

بررسی وقوع درجه‌های مختلف استرس‌های گرمایی در سواحل جنوب ایران

محمد باعقیده* - استادیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلّم، سبزوار
علیرضا انتظاری - استادیار گروه اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلّم، سبزوار
فائزه شجاع - کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی، دانشگاه تربیت معلّم، سبزوار

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۱۱ تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۰۲/۲۸

چکیده

استرس‌های گرمایی از ویژگی‌های زیست اقلیم سواحل جنوب کشور است که در اثر افزایش هم‌زمان رطوبت و دمای روزانه حادث می‌شوند و فعالیت‌های عادی اندام‌های بدن را دچار اختلال می‌کنند. گرفتگی عضلانی، گرم‌زدگی و خستگی مفرط از عوارض شایع آن است. در این مطالعه، تلاش بر این است با استفاده از شاخص گرما (HI) درجه‌های مختلف رخداد این پدیده، در پهنه‌ی سواحل جنوبی کشور بررسی شود. برای این کار از آمار روزانه‌ی عوامل اقلیمی ۱۴ ایستگاه سینوپتیکی در دوره‌ی زمانی ۱۵ ساله (۲۰۰۸-۱۹۹۴) استفاده شد. نتایج که در قالب تحلیل‌های آماری - توصیفی آورده شده، حاکی از این است که تنش‌های گرمایی با درجه‌های مختلف در تمامی ماه‌های سال، اقلیم سواحل جنوب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌طور کلی حداکثر شدت شاخص، مربوط به ماه آگوست است. از بین ایستگاه‌های مورد مطالعه نیز بندر دلم، به‌عنوان پرتنش‌ترین ایستگاه شناخته شد. ارزیابی کلی نیز نشان داد شدت تنش گرما در ایستگاه‌هایی که در سواحل خلیج فارس قرار دارند، بیشتر از سواحل دریای عمان است.

کلیدواژه‌ها: استرس گرمایی، شاخص گرما، سواحل جنوب ایران.

مقدمه

امروزه مطالعه‌ی تأثیر وضعیت جوّی روی زندگی، سلامتی، آسایش و رفتار انسان در چارچوب یکی از رشته‌های علمی با عنوان "زیست اقلیم انسانی" مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۱: ۷۳). آسایش زیست اقلیمی (بیوکلیماتیک) انسانی نیز، به تعادل حرارتی بدن او با محیط اطرافش وابسته است و این تعادل به ترکیب عواملی مانند، ویژگی‌های هوای اطراف، فعالیت‌های جسمی شخص،

درجه حرارت، رطوبت نسبی، تابش آفتاب و باد، بستگی دارد. حالت تعادل آسایش زیست اقلیمی، هنگامی به وقوع می‌پیوندد که تعادل بین دمای دفع‌شده و جذب‌شده، بین پوست و محیط ایجاد شود و سبب متعادل ماندن دمای درونی بدن انسان، در حدود ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد شود (کسمایی، ۱۳۶۳: ۲۶). در واقع بهترین شرایط اقلیمی برای زندگی آن است که فرد بدون تلاش زیاد، بتواند توازنی منطقی بین گرمای حاصل شده در بدن و گرمای از دست داده برقرار کند، یعنی نه حرارتی از محیط پیرامون دریافت کند و نه حرارتی به محیط پس دهد. بنابراین آب‌وهوای بسیار سرد یا بسیار گرم برای زندگی مناسب نیست.

از دیدگاه علمی برای واژگان گرما یا سرما نمی‌توان درجه‌حرارت معینی قائل شد؛ زیرا این مفاهیم ناشی از احساس طبیعی انسان در رابطه با شرایط جسمانی وی است. در واقع آسایش یک حسّ شخصی است و در اشخاص مختلف متفاوت است؛ ولی به‌طورکلی می‌توان محدوده‌ی آسایش گرمایی را این‌گونه تعریف کرد: گستره‌ی وضعیتهایی که ۸۰ درصد افرادی که بی‌تحرک یا کم‌تحرک هستند، آن را دمای محیطی قابل قبول می‌دانند. در رابطه با وضعیتهای آب‌وهوایی، دمای محیطی قابل قبول برای آسایش انسان در تابستان کمی بیش از زمستان است (در تابستان ۲۷-۲۳ درجه‌ی سانتی‌گراد و در زمستان ۲۵-۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) (اپستین و موران^۱، ۲۰۶۶: ۳۸۹). اگر گرمای وارده به بدن در حدّی باشد که بدن نتواند با دفع آن کاهش دما داشته باشد، بدن شروع به گرم شدن می‌کند و شخص به استرس گرمایی نزدیک می‌شود. در واقع این تنش با افزایش دمای بدن ایجاد می‌شود و مرگومیر و عوارض ناشی از آن در تابستان با افزایش موج گرما افزایش می‌یابد.

پژوهشگران به نقش اقلیم در راحتی و آسایش انسان توجه زیادی نشان داده‌اند، به‌گونه‌ای که سابقه‌ی فعالیت‌های علمی در این زمینه، از تنوع بسیاری برخوردار است. کالکستین^۲ و والی مونت (۱۹۸۶: ۸۴۲) با استفاده از شاخص استرس آب‌وهوا^۳، شرایط عدم آسایش تابستانی را در قسمت‌های مختلف ایالات متحده‌ی آمریکا بررسی کردند و درنهایت به این نتیجه رسیدند که در نواحی مرکزی و جنوبی دمای ظاهری در بالاترین حد بوده است. همچنین ماتزاراکیس و مایر^۴ (۱۹۹۷: ۳۴) مقدار استرس گرمایی را در ارتباط با اهمیت بیومتورولوژیک با استفاده از شاخص PMV^۵ در ۱۲ ایستگاه هواشناسی یونان، طی سال‌های ۱۹۸۹-۱۹۸۰ مورد بررسی قرار دادند و سپس به‌کمک یک مدل آماری مقدار شاخص را در هر ایستگاه به یک نقشه‌ی اقلیم‌شناسی با دقت بالا تبدیل کردند. این نقشه، میانگین تعداد روزهایی از سال را نشان می‌داد که استرس گرمایی زیادی داشتند. در مطالعه‌ی دیگر ماتزاراکیس و مایر (۲۰۰۲: ۷۳۹) تأثیرات اتمسفری تابش امواج کوتاه و بلند خورشید را در نواحی شهری روی آسایش انسان، مورد مطالعه قرار دادند. گریگور^۶ و

1. Epstein & Moran
2. Kalkstein
3. Weather Strss Index
4. Matzarakis & Mayer
5. Predicted Mean Vote
6. Gregor

همکاران (۲۰۰۲: ۸۳) ناراحتی‌هایی گرمایی انسان را در شهر آتن برای سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۶۶ با استفاده از دمای معادل جسمانی بررسی کردند، نتایج حاکی از این بود که زمان آغاز و پایان فصل عدم آسایش، سال‌به‌سال بسیار متفاوت است. واتس و کالکستین^۱ (۲۰۰۴: ۵۰۳) با استفاده از شاخص HSI^۲ میزان استرس نسبی روزانه را در آمریکا ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد در روزهایی که بیشترین نرخ مرگ‌ومیر روی داده، شاخص استرس گرمایی در بالاترین مقدار قرار داشته است.

همچنین زانیویک^۳ و همکاران (۲۰۰۶: ۲۴۳) وضعیت آسایش حرارتی را در نواحی کوهستانی اسلوونی و کرواسی با استفاده از شاخص‌های اقلیمی و مدل تعادل انرژی انسانی ارزیابی کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که در هر دو ایستگاه، دمای غالب بسیار سرد است و شاخص آسایش اقلیمی افزایش چشمگیری را، به‌ویژه در بهار و تابستان، نشان می‌دهد.

پژوهش در مورد ارتباط یا تأثیر اقلیم روی شرایط آسایشی در ایران نیز از تنوع زیادی برخوردار است که در اینجا کوتاه به آن اشاره‌ای می‌شود: قیابکو (۱۳۸۰: ۶۸) عوامل مهم تأثیرگذار بر آسایش جسمی انسان را در رابطه با محیط پیرامون بررسی کرد و به این نتیجه رسید که ترکیب مطلوبی از دمای هوا، مقدار رطوبت نسبی، حرکت هوا و دمای متوسط تشعشی، محدوده‌ی مشخصی را ارائه می‌کند که اکثر افراد در آن محدوده احساس راحتی می‌کنند. ناظم‌السادات و همکاران (۱۳۸۰: ۵۱) با استفاده از شاخص دمای ظاهری AT^۴ وضعیت آسایشی آسایشی انسان را در شهرهای یزد و گرگان بررسی کردند، نتایج نشان داد که در ماه‌های گرم سال (تیر، مرداد، شهریور) خطر وقوع گرم‌زدگی، آفتاب‌زدگی و احساس ناراحتی برای انسان در شهر گرگان به‌طور بالقوه بیشتر از یزد است. پهنه‌بندی زیست اقلیم انسانی در استان اصفهان نیز با استفاده از گروه‌بندی خوشه‌ای و روش‌های ماهونی، ترجونگ، اولگی و گیونی انجام شده است که برای این کار از روش تحلیل خوشه‌ای برای طبقه‌بندی زمانی - مکانی و از روش تحلیل واریانس یک طرفه برای پایایی گروه‌بندی بهینه استفاده شد (خوشحال و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۷۱). همچنین رضانی (۱۳۸۵: ۷۴)، پتانسیل‌های اکوتوریستی آسایش زیست اقلیمی تالاب کیا کلابه‌ی لنگرود را مورد بررسی قرار داد. روش به‌کار رفته در این پژوهش، استفاده از الگوی سایکرومتریک به‌سبک آوانز است. ذوالفقاری (۱۳۸۶: ۲۹) با استفاده از شاخص‌های PET و PMV زمان مناسب گردشگری در شهر تبریز را مشخص کرد و دوره‌ی آسایش اقلیمی در این شهر را حدود ۴۵ روز از اوایل خرداد تا اواسط تیرماه، دوره‌ی تنش سرما ۲۴۰ روز از ۱۵ مهرماه تا اواخر اردیبهشت و دوره‌ی تنش گرما را حدود ۸۰ روز از ۱۰ تیر تا ۲۰ شهریور تعیین کرد. فرج‌زاده و احمدآبادی (۱۳۸۸: ۳۱) با استفاده از شاخص TCI^۵ شرایط اقلیمی را برای

1. Watts & Kalkstein

2. Heat Stress Index

3. Zaninovic

4. Apparent Tempurate

5. Tourism Climatic Index

منطقه‌ی مورد مطالعه در این پژوهش، محدوده‌ی استان‌های بوشهر، هرمزگان و جنوب سیستان و بلوچستان (شهرستان‌های چابهار و کنارک) در طول سواحل خلیج فارس و دریای عمان را دربرمی‌گیرد. این منطقه در مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل شماره ۱).

کرانه‌های دریای عمان و بخش‌هایی از سواحل خلیج فارس، جزء نواحی بسیار گرم ایران شمرده می‌شوند. میانگین دمای این ناحیه ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد است که در طول سال بین ۱۶ تا ۳۴ درجه نوسان دارد. درواقع این ناحیه را باید بخش حاره‌ای ایران به‌شمار آورد. کمبود ابر، جو سرشار از رطوبت و بادهای گرم جنوبی، از علل گرمی هوا در این ناحیه است (مسعودیان و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۲). خنک‌ترین روزها در این منطقه، اواسط دی ماه است که درجه‌حرارت گاهی تا ۱۵ درجه کاهش می‌یابد. بقیه‌ی روزهای سال را ماه‌های تابستان تشکیل می‌دهند که هوا گرم است. عمر فصول پاییز و بهار آنقدر کوتاه است که به‌آسانی می‌توان از آن چشم‌پوشید (نشریه‌ی علمی کاربردی اداره‌ی کل هواشناسی استان بوشهر، ۱۳۸۸: ۳۴).

مواد و روش‌ها

داده‌های اقلیمی مورد استفاده در این پژوهش، شامل دمای هوا برحسب درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی به درصد است که آمار این شاخص‌ها برای ۱۴ ایستگاه سینوپتیکی که در محدوده‌ی سواحل خلیج فارس و دریای عمان قرار گرفته‌اند، از سازمان هواشناسی کشور برای دوره‌ی آماری ۱۵ ساله (۲۰۰۸-۱۹۹۴) دریافت شده است. مشخصات ایستگاه‌های منتخب در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه‌های منتخب

ارتفاع (متر)	عرض جغرافیایی		طول جغرافیایی		نام ایستگاه
	دقیقه	درجه	دقیقه	درجه	
۶/۶	۵۰	۲۵	۵۰	۵۴	ابوموسی
۹/۸	۱۳	۲۷	۲۲	۵۶	بندرعباس
۲۷/۲	۳۲	۲۶	۵۰	۵۴	بندرلنگه
۵/۲	۳۸	۲۵	۴۶	۵۷	جاسک
۶	۵۵	۲۶	۵۵	۵۵	قشم
۳۰	۳۰	۲۶	۵۶	۵۳	کیش
۲۹/۶	۶	۲۷	۵	۵۷	میناب
۴/۴	۵۳	۲۵	۲۶	۵۴	سیری
۹	۵۸	۲۸	۴۹	۵۰	بوشهر
۴	۵۰	۲۷	۵۶	۵۱	بندر دیر
۳/۹	۳	۳۰	۱۰	۵۰	بندر ديلم
۶۵۵	۴۹	۲۷	۲۲	۵۲	بندرکنگان
۸	۱۷	۲۵	۳۷	۶۰	چابهار
۱۲	۲۶	۲۵	۲۲	۶۰	کنارک

مراحل پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS و نقشه‌های خروجی نیز، در محیط GIS و با استفاده از روش IDW^۱ تهیه شده است. در این پژوهش برای بررسی استرس گرمایی در سواحل جنوب ایران، از شاخص گرما HI^۲ استفاده شده و این شاخص از ترکیب دمای هوا و رطوبت نسبی به دست می‌آید که در سال ۱۹۷۸ از سوی وینترلینگ^۳ ارائه و یک سال پس از آن، از سوی سرویس هواشناسی ملی (NWS)^۴ پذیرفته شد. شاخص گرما، هنگامی که فشار بخار آب جزئی و برابر ۱/۶ کیلوپاسکال است، مساوی دمای هوا تعریف شده است که در فشار اتمسفری استاندارد (۱۰۱۳/۲۵ هکتوپاسکال)، این مقدار با دمای نقطه‌ی شبنم به ارزش ۱۴ درجه‌ی سانتی‌گراد (۵۷ درجه‌ی فارنهایت) و نسبت مخلوط ۰/۰۱ (۱۰ گرم بخار آب در هر کیلوگرم دمای خشک) برابر است (استیدمن^۵، ۱۹۷۹).

اندازه‌گیری‌ها در برآورد شاخص گرما در شرایط سایه انجام می‌گیرد. بنابراین هنگامی که دما در آفتاب اندازه‌گیری می‌شود، به دقت بیشتری نیاز دارد. در فضاها، باز، هر اندازه که رطوبت نسبی افزایش پیدا کند، ابتدا مه و در نهایت ابرهای ضخیم‌تر گسترش می‌یابند و سبب کاهش مقدار تابش‌های مستقیمی می‌شود که به سطح می‌رسند (کریستوفر^۶، ۲۰۰۴).

برای محاسبه‌ی شاخص گرما از رابطه‌ی شماره‌ی ۱ استفاده شده است:

رابطه‌ی (۱)

$$HI = -42/379 + 2/0.4901523(TF) + 10/14333127(RH) - 0/22475541(TF)(RH) \\ - (6/183783 \times 10^{-3})(TF^2) - (5/481717 \times 10^{-2})(RH^2) + (1/22874 \times 10^{-3})(TF^2) \\ + (8/5282 \times 10^{-4})(TF)(RH^2) - 1/99 \times 10^{-6})(TF^2)(RH^2)$$

در این رابطه:

HI = شاخص گرما به درجه‌ی فارنهایت؛

TF = دمای هوا به درجه‌ی فارنهایت؛

RH = رطوبت نسبی به درصد (Campbell scientific, INC(2001-2002).

رابطه‌ی شماره‌ی ۱ در مورد شاخص HI، هنگامی معتبر است که دمای هوا بالای ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد (۸۰ درجه‌ی فارنهایت)، دمای نقطه‌ی شبنم بزرگتر از ۱۲ درجه‌ی سانتی‌گراد (۵۴ درجه‌ی فارنهایت) و رطوبت نسبی بالای ۴۰ درصد باشد. جدول شماره‌ی ۲ مقادیر آستانه‌ی شاخص HI را در درجه‌های مختلف حساسیت انسان نشان می‌دهد.

1. Inverse Distanse Weighting
2. Heat index
3. Winterling
4. National Weather Service
5. Steadman
6. Christopher

جدول ۲. خطرات ناشی از تنش گرمایی بر اساس شاخص HI

محدوده‌ی شاخص HI	طبقه‌بندی خطر	حساسیت حرارتی	علائم
۸۰-۹۰	احتیاط	بسیار گرم	خستگی با قرار گرفتن در معرض فعالیت‌های بلندمدت امکان‌پذیر است. ادامه‌ی فعالیت می‌تواند سبب گرمزدگی شود.
۹۰-۱۰۵	احتیاط بسیار	داغ	گرمزدگی و کرامپ‌های گرمایی ^۱ امکان‌پذیر است. ادامه‌ی فعالیت می‌تواند باعث سکت‌های گرمایی شود.
۱۰۵-۱۳۰	خطرناک	بسیار داغ	گرمزدگی و کرامپ‌های گرمایی حتمی است. ادامه‌ی فعالیت سبب سکت‌های گرمایی می‌شود.
بیشتر از ۱۳۰	بسیار خطرناک	خطرناک	سکت‌های گرمایی حتمی است.

www.aadet.com

یافته‌های تحقیق

محاسبه‌ی مقادیر HI برای ایستگاه‌های منطقه با استفاده از رابطه‌ی شماره‌ی ۱ و بررسی و مقایسه آنها نشان داد که ایستگاه‌های ابوموسی، بندرعباس، بندرلنگه، سیری، قشم و کیش که در غرب تنگه‌ی هرمز قرار گرفته‌اند، وضعیت مشابهی دارند. در تمام این ایستگاه‌ها، براساس آستانه‌های تعیین شده در جدول شماره‌ی ۲، ماه‌های ژوئن تا سپتامبر از نظر حساسیت حرارتی بسیار داغ هستند که گرمزدگی و خستگی گرمایی در این وضعیت حتمی است. ماه‌های می و اکتبر داغ و آوریل و نوامبر بسیار گرم هستند. برای ماه‌های دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس نیز، براساس شاخص استرس گرمایی، هیچ مقداری تعریف نشده است. ایستگاه‌های جاسک و میناب تنش‌های گرمایی شدیدتری را تجربه می‌کنند. در هر دو ایستگاه ماه‌های می تا سپتامبر شرایط بسیار داغی دارند. در جاسک ماه‌های آوریل و اکتبر داغ و ماه‌های مارس و نوامبر بسیار گرم هستند، اما در میناب مارس، آوریل و نوامبر داغ و فوریه و دسامبر بسیار گرم هستند. علائم شاخص HI نیز در شرایط بسیار گرم، خستگی است. وضعیت شاخص گرما در ایستگاه‌های دیر و دیلم، کاملاً مشابه ایستگاه‌هایی است که در قسمت مرکزی سواحل خلیج فارس و دریای عمان قرار دارند. تنش‌های گرمایی در ایستگاه کنگان به دلیل ارتفاع بیشتر این ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های دیگر استان بوشهر، پایین می‌آید. در واقع بیشتر ماه‌های سال بر اقلیم این منطقه شرایط بسیار گرم و داغ حکمفرماست و تنها در ماه آگوست شاخص به حداکثر مقدار خود می‌رسد. وضعیت شاخص گرما در ایستگاه‌های کنارک و چابهار که در سواحل دریای عمان قرار دارند،

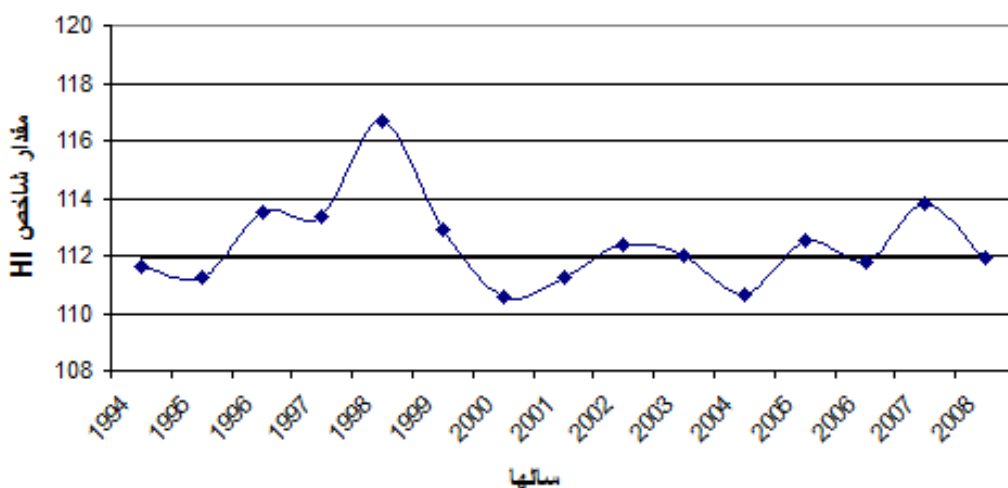
۱. این بیماری نتیجه‌ی تعریق شدید و کاهش نمک در اثر فعالیت جسمی است و انقباض شدید ماهیچه‌ای از عوارض شایع آن آن است.

به نسبت مشابه است، تنها تفاوت در این است که در ایستگاه کنارک، حداکثر تنش در ماه‌های ژوئن و جولای است، اما در چابهار علاوه بر این ماه‌ها در ماه می نیز شرایط بسیار داغ است (جدول شماره ۳).

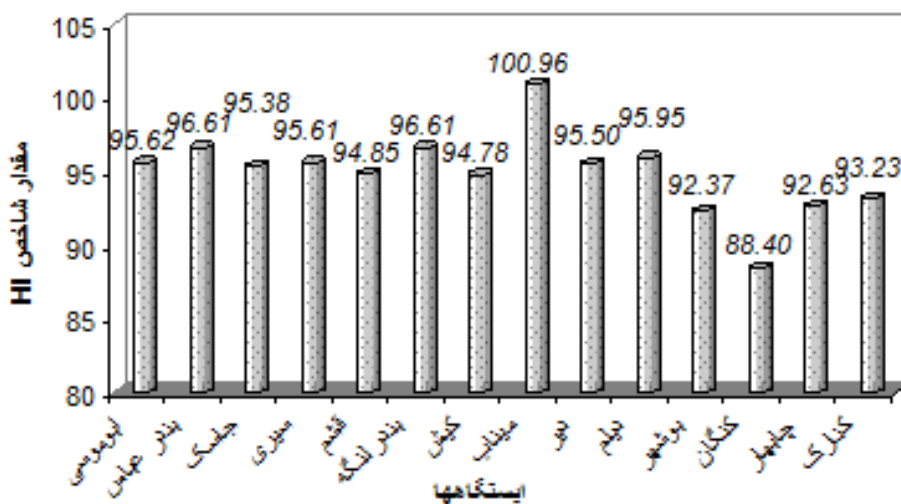
جدول ۳. میانگین ماهانه‌ی شاخص HI در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	ماه‌ها	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن
ابوموسی	۷۶/۳۶	۷۶/۲۹	۷۸/۰۳	۸۵/۹۱	۱۰۰/۲۳	۱۱۲/۸۵	
بندرعباس	۷۷/۰۵	۷۷/۸۵	۸۱/۰۲	۹۰/۶۴	۱۰۳	۱۱۴/۷۴	
بندرلنگه	۷۶/۵۲	۷۷/۱۶	۷۹/۷۱	۸۸/۹۵	۱۰۲/۰۲	۱۱۴/۴۵	
سیری	۷۶/۲۹	۷۶/۲۷	۷۷/۷۱	۸۶/۱۱	۹۹/۷	۱۱۱/۹۱	
قشم	۷۶/۷۵	۷۷/۱۳	۷۹/۶۶	۸۷/۸۶	۹۹/۹۳	۱۱۰/۹۱	
کیش	۷۶/۵۴	۷۶/۹۴	۷۸/۹۵	۸۶/۳۱	۹۷/۸	۱۰۹/۴۴	
جاسک	۷۶/۷۹	۷۷/۵۹	۸۰/۸۳	۹۰/۶	۱۰۵/۴۹	۱۱۶/۵۳	
میناب	۷۸/۱	۸۳/۴۶	۹۰/۶۴	۱۰۱	۱۰۹/۳۳	۱۱۵/۴۷	
بندر دیر	۷۶/۹۴	۷۷/۰۳	۷۸/۹۵	۸۶/۷۷	۱۰۰/۱۹	۱۱۱/۹	
بندر ديلم	۷۸/۴	۷۷/۲۵	۷۸/۱۳	۸۶/۱۳	۱۰۲/۱۸	۱۱۳/۲۴	
بوشهر	۷۶/۶۳	۷۶/۵۹	۷۶/۹۸	۸۳/۳۲	۹۵/۰۷	۱۰۴/۷۳	
کنگان	۸۱/۳۴	۷۷/۸۹	۷۷/۰۸	۸۲/۵۶	۹۲/۸۲	۱۰۰/۱۹	
کنارک	۷۷/۸	۷۹/۴۶	۸۳/۶۲	۹۳/۰۳	۱۰۴/۸۷	۱۱۱/۷	
چابهار	۷۷/۰۴	۷۷/۵	۸۱/۳	۹۱/۶	۱۰۵/۹۹	۱۱۴/۲۳	
ایستگاه	ماه‌ها	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
ابوموسی	۱۱۹/۴۲	۱۲۰/۸۷	۱۱۳/۳۶	۱۰۰/۴۴	۸۵/۷۴	۷۷/۹۱	
بندرعباس	۱۲۰/۵۷	۱۱۹/۹۴	۱۱۱/۶۳	۹۹/۵۸	۸۵/۱۶	۷۸/۱	
بندرلنگه	۱۲۱/۱۵	۱۲۲/۳۷	۱۱۳/۷۴	۱۰۰/۳۸	۸۴/۸۷	۷۸	
سیری	۱۲۰/۱۲	۱۲۱/۹	۱۱۴/۱۹	۹۹/۷۴	۸۵/۴۴	۷۷/۹۱	
قشم	۱۱۶/۹۳	۱۱۶/۴۴	۱۱۰/۸۴	۹۹/۱۵	۸۴/۵۴	۷۸/۰۷	
کیش	۱۱۶/۰۷	۱۲۰/۱۲	۱۱۳/۶۲	۹۹/۲	۸۴/۷۵	۷۷/۶۶	
جاسک	۱۱۶/۱۲	۱۱۱/۱۸	۱۰۶/۱۹	۹۹/۰۷	۸۵/۶۱	۷۸/۵۶	
میناب	۱۱۸/۸۹	۱۱۷/۴۹	۱۱۲/۹۱	۱۰۶/۴۶	۹۴/۰۷	۸۳/۶۹	
بندر دیر	۱۱۸/۵۸	۱۲۳/۳۴	۱۱۳/۰۴	۹۹/۱۴	۸۲/۸۴	۷۷/۳۱	
بندر ديلم	۱۱۹/۵۷	۱۲۶/۶۷	۱۱۴/۱۹	۹۸/۰۷	۷۹/۹۵	۷۷/۶۵	
بوشهر	۱۱۳/۴۸	۱۲۰/۲۵	۱۰۹/۵	۹۶/۴۵	۷۹/۸۵	۷۵/۶۲	
کنگان	۱۰۳/۴۷	۱۰۵/۳۹	۹۷/۰۳	۸۶/۷۸	۷۸/۰۸	۷۸/۱۸	
کنارک	۱۰۷/۸۵	۱۰۱/۷۷	۹۹/۰۶	۹۴/۹۷	۸۵/۰۵	۷۹/۵۶	
چابهار	۱۰۶/۲۵	۹۹/۲۳	۹۸/۳۸	۹۶/۲۲	۸۵/۱۲	۷۸/۷۱	

شکل شماره ۲ روند تغییرات شاخص گرما را طی سال‌های ۱۹۹۴-۲۰۰۸ نشان می‌دهد و براساس شکل شماره ۳، بیشترین مقدار شاخص در طول دوره آماری، در ایستگاه‌های میناب، بندرلنگه، بندرعباس و کمترین آن در ایستگاه کنگان بوده است. به‌طور کلی، شدت تنش گرما در ایستگاه‌هایی که در سواحل خلیج فارس قرار دارند بیشتر از سواحل دریای عمان است.

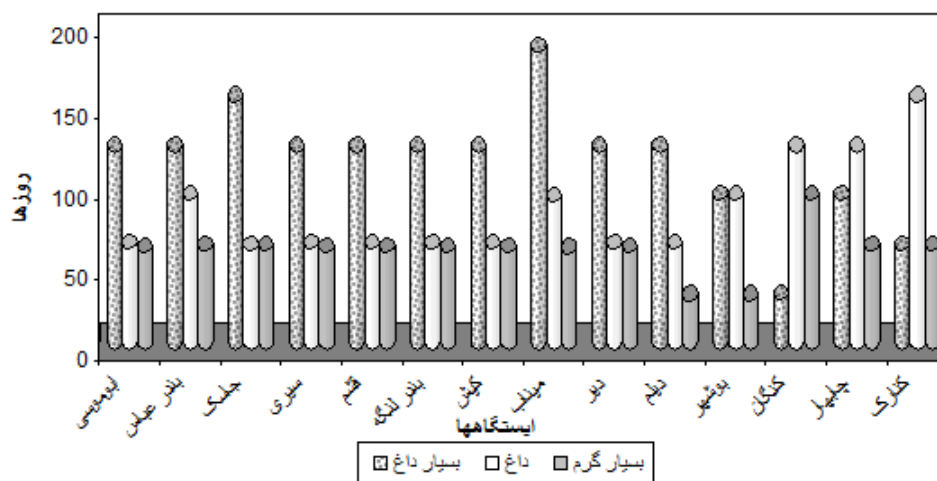


شکل ۲. نمودار نوسان‌های ماهانه‌ی شاخص HI برای ایستگاه‌های مورد مطالعه



شکل ۳. نمودار میانگین مقادیر شاخص HI برای ایستگاه‌های منطقه

شکل شماره ۴ فراوانی وقوع شدت‌های مختلف شاخص HI را برای ایستگاه‌های منطقه نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار، در ایستگاه‌های جاسک و میناب روزهای بسیار داغ و در ایستگاه‌های کنارک، چابهار و کنگان، روزهای داغ بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. نامناسب‌ترین وضعیت مربوط به ایستگاه میناب است که ۳۳۴ روز سال تنش‌های گرمایی، اقلیم آن را تحت تأثیر قرار می‌دهند. پس از آن ایستگاه‌های جاسک، بندرعباس، چابهار و کنارک در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. نکته‌ی شایان توجه در این نمودار، وضعیت ایستگاه کنگان است که با وجود ارتفاع ۶۵۵ متری از سطح دریا، پس از ایستگاه‌های مذکور، در رتبه‌ی ششم قرار می‌گیرد و ۲۴۵ روز سال شرایط نامناسبی دارد.



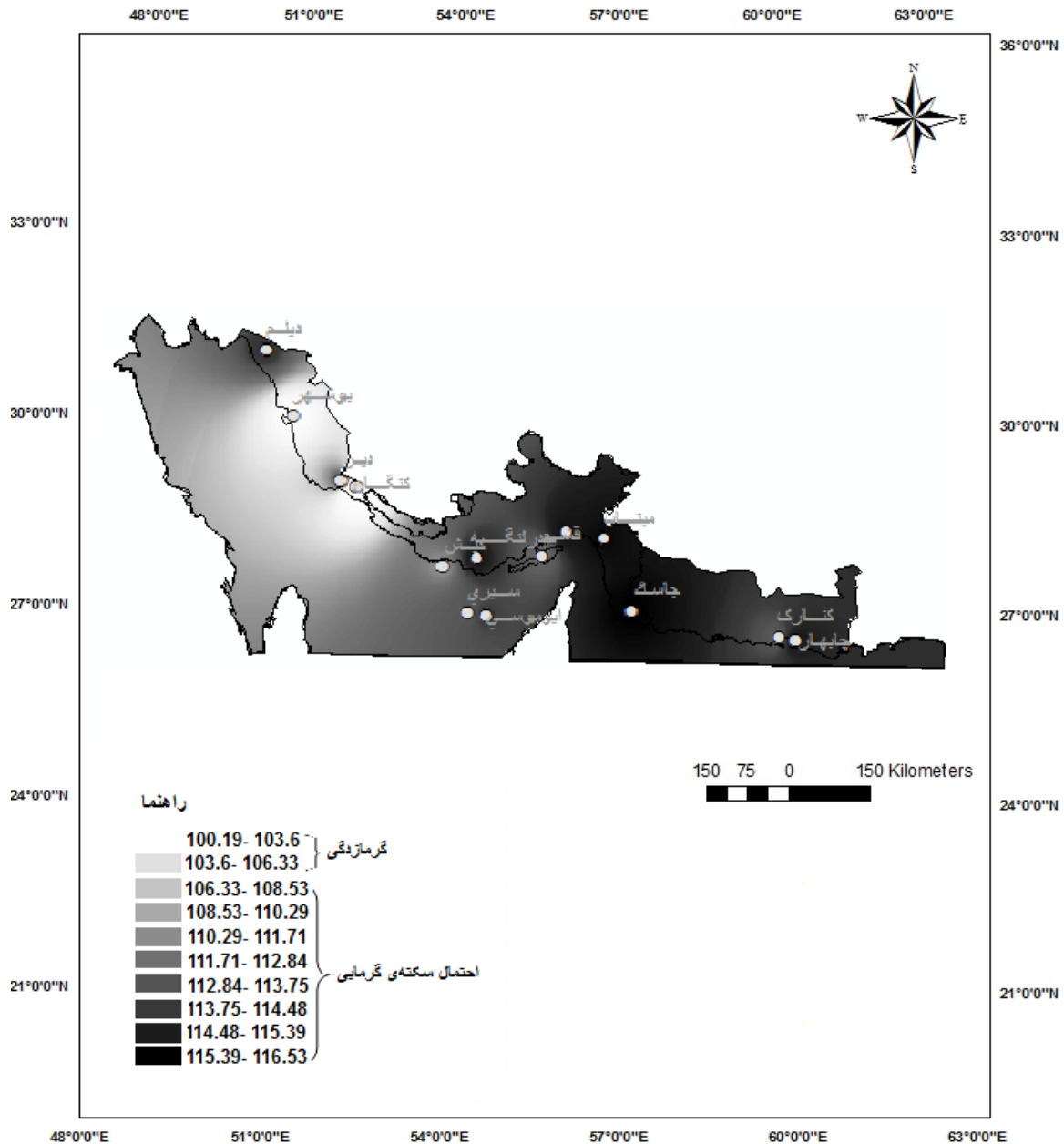
شکل ۴. نمودار فراوانی وقوع شدت‌های مختلف شاخص HI برای ایستگاه‌های منطقه

با استفاده از مقادیر محاسبه‌شده‌ی شاخص HI برای کل ایستگاه‌ها، گستره‌ی تسلط درجه‌های مختلف شاخص در منطقه‌ی مطالعاتی با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار ArcGIS به‌شکل نقشه برای ماه‌های گرم سال ارائه شد، اما از آنجاکه شرایط در ماه‌های سپتامبر و جولای کمابیش مشابه ژوئن و آگوست بود، در اینجا تنها نتایج این دو ماه آورده شده است.

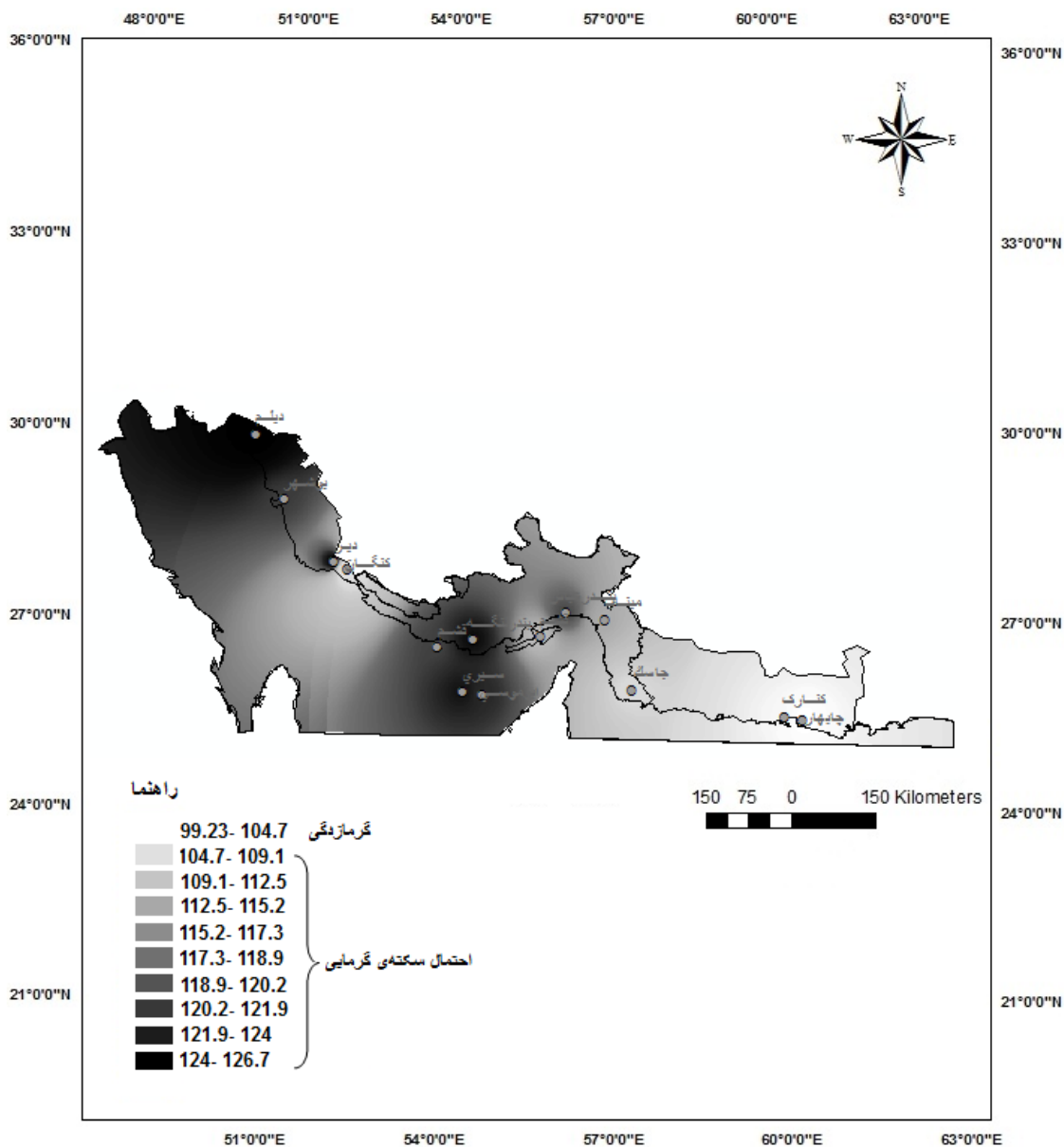
مطابق شکل شماره ۵، شدت استرس گرمایی در ماه ژوئن در ایستگاه‌هایی بیشتر است که در سواحل دریای عمان قرار گرفته‌اند. حداکثر مقدار شاخص گرما در این ماه، در ایستگاه جاسک مشاهده می‌شود که برابر ۱۱۶/۵۳ بوده و احتمال گرمادگی در آن زیاد است. میناب و چابهار از این نظر در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. بهترین وضعیت نیز مربوط به ایستگاه‌های کنگان و بوشهر است.

شکل شماره ۶، گروه‌بندی شاخص HI را در ماه آگوست نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، حداکثر مقدار شاخص در بندر دیلم متمرکز شده که برابر ۱۲۸/۷ است. شاخص گرما در این ایستگاه از نظر حساسیت

حرارتی به وضعیت خطرناک نزدیک است، یعنی شرایطی که در آن سکت‌های گرمایی حتمی است. بندردیر، بندرلنگه، سیری، ابوموسی، بوشهر، کیش و بندرعباس در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. ایستگاه‌های چابهار و کنارک نیز کمترین میزان استرس گرمایی را در این ماه تجربه می‌کنند.



شکل ۵. نقشه‌ی گروه‌بندی شاخص HI در ماه ژوئن



شکل ۶. نقشه‌ی گروه‌بندی شاخص HI در ماه آگوست

بحث و نتیجه‌گیری

- حداکثر مقدار شاخص HI در ایستگاه‌های ابوموسی، سیری، بندرلنگه، بندردیر، بندردیلم و بوشهر مشاهده شده است، به‌گونه‌ای که میانگین شاخص در این ایستگاه‌ها ۱۲۲/۵۵ است. خطرات ناشی از تنش گرمایی در این وضعیت، گرمزدگی و کرامپ‌های گرمایی است و ادامه‌ی فعالیت باعث سکت‌های گرمایی می‌شود. کمینه‌ی شاخص در طول دوره‌ی آماری نیز در ایستگاه کنگان رخ داده است.
- شدت استرس گرمایی در ماه آگوست از بقیه‌ی ماه‌ها بیشتر بوده و جولای، ژوئن و سپتامبر از این نظر در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

- از نظر فراوانی وقوع شاخص HI، نامناسب‌ترین وضعیت مربوط به ایستگاه میناب است که ۳۳۴ روز سال تنش‌های گرمایی، اقلیم آن را کنترل می‌کند.
- در کل شدت استرس‌های گرمایی در سواحل خلیج فارس نسبت به سواحل دریای عمان بیشتر است.

منابع

- اسماعیلی ر.؛ صابر حقیقت ا. و ملبوسی ش. ۱۳۸۹، ارزیابی شرایط اقلیم آسایشی بندر چابهار در جهت توسعه‌ی گردشگری، مجموعه مقالات چهارمین کنگره‌ی بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، زاهدان، صص ۱-۹.
- خوشحال ج.؛ غازی ا. و آروین ع. ۱۳۸۵، استفاده از گروه‌بندی خوشه‌ای در پهنه‌بندی زیست اقلیم انسانی (مطالعه‌ی موردی: استان اصفهان)، مجله‌ی پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم انسانی)، جلد ۲۰، شماره‌ی ۱، صص. ۱۷۱-۱۸۶.
- رضانی ب. ۱۳۸۵، شناخت پتانسیل‌های اکوتوریستی آسایش زیست اقلیمی (بیوکلیماتیک) تالاب کیاکلاهی لنگرود با روش اوانز، مجله‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی ۷، صص. ۷۴-۸۷.
- ذوالفقاری ح. ۱۳۸۶، تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمایی معادل فیزیولوژی (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده (PMV)، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره‌ی ۶۲، صص. ۱۴۱-۱۲۹.
- علیجانی ب. ۱۳۸۵، آب‌وهوای ایران، چاپ هفتم، انتشارات پیام نور، تهران.
- فرج‌زاده م. و احمد آبادی ع. ۱۳۸۸، ارزیابی و پهنه‌بندی اقلیم گردشگری ایران با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری TCI، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره‌ی ۴۲، صص. ۳۱-۷۱.
- قیابکلو ز. ۱۳۸۰، روش‌های تخمین محدوده‌ی آسایش حرارتی، مجله‌ی هنرهای زیبا، شماره‌ی ۶۸، صص. ۶۸-۷۴.
- کاوینی م. ر. و علیجانی ب. ۱۳۸۵، مبانی آب‌وهواشناسی، چاپ دوازدهم، انتشارات سمت، تهران.
- کسمایی م. ۱۳۶۳، اقلیم و معماری خرمشهر، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن وزارت مسکن و شهرسازی.
- محمدی ح. و سعیدی ع. ۱۳۸۷، شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان (مطالعه‌ی موردی: شهر قم)، مجله‌ی محیط‌شناسی، سال ۳۴، شماره‌ی ۴۷، صص. ۷۳-۸۶.

مسعودیان س.ا. و حجتی زاده ر. و زینالی ح. ۱۳۸۷، **نواحی دمای ایران**، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره ۸۹، صص. ۱۸-۳.

ناظم‌السادات س. م. ج؛ دشت کیان ک. و دزینی س. ۱۳۸۰، **مقایسه‌ی میزان راحتی انسان در شرایط آب‌وهوایی مناطق مرکزی ایران و سواحل دریای خزر (مطالعه‌ی موردی برای یزد و گرگان)**، مجله‌ی محیط‌شناسی، شماره ۲۹، صص. ۵۷-۵۱.

نشریه‌ی علمی کاربردی اداره‌ی کل هواشناسی استان بوشهر، ۱۳۸۸، شماره ۱۰، صص. ۳۵-۱.

Campbell Scientific, INC, 2001-2002, www.aadet.com.

Christopher C, 2004, **Extreme Weather: A Guide & Record Book**, www.aadet.com.

Epstein Y, Moran S, 2006, **Thermal Comfort and the Heat Stress Indices**, Industrial Health, Vol. 44, PP. 388- 398.

Kalkstein S., Valimont M., 1986, **An Evaluation of Summer Discomfort in The United States Using a Relative Climatological Index**, Bulletin of the America Meteorological Society, Vol. 7, PP. 842-848.

Matzarakis A., Mayer H., 1997, **Heat Stress in Greece**, Original Article, Vol. 41, PP. 34-39.

Matzarakis A., Mayer H., 2002, **Radiation and Thermal Comfort**, Hellenic Conference in Meteorology Climatology and Atmospheric Physics, Ioannina University. Greece, 25–28 September 2002.

Mcgregor G., Markou M., Bartzokas A., Katsoulis B., 2002, **An Evaluation of the Nature and Timing of Summer Human Thermal Discomfort in Athens**, Greece, Climate Research, Vol.21, PP. 83-94.

Steadman R. G., 1979, **The Assessment of Sultriness, Part I: A Temperature-humidity Index Based on Human Physiology and Clothing Science**, Journal of Applied Meteorology, Vol. 18, PP. 861-873.

Watts D., Kalkstein S., 2004, **The Development of a Warm- weather Relative Stress Index for Environmental Application**, Journal of Applied Meteorology, Vol. 43, PP. 503-513.

Zaninovic K., Matzarakis A., Cegnar T., 2006, **Thermal Comfort Trends and Variability in the Creation and Slovenian Mountains**, Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15, PP. 243-251.