

ارزیابی شاخص‌های زیست اقلیمی سنندج

سید محمد حسینی^{۱*}، سید اسعد حسینی^۲، علیرضا کربلائی درئی^۳

۱- استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی

۲- دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی سینوپتیک، دانشگاه خوارزمی

* ایمیل نویسنده مسئول: h.climate@sjau.ac.ir تلفن: ۰۹۳۸۴۶۹۴۵۸۸

تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۲۷

چکیده

امروزه ارزیابی آسایش انسان می‌تواند ابزاری کارآمد در فرآیند برنامه‌ریزی منطقه‌ای با توجه به افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی در زمینه‌های مختلف برنامه‌ریزی شهری، عمرانی، معماری، گردشگری مورد توجه و بررسی قرار گیرد که در ارتباط مستقیم با شرایط آب و هوایی یک منطقه است. لذا در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی اوانز، ماهانی، بیکر و سوزباد، وضعیت آسایش انسانی شهر سنندج مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از پارامترهای میانگین ماهانه کمینه و بیشینه دما، میانگین ماهانه کمینه و بیشینه رطوبت نسبی و میانگین ماهانه سرعت باد ایستگاه همدید سنندج در دوره آماری ۲۶ ساله (۲۰۱۰-۱۹۸۵) استفاده گردید. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های مختلف نشان می‌دهد که با توجه به شاخص اوانز، آسایش انسانی از شرایط گرم و سرد در روز و از شرایط سرد در شب و با توجه به شاخص ماهانی از شرایط سرد تا گرم و راحت در شب و روز برخوردار می‌باشد. بررسی شرایط زیست اقلیمی با استفاده از شاخص بیکر نیز نشان داد که ماه‌های ژوئن تا سپتامبر (خرداد تا شهریور) در محدوده آسایش قرار می‌گیرد و با توجه به شاخص سوزباد، ماه‌های خرداد، شهریور و مهر از شرایط محیطی مطبوع و دلپذیر برخوردارند. به طور کلی بررسی شاخص‌های مختلف نشان داد که ماه‌های مهر، شهریور، خرداد و اردیبهشت به ترتیب از بهترین شرایط آسایش انسانی برخوردارند. بنابراین فعالیت‌های توسعه‌ای متأثر از شرایط اقلیمی می‌تواند به ترتیب اولویت‌های ذکر شده در این ماه‌ها برنامه‌ریزی و اجرا گردند.

کلمات کلیدی

"شاخص اوانز"، "شاخص ماهانی"، "شاخص بیکر"، "شاخص سوزباد"، "سنندج"

Evaluation of Bioclimatic Index in Sanandaj

Sayed Mohammd Hosseini^{1*}, Sayyed Asad Hosseini², Alireza Karbalaee³

¹ Assistant Professor of Climatology, Sayyed Jamaledin Asadabadi University

² PhD in Climatology, Mohaghegh Ardabili University

³ PhD Students in Synoptic Climatology, Kharazmi University

*Email Address: h.climate@sjau.ac.ir

Abstract

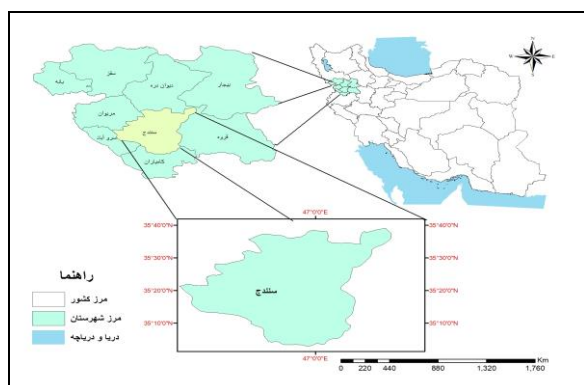
Evaluating of human comfort can be evaluated as effective tool in regional planning process due to the increasing population and of urbanization on urban planning, construction, architecture, tourism and etc. Considered and examined in direct contact with the weather conditions in a region. Therefore, in this study using Bioclimatic index of Evanz, Mahani, Becker, wind Chill; the Sanandaj city was assessed for human comfort. Thus, were used the monthly average of minimum and maximum temperature, minimum and maximum relative humidity and wind speed of Sanandaj synoptic station in the 26 year period (1985-2010). Result of the review of the various shows that the Evanz index, human comfort conditions in the comfort of the hot and cold days and nights of cold conditions and the Mahani index cold conditions so warm and comfortable day and night. Investigation bioclimatic conditions through of Becker indicated that the months of June to September are in the comfort zone and the chill wind index for the month of June, September and October are the environment and pleasant climate. A general review of the indexes showed that the months of August, September, May and June are the best conditions for human comfort. Thus, the climate could be affected by development activities listed in order of priority in the months to plan and implement.

Keywords

"Evanz Index", "Mahani Index", "Becker Index", "Wind Chill Index", "Sanandaj"

عدم آسایش حرارتی و اقلیمی ندارد و این عامل نقش مهمی در تصمیم‌گیری برای مقصد گردشگر دارا می‌باشد) (Matazarakis, 2001). توجه ویژه انسان به پژوهش‌های راحتی گرمایی بخصوص در سده اخیر به ارائه انواع روش‌ها و تکنیک‌های مطالعه وضعیت زیست اقلیم انسانی در محیط مسکون و غیر مسکون منجر گردیده است. زیرا تحلیل شرایط اقلیمی هر مکان، نقطه‌ی شروع فرموله کردن ساختمان‌سازی و مفاهیم طراحی شهری با هدف ایجاد حداکثر شرایط راحتی و به حداقل رساندن استفاده از انرژی برای سرمایش و گرمایش است. (Givoni, 1998). بررسی علمی شرایط و آسایش اقلیمی انسان به دهه ۵۰ و ۶۰ قرن بیستم باز می‌گردد و پژوهش‌های فراوانی در ایران و جهان در خصوص زیست اقلیم در زمینه‌های مختلف صورت گرفته است. قدیمی‌ترین پژوهش‌ها شامل مدل اولگی (۱۹۵۷) است. اولگی نموداری را پیشنهاد نمود که در آن با استفاده از دما و رطوبت نسبی نقش پدیده‌های جوی در آسایش انسان به تفکیک روشن شده بود (رازجویان، ۱۳۶۷). (Terjung, 1968)، طی بررسی‌ها و آزمایش‌های مختلف روی انسان، تقسیم‌بندی بیوکلیمایی را به صورت نموداری مطرح نمود. (Matazarakis et al, 2005)، با استفاده از شاخص دمای مؤثر، اقلیم‌شناسی توریسم و پتانسیل‌های توریسم را برای منطقه کرتی یونان بررسی کردند. از تحقیقات اخیر؛ (Tsutsumi et al, 2007)، (Chun et al, 2008)، (Kwong et al, 2009)، (Ismail et al, 2009)، (Chirag and Ramachandriah, 2010)، (Mendez et al, 2014) و (Scott et al, 2016)، در این زمینه را می‌توان نام برد. محمودی (۱۳۸۷)، با استفاده از شاخص‌های دمای مؤثر و تنش جمعی به تعیین آسایش اقلیمی شهرستان مریوان پرداخت. نگهبان و همکاران (۱۳۸۸)، با استفاده از مدل ماهانی، به مطالعه ویژگی‌های اقلیم آسایش شهر یزد و تأثیر روند تغییر اقلیم روی آن پرداختند. ساری صراف و همکاران (۱۳۸۹)، با استفاده از شاخص TCI به پهنه‌بندی کلیماتوریسم منطقه ارسباران پرداختند. خوش اخلاق و همکاران (۱۳۸۹)، با استفاده از داده‌های ۵۰ ساله (۲۰۰۶-۱۹۵۷) و مدل اوانز به بررسی اقلیم آسایش شهر یزد پرداختند. پروانه و همکاران (۱۳۹۰)، وضعیت آسایش اقلیمی شهر الیگودرز طی دوره آماری ۲۳ ساله (۲۰۰۹-۱۹۸۷) را مورد ارزیابی قرار دادند. ولاشجردی و کریم‌پور (۱۳۹۱)، با استفاده از شاخص‌های اوانز به بررسی آسایش اقلیمی بندر چابهار به منظور گردشگری پرداختند و مطلوب‌ترین ماه‌های سال برای گردشگری در منطقه را تعیین کردند. احمدی و همکاران (۱۳۹۴)، به ارزیابی شرایط آسایش انسانی در شهرستان

بیوکلیماتولوژی 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 یا به عبارت دیگر، انسان تحت آن شرایط نه احساس سرما و نه گرما کند (جهانبخش اصل، ۱۳۷۷). بیوکلیمای آسایش انسانی نیز مجموعه شرایطی است که انسان از نظر شرایط محیطی (حرارتی، رطوبتی، باد، آفتاب) در ۸۰ درصد موارد احساس راحتی نماید به طوری که رابطه بین انسان و هوا سپهر (رابطه بین خون و فشار هوا، رابطه بین گرم‌زدگی و تبخیر آب از پوست بدن انسان) ماهیتاً جغرافیایی و اقلیمی است که در حیطه علم اقلیم‌شناسی انسانی قرار می‌گیرد (کاویانی، ۱۳۷۲). راحتی و سلامتی انسان بیش از هر عاملی، تحت تأثیر وضعیت هوا و شرایط اقلیمی است. از بین تمامی عناصر اقلیمی، چهار عنصر درجه حرارت، رطوبت، تابش و باد بیشترین تأثیر را بر بدن انسان دارند (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹). آسایش زیست اقلیمی انسانی به تعادل حرارتی بدن انسان با محیط پیرامون وابسته است. طیفی از درجه حرارت‌هایی که پراکنش حرارت به میزان رضایت بخشی در آن صورت گیرد، منطقه آسایش انسان نامیده می‌شود. از نظر فعالیت بدنی و راحتی انسان، هیچ اقلیمی را نمی‌توان کاملاً مطلوب یا نامطلوب فرض کرد و هیچ اقلیم استاندارد و هیچ انسان استاندارد وجود ندارد. بنابراین آسایش هم در یک منطقه صد درصد ثابت نمی‌تواند باشد و برای افراد برحسب سن، سلامت، فعالیت بدنی، نژاد، میزان پوشش و همچنین بر اساس فصل‌های مختلف سال و خو گرفتن افراد به محیط به طور نسبی تغییر می‌کند (محمدی، ۱۳۸۶). مبنای بسیاری از بررسی‌های مربوط به تعیین بیوکلیمای انسانی، تعیین درجه تأثیر اقلیم بر روی فیزیولوژی انسانی در شرایط متعارف، بازتاب احساسی است که انسان از اقامت در اقلیم‌های مختلف و یا تحت شرایطی نظیر ایجاد اقلیم‌های مصنوعی به دست می‌آورد. حاصل این بررسی‌ها به صورت روابط و نمودارهای مختلف اقلیمی ارائه می‌شوند (جهانبخش، ۱۳۷۷). پژوهش‌های زیست اقلیمی، پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمران ناحیه‌ای به‌ویژه در زمینه مسائل شهری، معماری و جهانگردی است و نتایج حاصل از این گونه پژوهش‌های در اسکان بشر در مناطق جدید و نیز توسعه‌ی سکونتگاه‌های موجود بهره‌برداری می‌شود (Lauren, 2003). همچنین اقلیم از دیدگاه برنامه‌ریزی گردشگری بسیار اهمیت دارد و گردشگران معمولاً در جستجوی اقلیم مطلوب یا اقلیم آسایش هستند که در آن، فرد هیچ‌گونه احساس ناراحتی و



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی

ارتفاع به متر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نوع ایستگاه
۱۳۳۳/۴	۳۵'۲۰"	۴۷'۰۰"	همدید

• روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از نوع تحلیلی-توصیفی می‌باشد که به منظور ارزیابی جامع شرایط زیست اقلیمی در ارتباط با مفهوم آسایش انسانی از مدل‌های مختلفی استفاده شده است تا ضمن دستیابی و مقایسه نتایج حاصل شده از هر مدل، دیدی همه جانبه‌نگر با ضریب اطمینان بالا نسبت به وضعیت زیست اقلیمی انسانی منطقه حاصل شود. از این رو چهار شاخص مهم زیست اقلیمی شامل شاخص اوانز، شاخص ماهانی، شاخص بیکر و شاخص سوزباد مدنظر قرار گرفت. بدین منظور از عناصر اقلیمی مورد نیاز در شاخص‌های ذکر شده از قبیل دما (میانگین، کمینه، بیشینه) به درجه سلسیوس، رطوبت نسبی (میانگین، کمینه، بیشینه) به درصد و میانگین سرعت باد (به متر در ثانیه) در مقیاس ماهانه طی دوره آماری ۲۶ ساله (۱۹۸۵-۲۰۱۰) ایستگاه همدید سنندج جهت دستیابی به نتایج مستدل بهره گرفته شد که در ادامه به تشریح مختصر هر یک از روش‌ها، پرداخته خواهد شد:

• شاخص اوانز:

اوانز جهت تعیین منطقه آسایش شرایط چهارگانه‌ی زیر را در رابطه با دمای هوای خشک در نظر می‌گیرد و نتیجه را در جدولی (جدول ۲) ارائه می‌دهد (رازجویان، ۱۳۶۷):

۱- رطوبت نسبی در چهار گروه ۰ تا ۳۰ درصد، ۳۰ تا ۵۰ درصد، ۵۰ تا ۷۰ درصد و ۷۰ تا ۱۰۰ درصد.

۲- جریان هوا از غیر محسوس (۰/۱ متر در ثانیه) تا محسوس (۱ متر در ثانیه)

۳- فعالیت- استراحت یا کارهای سبک خانگی

سوز با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی ماهانی، تریبونگ، بیکر، فشار عصبی، سوز باد و دمای مؤثر پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که ماه‌های خرداد، اردیبهشت، شهریور و مهر از بیش‌ترین فراوانی مطلوبیت آسایش اقلیمی برخوردارند. علی‌پور و همکاران (۱۳۹۶)، به ارزیابی اقلیم آسایش گردشگری در جنوب و جنوب شرق کشور پرداختند. نتایج نشان داد که در این مناطق ماه‌های سرد سال از بهترین مطلوبیت آب و هوایی جهت گردشگری برخوردارند.

روش‌ها و مدل‌های گوناگونی برای شناخت و درجه‌ی تأثیر عناصر و عوامل اقلیمی بر روی آسایش انسان وجود دارد که در این پژوهش معتبرترین مدل‌های تجربی موجود و مدل‌های همساز با اقلیم منطقه مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. این بررسی، امکان می‌دهد که با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی، بیوکلیمای شهرسنندج از نظر تعیین درجه تأثیر اقلیم و آثار فیزیولوژیکی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و الگوی مناسبی به منظور تعیین درجه آسایش یا عدم آسایش در منطقه مورد بررسی، در طول ماه‌های مختلف سال حاصل شود.

۲- روش انجام پژوهش

• محدوده مورد بررسی

شهرستان سنندج با مساحت ۲۹۰۶ کیلومترمربع در غرب کشور در ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه و ۱۹ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۷ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۴۷ درجه و ۱ دقیقه و ۱۳/۹ ثانیه طول شرقی در ارتفاع ۱۵۳۸ متری از سطح دریا قرار گرفته است که جزو مناطق کوهستانی با خصوصیات اقلیمی تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد به شمار می‌آید (شکل ۱). جهت انجام پژوهش حاضر از آمار هواشناسی ایستگاه همدید سنندج استفاده گردید که مشخصات آن در جدول (۱) ذکر شده است. متوسط دمای سالانه‌ی این شهرستان در دوره مورد بررسی (۱۹۸۵-۲۰۱۰) برابر با ۱۳/۹ درجه سلسیوس می‌باشد و میانگین کمینه و بیشینه دمای سالانه آن نیز به ترتیب برابر با ۵/۹ و ۲۲ درجه سلسیوس و همچنین کمترین و بیشترین مقدار میانگین دمای ماهانه به ترتیب مربوط به ماه ژانویه (دی ماه) با ۰/۸ و ماه جولای (تیرماه) با ۲۷/۵ درجه سلسیوس است.

جدول ۳- منطقه آسایش شب و روز بر اساس شاخص ماهانی (منبع: نگهبان و همکاران، ۱۳۸۸).

گروه اقلیمی	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	۲۴	۲۵	۳۲	۲۳	۳۰	۲۱
		۲۶	۱۷	۲۳	۱۴	۲۱	۱۲
۲	-۵۰ ۳۰	۳۱	۲۴	۳۰	۲۲	۲۷	۲۰
		۲۵	۱۷	۲۲	۱۴	۲۰	۱۲
۳	-۷۰ ۵۰	۲۹	۲۳	۲۸	۲۱	۲۶	۱۹
		۲۳	۱۷	۲۱	۱۴	۱۹	۱۲
۴	-۱۰۰ ۷۰	۲۷	۲۱	۲۵	۲۰	۲۴	۱۸
		۲۲	۱۷	۲۰	۱۴	۱۸	۱۲

۴- پوشاک- لباس سبک تابستانی و لباس زمستانی درون خانه سپس با توجه به مقادیر حداکثر و کمینه رطوبت نسبی ماهانه به ترتیب منطقه آسایش روز و شب در ماه‌های مختلف سال مشخص می‌گردد. در نهایت میانگین دمای حداکثر هر ماه با منطقه آسایش روز و میانگین دمای کمینه هر ماه با منطقه آسایش شب سنجیده می‌شود تا وضعیت گرمایی هر یک از ماه‌های سال به دست آید تا بتوان بر اساس آن‌ها رهنمودهای معماری متناسب با اقلیم ارائه نمود.

جدول ۲- منطقه آسایش بر اساس شاخص اوانز(منبع: رازجویان، ۱۳۶۷).

مقیا س	شرایط گرمایی	رطوبت نسبی	دمای روز	دمای شب
الف	محدود منطقه راحت به ازای جریان هوایی معادل یک متر در ثانیه	۳۰-۰	۳۲/۵-۲۹/۵	۲۹/۵-۲۷/۵
			۳۰/۵-۲۸/۵	۲۹-۲۶/۵
			۲۹/۵-۲۷/۵	۲۸/۵-۲۶
			۲۹-۲۶	۲۸-۲۵/۵
ب	محدود منطقه راحت به ازای لباس سبک تابستانی و یا یک روانداز سبک در شب جریان هوا نامحسوس	۳۰-۰	۳۰-۲۲/۵	۲۷/۵-۲۰
			۲۸-۲۲/۵	۲۶/۵-۲۰
			۲۷/۵-۲۲/۵	۲۶-۲۰
			۲۷-۲۲/۵	۲۵/۵-۲۰
ج	محدود منطقه راحت به ازای لباس معمولی و گرم و روانداز ضخیم در شب	۳۰-۰	۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶
			۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶
			۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶
			۲۲/۵-۱۸	۲۰-۱۶

• شاخص بیکر:

این شاخص به دلیل اینکه در میان تمام عناصر اقلیمی در ارتباط با بیوکلیمای انسانی از کمیت‌های دما و جریان باد استفاده می‌کند، جامع‌تر و مناسب‌تر است. در این شاخص برای محاسبه قدرت خنک‌کنندگی محیط از رابطه زیر استفاده شده است (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹):

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

در این رابطه، CP قدرت خنک‌کنندگی محیط با توجه به اختلاف بین دمای بدن و دمای هوا برحسب میکروکالری در سانتیمتر مربع در ثانیه ($mcals/cm^2/sec$) است. V : سرعت باد برحسب متر در ثانیه و t : میانگین دمای روزانه برحسب درجه سلسیوس است. بیکر درجات قدرت خنک‌کنندگی محیط و آستانه‌های تحریک بیوکلیمای انسانی را به صورت جدول (۴) ارائه کرده است. بر این اساس چنانچه مقدار CP کمتر از ۵، و یا بیش از ۲۰ باشد فشار بیوکلیمایی وجود خواهد داشت. در حالت اول به دلیل درجه حرارت زیاد شرایط نامطبوع ایجاد می‌شود و در حالت دوم به دلیل برودت محیط شرایط عدم آسایش به وجود می‌آید (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷).

جدول ۴- درجات قدرت خنک‌کنندگی محیط و آستانه‌های بیوکلیمایی برحسب روش بیکر(منبع: قنبری و همکاران، ۱۳۸۹).

گروه	مقدار	شرایط محیطی	شرایط بیوکلیمای انسانی
A	۰-۴	داغ، گرم، شرجی و نامطبوع	فشار بیوکلیمایی
B	۵-۹	گرم قابل تحمل	محدوده‌ی آسایش بیوکلیمایی
	۱۰-۱۹	ملایم و مطبوع	محدوده‌ی آسایش بیوکلیمایی
C	۲۰-۲۹	خنک	تحریک ملایم

• شاخص ماهانی:

این شاخص نخستین بار در سال ۱۹۷۱ توسط کارل ماهانی عرضه شد. ماهانی منطقه آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به میانگین دمای سالیانه محل مورد مطالعه و میانگین رطوبت نسبی همان ماه با استفاده از جدولی (جدول ۳) تعیین می‌کند (نگهبان و همکاران، ۱۳۸۸). برای این منظور پس از به دست آوردن میانگین دمای سالانه و رطوبت نسبی ماهانه، گروه رطوبتی ماه‌های سال از جدول (۳) استخراج می‌شود تا حدود بالا و پایین آسایش شب و روز مشخص گردد. در نهایت میانگین دمای حداکثر هر ماه با منطقه آسایش روز و میانگین دمای کمینه هر ماه با منطقه آسایش شب سنجیده می‌شود تا وضعیت گرمایی هر یک از ماه‌های سال به دست آید.

D	D ₁	۳۹-۳۰	سرد و کمی فشار دهنده	تحریک متوسط تا شدید
	D ₂	۴۹-۴۰	خیلی سرد	به طور متوسط آزار دهنده
	D ₃	۵۹-۵۰	سرد نامطبوع	به شدت آزار دهنده

۳- نتایج پژوهش

با توجه به گسترش و توسعه روزافزون شهرها و شهرنشینی و افزایش جمعیت و نوسانات اقلیمی، بسیاری از بیماری‌های روحی و روانی متوجه ساکنان شهرها و تغییر شرایط آسایش شهرنشینان می‌شود. جهت ارزیابی شرایط آسایش انسانی، شاخص‌ها و معیارهای زیست اقلیمی مختلفی وجود دارد که ضمن شناسایی شرایط آسایش یا عدم آسایش اقلیمی حاکم بر یک منطقه، برنامه‌ریزان را در زمینه‌های مختلف جهت رسیدن به اهداف توسعه‌ی پایدار یاری می‌رساند. در این رابطه، شاخص‌های زیست اقلیمی مختلفی جهت بررسی و ارزیابی شرایط آسایش انسانی در شهرستان سنندج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت که در ادامه به نتایج و بحث در رابطه با هر یک از شاخص‌های مورد استفاده پرداخته خواهد شد.

بر اساس شاخص اوانز، پایین بودن دما و سرمای هوا در اکثر اوقات سال در شهر سنندج مسئله‌ساز است این وضعیت در شب حالت حادتری به خود می‌گیرد، چنانچه در تمام ماه‌های سال این سردی احساس می‌شود (جدول ۷). در وضعیت روز شرایط مقداری مناسب می‌گردد بر اساس این شاخص به جز ماه‌های (اردیبهشت و مهر) بقیه ماه‌های سال از وضعیت حرارتی مناسبی برخوردار نیستند و فرد احساس آسایش نمی‌نماید (جدول ۶). در مجموع با توجه به وضعیت اقلیمی ایستگاه همدید سنندج و سردی هوا و در تلاش برای ساخت معماری همساز با اقلیم، بهتر است برای حفظ حرارت داخلی ساختمان از اجزای ساختمانی با ظرفیت گرمایی بالا و زمان تأخیر مناسب استفاده گردد و با عایق‌بندی مناسب و استفاده از وسایل گرمازا شرایط آسایش را برای ساکنین فراهم آورد. وضعیت گرمایی این شهر به طور خلاصه در جدول (۸) جهت مقایسه بهتر آورده شده است.

• شاخص سوزباد:

یکی دیگر از شاخص‌های راحتی و آسایش انسان، شاخص سوز باد یا در واقع تأثیر خشک‌کنندگی باد است (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹). این شاخص برای اولین بار در سال ۱۹۳۹ توسط پاول سایپل عنوان شد و از آن زمان تاکنون یکی از پارامترهای مهم ارزیابی زیست اقلیمی محسوب می‌شود. این شاخص معرف میزان دفع انرژی بر حسب کیلوکالری طی یک ساعت از سطح یک مترمربع بدن و در شرایط متعارف، یعنی عدم فعالیت بدنی و دمای عادی پوست، یعنی ۳۳ درجه سلسیوس یا ۹۱/۴ درجه فارنهایت است. برای محاسبه مقدار این شاخص از رابطه زیر استفاده می‌شود (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷):

$$H = (10.45 + 10 \sqrt{V} - V) (33 - T)$$

که در آن؛ H ، مقدار دفع انرژی بر حسب کیلوکالری بر مترمربع طی یک ساعت؛ V ، سرعت باد به متر در ثانیه؛ T ، میانگین دما به درجه سلسیوس است. با توجه به رابطه فوق، میزان دفع انرژی در یک مترمربع از سطح بدن تعیین می‌شود و بر اساس جدول (۵) که نمادها نشان داده شده است، به طور دقیق وضعیت و حالت آسایش و راحتی انسان مشخص می‌شود.

جدول ۵- ضریب مربوط به شاخص سوز باد (منبع: محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷).

نماد	مقدار دفع انرژی	حالت و احساس غالب
-h	۱۴۰۰- و بیشتر	گوشت در معرض این دما منجمد می‌شود
-g	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰-	فوق‌العاده سرد
-f	۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰-	بسیار سرد
-e	۸۰۰ تا ۱۰۰۰-	سرد
-d	۶۰۰ تا ۸۰۰-	بسیار خنک
-c	۳۰۰ تا ۶۰۰-	خنک
-b	۲۰۰ تا ۳۰۰-	مطبوع و دلپذیر
-a	۵۰ تا ۲۰۰-	گرم
N	۵۰ تا ۸۰+	نه گرم و نه سرد
A	۸۰ تا ۱۶۰+	احساس گرما روی پوست بدن
B	۸۰ تا ۱۶۰+	احساس گرمای نامطبوع اضافی
C	۱۶۰+ به بالا	احساس گرمای بسیار نامطبوع اضافی

جدول ۶- منطقه آسایش گرمایی روزانه سنندج بر اساس شاخص اوانز

ماه سال	میانگین کمینه رطوبت نسبی	دامنه گرمایی آسایش اوانز			میانگین حداکثر دمای هوا	وضعیت گرمایی روزانه		
		الف	ب	ج		الف	ب	ج
ژانویه	۴۳/۵	۳۰/۵-۲۸/۵	۲۸-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۶/۱	سرد	سرد	سرد
فوریه	۳۸/۵	۳۰/۵-۲۸/۵	۲۸-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۸/۵	سرد	سرد	سرد
مارس	۲۹/۷	۳۰/۵-۲۸/۵	۲۸-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۱۴/۱	سرد	سرد	سرد
آوریل	۲۴/۸	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۲۰/۱	سرد	سرد	آسایش
می	۱۹/۲	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۲۶	سرد	آسایش	گرم
ژوئن	۱۱/۳	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۲۳/۱	گرم	گرم	گرم
جولای	۱۰/۳	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۳۷/۲	گرم	گرم	گرم
اگوست	۱۰/۱	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۳۶/۸	گرم	گرم	گرم
سپتامبر	۱۰/۹	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۳۲/۱	سرد	آسایش	گرم
اکتبر	۱۹/۴	۳۲/۵-۲۹/۵	۳۰-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۲۴/۵	سرد	آسایش	گرم
نوامبر	۳۲	۳۰/۵-۲۸/۵	۲۸-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۱۵/۵	سرد	سرد	سرد
دسامبر	۳۹/۴	۳۰/۵-۲۸/۵	۲۸-۲۲/۵	۲۲/۵-۱۸	۹/۵	سرد	سرد	سرد

جدول ۷- منطقه آسایش گرمایی شبانه سنندج بر اساس شاخص اوانز

ماه	میانگین حداکثر رطوبت نسبی	دامنه گرمایی آسایش اوانز			میانگین کمینه دمای هوا	وضعیت گرمایی شبانه		
		الف	ب	ج		الف	ب	ج
ژانویه	۸۹/۶	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	-۴/۶	سرد	سرد	سرد
فوریه	۸۸/۶	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	-۳/۲	سرد	سرد	سرد
مارس	۸۵	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	۰/۹	سرد	سرد	سرد
آوریل	۸۴/۲	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	۵/۳	سرد	سرد	سرد
می	۷۹	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	۸/۷	سرد	سرد	سرد
ژوئن	۶۰/۱	۲۸/۵-۲۶	۲۶-۲۰	۲۰-۱۶	۱۲/۸	سرد	سرد	سرد
جولای	۴۹/۶	۲۹-۲۶/۵	۲۶/۵-۲۰	۲۰-۱۶	۱۷/۹	سرد	سرد	سرد
اگوست	۵۰/۱	۲۸/۵-۲۶	۲۶-۲۰	۲۰-۱۶	۱۶/۷	سرد	سرد	سرد
سپتامبر	۶۰/۴	۲۸/۵-۲۶	۲۶-۲۰	۲۰-۱۶	۱۰/۵	سرد	سرد	سرد
اکتبر	۷۴	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	۶/۶	سرد	سرد	سرد
نوامبر	۸۷/۳	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	۱/۸	سرد	سرد	سرد
دسامبر	۸۸/۶	۲۸-۲۵/۵	۲۵/۵-۲۰	۲۰-۱۶	-۲	سرد	سرد	سرد

جدول شماره ۸- وضعیت گرمایی سنندج بر اساس شاخص اوانز

وضعیت گرمایی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
در روز			سرد		آسایش		گرم			آسایش		سرد
در شب												سرد

موجب نارضایتی فرد و عدم احساس آسایش شده است. به طوری که در روزهای فصل تابستان و خرداد ماه گرمای هوا و در روزهای فصل‌های زمستان و پاییز (به جز مهر) سرمای هوا موجبات نارضایتی افراد را فراهم کرده‌اند. در وضعیت شب شرایط حادثر است به طوری

بر اساس شاخص ماهانی همان‌طور که جدول (۹) نشان می‌دهد به جز روزهای مربوط به ماه‌های فروردین، اردیبهشت و مهر که وضعیت حرارتی در حالت آسایش قرار دارد و فرد احساس آسایش می‌کند در بقیه روزهای سال گرما و بخصوص سرمای هوا در ۵ ماه از سال

که به جز شب‌های مربوط به ماه‌های خرداد، تیر و مرداد که شرایط آسایش فراهم است، پایین بودن دما و سرمای هوا سبب ناراضیاتی

حرارتی شده است (جدول ۹).

جدول ۹- منطقه آسایش و وضعیت گرمایی شهر سنندج به روش ماهانی

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مئ	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
میانگین ماهانه رطوبت	۷۱/۱	۶۶/۶	۵۶/۹	۵۳/۵	۴۵/۷	۳۰/۲	۲۵/۷	۲۶	۳۰/۷	۴۴/۹	۶۲/۵	۶۸/۲
گروه رطوبتی	۴	۳	۳	۳	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۳	۳
میانگین ماهانه حداکثر دما	۶/۱	۸/۵	۱۴/۱	۲۰/۱	۲۶	۳۳/۱	۳۷/۲	۳۶/۸	۳۲/۱	۲۴/۵	۱۵/۵	۹/۵
منطقه راحت	۲۴	۲۶	۲۶	۲۶	۲۷	۲۷	۳۰	۳۰	۲۷	۲۷	۲۶	۲۶
روز	۱۸	۱۹	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۰	۲۰	۱۹	۱۹
میانگین ماهانه کمینه دما	-۴/۶	-۳/۲	۰/۹	۵/۳	۸/۷	۱۲/۸	۱۷/۹	۱۶/۷	۱۰/۵	۶/۶	۱/۸	-۲
منطقه راحت	۱۸	۱۹	۱۹	۱۹	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۰	۲۰	۱۹	۱۹
شب	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲
تعیین وضعیت گرمایی	روز	سرد	راحت	سرد	راحت	گرم	راحت	سرد	راحت	سرد	سرد	سرد
شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد

سال در محدوده تحریک ملایم تا شدید (C و D) هستند و در محدوده فشار بیوکلیمایی قرار می‌گیرند.

درجات خنک‌کنندگی محیط برحسب روش بیکر به‌صورت میانگین برای ماه‌های مختلف سال در جدول (۱۰) آورده شده است نتایج حاصل نشان می‌دهد که شرایط محیطی ۴ ماه از سال (خرداد تا مهر) منطبق بر محدوده آسایش بیوکلیمایی (B) است و بقیه ماه‌های

جدول ۱۰- درجات خنک‌کنندگی محیط (میزان CP) برای ماه‌های مختلف سال ($\text{mcal/cm}^2/\text{sec}$) در سنندج

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مئ	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
ضریب آسایش	۳۶/۴	۳۴/۶	۲۹/۹	۲۴/۷	۲۰	۱۴/۴	۹/۸	۱۰/۶	۱۵/۹	۲۱/۷	۲۸/۵	۳۳/۵
گروه	DI	DI	DI	C	C	$B2$	$B2$	$B2$	$B2$	C	C	DI
وضعیت	تحریک متوسط تا شدید			تحریک ملایم		محدوده آسایش				تحریک ملایم		تحریک متوسط تا شدید

اقلیم بوده و با شرایط محیطی و اقلیمی منطقه مطابقت دارد. بر اساس این شاخص در ماه‌های اردیبهشت، شهریور و مهر شرایط مطبوع و دلپذیر حاکم است (جدول ۱۱).

نتایج حاصل از شاخص سوزباد نشان می‌دهد که میزان دفع انرژی از آبان ماه کاهش و به حداکثر کاهش دفع انرژی در بهمن‌ماه به میزان $۵۶۵/۸$ کیلوکالری می‌رسد و از خردادماه میزان دفع انرژی از سطح بدن افزایش و تا اواخر مردادماه ادامه می‌یابد که این فرایند همساز با

جدول ۱۱- ضریب سوز باد در سنندج به تفکیک شب، روز و ماه

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
سرعت باد (M/S)	۱/۵	۲/۱	۲/۴	۲/۴	۲/۲	۲/۱	۲/۳	۲	۱/۷	۱/۶	۱/۴	۱/۴
مقدار H در روز	-۴۴۱/۵	-۴۵۷/۵	-۳۸۰/۱	-۲۵۹/۵	-۱۳۳/۶	-۱/۹	-۸۱/۹	-۶۹/۴	-۱۵/۵	-۱۴۳-	-۲۸۳/۶	-۳۸۰/۹
وضعیت در روز	خنک			مطبوع و دلپذیر		گرم						
مقدار H در شب	-۶۱۷/۱	-۶۷۶	-۶۴۵/۶	-۵۵۷/۱	-۴۶۳/۸	-۳۸۱/۴	-۲۹۴/۴	-۲۹۷/۷	-۳۸۷/۸	-۴۴۴/۱	-۵۰۵/۷	-۵۶۷/۲
وضعیت در شب	بسیار خنک			خنک		مطبوع و دلپذیر		خنک				
مقدار H در ماه	-۵۲۸/۵	-۵۶۵/۸	-۵۱۲/۹	-۴۰۸/۳	-۲۹۹/۶	-۱۹۰/۷	-۱۰۷/۲	-۱۱۵/۱	-۲۰۱/۶	-۲۹۴/۴	-۳۹۳/۸	-۴۷۴/۹
وضعیت در ماه	خنک			مطبوع و دلپذیر		گرم		مطبوع و دلپذیر		خنک		

مهر، شهریور، خرداد و اردیبهشت مناسب‌ترین ماه‌ها از نظر آسایش زیست اقلیمی انسانی در شهرستان سنندج می‌باشند (جدول ۱۲).

در مجموع، نتایج حاصل از ارزیابی و مقایسه روش‌های مطالعاتی مختلف آسایش انسانی در شهر سنندج نشان داد که به ترتیب ماه‌های

جدول ۱۲- مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌های زیست اقلیمی مختلف در سنندج

شاخص	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
اوانز	سرد			سرد		گرم		گرم				
	سرد			سرد		گرم		گرم				
ماهانی	سرد			راحت		راحت		راحت				
	سرد			راحت		راحت		راحت				
بیکر	تحریک متوسط تا شدید			تحریک ملایم		محدوده آسایش		تحریک ملایم				
سوز باد	خنک			خنک		مطبوع		گرم		مطبوع		

۴- نتیجه گیری

آب و هوا، یکی از مهم‌ترین عواملی است که در الگودهی فضای جغرافیایی و شکل‌دهی شرایط زیست‌محیطی مشارکت می‌کند و نقش مهمی در استقرار و یا عدم استقرار سکونتگاه‌های انسانی دارد. انسان‌ها در واقع، مناطقی را به عنوان سکونتگاه انتخاب می‌کنند که بالاترین میزان آسایش اقلیمی را داشته باشد. بررسی و ارزیابی شرایط زیست اقلیمی ضمن تعیین شرایط آسایش

یا عدم آسایش حاکم بر منطقه، پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمرانی ناحیه به‌ویژه در زمینه مسائل شهری، معماری و گردشگری است. لذا در این پژوهش به منظور ارزیابی آسایش انسانی، جداول زیست اقلیمی سنندج تهیه گردید. مجموع ارزیابی‌های حاصل بیانگر آن است که به منظور دستیابی به نتایج با ضریب اطمینان بالا لازم است از شاخص‌های مختلف استفاده

شرایط اقلیمی می‌تواند به ترتیب اولویت‌های ذکر شده در این ماه-ها برنامه‌ریزی و اجرا گردند. نتایج حاصل از مطالعات محمدی و سعیدی (۱۳۸۷) در شهر قم؛ نگهبان و همکاران (۱۳۸۸) در شهر یزد؛ خوش‌اخلاق و همکاران (۱۳۸۹) در شهر یزد؛ قنبری و همکاران (۱۳۸۹) در شهر لار؛ پروانه و همکاران (۱۳۹۰) در شهر الیگودرز و احمدی و همکاران (۱۳۹۴) در شهر سقز، حاکی از دقت و کاربرد بیشتر شاخص‌های مورد استفاده در این بررسی می‌باشد که نتایج پژوهش حاضر نیز نتایج آن‌ها را مورد تأیید قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که از یافته‌های حاصل از این بررسی می‌توان در زمینه‌های مختلف عمرانی، گردشگری، معماری و مسائل مربوط به مکان‌یابی بهینه احداث واحدهای بیمارستانی، آسایشگاهی، تفرجگاهی و صنعتی بهره گرفت.

گردد و یک شاخص به تنهایی جهت شناخت آسایش اقلیمی یک منطقه مؤثر نیست و در برنامه‌ریزی‌های محیطی باید از ترکیب شاخص‌های مختلف جهت رسیدن به اهداف استفاده کرد. نتایج حاصل از شاخص‌های مختلف نشان داد که به ترتیب ماه‌های مهر، شهریور، خرداد و اردیبهشت مناسب‌ترین ماه‌ها از نظر آسایش زیست اقلیمی انسانی در شهر سقز می‌باشند و سایر ماه‌ها، سرد، خنک و گرم ارزیابی می‌شوند. در مقایسه روش‌های مختلف استفاده شده در این پژوهش نیز می‌توان اظهار داشت که شاخص بیکر به دلیل ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد بررسی، نسبت به شاخص‌های ماهانی، اوانز و سوز باد از دقت بیشتری برخوردار است و سایر شاخص‌ها، به ترتیب اولویت‌های ذکر شده در رده-های بعدی قرار می‌گیرند. بنابراین فعالیت‌های توسعه‌ای متأثر از

منابع

- احمدی، م.، حسینی، س.ا.، آزادی مبارکی، م. (۱۳۹۴). تحلیل و ارزیابی شرایط آسایش انسانی در شهرستان سقز با استفاده از شاخص-های زیست اقلیمی. اولین کنگره بین‌المللی زمین، فضا و انرژی پاک، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل.
- پروانه، ب.، شاهرخ وندی، س. م.، نظری، ن.ا. (۱۳۹۰). تعیین آسایش اقلیمی دهه‌ای بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی (مطالعه موردی: شهر الیگودرز)، فصلنامه علمی پژوهشی آمایش محیط، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، شماره ۱۴، ۱۱۷-۱۴۲.
- جهانبخش‌اصل، س. (۱۳۷۷). ارزیابی زیست اقلیمی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دانشگاه اصفهان، شماره ۴۷، ۴۷-۶۸.
- خوش‌اخلاق، ف.، نگهبان، س.، روشن، غ. ر.، باغیانی، ح. ر. (۱۳۸۹). بررسی نقش و تأثیر تغییر اقلیم بر روی اقلیم آسایش شهر یزد با استفاده از مدل اوانز (EVANZ)، مجله جغرافیا و توسعه، دانشگاه زاهدان، شماره ۲۰، ۱۶۷-۱۸۱.
- رازجویان، م. (۱۳۶۷). آسایش بوسیله‌ی معماری هم‌ساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، تهران.
- ساری‌صراف، ب.، جلالی، ط.، جلال‌کمالی، آ. (۱۳۸۹). پهنه‌بندی کلیماتوریسم منطقه ارسباران با استفاده از شاخص TCI، مجله علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، شماره ۳۰، ۶۳-۸۸.
- علیپور، ع.، هاشمی، س. م.، حسینی، س. ا.، قدمی، ف. (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 محیط زیست پاک، همدان.
- قنبری، ع. ا.، عقیقی، م.ا.، صادقی، غ. ر. (۱۳۸۹). نگرشی بر ارزیابی آسایش انسانی در شهر لار با توجه به شاخص‌های زیست اقلیمی، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۱۰، ۹۳-۱۰۹.
- کاویانی، م. ر. (۱۳۸۲). بررسی و تهیه‌ی نقشه‌ی زیست اقلیم انسانی ایران، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، دانشگاه اصفهان، شماره ۲۸، ۱۰۸-۷۷.
- محمدی، ح. (۱۳۸۶). آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، تهران.
- محمدی، ح.، سعیدی، ع. (۱۳۸۷). شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان مطالعه‌ی موردی شهر قم، مجله محیط شناسی، دانشگاه تهران، شماره ۴۷، ۷۳-۸۶.
- محمودی، پ. (۱۳۸۷). گردشگری و تعیین محدوده‌ی آسایش اقلیمی آن در شهرستان مریوان با استفاده از شاخص‌های دمای مؤثر و تنش جمعی، مجله‌ی رشد آموزش جغرافیا، شماره ۳، ۴۹-۴۴.

- نگهبان، س.، روشن، غ. ر.، آذری دهکردی، ف. (۱۳۸۸). مطالعه‌ی ویژگی‌های اقلیم آسایش شهر یزد با استفاده از مدل ماهانی (MAHANI) و تأثیر روند تغییر اقلیم بر روی آن، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۷، ۶۱-۵۹.
- ولاشجردی‌فراهانی، ر.، کریم‌پور، س. (۱۳۹۱). تعیین آسایش اقلیمی گردشگری: مورد بندر چابهار، چهارمین همایش علمی سراسری دانشجویی جغرافیا، دانشگاه تهران.
- Chirag, D., Ramachandraiah, A. (2010). The significance of Physiological Equivalent Temperature (PET) in outdoor thermal, International Journal of Engineering Science and Technology, 2, 2825-2828.
- Chun, C., Kwok, A., Mitamura, T., Miwa, N., Tamura, A. (2008). Thermal Diary: Connecting Temperature History to Indoor Comfort, Building and Environment, 43, 877- 885.
- Givoni, B. (1997). Climate Considerations in Building and Urban Design. I. T. P. Pub. Inc.
- Ismail, A.R., Jusoh, N., Zulkifli, R., Sopian, K., Deros, B. M. (2009). Thermal Comfort Assessment: A Case Study at Malaysian Automotive Industry, American Journal of Applied Sciences, 6, 1495-1501.
- Kwong, Q. J., Adam, N. M., Tang, S. H. (2009). Effect of Environmental Comfort Factors in Enclosed Transitional Space toward Work Productivity, American Journal of Environmental Sciences, 5, 315-324.
- Lauren, T. (2003). Climate and Architecture. Http:// www. Search, man, climate and architecture. Londonmet .ac. uk. 26.
- Matzarakis A. (2001). Heat stress in Greece. International Journal of Biometeorology; 41, 34- 39
- Matzarakis, Andreas, Nikos Karatarakis, Athanasios Sarantopoulos. (2005). Tourism climatology and tourism potential for CRETE, GREEC, Annalen der Meteorologie, 41, 616-619.
- Mendez – Lazaro, P. Terrasa –Soler, J. Torres- Pena, CH, Guzman-Gonzalez, P. Rodriguez, S. A; eman, M and Seguinot, T. (2014). Tourism and climate condition in San Juan, Puerto Rico, 2000-2010. Ecology and Society, 19, 11-18
- Scott, D., Ruddy, 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, 1-17.
- Terjung, W. H. (1968). World Patterns of the Monthly Comfort Index. International journal of biometeorology, 12, 119 –123
- Tsutsumi, H., Tanabe, S. I., Harigaya, J., Iguchi, Y., Nakamura, G. (2007). Effect of Humidity on Human Comfort and Productivity after Step Changes from Warm and Humid Environment, Building and Environment, 42, 4034-4042.