نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۱، شماره ۵۹، بهار ۱۳۹۶، صفحات ۲۱-۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۳/۱۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۱۱/۱۲

تحلیلی بر شرایط زیست اقلیمی و درجه روزهای نیاز گرمایشی و سرمایشی شهر اسلام‌آباد غرب

علیرضا انتظاری[۱]
حمزه احمدی[۲]
مختار کرمی[۳]
طالب احمدی[۴]

چکیده

یکی از کاربردهای اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی شناخت پتانسیل‌های بیوکلیمایی مناطق مختلف است. در این تحقیق، شرایط زیست اقلیمی شهر اسلام‌آباد غرب براساس داده‌های اقلیمی در مقیاس ماهانه براساس شاخص‌های زیست‌قلیمی، بیکر، ترجونگ، فشار عصبی، سوز باد و اولگی ارزیابی شد، نیازهای گرمایشی و سرمایشی شهر اسلام‌آباد غرب نیز با استفاده از داده‌های دمای روزانه و روش درجه روزهای فعال (GDD) در آستانه‌های دمایی مختلف مشخص گردید. نتایج نشان می‌دهد که، ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان دارای بیوکلیمای آسایشی و ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند به‌دلیل تنش سرما و ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور نیز به‌علت تنش گرما خارج از محدوده آسایش هستند. نتایج شاخص‌های ترجونگ، اولگی و سوز باد با شرایط اقلیمی منطقه همخوانی بیش‌تری دارند. براساس آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد پتانسیل گرمایی

۱ـ استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری.
۲ـ دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی کشاورزی، دانشگاه حکیم سبزواری. Email:hamzehahmadi2009@gmail.com
۳ـ استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری.
۴ـ دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه کردستان.

منطقه مورد مطالعه از اواسط خرداد تا اواخر شهریور ماه به بالاترین سطح می‌رسد، با توجه به پتانسیل گرمایی در این بازه زمانی بیوکلیمای انسانی خارج از محدوده آسایش قرار دارد، برای تعدیل دمای محیط نیاز سرمایشی ضروری می‌باشد. با توجه به واقع شدن منطقه در اقلیم نیمه سرد وجود ۲۰۷ درجه روز سرمایش و ۲۲۷۳ درجه روز گرمایش لزوم برنامه‌یزی جهت طراحی اقلیمی که به کاهش مصرف انرژی منتهی گردد را بیش از پیش ایجاب می‌کند. بالاترین میزان انحراف از شرایط بهینه حرارتی از آبان تا دی ماه رخ می‌دهد، که استفاده از نیاز گرمایش برای تعدیل دمای محیط را ضروری می‌سازد. نتایج این دستاوردها در بهینه‌سازی مصرف انرژی همچنین مدیریت سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی در مناطق مسکونی حائز اهمیت است.

واژگان کلیدی: آستانه حرارتی، شاخص‌های زیست اقلیمی، درجه روز، نیاز سرمایشی و گرمایشی.

مقدمه

بیوکلیماتولوژی[5] یا اقلیم‌شناسی حیاتی، علم مطالعه و ارزیابی تأثیرات هوا و اقلیم بر روی موجودات زنده اعم از گیاهی و جانوری است. منظور از شرایط آسایش انسان مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی حداقل برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد (جهانبخش، ۳۷۷: ۶۷). بیوکلیمای آسایش انسانی نیز مجموعه شرایطی است که انسان از نظر شرایط محیطی در۸۰ درصد احساس راحتی نماید (کاویانی، ۱۳۷۲: ۷۸). امروزه آسایش و رفتار انسان در قالب یکی از شاخه‌های علمی با عنوان زیست اقلیم انسانی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۷۳). مطالعات زیست – اقلیمی[6] پایه و اساس فعالیت‌های معماری، شهرسازی و مصرف انرژی می‌باشد (صادقی روش، ۱۳۸۹: ۷۷). آب وهوا تا حدود زیادی مکان‌های توریستی را تعیین کرده و بر ویژگی‌های محیطی، تیپ مساکن و نوع وسایل آن‌ها تأثیرگذار بوده است (بلن[7]، ۲۰۰۵: ۵۷۱). توجه ویژه انسان به مطالعات آسایش گرمایی بخصوص درسده اخیر به ارایه انواع روش‌ها و تکنیک‌های مطالعه

5- Bioclimatology
6- Bioclimatic
7- Belen

وضعیت زیست اقلیم انسانی در محیط مسکون و غیرمسکون منجر گردیده است (گیونی[۸]، ۱۹۹۷: ۳). شرایط آسایش و عدم آسایش از جنبه حرارتی را می‌توان بر اساس پارامترهای اقلیمی، تابش خورشیدی، رطوبت، سرعت باد و بخصوص درجه حرارت ارزیابی کرد (تسلیو[۹] و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۳۴۶). امروزه مطالعات بیوکلیمای انسانی پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمران ناحیه‌ای است (ترنر[۱۰]، ۲۰۰۳: ۲۸). تحلیل داده‌های اقلیمی راهنمایی برای طراحی ساختمان‌ها محسوب می‌شود (گیونی، ۱۹۹۲: ۱۱). سازندگان بناها و سازه‌ها می‌توانند با آگاهی از درجه سرمایش و گرمایش روزانه یک منطقه، طراحی صحیح و مناسبی از تـجهیزات و تهویه مطبوع داشتـه باشند. با تـرکیب درجه سرمایش و گرمایش روزانه، می‌توان به شاخصی عملی از انرژی سالانه دست یافت (بابایی، ۱۳۹۱: ۹۴). در ایجاد محیطی سالم و مناسب برای فعالیت انسان، تأمین نیازهای حرارتی انسان در هر دو نوع فضای یاد شده ضروری است (کسمایی، ۱۳۷۹: ۸۹). نیازهای گرمایشی و سرمایشی در ساختمان‌ها را می‌توان به‌وسیله روش درجه روز مشخص نمود (بایوکلاکا[۱۱] و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۶۹). بررسی نیاز گرمای می‌تواند ابزار مفیدی برای مهندسان در برآورد انرژی گرمایی مصرفی در منازل و همچنین در مطالعات کاربردی اقلیم، مانند آلودگی هوای شهری مورد استفاده قرار بگیرد (ماتزارکیس و بلافوتیس[۱۲]، ۲۰۰۴: ۱۸۲۷).

گیونی[۱۳] (۱۹۹۲) در پژوهشی تحلیل آسایش اقلیمی و راهنمای طراحی ساختمان را ارزیابی نموده است، وی استانداردهای آسایشی ساختمان را از جنبه اقلیمی بررسی نموده و راهکارهایی برای نیازهای سرمایش و گرمایش ساختمان‌ها ارائه نموده است. بایوکلاکا و همکاران (۲۰۰۱) برای HDD مبنای دمایی از ۱۴ تا ۲۲ درجه سانتی گراد و برای CDD مبنایی از ۱۸ تا ۲۸ درجه سانتی گراد مشخص نموده اند. ماتزارکیس و بلافوتیس (۲۰۰۴)

8- Giviny
9- Tseliou
10- Turner
11- Buyukalaca
12- Matzarakis & Blafoutis
13- Givoni

در منطقه مشخص کردند که تعیین میزان HDD برای پروژه‌های مربوط به انرژی و دیگر کاربردهای محیطی حائز اهمیت می‌باشد. مطالعات فرانک [۱۴](۲۰۰۵) نشان داده که حفاظت نور خورشید برای گرمادهی در ایام سرد و همچنین خنک کردن در ایام گرم بستگی به شرایط اقلیمی و همچنین طراحی ساختمان دارد. ایمان و محمود،[۱۵] (۲۰۱۱) آسایش حرارتی برای طراحی اقلیمی ساختمان در مصر بر اساس درجه حرارت محیط ارزیابی کرده است. یانگ[۱۶] و همکاران (۲۰۱۴) مشخص نموده‌اند در تابستان خنک‌سازی افزایش می‌یابد و همچنین تحت شرایط تغییر اقلیم مصرف انرژی در ماه‌های گرم سال افزایش می‌یابد.

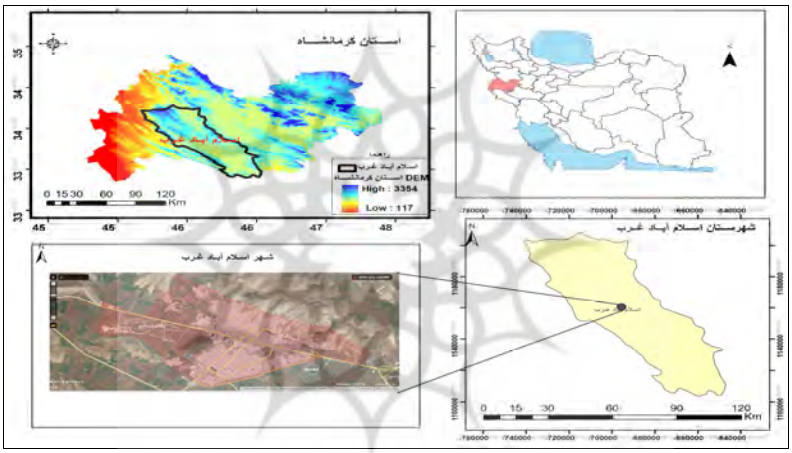
کاویانی (۱۳۷۱) با استفاده از معادله بیکر نقشه بیوکلیمایی تابستانه و زمستانه برای نواحی شمالی و جنوبی ایران تعیین کرد. جهانبخش (۱۳۷۷) با ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیاز حرارتی، تقویم نیاز حرارتی را برای این شهر تعیین کرده است. خلیلی (۱۳۸۳) با استفاده از مدل‌های اولگی و گیونی اقدام به اندازه‌گیری نیاز انرژی ماه‌های مختلف سال برحسب درجه روز سرمایش و یا درجه روز گرمایش نموده‌اند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۹) وضعیت آسایشی را براساس داده‌های اقلیمی جهت صرفه‌جویی در زمینه انرژی ساختمان را بررسی نموده‌اند. ترحم‌مند (۱۳۸۹) با استفاده از روش‌های زیست اقلیمی و برآورد نیازهای گرمایشی و سرمایشی، شرایط بیوکلیمایی بهینه برای مساکن سنتی بهبهان را مشخص نموده اند. رمضانی‌گورابی و کاظم‌نژاد (۱۳۹۰) براساس روش گیونی و برآورد HDD و CDD مشخص نموده‌اند که ماه‌های اردیبهشت و آذر کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار نیاز به گرمایش را دارا می‌باشند. امروزه مطالعات و بررسی‌های بیوکلیمای انسانی پایه و اساس بسیاری از برنامه‌های شهری و سکونتگاهی می‌باشد. با توجه به نقش اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی، تحقیق حاضر در نظر دارد تا بر مبنای داده‌های اقلیمی در مقیاس ماهانه و درجه حرارت روزانه، شرایط آسایشی و عدم آسایشی و همچنین درجه روزهای نیاز گرمایش و

14- Frank
15- Ayman & Mahmoud
16- Yang

سرمایش منطقه مورد مطالعه را به‌منظور برنامه‌ریزی شهری و همچنین بهینه‌سازی مصرف انرژی مورد ارزیابی قرار بدهد.

مواد و روش‌ها

شهر اسلام‌آباد غرب با موقعیت جغرافیایی ″۴۱ ′۶ °۳۴ عرض شمالی تا ″۳۶ ′۳۱ °۴۶ طول شرقی، در جنوب غربی استان استان کرمانشاه واقع شده است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهر اسلام‌آباد غرب

در این تحقیق داده‌های اقلیمی پارامترهای، متوسط بیشینه دما، متوسط کمینه دما، متوسط بیشینه رطوبت نسبی، متوسط کمینه رطوبت نسبی، بارش، سرعت باد و ساعات آفتابی ایستگاه سینوپتیک اسلام‌آباد غرب، در مقیاس زمانی ماهانه برای دوره آماری ۲۵ ساله از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰ و همچنین داده‌های کمینه، بیشینه و میانگین درجه حرارت روزانه برای دوره ۲۰ ساله از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۰، از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. روش‌ها و مدل‌های گوناگونی برای شناخت درجه تأثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر روی ارگانیسم انسان ابداع شده است که در این تحقیق روش‌های همساز با اقلیم منطقه مورد

مطالعه، بررسی گردید. این بررسی مبتنی بر مرسوم‌ترین روش‌های تجربی موجود است، امکان می‌دهد که با استفاده از این روش‌ها، بیوکلیمای شهر اسلام‌آباد غرب را از نظر شرایط حرارتی، آثار فیزیولوژیکی و همچنین میزان درجه روز نیاز برای گرمایش و سرمایش مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و الگوی مناسبی از آسایش و عدم آسایش در منطقه مورد مطالعه در طول ماه‌های سال ارائه شود. آسایش و عدم آسایش در طول سال براساس شاخص‌های زیست اقلیمی (بیکر، ترجونگ، فشار عصبی، اولگی و سوزباد) براساس آمار ماهانه پارامترهای اقلیمی ارزیابی شد (جدول ۱).

جدول (۱) شاخص‌های زیست اقلیمی

شاخص‌های زیست‌اقلیمی	رابطه	ملاحظات
شاخص بیکر	$cp=(0.26+0.34\times v^{0.632})\times(36.5-t)\ mcal/cm^2$	CP: قدرت خنک‌کنندگی محیط . V: سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه، T: معدل دمای روزانه بر حسب درجه سلسیوس
شاخص ترجونگ	این شاخص براساس ضریب راحتی و ضریب تاثیر خنک کنندگی باد استوار است (برغمدی، ۱۳۸۹: ۳۳).	
شاخص اولگی	با استفاده از میانگین درازمدت ماهانه چهار عنصر اقلیمی بیشینه دما، کمینه دما، بیشینه و کمینه رطوبت نسبی جدول بیوکلیماتیکی ارائه کرده که در آن حدود آسایش انسان براساس تغییرات این چهار عنصر تعیین شده است.	
شاخص فشار عصبی	$I=(0.5+U^2\times10^{-4})(T-80+0.11U)$	U: سرعت باد به متر برثانیه، T: درجه حرارت به سانتی‌گراد
شاخص سوز باد	$H=(10.45+10\sqrt{V}-V)(33-t)$	H: دفع انرژی برحسب کیلو کالری در مترمربع، V: سرعت باد به متر بر ثانیه، T: متوسط دما به سانتی‌گراد

به منظور برآورد درجه روز نیاز گرمایشی و سرمایشی در ابتدا برمبنای کمینه و میانگین درجه حرارت روزانه با استفاده از روش درجه روزهای فعال، GDD[17] پتانسیل گرمایی منطقه مورد مطالعه در آستانه‌های دمایی صفر و ۱۰ درجه سانتی گراد، محاسبه گردید، به‌طوری که ابتدا، اولین رخداد آستانه مورد نظر مشخص شده و سپس میانگین دمای روزانه تا زمان آخرین رخداد آن آستانه براساس (رابطه ۱) به‌صورت تجمعی محاسبه می‌گردد. در روش دماهای فعال کلیه مقادیر درجه حرارت‌های روزانه (بدون کسر کردن درجه حرارت‌های پایه) با یکدیگر جمع می‌شود (شائمی، ۱۳۷۱: ۷۴).

$$HU = \sum_{i}^{N} \frac{T_{Max} + T_{Min}}{2}$$ رابطه (۱)

در رابطه بالا، HU، مجموع درجه روزهای حرارتی فعال، T_{min}، کمینه دمای روزانه، T_{max}، بیشینه دمای روزانه. نیاز سرمایشی و گرمایشی برمبنای میانگین دمای روزانه براساس روابط (۲ و۳) محاسبه گردید:

$$CDD = \sum (T_{Mean} - T_b) \qquad T_b = 23/9$$ رابطه (۲)

$$HDD = \sum (T_b - T_{Mean}) \qquad T_b = 18.3$$ رابطه (۳)

در روابط بالا T_{Mean} میانگین دمای روزانه، T_b به‌ترتیب برابر با ۲۳/۹ و ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد مشخص شده است، آستانه‌های دمایی با توجه به وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه و اقتباس از تحقیقات خلیلی (۱۳۸۳) و فرجی (۱۳۸۷) مشخص شده است. برای برآورد میزان انحراف از شرایط بهینه حرارتی از میانه دو آستانه ذکر شده استفاده گردید که مقدار آن برابر با ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دماهای آستانه دمایی اعداد متفاوتی بوده و در شرایط مختلف ارقام فرق می‌کند ولی به‌طور کلی برای حدود آسایش انسان ارقام ۱۹ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد شده است. در شرایط اقلیمی ایران نیز ارقام مختلفی توسط

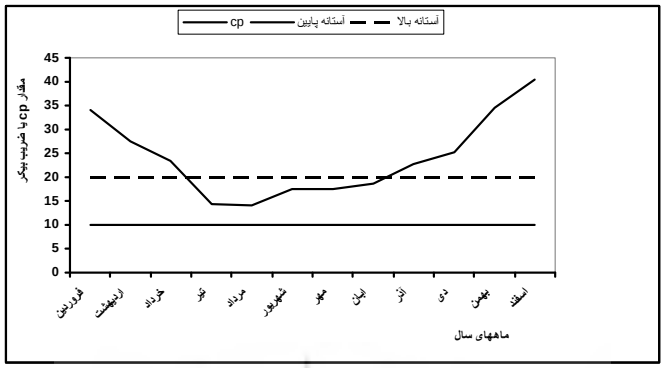
17- Growing Degree Day

محققان پیشنهاد گردیده که اعداد ۲۰ و ۲۴/۵ درجه، اعداد مطلوبی است (فرجی و همکاران، ۱۳۸۷: ۷۵).

یافته‌ها و بحث

شاخص بیکر

براساس شاخص بیکر، وقتی مقدار cp کم‌تر از ۵ یا بیش‌تر از ۲۰ باشد، فشار بیوکلیمایی بروز خواهد کرد و ارگانیسم انسان را دچار ناراحتی خواهد نمود (حیدری و همکاران، ۱۳۹۱: ۹۲). با استفاده از روش بیکر مقدار خنک‌کنندگی محیط در ایستگاه اسلام‌آباد غرب در شکل (۳) مشخص شده است. میزان cp در ماه‌های فروردین و بهمن از وضعیت هوای سرد و تحریک بیوکلیمایی متوسط تا شـدید، اسفند ماه با هوای خیلی سرد و تحریک بیوکلیمایی به‌طور متوسط فشاردهنده برخوردار می‌باشند. ماه‌های اردیبهشت، خرداد و آذر با هوای خنک دارای تحریک بیوکلیمایی ملایم و ماه‌های، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان با وضعیت هوای ملایم و مطبوع از آسایش بیوکلیمایی برخوردار می‌باشند. شکل (۳) نشان می‌دهد که، در ماه‌های فصل زمستان مقدار cp درحد ۳۴ میکرو کالری بر سانتی‌متر در ثانیه است که نشان‌دهنده فشار بیوکلیمایی ناشی از سرمای شدید در طول این فصل است، در فصل بهار به‌تدریج از مقدار آن کاسته می‌شود و شرایط محیطی از حالت فشار شدید در زمستان، به حالت شرایط متوسط تا سرد ملایم تغییر می‌یابد، در طول فصل تابستان قدرت سردکنندگی محیط تا رقم ۱۴/۲ میکرو کالری افت می‌کند که معرف شرایط نسبی آسایش در این زمان هست. با نزدیک شدن به فصل پاییز بر میزان قدرت سردکنندگی محیط افزوده شده و شرایط به حالت تحریک متوسط تا شدید بیوکلیمایی تبدیل شده است. در فصل زمستان حاکـمیت سرمای شدید حالت فشار بیـوکلیمای انسانی شدید را در مـنطقه ایجاد مـی‌کند، به‌طوری که اتخاذ تدابیر حفاظتی در مقابل فشار سرما در محیط بیرون از ساختمان درون آن امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.



شکل (۳) روند ماهانه تحریکات بیوکلیمایی انسانی در شهر اسلام‌آباد غرب با شاخص بیکر

شاخص ترجونگ

ارزیابی شاخص ترجونگ نشان می‌دهد که هشت ماه از سال برای ماه‌های، فروردین، اردیبهشت، مهر، آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند، در محدوده ۲- قرار می‌گیرد که معرف شرایط فیزیولوژیک بسیار خنک است، ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریورکه در محدوده ۱+ واقع شده‌اند وضعیت گرم را در روی نمودار راحتی نشان می‌دهند. به‌طور کلی بر اساس شاخص ترجونگ منطقه از نظر بیوکلیمایی به دو بخش بسیار خنک و گرم تقسیم می‌شود.

شاخص اولگی

اولگی با استفاده از میانگین درازمدت ماهانه چهار عنصر اقلیمی بیشینه دما، کمینه دما، بیشینه و کمینه رطوبت نسبی جدول بیوکلیماتیکی ارائه کرده که در آن حدود آسایش انسان براساس تغییرات این چهار عنصر تعیین شده است (برغمدی، ۱۳۸۹: ۴۱). براساس دیاگرام اولگی مقدار دما و رطوبت نسبی ایستگاه هواشناسی مورد مطالعه بر روی نمودار تصویر گردید و منطقه آسایش و عدم آسایش شناسایی شد. با مشاهده موقعیت ماهانه ایستگاه اسلام‌آباد غرب بر روی نمودار زیست اقلیمی اولگی این نتایج حاصل می‌شود که، ماه‌های شهریور، مهر، آبان و آذر دارای بیوکلیمای مطبوع و ماه‌های فروردین و اردیبهشت به‌علت سرمای شبانه با شرایط بیوکلیمایی سرد همراه می‌باشند. ماه‌های دی، بهمن، اسفند به‌علت

تنش سرما و ماه‌های خرداد، تیر و مرداد به‌علت تنش گرما خارج از محدوده آسایش قرار می‌گیرند.

شاخص فشار عصبی

با توجه به نتایج شاخص فشار عصبی، ضریب آسایش در ماه‌های دی، بهمن و اسفند سرد می‌باشد، ماه‌های فروردین، اردیبهشت و آذر دارای شرایط خیلی خنک و ماه‌های شهریور، مهر، آبان دارای شرایط خنک و ماه‌های خرداد، تیر و مرداد از شرایط گرم همراه با آسایش برخوردار می‌باشند.

شاخص سوز باد

این شاخص معرف میزان دفع انرژی برحسب کیلو کالری طی یک ساعت از سطح یک متر مربع بدن و در شرایط متعارف، یعنی عدم فعالیت بدنی و دمای پوست، یعنی ۳۳ درجه سانتی‌گراد یا ۴ و ۹۱ درجه فارنهایت است (پاینده، ۱۳۸۴: ۴۵). براساس این شاخص بیش‌ترین و کم‌ترین میزان دفع انرژی هر یک مترمربع از سطح بدن در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب در اسفند ماه به میزان ۷۳۸ و کم‌ترین مقدار در تیرماه به میزان ۳۴ کیلوکالری رخ می‌دهد. براساس این شاخص وضعیت بیوکلیمایی منطقه مورد مطالعه از شرایط خنک، گرم و سرد برخوردار می‌باشد، به‌طوری که، ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد، شهریور، مهر، آبان و آذر از بیوکلیمایی خنک، ماه‌های خرداد، تیر و مرداد بیوکلیمایی گرم و ماه‌های دی، بهمن و اسفند از بیوکلیمای سرد برخوردار می‌باشد.

نتایج نهایی حاصل از بررسی شاخص‌های بیوکلیمایی در ماه‌های مختلف سال مشخص شده است. در ماه‌های فروردین و اردیبهشت: براساس شاخص‌های ترجونگ، فشار عصبی، سوزباد و اولگی منطقه در این موقع از سال دارای بیوکلیمای آسایشی می‌باشد. براساس شاخص بیکر فروردین ماه در اثر سرمای شبانه با شرایط بیوکلیمای سرد همراه می‌باشد، اما در اردیبهشت ماه شرایط بیوکلیمای آسایشی وجود دارد. خرداد ماه: در این ماه براساس شاخص‌های، بیکر، ترجونگ و فضار عصبی وضعیت بیوکلیمایی گرم و براساس شاخص‌های

سوزباد و بیکر بیوکلیمای خنک رخ می‌دهد. شرایط بیوکلیمایی انسانی در این ماه در روز از شرایط آسایشی خارج می‌باشد. ماه‌های تیر و مرداد: براساس شاخص‌های، ترجونگ، فشار عصبی، سوزباد و اولگی خارج از شرایط آسایشی می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در این موقع از سال برای تحمل این شرایط گرمایی در محیط نیاز به منبع خنک‌کننده می‌باشد. شهریور ماه: در این ماه شاخص‌های، بیکر و اولگی بیوکلیمای ملایم، شاخص‌های ترجونگ و سوزباد بیوکلیمای گرم و شاخص فشار عصبی بیوکلیمای خنک را نشان می‌دهند.

ماه‌های مهر و آبان: براساس شاخص‌های، سوزباد، اولگی، فشار عصبی و بیکر این ماه‌های سال در شرایط آسایش قرار دارند و شرایط مطبوع تا خنک را مشخص نموده‌اند. براساس شاخص ترجونگ شرایط بیوکلیمایی بسیار خنک رخ می‌دهد. آذر ماه: در این ماه شاخص‌های، بیکر، ترجونگ و سوزباد دارای بیوکلیمای خنک و شاخص فشار عصبی بیوکلیمای خیلی خنک را نشان می‌دهند. این ماه از سال از شرایط آسایشی خارج است و برای راحتی باید از منابع گرمادهنده استفاده نمود. ماه‌های دی تا اسفند: شاخص‌ها برای این ماه‌ها نتایج بیوکلیما خیلی خنک و سرد را نشان می‌دهند، با توجه به افت دما در این ماه شرایط بیوکلیمای بیرون از ساختمان مساعد نیست و با تنش کاهش دما مواجه می‌باشد. این ماه‌ها خارج از شرایط آسایشی می‌باشند.

ارزیابی بیوکلیمای انسانی براساس شاخص‌های، ترجونگ، بیکر، اولگی، سوزباد و فشار عصبی نشان می‌دهد که، ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان در منطقه مورد مطالعه در شرایط بیوکلیمای آسایش قرار دارند، راحتی انسان از نظر فیزیولوژیکی در این ماه‌ها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه فراهم می‌باشد. شرایط گرمایی حاکم بر ماه‌های گرم سال از خرداد تا شهریور ماه ضرورت استفاده از وسایل خنک‌کننده برای تعدیل دمای محیط را ضروری می‌سازد. در ماه‌های آذر تا اسفند برای تأمین آسایش انسانی لازم است که از وسایل گرمازا برای تعدیل دمای محیط استفاده شود. در میان شاخص‌های زیست اقلیمی مورد مطالعه، شاخص ترجونگ، سوزباد و فشار عصبی با واقعیت اقلیمی منطقه از همخوانی بیش‌تری برخوردار می‌باشند.

برآورد نیازهای حرارتی (سرمایشی و گرمایشی)

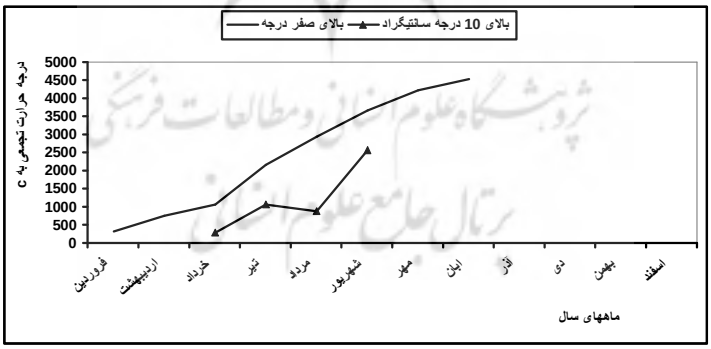
یکی از پارامترهای مهم بیوکلیمایی مقدار انرژی پایه برای گرم کردن ساختمان در فصول سرد HDD و سرد کردن آن در فصول گرم سال CDD براساس حدود آسایش انسان است (رمضانی و کاظم‌نژاد، ۱۳۹۰: ۲۶). یکی از موضوعات مورد توجه در زیست اقلیم برآورد و محاسبه مقادیر میانگین درجه – روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش است (حیدری بنی و پارسا، ۱۳۸۹: ۲). برای محاسبه مقادیر درجه روزهای نیاز گرمایش و سرمایش منطقه مورد مطالعه ابتدا، به‌منظور پتانسیل گرمایی منطقه در طول سال آمار دمای کمینه و میانگین روزانه برمبنای آستانه‌های دمایی صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از روش درجه روزهای فعال GDD، ارزیابی شده است. در مرحله بعد، با استفاده از مبنای حرارتی مورد نظر درجه روز نیاز گرمایش و سرمایش و میزان انحراف از شرایط بهینه حرارتی در ماه‌های مختلف سال برآورد و محاسبه گردید.

در منطقه مورد مطالعه، آخرین رخداد آستانه صفر درجه سانتی گراد در اواخر اسفند ماه رخ می‌دهد. مجموع درجه روزهای فعال از زمان ظهور آخرین رخداد آستانه صفر درجه سانتی‌گراد در اواخر فصل زمستان تا زمان ظهور اولین رخداد در اواخر فصل پاییز برابر با ۴۵۳۲ درجه روز می‌باشد. براساس این آستانه دمایی، در هشت ماه از سال دمای فعال یا دمای بالاتر از دمای یخبندان رخ می‌دهد و چهار ماه از سال دما به کم‌تر از این آستانه نزول مـی‌کند که در واقع بازه زمانی است که بـه‌طور کامل از نظر حیاتی غـیرفعال مـحسوب می‌شود. براساس آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد از زمان اولین رخداد آن ۱۹ خرداد ماه، تا زمان آخرین رخداد آن در ۳۰ شهریور ماه، مقدار درجه روزهای فعال آن برابر با ۲۵۵۴ درجه روز برآورد گردید. براساس این آستانه دمایی چهار ماه از سال از خرداد تا پایان شهریور ماه منطقه از نظر میزان درجه روز در سطح بالایی قرار دارد و بیوکلیمای انسانی خارج از شرایط آسایش قرار دارد (جدول ۲). شرایط دمایی منطقه موجب شده که رخداد دمای کمینه ۱۰ درجه سانتی‌گراد تا اواخر فصل بهار در منطقه به تأخیر بیفتد، و به‌تبع آن نیز نیاز گرمایی برای تعدیل دمای محیط ضروری به‌نظر می‌رسد.

جدول (۲) مجموع درجه روزهای فعال براساس آستانه صفر و ۱۰ درجه سانتی‌گراد

زمان / آستانه	۳۰ فروردین	۳۰ اردیبهشت	۳۰ خرداد	۳۰ تیر	۳۰ مرداد	۳۰ شهریور	۳۰ مهر	۳۰ آبان	۳۰ آذر	۳۰ دی	۳۰ بهمن	۳۰ اسفند
صفردرجه سانتی‌گراد	۳۲۳	۷۶۱	۱۰۴۷	۲۱۶۴	۲۹۴۸	۳۶۶۹	۴۲۲۴	تا ۲۷ آبان ۴۵۳۲	–	–	–	–
۱۰ درجه سانتی‌گراد	–	–	از روز ۱۹ ام ۲۹۲	۱۰۴۹	۱۸۶۹	۲۵۵۴	–	–	–	–	–	–

براساس (شکل ۴) منحنی درجه روزهای فعال بالاتر از آستانه صفردرجه سانتی‌گراد بر مبنای میانگین دمای روزانه نشان می‌دهد که از فروردین ماه به‌تدریج میزان گرمای منطقه افزایش می‌یابد و از خرداد تا آبان ماه این روند افزایشی ادامه پیدا می‌کند. منحنی آستانه۱۰ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که در یک بازه زمانی چهار ماهه از خرداد تا شهریور ماه میزان درجه روز فعال در سطح بالایی قرار دارد که به‌صورت تجمعی این درجه روزها به ۴۵۳۲ می‌رسد. افزایش منحنی دمای تجمعی در فصل تابستان نشان می‌دهد که بیوکلیمای انسانی در این بازه زمانی خارج از محدوده آسایش قرار دارد، و برای تعدیل دمای محیط به خنک‌کننده‌ها نیاز می‌باشد.



شکل (٤) نمودار پتانسیل گرمایی بر اساس آستانه دمایی و آمار درجه حرارت روزانه

ارزیابی دمای روزانه در آستانه‌های مختلف وضعیت پتانسیل گرمایی هر منطقه اقلیمی را آشکار می‌سازد. این نتایج از نظر بیوکلیمایی نشان می‌دهد که در ماه‌های گرم سال از خرداد تا شهریور منطقه اسلام‌آباد غرب برای آسایش محیط بایستی از نیاز سرمایشی استفاده نماید، به‌طوری که منحنی آستانه ۱۰ درجه سانتی‌گراد در این بازه زمانی کوتاه‌مدت برای چهار ماه از سال افزایش پتانسیل گرمایی منطقه را آشکار می‌سازد. با توجه به اینکه انرژی لازم برای تأمین نیاز سرمایشی از برق تأمین می‌شود، برنامه‌ریزی برمبنای وضعیت دمایی منطقه مورد مطالعه در آستانه‌های مختلف موجب طراحی اقلیمی ساختمان و صرفه‌جویی بیشتر در مصرف انرژی خواهد شد.

برآورد نیاز سرمایی CDD و نیاز گرمایی HDD

اگر متوسط دمای روزانه از ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد تجاوز نماید، در آن روز نیاز به سرد کردن محیط به وجود می آید، همچنین در پایین تر ۱۸/۳ احساس سرما به‌وجود می‌آید و برای آسایش، محیط باید گرم شود (رمضانی و کاظم نژاد: ۱۳۹۰؛ خلیلی: ۱۳۸۳). در این تحقیق برای برآورد نیازهای حرارتی از دمای روزانه استفاده شده است، با در نظر گرفتن وضعیت اقلیمی منطقه مورد مطالعه برای برآورد نمودن نیاز سرمایی ۲۳ درجه و برای نیاز گرمایی ۱۸ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان مبنا مشخص شده است (اقتباس از خلیلی ۱۳۸۳؛ و فرجی و همکاران، ۱۳۸۷). در ابتدا به منظور شناخت بیش‌تر براساس زمان ظهور آستانه‌های مورد نظر مجموع درجه روز فعال بدون کم کردن از دمای مبنا یا آستانه مورد نظر بررسی گردید، سپس به‌منظور تعیین نیاز سرمایشی و گرمایشی میانگین دمای روزانه از دماهای پایه مورد نظر محاسبه شد.

براساس بیشینه دمای روزانه، اولین رخداد ۲۳ درجه سانتی‌گراد در اوایل تیرماه و آخرین رخداد این آستانه در ۱۵ شهریور ماه رخ می‌دهد، بنابراین از اولین تا آخرین زمان رخداد این آستانه دمایی برای یک بازه زمانی ۷۵ روزه مجموع درجه روز فعال روزانه به میزان ۱۹۴۴ درجه روز می‌رسد که براساس طبقه‌بندی خلیلی (۱۳۸۳) این میزان درجه روز در طبقه c_5 یا طبقه بسیار گرم قرار می‌گیرد. بنابراین میزان درجه روزهای ایام گرم سال در حدی است که

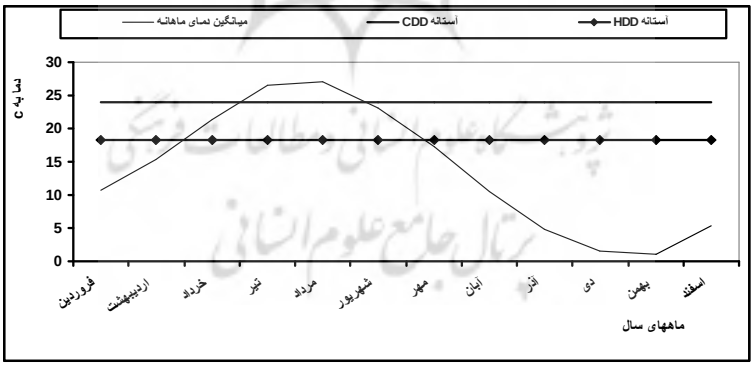
می‌تواند شرایط عدم آسایش را فراهم سازد، بنابراین برای این پتانسیل گرمایی در منطقه مورد مطالعه لازم است نیاز سرمایشی برای تعدیل آن برآورد و تعیین گردد. بنابراین، متوسط دمای روزانه برای تعیین نیاز سرمایشی CDD و گرمایشی HDD از دمای پایه یا آستانه مورد نظر کم گردید که حاصل آن مشخص شدن نیازهای سرمایی در بازه زمانی مورد نظر می‌باشد (جدول ۴). از زمان ظهور اولین رخداد آستانه ۲۳ درجه سانتی‌گراد تا آخرین رخداد آن از طریق میانگین دمای روزانه مجموع نیاز سرمایشی برای منطقه مورد مطالعه برابر با ۲۰۷ درجه روز برآورد گردید، در این بازه زمانی بیش‌ترین نیاز سرمایشی با ۷۰ درجه روز مربوط به مرداد ماه می‌باشد.

اولین رخداد آستانه ۱۸ درجه سانتی‌گراد در منطقه مورد مطالعه در۲۰ مهرماه رخ می‌دهد، از زمان اولین رخداد تا آخرین رخداد مقدار درجه روز فعال به۲۹۵۰ درجه روز می‌رسد که بر طبق طبقه‌بندی خلیلی (۱۳۸۳) در طبقه سرد H_5 قرار می‌گیرد. این شرایط دمایی مشخص می‌سازد که در منطقه مورد مطالعه نیاز گرمایشی بیش‌تر از نیاز سرمایشی ضروری می‌باشد. مجموع درجه روز نیاز گرمایشی برای منطقه مورد مطالعه ۲۲۷۳ درجه روز برآورد گردید، به طوری که کم‌ترین مقدار با ۳ درجه روز در مهرماه و بیش‌ترین مقدار با ۵۰۵ درجه روز در دی ماه رخ می‌دهد. ماه‌های اردیبهشت و مهرماه به‌علت قرارگیری در مرز جابه‌جایی فصول با سرمای شبانه و گرمای روزانه موجب شده که میزان نیاز گرمایشی در این ماه‌های سال نیز تا اندازه‌ای مورد نیاز باشد، هر چند که بر اساس شاخص های زیست اقلیمی به‌عنوان ماه‌های با بیوکلیمای آسایش مشخص شده‌اند. فروردین ماه به‌عنوان یکی از ماه‌های با آسایش زیست اقلیمی در منطقه مشخص شده به‌دلیل دمای کمینه شبانه نیاز گرمایشی برای شب تا ۲۲۳ درجه روز نیاز دارد، اما در روز به‌علت افزایش طول روز و افزایش مقدار تابش آفتاب نیاز گرمایشی توسط محیط فراهم می‌شود. در کل از آبان تا فروردین ماه با توجه به کاهش دمای هوا برای آسایش انسان نیاز به گرماسازی دارد که، بیش‌ترین میزان نیاز گرمایشی در ماه‌های آذرماه تا اسفند و کم‌ترین در ماه‌های آبان و فروردین لازم می‌باشد (جدول ۳).

جدول (۳) برآورد نیاز گرمایشی و سرمایشی بر اساس

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع
CDD نیاز سرمایی	–	–	۶۶	۳۷	۷۰	۲۶	–	–	–	–	–	–	۲۰۷
HDD نیاز گرمایی	۲۲۲	۷۷	–	–	–	–	۳	۲۲۳	۳۸۹	۵۰۵	۴۶۵	۳۸۹	
نیاز حرارتی	گرمایش در شب	گرمایش در شب	سرمایش	سرمایش	سرمایش	سرمایش	سرمایش در روز	گرمایش	گرمایش	گرمایش	گرمایش	گرمایش	۲۲۷۳

به‌منظور شناخت بیش‌تر وضعیت حرارتی منطقه به‌همراه آستانه‌های حرارتی نیاز CDD و HDD براساس میانگین دمای ماهانه در شکل (۵) مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که براساس آستانه CDD وضعیت میانگین دمای ماهانه منطقه مورد مطالعه از خرداد تا شهریور ماه بالاتر از آستانه مورد نظر قرار گرفته، بنابراین برای این بازه زمانی نیاز سرمایشی لازم است. براساس آستانه HDD میانگین دمای ماهانه در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند کم‌تر از آستانه مورد نظر می‌باشد، بنابراین برای این ماه‌های سال نیاز گرمایی ضروری می‌باشد.



شکل (۵) شرایط حرارتی ماهانه همراه با آستانه‌های حرارتی نیاز گرمایشی و سرمایشی

بررسی انحراف از شرایط بهینه بیوکلیمای حرارتی

اگر متوسط درجه حرارت روزانه از این بهینه حرارتی انحراف داشته باشد بیوکلیمای حرارتی با تنش مواجه می‌شود و برای تعدیل نمودن آن لازم است که نیاز سرمایی و گرمایی لازم در محیط فراهم گردد. برای بررسی انحراف از شرایط بهینه بیوکلیمای حرارتی میانه دو آستانه CDD و HDD به‌ترتیب برابر با ۱۸/۳ و ۲۳/۹ به‌میزان ۲۱ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان بهینه آسایشی مشخص گردید. ماه‌های خرداد، شهریور و مهر کم‌ترین میزان انحراف از شرایط بهینه را دارا هستند. ماه‌های فروردین و اردیبهشت که براساس شاخص‌های زیست اقلیمی بیوکلیمای آسایشی برای آن‌ها مشخص گردید از میزان انحراف از شرایط بهینه نسبتاً بالایی به‌صورت کاهش دمای گرمایشی برخوردار می‌باشند (جدول ۴). از ماه آبان به‌علت کاهش دمای هوا میزان انحراف از شرایط بهینه به‌صورت نیاز گرمایشی در منطقه افزایش می‌یابد به‌طوری که اوج آن در دی ماه با ۶۰۱ درجه روز نیاز گرمایشی رخ می‌دهد. با توجه به این که میزان انحراف از شرایط بهینه حرارتی در ماه‌های سرد سال بیش‌تر از ماه‌های گرم سال است، بنابراین در منطقه مورد مطالعه تأمین نیاز گرمایشی از اولویت بالاتری برخوردار می‌باشد و لزوم توجه به برنامه‌ریزی در زمینه تأمین انرژی گرمایی ضروری به نظر می‌رسد.

جدول (٤) میزان انحراف از شرایط بهینه بیوکلیمای حرارتی بر اساس میانگین درجه حرارت روزانه

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
انحراف به درجه روز از بهینه ۲۱ درجه سانتی‌گراد	-۳۰۹	-۱۶۱	-۴/۲	۱۲۴	۱۷۰	۵۸	-۹۶	-۳۱۶	-۴۸۲	-۶۰۱	-۵۵۵	-۴۵۸

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که براساس شاخص‌های زیست اقلیمی در منطقه مورد مطالعه در فصول بهار و پاییز امکان بیوکلیمای آسایش با توجه به شرایط اقلمیی فراهم می‌باشد، در دیگر ایام سال بیوکلیمای منطقه بـه‌دلیل تنش گرمایـی و سرمایی خارج از شـرایط آسایـشی قرار

می‌گیرد. تأخیر در رخداد دماهای بالای صفردرجه از اوایل فروردین ماه و رخداد دماهای بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد از ۱۹ خرداد ماه به بعد برمبنای دمای کمینه روزانه نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه با شرایط اقلیمی نسبتاً سردی مواجه می‌باشد. پتانسیل گرمایی منطقه از خرداد تا شهریور ماه به بالاترین سطح خود می‌رسد و متناسب با بالارفتن پتانسیل گرمایی بیوکلیمای انسانی نیز از شرایط آسایش خارج می‌شود. ۲۰۷ درجه روز نیاز سرمایشی برای منطقه و ۲۲۷۳ درجه روز نیاز گرمایشی اهمیت نیاز گرمایی برای منطقه مورد مطالعه را آشکار می‌سازد، میانگین دمای ماهانه در بیش‌تر ایام سال کم‌تر از آستانه گرمایشی HDD قرار دارد و این اهمیت نیاز گرمایی برای منطقه مورد مطالعه را ایجاب می‌نماید. نتایج شاخص‌های زیست اقلیمی براساس پارامترهای مختلف اقلیمی در مقیاس ماهانه از نظر تنش گرمایی در ماه‌های خرداد تا شهریور و تنش سرمایی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند با نتایج ارزیابی درجه حرارت روزانه در آستانه‌های مختلف همخوانی لازم را دارا می‌باشد، اما در ماه‌های، فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان که براساس شاخص‌های زیست اقلیمی بیوکلیمای آسایشی برای آن‌ها مشخص شده است، براساس ارزیابی درجه حرارت روزانه در آستانه‌های مختلف انحراف از شرایط بهینه به‌صورت نیاز گرمایشی برای این ماه‌ها از سال برآورد شده است، بنابراین هر چند براساس شرایط محیطی منطقه مورد مطالعه این ماه‌ها از سال با بیوکلیمای آسایشی همراه می‌باشند، اما در مقیاس روزانه اختلاف جابجایی فصل و متناسب با آن اختلاف دمای شبانه روز، نیاز گرمایشی برای ایام شب در این ماه‌ها از سال را ضروری می‌سازد. نتایج نشان می‌دهد که برآورد نیازهای گرمایشی و سرمایشی براساس درجه حرارت روزانه به واقعیت منطقه مورد مطالعه نزدیک‌تر می‌باشد.

قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از سازمان هواشناسی کشور و اداره هواشناسی استان کرمانشاه برای در اختیار گذاشتن آمار و اطلاعات پارامترهای اقلیمی اعلام می‌دارند.

منابع

- اسماعیلی، رضا؛ ادب، حامد و حسین حاتمی‌نژاد (۱۳۸۹)، « معماری همساز با اقلیم (مطالعه موردی: شهر فیض‌آباد)»، ***فصلنامه فضای جغرافیایی***، شماره ۳۲، صص ۷۴-۵۳.
- آرنس، دونالد (۱۳۹۱)، « ***هواشناسی نوین***»، ترجمه، محمدرضا بابایی، چاپ اول، تهران، انتشارات آییژ.
- برغمدی، اکرم (۱۳۸۹)، «بررسی شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر آسایش انسان (مطالعه موردی: شهر سبزوار)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری.
- پاینده، نصرالله (۱۳۸۴)، «پهنه‌بندی دمای موثر در سطح کشور»، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان.
- ترحم‌مند، رحمان (۱۳۸۹)، «تعیین نیازهای سرمایشی و گرمایشی در فضاهای مسکونی سنتی بهبهان»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه پیام نور مرکز اصفهان.
- جهانبخش، سعید (۱۳۷۷) «ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان»، ***فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۴۷، صص ۶۸-۴۷.
- حیدری بنی، مهران و پارسا، شاهرخ (۱۳۸۹)، «تحلیلی بر درجه -روز نیاز گرمایشی چهارمحال و بختیاری»، دومین همایش شناخت معضلات آبخیزداری و ارائه راه‌حل‌های مناسب در حوزه‌های آبخیز کارون و زاینده‌رود»، ۱۸ و ۱۹ اسفندماه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری.
- حیدری، محمدجواد؛ پورمحمدی، محمدرضا؛ جمالی، فیروز و فاطمه لطفی (۱۳۹۱)، «ارزیابی زیست اقلیم انسانی شهر زنجان و نقش آن در طراحی مسکن»، ***فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی***، شماره دوم، صص ۱۰۱-۸۳.
- خلیلی، علی (۱۳۸۳)، «تدوین یک سامانه جدید پهنه‌بندی اقلیمی از دیدگاه نیازهای گرمایشی-سرمایشی محیط و اعمال آن بر گستره ایران»، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۷۵، صص ۱۴-۵.

ـ رمضانی گورابی، بهمن و زهرا کاظم‌نژاد (۱۳۹۰)، «رابطه بین توسعه پایدار معماری محیطی و طراحی اقلیمی در مناطق کوهستانی مطالعه موردی: شهرک ماسوله»، ***آمایش***، شماره ۱۴، صص ۳۸-۲۱.

ـ شائمی، اکبر (۱۳۷۱)، «بررسی جنبه‌های بیوکلیمایی پرورش زنبورعسل در ایران (مطالعه موردی استان اصفهان)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.

ـ صادقی روش، محمدحسین (۱۳۸۹)، « ارزیابی ضرایب زیست اقلیمی مؤثر در آسایش انسان مطالعه موردی: شهر یزد»، ***فصلنامه جغرافیایی طبیعی***، شماره ۱۰، صص ۹۱-۷۷.

ـ فرجی، عبداله؛ زاهدی، مجید و علی‌اکبر رسولی (۱۳۸۷)، «پهنه‌بندی درجه - روزهای نیاز به گرمایش و سرمایش منطقه آذربایجان در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۶۶، صص ۸۵-۷۱.

ـ کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۱)، «ارزیابی اقالیم حیاتی و آستانه‌های تحریک آن در سواحل دریای خزر و دامنه‌های شمالی البرز میانی»، ***پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۲۹، صص ۷۲-۴۹.

ـ کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۲)، «بررسی و تهیه نقشه زیست‌اقلیم انسانی ایران»، ***فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۲۸، صص ۷۸-۵۵.

ـ کسمایی، مرتضی (۱۳۷۹)، «پهنه‌بندی و راهنمای طراحی اقلیمی، اقلیم گرم و خشک (استان سمنان)»، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول.

ـ محمدی، حسین و علی سعیدی (۱۳۸۷)، «شاخص‌های زیست‌اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسانی (مطالعه موردی : شهر قم)»، ***محیط‌شناسی***، دانشگاه تهران، سال ۳۴، شماره ۴۷، صص ۸۶-۷۳.

-Ayman, H, Mahmoud, A. (2011), "An analysis of bioclimatic zones and implications for desigen of outdoor built environments in Egypt", ***Building an Environment***, 46, PP 605-620.

-Buyukalaca, O. Bulut, H & Yilmaz, T. (2001), "Analysis of variable-base heating and cooling degree- days for Turkey", ***Applied Energy***, 69, PP 269- 283.

- Belen, G. (2005). "Weather, climate and tourism: A Geographical perspective", ***Annals of Tourism Research***, 32 (3), PP 145-156.

- Frank, Th. (2005), "Climate change impacts on building heating and cooling energy demand in Switzerland", ***Energy and Building***, 37, PP 1175-1185.

-Givoni, B. (1992), "Comfort, climate analysis and building design guidelines", ***Applied Energy***, 18, PP 11-23.

-Matzarakis, A. Balafoutis, Ch. (2004), "Heating degree- days over Greece an index of energy consumption", ***International Journal oF Climatology***, 24, PP 1817-1828.

-Tseliou, A. Tsiros, I.X. Lykoudis, S. & Nikolopoulou, M. (2011), "An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions", ***Building and Environment***, 45, PP 1346-1352.

-Turner, L. (2003), "***Climate and Architecture***", Florida State University, Press. USA

-Yang, L. Yan, H. Lam, J.C. (2014), "Thermal comfort and building energy consumption implication-Areview", ***Applied Energy***, 115, PP 164-173.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی