

## Original article

## Comparative Study of Thermal Stress on North and South Coasts of Iran

Mohammad Baaghideh<sup>1</sup>Fahimeh Shakeri<sup>2</sup>Fateme Mayvaneh<sup>2\*</sup>

- 1- PhD of Climatology, Associate Professor, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
- 2- PhD Student of Urban Climatology, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

\*Corresponding author: Fateme Mayvaneh, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

Email: fmayvaneh@yahoo.com

Received: 28 June 2017

Accepted: 21 December 2017

## ABSTRACT

**Introduction and purpose:** Thermal comfort conditions are a set of thermal conditions that can be appropriate for at least 80% of people. The absence of thermal comfort conditions is considered as a bipolar phenomenon of cold to warm or hot discomfort, which creates different levels of thermal stress. In this comparative study, we analyzed the temporal and spatial distributions of thermal stresses on the north and south coasts of Iran with a focus on health and tourism.

**Methods:** In the present study, we used the daily data of temperature, wind speed, relative humidity, and cloud cover from 2000 to 2014. First, the mean radiant temperature (TMRT) parameter was calculated in the RayMan software program, and then the universal thermal climate index (UTCI) values were extracted from 16 selected stations on the north and south coasts using the Bioclima software.

**Results:** During the warm period, the most severe thermal stresses occurred on the south coast, especially on islands, but on the north coast, only cold stresses were recorded that were not of high severity. The most severe hot and cold stresses were calculated for Abu Musa Island and Siah Bishe, respectively.

**Conclusion:** There are several levels of thermal stress on the north and south coasts of Iran. This issue is more intense for the southern coast due to severe thermal stresses over a long period of time. The importance of thermal stresses in the concepts of health and tourism requires researchers to pay attention to the related climatic parameters and tensions.

**Keywords:** Bioclimatology, Coast, Thermal stress, UTCI

► **Citation:** Baaghideh M, Shakeri F, Mayvaneh F. Comparative Study of Thermal Stress on North and South Coasts of Iran. Journal of Health Research in Community. Autumn 2017;3(3): 1-11.

## بررسی مقایسه‌ای تنش‌های حرارتی در سواحل شمال و جنوب ایران

### چکیده

محمد باعقیده<sup>۱</sup>  
فهیمة شاکری<sup>۲</sup>  
فاطمه میوانه<sup>۳\*</sup>

۱. دکترای اقلیم‌شناسی، دانشیار اقلیم‌شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران  
۲. دانشجوی دکترای اقلیم‌شناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

\* نویسنده مسئول: فاطمه میوانه، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

Email: fmayvaneh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۳۰

**مقدمه و هدف:** در آب و هواشناسی زیستی، آسایش حرارتی مجموعه شرایط حرارتی است که حداقل برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد. نبود آسایش حرارتی به صورت یک پدیده دو قطبی عدم آسایش سرد تا گرم ظاهر می‌شود و سطوح مختلفی از تنش‌های حرارتی را ایجاد می‌کند. مطالعه حاضر یک بررسی مقایسه‌ای است که به مطالعه توزیع زمانی و مکانی تنش‌های حرارتی با محوریت سلامت و گردشگری در سواحل شمال و جنوب کشور می‌پردازد.

**روش کار:** در این مطالعه از داده‌های روزانه درجه حرارت، سرعت باد، رطوبت نسبی و ابرناکی بین سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۰۰ استفاده شد. ابتدا پارامتر (The Mean Radiant Temperature) Tmrt در محیط نرم‌افزار Ray Man محاسبه گردید و با استفاده از نرم‌افزار Bioklima مقادیر شاخص UTCI (Universal Thermal Climate Index) در مجموع برای ۱۶ ایستگاه منتخب در سواحل شمالی و جنوبی کشور استخراج شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در دوره گرم سال، شدیدترین تنش‌های حرارتی در سواحل جنوب به ویژه جزایر به وقوع می‌پیوندد؛ اما در سواحل شمالی تنها تنش‌های سرمایایی ثبت شده است که از شدت بالایی برخوردار نیستند. در این راستا شدیدترین تنش گرمایی برای جزیره ابوموسی و شدیدترین تنش سرمایایی برای سیاه‌پیشه ثبت شده است.

**نتیجه‌گیری:** سطوح مختلفی از تنش‌های حرارتی در سواحل شمال و جنوب کشور وجود دارد که این موضوع برای سواحل جنوبی با وجود تنش‌های گرمایی شدید در بازه زمانی طولانی، حادث می‌باشد. اهمیت تنش‌های حرارتی در مفاهیم سلامت و گردشگری، نگاه ویژه پژوهشگران به پارامترهای آب و هوایی و تنش‌های مرتبط با آن را می‌طلبد.

**کلمات کلیدی:** آب و هواشناسی زیستی، تنش حرارتی، شاخص UTCI، نواحی ساحلی

◀ **استناد:** باعقیده، محمد؛ شاکری، فهیمة؛ میوانه، فاطمه. بررسی مقایسه‌ای تنش‌های حرارتی در سواحل شمال و جنوب ایران. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، پاییز ۱۳۹۶؛ ۳(۳): ۱۱-۱.

### مقدمه

مناطق ساحلی تجلی‌گاه فعل و انفعالات پیچیده و پویای فرآیندهای طبیعی جمعیتی و اقتصادی است. امروزه گردشگری

تغییرات اندک درجه حرارت، تابش خورشیدی، رطوبت و سرعت باد از خود نشان می‌دهد و توصیف بهتری از شرایط اقلیمی مختلف دارد [۱۳، ۱۴]. بیان کیفیت اقلیمی یک منطقه با توجه به برخورداری آن از فراسنج‌های متعدد تا حدودی امکان‌پذیر است؛ از این رو باید داده‌های اقلیمی به صورت شاخص‌هایی ارائه شوند که نشان‌دهنده واکنش افراد به شرایط اقلیمی باشند و در یک طبقه‌بندی کمی درجاتی از عالی تا غیر قابل قبول را دربرگیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوی گوناگون را آسان‌تر کرده و امکان مقایسه مکان‌های مختلف از این دیدگاه را فراهم می‌سازند [۱۵].

مطالعات گوناگونی در راستای بررسی شرایط آسایش اقلیمی انجام شده است. Cheng و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی آسایش حرارتی کشور هنگ‌کنگ با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک و میانگین رأی پیش‌بینی شده پرداختند [۱۶]. در این مطالعه اثر تغییر شرایط باد و تابش خورشیدی بر احساس دمایی افراد در منطقه بررسی گردید و نتایج به صورت روابط ریاضی برای ارزیابی این عوامل ارائه شد. Nastos و Matzarakis نیز در مطالعه‌ای نقش اقلیم در مرگ و میر شهر آتن را با استفاده از شاخص‌های آسایش اقلیمی بررسی نمودند. نتایج حاکی از آن بود که ارتباطی خطی و معنادار بین مرگ و میر با شاخص‌های آسایش اقلیمی وجود دارد [۶]. همچنین Johansson و همکاران در مطالعه‌ای به مقایسه نتایج شاخص‌های حرارتی مختلف در محیط‌های شهری و در هوای آزاد شهر گرم و خشک سوریه پرداختند و با توجه به آستانه بالا و پایین هرکدام از شاخص‌ها، میزان آسایش اقلیمی را برآورد نمودند [۱۷].

علاوه بر این، Hartz و همکاران شرایط جوی مرتبط با گرما را از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶ در بخش‌هایی از ایالات متحده آمریکا مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند که در این مطالعه از دو شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و شاخص اقلیم حرارتی جهانی استفاده شد [۱۸]. در زمینه برآورد آسایش حرارتی انسان با استفاده از

ساحلی با تمرکز بر نواحی ساحلی و محیط‌های دریایی از بزرگ‌ترین فعالیت‌های جهان می‌باشد که با رشد خود به فعالیتی چند جانبه‌ای تبدیل شده است [۱، ۲]. در سال‌های اخیر اعتقاد بر این است که برای ارزیابی تأثیرات آب و هوا بر بدن انسان باید اثرات تلفیقی همه پارامترهای اقلیمی و اجزای حرارتی محیط در نظر گرفته شود [۳]. ارزیابی شرایط حرارتی بر اساس محاسباتی که بر مبنای تعادل انرژی انسان استوار می‌باشد و برای شناخت عدم آسایش در برابر گرما و سرما برای افرادی که با پوشش مناسب در هوای آزاد قدم می‌زنند انجام می‌گیرد. ساعات گرم و سرد با توجه به دامنه و تداوم عدم راحتی در برابر گرما و سرما تعریف می‌شود [۴].

تنوع آب و هوایی یکی از عوامل خطر در مرگ و میر محسوب می‌شود. در بسیاری از مطالعات، عوارض جانبی ناشی از استرس‌های سرمایی و گرمایی بر مرگ و میر گزارش شده است [۵، ۶]. در بیشتر این مطالعات از درجه حرارت یا معیار ساده‌ای مانند شاخص‌های تجربی که اثرات درجه حرارت، رطوبت و سرعت باد را نشان می‌دهند استفاده شده است [۷]. آسایش حرارتی انسان ناشی از تعادل انرژی بین سطح بدن و محیط زیست می‌باشد که بر فیزیولوژی، روان‌شناسی و رفتار انسان تأثیر می‌گذارد [۸، ۹]. از سوی دیگر مدل‌های آسایش حرارتی علاوه بر استفاده از پارامترهای جوی (درجه حرارت، فشار بخار آب، سرعت باد و میانگین درجه حرارت تابشی) از فرایندهای پیچیده متابولیکی مانند سطح فعالیت فیزیکی و پوشش لباس استفاده می‌کنند [۸، ۱۰].

یکی از پیشرفته‌ترین مدل‌ها بر اساس جدیدترین پیشرفت‌ها در تمام رشته‌های فیزیولوژی حرارتی، بهداشت حرفه‌ای، فیزیک، هواشناسی، بیومتئورولوژی (Biometeorology) و علوم محیطی در تنظیم و تعادل حرارتی انسان، مدل چندگانه فیالا (Fiala) می‌باشد که از شاخص جهانی اقلیم حرارتی مشتق شده است [۱۱، ۱۲]. این شاخص به منظور ایجاد یک معیار استاندارد برای شرایط حرارتی مناسب در زمینه‌های عمده بیومتئورولوژی انسان توسعه یافته است و در مقایسه با شاخص‌های دیگر حساسیت بیشتری را نسبت به

نمونه از این نواحی ساحلی (مازندران و هرمزگان) انتخاب شدند. استان هرمزگان با وسعت ۶۸۴۷۵/۸ کیلومتر مربع در جنوب ایران بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است. ایستگاه‌های منتخب در این استان شامل: ابوموسی، بندرعباس، حاجی‌آباد، جاسک، کیش، قشم، میناب، لاوان و بندر لنگه می‌باشند.

استان مازندران نیز بین مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقه عرض شرقی قرار دارد. ایستگاه‌های منتخب در این استان عبارت هستند از: بابلسر، قراخیل، نوشهر، ساری، رامسر، کیاسر و سیاه‌پیشه.

#### شاخص جهانی اقلیم حرارتی

در سال ۱۹۹۹ انجمن بین‌المللی بیومتئورولوژی (International Meteorological Organization) کمیسیونی را برای توسعه شاخص جهانی اقلیم حرارتی تأسیس نمود که هدف آن استخراج یک شاخص حرارتی براساس پیشرفته‌ترین مدل‌های ترموفیزیولوژیکی (Thermo-physiological) بود. پس از آن در سال ۲۰۰۵ این تلاش‌ها توسط سازمان همکاری‌های توسعه فناوری و علوم اروپا (COST: Cooperation in Science and Technical Development) با کارشناسان برجسته در زمینه‌های مختلف شامل: ترموفیزیولوژی انسان، مدل‌سازی فیزیولوژیکی، آب و هوا و اقلیم‌شناسی تقویت شد. این شاخص به‌عنوان درجه حرارت شرایط مرجع که منجر به پاسخ مدل مشابه در شرایط مساوی می‌شود شناخته شده است و مقدار آن وابسته به درجه حرارت، سرعت باد، رطوبت نسبی و میانگین درجه حرارت تابشی می‌باشد که به‌صورت زیر (رابطه ۱) نوشته می‌شود [۲۲، ۲۳]:

$$UTCI = f(Ta; Tmrt; Va; vp) = Ta + offset(Ta; Tmrt; Va; vp) \quad (1)$$

شاخص UTCI در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته است. در این راستا فرج‌زاده و همکاران به بررسی مقایسه‌ای شاخص‌های آسایش حرارتی در منطقه شمال غرب ایران پرداختند [۱۹]. فلاح قاهره و همکاران نیز میزان آسایش حرارتی در استان کردستان را برآورد نمودند [۲۰]. همچنین صادقی روش شرایط آسایشی انسان در شرایط آب و هوایی خشک و مرطوب را مورد بررسی قرار داد که در این پژوهش شرایط ایجاد و توسعه تهدیداتی چون گرم‌زدگی، آفتاب‌زدگی و تنش‌ها مطالعه گردید [۲۱]. مطالعه حاضر در نظر دارد شرایط و بازه زمانی وقوع تنش‌های حرارتی از نوع گرمایشی و سرمایشی در سواحل جنوب و شمال کشور را از دیدگاه سلامت و تأثیرگذاری این نوع تنش‌ها بر گروه‌ها و افراد آسیب‌پذیر و نیز به‌عنوان دو مورد از قطب‌های گردشگری فصل سرد و گرم بررسی نماید که بدین‌منظور دو استان هرمزگان و مازندران جهت مطالعه موردی از این نواحی ساحلی انتخاب شدند.

#### روش کار

##### منطقه مورد مطالعه

در پژوهش حاضر از داده‌های هواشناسی شامل: درجه حرارت، سرعت باد، فشار بخار آب، ابرناکی و رطوبت نسبی (تهیه‌شده از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک سواحل شمال و جنوب ایران) به‌صورت روزانه استفاده گردید. برای محاسبه شاخص UTCI ابتدا مقدار درجه حرارت تابشی (Tmrt) از طریق نرم‌افزار Ray man محاسبه شد و خروجی‌های حاصل وارد نرم‌افزار Bioklima گردید. سپس مقادیر شاخص به‌صورت روزانه برای تمامی ایستگاه‌ها محاسبه و آستانه‌های استرس حرارتی در دوره مطالعه استخراج شد. از آنجایی که مطالعه حاضر یک مطالعه مقایسه‌ای در سواحل شمال و جنوب ایران است، دو استان به‌عنوان

این شاخص می‌کوشد تا کمیت یک بعدی واکنش‌های فیزیولوژیکی انسان نسبت به شرایط حرارتی واقعی را منعکس نماید. لازم به ذکر است که مقدار این شاخص به صورت یک مدل دینامیکی چند متغیره محاسبه می‌گردد [۱۱، ۲۴]. خروجی‌های حاصل از مدل نیز فرآیندهای فیزیولوژیکی وابسته به تنظیم حرارت را شامل می‌شود که در جدول ۱ ارائه شده است. این خروجی‌ها در واکنش انسان نسبت به شرایط حرارتی طبیعی، متوسط و شدید

مهم می‌باشند [۲۵، ۲۶].

مقادیر مختلف شاخص UTCI از نظر استرس‌های حرارتی طبقه‌بندی شده‌اند (جدول ۲). این طبقه‌بندی‌ها در واقع بر مبنای پاسخ‌های فیزیولوژیکی نسبت به شرایط محیطی واقعی انجام گرفته است؛ به گونه‌ای که این پاسخ‌ها در شرایط مرجع و با کاهش بار گرمایی یا سرمایی ایجاد می‌شوند. جدول ۲ طبقه‌بندی‌های این شاخص را براساس معیارهای اقلیمی و

جدول ۱: متغیرهای موجود در خروجی‌های مدل ترموفیزیولوژیکی شاخص جهانی اقلیم حرارتی [۲۷]

متغیرها	اختصارات	واحد
درجه حرارت رکتال (Rectal)	Tre	درجه سانتی‌گراد
میانگین درجه حرارت پوست	Tskm	درجه سانتی‌گراد
درجه حرارت صورت	Tskfc	درجه سانتی‌گراد
میزان عرق	Mskdot	گرم در دقیقه
گرمای ایجادشده توسط لرزیدن	Shiv	وات
خشکی پوست	wettA	درصدی از سطح بدن
جریان خون پوست	VblSk	درصدی از مقدار اولیه (پایه)

جدول ۲: آستانه‌های تنش حرارتی شاخص UTCI [۲۹]

UTCI (درجه سانتی‌گراد)	شرایط تنش حرارتی
بالاتر از ۴۶	تنش گرمایی شدید
۳۸ تا ۴۶	تنش گرمایی بسیار زیاد
۳۲ تا ۳۸	تنش گرمایی زیاد
۲۶ تا ۳۲	تنش گرمایی متوسط
۹ تا ۲۶	بدون تنش حرارتی
۰ تا ۹	تنش سرمایی اندک
۰ تا -۱۳	تنش سرمایی متوسط
-۱۳ تا -۲۷	تنش سرمایی زیاد
-۲۷ تا -۴۰	تنش سرمایی بسیار زیاد
پایین‌تر از -۴۰	تنش سرمایی شدید

فیزیولوژیکی نشان می‌دهد [۲۲،۲۸].

این شاخص براساس رابطه ۲ قابل محاسبه است:

$$UTCI = 3.21 + 0.872.t + 0.2459.Tmrt + (-2.5078.v) - 0.0176.RH \quad (۲)$$

ارائه شده است.

براساس آستانه‌های شاخص UTCI (جدول ۲) درجات مختلفی از تنش‌های حرارتی را می‌توان برای تمام ایستگاه‌های منتخب مشاهده نمود که حداقل ۶ ماه از سال را شامل می‌شود. آنچه مشخص است، تنش گرمایی در دوره گرم سال در تمامی ایستگاه‌ها وجود داشته است و در دو مورد نیز (ابوموسی و بندرعباس) تنش گرمایی بسیار زیاد به ثبت رسیده است.

شایان ذکر می‌باشد که بالاترین تنش حرارتی در ماه مرداد برای ایستگاه ابوموسی ( $UTCI=۴۸$ ) محاسبه شده است. از سوی دیگر در هیچ‌یک از ایستگاه‌های مورد بررسی در سواحل جنوب (استان هرمزگان) تنش سرمایی در هیچ‌کدام از ماه‌های دوره سرد سال مشاهده نشده است؛ در واقع این دوره بیشتر به‌عنوان دوره بدون تنش حرارتی نمود پیدا کرده است.

نتایج حاصل از محاسبه شاخص و تطبیق آن با جدول آستانه‌های آسایشی UTCI برای ۷ ایستگاه منتخب استان مازندران در نمودار ۲ مشاهده می‌شود.

آنچه مشخص است در این منطقه از کشور (سواحل شمالی) تنش حرارتی غالب در واقع تنش سرمایی می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که بر خلاف سواحل جنوبی درجات مختلفی از تنش‌های سرمایی را می‌توان در تمام ایستگاه‌های منتخب این منطقه مشاهده کرد. در این ارتباط بیشترین تنش‌های سرمایی مربوط به ایستگاه سیاه‌بیشه بوده است؛ به‌صورتی که براساس شاخص محاسبه‌شده، ۸ ماه از سال تنش سرمایی در این ایستگاه غالب بوده است. ایستگاه ساری نیز با داشتن ۵ ماه تنش دمایی، دارای کمترین تنش می‌باشد. علاوه‌براین در بین ماه‌های دوره سرد سال، دی ماه بالاترین تنش سرمایی را

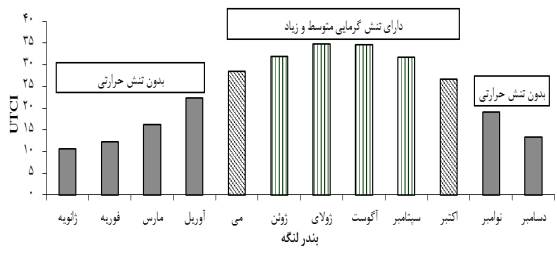
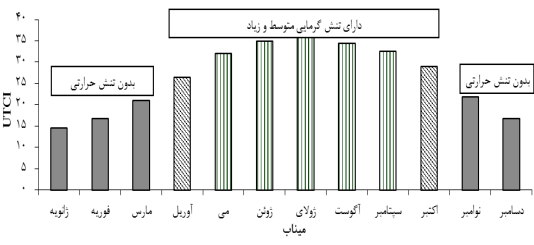
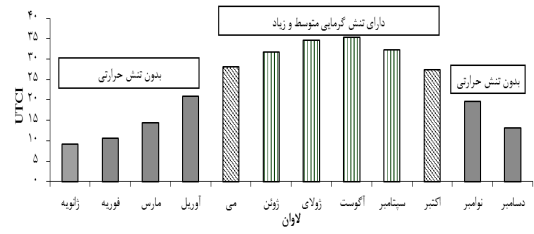
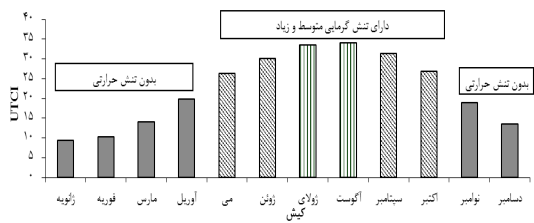
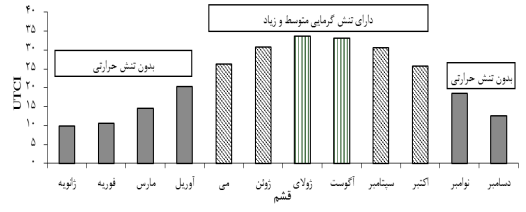
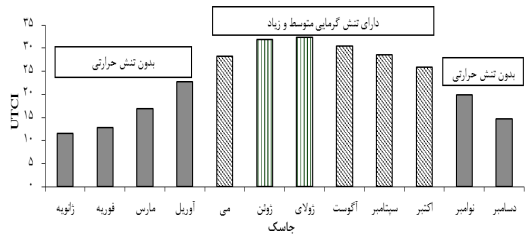
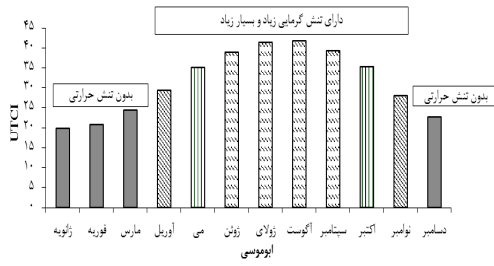
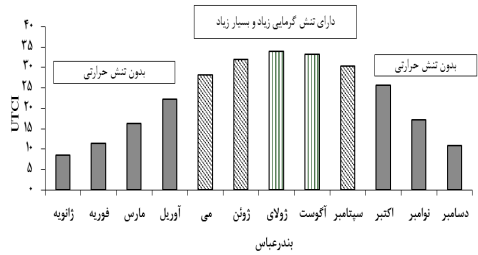
در رابطه فوق  $t$ : درجه حرارت به سانتی‌گراد؛  $Tmrt$ : میانگین درجه حرارت تابشی به سانتی‌گراد؛  $v$ : سرعت باد به متر بر ثانیه؛  $RH$ : رطوبت نسبی به درصد می‌باشد [۳۰]. یکی از داده‌های ورودی جهت محاسبه UTCI میانگین درجه حرارت تابشی ( $Tmrt$ ) است. این ورودی بیان‌کننده ویژگی اثر حرارتی تابش خورشیدی و درجه حرارت بر انسان بوده و نشان‌دهنده دمای یک سطح یکنواخت از یک محوطه فرضی که شخص را احاطه کرده است می‌باشد و براساس رابطه ۳ قابل محاسبه است.

$$Tmrt = \left[ \frac{(R' + 0.5.Lg + 0.5.La)}{(S_n \cdot S)} \right]^{0.25} + (-273) \quad (۳)$$

در رابطه فوق  $R'$ : تابش خورشیدی جذب‌شده توسط بدن انسان؛  $Lg$ : تابش زمین؛  $La$ : تابش برگشتی؛  $S_n$ : ضریب قابلیت انتشار برای بدن انسان برابر با  $0.95$ ؛  $S$ : Stefan-Boltzmann constant  $(5.667 \times 10^{-8} \text{ w.m}^{-2} \cdot \text{k}^{-4})$  می‌باشد [۳۱].

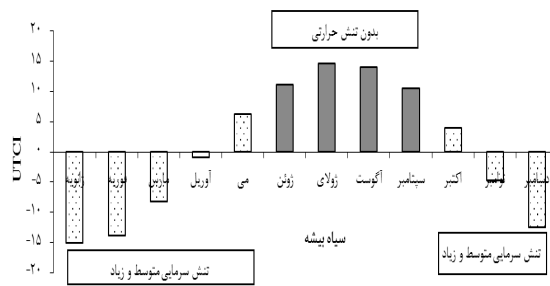
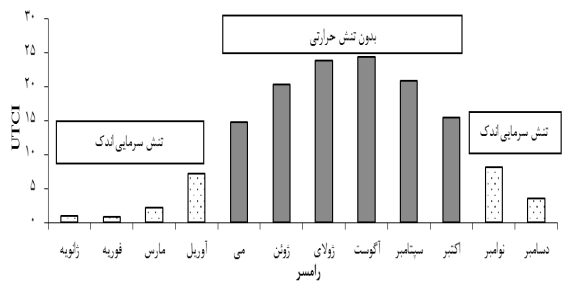
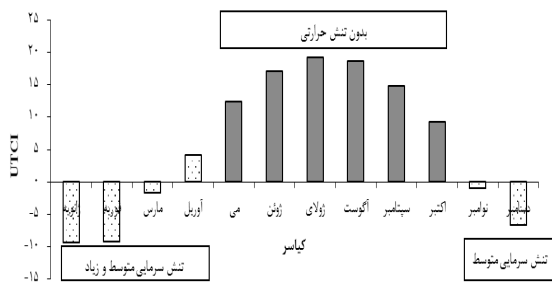
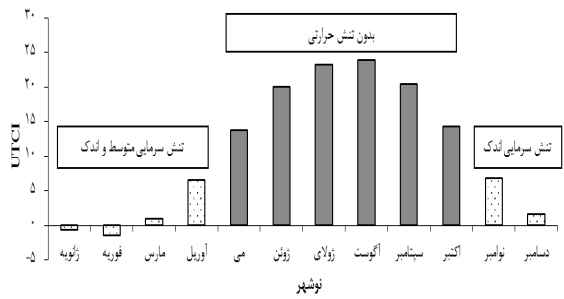
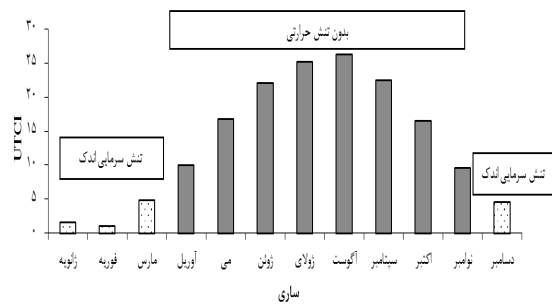
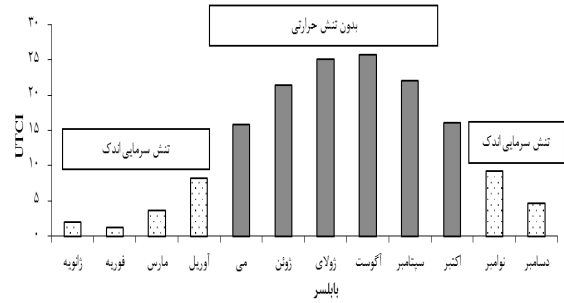
## یافته‌ها

در مطالعه حاضر شاخص UTCI به‌عنوان یک معیار شناخته‌شده برای مطالعه و مقایسه تنش‌های حرارتی در دو استان از سواحل جنوبی و شمالی کشور مورد استفاده قرار گرفت که نتایج برای هر یک از استان‌ها در دو بعد زمانی و مکانی قابل بررسی است. در سواحل جنوبی کشور مقادیر شاخص برای ۹ منطقه شهری که ۴ مورد از آن‌ها جزیره می‌باشد، محاسبه شده و نتایج آن در نمودار ۱



نمودار ۱: آسایش حرارتی براساس شاخص UTCI برای ایستگاه‌های منتخب استان هرمزگان

Downloaded from jhc.mazums.ac.ir at 19:14 +0430 on Sunday July 22nd 2018



نمودار ۲: آسایش حرارتی براساس شاخص UTCI برای ایستگاه‌های منتخب استان مازندران



سواحل شمالی کشور شرایط متفاوتی از آسایش حرارتی را نسبت به نواحی جنوب نشان می‌دهد. در این منطقه تنش‌های سرمایی نمود پیدا کرده و در دوره سرد سال در تمام ایستگاه‌ها به‌عنوان عامل محدودکننده قابل مشاهده می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که این تنش‌ها به‌طور متوسط ۱۱۳ روز از سال را به خود اختصاص داده‌اند. وجود تنش‌های سرمایی اگرچه برای انجام فعالیت‌های روزمره مانع مهمی محسوب نمی‌شوند؛ اما می‌توانند برای افراد و گروه‌های آسیب‌پذیر به‌ویژه بیماران قلبی خطرآفرین باشند.

لازم به ذکر است که ارتفاع، عامل مهمی در پراکندگی مکانی تنش‌های سرمایی در سواحل شمالی کشور محسوب می‌شود؛ به‌گونه‌ای که در دوره سرد سال بیشترین تنش‌های سرمایی از نظر بازه زمانی و شدت شاخص (مقادیر منفی) منطبق بر مرتفع‌ترین ایستگاه‌ها (سیاه‌بیشه و کیاسر) بوده است. البته این نکته را باید مدنظر قرار داد که تنش‌های گرمایی و سرمایی شدید در سواحل شمالی به‌ندرت رخ می‌دهند؛ زیرا در این منطقه بر خلاف سواحل جنوبی کشور رطوبت نقش تعدیل‌کننده شرایط آسایشی را در دوره سرد و گرم سال ایفا می‌کند. به‌ویژه در دوره گرم سال با تراکم رطوبت و ابرزایی قابل توجه، بخش مهمی از انرژی تابشی خورشید بازگردانده شده و از شدت و فراوانی وقوع تنش‌های گرمایی به‌طور محسوسی کاسته می‌شود.

وقوع تنش‌های حرارتی از نوع گرمایشی یا سرمایشی، محدودیتی مهم در مبحث سلامت محیط به شمار آمده و شناسایی بازه‌های زمانی و محدوده‌های مکانی آستانه‌های مختلف این تنش‌ها از ضروریات برنامه‌ریزی محیطی محسوب می‌شود. مطالعه حاضر در یک بررسی مقایسه‌ای با استفاده از قابلیت‌های شاخص UTCI و با دیدگاه سلامت و گردشگری، سواحل شمال و جنوب کشور را مورد مطالعه قرار داده است. براساس آنچه از نتایج حاصل شد، در دوره گرم سال، سطوح بالایی از تنش‌های حرارتی در سواحل جنوبی کشور مشاهده می‌شود که می‌تواند به‌صورت جدی محدودکننده فعالیت‌های گردشگری و ورزشی

تقریباً در تمام ایستگاه‌ها داشته است که به معنای کمترین مقادیر شاخص UTCI می‌باشد.

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از محاسبه شاخص UTCI برای ایستگاه‌های منتخب سواحل جنوبی کشور وجود تنش‌های حرارتی در سطوح مختلف را تأیید نمود که این تنش‌ها درجات مختلفی از عدم آسایش را ایجاد می‌نمایند. در این منطقه از کشور به لحاظ عرض جغرافیایی پایین، شدت بالای تابش خورشیدی، فقدان ابرناکی و انباشت رطوبتی بالا، مناطق مازاد انرژی به‌ویژه در دوره گرم سال شکل می‌گیرد. ترکیب رطوبت و دمای قابل توجه در محاسبه شاخص UTCI منجر به شکل‌گیری مقادیر بالایی از این شاخص می‌گردد که تنش‌های حرارتی را در دوره نسبتاً طولانی از سال گسترش می‌دهد. آستانه‌های بالای این تنش‌ها می‌تواند زمینه پیدایش و تشدید بیماری‌هایی چون گرم‌زدگی، سنکوب گرمایی (Heat Syncope)، گرفتگی عضلات (Heat Cramp)، ورم، ضایعات پوستی، کاهش موقت کلسیم خون، تنگی ناشی از گرما (Heat Tetany) و غیره را فراهم آورد [۳۲، ۳۳]. این شرایط به‌ویژه برای گروه‌های خاص، آسیب‌پذیر و توریست‌های غیربومی حادث‌تر خواهد بود [۳۴].

در این راستا نتایج مطالعه Rozbicka و همکاران نشان داد که شرایط بیوکلیماتیک در بخش جنوبی ورشو براساس شاخص UTCI در آستانه‌های تنش گرمایی نسبتاً شدید و شدید قرار دارد [۲۸]. هم‌راستا با این مطالعه که در آن به قابلیت شاخص UTCI در زمینه آسایش حرارتی انسان پرداخته شده است، Cheung و همکاران نشان دادند که شرایط آسایش حرارتی را می‌توان با استفاده از دو شاخص (Physiologically Equivalent Temperature) PET و UTCI در فضاهای با پوشش گیاهی و شهری پیش‌بینی نمود [۳۵]. خروجی و نتایج شاخص برای ایستگاه‌های منتخب در

به پارامترهای آب و هوایی و تنش‌های مرتبط با آن داشته باشند.

### قدردانی

پژوهشگران این مطالعه بر خود لازم می‌دانند از همکاری مرکز ملی اقلیم‌شناسی و نیز سازمان هواشناسی کشور به دلیل ارائه داده‌های هواشناسی لازم برای تحقق مطالعه حاضر تشکر و قدردانی نمایند.

باشد و فراوانی رخداد‌های گرم‌زدگی، خستگی عضلانی و حتی آسیب‌های مغزی در محیط‌های کاری را افزایش دهد. این درحالی است که در سواحل شمالی کشور تنش‌های گرمایی در سطحی نبوده‌اند که به‌عنوان خطر محسوب گردند. هرچند در این منطقه تنش‌های سرمایی نمود بیشتری دارند؛ اما این نوع از تنش‌ها نیز هیچ‌گاه در آستانه‌های بالای خود قرار نداشته‌اند. در مجموع اهمیت مفاهیمی چون گردشگری، فعالیت‌های ورزشی، افزایش بازده در محیط کاری، بهداشت و درمان و ایمنی محیط زیست ایجاب می‌کند که پژوهشگران نگاه ویژه‌ای

### References

- Orams M. Marine tourism: development, impacts and management. New York: Psychology Press; 1999.
- Roshan G, Yousefi R, Błażejczyk K. Assessment of the climatic potential for tourism in Iran through biometeorology clustering. *Int J Biometeorol* 2017; 18:1462-6.
- Büttner K. *Physikalische bioklimatologie: probleme und methoden*. New York: Akademische Verlag; 1938.
- Kjellstrom T, Freyberg C, Lemke B, Otto M, Briggs D. Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change. *Int J Biometeorol* 2017; 1:1407.
- Cheng X, Su H. Effects of climatic temperature stress on cardiovascular diseases. *Eur J Intern Med* 2010; 21(3):164-7.
- Nastos PT, Matzarakis A. The effect of air temperature and human thermal indices on mortality in Athens, Greece. *Theoret Appl Climatol* 2012; 108(3-4):591-9.
- Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Health* 2009; 8:40.
- Jendritzky G, de Dear R, Havenith G. UTCI--why another thermal index? *Int J Biometeorol* 2012; 56(3):421-8.
- McGregor GR. Human biometeorology. *Progr Phys Geography* 2012; 36(1):93-109.
- Kántor N, Unger J. The most problematic variable in the course of human-biometeorological comfort assessment-the mean radiant temperature. *Open Geosci* 2011; 3(1):90-100.
- Fiala D, Havenith G, Bröde P, Kampmann B, Jendritzky G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *Int J Biometeorol* 2012; 56(3):429-41.
- Kolendowicz L, Pórolniczak M, Szyga-Pluta K, Bednorz E. Human-biometeorological conditions in the southern Baltic coast based on the universal thermal climate index (UTCI). *Theoret Appl Climatol* 2017; 2:1-17.
- Błażejczyk K. UTCI-nowy wskaźnik oceny obciążeń cieplnych człowieka. *Przełł Geograficzny* 2010; 82(1):49-71.
- Urban A, Davidkovová H, Kyselý J. Heat-and cold-stress effects on cardiovascular mortality and morbidity among urban and rural populations in the Czech Republic. *Int J Biometeorol* 2014; 58(6):1057-68.
- de Freitas CR. Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *Int J Biometeorol* 2003; 48(1):45-54.
- Cheng V, Ng E, Chan C, Givoni B. Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *Int J Biometeorol* 2012; 56(1):43-56.
- Yahia MW, Johansson E. Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating

- various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *Int J Biometeorol* 2013; 57(4):615-30.
18. Hartz DA, Brazel AJ, Golden JS. A comparative climate analysis of heat-related emergency 911 dispatches: Chicago, Illinois and Phoenix, Arizona USA 2003 to 2006. *Int J Biometeorol* 2013; 57(5):669-78.
  19. Farajzadeh H, Saligheh M, Alijani B, Matzarakis A. Comparison of selected thermal indices in the northwest of Iran. *Natl Environ Change* 2015; 1(1):1-20.
  20. Fallah Ghalhari GA, Mayvaneh F, Shakeri F. Evaluation of thermal comfort and human health using Universal Thermal Climate Index (UTCI) Case Study: Kurdistan province. *Iran J Health Environ* 2015; 8(3):367-78 (Persian).
  21. Sadeghi Ravesh MH. Comparison of human thermal comfort amount in arid and humid climates (Case study: Yazd and Sari cities). *J Manage Syst* 2010; 1(2):50-61 (Persian).
  22. Błażejczyk K, Jendritzky G, Bröde P, Fiala D, Havenith G, Epstein Y, et al. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica* 2013; 86(1):5-10.
  23. Ge Q, Kong Q, Xi J, Zheng J. Application of UTCI in China from tourism perspective. *Theoret Appl Climatol* 2017; 128(3-4):551-61.
  24. Havenith G, Fiala D, Błażejczyk K, Richards M, Bröde P, Holmér I, et al. The UTCI-clothing model. *Int J Biometeorol* 2012; 56(3):461-70.
  25. Bröde P, Fiala D, Błażejczyk K, Holmér I, Jendritzky G, Kampmann B, et al. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int J Biometeorol* 2012; 56(3):481-94.
  26. Kampmann B, Bröde P, Havenith G, Jendritzky G. Der Entwicklungsstand des klimatischen Belastungs-Index UTCI (Universal Thermal Climate Index). *Produkt-und Produktions-Ergonomie-Aufgabe für Entwickler und Planer*, 54 Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. Dortmund: GfA-Press; 2008.
  27. Fallah Ghalhari G, Mayvaneh F. Effect of air temperature and universal thermal climate index on respiratory diseases mortality in Mashhad, Iran. *Arch Iran Med* 2016; 19(9):618-24.
  28. Rozbicka K, Rozbicki T. Variability of UTCI index in South Warsaw depending on atmospheric circulation. *Theoret Appl Climatol* 2017; 22:1-10.
  29. Fallah Ghalhari GA, Mayvaneh F, Shakeri F. Evaluation of thermal comfort and human health using Universal Thermal Climate Index (UTCI) Case Study: Kurdistan province. *Iran J Health Environ* 2015; 8(3):367-78.
  30. Błażejczyk K. Mapping of UTCI in local scale (the case of Warsaw). *Prace Stud Geograficzne WGSU UW* 2011; 47:275-83.
  31. Błażejczyk K. Assessment of regional bioclimatic contrasts in Poland. *Miscellanea Geograph Regional Stud Dev* 2011; 15:79-91.
  32. Gómez-Acebo I, Llorca J, Dierssen T. Cold-related mortality due to cardiovascular diseases, respiratory diseases and cancer: a case-crossover study. *Public Health* 2013; 127(3):252-8.
  33. Bleta A, Nastos PT, Matzarakis A. Assessment of bioclimatic conditions on Crete Island, Greece. *Region Environ Change* 2014; 14(5):1967-81.
  34. Langner M, Scherber K, Endlicher WR. Indoor heat stress: an assessment of human bioclimate using the UTCI in different buildings in Berlin. *DIE ERDE J Geograph Soc Berlin* 2014; 144(3-4):260-73.
  35. Cheung PK, Jim CY. Comparing the cooling effects of a tree and a concrete shelter using PET and UTCI. *Build Environ* 2018; 130:49-61.