



جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۴۰۲، دوره ۶، شماره ۱، صص ۲۲-۱

ارزیابی آسایش انسانی با استفاده از شاخص‌های مختلف بیوکلیماتیک در شهر سقز

محمود هوشیار

استادیار جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۱۵

چکیده

ارزیابی شرایط آسایش انسانی ابزار مناسبی در فرآیند برنامه‌ریزی‌های شهری به شمار می‌آید که در ارتباط مستقیم با شرایط اقلیمی در یک منطقه است. لذا در این پژوهش شرایط آسایش انسانی در شهر سقز با استفاده از شاخص‌های بیوکلیماتیک مختلف از جمله شاخص‌های ماهانی، ترجونگ، بیکر و همچنین نمودار سایکرومتریک مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از عناصر جوی دما، بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی دوره آماری ۴۰ ساله (۱۳۵۹-۱۳۹۸) ایستگاه هواشناسی سقز جهت دستیابی به نتایج مستدل بهره گرفته شد. بررسی حدود آسایش روز و شب با استفاده از شاخص ماهانی نشان داد که فقط روزهای اردیبهشت و مهرماه در حدود آسایش (O) قرار دارد و در بقیه‌ی روزهای سال، گرما (H) و بخصوص سرمای هوا (C) موجب نارضایتی فرد و عدم احساس آسایش می‌شود. در وضعیت شب، شرایط حادثتر است به طوری که به جز شب‌های تیر و مردادماه که شرایط آسایش فراهم است در سایر ماه‌های سال پایین بودن دما و سرمای هوا سبب نارضایتی حرارتی شده است. بر اساس شاخص ترجونگ، در طول روز فقط ماه‌های فروردین و مهر در وضعیت مطبوع قرار می‌گیرند و بقیه‌ی ماه‌های سال در وضعیت گرم تا خنک قرار دارند و هیچ‌کدام از ماه‌های سال در طول شب در وضعیت مطبوع قرار نمی‌گیرند. نتایج حاصل از شاخص بیکر نشان داد که با توجه به ضرایب CP، ماه‌های اردیبهشت و مهر دارای بیشترین شرایط آسایش بیوکلیمایی و مناسب‌ترین زمان برای فعالیت‌های مختلف از جمله گردشگری در شهر سقز هستند. بیشترین ساعت آسایش در منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار سایکرومتریک مربوط به ماه‌های مهر و اردیبهشت می‌باشد. همچنین کمترین میزان شرایط آسایش حرارتی مربوط به ماه‌های فصول زمستان و تابستان می‌باشد. به طور کلی در شهر سقز، ۷/۳ درصد از ماه‌های سال (۶۳۶ ساعت) در محدوده آسایش قرار دارد و ۹۲/۷ درصد از ماه‌ها در محدوده عدم آسایش قرار می‌گیرند. در مجموع می‌توان ماه‌های اردیبهشت، مهر و تا حدودی فروردین، خرداد و شهریور را مناسب‌ترین ماه‌ها از نظر آسایش بیوکلیمایی در شهر سقز بر اساس شاخص‌های مورد بررسی معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، آسایش انسانی، بیوکلیما، سقز



مقدمه

از زمان پیدایش انسان تأثیر آب و هوا بر حالت روحی و نوع و شکل زندگی انسان و همچنین عوامل زیستی و محیطی اطراف او مورد توجه بوده است. ارسطو و افلاطون به تأثیرات زیاد آب و هوا بر فعالیت‌ها و تلاش‌های انسانی معتقدند. منتسکیو نیز معتقد به تأثیرات آب و هوا بر رفتار و مزاج انسان است (شکوئی، ۱۳۸۱: ۱۴۹). برخی از دانشمندان نیز پیدایش و از بین رفتن بسیاری از تمدن‌ها و همچنین مکان‌گزینی، تکوین و تکامل شهرها را ناشی از تأثیرات و شرایط آب و هوایی می‌دانند. پراکندگی یا فشردگی جمعیت و اجتماعات انسانی در مناطق مختلف نیز ناشی از شرایط آب و هوایی حاکم بر آن منطقه است. شکل و ارتفاع ساختمان، شکل و نوع سقف، ضخامت دیوارها، اندازه درها و پنجره‌ها، نوع مصالح و بسیاری موارد دیگر مرتبط با شرایط محیط طبیعی و آب و هوایی یک منطقه می‌باشد (شیعه، ۱۳۸۱: ۱۹۸). هماهنگی مسکن و ساختمان‌ها با شرایط آب و هوایی باعث می‌شود که انسان بتواند تراز انرژی محیط خود را به صورت مناسب و مطلوب حفظ کند و با افزایش یا کمبود انرژی رو به رو نشود. از میان پارامترهای آب و هوایی متعدد چهار پارامتر دما، رطوبت، باد و تابش بیشترین ارتباط و اثر را بر زندگی و شرایط بدنی انسان دارند و نوع غذا، پوشش، عملکرد سیستم‌های عصبی، خلقیات، جریان خون، تنفس و غیره تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل آب و هوایی و محیطی است (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۴). در حال حاضر مطالعه تأثیر آب و هوا بر سلامتی، زندگی، رفتار و آسایش انسان به صورت یک رشته علمی به نام بیوکلیما یا زیست اقلیم در آمده است (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۷۳) که پایه و اساس بسیاری از فعالیت‌های عمرانی، مکان-گزینی، شهرسازی و معماری، گردشگری بهداشت و سلامت و غیره است (صادقی روش، ۱۳۸۹: ۷۷). قدیمی‌ترین مطالعات در این زمینه شامل مدل اولگی (۱۹۵۷) است. اولگی نموداری را ارائه نمود که در آن با استفاده از دما و رطوبت نسبی، نقش آب و هوا را در آسایش انسانی نشان می‌داد (رازجویان، ۱۳۶۷: ۴۵). ترجونگ^۱ (۱۹۶۸) طی بررسی‌ها و آزمایش‌های مختلف روی انسان، تقسیم‌بندی بیوکلیمایی را به صورت نموداری مطرح نمود. سپس گیونی با الهام از نمودار اولگی در سال ۱۹۷۶ نمودار بیوکلیمای ساختمانی را ارائه کرد. ناستوس و ماتزاراکیس^۲ (۲۰۱۲) با استفاده از شاخص‌های بیوکلیماتیک، نقش اقلیم در مرگ و میر شهر آتن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که یک ارتباط خطی معنی‌دار بین مرگ و میر و شاخص‌های بیوکلیماتیک وجود دارد. هارتز^۳ و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از دو شاخص دمای معادل

1- Terjung

2- Nastos & Matzarakis

3- Hartz

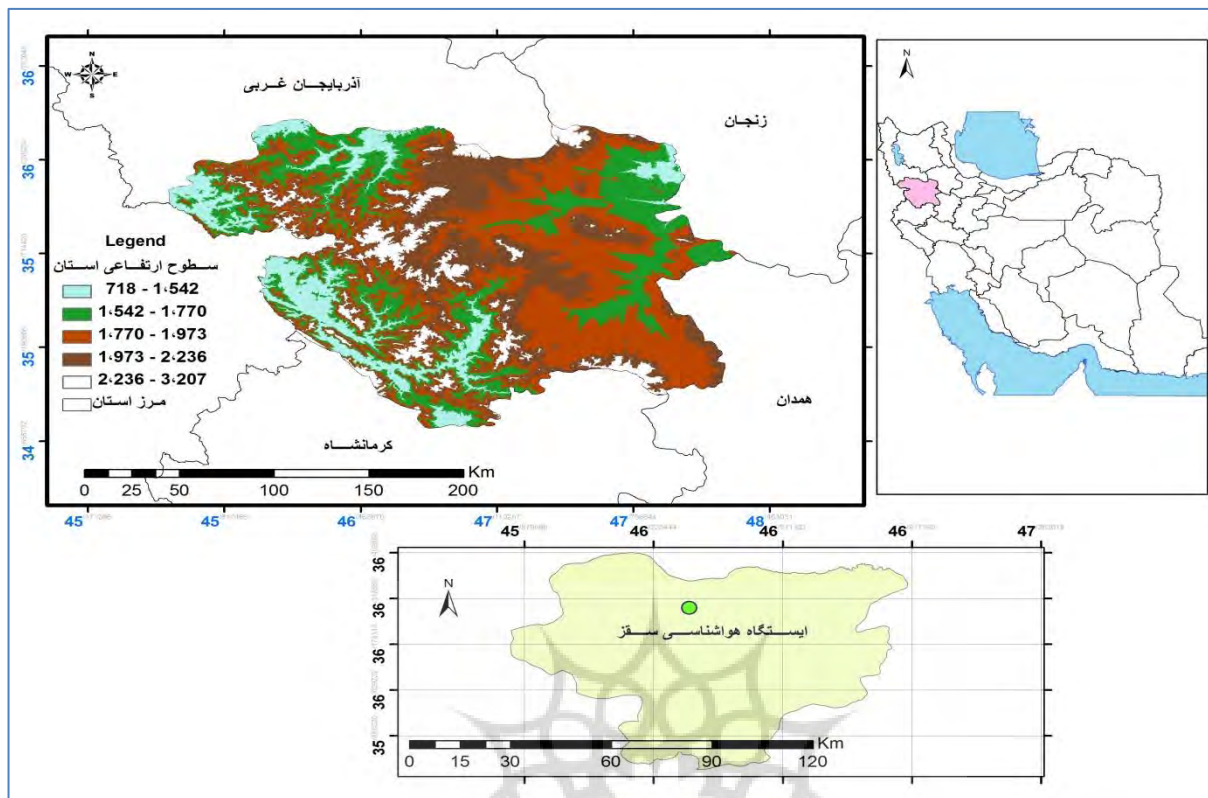
فیزیولوژیک و شاخص جهانی اقلیم حرارتی به تحلیل شرایط جوی گرم در دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶ در مناطقی از ایالات متحده آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که درک بهتر پویایی سازگاری فیزیولوژیکی، آسیب‌پذیری ساکنان در برابر گرما را کاهش می‌دهد. اسکات و همکاران (۲۰۱۶) به منظور گردشگری و تعیین ماه‌های مناسب گردشگری از نظر اقلیمی در اروپا به مقایسه دو شاخص اقلیم گردشگری (TCI) و شاخص اقلیمی تعطیلات (HCI) پرداختند. نتایج حاصل نشان داد شاخص HCI در بسیاری از شهرها از امتیاز بالاتر و دقت مناسب‌تری نسبت به شاخص TCI به‌ویژه در ماه‌های زمستان برخوردار است. در پژوهشی دیگر اسکات و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از شاخص‌های اقلیم گردشگری و بیوکلیماتیک به بررسی آسیب‌پذیری گردشگری نسبت به تغییرات آب و هوایی در ۱۸۱ کشور جهان پرداختند. نتایج نشان داد کشورهای واقع در غرب و شمال اروپا، آسیای مرکزی، کانادا و نیوزلند دارای آسیب‌پذیری کمتری هستند و کشورهای آفریقایی، خاورمیانه و جنوب آسیا و کشورهای کمتر توسعه‌یافته دارای آسیب‌پذیر بالای هستند. حجازی زاده و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری (TCI) و شاخص اقلیمی تعطیلات (HCI) به بررسی شرایط زیست‌اقلیمی و گردشگری مناطق کویری و بیابانی در ایران در دوره (۱۹۸۶-۲۰۱۵) پرداختند. نتایج نشان داد که شاخص TCI حاکی از طیف وسیع شرایط اقلیمی از نظر گردشگری در طول سال است. در حالی که شاخص HCI تغییرپذیری و نوسان کمتری را نشان می‌دهد. مزینیان و نیک‌قدم (۱۳۹۴) با استفاده از نرم‌افزار مشاور اقلیم و مدل آسایش حرارتی اشری ۵۵ به بررسی آسایش حرارتی در یک دوره ۳۰ ساله در سقز با توجه به تغییرات اقلیمی پرداختند. نتایج نشان داد که ماه‌های با شرایط آسایش حرارتی به نسبت گذشته در منطقه، کمتر شده است. هدایتی‌راد و همکاران (۱۳۹۵) بر اساس شاخص‌های بیکر، ترجونگ، دمای مؤثر، اقلیم توریستی (TCI)، نظر متوسط پیش‌بینی شده (PMV) و دمای معادل فیزیولوژیک (PET) به ارزیابی آسایش و عدم آسایش انسانی در منطقه آزاد اروند پرداختند. نتایج نشان داد که منطقه آزاد اروند از شرایط داغ تا بسیار خنکی در طول سال برخوردار است و در فصول بهار و تابستان از محدوده آسایش زیست‌اقلیمی خارج و از اواخر پاییز تا اواخر زمستان دارای بهترین شرایط زیست‌اقلیمی برای انجام فعالیت‌های محیطی و گردشگری است. برنا (۱۳۹۷) به تعیین تقویم زمانی اقلیم گردشگری در استان اراک پرداخت. نتایج نشان داد ایستگاه تفرش در بین ایستگاه‌های مورد بررسی از بیشترین فراوانی شرایط آسایش (۶ ماه از سال) برای گردشگری برخوردار است. علیپور و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی آسایش اقلیم گردشگری استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان و هرمزگان طی یک دوره آماری ۳۰ ساله از ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۳ به منظور گردشگری پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که

بهترین ماه‌ها جهت گردشگری در مناطق پست و ساحلی منطبق بر ماه‌های سرد سال و در مناطق مرتفع همچون سیرجان، کرمان و زاهدان منطبق بر ماه‌های معتدل سال است و به طور کلی ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و اکتبر، نوامبر و دسامبر بهترین شرایط آب و هوایی را جهت گردشگری دارند. حسینی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از شاخص‌های زیست‌اقلیمی اوانز، ماهانی، بیکر و سوزباد به بررسی وضعیت آسایش انسانی در شهر سنندج در دوره آماری ۲۶ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۵) پرداختند. نتایج نشان داد که بر اساس متوسط شاخص‌های مورد بررسی ماه‌های مهر، شهریور، خرداد و اردیبهشت به ترتیب از بیشترین فراوانی شرایط آسایش انسانی برخوردارند.

با همه ابداعات و اختراعات و پیشرفت‌های علمی، انسان هنوز نتوانسته است از تأثیرات آب و هوا مصون بماند و فقط تا حدی توانسته است بر آب و هوا آن‌هم در مقیاس کوچک و محلی غلبه نموده و با استفاده از فناوری اثرات اقلیم را تا حدی کاهش دهد، ولی هیچ‌گاه موفق به حذف یا تغییر کلی عناصر اقلیمی از زندگی خود نشده است (جهانبخش، ۱۳۷۷: ۶۸). توجه انسان به این گونه مطالعات به‌ویژه در قرن اخیر باعث ابداع انواع مدل‌ها و شاخص‌های بیوکلیمایی باهدف بررسی و افزایش شرایط آسایش انسانی و مصرف کمتر انرژی گردید (گیونی، ۱۹۷۷: ۳). لذا با توجه به اهمیت موضوع در این پژوهش تلاش خواهد شد شرایط آسایش انسانی با استفاده از شاخص‌های مختلف بیوکلیماتیک در شهر سقز مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

منطقه مورد مطالعه

شهر سقز در شمال استان کردستان در ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی واقع شده است. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۴۷۶ متر می‌باشد. پست‌ترین مناطق شهری در ارتفاع حدود ۱۴۵۰ متری و مرتفع‌ترین آن در ارتفاع بیش از ۱۵۶۰ متر بنا شده است. این شهرستان با مساحت ۴۴۴۳ کیلومترمربع از شمال غرب، شمال و شمال شرق به ترتیب با شهرهای بوکان، شاهین‌دژ و تکاب (استان آذربایجان غربی) هم‌مرز می‌باشد، در شرق با دیواندره و در جنوب با میوان مرز مشترک دارد، همچنین در حاشیه‌ی جنوب غربی به کردستان عراق چسبیده است و در غرب با شهرستان بانه همسایه است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و ایستگاه هواشناسی مورد بررسی

جهت انجام پژوهش حاضر از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک در دوره آماری ۴۰ ساله (۱۹۷۹-۲۰۱۸) استفاده گردید که مشخصات جغرافیایی آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی ایستگاه هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نوع ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	سال تأسیس
سینوپتیک	۴۶° ۱۶"	۳۶° ۱۵"	۱۵۲۲/۸	۱۹۶۱

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از نوع تحلیلی-توصیفی می‌باشد که به منظور ارزیابی جامع شرایط زیست‌اقليمی در ارتباط با مفهوم آسایش انسانی از مدل‌های مختلفی استفاده شده است تا ضمن دستیابی و مقایسه نتایج حاصل شده از هر مدل، دید همه‌جانبه‌نگر و دارای ضریب اطمینان بالا نسبت به وضعیت زیست‌اقليمی انسانی منطقه حاصل شود از این رو ۳ شاخص مهم زیست‌اقليمی شامل ماهانی، ترجونگ، بیکر و همچنین نمودار سایکرومتریک مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از عناصر اقلیمی مورد نیاز در شاخص‌های ذکر شده از قبیل دما، بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد و ساعات آفتابی در مقیاس ماهانه طی دوره آماری ۴۰ ساله (۱۳۵۹-۱۳۹۸) ایستگاه سینوپتیک سقز جهت دستیابی به نتایج مستدل بهره گرفته شد که در ادامه به تشریح هر یک از روش‌ها و شاخص‌های مورد بررسی پرداخته می‌شود.

شاخص ماهانی

این شاخص توسط کارل ماهانی در سال ۱۹۷۱ طراحی گردید که منطقه‌ی آسایش هر ماه را به تفکیک شب و روز و با توجه به میانگین سالانه دما و میانگین ماهانه رطوبت نسبی با استفاده از جدولی تعیین می‌کند (نگهبان و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۹). برای این منظور، پس از محاسبه میانگین سالانه دما و ماهانه رطوبت نسبی هر منطقه، گروه رطوبتی ماه‌های مختلف سال از طریق جدول (۲) محاسبه و از این طریق حدود بالا و پایین آسایش شب و روز مشخص می‌گردد. سپس منطقه‌ی آسایش روز از طریق میانگین ماهانه دمای بیشینه و منطقه‌ی آسایش شب از طریق میانگین ماهانه دمای کمینه استخراج می‌شود و منطقه آسایش هر ماه از این طریق سنجیده می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲- جدول ماهانی برای منطقه آسایش شب و روز

گروه اقلیمی	میانگین رطوبت نسبی به درصد	میانگین دمای سالانه (C°)					
		بیشتر از ۲۰		۱۵ تا ۲۰		کمتر از ۱۵	
		روز	شب	روز	شب	روز	شب
۱	۰-۳۰	۳۴	۲۵	۳۲	۲۳	۳۰	۲۱
		۲۶	۱۷	۲۳	۱۴	۲۱	۱۲
۲	۳۰-۵۰	۳۱	۲۴	۳۰	۲۲	۲۷	۲۰
		۲۵	۱۷	۲۲	۱۴	۲۰	۱۲
۳	۵۰-۷۰	۲۹	۲۳	۲۸	۲۱	۲۶	۱۹
		۲۳	۱۷	۲۱	۱۴	۱۹	۱۲
۴	۷۰-۱۰۰	۲۷	۲۱	۲۵	۲۰	۲۴	۱۸
		۲۲	۱۷	۲۰	۱۴	۱۸	۱۲

در نهایت حدود آسایش بر اساس جدول (۳) و به شرح زیر به دست می‌آید:

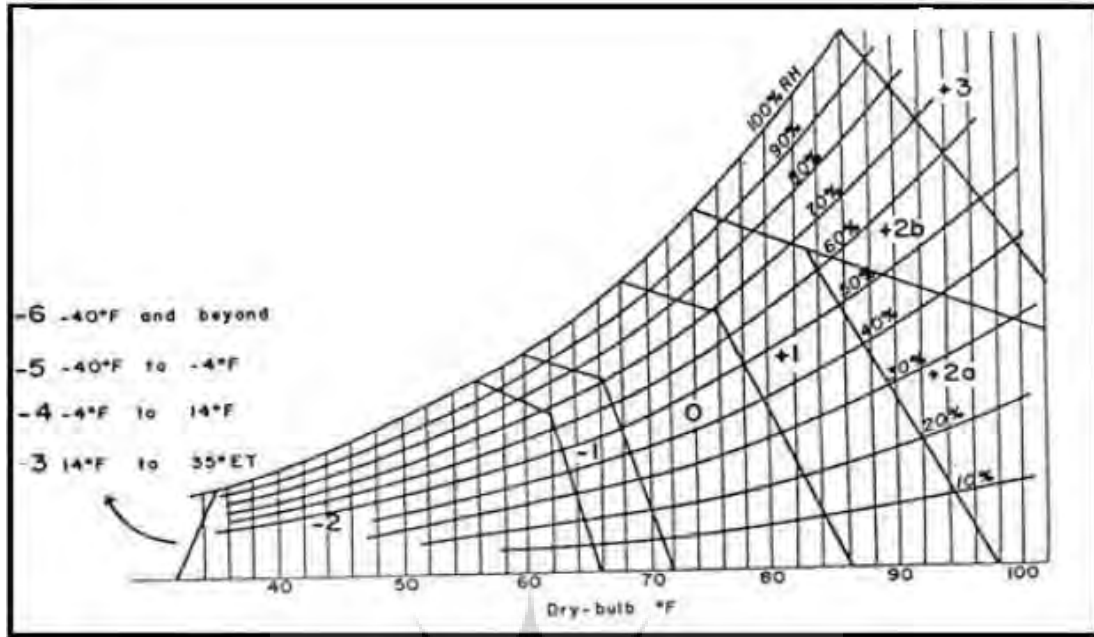
- گرم (H): در صورتی که متوسط حداکثر یا حداقل دمای ماهانه بیشتر از حد بالای آسایش باشد.
 - مناسب (O): در صورتی که متوسط حداکثر یا حداقل دمای ماهانه بین حدود آسایش باشد.
 - سرد (C): در صورتی که متوسط حداکثر یا حداقل دمای ماهانه کمتر از حد بالای آسایش باشد.
- در روش ماهانی علاوه بر تعیین گروه رطوبتی و حدود آسایش، طبق جدول (۳) شاخص‌های ناراحتی اقلیمی را نیز در ۳ گروه رطوبتی (H1، H2 و H3) و ۳ گروه خشکی (A1، A2 و A3) ارائه نموده است و راهکارهای رفع این ناراحتی‌ها را نیز پیشنهاد داده است (حجازی زاده و کربلائی، ۱۳۹۵).

جدول ۳- شاخص‌های ناراحتی ماهانی و راهکارهای رفع آن

راهکار رفع ناراحتی	نوسان دما	گروه رطوبتی	باران	وضعیت حرارتی		شاخص‌های ناراحتی	
				روز	شب		
جریان محسوس هوا	-	۴	-	-	گرم	H1	رطوبتی
	کمتر از ۱۰	۳-۲	-	-	-		
جریان باد	-	۴	-	-	مناسب		
مکان‌یابی و ایمن‌سازی محل از باران	-	۴	بیش از ۲۰۰ میلی‌متر	-	-	H3	
استفاده از مصالح با ظرفیت گرمایی بالا	بیش از ۱۰	۲-۱	-	سرد	گرم	A1	خشکی
خوابیدن در هوای آزاد	-	۲-۱	-	گرم	گرم	A2	
	بیش از ۱۰	۲-۱	-	مناسب			
سیستم گرمایشی مناسب	-	-	-	سرد	سرد	A3	

شاخص ترجونگ

شاخص ترجونگ یکی از مهم‌ترین و برترین شاخص‌های بیوکلیمای انسانی است که از طریق آن می‌توان مناطق مناسب برای افراد دارای حساسیت و یا بیماری‌های نسبت به تغییر شرایط آب و هوایی را مشخص کرد (کاویانی، ۱۳۷۲). این شاخص از طریق جدول (۴) و همچنین شکل (۲) محاسبه می‌شود (ترجونگ، ۱۹۶۸). در شکل (۲)، محور افقی معرف دما برحسب درجه‌ی فارنهایت و خطوط منحنی معرف رطوبت نسبی به درصد است. محل برخورد این دو عنصر اقلیمی در شرایط متفاوت، در محدوده‌های مختلفی قرار می‌گیرد که با اعداد و نمادهایی (جدول ۴) نشان داده شده است. براساس روش ترجونگ، برای تعیین ضریب راحتی روز و شب در ماه‌های مختلف سال به این صورت عمل می‌شود که با استفاده از میانگین بیشینه دما (درجه فارنهایت) و میانگین کمینه رطوبت نسبی (درصد) وضعیت آسایش روز و از طریق میانگین کمینه دما و میانگین بیشینه رطوبت نسبی وضعیت آسایش شب محاسبه می‌شود (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۷۷). این شاخص همچنین در مکان‌یابی ساختمان‌های حساس همچون آسایشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، تفریحگاه‌ها و برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای کاربرد زیادی دارد (گیونی، ۱۹۹۷).



شکل ۲- محدوده‌ی ضرایب راحتی برحسب شاخص ترچونگ (ترچونگ، ۱۹۶۸)

جدول ۴- مفاهیم و علائم نمودار ضریب راحتی برحسب شاخص ترچونگ

مفهوم	گروه	احساس غالب	سمبل
Ultra cold	Uc	ماورای سرما	-۶
Extremely cold	Ec	فوق‌العاده سرد	-۵
Very cold	Vc	بسیار سرد	-۴
Cold	Cd	سرد	-۳
Keen	K	بسیار خنک	-۲
Cool	C	خنک	-۱
Moderate	M	مطبوع	۰
Warm	W	گرم	+۱
Hot	H	داغ	+۲A
Very hot	S	بسیار داغ	+۲B
Extremely hot	Eh	فوق‌العاده داغ	+۳

شاخص بیکر

این شاخص به دلیل استفاده از پارامترهای دما و سرعت باد یکی دیگر از شاخص جامع جهت بررسی آسایش است. در این شاخص، برای محاسبه‌ی قدرت خنک‌کنندگی (CP) محیط از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۰۰):

$$CP = (0.26 + 0.34V^{0.632})(36.5 - t) \quad (1)$$

در رابطه فوق:

CP: قدرت خنک‌کنندگی محیط به $\text{mcal/cm}^2/\text{sec}$

V: سرعت باد به متر در ثانیه

T: میانگین دمای روزانه به سلسیوس است

پس از محاسبه شاخص و ضریب مربوطه از طریق رابطه فوق، شرایط محیطی و بیوکلیمایی منطقه با استفاده از جدول (۵) استخراج می‌شود بر اساس این شاخص، مقادیر کمتر از ۵ و بیشتر از ۲۰ فشار بیوکلیمایی ایجاد خواهد کرد (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۷۸).

جدول ۵- درجات قدرت خنک‌کنندگی محیط و آستانه‌های بیوکلیمایی برحسب روش بیکر

شرایط زیست‌اقليمی	شرایط محیطی	مقدار	گروه	
فشار زیست‌اقليمی	داغ، گرم، شرجی و نامطبوع	۰-۴	A	
آسایش زیست‌اقليمی	گرم قابل تحمل	۵-۹	B ₁	B
آسایش زیست‌اقليمی	ملايم و مطبوع	۱۰-۱۹	B ₂	
تحريك ملايم	خنک	۲۰-۲۹	C	
تحريك متوسط تا شديد	سرد و کمی فشار دهنده	۳۰-۳۹	D ₁	D
به طور متوسط آزاردهنده	خیلی سرد	۴۰-۴۹	D ₂	
به شدت آزاردهنده	سرد نامطبوع	۵۰-۵۹	D ₃	

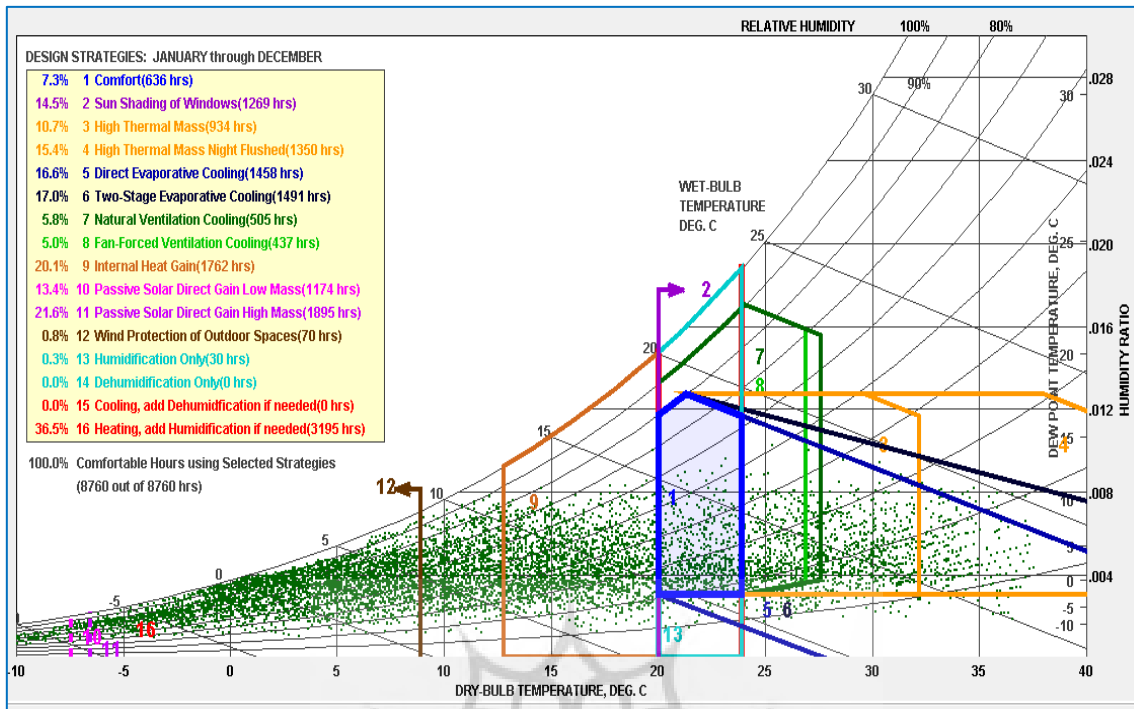
در این پژوهش همچنین با استفاده از نرم‌افزار مشاور اقلیمی و جدیدترین داده‌های EPW در دسترس یعنی داده‌های آب و هوایی ۸۷۶۰ ساعت در سال در دوره (۲۰۰۴-۲۰۱۸) به تحلیل آسایش حرارتی شهر سقز پرداخته شد. روش مورد استفاده جهت ارزیابی شرایط زیست‌اقليمی نیز با استفاده از روش California energy code comfort model2008 و انتقال آن بر روی نمودار سایکومتریک گیونی می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی نمودار سایکرومتریک در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که $7/3$ درصد از ماه‌های سال (636 ساعت) در محدوده آسایش قرار دارد و $92/7$ درصد از ماه‌ها در محدوده عدم آسایش قرار می‌گیرند که حاکی از آن است شهر سقز از نظر آسایش حرارتی برای زندگی فقیر می‌باشد. کمترین ضریب در نمودار سایکرومتریک منطقه مورد مطالعه مربوط به سرمایش و رطوبت‌زدایی^۱ می‌باشد (میزان آن صفر است) و این ویژگی تأثیری در وضعیت آسایش در این شهر ندارد. بهترین استراتژی خنک‌کننده، سایه است که برای $14/5$ درصد ساعات در طول سال (1269 ساعت) می‌توان از آن استفاده نمود تا شرایط آسایش را فراهم کرد. یکی از خنک‌کننده‌های مؤثر دیگر تهویه طبیعی است که میزان آن $5/8$ درصد است. بیشترین ضریب در منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار سایکرومتریک نیز مربوط به گرمایش و افزایش رطوبت با حدود $36/5$ درصد می‌باشد که حاکی از نیاز بالا به گرمایش و رطوبت در منطقه مورد مطالعه جهت آسایش است (شکل ۳).



¹. Cooling, add dehumidification if needed



شکل ۳- وضعیت آسایش در شهر سقز بر اساس نمودار سایکرومتریک

نتایج حاصل از بررسی شاخص ماهانی نشان داد که به جز ماه‌های آذر و دی که در گروه رطوبتی ۴ قرار دارد سایر ماه‌های سال در گروه‌های رطوبتی ۲ و ۳ قرار می‌گیرند. بررسی حدود آسایش روز و شب نیز نشان داد که فقط روزهای اردیبهشت و مهرماه در حدود آسایش (O) قرار دارد و در بقیه‌ی روزهای سال، گرما (H) و بخصوص سرمای هوا (C) موجب نارضایتی فرد و عدم احساس آسایش شده است. به طوری که در روزهای خردادماه تا شهریورماه، گرمای هوا و در روزهای زمستان و پاییز (به جز مهر) و همچنین فروردین‌ماه، سرمای هوا موجبات نارضایتی افراد را فراهم می‌کند. در وضعیت شب، شرایط حادثتر است به طوری که به جز شب‌های تیر و مردادماه که شرایط آسایش فراهم است در سایر ماه‌های سال پایین بودن دما و سرمای هوا سبب نارضایتی حرارتی شده است. بدین ترتیب بر اساس این شاخص در شهر سقز در غالب ماه‌های سال سرمای هوا موجبات نارضایتی افراد را فراهم کرده است و بالا بودن دما در طول روزهای تابستان و سرمای هوا در سایر ماه‌های سال و به‌ویژه در طول شب سبب نارضایتی حرارتی در شهر سقز می‌شود (جدول ۶).

جدول ۶- شرایط آسایش انسانی و وضعیت حرارتی به روش ماهانی در شهر سقز

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
میانگین حداکثر دما	۱۷/۷	۲۳	۲۹/۸	۳۴/۲	۳۴	۲۹/۵	۲۱/۷	۱۲/۸	۶/۱	۳/۴	۵/۶
میانگین حداقل دما	۳/۳	۶/۱	۹	۱۳/۸	۱۳/۳	۸/۴	۴/۵	-۰/۴	-۵/۲	-۷/۸	-۱/۴
میانگین رطوبت نسبی	۵۹/۹	۵۶/۴	۴۴/۷	۳۶/۴	۳۳	۳۴	۴۸/۶	۶۳/۳	۷۰/۳	۷۲/۲	۶۳/۸
نوسان دمای ماهانه	۱۴/۴	۱۶/۹	۲۰/۸	۲۰/۴	۲۰/۷	۲۱/۱	۱۷/۲	۱۳/۲	۱۱/۳	۱۱/۲	۱۲/۷
گروه رطوبتی	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۴	۴	۳
آسایش روز	حد بالا	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۶	۲۴	۲۴	۲۶
	حد پایین	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۹	۱۸	۱۸	۱۹
تنش حرارتی روز	C	O	H	H	H	H	O	C	C	C	C
آسایش شب	حد بالا	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۹	۱۸	۱۸	۱۹
	حد پایین	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
تنش حرارتی شب	C	C	C	O	O	C	C	C	C	C	C

در شاخص ماهانی، روش‌هایی نیز جهت تشخیص ناراحتی‌های اقلیمی و راهکارهای رفع این ناراحتی در دو گروه مرطوب (H) و خشک (A) در جدول (۷) ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل، هیچ‌کدام از ماه‌های سال در شهر سقز در وضعیت گروه‌های رطوبتی H قرار نمی‌گیرند که بیانگر قرارگیری ماه‌های در نوسان دمای ماهانه کمتر از ۱۰ درجه سلسیوس و گروه رطوبتی ۳ است که در این شرایط جریان محسوس هوا برای احساس آسایش ضروری می‌باشد.

بررسی شاخص‌های ناراحتی گروه خشک نیز نشان می‌دهد که ماه‌های خرداد تا شهریور دارای وضعیت ناراحتی A1 می‌باشد که بیانگر نوسان دمای شب و روز بیش از ۱۰ درجه سلسیوس و گروه رطوبتی ۲ بوده که مجموع این شرایط ایجاد ناراحتی می‌کند. همچنین ماه‌های آبان تا فروردین دارای وضعیت ناراحتی A3 می‌باشد که بیانگر شب‌ها و روزهای سرد و خشک است در چنین شرایطی دمای ماهانه از حداقل دمای منطقه آسایش ماهانی پائین تر است و سرمای زیاد ایجاد ناراحتی می‌کند. با توجه به قرارگیری منطقه مورد مطالعه در اقلیم سرد برای رفع آن استفاده از مصالح با ظرفیت گرمایی بالا و سیستم گرمایشی مناسب با اقلیم منطقه توصیه شده است. در سایر ماه‌های سال این دو شاخص (A1 و A3) و همچنین شاخص ناراحتی گروه A2 در هیچ‌کدام از ماه‌های سال در شهر سقز وجود ندارد (جدول ۷).

جدول ۷- شرایط ناراحتی به روش ماهانی در شهرستان سقز

ماه	شاخص H1	شاخص H2	شاخص H3	شاخص A1	شاخص A2	شاخص A3
فروردین	-	-	-	-	-	✓
اردیبهشت	-	-	-	-	-	-
خرداد	-	-	-	✓	-	-
تیر	-	-	-	✓	-	-
مرداد	-	-	-	✓	-	-
شهریور	-	-	-	✓	-	-
مهر	-	-	-	-	-	-
آبان	-	-	-	-	-	✓
آذر	-	-	-	-	-	✓
دی	-	-	-	-	-	✓
بهمن	-	-	-	-	-	✓
اسفند	-	-	-	-	-	✓

بر اساس نتایج حاصل از شاخص ماهانی و بررسی‌های میدانی به عمل آمده برای معماری اقلیم منطقه مورد مطالعه، و آسایش بیوکلیمایی راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

به طور کلی، براساس جداول چهارگانه ماهانی در شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه مجموعه‌های ساختمانی، بهتر است که دارای بافت متراکم و فشرده باشند. از لحاظ شکل‌گیری ساختمان باید جهت شمالی - جنوبی داشته باشد، یعنی محور طویل‌تر ساختمان در جهت شرقی - غربی باشد تا امکان بهره‌گیری حداقل از انرژی تابشی خورشید در مواقع سرد سال فراهم گردد.

ابعاد پنجره‌ها باید مساحتی در حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد مساحت نمای ساختمان را داشته باشد. مصالح ساختمانی دیوارهای داخلی و خارجی بایستی سنگین و سقف‌ها بایستی سبک همراه با عایق حرارتی باشد کف‌ها نیز سنگین و زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت حرارت را داشته باشد.

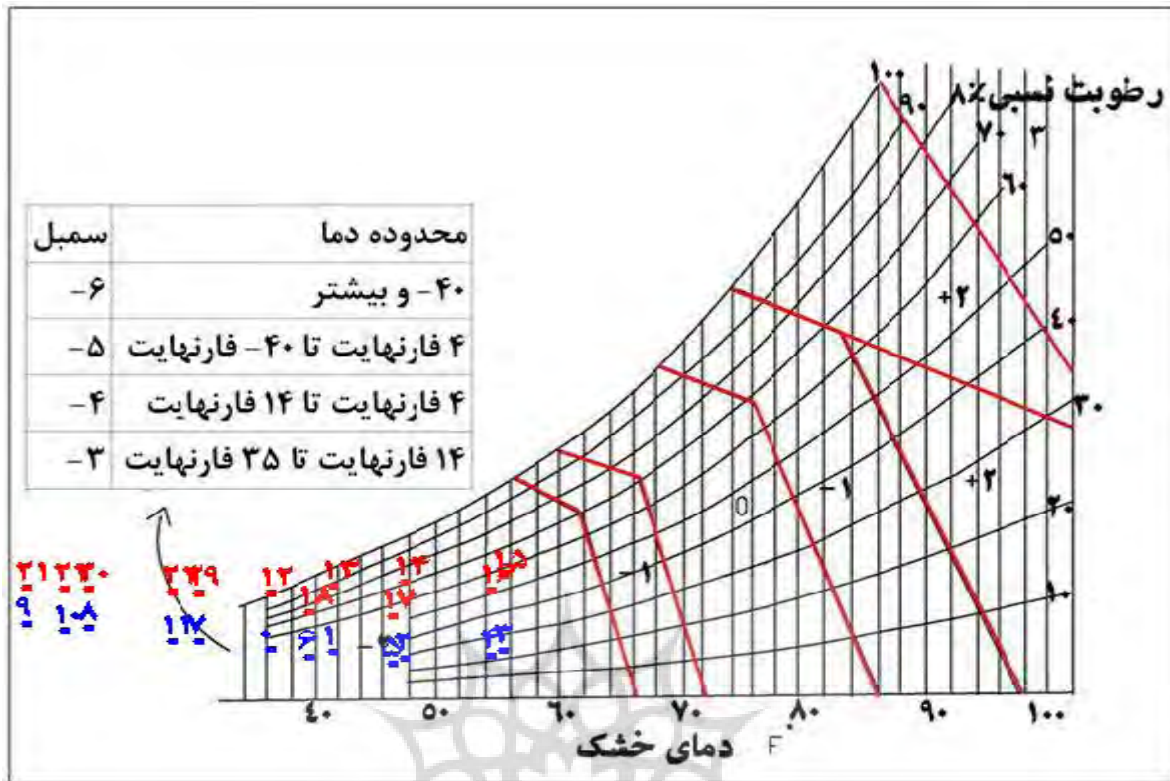
بر اساس شاخص ترجونگ، در طول روز فقط ماه‌های فروردین و مهر در وضعیت مطبوع قرار می‌گیرند و بقیه‌ی ماه‌های سال در وضعیت گرم تا خنک قرار دارند. همچنین هیچ‌کدام از ماه‌های سال در طول شب در وضعیت مطبوع قرار نمی‌گیرد. به این ترتیب وضعیت آسایش بیوکلیمایی برای روزها و شب‌های مختلف هر ماه متفاوت است به طوری که ممکن است، روز در وضعیت مطبوع باشد اما شب در وضعیت بسیار

خنک قرار گیرد. این موضوع بیانگر نوسان بالای دمای شبانه‌روزی در منطقه مورد مطالعه و تغییر شرایط فیزیولوژی منطقه به طور ناگهانی است. اما آنچه واضح است این است که تمام شب‌ها در وضعیت سرد تا بسیار خنک قرار دارند و پایین بودن دما در شب و همچنین در روزهای خرداد تا شهریور، گرمای هوا سبب نارضایتی و عدم احساس آسایش در شهر سقز شده است (جدول ۸ و شکل ۴).

جدول ۸- شرایط آسایش بیوکلیمایی براساس شاخص ترجونگ در شهر سقز

ماه	مقدار دفع انرژی در روز	احساس غالب در روز	مقدار دفع انرژی در شب	احساس غالب در شب
فروردین	-۲۱۷/۷	مطبوع	-۷۳۰	بسیار خنک
اردیبهشت	-۴۱/۶	گرم	-۶۳۳/۳	بسیار خنک
خرداد	۱۷۴/۹	احساس گرمای بسیار نامطبوع اضافی	-۵۴۸/۲	خنک
تیر	۲۱۶/۱	احساس گرمای بسیار نامطبوع اضافی	-۴۴۳/۲	خنک
مرداد	۲۱۲/۶	احساس گرمای بسیار نامطبوع اضافی	-۴۵۰	خنک
شهریور	۱۳۷/۶	احساس گرمای نامطبوع اضافی	-۵۵۵/۸	خنک
مهر	-۸۰/۳	گرمای مطبوع	-۶۴۳/۹	بسیار خنک
آبان	-۳۰۷/۲	خنک	-۷۱۸/۱	بسیار خنک
آذر	-۴۶۳/۸	خنک	-۷۹۷/۷	بسیار خنک
دی	-۵۳۳/۷	خنک	-۸۶۴/۹	سرد
بهمن	-۴۹۳/۲	خنک	-۸۷۳/۳	سرد
اسفند	-۳۸۷/۲	خنک	-۸۳۱/۸	سرد

با توجه به نمودار ترجونگ و روابط و فرمول‌های محاسبه شده، شرایط فیزیولوژیک سالانه در سقز در خارج از محدوده آسایش قرار می‌گیرد (شکل ۴). در مجموع بر اساس شاخص ترجونگ از اواسط پاییز تا اوایل بهار بدترین و از اواسط بهار تا اوایل پاییز مناسب‌ترین شرایط برای آسایش انسانی در شهرستان سقز حاکم است.



شکل ۴- نمودار ترجونگ برای ماه‌های مختلف سال در شهرستان سقز

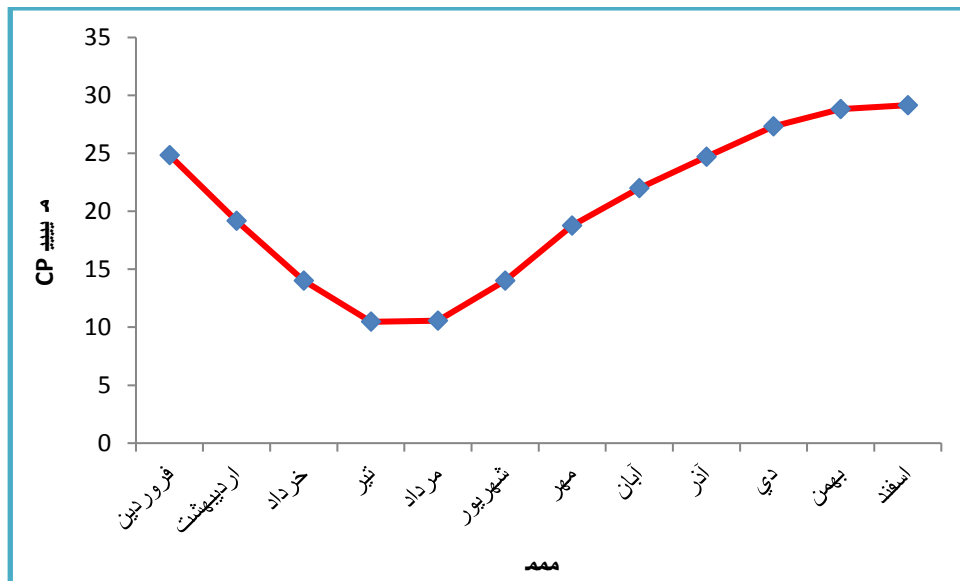
درجات خنک‌کنندگی محیط بر اساس شاخص بیکر به صورت میانگین برای ماه‌های مختلف سال در جدول (۹) آورده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که شرایط محیطی ۶ ماه از سال (از فروردین ماه تا مهرماه) منطبق بر محدوده آسایش بیوکلیمایی (C) است و بقیه ماه‌های سال در محدوده تحریک ملایم (D) قرار می‌گیرند. کمترین میزان CP مربوط به ماه‌های تیر و مرداد به ترتیب با ۱۰/۵، ۱۰/۶ و ۳/۵ میکرو کالری بر سانتی‌متر مربع در ثانیه است. در نتیجه شرایط محیطی منطقه ملایم مطبوع است با شروع فصل پاییز مقدار CP و قدرت خنک‌کنندگی محیط افزایش می‌یابد و شرایط محیطی شهر سقز به خنک تغییر می‌یابد. در مجموع نتایج حاصل از شاخص بیکر نشان می‌دهد که با توجه به ضرایب CP ماه‌های اردیبهشت و مهر دارای بیشترین شرایط آسایش زیست‌اقليمی و مناسب‌ترین زمان برای فعالیت‌های مختلف از جمله گردشگری در شهر سقز هستند (جدول ۹).

جدول ۹- شرایط آسایش بیوکلیمایی بر اساس شاخص بیکر در شهر سقز

ماه	میانگین دما	میانگین سرعت باد	CP	شرایط محیطی	شرایط بیوکلیمایی	علائم
فروردین	۱۰/۵	۲/۹	۲۴/۸	خنک	تحریک ملایم	D
اردیبهشت	۱۴/۵	۲/۴	۱۹/۲	ملایم و مطبوع	آسایش بیوکلیمایی	C
خرداد	۱۹/۴	۱/۲	۱۴	ملایم و مطبوع	آسایش بیوکلیمایی	C
تیر	۲۴	۲/۲	۱۰/۵	ملایم و مطبوع	آسایش بیوکلیمایی	C
مرداد	۲۳/۶	۲/۱	۱۰/۶	ملایم و مطبوع	آسایش بیوکلیمایی	C
شهریور	۱۹	۲	۱۴	ملایم و مطبوع	آسایش بیوکلیمایی	C
مهر	۱۳/۱	۲	۱۸/۸	ملایم و مطبوع	آسایش بیوکلیمایی	C
آبان	۶/۲	۱/۶	۲۲	خنک	تحریک ملایم	D
آذر	۰/۵	۱/۴	۲۴/۷	خنک	تحریک ملایم	D
دی	-۲/۲	۱/۵	۲۷/۳	خنک	تحریک ملایم	D
بهمن	-۰/۳	۱/۹	۲۸/۸	خنک	تحریک ملایم	D
اسفند	۴/۹	۲/۷	۲۹/۲	خنک	تحریک ملایم	D

شکل (۵) نوسانات و تغییرات مقدار CP و قدرت خنک‌کنندگی محیط در ماه‌های مختلف سال را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود از فرودین ماه میزان CP کاهش یافته و در تیرماه به حداقل میزان خود می‌رسد. سپس روند افزایشی به خود گرفته و در اسفندماه به حداکثر میزان خود می‌رسد و در این بازه شرایط محیطی شهرستان سقز به تحریک ملایم و یا خنک تغییر می‌یابد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتال جامع علوم انسانی



شکل ۵- نوسانات میزان CP در ماه‌های مختلف سال در شهر سقز

در مجموع نتایج حاصل از بررسی و مقایسه شاخص‌های مختلف نشان داد که ماه‌های اردیبهشت و مهر مناسب‌ترین ماه‌ها از نظر آسایش بیوکلیمایی در شهر سقز بر اساس ترکیب شاخص‌های مختلف می‌باشند و سایر ماه‌ها، با وضعیت خنک در شب و گرم در روز ارزیابی می‌شوند. در مقایسه روش‌های مختلف استفاده شده در این پژوهش نیز می‌توان بیان کرد که شاخص ماهانی و به دلیل ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه، نسبت به شاخص‌های بیکر و ترجونگ از دقت بیشتری برخوردار است (جدول ۱۰). بنابراین فعالیت‌های توسعه‌ای و زیست‌محیطی متأثر از شرایط اقلیمی و حتی برنامه‌های گردشگری می‌تواند به ترتیب اولویت‌های ذکر شده در این ماه‌ها برنامه‌ریزی و اجرا گردند.

جدول ۱۰- مقایسه و ارزیابی شاخص‌های بیوکلیمایی در شهر سقز

شاخص	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
ماهانی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد
ترجونگ	روز	مطبوع	گرم	گرم	گرم	گرم	مطبوع	خنک	خنک	خنک	خنک	خنک
	شب	بسیار خنک	بسیار خنک	خنک	خنک	خنک	بسیار خنک	بسیار خنک	بسیار خنک	سرد	سرد	سرد
بیکر	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم	تحریک ملایم

نتیجه گیری

اقلیم یکی از مهم‌ترین عواملی است که در شکل‌دهی شرایط زیست‌محیطی مشارکت می‌کند و بیش از هر عامل دیگری سلامتی و آسایش جسمی و روانی انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با نوسان عناصر اقلیمی، آسایش و سلامتی انسان نیز دچار نوسان و تغییر می‌شود. بنابراین انسان‌ها، مناطقی را به عنوان سکونتگاه انتخاب می‌کنند که بالاترین میزان آسایش اقلیمی را داشته باشد. بررسی و ارزیابی شرایط زیست‌اقلیمی ضمن تعیین شرایط آسایش یا عدم آسایش حاکم بر منطقه، پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمرانی زیست‌محیطی به‌ویژه در زمینه مسائل شهری، معماری و گردشگری است. لذا در این پژوهش به منظور ارزیابی آسایش انسانی در شهر سقز، آمار پارامترهای مختلف هواشناسی در دوره آماری ۴۰ ساله (۱۳۵۹-۱۳۹۸) مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس جداول زیست‌اقلیمی برای شهرستان سقز با استفاده از شاخص‌های ماهانی، ترجونگ، بیکر و همچنین نمودار سایکرومتریک تهیه گردید. شهرستان سقز به علت قرار گرفتن در منطقه کوهستان و همچنین موقعیت خاص محلی از شرایط سرمای شديدي برخوردار می‌باشد. به طوری که از اواسط فصل پاییز تا اوایل فصل بهار تا اواخر تابستان، کمینه، میانگین و حتی بیشینه دما در محدوده آسایش قرار نمی‌گیرد و فرد در این شرایط احساس ناراحتی می‌کند. بیشترین ساعت آسایش در منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار سایکرومتریک مربوط به ماه‌های مهر و اردیبهشت می‌باشد. همچنین کمترین میزان شرایط آسایش حرارتی مربوط به ماه‌های فصول زمستان و تابستان می‌باشد. به طور کلی در شهر سقز، ۷/۳ درصد از ماه‌های سال (۶۳۶ ساعت) در محدوده آسایش قرار دارد و ۹۲/۷ درصد از ماه‌ها در محدوده عدم آسایش قرار می‌گیرند. بر اساس نتایج حاصل بهترین استراتژی که در این منطقه برای آسایش حرارتی می‌توان انجام داد استفاده از تجهیزات و وسایل گرمایشی و همچنین کنترل دما از طریق ایجاد فضاهای بسته و فشرده و عایق‌بندی مناسب است.

در مجموع نتایج حاصل از بررسی و مقایسه شاخص‌های مختلف نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه شرایط زیست‌اقلیمی مطبوع تا نامطبوع حاکم است به طوری که در ماه‌های تابستان و زمستان به ترتیب شرایط زیست‌اقلیمی گرم و بسیار سرد و شرایط نامطبوع حاکم است. با این وجود می‌توان ماه‌های اردیبهشت، مهر و تا حدودی فروردین، خرداد و شهریور را مناسب‌ترین ماه‌ها از نظر آسایش بیوکلیمایی در شهر سقز بر اساس شاخص‌های مورد بررسی معرفی کرد. در مجموع بهار و پاییز با شرایط مناسب آسایش انسانی، بهترین فصول برای انجام فعالیت‌های محیطی و گردشگری در منطقه مورد مطالعه هستند.

نتایج حاصل از این پژوهش، مطالعات هدایتی راد و همکاران (۱۳۹۵)، علی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) و حسینی و همکاران (۱۳۹۸) مبنی بر دقت و کاربرد بیشتر شاخص‌های مورد استفاده را مورد تأیید قرار می‌دهد. مجموع ارزیابی‌های حاصل بیانگر آن است که به منظور دستیابی به نتایج با ضریب اطمینان بالا لازم است از شاخص‌های مختلف بیوکلیمایی استفاده گردد و یک شاخص به‌تنهایی جهت شناخت آسایش انسانی یک منطقه مؤثر نیست و در برنامه‌ریزی‌های زیست‌محیطی باید از ترکیب شاخص‌های مختلف جهت رسیدن به اهداف استفاده کرد. از نتایج حاصل از این بررسی می‌توان در زمینه‌های مختلف زیست‌محیطی، عمرانی، گردشگری، معماری و مسائل مربوط به مکان‌یابی بهینه احداث واحدهای بیمارستانی، آسایشگاهی، تفرجگاهی و صنعتی استفاده نمود.

منابع

۱. برنا، رضا (۱۳۹۷). تعیین تقویم زمانی اقلیم گردشگری در راستای توسعه و برنامه‌ریزی توریسم (مطالعه موردی: استان مرکزی). فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۱۱، شماره ۱، صص ۲۴۳-۲۶۳.
۲. حجازی زاده، زهرا، کربلائی، علیرضا (۱۳۹۵). مقدمه‌ای بر اقلیم آسایش حرارتی و شاخص‌های آن، انتشارات آکادمیک: انجمن جغرافیایی ایران، چاپ اول، تهران، ۵۰۶ ص.
۳. حسینی، سید محمد، حسینی، سید اسعد، کربلایی، علیرضا (۱۳۹۸). ارزیابی شاخص‌های زیست‌اقلیمی سنندج. فصلنامه مطالعات علوم محیط‌زیست، انتشارات مرکز فناوری‌های پایش آلودگی هوا و آب و سامانه‌های انرژی، سال ۴، شماره ۲، صص ۱۳۱۶-۱۳۰۷.
۴. رازجویان، محمود (۱۳۶۷). آسایش به‌وسیله‌ی معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، تهران، ۲۱۲ ص.
۵. شکوئی، حسین (۱۳۸۱). فلسفه جغرافیا، انتشارات گیتاشناسی، تهران.
۶. شیعه، اسماعیل (۱۳۸۱). مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران.
۷. صادقی روش، محمدحسن (۱۳۸۹). ارزیابی ضرایب زیست‌اقلیمی مؤثر در آسایش انسان مطالعه موردی: شهر یزد، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال ۳، شماره ۱۰.
۸. علیپور، عباس، هاشمی، سید مصطفی، حسینی، سید اسعد، قدمی، فردین. ۱۳۹۶. ارزیابی اقلیم آسایش گردشگری در جنوب و جنوب شرق ایران با استفاده از شاخص TCI مطالعه موردی: استان‌های سیستان

- و بلوچستان، کرمان و هرمزگان. اولین همایش بین‌المللی گردشگری، جغرافیا و محیط‌زیست پاک، همدان، ۱۶ ص.
۹. قنبری، عبدالرسول، عفیفی، محمدابراهیم و غلامرضا صادقی (۱۳۸۹)، نگرشی بر ارزیابی آسایش انسانی در شهر لار با توجه به شاخص‌های زیست‌اقليمی، فصلنامه‌ی جغرافیای طبیعی، سال ۳، شماره ۱۰، صص ۹۳-۱۰۹.
۱۰. کاویانی، محمدرضا (۱۳۷۲)، بررسی و تهیه نقشه‌ی زیست‌اقليم انسانی ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، دانشگاه اصفهان، شماره ۲۸، صص ۷۷-۱۰۸.
۱۱. محمدی، حسین، سعیدی، علی (۱۳۸۷)، شاخص‌های زیست‌اقليمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان مطالعه‌ی موردی شهر قم، مجله‌ی محیط‌شناسی، دانشگاه تهران، سال ۳۴، ش ۴۷، صص ۸۶-۷۳.
۱۲. مزینان، بهاره، نیکقدم، نیلوفر (۱۳۹۴)، طراحی اقلیمی ساختمان‌های شهر سقز مبتنی بر تغییرات اقلیمی، همایش ملی عمران و معماری با رویکردی بر توسعه پایدار، فومن
۱۳. نگهبان، سعید، روشن، غلامرضا، آذری‌دهکردی، فرود (۱۳۸۸)، مطالعه‌ی ویژگی‌های اقلیم آسایش شهر یزد با استفاده از مدل ماهانی (MAHANI) و تأثیر روند تغییر اقلیم بر روی آن، مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، انجمن آبخیزداری ایران، سال ۳، ش ۷، صص ۶۱-۵۹.
۱۴. هدایتی راد، فائزه، شبانکاری، مهران، ضرغامیان، محمدرضا (۱۳۹۵)، ارزیابی شاخص‌های زیست‌اقليمی مؤثر بر آسایش انسان (مطالعه موردی: منطقه آزاد اروند). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۱۸ (ویژه‌نامه شماره ۳ طراحی و مدیریت شهری)، صص ۲۱-۴۱.

-۴

15. Givoni, B. (1997). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. I. T. P. Pub. Inc
16. Hartz, DA., Brazel, AJ., Golden, JS. (2013). A comparative climate analysis of heat-related emergency 911 dispatches: Chicago, Illinois and Phoenix, Arizona USA 2003 to 2006. *International Journal of Biometeorology*, 57(5): 669-78.
17. Hejazizadeh, Z., Karbalaee, A., Hosseini, S.A. Tabatabaei, S. A. (2019). Comparison of the holiday climate index (HCI) and the tourism climate index (TCI) in desert regions and Makran coasts of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 12, 803
18. Nastos, PT., Matzarakis, A. (2012). The effect of air temperature and human thermal indices on mortality in Athens, Greece. *Theoretical and Applied Climatology*, 108(3-4):591-99.
19. Olgyay, V. (1973). *Design With Climate*, Princeton University Press, usa 15-Conti S., meli P., Minelli G., Solimini R., Toccaceli, V., Vichi, M., Beltrano, C., Perinil, I., (2005). Epidemiologic Study of mortality during the summer 2003 heat wave in Italy, *Environmental Research*, 98:390-399.

20. Scott, D., Rutt, M., Amelung, B., Tang, M, (2016). An Inter-Comparison of the Holiday Climate Index (HCI) and the Tourism Climate Index (TCI) in Europe, *Atmosphere*, 7(80): 1-17.
21. Scott, D., Hall, C. M., Gössling, S. (2019). Global tourism vulnerability to climate change. *Annals of Tourism Research*, 77: 49-61.
22. Terjung, W.H. (1968). World Patterns of the Monthly Comfort Index. *International journal of biometeorology*, 12(2):119-123

