۲. پیشینه تحقیق

معماری بیوکلیماتیک، به دنبال دستیابی به آسایش حرارتی در تعامل فعال با اقلیم و بستر طراحی است. معماری از ابتدای پیدایش خود، به دنبال دستیابی به آسایش حرارتی است. لذا پیشینه معماری بیوکلماتیک ریشه در پیدایش معماری دارد. مطالعات فراوانی در زمینه رابطه تدابیر غیرفعال معماری، آسایش حرارتی و انرژی صورت گرفته است. به طوری که در این مطالعات بر یادگیری از فنون و مصالح معماری بومی و نیز انطباق معماری ساختمان‌ها با اقلیم تأکید می‌شود. مقاله مروری در منبع (مانزانو- آگوگلیارو و همکاران، ۲۰۱۵)[1] درباره رابطه اقلیم و معماری و کاربرد تدابیر غیرفعال، بحث می‌کند. جدول (۱) خلاصه‌ای از مطالعات در این زمینه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. تحقیقات پیشین درباره تدابیر غیرفعال انرژی برای کاربرد در معماری امروز.

سال	کشور	هدف تحقیق	محقق یا محققان
۱۹۸۱	فرانسه	استفاده از اقلیم و سایت برای کاهش هدررفت گرما و بهینه کردن اکتساب مستقیم انرژی خورشیدی	Gerber
۱۹۸۳	عربستان سعودی	کاربرد منابع طبیعی در سکونتگاه‌های سنتی	Bowen
۱۹۸۵	عراق	استفاده از سوق در معماری عراق با مصالح بومی	Rassam
۱۹۸۵	ایتالیا	تکامل معماری بیوکلیماتیک مطابق با بستر اقلیمی و فرهنگی برای ارائه چهارچوبی برای طراحی در آینده	Los and Pulitzer
۱۹۹۴	ایران	مطالعه درباره بادگیرها با هوای گرم در روز و هوای سرد در شب	Gallo

1. Manzano-Agugliaro et al. , 2015

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

سال	کشور	هدف تحقیق	محقق یا محققان
۱۹۹۴	ایتالیا/ اروپا	معماری غیرفعال در کشورهای اروپایی و توجه به طراحی خورشیدی	Sala and Nelli
۱۹۹۴	کشورهای مدیترانه	گرایش‌های گرمایشی و سرمایشی و کاربرد نور خورشید برای گرمایش آب بررسی شد و رابطه بین اقلیم منطقه و معماری بیوکلایماتیک بررسی شد.	Butera
۱۹۹۴	بلژیک	ایده اقلیمی برای ساختمان‌های تجاری برای کاهش بار حرارتی و استفاده از تهویه و نور طبیعی	Herde AD, .Nihoul A
۱۹۹۶	ایتالیا	استفاده از منابع طبیعی گرمایشی و سرمایشی، تهویه طبیعی، عایق حرارتی و ویژگی‌های جرم حرارتی به صورت طراحی مناسب ساختمان با کاربرد صحیح مصالح و اشکال از لحاظ سازه‌ای و زیبایی شناسی	Gallo
۱۹۹۸	انگلیس	استفاده از مصالح و عناصر ساختمانی طبق معماری بیوکلایماتیک در جهت پایداری و ایده تولید انرژی از طریق تدابیر فعال و غیرفعال بررسی شد.	Jones
۲۰۰۱	نیجریه	ویژگی‌های اقلیمی نیجریه با توجه به پارامترهای طراحی ساختمان مطالعه گردید.	Ajibola
۲۰۰۴	اسپانیا	مروری بر تدابیر بیوکلایماتیک، در ساختمان‌های رایج اسپانیا انجام گردید، هدف از تحقیق، کاربرد تدابیر بومی در معماری امروزی بود.	Cañas, Martín
۲۰۰۵	مکزیک	استفاده از مصالح و تکنیک‌های سنتی مثل خاک رس بررسی گردید و مشخص شد این مصالح آسایش حرارتی بهتری را تأمین می‌کند.	Francese and Papavassiliou
۲۰۰۶	اسپانیا	ذخیره ۶۰٪ انرژی مورد نیاز ساختمان اداری از طریق تدابیر غیرفعال	Bosqued et al
۲۰۰۶	مصر	به رویکرد مصر باستان در طراحی شهری پایدار اشاره می‌کند.	Balbo
۲۰۰۶	عراق	خانه‌های بیوکلیماتیک با تدابیر غیرفعال مطابق با اقلیم بصره بوده‌اند.	Almusaed and Almssad
۲۰۰۶	ایتالیا	در این مطالعه، همخوانی گونه‌ها و مصالح جدید ساختمانی با فرهنگ و سنت بومی بررسی گردید.	Albatici
۲۰۰۶	مکزیک	رفتار بیوکلیماتیک معماری سنتی مکزیک برای استفاده در ساختمان‌های آینده مطالعه شد.	Manríquez, Fuentes and Guerrero
۲۰۰۶	مصر	مصالح ساختمانی و روش ساخت سنتی مصالح از لحاظ پایداری محیطی بررسی شد. یکی از جنبه‌های پایداری محیطی شامل استفاده از تدابیر بیوکلماتیک نیز بررسی گردید.	de Filippi

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

سال	کشور	هدف تحقیق	محقق یا محققان
۲۰۰۶	برزیل	استفاده از چوب به عنوان مصالح بومی در منطقه آمازون، از جنبه زیبایی شناسی و هم‌خوانی با طبیعت تأکید گردید.	Neves
۲۰۰۹	بلغارستان	معماری خانه‌های سنتی بلغارستان، نشانگر استفاده از همه تدابیر خورشیدی مانند کسب مستقیم، غیرمستقیم، جرم حرارتی و... در آنها است.	Dobrinova
۲۰۰۹	الجزایر	مطالعه مقایسه‌ای بین خانه‌های سنتی و مدرن انجام گرفت و مشخص گردید خانه‌های سنتی در تابستان گرم از خانه‌های مدرن کاراتر بودند.	Fezzioui, Khoukhi, Dahou, Aït- Mokhtar and Larbi
۲۰۰۹	یونان	آسایش حرارتی و روشنایی در ساختمان‌های منتخب مطالعه گردید.	Sakarellou-Tousi and Lau
۲۰۰۹	کانادا	تدابیر غیرفعال بیوکلیماتیک به صورت یکپارچه می‌تواند مطلوبیت عینی و ذهنی بوجود آورد و کارایی کاربران را بالا برد.	Brown
۲۰۱۰	هند	گونه‌های مختلف خانه در منطقه‌ای بومی مشخص شد. این تحقیق بر ایجاد الگوی متعادل مدرن با توجه به اصول معماری بومی تأکید می‌کند.	Indraganti
۲۰۱۱	یونان	بر معماری بیوکلیماتیک برای طراحی ساختمان‌های جدید در بافت سنتی تأکید می‌کند.	Oikonomou and Bougiatioti
۲۰۱۱	هند	جنبه‌های غیرفعال خورشیدی شامل فرم، جهت گیری، سایه‌اندازی، طراحی پوشش، کاربرد تهویه طبیعی و... برای اقلیم‌های هر منطقه توضیح داده می‌شود.	Singh and Mahapatra and Atreya
۲۰۱۱	آرژانتین	در منطقه حفاظت شده تاریخی، ساختمان‌ها از لحاظ تکنولوژیکی و تاریخی- اجتماعی گونه‌بندی می‌شوند.	Cirvini
۲۰۱۱	مکزیک	معماری داخل خاک و زمین از جنبه ویژگی‌های پایداری در مقایسه با ساختمان‌های مدرن توضیح داده می‌شود.	Soria and Guerrero and García
۲۰۱۱	اسپانیا	معماری فرورفته در خاک و گونه‌های مختلف آن در اسپانیا توضیح داده می‌شود و بر اهمیت آنها از جنبه پایداری تأکید می‌شود.	Font and Hidalgo
۲۰۱۱	ایران	تحقیق نشان می‌دهد که در شهر اصفهان با استفاده صحیح از اصول معماری و کاربرد انرژی‌های طبیعی می‌توان به آسایش حرارتی دست یافت.	Shakoor

مأخذ: Manzano-Agugliaro et al. , 2015.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

تحقیقات پیشین اهمیت تدابیر غیرفعالی مانند استفاده از مصالح با جرم حرارتی بالا، گرمایش خورشیدی، تهویه طبیعی، عایق حرارتی، سایه‌اندازی، طراحی پوشش ساختمانی و... را در طراحی ساختمان و کاهش مصرف انرژی یادآوری می‌کنند.

در ایران، کسمایی پیشنهادهایی برای طراحی ساختمان در پهنه‌های مختلف اقلیمی بر اساس روش گیونی با استفاده از جدول زیست اقلیمی ارائه کرده است. بر این اساس، برای مسکن و محیط‌های مسکونی، هشت اقلیم شناسایی شده است (کسمایی، ۱۳۷۲: ۲۶۳). شهرهای مورد مطالعه در این تقسیم‌بندی، در پهنه‌های متفاوت اقلیمی قرار دارد که در جدول ۲ مشخص شده است.

جدول ۲. ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی شهرهای مورد مطالعه

شهر	شرایط اقلیمی (زمستان- تابستان)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
تهران	نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک	۵۱° ۱۹′	۳۵° ۴۱′	۱۱۹۱
اصفهان	نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک	۵۱° ۴۰′	۳۲° ۳۷′	۱۵۹۰
شیراز	نسبتاً سرد- گرم و خشک	۵۲° ۳۵′	۲۹° ۳۲′	۱۴۹۱
یزد	نسبتاً سرد- گرم و خشک	۵۴° ۲۴′	۳۱° ۵۴′	۱۲۳۰
تبریز	شدیداً سرد- معتدل	۴۶° ۱۷′	۳۸° ۰۵′	۱۳۶۱
بندرعباس	معتدل- خیلی گرم و مرطوب	۵۶° ۲۲′	۲۷° ۱۳′	۱۰

مأخذ: کسمایی (۱۳۷۲)

کسمایی بر اساس جدول زیست اقلیمی برای هر شرایط اقلیمی، حدود نیازهای حرارتی و تدابیر طراحی بناها را معین کرده است. جدول ۳، تدابیر پیشنهادی برای شهرهای مورد مطالعه بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی کسمایی (۱۳۷۲)، را نشان می‌دهد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۳. درصد زمانی نیازهای حرارتی ساختمان بر پایه پهنه بندی اقلیمی

شرایط آب و هوایی (زمستان- تابستان)	آسایش حرارتی	گرمایش		سرمایش طبیعی و مکانیکی		
		سیستم‌های مکانیکی	انرژی خورشیدی	کوران در فضای داخلی	مصالح ساختمانی سنگین	کولر آبی	کولر گازی- سیستم تهویه مطبوع
نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک	۲۵-۱۰	۳۰-۲۵	۳۰-۲۰	-	۱۰-۵	۱۰-۵	-
شدیداً سرد- معتدل	۱۵-۱۰	۵۵-۴۰	۳۰-۱۵	-	۱۰-۰	-	-
نسبتاً سرد- گرم و خشک	۲۵-۱۵	۲۵-۱۵	۳۰-۲۰	-	۱۵-۱۰	۱۰-۵	-
معتدل- خیلی گرم و مرطوب	۲۵-۱۵	-	۱۰-۵	۱۵-۱۰	-	-	۵۰-۳۵

مأخذ: کسمایی (۱۳۷۲)

در تحلیل زمانی آسایش حرارتی برای اقلیم سرد و خشک شهر تبریز، بر اساس استاندارد اشری[1] ۵۵-۲۰۰۴، تابستان، بیشترین آسایش فصلی را با ۶۴٪ زمانی به خود اختصاص داده است (قویدل رحیمی و احمدی، ۱۳۹۲) . در تبریز، در ماه‌های آبان تا فروردین در کنار تدابیر غیرفعال، تدابیر فعال گرمایشی نیز لازم است. در ماه‌های گرم تیر و مرداد، با تدابیر غیرفعال می‌توان به آسایش حرارتی دست یافت. در ماه‌های دیگر (شهریور، مهر، اردیبهشت و خرداد) شرایط آب و هوایی تبریز در محدوده آسایش قرار دارد (غفاری جباری و حیدری، ۱۳۸۹).

در شیراز، در فصل‌های زمستان و تابستان آسایش حرارتی وجود ندارد و در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، شهریور و مهر، اقلیم شیراز به شرایط آسایش انسانی نزدیک است (صفایی پور و شبانکاری و تقوی، ۱۳۹۲). در تهران در ماه‌های آذر تا اسفند (دسامبر تا مارس) آسایش حرارتی وجود ندارد که در ماه اسفند با طراحی مناسب می‌توان نیاز به گرمایش مکانیکی را کاهش داد (میرموسوی و شفیعی و تقی زاده، ۱۳۹۳). در یزد، در ماه‌های آذر تا بهمن و تیر تا شهریور شرایط عدم آسایش بر اساس

1 . Ashrae

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

چهار شاخص زیست اقلیمی ترجونگ[۱]، ماهانی[۲]، اوانز[۳] و گیونی[۴] وجود دارد (امیدوار و علیزاده شورکی و زارعشاهی، ۱۳۹۰).

در اصفهان، بر اساس شاخص اقلیم آسایش گردشگری، ماه‌های اردیبهشت، شهریور و مهر بهترین شرایط اقلیمی گردشگری را دارد. ماه‌های خرداد تا مرداد دارای شرایط خوب است (گندمکار، ۱۳۹۳). اگرچه شاخص گردشگری متفاوت از آسایش حرارتی گیونی است اما دورنمایی از شرایط اقلیمی این شهر را ارائه می‌دهد. در بندرعباس بر اساس روش الگی[۵]، ماه‌های آبان، اسفند و فروردین آسایش حرارتی وجود دارد. در ماه‌های مهر و اردیبهشت می‌توان از کوران هوا[۶] استفاده کرد و در ماه‌های آذر، دی و بهمن جرم حرارتی بالا مناسب است (امیدوار و همکاران، ۱۳۸۹).

۳. مفاهیم اساسی و روش تحقیق

۳-۱. تدابیر غیرفعال و فعال برای آسایش حرارتی

برای دستیابی به آسایش حرارتی می‌توان از تدابیر فعال و غیرفعال استفاده کرد. گیونی جایگاه هرکدام از تدابیر را در جدول سایکرومتریک[۷] بررسی و معرفی کرده است. (گیونی، ۱۹۹۲) تدابیر غیرفعال خورشیدی، امکان نفوذ آفتاب در زمستان برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی را فراهم می‌کند و در تابستان مانع ورود نور خورشید برای جلوگیری از ایجاد گرمای نامطلوب می‌شود. تدابیر فعال با استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر به تأمین آسایش حرارتی کمک می‌کنند. در ادامه این قسمت، تدابیر فعال و غیرفعال در جدول پیشنهادی گیونی به اختصار توضیح داده می‌شود.

1 . Terjung
2 . Mahoney Index
3 . Evans
4. Givoni
5 . Olgyay
6 . Airflow
7 . Psychrometry

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

سایه‌اندازی

این قسمت در نمودار سایکرومتریک، از پایین‌ترین دمای آسایش حرارتی شروع می‌شود. بدین صورت که پایین‌ترین دمای آسایش به عنوان دمایی انتخاب می‌شود که بیشتر از آن، نیاز به سایه‌اندازی است. زیرا در دمای بالاتر از آن، انرژی تابشی خورشید کمکی به آسایش حرارتی نمی‌کند (لیگت و میلن، ۲۰۱۴)[1].

جرم حرارتی زیاد[2]

در اقلیم گرم و خشک، کاربرد جرم حرارتی زیاد در فضای داخلی ساختمان می‌تواند یک تدبیر سرمایشی غیرفعال مناسب باشد. این مسأله به علت خاصیت مخزن حرارتی مصالح، تأخیر حرارتی ناشی از آن و تعدیل حرارت بر اثر جرم حرارتی است. این منطقه در سمت راست نمودار سایکرومتریک نمایش داده می‌شود که حدود۸°C بیشتر از حداکثر دمای آسایش است (لیگت و میلن، ۲۰۱۴).

جرم حرارتی زیاد با تخلیه حرارتی شبانه

اگر در شب تابستان امکان تهویه جرم حرارتی زیاد وجود داشته باشد، گرمای اضافی با کمک خنکی شبانه از ساختمان دور می‌شود. این محدوده در نمودار سایکرومتریک به اندازه حدود۱۶°C بیش از حداکثر دمای آسایش حرارتی ترسیم می‌گردد.

سرمایش تبخیری

سرمایش تبخیری به دو روش مستقیم و دو مرحله‌ای (غیرمستقیم) است. در نمودار سایکرومتریک، در قسمت راست و پایین محدوده آسایش قرار دارد. در این روش، گرمای هوا از طریق تبخیر آب کاسته می‌شود در عین حال بر رطوبت هوا افزوده می‌گردد. تفاوت سرمایش

1. Liggett and Milne

۲. جرم حرارتی مصالح، قابلیت جذب و ذخیره‌سازی انرژی گرمایی آنها است. مصالح با جرم حرارتی زیاد، مصالحی با چگالی بالا هستند که برای تغییر دمای آنها، میزان انرژی گرمایی زیادی لازم است .

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

تبخیری مستقیم و دومرحله‌ای در نمودار سایکرومتریک، چرخش اندک خط سرمایش دو مرحله‌ای به سمت بالا است. زیرا در این روش، در مرحله اول هوای گرم بیرون توسط یک مبدل خنک می‌شود و در مرحله دوم هوای خنک شده با سرمایش تبخیری مستقیم به داخل هدایت می‌شود(لیگت و میلن، ۲۰۱۴) .

تهویه طبیعی

در قسمت بالا و سمت راست محدوده آسایش حرارتی تعریف می‌شود. در اقلیم گرم و مرطوب، جریان هوا یکی از معدود روش‌های ایجاد اثر سرمایشی بر بدن انسان است. به طوری که در محیط‌هایی مثل خانه بین ۰/۰۸۲ تا ۱/۶ متر بر ثانیه فرض می‌شود که این سرعت‌های هوا حس کاهش دما بین ۲/۵ الی ۳/۷ درجه سانتیگراد ایجاد می کند(اشری، ۲۰۰۴)[1].

تهویه با کمک پنکه

این قسمت در نمودار سایکرومتریک در قسمت راست و بالای محدوده آسایش نشان داده می‌شود. بدین صورت که در موقع نیاز به سرمایش تهویه‌ای، حرکت هوا می‌تواند به کمک پنکه‌های مکانیکی، سقفی و حتی رومیزی تأمین شود.

اکتساب گرما از تجهیزات داخلی

در نمودار سایکرومتریک، این منطقه در سمت چپ محدوده آسایش قرار دارد که نشانگر میزان گرمایی است که از طریق بار گرمایشی داخلی مثل لامپ، افراد و تجهیزات به ساختمان افزوده می‌شود(لیگت و میلن، ۲۰۱۴) .

کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی کم و زیاد

این منطقه در نمودار سایکرومتریک در سمت چپ محدوده آسایش قرار دارد. اگر بنا مقدار مناسبی از نمای شیشه‌ای با جهت‌گیری مناسب داشته باشد گرمایش غیرفعال می‌تواند دمای داخلی را

1. ASHRAE

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

افزایش دهد. تأخیر حرارتی برای ساختمان با جرم حرارتی کم، حدود ۳ ساعت و برای ساختمان با جرم حرارتی زیاد، حدود ۱۲ ساعت در نظر گرفته می‌شود (همان).

محافظت در برابر باد

در نمودار سایکرومتریک، دو منطقه برای محافظت در برابر باد پیش‌بینی شده است. قسمت سمت چپ، برای اقلیم سرد در مواقعی است که بادهای سرد نامناسب وجود دارد. محدوده قسمت سمت راست، برای اقلیم گرم است که محدوده بادهای گرم نامناسب را معین می‌کند. این مناطق قسمت‌هایی که باد در آنها دارای سرعتی بیشتر از ۲۰ متر بر ساعت است و دمای بیرون حداقل ۱۱/۱°C بیشتر یا کمتر از دمای آسایش است را شامل می‌شود.

رطوبت‌افزایی و رطوبت‌زدایی

در قسمت زیرین منطقه آسایش در نمودار سایکرومتریک، قسمت رطوبت‌افزایی قرار می‌گیرد که برای افزایش میزان رطوبت هوای خشک است. در قسمت بالایی منطقه آسایش در نمودار سایکرومتریک، قسمت رطوبت‌زدایی مشخص شده است که برای کاهش میزان رطوبت هوا است.

سرمایش (رطوبت‌زدایی در صورت نیاز)

در این محدوده که بالا و سمت راست قسمت آسایش حرارتی در نمودار سایکرومتریک قرار دارد، هوای اتاق نیاز به سرمایش با رطوبت زدایی دارد که با تجهیزاتی مثل تهویه مطبوع، پمپ حرارتی یا کولر جذبی انجام می‌پذیرد.

گرمایش (رطوبت‌افزایی در صورت نیاز)

در این محدوده که پایین و سمت چپ قسمت آسایش حرارتی در نمودار سایکرومتریک قرار دارد هوای اتاق، نیاز به گرمایش با رطوبت‌افزایی دارد که معمولاً فعالیت‌های انسانی رطوبت مورد نیاز را تأمین می‌نماید. این گرمایش با تجهیزاتی مثل مشعل و پمپ حرارتی تأمین می‌شود (لیگت و میلن، ۲۰۱۴) .

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۳-۲. بهترین مجموعه تدابیر غیرفعال طراحی

کمترین مجموعه از تدابیر طراحی که میزان ساعات آسایش حرارتی را بدون بکار بردن سیستم‌های فعال گرمایشی یا سرمایشی افزایش می‌دهد به عنوان بهترین مجموعه تدابیر غیرفعال تعریف می‌شود. این مجموعه تدابیر شامل تدابیر موازی هم و یا تدابیر اضافی نیست. برای مثال استفاده از دو تدبیر جرم حرارتی زیاد و جرم حرارتی زیاد با تخلیه حرارتی شبانه، به طور همزمان انجام نمی‌گیرد. این مسأله در جفت تدابیری مثل سرمایش مستقیم یا دو مرحله‌ای تبخیری و کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی کم یا زیاد نیز صادق است. تنها یکی از تدابیر جفتی در مجموعه تدابیر غیرفعال طراحی گنجانده می‌شود. هر تدبیری که ۰/۱٪ بیشتر به مجموع ساعات دارای آسایش حرارتی اضافه کند انتخاب می‌شود. در مرحله پایانی، گرمایش و سرمایش فعال، محاسبه می‌شود تا امکان تأمین آسایش کامل فراهم شود (لیگت و میلن، ۲۰۱۴).

۳-۳. روش تحقیق

در این تحقیق، از اطلاعات و آمار آب وهوایی ایران[1] در منبع (ابراهیم‌پور، ۲۰۱۱)[2] استفاده گردید. این اطلاعات شامل داده‌های اقلیمی مانند دمای هوا، رطوبت نسبی، میزان تابش آفتاب، شدت وزش باد و جهت آن، بر پایه دوره‌های ۳۰ تا ۴۳ ساله است. این اطلاعات به صورت فایل (ITMY) توسط مرکز تحقیقات مسکن و ساختمان تهیه شده است. فایل‌های آب و هوایی موجود برای شش شهر ایران با فرمت EPW[3] در نرم افزار کلایمیت کانسلتنت[4]، بر اساس استاندارد اشری ۵۵-۲۰۰۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. در این استاندارد، آسایش حرارتی بر مبنای دمای خشک، میزان لباس، میزان فعالیت متابولیکی، سرعت وزش باد، رطوبت نسبی و میانگین دمای تابشی محاسبه

1. Iranian Typical Meteorological Year (ITMY) Data
2. Ebrahimpour
3. Energy Plus Weather file
4. Climate Consultant

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

می‌شود. در داخل بنا، اندازه متوسط دمای تابشی با دمای خشک نزدیک به هم فرض می‌شود و منطقه‌ای که اکثر مردم احساس آسایش حرارتی می‌نمایند با مدل (PMV)[1] محاسبه می‌گردد.

در این مطالعه، کاربری مسکونی برای تحلیل‌ها بکار رفته است. با این فرض که در ساختمان‌های مسکونی، مردم لباس خود را متناسب با فصل، انتخاب می‌کنند تا احساس آسایش کنند. همچنین استفاده از جریان هوا با سرعت بیشتر در کاربری مسکونی قابل قبول است و بنابراین در کاربری مسکونی محدوده آسایشی نسبت به ساختمان‌های دیگر با کاربری‌های غیرمسکونی و سیستم سرمایش، گرمایش و تهویه مرکزی، بیشتر است(اشری، ۲۰۰۵)[2].

نتایج حاصل از تحلیل‌های اقلیمی، آسایش حرارتی، کاربرد تدابیر فعال و غیرفعال برای شهرهای مورد مطالعه به صورت ماهیانه و سالیانه استخراج گردید. همچنین بهترین تدابیر پیشنهادی به طور سالیانه برای هر شهر مشخص گردید. نتایج حاصل، با استفاده از نرم‌افزار اکسل به صورت جداول و چارت‌های قیاسی ارائه شدند و مورد بحث و ارزیابی قرا گرفتند.

٤. تحلیل نتایج

٤-١. بررسی دما و رطوبت نسبی شهرهای مورد مطالعه

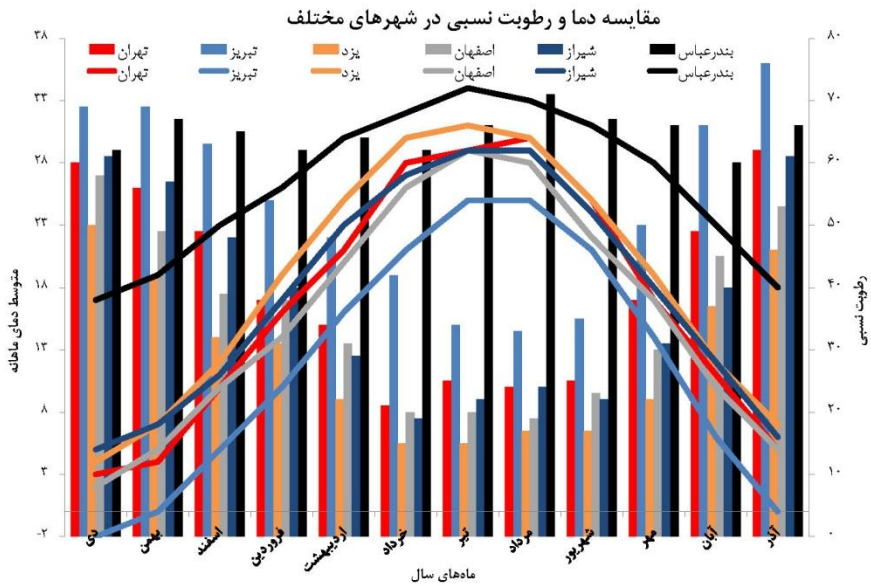
دما و رطوبت نسبی شهرهای مورد مطالعه، بر اساس اطلاعات آب و هوایی (ابراهیم‌پور، ۲۰۱۱) در این بخش مقایسه می‌شوند. همان‌طور که شکل (۲) نشان می‌دهد، بندرعباس و تبریز به ترتیب $26/2^{\circ}C$ و ۱۱/۷۵ متوسط دمای سالیانه دارند. این دو شهر گرمترین و سردترین میانگین دمای ماهیانه را دارا هستند.

شهرهای اصفهان، تهران، شیراز و یزد به ترتیب با ۱۵/۷، ۱۶/۶، ۱۷/۳، ۱۸/۴ درجه سانتیگراد، سردترین به گرمترین متوسط سالیانه دما را دارا هستند. با این حال، در بعضی از ماه‌ها این ترتیب دمایی بین شهرها جابجا می‌شود. از لحاظ رطوبت نسبی، بیشترین و کمترین رطوبت نسبی به ترتیب

1. Predicted Mean Vote
2. Ashrae

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

متعلق به بندرعباس و یزد است. تبریز دارای دومین رتبهٔ رطوبت نسبی در شهرهای مورد مطالعه است. به طوری که از آبان تا بهمن رطوبت نسبی در این شهر مساوی یا بیشتر از بندرعباس است. در دیگر شهرها، بیشترین تا کمترین رطوبت نسبی به ترتیب متعلق به شهرهای تهران، اصفهان و شیراز است.



شکل ۱. مقایسه دما و رطوبت نسبی در شهرهای مورد مطالعه

٤-۲. درصد ساعات آسایش حرارتی و نیاز به تدابیر مختلف در طول سال بر پایه استاندارد اشری ۵۵-۲۰۰٤

در شهرهای مورد مطالعه بر پایه استاندارد اشری ۵۵-۲۰۰۴، اصفهان بیشترین و بندرعباس کمترین درصد ساعات آسایش حرارتی را در طول سال دارا هستند. شیراز، یزد، تهران و تبریز رده‌های بعدی بیشترین مقدار آسایش حرارتی را به خود اختصاص داده‌اند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

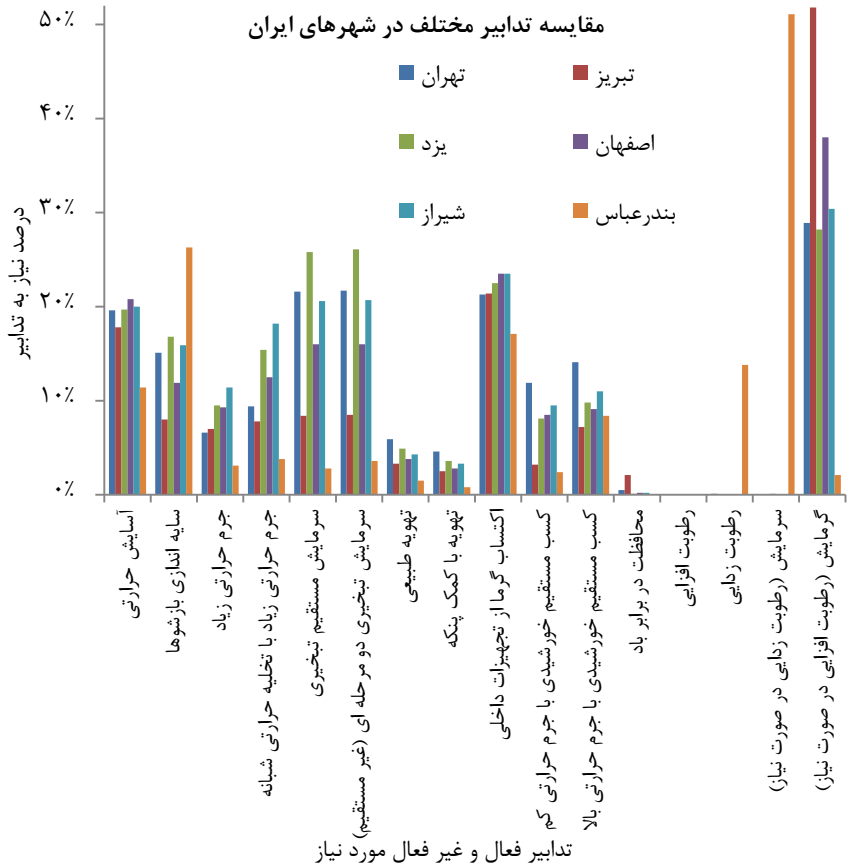
شکل ۳، درصد ساعات مورد نیاز برای تدابیر مختلف در شهرهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نیاز به سایه‌اندازی بازشوها، متناسب با دمای سالیانه هوا است. به طوری که به ترتیب، بندرعباس، یزد، شیراز، تهران، اصفهان و تبریز به ترتیب بیشترین تا کمترین نیاز به سایه‌اندازی را دارند.

تدابیر جرم حرارتی زیاد و جرم حرارتی زیاد با تخلیه شبانه، در شهرهای شیراز، یزد، اصفهان، تهران، تبریز و بندرعباس به ترتیب می‌تواند بیشترین تا کمترین کاربرد را داشته باشد.

سرمایش تبخیری (مستقیم و غیرمستقیم) در مدت یک سال، در شهرهای یزد، تهران، شیراز و اصفهان به ترتیب، بیشترین تا کمترین میزان کاربرد را دارند. در تبریز و بندرعباس، سرمایش تبخیری حداقل کاربرد را دارد. تهویه (طبیعی یا با کمک پنکه)، در تهران، یزد، شیراز، اصفهان، تبریز و بندرعباس به ترتیب بیشترین تا کمترین کارایی زمانی را طبق نمودار سایکرومتریک دارند. البته باید در نظر داشت که در شهرهایی مثل بندرعباس، نیاز به سرمایش فعال برای رسیدن به آسایش حرارتی الزامی است و تهویه، توانایی لازم برای این امر را ندارد.

کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی کم یا زیاد، در شهرهای تهران و شیراز کارایی بیشتری دارد. این تدابیر در یزد و اصفهان در مقایسه با دیگر شهرهای مورد مطالعه، از لحاظ زمانی کارایی متوسطی دارد به طوری که در یزد کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی زیاد، درصد زمانی بیشتری نسبت به اصفهان قابل استفاده است. در حالی که، کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی کم، در اصفهان بازه زمانی بیشتری نسبت به یزد را پوشش می‌دهد. در تبریز و بندرعباس این تدابیر کارایی زمانی کمتری دارند. محافظت در برابر باد، برای شهرهای تبریز و تهران به ترتیب بیشترین اهمیت را در طول سال داراست. در بندرعباس سرمایش همراه با رطوبت‌زدایی لازم است. در حالی که شهرهای دیگر مورد مطالعه، در طول سال تقریباً نیازی به این تدبیر ندارند. نیاز زمانی به گرمایش به ترتیب از بیشترین به کمترین در شهرهای تبریز، اصفهان، شیراز، تهران، یزد و بندرعباس وجود دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]



شکل۲. مقایسه مدت زمان قابل استفاده تدابیر مختلف در شهرهای مختلف در طول سال

٤-۳. بهترین مجموعه از تدابیر فعال و غیرفعال پیشنهادی برای هر شهر در طول سال

جدول ۴، بهترین مجموعه ازتدابیرفعال وغیرفعال پیشنهادی برای هرشهر در طول یک سال را نشان می‌دهد. نتایج زیر با توجه به جدول فوق قابل استنتاج است:

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در مقایسه بین شهرهای مورد مطالعه، از لحاظ سایه‌اندازی بازشوها، بندرعباس بیشترین نیاز زمانی به این تدبیر در طول سال (۲۶/۳ ٪) دارد. شهرهای یزد، شیراز و تهران به ترتیب ۱۶/۸٪، ۱۵/۹٪ و ۱۵/۱٪ از طول سال نیاز به سایه‌اندازی دارند. اصفهان ۱۱/۹٪ و تبریز ۸٪، سایه‌اندازی در طول سال کارایی دارد.

جرم حرارتی زیاد به عنوان نوعی عایق و با امکان تخلیه حرارتی شبانه به عنوان یک تدبیر غیرفعال سرمایشی، در شرایط اقلیمی شهر بندرعباس، ۳/۸٪ از طول سال مناسب است. در شهرهای دیگر مورد مطالعه، این تدبیر جزو بهترین تدابیر پیشنهادی نیست.

اکتساب گرمای داخلی در شهرهای مورد مطالعه می‌تواند نیاز به انرژی گرمایشی را در زمان‌های سرد سال کاهش دهد این امر مستلزم درزبندی و عایق کردن مناسب بناها است. طبق نتایج حاصل بر مبنای اطلاعات اقلیمی شهرها و مقایسه آنها با جدول سایکرومتریک، می‌توان اینگونه بیان کرد که شهرهای اصفهان و شیراز با ۲۳/۵٪ مدت سال، می‌توانند حداکثر استفاده را از این تدبیر به عمل آورند در حالی که در بندرعباس، استفاده از گرمای اکتسابی داخلی، حداقل کارایی (۱۷/۵٪) را در مقایسه با بقیه شهرها، داراست.

بر اساس بهترین تدابیر پیشنهادی، کسب مستقیم خورشیدی، در تهران، شیراز، یزد، اصفهان، بندرعباس و تبریز، به ترتیب از بیشترین به کمترین کاربرد را می‌تواند داشته باشد. قابل ذکر است که در این حالت، باید میزان کارایی تدابیر فعال را نیز در نظر داشت. به عنوان مثال در تبریز، کسب مستقیم خورشیدی توانایی کمتری برای بهبود شرایط سایکرومتریکی این شهر داراست.

محافظت در برابر باد، در تبریز و تهران به ترتیب با ۲/۱٪ و ۰/۵٪ بیشترین کارایی را در طول سال دارند. در اصفهان و شیراز، ۰/۲٪ و در یزد، بادشکن ۰/۱٪ زمان سالیانه کارایی دارد. در بندرعباس بادشکن بدون کارایی است.

سرمایش تبخیری (مستقیم یا غیرمستقیم)، در یزد، تهران، شیراز، اصفهان و تبریز، به ترتیب بیشترین تا کمترین زمان از سال، سرمایش سالیانه را می‌تواند تأمین نماید. در بندرعباس، به علت رطوبت بالا، سرمایش تبخیری جهت دستیابی به آسایش حرارتی مفید نخواهد بود. در حالی که، رطوبت‌زدایی در ۱۳/۸٪ طول سال جهت دستیابی به آسایش حرارتی ضرورت دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در بندرعباس، برای دستیابی به آسایش حرارتی استفاده از تجهیزات سرمایشی همراه با رطوبت‌زدایی، ۵۱/۶٪ طول سال اتفاق می افتد. نیاز به این تدبیر فعال، در تبریز ۰/۲٪، یزد ۰/۱٪ و شیراز ۰/۱٪ است که مقدار بسیار کمی است و شهرهای تهران و اصفهان، میتوانند از سرمایش غیرتبخیری استفاده نکنند.

نیاز به گرمایش در تبریز، اصفهان، تهران، شیراز و یزد به ترتیب بیشترین تا کمترین بازه زمانی در طول سال است. در حالی که بندرعباس، براساس اطلاعات اقلیمی به گرمایش در طول سال، احتیاج بسیارکمی دارد (۲/۱٪).

جدول۴. بهترین مجموعه ازتدابیرفعال وغیرفعال پیشنهادی برای هر شهر در طول یک سال

	درصد کارایی تدابیر فعال و غیر فعال در شهرهای مختلف	تهران	تبریز	یزد	اصفهان	شیراز	بندرعباس
-	آسایش حرارتی	٪۱۹/۶	٪۱۷/۸	٪۱۹/۷	٪۲۰/۸	٪۲۰	٪۱۱/۴
تدابیر غیرفعال	سایه‌اندازی بازشوها	٪۱۵/۱	٪۸	٪۱۶/۸	٪۱۱/۹	٪۱۵/۹	٪۲۶/۳
	جرم حرارتی زیاد	-	-	-	-	-	-
	جرم حرارتی زیاد با تخلیه حرارتی شبانه	-	-	-	-	-	٪۳/۸
	اکتساب گرما از تجهیزات داخلی	٪۲۱/۳	٪۲۱/۴	٪۲۲/۵	٪۲۳/۵	٪۲۳/۵	٪۱۷/۱
	کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی کم	-	٪۳/۲	-	٪۸/۵	-	-
	کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی بالا	٪۱۴/۱	-	٪۹/۸	-	٪۱۱	٪۸/۴
	محافظت در برابر باد	٪۰/۵	٪۲/۱	٪۰/۱	٪۰/۲	٪۰/۲	-
	تهویه طبیعی	-	-	-	-	-	-
	سرمایش مستقیم تبخیری	٪۲۱/۶	٪۸/۴	-	٪۱۶	-	-
	سرمایش تبخیری دو مرحله‌ای (غیر مستقیم)	-	-	٪۲۶/۱	-	٪۲۰/۷	-

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

	درصد کارایی تدابیر فعال و غیر فعال در شهرهای مختلف	تهران	تبریز	یزد	اصفهان	شیراز	بندرعباس
تدابیر فعال	تهویه با کمک پنکه	-	-	-	-	-	-
	رطوبت‌افزایی	-	-	-	-	-	-
	رطوبت‌زدایی	-	-	-	-	-	٪۱۳/۸
	سرمایش (رطوبت‌زدایی در صورت نیاز)	-	٪۰/۲	٪۰/۱	-	٪۰/۱	٪۵۱/۶
	گرمایش (رطوبت‌افزایی در صورت نیاز)	٪۳۳	٪۵۲	٪۲۹/۸	٪۳۸/۶	٪۳۲/۹	٪۲/۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

٤-٤. آسایش حرارتی در شهرهای مختلف در ماه‌های سال

جدول ۵، درصد ساعات دارای آسایش حرارتی درماه‌های مختلف سال را نشان می‌دهد.

در تهران، بیشترین آسایش حرارتی در ماه شهریور وجود دارد. در ماه‌های آذر تا بهمن، شرایط اقلیمی به طور کامل خارج از محدوده آسایش قرار دارد و در ماه اسفند شرایط اقلیمی ثبت شده در محدوده آسایش بسیار ناچیز است.

در تبریز، در ماه‌های خرداد تا شهریور، شرایط اقلیمی ثبت شده، بیش از چهل درصد در محدوده آسایش قراردارد. در حالی که در ماه‌های آبان تا اسفند، شرایط اقلیمی به طور کامل خارج از محدوده آسایش قرار دارد و در ماه فروردین شرایط اقلیمی ثبت شده در محدوده آسایش بسیار ناچیز است.

در بندرعباس، ماه بهمن با ۳۰/۵٪ بیشترین شرایط آسایش اقلیمی را داراست و ماه‌های خرداد تا مرداد به طور کامل، آسایش حرارتی وجود ندارد و در ماه‌های اردیبهشت و شهریور شرایط اقلیمی ثبت شده در محدوده آسایش بسیار ناچیز است.

در اصفهان، در ماه‌های اردیبهشت و خرداد، شرایط اقلیمی ثبت شده، بیش از چهل درصد در محدوده آسایش قراردارد. در حالی که در ماه‌های آذر تا بهمن، شرایط اقلیمی به طور کامل خارج

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

از محدوده آسایش قرار دارد و در ماه‌های آبان و اسفند شرایط اقلیمی ثبت شده در محدوده آسایش بسیار ناچیز است.

در شیراز، ماه اردیبهشت با ۳۸/۶٪ بیشترین شرایط آسایش اقلیمی را داراست و ماه‌های آذر تا بهمن به طور کامل، آسایش حرارتی وجود ندارد و در ماه اسفند شرایط اقلیمی ثبت شده در محدوده آسایش بسیار ناچیز است.

در یزد، ماه اردیبهشت با ۴۱/۷٪ بیشترین شرایط آسایش اقلیمی را داراست و ماه دی به طور کامل، آسایش حرارتی وجود ندارد و در ماه‌های بهمن و آذر شرایط اقلیمی ثبت شده در محدوده آسایش بسیار ناچیز است (جدول ۵).

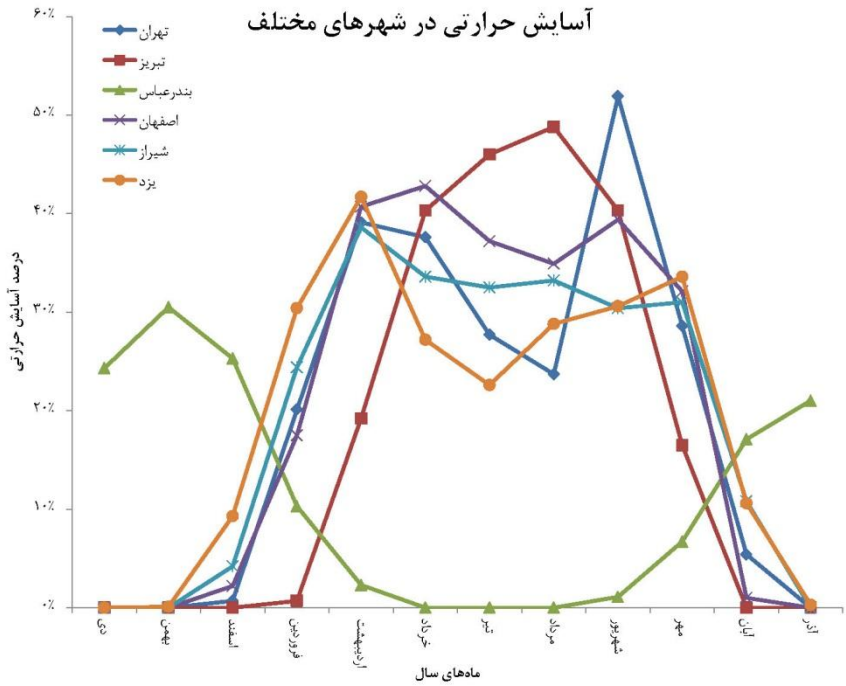
جدول۵. درصد ساعات دارای آسایش حرارتی درماه‌های مختلف سال

	یزد	شیراز	اصفهان	بندرعباس	تبریز	تهران
دی	٪۰	٪۰	٪۰	٪۲۴/۳	٪۰	٪۰
بهمن	٪۰/۱	٪۰	٪۰	٪۳۰/۵	٪۰	٪۰
اسفند	٪۹/۳	٪۴/۲	٪۲/۲	٪۲۵/۳	٪۰	٪۰/۷
فروردین	٪۳۰/۴	٪۲۴/۴	٪۱۷/۵	٪۱۰/۳	٪۰/۷	٪۲۰/۱
اردیبهشت	٪۴۱/۷	٪۳۸/۶	٪۴۰/۷	٪۲/۳	٪۱۹/۲	٪۳۹/۱
خرداد	٪۲۷/۲	٪۳۳/۶	٪۴۲/۸	٪۰	٪۴۰/۳	٪۳۷/۶
تیر	٪۲۲/۶	٪۳۲/۵	٪۳۷/۲	٪۰	٪۴۶	٪۲۷/۷
مرداد	٪۲۸/۸	٪۳۳/۲	٪۳۴/۹	٪۰	٪۴۸/۸	٪۲۳/۷
شهریور	٪۳۰/۶	٪۳۰/۴	٪۳۹/۴	٪۱/۱	٪۴۰/۳	٪۵۱/۹
مهر	٪۳۳/۶	٪۳۱	٪۳۲/۱	٪۶/۷	٪۱۶/۵	٪۲۸/۶
آبان	٪۱۰/۶	٪۱۰/۸	٪۱	٪۱۷/۱	٪۰	٪۵/۴
آذر	٪۰/۳	٪۰	٪۰	٪۲۱	٪۰	٪۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

شکل ۴ میزان آسایش حرارتی در شهرهای مختلف مطالعه شده را نشان می‌دهد. آسایش حرارتی بندرعباس در طول سال کاملاً متفاوت با شهرهای دیگر است. در تبریز، تعداد ماه‌های با آسایش حرارتی نسبی کم است. گرچه در این ماه‌ها، میزان آسایش حرارتی در سطح بالایی نسبت به بقیه شهرها قرار دارد. شهرهای اصفهان، شیراز، تهران و یزد شرایط آسایش حرارتی مشابهی دارند. اصفهان و شیراز از اردیبهشت تا مهر تغییرات شرایط آسایشی کمتری نسبت به تهران و یزد دارا هستند.



شکل۳. درصدساعات دارای آسایش حرارتی درماه‌های مختلف سال.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۵. بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱. یافته های مهم تحقیق

در تهران از آذر تا اسفند آسایش حرارتی وجود ندارد (جدول ۵) که این نتیجه با تحقیق میرموسوی و همکاران (۱۳۹۳) کاملاً همخوانی دارد. در شیراز آسایش حرارتی در اردیبهشت تا مهر بالای ۳۰٪ است که میزان بیشتر آسایش حرارتی در این شهر، از بهار تا ماه اول پاییز را نشان می‌دهد. نتایج تحقیق قبلی در این زمینه، آسایش حرارتی مطلوب در بهار و اوایل پاییز را تأیید می‌کند با این حال شرایط تابستان (تیر و مرداد) را گرم و در عین حال، قابل قبول معرفی می‌کند (صفایی پور و شبانکاری و تقوی، ۱۳۹۲).

در تبریز، بیشترین آسایش حرارتی از خرداد تا شهریور است. در یافته‌های پیشین بر شرایط مناسب آسایش حرارتی در تبریز از اردیبهشت تا مهر و خصوصاً تابستان اشاره شده است (غفاری جباری و حیدری، ۱۳۸۹؛ رحیمی و احمدی، ۱۳۹۲). در یزد اردیبهشت و مهر مناسب‌ترین شرایط آسایش حرارتی را دارد. مطالعات امیدوار و علیزاده شورکی و زارع‌شاهی، (۱۳۹۰)، نیز وجود شرایط آسایش بر مبنای شاخص گیونی در این دو ماه را تأیید می‌کند. نتایج این تحقیق، در اصفهان، درصد آسایش حرارتی مناسب بین ماه‌های اردیبهشت تا مهر را نشان می‌دهد که با تحقیق گندمکار (۱۳۹۳)، درباره شرایط اقلیم گردشگری اصفهان نیز مطابقت دارد.

در بندرعباس، از آبان تا اسفند، درصد آسایش حرارتی بیشتر از سایر ماه‌هاست. این مسأله، بیان می‌دارد که گرچه در زمستان، شب هنگام هوا خنک‌تر از محدوده آسایش است اما به دلیل اینکه، در روز زمستان دما به آسایش حرارتی نزدیک‌تر است لذا میانگین ماهانه آسایش حرارتی در زمستان، بالاتر از دیگر ماه‌هاست. طبق مطالعات کسمایی (۱۳۷۲)، حداقل آسایش حرارتی در طول سال در اقلیم شدیداً سرد و معتدل برآورد شده است. در حالی طبق نتایج مطالعه موردی این تحقیق، بندرعباس با اقلیم معتدل- خیلی گرم و مرطوب، آسایش حرارتی سالانه کمتری نسبت به تبریز با اقلیم شدیداً سرد- معتدل دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در مطالعات پیشین، در اقلیم نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک، بیشترین نیاز سالانه استفاده از انرژی خورشیدی، سرمایش تبخیری و مصالح ساختمانی سنگین بیان شده است (کسمایی، ۱۳۷۲). نتایج این تحقیق برای تهران با همین اقلیم، سرمایش تبخیری، اکتساب گرما از تجهیزات داخلی و کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی بالا را به عنوان بهترین تدابیر انتخابی با بیشترین نیاز سالانه انرژی غیرفعال پیشنهاد می‌کند. در صورتی که، در اصفهان با اقلیم نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک، اکتساب گرما از تجهیزات داخلی، سرمایش تبخیری و کسب مستقیم خورشیدی با جرم حرارتی کم، بیشترین نیازهای سالانه معرفی می‌گردد. نتایج این تحقیق، گرچه اولویت‌بندی متفاوت زمانی نیازها در شهرهای تهران و اصفهان را بیان می‌کند اما از جنبه نوع تدابیر موافق نتایج پیشین است.

این تفاوت‌ها برای یزد و شیراز به عنوان شهرهایی در پهنه اقلیمی نسبتاً سرد- گرم و خشک نیز قابل بررسی است. در پیشینه تحقیق طبق جدول ۳، کسب خورشیدی، مصالح سنگین و سرمایش تبخیری بیشترین نیاز سالانه انرژی غیرفعال این اقلیم است. در حالی که طبق نتایج این تحقیق (جدول ۴)، در یزد، سرمایش تبخیری، اکتساب گرما از تجهیزات داخلی و سایه‌اندازی بازشوها بیشترین نیاز سالانه اقلیمی بهترین تدابیر غیرفعال هستند. از سوی دیگر، شیراز در همین اقلیم، بیشترین نیاز سالانه را به اکتساب گرما از تجهیزات داخلی و سپس سرمایش تبخیری و سایه‌اندازی بازشوها دارد. به عبارت دیگر، در اقلیم نسبتاً سرد- گرم و خشک، در یزد بیشترین نیاز زمانی در طول سال به تدبیری سرمایشی است. در حالی که، در شیراز بیشترین نیاز زمانی در طول سال به تدبیری گرمایشی است. نتایج این تحقیق علاوه بر نتایج همراستا با تحقیقات پیشین، بر لزوم سایه‌اندازی و اهمیت آن در اقلیم نسبتاً سرد- گرم و خشک توجه دارد.

بر طبق مطالعات پیشین، در تبریز با اقلیم شدیداً سرد- معتدل، انرژی خورشیدی و مصالح ساختمانی سنگین بیشترین نیاز سالانه تعریف شده است (کسمایی، ۱۳۷۲: ۲۷۰). نتایج این تحقیق، نشان می‌دهد که اکتساب گرما از تجهیزات داخلی، سرمایش تبخیری و سایه‌اندازی بازشوها، بیشترین نیاز برای آسایش حرارتی را در بین بهترین تدابیر غیرفعال به خود اختصاص داده است. این بدان

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

علت است که در تبریز جهت دستیابی به آسایش حرارتی، نیاز به گرمایش فعال و همچنین حفظ گرمای اکتساب شده از تجهیزات داخلی ضروری است.

کسمایی (۱۳۷۲)، کوران هوا در فضای داخلی و انرژی خورشیدی را بیشترین نیاز غیر فعال اقلیم معتدل- خیلی گرم و مرطوب بیان می‌کند. در حالی که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در بندرعباس، سایه‌اندازی بازشوها، اکتساب گرما از تجهیزات داخلی و کسب مستقیم انرژی خورشیدی با جرم حرارتی بالا بیشترین نیاز سالانه برای بهترین تدابیر منتخب این شهر هستند. طبق نتایج این تحقیق، سایه‌اندازی از لحاظ زمانی دارای اهمیت بیشتری است. وجود تهویه، اگرچه کمکی به آسایش حرارتی خواهد بود اما از لحاظ زمانی، بیشترین سهم برای پاسخگویی به آسایش حرارتی را به خود اختصاص نداده است. بیشترین نیاز گرمایش و سرمایش فعال در تبریز و بندرعباس به ترتیب ۵۲ و ۵۱/۶٪ است که با یافته‌های کسمایی (۱۳۷۲) همخوانی دارد.

جدول ۶، رتبه بندی راهکارهای مناسب طراحی معماری ساختمان‌ها بر اساس بهترین مجموعه تدابیر انرژی حاصل از تحلیل نمودار سایکرومتریک را برای شهرهای مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول۶. رتبه بندی راهکارهای طراحی معماری بر اساس بهترین مجموعه تدابیر انرژی

	عایق حرارتی و درزبندی مناسب	سرمایش تبخیری مانند استفاده از حوض آب در مسیر کوران هوا یا کولر آبی	استفاده از سایه بان در نماهای ساختمان	طراحی مناسب بازشوها برای کسب مستقیم انرژی خورشیدی با جرم حرارتی بالا	طراحی مناسب بازشوها برای کسب مستقیم انرژی خورشیدی با جرم حرارتی کم
تهران	رتبه ۲	رتبه ۱		رتبه ۳	
اصفهان	رتبه ۱	رتبه ۲			رتبه ۳
شیراز	رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳		
یزد	رتبه ۲	رتبه ۱	رتبه ۳		
تبریز	رتبه ۱	رتبه ۲	رتبه ۳		
بندرعباس	رتبه ۲		رتبه ۱	رتبه ۳	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۵-۲. جمع بندی و نتیجه گیری

به نظر می‌رسد سه تدبیر غیرفعال در اقلیم شهرهای مورد مطالعه، کارایی زمانی بیشتری دارند که عبارتند از: حفاظت از گرمای کسب شده داخلی، سرمایش تبخیری و سایه‌اندازی پنجره‌ها. در همه شهرهای مورد مطالعه محافظت از گرمای اکتسابی داخل بنا، یک تدبیر غیرفعال کاراست که این مسأله بر ضرورت استفاده از عایق‌بندی و درزبندی مناسب تأکید دارد این تدبیر، در شرایط آب و هوایی سرد تبریز، اصفهان و شیراز در اولویت نخست قرار دارد. یزد و تهران با تابستان‌های گرم می‌توانند بیشترین استفاده زمانی از سرمایش تبخیری را داشته باشند. سایه‌اندازی پنجره‌ها، به عنوان کاراترین تدبیر غیرفعال زمانی برای اقلیم گرم و مرطوب بندرعباس است گرچه برای شهرهای دیگر نیز پیشنهاد می‌شود.

در واقع، کاربرد بهترین مجموعه تدابیر غیرفعال معرفی شده برای اقلیم هر شهر، مصرف انرژی‌های لازم برای سرمایش و گرمایش در بخش ساختمان‌های مسکونی را به حداقل می‌رساند. به همین دلیل، استفاده مناسب از سایه‌اندازی و سرمایش تبخیری در همه شهرهای مورد مطالعه به جز بندرعباس، تقریباً نیاز به سرمایش فعال را مرتفع می‌سازد. همچنین استفاده از عایق و درزبندی مناسب و کسب مستقیم انرژی خورشیدی نیاز به گرمایش فعال را به حداقل می‌رساند. قابل ذکر است که استفاده از تدابیر به صورت منفرد نیز می‌تواند اتفاق بیفتد که در بخش مربوطه توضیح داده شد. اما بهترین مجموعه تدابیر غیرفعال و فعال، آسایش حرارتی را با حداقل مصرف انرژی و حداکثر کارایی زمانی فراهم می نماید. تحلیل‌های اقلیمی، آسایش حرارتی و تدابیر طراحی ارائه شده در این تحقیق می تواند ضمن ایجاد دیدگاهی قیاسی از شهرهای مختلف، به طراحان و معماران این امکان را می‌دهد که انتخاب مناسبی از اولویت‌بندی تدابیر طراحی غیرفعال و فعال در طرح‌های خود در شهرهای مورد مطالعه داشته باشند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

منابع

امیدوار، کمال؛ رستم گورانی، ابراهیم؛ بیرانوندزاده، مریم، و سمیه ابراهیمی (۱۳۸۹)، "بررسی تأثیرات اقلیمی بر معماری بومی سواحل جنوبی :بندرعباس"، چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام.

امیدوار، کمال؛ علیزاده شورکی، یحیی و عبدالنبی زارعشاهی (۱۳۹۰)، "تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مدارس شهر یزد بر اساس شاخص های زیست اقلیمی"، *مجله معماری اقلیم گرم و خشک*، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱۰۱-۱۱۷.

صفایی پور، مسعود؛ شبانکاری، مهران و سید طیبه تقوی (۱۳۹۲)، "شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان (مطالعه موردی: شهر شیراز)"، *مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، دوره۲۴، شماره ۵۰، صص ۱۹۳-۲۱۰.

غفاری جباری، شهلا و شاهین حیدری (۱۳۸۹)، "تعیین محدودهٔ زمانی آسایش حرارتی برای شهر تبریز"، *مجله مهندسی مکانیک مدرس*، دوره ۱۰، شماره۴، صص ۳۷-۴۴.

قویدل رحیمی، یوسف و محمود احمدی (۱۳۹۲)، "برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز"، جغرافیا و توسعه، ۱۱ (۳۳)، ۱۷۳-۱۸۲.

کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲)، "پهنه بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط های مسکونی"، چاپ اول، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران.

گندمکار، امیر (۱۳۹۳)، "توزیع مکانی و زمانی شاخص اقلیم آسایش گردشگری استان اصفهان"، *مجله تحقیقات جغرافیایی*، دوره ۲۹، شماره ۳، صص۲۰۳-۲۱۴.

میرموسوی، سید حسین؛ شفیعی، شهاب و زهرا تقی‌زاده (۱۳۹۳)، "ارزیابی و برآورد درجه روز و شاخص سازگاری دمایی جهت طراحی مسکن همساز با اقلیم (مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مهرآباد تهران) "، *مجله اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، شماره۲۳، صص ۸۱-۸۷.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

Ajibola K. (2001), "Design for Comfort in Nigeria- A Bioclimatic Approach", *Renew Energy*, Vol. 23 No. 1, pp. 57–76.
Albatici R. (2006), "Local Tradition and Bioclimatic Architecture in the Italian Alpine Region", *In: PLEA 2006—23rd International Conference on Passive and low Energy Architecture*, Conference Proceedings, pp. I107–12.
Almusaed A. and A. Almssad (2006), "Bioclimatic Interpretation Over Vernacular Houses from Historical City Basrah", *In: PLEA 2006: 23rd International Conference on Passive and low Energy Architecture*, Universitede Geneve, pp. 87–91.
ASHRAE (2004), "ANSI/ ASHRAE Standard 2004-55, Thermal Comfort Conditions for Human Occupancy", *American Society of Heating, Air-Conditioning, and Refrigeration Engineers*, Inc.
ASHRAE (2005), *Chapter 8, Thermal Comfort, ASHRAE Handbook of Fundamentals*, Atlanta Georgia: American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers, Inc.
Balbo R. (2006), "Shape, Culture and Environment: A Lesson of Urban Design from Dakhleh Oasis, Egypt", *In: PLEA 2006—the 23th Conference on Passive and low Energy Architecture*, Geneva, Switzerland: Universitede Geneve, vol. 2, pp. 49–55.
Bosqued A.; Palero S.; San Juan C.; Soutullo S.; Enríquez R.; Ferrer J.A; Martí J.; Heras J.; Guzmán J.D.; Jiménez M.J; Bosqued R.and M.R. Heras(2006), "Arfrisol, Bioclimatic Architecture and Solar Cooling Project", *In: Proceedings of PLEA2006 Passive and low Energy Architecture*, Geneva, Switzerland.
Bowen A. (1983), "Bioclimatic Design Approaches for al Tihamat Ai Hijaz, Saudi Arabia", *Solar Energy and the Arab World*, Vol. 63.
Brown G. (2009), "Pleasure and Performance", *In: 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Quebec City, Les Presses de l'Universite Laval.
Butera F. M. (1994), "Energy and Buildings in Mediterranean Countries: Present and Future", *Renew Energy*, Vol. 5 No. 5–8, pp. 942–9.
Cañas I. and S. Martín (2004), "Recovery of Spanish Vernacular Construction as a Model of Bioclimatic Architecture", *Build Environ*, Vol. 39 No. 12, pp. 1477–95.
Cirvini S. A. (2011), Vernacular Architecture in the Cuyo Region (Argentina).
De Filippi F. (2006), "Traditional Architecture in the Dakhleh Oasis, Egypt: space, form and Building Systems", *PLEA Proc*, Vol. 1 No. 43– 8.
Dobrinova A. (2009), "Old Bulgarian Architecture— An University of Solar Energy Application", *In: Goswami D, Zhao Y, editors. Proceedings of ISES world congress 2007 (vols. I–V). Springer*, Berlin, Heidelberg. pp. 3054–8.
Ebrahimpour A. (2011), "ITMY (Iran Typical Meteorological Year) Data", Reterived from https://energyplus. net/weather-region/asia_wmo_region_2/IRN%20%20.
Fezzioui N.; Khoukhi M.; Dahou Z.; Aït-Mokhtar K. and Saleh Larbi (2009), "Bioclimatic architectural design of ksar de kenadza: South-west area of algeria hot and dry climate", *ArchitSciRev*, Vol. 52 No. 3), pp. 8- 221.
Font F. and P. Hidalgo (2011), "Rammed Earth in Spain: Current Techniques and Examples", *Inf Constr* , Vol. 63, No. 523, pp. 21–34.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

Francese D. and S. Papavassiliou (2005), "Bioclimatic Performances of Rammed Earth Constructions: A Case Study Under Tropical Climate", In: 22nd international Conference, PLEA2005: Passive and Low Energy Architecture Environmental Sustainability: the Challenge of Awareness in Developing Societies, Proceedings, Vol. 1, pp. 141–4.

Gallo C. (1994), "Bioclimatic Architecture", *Renew Energy*,Vol. 5 No. 5–8, pp. 1021–7.

Gallo C. (1996), "Initiatives in the Field of University Education for Bioclimatic Architecture, World Renewable Energy Congress {IV}", Denver, Colorado, USA, June15–21, *Renew Energy*, Vol. 8 No. 1–4, pp. 315–8.

Gerber M. (1981), "Towards A Bioclimatic Architecture", pp. 669–71.

Givoni, B. (1992), "Comfort, Climate Analysis and Building Design Guidelines", *Energy and Buildings*, Vol. 18 No. 1, pp. 11-23.

Herde AD and A. Nihoul (1994), "Overheating and Daylighting in Commercial Buildings", *Renew Energy*, Vol. 5, No. 5–8, pp 917–9.

Indraganti M. (2010), "Understanding the Climate Sensitive Architecture of Marikal, a Village inTelangana Region in AndhraPradesh, India", *BuildEnviron*, Vol. 45, No. 12, pp. 2709–22.

Jones DL. (1998), "Architecture and the Environment: Bioclimatic Building Design", New York: Overlook Pr.

Liggett, R. and M. Milne (2014), "Climate Consultant 6", *UCLA Energy Design Tools Group*.

Los, S. and N. Pulitzer (1985), "Italian Regional Monograph", *In: Bowen A, Editor. Passive and low Energy Ecotechniques*, Mexico City, Pergamon, pp. 492–516.

Manríquez, R.; Fuentes, V. and L. Guerrero (2006), "Traditional Architecture and Bioclimatic Design case of Study: Tecozautla, hgo. Mexico", *In: PLEA2006— 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Conference Proceedings, pp. II899–904.

Manzano-Agugliaro, F. et al. (2015), "Review of Bioclimatic Architecture Strategies for Achieving Thermal Comfort", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 49, pp. 736-755.

Neves L. (2006), "Architecture Integrated to Nature: the Use of Timber by Severiano Porto in Brazilian Amazon", *In: PLEA2006— 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Conference Proceedings, pp. I49–53.

Oikonomou, A. and F. Bougiatioti (2011), "Architectural Structure and Environmental Performance of the Traditional Buildings in Florina,{NW} greece", BuildEnviron, Vol. 46 No. 3, pp. 669–89.

Rassam, S. M. (1985), "The Thermal Concept of the Traditional Arab Marketplace Analysis and Proposals", *In: Bowen A, Editor. Passive and low Energy eco Techniques*, Mexico City, Pergamon, pp. 653–63.

Sakarellou-Tousi N. and B. , Lau (2009), "The Vernacular Dwellings of Mount Pelion in Greece".

Sala, M. and L. Nelli (1994), "Bioclimatic Architecture in Europe; an Handbook in Advanced Technology", *Renew Energy*, Vol. 5, No. 5–8, pp. 1173–7.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

Shakoor, A. (2011), "Analysis of the Role of Natural Environment in the Compatibility of Human Settlements with it Emphasizing Application of Climate in Esfahan Rural Architecture, Iran", *Aust J Basic Appl Sci*, Vol. 5 No. 12, pp. 1524–6.
Singh, M. K.; Mahapatra, S. and S. Atreya (2011), "Solar Passive Features in Vernacular Architecture of North-East India", *Solar Energy*, Vol. 85, No. 9, pp. 2011–22.
Soria, F.; Guerrero, L. and A. García (2011), "Traditional Rammed Earth Construction: Conservation of Built Heritage in México", *In: WIT Transactions on the Built Environment*, Vol. 118, pp. 497–506.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]