

ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط اقلیم آسایش جنوب و جنوب غرب ایران با مقایسه عملکرد شاخص‌های مدل بیوکلیما

اکبر شائمی برزکی^{۱*}، نسرین نیک‌اندیش^۲، ابوالقاسم مظفری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴

چکیده

الگوهای مکانی و زمانی شرایط آسایش اقلیمی متأثر از یکسری ویژگی‌های جغرافیایی است که آشکارسازی آن با استفاده از شاخص‌های بیوکلیماتیک میسر است. از سوی دیگر، خروجی‌های حاصل از به‌کارگیری شاخص‌های بیوکلیماتیک با ساختارهای متفاوت و با پارامترهای خاص دارای نتایج مختلف بوده و بر یکدیگر منطبق نیستند. سنجش کارایی هر یک از این شاخص‌ها و مقایسه نتایج حاصل از آن‌ها ما را در جهت استفاده بهینه از پتانسیل‌های محیطی، به‌ویژه در مقاصد گردشگری کارا تر می‌کند. در این پژوهش، برای ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط اقلیم آسایش جنوب ایران و مقایسه عملکرد شاخص‌های مختلف مدل بیوکلیما همچون UTCL, HIS, PST, STI, SST, PhS از داده‌های اقلیمی میانگین دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، فشار بخار آب و میزان ابرناکی ۳۹ ایستگاه سینوپتیک جنوب ایران شامل استان‌های خوزستان، بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد، هرمزگان، فارس، کرمان و سیستان و بلوچستان به تفکیک هر ایستگاه از سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۷ استفاده شده است. نتیجه این بررسی نشان داده است که شاخص‌های PhS و STI در انعکاس احساس حرارتی از کارایی بیشتری برخوردار بوده و در اغلب روش‌ها ماه‌های بهمن و اسفند بهترین مقاطع زمانی سال از لحاظ شرایط آسایش اقلیمی هستند. همچنین خروجی حاصل از اجرای مدل بیوکلیما نشان می‌دهد که در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، آذر و دی نیز به‌طور نسبی این شرایط برقرار است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم آسایش، پهنه‌بندی، شاخص‌های بیوکلیما، ایران.

۱. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، Barzuk2000@yahoo.com

۲. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه پیام نور

مقدمه

شرایط اقلیمی مهم‌ترین عامل مؤثر بر فعالیت انسان در مقیاس‌های کوتاه و طولانی مدت است. مطالعه اثر شرایط آب‌وهوا روی زندگی و رفتار انسان در قالب یکی از شاخه‌های علمی با عنوان زیست اقلیم انسانی مطالعه و بررسی می‌شود. «به شرایطی که در آن مجموع عناصر دما، رطوبت، جریان هوا، تابش و پوشش برای راحتی فراهم باشد، نقطه آسایش گویند» (قویدل و احمدی، ۲۰۱۳)؛ به‌ویژه اینکه آسایش زیست اقلیمی به تعادل حرارتی بدن انسان با محیط پیرامون وابسته است. طیفی از درجه حرارت که در محدوده آن انسان احساس راحتی دارد، منطقه آسایش حرارتی نامیده می‌شود (احمدی و شائمی، ۲۰۱۳).

منظور از شرایط آسایش مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی و رطوبتی، حداقل ۸۰ درصد از افرادی که به‌صورت تصادفی انتخاب و در آن شرایط قرار داده می‌شوند، قضاوت ذهنی حالت آسایش را داشته باشند. از آنجایی که دمای بدن انسان در طول زندگی ثابت و در حدود ۳۷ درجه سانتی‌گراد است، آسایش و راحتی انسان وقتی تأمین می‌شود که سامانه تنظیم حرارتی بدن وی بتواند دمای مذکور را ثابت نگه دارد. این امر زمانی امکان‌پذیر است که توازن گرمایی بدن یعنی دفع و جذب گرما از بدن متعادل باقی بماند (کسمایی، ۱۹۹۹).

آسایش و عدم آسایش انسان از طریق شاخص‌های تئوری و تجربی زیادی محاسبه می‌شوند که داده‌های ورودی این شاخص‌ها بسیاری از عناصر آب‌وهوایی از جمله سرعت باد، درجه حرارت، رطوبت، تابش خورشید و... هستند. انسان هر شرایطی متأثر از حرارت پیرامون خویش است. آسایش حرارتی انسان نتیجه تعادل انرژی بین سطح بدن و محیط زیست است که بر فیزیولوژی، روان‌شناسی و رفتار انسان اثرگذارند (فلاح قاهری و همکاران، ۲۰۱۳).

از سوی دیگر، برقراری تعادل حرارتی میان بدن انسان و محیط اطراف به ترکیب عوامل مختلفی بستگی دارد: خصوصیات سوخت و ساز و فیزیولوژی، فعالیت‌های فیزیکی، نوع لباس و عادت وی به هوای محیط و نیز عواملی نظیر فشار هوا و درجه حرارت هوا. تأثیر دما بر آسایش انسان متأثر

از بقیه داده‌های جوی، شرایط جسمی و سازگاری است. بهترین شرایط حرارتی برای زندگی انسان آن است که فرد بدون کوشش و تلاش زیاد بتواند توازن منطقی بین گرمای حاصل شده در بدن و گرمای از دست داده برقرار کند؛ بدین معنا که نه حرارتی از محیط پیرامون دریافت کند و نه حرارتی به محیط پس دهد.

این نکته نیز قابل ذکر است که محدوده آسایش یک محدوده نسبی و تقریبی است و برای افراد برحسب سن، سلامت، فعالیت بدنی، نژاد، میزان پوشش و بر اساس فصول مختلف سال و خو گرفتن افراد به محیط تغییر می‌کند (کسمایی، ۱۹۹۹).

مدل‌های آسایش ابزار مفیدی برای نمایش اثرات متقابل عوامل تنش‌زای محیطی و واکنش‌های انسان محسوب می‌شوند که در قالب طبقه‌بندی‌های تجربی بیان می‌شوند. (فلاح قاهری و همکاران، ۲۰۱۵). در پژوهش حاضر سعی بر این است که الگوهای مکانی و زمانی شرایط آسایش اقلیمی در جنوب ایران و توانمندی شاخص‌های مدل بیوکلیما در آشکارسازی آن مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج این پژوهش می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مربوط به گردشگری، بهینه‌سازی محیط زندگی، آمایش سرزمین و صرفه‌جویی انرژی به کار گرفته شود.

پژوهش و بررسی درباره بهبود شرایط زیست اقلیم انسانی روزه‌روز در بین اقلیم‌شناسان، زیست‌شناسان، جغرافی‌دانان، طراحان شهری و دیگر متخصصان در حال افزایش است و مطالعات متعددی در زمینه ارزیابی آسایش اقلیمی محل سکونت انسان در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که به چند مورد اشاره می‌شود:

رضانی (۲۰۱۰) پتانسیل‌های اکوتوریستی و آسایش زیست اقلیمی تالاب کیا کلايه لنگرود را مورد بررسی قرار داده است. روش به‌کاررفته در این تحقیق، استفاده از الگوی سایکرومتریک به سبک آوانزاست. نتیجه این پژوهش نشان داد که ماه‌های خرداد و تیر در روز گرم و ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت، مرداد، شهریور، مهر، آبان معتدل و بقیه ماه‌ها سرد بوده است. ذوالفقاری (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص‌های PET و PMV زمان مناسب گردشگری در شهر

(۲۰۰۷) در پژوهشی بنیان‌های هواشناسی حیاتی برای توریسم را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. تامسون^۶ و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص PET به ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر روی سلامتی و آسایش اقلیمی در مقیاس جهانی پرداخته است. هین^۷ (۲۰۰۹) وضعیت آسایش توریسم در اسپانیا با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری TCI مورد بررسی قرار داد. پینگ لین^۸ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از شاخص PET و TPCS به بررسی الگوی فصلی شرایط آسایش اقلیمی در تایوان و شرق چین را بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شرایط مطلوب برای مردمی که در مناطق معتدل سکونت دارند در فصول بهار و پاییز برقرار است.

فرج‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) شرایط آسایش حرارتی در سواحل دریاچه ارومیه را بر اساس شاخص PET، قدرت خنک‌کنندگی CP و مدل طرح اطلاعات اقلیم برای گردشگری CTIS مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که مطلوب‌ترین دوره برای فعالیت‌های گردشگری-ورزشی و فعالیت تفریحی در بین ماه‌های ژوئن و اکتبر بوده و بر اساس شاخص PET بین ژوئن تا سپتامبر است. ندتو^۹ و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقاتی، وضعیت زیست اقلیم انسانی محیط شهری دارالسلام تانزانیا را توسط شاخص PET مورد بررسی قرار داده‌اند. لی^{۱۰} (۲۰۱۴) شرایط آسایش حرارتی در شمال چین را بر مبنای سه شاخص PET، UTCI، PMV ارزیابی کرد. آستانه یافت‌شده برای آسایش حرارتی بر مبنای شاخص PET در این مطالعه ۱۱-۲۴ درجه سانتی‌گراد به دست آمد که پایین‌تر از محدوده اروپا بود. فرج‌زاده و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله‌ای به بررسی شاخص‌های حرارتی PET، UTCI، STI در شمال غرب ایران پرداخته‌اند. همچنین در اینجا می‌توان به کارهای دیگران مانند: اولگی (۱۹۶۳)، میچوفسکی^{۱۱} (۱۹۸۵)، ماتزاراکیس و مایر^{۱۲} (۱۹۹۷)، اسکات^{۱۳} و همکاران (۲۰۰۴)، مک‌گریگور^{۱۴} و

تبریز را مشخص نموده و دوره آسایش اقلیمی در این شهر را حدود ۴۵ روز از اوایل خرداد تا اواسط تیرماه اعلام کرد. عطایی و هاشمی‌نسب (۲۰۱۱) با به‌کارگیری روش‌های ترجونگ و شاخص‌های TCI، PET و PMV به ارزیابی زیست اقلیم انسانی استان اصفهان پرداختند. نتیجه بررسی آن‌ها نشان داد که در اغلب روش‌ها، ماه‌های مه و سپتامبر را بهترین ماه‌ها از لحاظ آسایش اقلیمی است. جوان و ملازاده (۲۰۱۳) در پژوهشی اقلیم گردشگری شهرستان ارومیه را با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیم بیکر، فشار عصبی، استیدمن-تام، عدم آسایش، دما و رطوبت تام مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که نتایج شاخص‌های فوق‌الگوهای زمانی آسایش و عدم آسایش اقلیمی بر یکدیگر منطبق نیست. فرج‌زاده و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی شاخص اقلیم حرارت جهانی UTCI در ایران پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میزان سالانه UTCI در ایران با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد به طوری که در نواحی مرتفع زاگرس و البرز به کمترین حد می‌رسد.

هپ^۱ (۱۹۹۹) شاخص PET را به‌عنوان یک شاخص جهانی جهت مطالعات زیست اقلیمی معرفی کرد که به دلیل جامعیت، توجه بسیاری از محققان و کاربران اقلیم‌شناسی انسان را به خود جلب کرد. ماتزاراکیس (۲۰۰۱) مدل نرم‌افزاری ریمن را ارائه کرد که کار محاسبه پیچیده و وقت‌گیر معادلات بیلان انرژی را ساده کرد و با قابلیت محاسبه متوسط دمای تابشی امکان محاسبه شاخص‌های ترموفیزیولوژیک SET و PMV PET را فراهم کرد.

یی‌یان^۲ (۲۰۰۵) با استفاده از شاخص آسایش CLO و داده‌های اقلیمی روزانه دمای هوا، سرعت باد، ابرناکی، میزان آسایش انسان را در قسمت‌های مختلف چین طی سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۶۰ بررسی کرد و به این نتیجه رسید که بیش‌ترین درصد استرس گرمایی در تابستان در نواحی شرق حوضه سی‌چوان^۳ و جنوب رودخانه‌ی هوایه^۴ است. اهیر^۵ و همکاران

6. Thomson
7. Hein
8. Ping Lin, Matzarakis
9. Ndetto
10. Li
11. Mieczkowski
12. Matzarakis & Mayer
13. Scott
14. Mcgregor

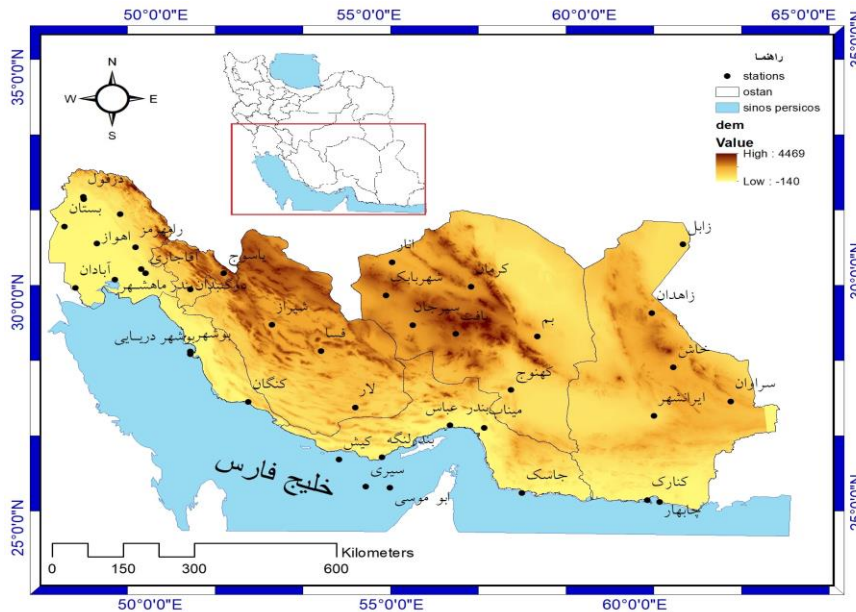
1. Hoppe
2. Yee yan
3. Sichuan
4. Hovaihe
5. Oehier & Matzarakis

استان‌های خوزستان، بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد، هرمزگان، فارس، کرمان و سیستان و بلوچستان بین ۲۵ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی عمدتاً در حاشیه خلیج فارس قرار گرفته‌اند. بخش اعظم آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران قرار دارد.

همکاران (۲۰۰۲)، رام چاندرا (۲۰۱۰)، فریتاس و گریگوری (۲۰۱۴)، کاویانی (۱۹۹۳)، آروین (۲۰۱۴)، محمودی (۲۰۰۸)، ضیائی و همکاران (۲۰۰۹)، میرعنایت و همکاران (۲۰۱۰)، بختیاری (۲۰۱۱)، اسماعیلی (۲۰۱۴) و اسکندریان (۲۰۱۵) اشاره کرد.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش در جنوب ایران شامل



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure (1): Geographic location of the studied area

کمی ارائه شده است. به منظور پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه با استفاده از رابطه همبستگی بین شاخص‌های بیوکلیماتیک و ارتفاع در نرم‌افزار Arcgis و در محیط Geostatistical Analysis با قرار دادن لایه DEM شکل‌های مربوطه ترسیم شده است.

معرفی مدل بیوکلیما^۱ و شاخص‌های آن

مدل بیوکلیما توسط پروفیسور کریستوف بلانسکی^۲ در سال ۲۰۰۳ ابداع شده و شامل شاخص‌های متنوع بیوکلیمای انسانی است. با به‌کارگیری این مدل می‌توان ۶۰ شاخص متنوع در ارتباط با زیست اقلیم‌شناسی و فیزیولوژی حرارتی

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از روش‌های تجزیه و تحلیل شاخص‌های بیوکلیماتیک استفاده شده است. در ابتدا داده‌های میانگین ماهانه دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، فشار بخار آب و پوشش ابر ۳۹ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک جنوب و جنوب غرب ایران در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۷ از سازمان هواشناسی کل کشور اخذ شد. در مرحله بعد، داده‌های فوق با استفاده از نرم‌افزار اکسل مرتب شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار بیوکلیما شاخص‌های UTCI, PHS, SST, PST, STI, HIS محاسبه و نمودارهای مرتبط با هر شاخص در نرم‌افزار اکسل ترسیم شد. در حقیقت مقادیر این شاخص‌ها نمایه و معیاری است برای نشان دادن میزان تنش حرارتی محیط که شرایط حاکم به‌طور فصلی خلاصه شده و به‌صورت مقادیر

1. Bioclima

2. Krzysztof Blazejczyk

را محاسبه کرد. کارایی این مدل عبارت‌اند از:

- ارزیابی کلی شرایط زیست اقلیم انسانی با به‌کارگیری میانگین ماهیانه داده‌های هواشناسی.
- ارزیابی مشروح از شرایط زیست اقلیم انسانی با به‌کارگیری داده‌های روزانه هواشناسی.
- ارزیابی کلی از شرایط تعادل حرارتی انسان.
- ارزیابی مشروح از شرایط تعادل حرارتی انسان در محیط‌های مختلف آب‌وهوایی.

استفاده قرار می‌گیرد. در سال ۱۹۹۹ انجمن بین‌المللی هواشناسی زیستی گروه ویژه‌ای را برای ابداع شاخص اقلیم حرارتی جهانی (UTCI) تشکیل داد. هدف این گروه استخراج یک روش ارزیابی حرارتی بر اساس پیشرفته‌ترین مدل دما- فیزیولوژیک بود. از سال ۲۰۰۵ این تلاش‌ها به‌وسیله گروه COST Action^۲ (همکاری در علم و توسعه فنی) تقویت شد. گروه تحقیقاتی COST مرکب از کارشناسان برجسته اقلیم‌شناسی، هواشناسی و مدل دما- فیزیولوژیک انسانی بود که برای ابداع این شاخص با هم همکاری می‌کردند که با اتمام فعالیت گروه در فوریه ۲۰۰۹ شاخص UTCI ابداع شد. این شاخص دارای ۱۰ طبقه از سرد بسیار شدید تا گرم بسیار شدید است. متغیرهای ورودی مورد نیاز شامل دمای هوا (T)، میانگین دمای تابشی (Tmrt)، سرعت باد (V)، فشار بخار آب (P) و رطوبت نسبی (RH) است. برای محاسبه Tmrt از نرم‌افزار Rayman استفاده شده است.

این شاخص بر اساس رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$UTCI = 3.21 + 0.872 * t + 0.2459 * Tmrt - 2.5078 * v - 0.0176 * RH \quad (1)$$

شاخص تنش فیزیولوژیکی^۳ (PhS)

این شاخص فرایندهای فیزیولوژیکی انطباق اندام‌های انسان را نسبت به فضای باز نشان می‌دهد و دارای ۸ طبقه احساس حرارتی از تنش سرمایی زیاد تا تنش گرمایی شدید است. این شاخص از نسبت تبادل حرارت همرفتی (C) به از دست دادن حرارت تبخیری در انسان (E) از رابطه (۲) به دست می‌آید (مونتر و، ۲۰۰۵).

$$PhS = mC/mE \quad (2)$$

شاخص^۵ (PST)

این شاخص نشان‌دهنده احساس ذهنی از محیط حرارتی توسط انسان است. در این شاخص، اثرات حرارتی محیط زیست توسط میانگین دمای پوست و میانگین دمای تابشی

ویژگی‌های مدل بیوکلیما

با به‌کارگیری این روش شاخص‌های متنوع زیست اقلیمی و فیزیولوژی حرارتی محاسبه می‌شود. داده‌های ورودی خود شامل دو گروه داده‌های هواشناسی و داده‌های مربوط به شرایط فیزیولوژی انسان است. می‌توان داده‌ها را مستقیماً از طریق صفحه کلید یا از فایل‌هایی با فرمت ASCII وارد کرد. برای سهولت بیشتر در کار، می‌توان داده‌ها را در نرم‌افزار اکسل یا دیگر برنامه‌های صفحه‌گستر با توجه به عبارات اختصاری مدل برای هر نوع داده با فرمت‌های txt یا csv ذخیره نمود و در مدل بارگذاری کرد. برای محاسبه شاخص UTCI باید از سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متر استفاده کرد و برای دیگر شاخص‌ها سرعت باد در ارتفاع ۱.۲ متر (سطح بدن انسان) را به کار برد. میزان ابرناکی را می‌توان هم برحسب درصد (N) و هم برحسب اکتانانت (N8) محاسبه کرد. در صورت فقدان بعضی از داده‌ها در مدل، آن‌ها به‌صورت پیش‌فرض بر اساس داده‌های دیگر محاسبه شده‌اند مثل تشعشع خورشید یا دمای سطح پوست. در این روش شاخص‌های قابل محاسبه با توجه به نوع داده‌های ورودی معرفی شده‌اند. تحلیل‌های آماری مثل مجموع، میانگین، انحراف معیار و... نیز قابل محاسبه هستند.

معرفی شاخص‌ها

شاخص اقلیم حرارتی جهانی^۱ (UTCI)

این شاخص برای هر اقلیم و در هر مقیاس زمانی، مورد

2. Cooperation in Science and Technical
3. Physiological strain
4. Monteiro
5. Physiological Subjective Temperature

1. Universal Thermal Climate Index

در این رابطه، از متغیرهای دمای هوا (t)، میزان ابرناکی بودن آسمان (N)، میزان آلودگی لباس (ac)، متابولیسم (M) و سرعت باد (V) استفاده شده است.

شاخص تنش گرمایی 5 (HSI)

این شاخص عبارت است از نسبت انرژی حرارتی که لازم است از راه تبخیر از بدن دفع گردد تا بدن در حالت تعادل قرار گیرد به حداکثر انرژی حرارتی که در شرایط محیط می تواند از طریق تبخیر از بدن خارج گردد. این شاخص دارای ۷ طبقه احساس حرارتی از استرس گرمایی کم تا خطرناک است. این شاخص از رابطه (۸) محاسبه می شود (بلانسکی، ۲۰۰۵).

$$HSI = (E_{req}/E_{max}) * 100 \quad (8)$$

E_{req} میزان انرژی حرارتی که لازم است از طریق تبخیر برای رسیدن به تعادل حرارتی از بدن دفع شود و یا نرخ تبخیر گرمایی مورد نیاز برای حفظ ارگانیسم برحسب وات بر مترمربع و مقدار آن از رابطه (۹) محاسبه می شود:

$$E_{req} = M + mQ + mC + mRES \quad (9)$$

M متابولیسم برحسب وات بر مترمربع مقدار پیش فرض ۱۳۵.

mQ تعادل تابشی انسان بر حسب وات بر مترمربع.

mC تبادل متلاطم گرمای محسوس بر حسب درجه سانتی گراد.

mRES اتلاف گرمای تنفسی.

بیشینه تبخیر در محیط واقعی از طریق رابطه (۱۰) محاسبه می شود:

$$E_{max} = kv^{0.6} (56 - v_{pe}) \quad (10)$$

K برای فرد ملبس برابر ۷ و برای یک فرد بدون لباس ۱۱.۷ است.

V سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه.

v_{pe} فشار بخار آب بر حسب هکتو پاسکال.

یافته‌ها

شرایط کلی اقلیم

همان طور که در نقشه توپوگرافی مشاهده می شود، ارتفاع

پوست بیان شده است و دارای ۹ طبقه احساس حرارتی از یخزدگی تا سوزان است. این شاخص اگر میزان ذخیره سازی گرمای خالص (SR) کمتر از صفر باشد، از رابطه (۳) محاسبه می شود (همان).

$$PST = iMrt - \{ [SR]^{0.75} / (0.95 * 5.667 * 10^{-8}) + 273^4 \}^{0.25} - 273 \quad (3)$$

و اگر SR مساوی یا بیشتر از صفر باشد از رابطه (۴) محاسبه می شود:

$$PST = iMrt + \{ [SR]^{0.75} / (0.95 * 5.667 * 10^{-8}) + 273^4 \}^{0.25} - 273 \quad (4)$$

شاخص دمای ذهنی 2 (STI)

این شاخص تحرکات حرارتی درونی در یک فرد ناشی از محیط را نشان می دهد و دارای ۹ طبقه احساس حرارتی به شدت سرد تا سوزان است (مونتر، ۲۰۰۵). اثرات حرارتی از محیط توسط متوسط دمای تابشی بیان شده است. این شاخص اگر ms^3 کمتر از صفر باشد، از رابطه (۵) محاسبه می شود (بلانسکی، ۲۰۰۵).

$$STI = MRT - \{ [ms]^{0.75} / (0.95 * 5.667 * 10^{-8}) + 273^4 \}^{0.25} - 273 \quad (5)$$

و اگر ms مساوی یا بیشتر از صفر باشد، از رابطه (۶) محاسبه می شود:

$$STI = MRT + \{ [ms]^{0.75} / (0.95 * 5.667 * 10^{-8}) + 273^4 \}^{0.25} - 273 \quad (6)$$

شاخص 4 (SST)

از این شاخص می توان برای ارزیابی مقدماتی از شرایط زیست اقلیمی استفاده کرد. مقدار SST توسط دو عامل تحت تأثیر قرار می گیرد: یکی افزایش دمای هوا ناشی از تابش خورشیدی و دیگری اثر سرعت باد. این شاخص دارای ۸ طبقه احساس حرارتی از به شدت سرد تا خیلی داغ است. این شاخص از رابطه (۷) محاسبه می شود (بلانسکی، ۲۰۰۵).

$$SST = t + 0.42 * (1 - 0.009N) (100 - ac) / (0.61 + 1.9 \sqrt{v}) - 0.15673M [1 - 1 / (0.61 + 1.9 \sqrt{v})] \quad (7)$$

1. Resultant Value of Net Heat Storage
2. Subjective Temperature Index
3. Human Net Heat Storage
4. Still Shade temperature

بخش‌های شرقی عمودی‌تر می‌تابد و بخش‌های غربی زیر نفوذ بادهای غربی و توده‌های هوای تعدیل‌یافته‌ی عرض‌های بالاتر قرار می‌گیرند. اما در دوره‌ی گرم سال ورود هوای گرم و خشک صحرای عربستان و تأثیر پرفشار جنب حاره‌ای آזור هوای قسمت‌های غربی را گرم‌تر می‌کند.

الگوی فصلی شاخص‌های مدل بیوکلیما

تحلیل خروجی‌های حاصل از اجرای مدل بیوکلیما چگونگی احساس حرارتی در ماه‌های مختلف در هر ایستگاه بر اساس شاخص‌های شش‌گانه مدل بیوکلیما را به‌طور مجزا نشان می‌دهد. در اینجا به‌علت محدودیت از ارائه‌ی الگوهای ماهانه صرف‌نظر شده و نتایج به‌اختصار و به‌صورت فصلی ارائه و پهنه‌بندی بر اساس آن صورت پذیرفته است.

فصل بهار

خروجی شاخص UTCI نشان می‌دهد که ۲۷ درصد از ایستگاه‌ها بدون استرس حرارتی (بخش وسیعی از استان کرمان تا سیستان، شمال فارس)، ۶۰ درصد در شرایط گرم متوسط (دشت خوزستان، نواحی کوهپایه‌ای میانی از بوشهر تا بلوچستان و نوار ساحلی) و حدود ۱۲ درصد در شرایط گرم قوی (شرق هرمزگان تا چاله جازموریان) قرار دارند. شاخص PHS بیانگر این است که ۵۰ درصد از ایستگاه‌ها بدون تنش حرارتی هستند.

همان‌طور که در شکل (۲) دیده می‌شود، در این فصل شاخص‌های PhS، SST و PST دارای بیشترین تنوع درون گروهی با ۴ طبقه، شاخص UTCI با ۳ طبقه و شاخص‌های HSI و STI با ۲ طبقه احساس حرارتی دارای کمترین تنوع درون‌گروهی در مرتبه‌های بعدی قرار دارند. ارزیابی کیفی در مورد نتایج شاخص‌های بیوکلیما در محدوده‌ی مورد مطالعه در فصل بهار نشان می‌دهد که خروجی شاخص‌های SST و PST انطباق بیشتری با یکدیگر داشته و شاخص HSI و STI کمترین تجانس را با سایر شاخص‌ها داشته و به‌علت اینکه خروجی آن‌ها منعکس‌کننده‌ی واقعیت‌های جغرافیایی به‌ویژه تنوع توپوگرافیکی نیست، به‌کارگیری آن‌ها به‌منظور سنجش میزان آسایش اقلیمی مناسب ندارد. بالعکس شاخص‌های PhS، SST و PST تصویر بهتری از شرایط آسایش اقلیمی را

ناحیه‌ی جنوب در قسمت غربی تقریباً مساوی تراز دریاست ولی به طرف مشرق بر ارتفاع آن افزوده می‌شود. تا اینکه در خاش به ۱۴۰۰ متر می‌رسد. یعنی با افزایش ارتفاع اثر کم شدن عرض جغرافیایی را جبران می‌کند. داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک نشان می‌دهد که در خط ساحلی از بوشهر تا چابهار در فصل گرم سال حالت شرجی وجود داشته و این حالت در حوالی بعدازظهر افزایش می‌یابد. هوای ناحیه در امتداد خط ساحلی در تمام سال مرطوب است. با افزایش فاصله از ساحل، یا به عبارت دیگر دور شدن از مسیر ورود رطوبت خلیج فارس و دریای عمان به بخش‌های داخلی، رطوبت نسبی کاهش می‌یابد. در مجموع در تمام ناحیه‌ی ساحلی حتی در تابستان هم شب‌ها مرطوب است و حالت شرجی حاکم است. اما در طول روز ایستگاه‌های دورتر از ساحل خشک‌تر و حالت شرجی ندارند.

قسمت غربی ناحیه بیشتر از قسمت شرقی آن زیر نفوذ بادهای غربی قرار دارد. تنها اغتشاشاتی به نواحی شرق می‌رسند که بسیار قوی باشند؛ در این صورت بارش‌های رگباری به وجود می‌آید. دوره‌های خشک بین روزهای بارانی بسیار طولانی است. در دوره‌ی گرم سال در قسمت‌های شرقی در طول فصل گرم توده‌ی هوای گرم و مرطوب موسمی نفوذ کرده و بر اثر مکانیزم صعود همرفتی و وجود رطوبت فراوان در منطقه، بارش‌های رگباری شدیدی به وقوع می‌پیوندد.

ویژگی دیگر این ناحیه ثبات درجه‌حرارت طی سال‌های متفاوت است. ثبات نسبی دما در دوره‌ی سرد سال نشان می‌دهد که در فصل زمستان توده‌های هوای سرد در صورت ورود تعدیل یافته و شرایط حرارتی ناحیه عمدتاً به‌وسیله‌ی عوامل محلی کنترل می‌شود. روزهای یخبندان در طول سال در ناحیه کم بوده و فقط ممکن است چند روزی در ماه‌های زمستان به وقوع بپیوندد. در نوار ساحلی روز یخبندان وجود ندارد. خروجی شاخص‌ها نشان می‌دهد که در دوره‌ی سرد سال بخش‌های شرقی منطقه گرم‌تر از بخش‌های غربی ولی در دوره‌ی گرم سال بخش‌های غربی گرم‌تر از بخش‌های شرقی است. به این دلیل که در دوره‌ی سرد سال خورشید به

مطالعه شاخص PST به علت چشم‌پوشی از عامل‌های ارتفاع و عرض جغرافیایی، در انعکاس چشم‌انداز اقلیمی قلمرو مورد بررسی در این فصل به‌طور قطع موفق نیست. البته پهنه‌بندی شرایط احساس حرارتی در فصل تابستان نشان می‌دهد که نتایج هیچ‌یک از شاخص‌های شش‌گانه مورد استفاده بر یکدیگر منطبق نیست. ارزیاب کیفی این نتایج نشان می‌دهد که شاخص PhS تصویر بهتری از شرایط آسایش اقلیمی را در این فصل منعکس می‌کند. اثر خنک‌کنندگی بادهای ۱۲۰ روزه سیستم روی شکل‌های مربوط به شاخص‌های pHS و UTCI به نحو بارزی آشکار است.

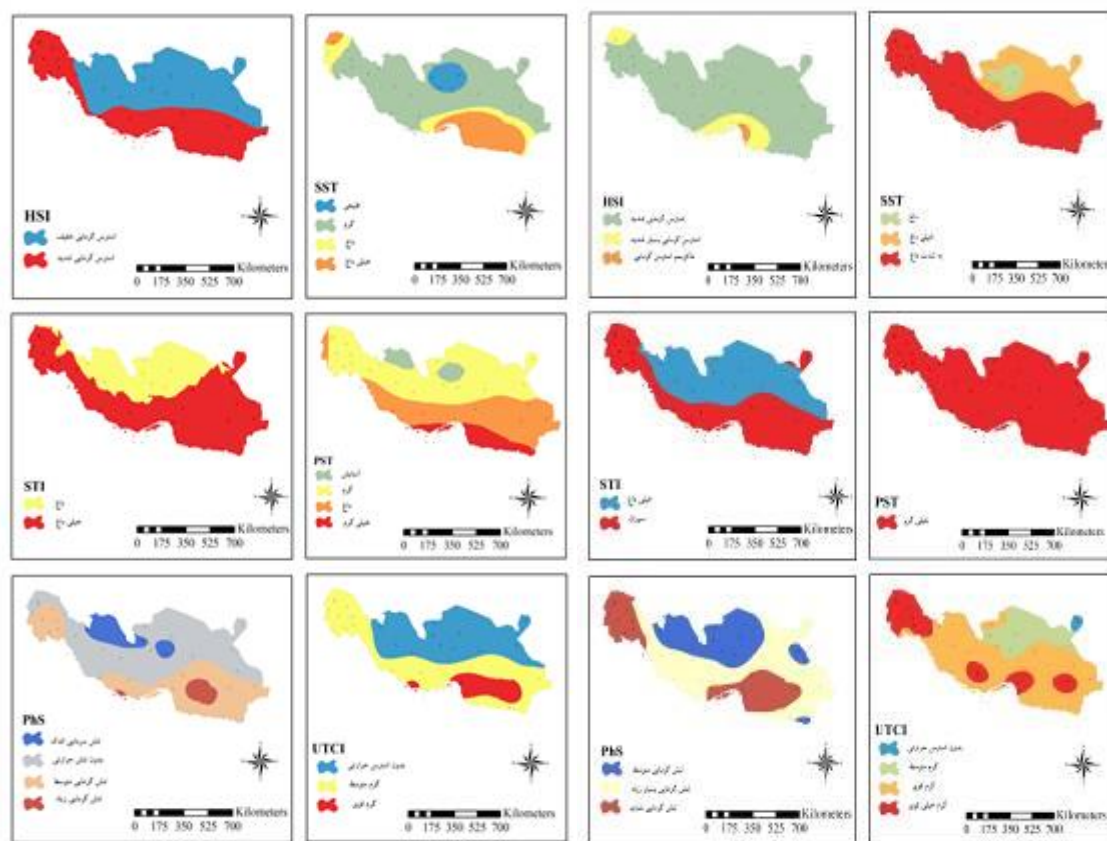
این بادهای که از کوه‌های افغانستان در شرق ایران سرچشمه می‌گیرد، با چرخش بر روی فلات ایران از جهت شمال غرب به جنوب شرق وارد دشت سیستم می‌شود. این بادهای از منطقه کم‌ارتفاع بین ناهمواری‌های شرق ایران گذشته، بر سرعت آن افزوده می‌گردد. افزایش سرعت آن‌ها، اثر اقلیمی آن‌ها را افزایش می‌دهد که بسته به شرایط دریاچه باعث ایجاد دو نوع اقلیم متفاوت در زابل می‌شود؛ در سال‌های پرآبی که دریاچه هامون در مسیر بادهای ۱۲۰ روزه دارای آب است، هوای مطبوع با رطوبت نسبی مناسب را به ارمغان می‌آورد. در سال‌هایی که هامون خشک است جریان باد کف بستر دریاچه را کنده ذرات ریز خاک و ماسه را با خود حمل می‌نماید و محیط را آلوده می‌کند (نچارسلیقه، ۲۰۰۳).

در این فصل منعکس می‌کند. فراوانی خرده‌تیپ‌های حاصل از اجرای شاخص‌های شش‌گانه مدل بیوکلیما در فصل بهار بیش از سایر فصول است. به‌طور کلی در نیمه سرد سال عوامل دینامیک بیرونی فعال بوده و جنوب ایران تحت‌تأثیر جریان بادهای غربی و توده‌های هوای متفاوت قرار می‌گیرد که به تبع آن تنوع خرده‌تیپ‌های اقلیمی در این دوره نسبت به دوره گرم سال بیشتر است. در گوشه جنوب شرق ایران از سیستم و بلوچستان تا هرمزگان، اثر جریان‌های مونسونی در تعدیل شرایط هوا آشکار است. این وضعیت روی شکل‌های تابستانی، به‌ویژه شاخص‌های pHS و UTCI تا حدی منعکس شده است.

در واقع این جریان‌ها حامل رطوبت از بخش استوایی اقیانوس هند به سمت مناطق موسمی هستند. در سال‌های بیشینه بارش تابستانه ایران، دما، رطوبت نسبی و حرکات صعودی در ایران افزایش و در مناطق موسمی کاهش می‌یابد (خداام و همکاران، ۲۰۱۵).

فصل تابستان

در فصل تابستان به‌علت استقرار سیستم پر فشار جنب حاره‌ای آزور روی فلات ایران هوای یکنواختی بر منطقه حاکم بوده و تعداد خرده‌تیپ‌های اقلیمی فراوانی کمتری نسبت به سایر فصول دارد. شاخص UTCI با ۴ خرده‌تیپ بیشترین تنوع درونی را داراست. در مرتبه‌های بعدی شاخص‌های PhS، SST و HSI با ۳ تیپ، STI با ۲ تیپ و PST با ۱ تیپ قرار دارند. از بین شاخص‌های شش‌گانه مورد



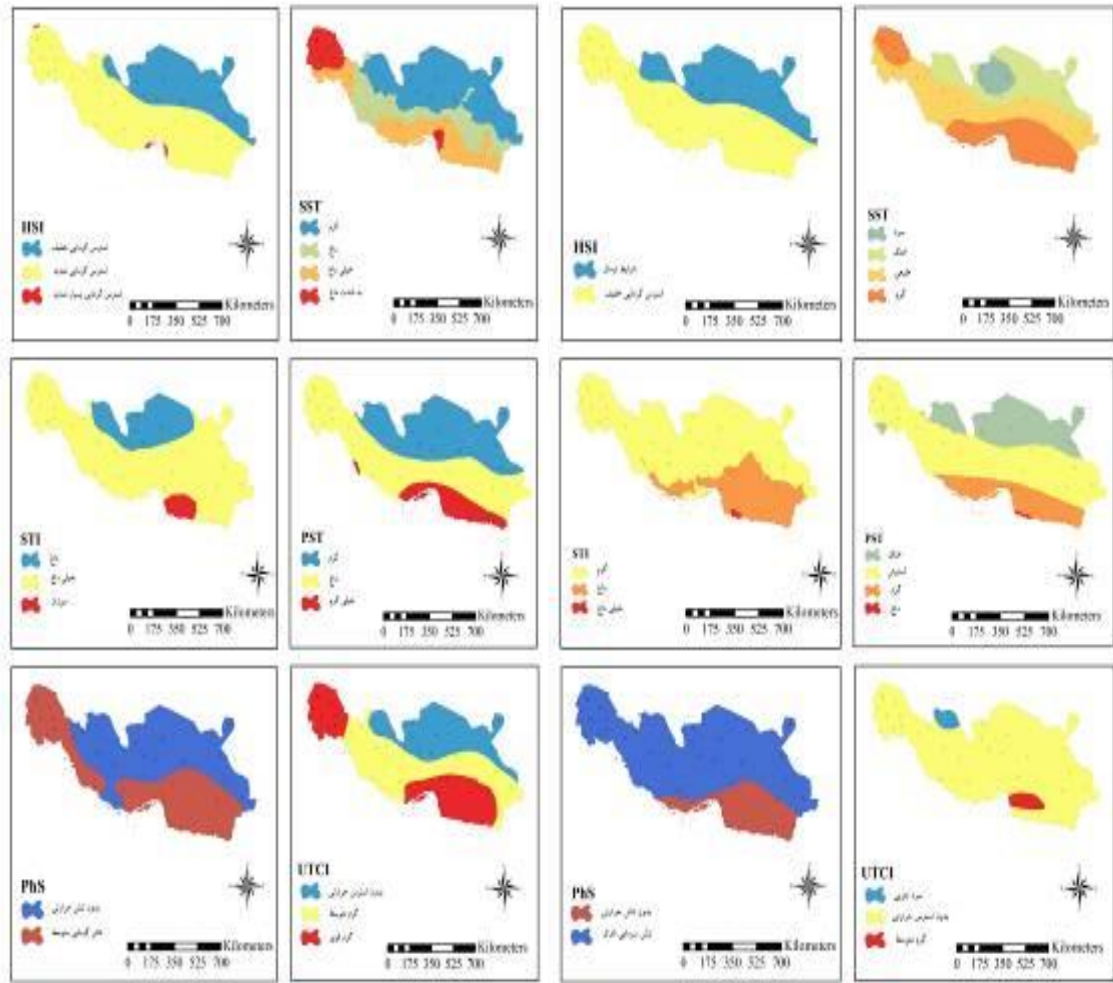
شکل (۲): پهنه‌بندی احساس حرارتی بر اساس شاخص‌های مدل بیوکلیما در فصول بهار (چپ) و تابستان (راست)

Figure (2): Thermal sensory zonation based on bioclimate model indices in spring (left) and summer (right) seasons

دارند. پهنه‌بندی شرایط احساس حرارتی نشان می‌دهد که خروجی هیچ‌یک از شاخص‌های شش‌گانه مورد استفاده بر یکدیگر منطبق نیست. ارزیابی کیفی درباره نتایج شاخص‌های بیوکلیما در محدوده مورد مطالعه در فصل پاییز نشان می‌دهد که در این فصل شاخص SST تصویر بهتری از شرایط آسایش اقلیمی را در این فصل منعکس می‌کند. به‌عکس شاخص‌های HSI، STI و PhS در انعکاس واقعیت‌های اقلیمی به‌طور مشروح کارآمد نیستند.

فصل پاییز

در فصل پاییز علی‌رغم کاهش تنش گرمایی، هنوز شرایط گرم و طاقت‌فرسا به‌ویژه در اوایل این فصل در دشت خوزستان و قسمت‌های ساحلی از شرق تنگه هرمز تا چلاۀ جازموریان برقرار است. نتایج حاصل از اجرای مدل بیوکلیما در فصل پاییز نشان می‌دهد که در این فصل خروجی شاخص SST با ۴ طبقه احساس حرارتی دارای بیشترین تنوع درون‌گروهی و شاخص‌های HSI، STI، PST، UTCI با ۳ تیپ و شاخص PhS با ۲ تیپ در مرتبه‌های بعدی قرار



شکل (۳): پهنه‌بندی احساس حرارتی بر اساس شاخص‌های مدل بیوکلیما در فصول پاییز (راست) و زمستان (چپ)
 Figure (3): Thermal sensory zonation based on bioclimate model indices in autumn (right) and winter (left)

فصل زمستان

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های شش‌گانه مدل بیوکلیما، شرایط زیست اقلیمی احساس آسایش حرارتی جنوب ایران در مقیاس زمانی ماهانه و مکانی ۷ استان جنوبی ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که الگوهای مکانی و زمانی احساس آسایش حرارتی بر یکدیگر منطبق نبوده و به تبع آن، توزیع مکانی و زمانی مقادیر بدون استرس در طول سال متفاوت است. افزایش فراوانی روزهای شرایط عدم آسایش اقلیمی در فصل گرم سال و در نواحی پست و دارای عرض جغرافیایی کمتر، اثر توأمان این عوامل را در ایجاد شرایط فوق‌آشکار می‌سازد. پهنه‌بندی شرایط احساس حرارتی نیز به‌طور ویژه منعکس‌کننده اثرات قابل توجه عامل ارتفاع و شرایط

همان‌طور که اشاره شد، در فصل سرد سال به‌علت فعال شدن سیستم‌های دینامیک جو و قرار گرفتن نوار جنوبی ایران تحت نفوذ جریانات غربی و ورود توده‌های هوای متفاوت، فراوانی خرده‌تیپ‌های احساس حرارتی افزایش می‌یابد. در این فصل نیز شاخص‌های SST و PST با ۴ تیپ دارای بیشترین خرده‌تیپ، UTCI و STI با ۳ تیپ، PhS و HSI با ۲ تیپ به‌ترتیب در مرتبه‌های بعدی از نظر تنوع تیپ‌های آسایش حرارتی هستند. به‌طور قطع، ارزیابی کمی شاخص‌های HSI و STI در انعکاس شرایط آسایش اقلیمی در فصل زمستان در حوزه مورد مطالعه مناسب نیست. بالعکس الگوی پهنه‌بندی حاصل از خروجی‌های شاخص SST نشان می‌دهد که این شاخص در انعکاس واقعیت‌های اقلیمی منطقه کارآمدتر است.

جنوبی و دشت‌های داخلی و دشت خوزستان در نیمه سرد سال است. با توجه به اینکه ارزیابی‌های فصلی در مورد سنجش میزان آسایش حرارتی از طریق شاخص‌های شش‌گانه مدل بیوکلیما بر یکدیگر منطبق نیست، استفاده و به‌کارگیری این شاخص‌ها با احتیاط بیشتر صورت گرفته و احتیاج به بومی‌سازی و کالیبره کردن دارد.

توپوگرافیکی در توزیع مقادیر کمی شاخص‌های مدل بیوکلیماست. به‌طور کلی، بیشینه فراوانی روزهای همراه با آسایش حرارتی در نواحی پست و هموار (دشت خوزستان، چاله چازموریان)، نوار ساحلی و جزایر خلیج فارس در نیمه سرد سال (فصول پاییز و زمستان) است. الگوهای فصلی بیانگر وجود حداکثر زمان‌های آسایش در مناطق کوهستانی و مرتفع زاگرس جنوبی در فصول گرم‌تر سال و در سواحل

منابع

- Ahmadi, H., Shaemi, A. 2013. Applying bioclimatic indices to assess the climatic comfort of Illam city. spatial planning. No. 1: 75-88.
- Arvin, A., Shojazadeh, K. 2014. Determining the conditions of the tourism climate of Shiraz city using the equivalent physiological temperature indices, Journal of Natural Geography, seventh year, issue 62:87-98.
- (PET) and average projected polling (PMV)
- Ataei, H., Hashemi nasab, S., 2012. Comparative Evaluation of Human Bioclimatic of Isfahan city using the Terjung methods, TCI, PET, PMV., Urban - Regional Studies and Research Journal, 4th Year – No. 14
- Ataei, H., Hashemi nasab, S., 2011. Calendar and recognition human bioclimate of Yazd Province. Physical Planning Quarterly. No. 2.
- Bakhtiary, A Bakhtiary, B., 2011. Investigating the Relationship Between Comfort Climate and Monthly Tourism Demand for Bandar Abbas Beach, National Conference on the Exploitation of the Sea of Water, International Center for Advanced Science and Technology and Environmental Science.
- Blazejczyk, K., 2005, New indices to assess thermal risks outdoors. [in:] I. Holmér, K. Kuklane, Ch. Gao (eds), Environmental Ergonomics XI, Proc. Of the 11th International Conference, 22-26 May, 2005 Ystat, Sweden: 222-225.
- Blazejczyk. Krzysztof. Peter Broede, Dasan Fiala. George Hvenith. Ingvar Holmer. Gerdjendritzky. Bernhardt and Anna kurnet., 2010. Priciples or the new universal termal climate index amd its application to bioclimatic researchin Eurpean scale. Mscellaneageografica 14. No. 2010: 91-102.
- Scott, Daniel, Geoffme Boyle, 2004. A New generation climate index for tourism.
- Ramnchandra, A., 2010. Evaluation of thermal comfort in a rail terminal location in India, Building and Environment, vol. 45, pp 2571-2580.
- Eskandarian, E., 2015. Climatic comfort in Tehran City. Journal of Research in Science, Engineering and Technology No. 1.
- Esmaili, R., 2014, Human Bioclimatic Zoning of Iran, Climate research, No. 17.
- Fallah Ghalhari G, Mayaneh F, Shakeri F., 2015. Evaluation of thermal comfort and human health using Universal Thermal Climate Index (UTCI) Case Study: Kurdistan province. Iranian Journal of Health and Environment, 8 (3): 367-378.
- Farajzadeh, H., Matzarakis, A., 2012. Evaluation of thermal comfort condition in Ourmieh Lake, Iran. Theoretical and Applied Climatology 107, No. 3-4: 451-459.
- Farajzadeh, H., Saligheh, M., Alijani, B., and Matzarakis, A., 2015. Comparison of selected thermal indices in the northwest of Iran, Meteorological Applications 16, no. 4:545-555.
- Farajzadeh. H, Saligheh. M, Alijani. B., 2016. Application of global thermal climate index from tourism perspective. Journal of Natural Environment Risks, No. 7,117-137.
- Freitas C. R.de., Grigorieva, E. A. 2014. Acomprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. Int J Biometeorol (2015), 59: 109-120.
- Ghavidel Rahimi. Y., Ahmadi. M., 2013. Evaluation and time analysis of climatic comfort in Tabriz city, Geography and Development Magazine No. 3, 173 -182.
- Hein, L. Metzger, M.J and Moreno, A., 2009. Potential impacts of climate change on

- tourism; a case study for Spain. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 1, pp. 170-25.
20. Hoppe, P., 1999. *The Physiological Equivalent Temperature a Universal Index*
21. Javan, Kh Mollazadeh, V., 2013. Evaluation of Tourism Climate in Urmia Using bioclimatic indices, *Geography & Urban Planning*, No. 16.
22. Kasmai, M., 1999. *Climate and Architecture*, First Edition, Baztab press. 83-96.
23. Kaviani, M.R., 1993. Investigation and Preparation of Iran's Human Bioclimate Map., *Quarterly journal of geographic research*, 48.
24. Khoddam, N., Irannejad, P., Ahmadi-Giv. F., 2015. A study Of the impact of Indian Monsoon on summer climate of Iran, *Journal of Geophysics of Iran*, Volume 9, Issue 2. 52-66.
25. Li, R., Chi, X., 2014. Thermal comfort and tourism climate changes in the Qinghai-Tibet Plateau in the last 50 years, *Theoretical and Applied Climatology* 117, pp. 613-624.
26. Mahmoudi, P., 2008. Tourism and its Climatic Comfort Range in Marivan County Using Effective Temperature and Cumulative Stress Indicators, *Journal of Geography Education*, Vol. 22, p. 2.
27. Matzarakis, A., 2001. Climate and Bioclimatic Information for the Tourism in Greece. *Proceeding of the 1st International workshop on climate, tourism and recreation. International society of biometreology, commission on climate, tourism and recreation*, pp. 171-182.
28. Matzarakis, A., Mayer, H., 1997. Heat stress in Greece, *Original Article*, pp. 34-39.
29. Mcgregor, G., Marku, M., Bartzokas, A., Batsoulis, B., 2002. An evaluation of the nature and timing of summer human thermal discomfort in Athens, Greece, *climate Research*, vol. 21, pp. 83-94.
30. Mieczkowski, z., 1985. The tourism climate index: A method of Canadian Geographer, 28, pp. 220-233.
31. Mirenayat, N, Atai, 2010. Comparative study of tourism comfort in Yasuj and Shahrekord cities using TCI model, *egional tourism and development conference*,
32. Monteiro, L. M., 2005. Review of numerical modelling of outdoor thermal comfort. In *World Sustainable Bulding Conference*.
33. Najarsalighe .M, 2003. Attention to the wind in the construction of the physical body of Zabol city, *Journal of Geography and Development*, Autumn and Winter 2003, Volume 1, Issue 2. 109-121.
34. Ndetto, E, L., Matzarakis, A., 2013. Basic analysis of climate and urban human bioclimatic of Dar ws Salam, Tanzania. *Theoretical and Applied Climatology* 114, pp. 213-226.
35. Oehier, k., Matzarakis, A., 2007. *Developments in tourism climatology*.
36. Olgyay, V., 1963. *Design with climate*, Princeton University Press, usu15.
37. Ping Lin, Matzarakis, A., 2011. Tourism climate information based on human thermal perception in Taiwan and Eastern China, *Tourism Management*, vol. 32, pp. 492-500.
38. Ramezani, B., 2010. The recognition of ecotourism bioclimatic comfort in Kiyakalaye, (Langrood) wetland using Avanz Method., *Journal of Geography and Regional Development.*, Vol. 4, No. 7, pp. 74-87.
39. Thomson, M., Herrea Ricardo, G., Beniston, M., 2008. *Seasonal forecasts, climatic change and human health: health and climate*, Springer Science, Business Media B.V, 232.
40. Yee yan, Y., 2005. Human Thermal climates in china, *physical Geography*, vol. 26, pp. 163-176.
41. Ziae. M, Bakhtiari. A., 2009. Kish Island Tourism Comfort Index, *Selected Articles of the Fifth National Conference of the Persian Gulf*.
42. Zolfaghary, H., 2008. Determination of Suitable Calendar for Tourism in Tabriz with using the Thermo-physiological Indices (PET and PMV) *Geographical Research*, NO, 40. 38-57.

Evaluation and Regionalization of Climatic Comfort in South & southwest of Iran by Comparison of Bioklima Model Indices

Akbar shaemi barzoki¹, Nasrin Nikandish², Aboalghasem mozafari³

Received: 12/12/2018

Accepted: 05/03/2019

Extended abstract

Introduction: Climate conditions are the most important factors affecting human activity on short- and long-term scales. The study of the effect of climate conditions on human life and behavior investigate in the branches of science called human bioclimate. The condition of comfort is a set of conditions that, in terms of heat and humidity, at least 80% of the individuals randomly selected and placed in those conditions have mental judgment of comfort. Climate comfort models are considered as useful tools for illustrating the interactions of environmental stressors and human responses that are expressed in terms of empirical classification. In the present study, we try to determine the spatial and temporal patterns of climatic comfort in southern Iran and the ability of bioklima model indices to detect it.

Materials and Method: In this research, the methods of analysis of bioclimatical indices have been used. Initially, monthly average temperature, relative humidity, wind speed, water vapor pressure and cloud cover data of 39 synoptic meteorological stations in southern Iran were collected from the Meteorological Organization during the period 1988 to 2017. In the next step, the above datas was arranged by using Excel software. Then with using of biklima software comfort indices (UTCI, PHS, SST PST, STI, and HIS indices) calculated and graphs are plotted by using Excel software. In order to zoning the studied area, we using the correlation between bioclimatic indices and height in ArcGIS software and in the Geostatistical Analysis.

The bioclimate model was developed by Professor Christoph Blansky in 2003 that includes various indicators of human bioclimate. By using this model, we can calculate 60 variables related to biomclimate and thermal physiology. Its input data includes two groups of meteorological data and data related to human physiology conditions.

Results: Analysis of the outputs from the implementation of the bioklima model shows how the heat sensation in different months at each station is based on the six indices of the bioklima model separately. Qualitative evaluation of the results of the bioclimate indices in the South & southwest in spring shows that the output of the SST and PST indices are more consistent and the STI and HSI index have the least consistency with other

1 Assistant Prof, Department of Geography, Payame Noor University, Barzuk2000@yahoo.com

2 Assistant Prof, Department of Geography, Payame Noor University

3 M.A. Student, Climatology, Payame Noor University

DOI: 10.22052/deej.2018.7.23.35

indices and because their output reflects geographical realities, especially topographic diversity. On the contrary, PhS, SST and PST indices reflect the better picture of climatic comfort at this season. A qualitative assessment of the results of the benchmark indices in the study area in the fall season shows that the SST indices reflects a better picture of climate comfort. On the contrary, HIS, STI and PhS indices are not fully effective in reflecting climate realities. The results of this study indicate that HSI and STI indices are not suitable for reflection of climatic comfort conditions in winter. Conversely, the pattern of zoning from the SST index shows that this index is more effective in reflecting the regional climatic realities.

Discussion and Conclusion: In this study, by using the six bioclimatic indices of the bioklima model, the bioclimate condition of south & southwest of Iran was analyzed at monthly and seasonal in 7 southern provinces of Iran. The results of this study show that spatial and temporal patterns of thermal comfort do not correspond to each other. Increasing the time of climate unhealthy conditions in the warm season of the year and Low altitude areas & lower latitudes reveals the combined effect of these factors in creating the above conditions. Maximum annual thermal comfort conditions in southern Iran is during the cold period of the year. Also, seasonal patterns indicate that there is maximum comfort in the high areas and Zagros region at period of warm. This condition confirmed in southern coasts and the Khuzestan plain in cold period of the year. Seasonal evaluations of the thermal comfort by apply of six indices of the bioklima model are not match with together, therefore application of these indicators are requires localization and calibration.

Keywords: Comfort climate, zoning, bioclimate indices, Iran.