

تعیین تقویم زمانی اقلیم گردشگری در مناطق مرزی با استفاده از شاخص‌های PET و PMV (مورد مطالعه: مناطق عملیاتی جنوب غربی ایران)

رضا برنا^۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: با ارزیابی اقلیم آسایش مناطق مستعد گردشگری می‌توان تقویم اقلیم گردشگری مناطق مختلف جغرافیایی را تهیه و در برنامه ریزی‌های زیرساختی توسعه توریسم از آن بهره برد. این پژوهش با هدف تعیین تقویم زمانی گردشگری برای حضور کاروان‌های راهیان نور در جنوب غرب خوزستان انجام شده است.

روش: این پژوهش از نظر هدف کاربردی است و از نظر ماهیت و شیوه اجرا، توصیفی - تحلیلی است. داده‌های این پژوهش شامل تمامی اندازه‌گیری‌های ماهانه عناصر اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان در شهرهای آبادان و بستان در بازه زمانی ۲۸ ساله (۱۳۶۰-۱۳۸۸) است که با استفاده از روابط ریاضی، مدل‌ها و شاخص‌های زیست اقلیمی و نرم افزارهای رایانه‌ای پردازش شده‌اند.

یافته‌ها و نتایج: پژوهش نشان داد منطقه مورد مطالعه در طول سال با داشتن تنوع بیوکلیمایی، از شرایط داغ تا نسبتاً خنک برخوردار است؛ در بهار و تابستان از محدوده آسایش زیست اقلیمی خارج است و در اواخر پاییز و سراسر زمستان بهترین شرایط آسایش اقلیمی برای انجام فعالیت‌های محیطی و گردشگری در منطقه فراهم است و برای حضور کاروان‌های راهیان نور در این مناطق، ماه‌های آذر و اسفند با برخورداری از شرایط منحصر به فرد آسایش انسانی در اولویت اول و ماه‌های دی و بهمن با داشتن تنش سرمایی اندک در رتبه دوم قرار می‌گیرند. عمده‌ترین محدودیت زیست اقلیمی و گردشگری این منطقه نیز تنش گرمایی هفت ماهه است.

واژه‌های کلیدی

گردشگری، راهیان نور، تقویم، محدوده آسایش، خوزستان

۱. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران؛

ایمیل: bornareza@yahoo.com

مقدمه

شناخت پتانسیل‌های طبیعی به عنوان زمینه فعالیت‌های انسانی، پایه و اساس غالب برنامه ریزی‌های محیطی و آمایش سرزمین را تشکیل می‌دهد. در این راستا ویژگی‌های اقلیمی و عناصر غالب آن در پراکنندگی فضایی و شکل‌گیری رفتار محیطی جوامع انسانی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند، تا آنجا که امروزه مطالعات و بررسی‌های بیوکلیمای انسانی^۱، پایه و اساس برنامه‌ریزی‌های شهری، عمرانی، سکونتگاهی، معماری، جهانگردی و غیره است. یکی از عوامل مؤثر بر زندگی، آسایش و سلامتی انسان، شرایط جوی و اقلیمی است که امروزه در قالب شاخه‌ای از علم با عنوان زیست اقلیم انسانی مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد. بیوکلیماتولوژی، علم مطالعه و ارزیابی تأثیر آب و هوا بر روی موجودات زنده اعم از گیاهان، جانوران و انسان است. با توجه به این‌گرایش منظور از شرایط آسایش، مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد، یا به عبارت دیگر انسان در آن شرایط احساس گرما و سرما نکند. حالت خنثی بودن حرارتی نیز شرایطی است که ارگانیسم انسانی می‌تواند بیلان^۲ حرارتی خود را به بهترین شکل موجود حفظ کند، بدون اینکه دچار کمبود یا مازاد انرژی شود. در شکل‌گیری شرایط آسایش انسان از دیدگاه اقلیمی چهار عنصر دما، باد، رطوبت و تابش نقش عمده‌ای دارند. در این میان عناصر دما و رطوبت تأثیر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند و به همین دلیل بیشتر مدل‌ها و شاخص‌های سنجش آسایش انسان بر این دو عنصر استوار شده است (محمدی، ۱۳۸۷: ۷۳).

مناطق عملیاتی جنوب غرب ایران به لحاظ وجود تنوع و تعدد جاذبه‌های معنوی، جنگی، طبیعی و صنعتی، از شرایط منحصر به فرد گردشگری برخوردار است. بر این اساس ضمن تأکید بر ضرورت شناخت و ارزیابی اقلیم آسایش آن، در پژوهش حاضر سعی شده است

۱. Human Bioclimatic

۲. Balance

تا ضمن بهره‌گیری از معتبرترین مدل‌های تجربی، شرایط اقلیم زیستی مناطق یاد شده از نظر کیفیت حرارتی و آثار فیزیولوژیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و الگوی مناسبی به منظور تعیین درجه آسایش (راحتی)، یا عدم آسایش در طول ماه‌ها و فصول مختلف برای برنامه‌ریزی محیطی و گردشگری ارائه گردد.

پیشینه پژوهش: طی سال‌های اخیر روش‌ها و مدل‌های گوناگونی برای شناخت و درجه تأثیر عناصر اقلیمی بر روی ارگانیسم انسان ابداع شده است و در مورد سنجش شرایط آسایش و راحتی انسان پژوهش‌های متعددی انجام شده است. قدیمی‌ترین مطالعات شامل مدل اولگی^۱ است که در دههٔ شصت با ارائه نمودار زیست اقلیمی، به تعیین نقش جداگانه و مشخص عوامل پرداخت. او بر اساس آزمایش‌ها و محاسباتی که در چهار منطقه مختلف اقلیمی آمریکا انجام داد، نتیجه گرفت که نیاز به ظرفیت و مقاومت حرارتی مناطق یکسان نیست. در همین دهه گیونی^۲ نمودار بیوکلیمایی را ارائه کرد. هونام^۳ (۱۹۶۷) نیز با استفاده از شاخص دمای مؤثر، آسایش اقلیمی شهر «آلیس اسپرینگز»^۴ را مورد مطالعه قرار داد و مشاهده کرد که قسمت قابل توجهی از فصل گرم سال در این شهر از لحاظ آسایش اقلیمی نامساعد است. بوگدا^۵ (۲۰۰۳) به منظور تعیین شاخص‌های قابل اطمینان برای حفاظت از فشارهای حرارتی در نیجریه، شاخص‌های مختلف از جمله شاخص ماهانی، اوانز^۶، نمودار زیست اقلیم و حرارت مؤثر را با هم مقایسه کرد. موریلون-گالوز^۷ (۲۰۰۴) اطلس بیوکلیمای انسانی مکزیکو را با تحلیل داده‌های اقلیمی دوره ۱۹۸۰-۱۹۵۱ میلادی و براساس شاخص‌های الگی و گیونی تهیه کردند. بودن و گراب^۸ (۲۰۰۵) نیز به بررسی

۱. Olgay

۲. Gioni

۳. Hounam

۴. Alis Springer

۵. Bogda

۶. Mahani, Evanz

۷. Morilon - Glvez

۸. Boden & Ghrab

آسایش حرارتی در پنج شهر تونس در دو منطقه آن پرداختند. آنها در پژوهش خود از حدود ۲۰۰ نفر در مورد شرایط زندگی طبیعی خود در محیط کار و محل زندگی در هر ماه از یک سال سوال کرده و نتایج آن را با شاخص‌های آسایش حرارتی مقایسه کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان دهنده وجود ارتباط معنی‌دار بین شرایط آسایش حرارتی اعلام شده با شاخص‌های آسایش حرارتی بود. در سال‌های اخیر نیز مطالعه اقلیم‌شناسی استراحتی آریزونای آمریکا (هارتز^۱، ۲۰۰۶: ۷۳) و مطالعه آسایش حرارتی در دریاچه سان مون^۲ تایوان (لین و ماتزاراکیس^۳، ۲۰۰۸) انجام شده است. چنگ و همکاران^۴ (۲۰۱۲: ۴۳)، آسایش حرارتی هنگ کنگ را با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک و میانگین رأی پیش‌بینی^۵ شده مطالعه کردند. این پژوهش اثر تغییر شرایط باد و تابش خورشیدی را روی احساس دمایی افراد در منطقه بررسی کرد.

مطالعات انجام شده در زمینه ارزیابی اقلیم گردشگری در داخل کشور نیز دارای تنوع موضوعی خاص است؛ بخشی از این مطالعات به ارزیابی اقلیم زیستی محض پرداخته و شرایط راحتی انسان را در ایام مختلف سال در مناطق مورد مطالعه خود تبیین نموده‌اند. از جمله این مطالعات می‌توان به پژوهش‌های جهانبخش (۱۳۷۷: ۶۷)، پاینده (۱۳۸۴: ۷۳)، ذوالفقاری (۱۳۸۶: ۱۲۹)، محمدی و سعیدی (۱۳۸۷: ۷۳)، محمودی (۱۳۸۷: ۴۴) و ناظم السادات و مجنونى هریس (۱۳۸۶: ۷۱) اشاره نمود. گروه دیگری از مطالعات نیز به بررسی اقلیم زیستی کشور در رابطه با فعالیت گردشگری پرداخته‌اند، از جمله بذرپاش (۱۳۸۷: ۹۳)، ساری صراف (۱۳۸۹: ۶۳)، فرج زاده و احمد آبادی (۱۳۸۹: ۴۲) و فرج زاده و ماتزاراکیس^۶ (۲۰۰۹).

۱. Hartz

۲. Sunmoon

۳. Lin & Matzarakis

۴. Cheng et al

۵. PMV & PET Index

۶. Matzarakis

مبانی نظری: در حال حاضر، تعداد زیادی شاخص دما- فیزیولوژیک و شاخص زیست اقلیم انسانی وجود دارد که در مطالعات آب و هواشناسی توریسم، آب و هواشناسی شهری، آب و هواشناسی پزشکی، زیست محیطی و نظایر آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش از بین شاخص‌های زیست اقلیم انسانی از دو شاخص متوسط نظر پیش بینی شده (PMV) و شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) استفاده شده است.

شاخص متوسط نظر پیش بینی شده (PMV): «شاخص متوسط پیش بینی شده» توسط فانگر^۱ در سال ۱۹۷۰ طراحی شد. این شاخص این متغیرها را در بر می‌گیرد: دمای هوا، میانگین دمای تابشی و رطوبت نسبی و دو متغیر شخصی شامل مقاومت لباس و سطح فعالیت که به صورت یک شاخص مرکب، آسایش حرارتی را می‌سنجد. شاخص PMV ضرابی را تعیین می‌کند که مطابق با مقیاس حرارتی آشرا^۲ سنجیده می‌شود و نشانگر احساس حرارتی متوسط توسط دسته بزرگی از اشخاص در یک فضای معین است (آشرا، ۲۰۰۱). بر همین اساس فانگر پس از آزمایش‌های گوناگون بر روی ۱۳۹۶ نفر، بالاخره در سال ۱۹۷۰ شاخص «آسایش حرارتی» خود را با عنوان «نظر متوسط پیش بینی شده» یا PMV ارائه کرد. معادله مذکور، آسایش حرارتی را به صورت عدم تعادل بین جریان حرارت واقعی از بدن در یک محیط حرارتی معین و جریان حرارت مورد نیاز برای شرایط بهینه (مثل شرایط خنثی) در یک فعالیت معینی، ارائه می‌دهد. شاخص PMV شرایط حرارتی را بر اساس مقیاس هفت طبقه ای آشرا نشان می‌دهد. فانگر در سال ۱۹۷۰ همچنین یک شاخص وابسته به PMV را با عنوان «درصد پیش بینی شده افراد ناراضی از محیط حرارتی»^۳ ارائه کرد. این شاخص از طریق شاخص PMV محاسبه می‌شود و درصد افرادی را که از محیط حرارتی ناراضی هستند، پیش بینی می‌کند. این دو شاخص یک رابطه U شکل را تشکیل می‌دهند، به طوری که میزان ناراضی‌تی افراد در مقادیر بالا و پایین

۱. Fanger

۲. Ashra

۳. PPD

PMV افزایش می یابد. شاخص PMV از طریق یک معادله ریاضی قابل محاسبه است (این معادله در پیوست مقاله آمده است).

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET): «شاخص دمای معادل فیزیولوژیک» کاربران گوناگون را قادر می سازد تا اثرات ترکیبی شرایط حرارتی پیچیده در فضاهای آزاد را با تجارب منازل و مکان های کسب و کار، مقایسه نمایند. علاوه بر این PET را می توان در تمام اقلیم ها و در تمام سال مورد استفاده قرار داد. شاخص های جوی مؤثر بر بیلان انرژی بدن انسان شامل دما و رطوبت هوا، سرعت باد، امواج کوتاه و بلند، هر کدام به شکلی مناسب در این شاخص منعکس است. همچنین مقاومت لباس در برابر انتقال حرارت و تولید حرارت داخلی نیز در شاخص به خوبی لحاظ شده است.

در مقایسه با شاخص های حرارتی که از بیلان انرژی بدن انسان مشتق شده اند، PMV و PET یک مزیت مهم دارد و آن مقیاس درجه بندی آن است که بر اساس درجه سانتی گراد است. در نتیجه مقایسه و برنامه ریزی به خصوص برای برنامه ریزان شهری بسیار جامع تر است. به عنوان مثال برای کسانی که با عبارت های بیومتئورولوژی (هواشناسی زیستی) انسانی آشنایی کافی ندارند، استفاده از این شاخص بسیار ساده تر است (جدول ۱). با این همه باید دقت نمود که مرزهای قراردادی شاخص و حساسیت های فیزیولوژیکی مربوطه نیاز به دقت کامل دارند، به طور مثال منطقه آسایش حرارتی در این نظام از دمای ۱۸ تا ۲۳ درجه است و یا منطقه سرد درجه حرارت های معادل بین ۴ تا ۸ درجه سانتی گراد را شامل می شود.

جدول ۱: مقادیر آستانه شاخص های PET و PMV در درجات مختلف حساسیت انسان

مقدار شاخص (PMV)	مقدار شاخص (PET)	حساسیت حرارتی	درجه تنش فیزیولوژیک
-	-	خیلی سرد	تنش سرمای بسیار شدید
-۳/۵	۴	سرد	تنش سرمای شدید
-۲/۵	۸	خنک	تنش سرمای متوسط

تنش سرمای اندک	کمی خنک	۱۳	-۱/۵
بدون تنش سرما	راحت	۱۸	-۰/۵
تنش گرمای اندک	کمی گرم	۲۳	۰/۵
تنش گرمای متوسط	گرم	۲۹	۱/۵
تنش گرمای شدید	خیلی گرم	۳۵	۲/۵
تنش گرمای بسیار شدید	داغ	۴۱	۳/۵

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک را می‌توان به صورت دمای هوایی که در آن بیلان انرژی انسانی برای شرایط درون منزل در حالت تعادل با نرخ تعریق بوده و مشابه شرایط فضاهای آزاد است در نظر گرفت؛ از این رو PET، کاربران را قادر می‌سازد تا اثرات مرکب شرایط حرارتی فضاهای آزاد را با تجارب فضاهای سرپوشیده مقایسه کنند. همچنین اثرات مقاومت حرارتی لباس و تولید حرارت داخلی بدن انسان را نیز در این شاخص لحاظ می‌کنند. برای حفظ بیلان حرارتی بدن باید مفروضاتی را در نظر گرفت که عبارتند از:

- دمای تابشی متوسط محیط باید برابر با دمای هوا باشد؛
- فشار بخار آب در حد ۱۲ هکتوپاسکال یا معادل رطوبت نسبی ۵۰ درصد در ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد؛
- جریان هوا یا سرعت باد حدود ۱ / ۰ متر بر ثانیه باشد؛
- همچنین برای محاسبه دمای معادل فیزیولوژیک مراحل زیر باید طی شود:
- شرایط حرارتی بدن بر اساس الگوی MEMI جهت ترکیب با شاخص‌های جوی، محاسبه شود؛
- مقادیر محاسبه شده دمای متوسط پوست و دمای مرکزی بدن وارد الگوی MEMI و معادلات بیلان انرژی بدن انسان حل شوند؛

در پایان این مراحل دمای حاصل شده، دمای معادل فیزیولوژیکی خواهد بود. برای محاسبه دمای معادل فیزیولوژیکی امروزه نرم افزارهای مختلفی طراحی و ارائه شده است که الگوی Ray Man یکی از مناسب ترین آن‌ها به شمار می رود.

روش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی است و از نظر ماهیت و روش، توصیفی - تحلیلی است. داده‌های این پژوهش شامل تمامی اندازه‌گیری‌های ماهانه عناصر اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک^۱ استان خوزستان در شهرهای آبادان و بستان در بازه زمانی ۲۸ ساله (۱۳۶۰-۱۳۸۸) است که با استفاده از روابط ریاضی، مدل‌ها و شاخص‌های زیست اقلیمی و نرم افزارهای رایانه‌ای پردازش شده‌اند.

یافته‌ها

در این قسمت، یافته‌های حاصل از پردازش داده‌ها ارائه می‌شوند.

شرایط اقلیم آسایش آبادان: بررسی شرایط اقلیم آسایش ایستگاه آبادان با شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) در مقیاس زمانی ماهانه نشان می‌دهد که طول دوره آسایش اقلیمی و زمان مناسب برای انجام فعالیت‌های گردشگری در آبادان کوتاه است و در دو بازه زمانی مجزا از یکدیگر در اواخر زمستان و اواخر پاییز به وقوع می‌پیوندد. آبادان تنها در ماه‌های اسفند و آذر در شرایط بدون تنش قرار دارد و دارای بالاترین کیفیت آسایش اقلیمی است.

ماه‌های دی و بهمن با برخورداری از تنش سرمایی اندک و آبان و فروردین با برخورداری از تنش گرمایی اندک تا متوسط در رتبه دوم اقلیم آسایش قرار دارند. بالاترین تنش گرمایی در آبادان در دوره گرم سال وجود دارد. طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور آبادان با داشتن شرایط تنش گرمایی بسیار شدید در خارج از محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد. عمده ترین محدودیت زیست اقلیمی و گردشگری آبادان مربوط

۱. Synoptic

به تنش گرمایی است. در این شاخص در هیچیک از ماه‌های سال تنش سرمایی بسیار شدید در آبادان وجود ندارد (جدول ۲).

بررسی شرایط اقلیم آسایش ایستگاه آبادان با شاخص نظر متوسط پیش‌بینی شده (PMV) در مقیاس زمانی ماهانه نشان می‌دهد که خروجی شاخص PMV تقریباً شبیه «شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET)» است، ولی در «شاخص میانگین نظرسنجی پیش‌بینی شده (PMV) در تعدادی از ماه‌های سال سردتر یا خنک‌تر هستند.

در شاخص PMV طول دوره آسایش اقلیمی و زمان مناسب برای انجام فعالیت‌های گردشگری در آبادان کوتاه است و در دو بازه زمانی مجزا از یکدیگر در اواخر زمستان و اواخر پاییز به وقوع می‌پیوندد. آبادان تنها در ماه‌های اسفند و آذر در شرایط بدون تنش قرار دارد و دارای بالاترین کیفیت آسایش اقلیمی است.

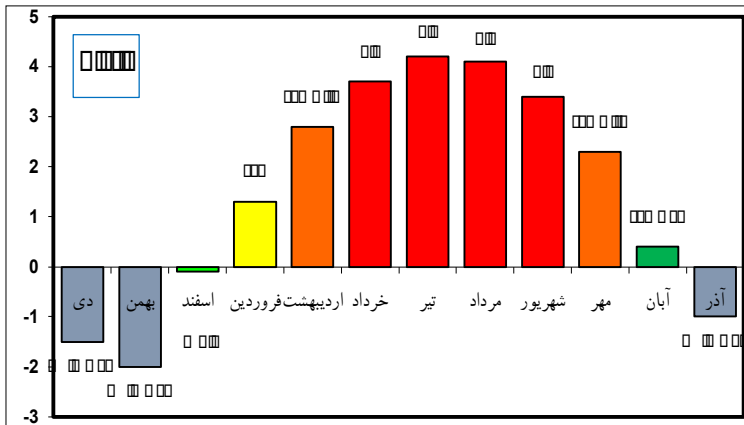
بر اساس شاخص میانگین نظرسنجی پیش‌بینی شده، ماه‌های دی و بهمن با برخورداری از تنش سرمایی اندک و آبان و فروردین با برخورداری از تنش گرمایی اندک تا متوسط در رتبه دوم اقلیم آسایش قرار دارند. بالاترین تنش گرمایی در آبادان در دوره گرم سال وجود دارد. طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور آبادان با داشتن شرایط تنش گرمایی بسیار شدید در خارج از محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد. عمده‌ترین محدودیت زیست اقلیمی و گردشگری آبادان مربوط به تنش گرمایی است. در این شاخص در هیچیک از ماه‌های سال تنش سرمایی بسیار شدید در آبادان وجود نداشته است (جدول ۲ و نمودارهای ۱ و ۲).

Archive of SID

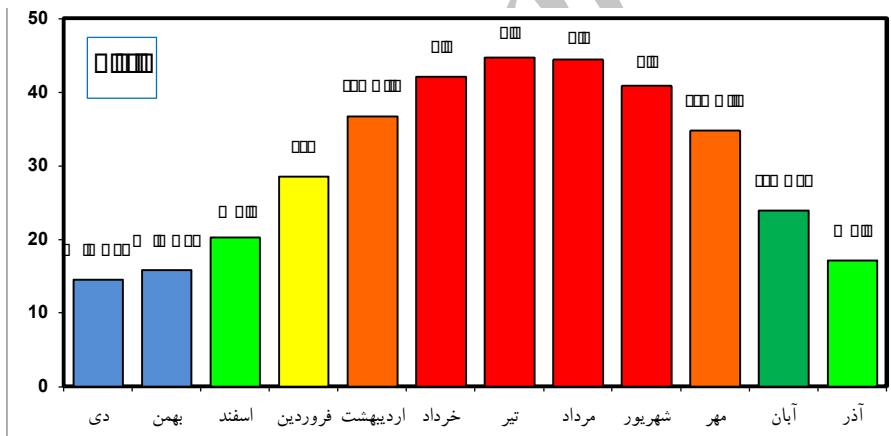
جدول ۲: نتایج نهایی شاخص PET و PMV برای ایستگاه آبادان

ماه شاخص	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
(PMV)	-۱/۵	-۱/۲	-۰/۱	۱/۳	۲/۸	۳/۷	۴/۲	۴/۱	۳/۴	۲/۳	۰/۴	-۱
درجه تنش	تنش سرمای اندک	تنش سرمای اندک	بدون تنش سرما	تنش گرمای متوسط	تنش گرمای شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای شدید	تنش گرمای شدید	تنش گرمای اندک	تنش سرمای اندک
حساسیت حرارتی	کمی خنک	کمی خنک	راحت	گرم	خیلی گرم	داغ	داغ	داغ	داغ	خیلی گرم	کمی گرم	کمی خنک
(PET)	۱۴/۵	۱۵/۸	۲۰/۲	۲۸/۵	۳۶/۷	۴۲/۱	۴۴/۷	۴۴/۴	۴۰/۸	۳۴/۷	۲۳/۹	۱۷/۱
درجه تنش	تنش سرمای اندک	تنش سرمای اندک	بدون تنش سرما	تنش گرمای متوسط	تنش گرمای شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای شدید	تنش گرمای اندک	بدون تنش سرمای
حساسیت حرارتی	کمی خنک	کمی خنک	راحت	گرم	خیلی گرم	داغ	داغ	داغ	داغ	خیلی گرم	کمی گرم	راحت

Archive of SID



نمودار ۱: طبقه بندی ماهانه شاخص PMV بر حسب حساسیت گرمایی آبادان



نمودار ۲: طبقه بندی ماهانه شاخص PET بر حسب حساسیت گرمایی آبادان

شرایط اقلیم آسایش بستان: بررسی شرایط اقلیم آسایش ایستگاه بستان با شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) در مقیاس زمانی ماهانه نشان می‌دهد که طول دوره آسایش اقلیمی و زمان مناسب برای انجام فعالیت‌های گردشگری در بستان کوتاه است و در دو بازه زمانی مجزا از یکدیگر در اواخر زمستان و اواخر پاییز به وقوع می‌پیوندد. بستان تنها در

ماه‌های اسفند و آبان در شرایط بدون تنش قرار دارد و دارای بالاترین کیفیت آسایش اقلیمی است.

ماه‌های دی و بهمن و آذر با برخورداری از تنش سرمایی اندک تا متوسط و فروردین با برخورداری از تنش گرمایی اندک در رتبه دوم اقلیم آسایش قرار دارند. بالاترین تنش گرمایی در بستان در دوره گرم سال وجود دارد. طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور بستان با داشتن شرایط تنش گرمایی شدید تا بسیار شدید در خارج از محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد. عمده ترین محدودیت زیست اقلیمی و گردشگری بستان مربوط به تنش گرمایی است. در این شاخص در هیچیک از ماه‌های سال تنش سرمای بسیار شدید در بستان وجود نداشته است (جدول ۳).

بررسی شرایط اقلیم آسایش ایستگاه بستان با شاخص نظر متوسط پیش بینی شده (PMV) در مقیاس زمانی ماهانه نشان می‌دهد که هر چند که خروجی شاخص PMV تقریباً شبیه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) می‌باشد، ولی در شاخص میانگین نظرسنجی پیش بینی شده در تعدادی از ماه‌های سال سردتر یا خنک‌تر هستند. در شاخص PMV طول دوره آسایش اقلیمی و زمان مناسب برای انجام فعالیت‌های گردشگری در بستان کوتاه است و در دو بازه زمانی مجزا از یکدیگر در اواخر زمستان و اواخر پاییز به وقوع می‌پیوندد. بستان تنها در ماه‌های اسفند و آذر در شرایط بدون تنش قرار دارد و دارای بالاترین کیفیت آسایش اقلیمی است.

بر اساس شاخص میانگین نظرسنجی پیش بینی شده، ماه‌های دی و بهمن با برخورداری از تنش سرمایی اندک تا متوسط و آبان و فروردین با برخورداری از تنش گرمایی اندک تا متوسط در رتبه دوم اقلیم آسایش قرار دارند. بالاترین تنش گرمایی در بستان در دوره گرم سال وجود دارد. طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور بستان با داشتن شرایط تنش گرمایی بسیار شدید در خارج از محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد. عمده ترین محدودیت زیست اقلیمی و گردشگری بستان مربوط به تنش گرمایی است. در این

شاخص در هیچیک از ماه‌های سال تنش سرمای بسیار شدید در بستان وجود نداشته است
(جدول ۳ و نمودارهای ۳ و ۴).

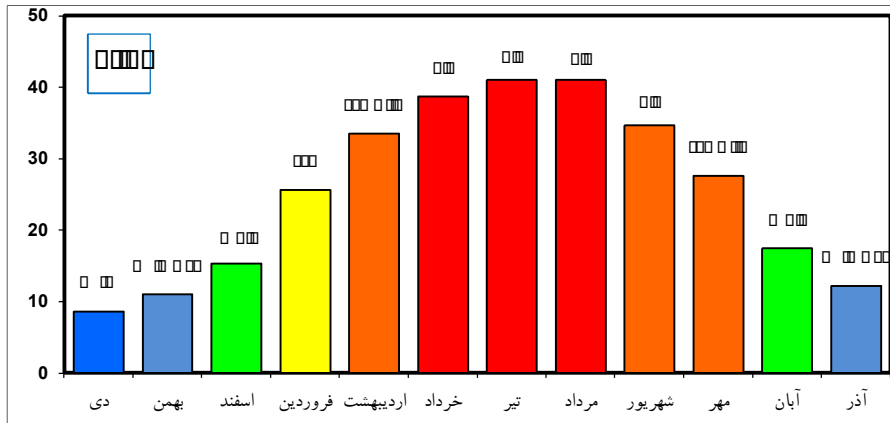
Archive of SID

Archive of SID

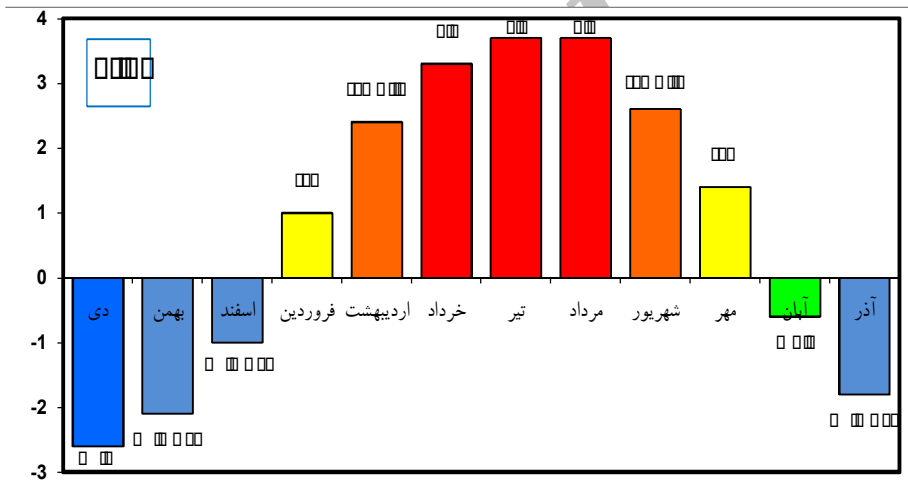
جدول ۳: نتایج نهایی شاخص PMV و PET برای ایستگاه بستان

شخص / ماه	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی
(PMV)	-۱/۸	-۰/۶	۱/۴	۲/۶	۳/۷	۳/۷	۳/۳	۲/۴	۱	-۱	-۲/۱	-۲/۶
درجه تنش	تنش سرما یاندک	بدون تنش سرما اندک	تنش گرمای متوسط	تنش گرمای شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای شدید	تنش گرمای متوسط	تنش سرما اندک	تنش سرما اندک	تنش سرما متوسط
حساسیت حرارتی	راحت	راحت	گرم	خیلی گرم	داغ	داغ	داغ	خیلی گرم	گرم	کم خنک	کم خنک	خنک
(PET)	۱۲/۲	۱۷/۴	۲۷/۶	۳۴/۶	۴۱	۴۱	۳۸/۷	۳۳/۵	۲۵/۶	۱۵/۳	۱۱	۸/۶
درجه تنش	تنش سرما اندک	بدون تنش سرما	تنش گرمای شدید	تنش گرمای شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای بسیار شدید	تنش گرمای شدید	تنش گرمای متوسط	بدون تنش سرما	تنش سرما اندک	تنش سرما متوسط
حساسیت حرارتی	کم خنک	راحت	خیلی گرم	خیلی گرم	داغ	داغ	داغ	خیلی گرم	گرم	راحت	کم خنک	خنک

Archive of SID



نمودار ۳: طبقه بندی ماهانه شاخص PET بر حسب حساسیت گرمایی برای استان



نمودار ۴: طبقه بندی ماهانه شاخص PMV بر حسب حساسیت گرمایی استان

بحث و نتیجه گیری

با ارزیابی اقلیم آسایش مناطق مستعد گردشگری می توان تقویم اقلیم گردشگری مناطق مختلف جغرافیایی را تهیه و در برنامه ریزی های زیرساختی توسعه توریسم مورد استفاده قرار داد. مناطق عملیاتی جنوب غرب ایران به لحاظ وجود تنوع و تعدد جاذبه های معنوی،

جنگی، طبیعی و صنعتی، از شرایط منحصر به فرد گردشگری به ویژه برای راهیان نور برخوردار است. بر این اساس ضمن تاکید بر ضرورت شناخت و ارزیابی اقلیم آسایش آن، در پژوهش حاضر سعی شد تا ضمن بهره گیری از معتبرترین الگوهای تجربی، شرایط اقلیم زیستی مناطق یاد شده از نظر کیفیت حرارتی و آثار فیزیولوژیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و الگوی مناسبی به منظور تعیین درجه آسایش (راحتی)، یا عدم آسایش در طول ماهها و فصول مختلف برای برنامه ریزی محیطی و گردشگری ارائه گردد. در این مقاله با استفاده از شاخص های PMV و PET، شرایط آسایش انسانی منطقه طی ۱۲ ماه سال محاسبه و بررسی و بهترین زمان برای برنامه ریزی فعالیت های محیطی - گردشگری مشخص شد.

نتایج حاصل از این پژوهش آشکار نمود که شاخص های زیست اقلیمی مورد استفاده، توانایی آشکارسازی دوره های آسایشی و عدم آسایش گردشگری مناطق عملیاتی جنوب غرب ایران را دارند. بنابراین نتایج این پژوهش با پژوهش های انجام شده توسط هونام (۱۹۶۷)، بودن و گراب (۲۰۰۵)، فرج زاده و ماتزاراکیس (۲۰۰۹)، چنگک و همکاران (۲۰۱۲)، بذریاش (۱۳۸۷)، ساری صراف (۱۳۸۹) و فرج زاده و احمدآبادی (۱۳۸۹) مطابقت دارد.

ارزیابی آسایشی دو ایستگاه آبادان و بستان به نمایندگی از مناطق عملیاتی جنوب غرب کشور با استفاده از شاخص های زیستی اقلیمی نشان داد که در دوره سرد سال (ماه های آذر، دی، بهمن و اسفند)، این منطقه با داشتن هوای خنک تا بسیار خنک، بهترین شرایط آسایشی برای انجام فعالیت های محیطی و گردشگری را دارد و در دوره گرم سال (ماه های فروردین تا آبان) با داشتن شرایط بیوکلیمایی گرم و نامطلوب از محدوده آسایش زیست اقلیمی خارج است. تجربه آب و هوای منطقه در طول سال و مقایسه آن با نتایج حاصل نشان می دهد که شاخص های PET و PMV کارایی لازم برای تبیین شرایط مناسب آسایش محیطی - گردشگری منطقه را دارند.

$E_r = \frac{3}{05} \times 10^{-3} \left[5733 - \frac{6}{99} \times (M - W) - P_a \right] + 0.42(M - W) - \frac{58}{15}$ $C_{res} = 0.0014M(34 - T_a)$ $E_{res} = 1/27 \times 10^{-5} M(5867 - P_a)$	<p>پیوست ۱ * شاخص PMV از طریق معادله ریاضی زیر محاسبه می‌شود:</p> $PMV = \left(\frac{0}{303.9 - 0.96M} + \frac{0}{0.28} \right) [(M - W) - H - E_c - C_{res} - E_{res}]$ $E = \frac{3}{05} \times 10^{-3} (256t_{sk} - 3373 - P_a) + E_{sw}$
<p>M = آهنگ سوخت و ساز بدن (وات بر متر مربع)</p> <p>t_{cl} = دمای سطح لباس (درجه سانتی گراد)</p> <p>t_{sk} = دمای متوسط پوست (درجه سانتی گراد)</p> <p>W = نیروی مکانیکی مؤثر (وات بر متر مربع)</p> <p>e = تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست (وات بر متر مربع)</p> <p>H = تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت و تابش (وات بر متر مربع)</p> <p>P_a = رطوبت، فشار بخار جزئی هوا (پاسکال)</p> <p>Ta = دمای هوا (درجه سانتی گراد).</p>	<p>H از طریق معادله زیر قابل محاسبه است:</p> $H = K_{cl} - t_{sk} - t_{cl} / I_{cl}$ <p>C_{res} = تبادل حرارت همرفتی تعرق (وات بر متر مربع)</p> <p>E_{res} = تبادل حرارت تبخیری تعرق (وات بر متر مربع)</p> <p>E_{sw} = تلفات حرارت تبخیری تعرق (وات بر متر مربع)</p> <p>E_c = تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست موقعی که در حالت حرارتی خنثی قرار دارد (وات بر متر مربع)</p> <p>I_{cl} = تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن (وات بر متر مربع)</p>

منابع

- ۱- اداره کل هواشناسی استان خوزستان (۱۳۹۵). آمار روزانه عناصر اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان.
- ۲- بذرپاش، رضا؛ ملکی، حامد و حسینی، علی اکبر (۱۳۸۷). بررسی آسایش حرارتی در فضای آزاد جهت اکوتوریسم در شهرستان بابلسر. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. سال ۲۳. شماره ۹۰. صص: ۱۰۸-۹۳.
- ۳- پابنده، نصرالله و زکی، غلامرضا (۱۳۸۴). محاسبه دمای مؤثر استاندارد با طراحی نرم افزار سلامت (مطالعه موردی: محاسبه دمای مؤثر ۱۳۰ ایستگاه سینوپتیک کشور). مجله پژوهش‌های جغرافیایی. سال ۳۸. شماره ۵۷. صص: ۹۲-۷۳.
- ۴- جهانبخش، سعید (۱۳۷۷). ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. سال ۱۳. شماره ۴۸. صص: ۶۷-۷۹.

- ۵- ذوالفقاری، حسن (۱۳۸۶). تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی (PET) و متوسط نظر سنجی پیش بینی شده (PMV)، مجله پژوهش‌های جغرافیایی. سال ۳۹. شماره ۶۲، صص: ۱۴۱-۱۲۹.
- ۶- ساری صراف، بهروز و جلالی، طاهره (۱۳۸۹). پهنه‌بندی اقلیماتوریسم منطقه ارسباران با استفاده از شاخص TCI. مجله فضای جغرافیایی. سال دهم. شماره ۳۰. صص: ۸۸-۶۳.
- ۷- فرج زاده، منوچهر و احمد آبادی، علی (۱۳۸۹). ارزیابی و پهنه بندی اقلیم گردشگری ایران با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری (TCI). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۲. شماره ۷۱. صص ۳۱-۴۲.
- ۸- محمدی، حسین و سعیدی، علی (۱۳۸۷). شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان مطالعه موردی شهر قم. مجله محیط شناسی. سال ۳۴. شماره ۴۷. صص: ۸۶-۷۳.
- ۹- محمودی، پیمان (۱۳۸۷). گردشگری و تعیین محدوده ی آسایش اقلیمی آن در شهرستان مریوان با استفاده از شاخص‌های دمای مؤثر و تنش جمعی، مجله رشد آموزش جغرافیا. سال ۲۲. شماره ۸۲ صص ۴۹-۴۴.
- ۱۰- ناظم السادات، سید محمود و مجنون هریس، ابوالفضل (۱۳۸۶). مطالعه میزان شرایط آسایش انسانی در شرایط آب و هوایی مختلف نواحی شهری شیراز، بندرعباس، بیرجند و اردبیل. مجله محیط شناسی. سال ۳۴. شماره ۳۴. صص ۸۰-۷۱.
- ۱۱- Ashrae. (۲۰۰۱). Ashrae Fundamentals Handbook, American Society Heating refrigerating and Air conditioning Inc. Atlanta.
- ۱۲- Bogda, M., Prucnal, O. (۲۰۰۳). Choice of thermal index for architectural design with climate in Nigeria; Habitat international, ۴۴.
- ۱۳- Bouden, C., Ghrab N. (۲۰۰۵). An adaptive thermal comfort model for the Tunisian context: A field study result; Energy and Buildings, Vol. ۳۷.
- ۱۴- Cheng, V., Ng. E., Chan. C and Givoni. B. (۲۰۱۲), Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong, International Journal of Biometeorology, Vol. ۵۶, Issue ۱: ۴۳-۵۶.

- ۱۵- Farajzadeh, M. and Matzarakis, A. (۲۰۰۹), Quantification of climate for tourism in the northwest of Iran. *Meteorological Applications*, ۱۶: ۵۴۵-۵۵۵.
- ۱۶- Hartz Donna, A., Brazel Anthony, J., Heisler Gordon M. (۲۰۰۶), A case study in resort climatology of Phoenix, Arizona, USA, *International Journal of Biometeorology*, Vol ۵۱: ۷۳-۸۳.
- ۱۷- Hounam, C. E. (۱۹۶۷), Meteorological factors affecting comfort with special reference to Alice Springs, Australia, *International journal of biometeorology*, vol. ۱۱, n. ۲ july.
- ۱۸- Lin T., Matzarakis, A. (۲۰۰۸), Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan, *International Journal of Biometeorology*, Vol. ۵۲: ۲۸۱-۲۹۰.
- ۱۹- Morillon-Galvez, D, Saldana-Flores, R. (۲۰۰۴), Tejada Martinez A Human bioclimatic atlas for Mexico; *Solar Energy*, Vol. ۷۶.

Archive of SID