



دانشگاه گوارز و منابع آب و خاک

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیستم، شماره ششم، ۱۳۹۲

<http://jwsc.gau.ac.ir>

## بررسی راحتی انسان بر مبنای شاخص‌های اقلیمی در مناطق گرم و خشک ایران

\* حمید زارع‌ابیانه

دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه بوعلی سینا، همدان،

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۲

### چکیده

امروزه مطالعات و بررسی‌های زیست‌اقلیمی، از دیدگاه راحتی و آسایش انسانی، پایه و اساس برنامه‌ریزی‌های مدیریتی است. در این پژوهش از ۴ شاخص زیست‌اقلیمی دمای ظاهری، دمای مؤثر استاندارد، ترموهیگرومتریک و باد برای مطالعه آسایش انسانی در ۱۴ شهر کشور استفاده شد. مناطق مورد مطالعه شامل شهرهای آبادان، اهواز، بندرلنگه، بندرعباس، بوشهر، دزفول، اصفهان، کرمان، سبزوار، سمنان، زاهدان، کاشان، یزد و زابل بود که در دو اقلیم تابستانه گرم و خیلی گرم طبقه‌بندی شدند. متغیرهای مورد استفاده از جنس متغیرهای هواشناسی شامل مقادیر روزانه دمای هوا، دمای نقطه شبنم، رطوبت نسبی و سرعت باد در ارتفاع دو متری فصل تابستان، در دوره زمانی ۱۳۸۴-۱۳۴۰ بود. نتایج نشان داد رطوبت نسبی به‌عنوان عاملی روزانه در مقایسه با دمای نقطه شبنم به‌عنوان عاملی شبانه بیان‌گر میزان راحتی و آسایش انسان در بیشتر مناطق ساحلی و غیرساحلی است. همچنین عامل باد به تنهایی قادر به ارزیابی راحتی ساکنین یک شهر نمی‌باشد. از این‌رو شاخص دمای مؤثر استاندارد (SET) به‌دلیل استفاده ترکیبی از عوامل جوی روزانه با واقعیات مناطق مورد مطالعه تطابق بیشتری دارد. براین اساس، طیف بیوکلیمایی مناطق مورد مطالعه در سه ماهه فصل تابستان از بیوکلیمای شرجی با دامنه تغییرات ۳۰-۲۷/۵ تا بیوکلیمای خنک با دامنه تغییرات ۱۷/۸-۱۵/۵ بود. در مجموع براساس شاخص SET، در تیر ماه که شروع گرم شدن هوا می‌باشد ۸ شهر در طبقات توصیفی گرم و خیلی

\* مسئول مکاتبه: [zareabyaneh@gmail.com](mailto:zareabyaneh@gmail.com)

گرم قرار دارند. در مرداد ماه گرم شدن شهرها در مقایسه با تیرماه به ۹ شهر افزایش یافته و در شهریور ماه با توجه اتمام فصل تابستان تعداد شهرهای گرم به ۶ شهر کاهش می‌یابد. همچنین براساس شاخص SET در هیچ یک از شهرها و هیچ یک از ماه‌های فصل تابستان تنش گرمایی بسیار شدید وجود نداشت. در شهرهای بندرعباس، بندرلنگه و بوشهر تنش گرمایی شرحی وجود دارد که با توجه به مجاورت و نزدیکی به سواحل خلیج فارس منطقی به نظر می‌رسد.

**واژه‌های کلیدی:** زیست‌اقلیم، شاخص‌های راحتی، دما، رطوبت نسبی، SET

#### مقدمه

شرایط جوی، اقلیمی و تغییرات آب و هوایی از جمله عوامل محیطی هستند که بر زندگی، آسایش و سلامتی انسان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تأثیر دارد (امیدوار و همکاران، ۲۰۱۰). وضعیت آب و هوا از جنبه‌های مختلف بر رفتار انسان‌ها تأثیر داشته و اغلب انسان‌ها، ناخودآگاه نسبت به تغییرات اقلیمی واکنش نشان می‌دهند. تأثیرگذاری شرایط جوی بر سلامتی، آسایش و الگوهای رفتاری انسان در قالب زیست اقلیم<sup>۱</sup> انسانی یا اقلیم‌شناسی حیاتی قابل مطالعه است (بحرینی و کریمی، ۲۰۰۲). گستردگی و وجود نواحی آب و هوایی متنوع در ایران، الگوهای حرارتی و سرمایه‌های گوناگونی در کشور ایجاد نموده است که رابطه معنی‌داری با سلامتی جسمی و آسایش روحی انسان دارد (ساری‌صراف و همکاران، ۲۰۱۰). به‌همین دلیل تحلیل شرایط جوی از دیدگاه پزشکی به‌عنوان عامل بروز بیماری‌ها، از دیدگاه اقتصادی به‌عنوان الگوهای مصرف انرژی و از دیدگاه مسائل شهری، به‌منظور برنامه‌ریزی‌های عمرانی و جهان‌گردی قابل توجه است. برای ارزیابی میزان راحتی و آسایش انسان، شاخص‌ها و مدل‌های مختلفی توسط پژوهشگران داخلی و خارجی به‌کار گرفته شده است. در بیشتر ارزیابی‌ها سعی شده تا با استفاده از آمار و اطلاعات هواشناسی مانند دما، رطوبت، باد، تابش خورشیدی و یا ترکیبی از آن‌ها میزان آسایش ارزیابی گردد. برای نمونه جهان‌بخش (۱۹۹۸) با تأکید بر نقش چهار عنصر اقلیمی دما، رطوبت، باد و تابش در سلامت روحی و روانی انسان، اهمیت دو عنصر دما و رطوبت را در میزان راحتی و آسایش انسان پررنگ‌تر می‌داند. گزارش موران و مورگان (۱۹۹۵)

نیز بیان‌گر اهمیت دو متغیر دمای هوا و رطوبت نسبی در آرامش روحی انسان تحت شرایط آب و هوایی مختلف است. فانگر (۱۹۷۲) پژوهش جامع و کاملی را در مورد تأثیر عناصر آب و هوایی بر احساس راحتی انسان، بر مبنای تراز حرارتی بدن با محیط به انجام رساند. ساری‌صراف و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از چندین دسته متغیر هواشناسی، فردی و موقعیتی، میزان آسایش در شمال استان آذربایجان غربی را با شاخص‌های متفاوتی مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. نتایج آنان نشان داد شاخص دمای معادل فیزیولوژیک<sup>۱</sup> و شاخص دمای مؤثر استاندارد<sup>۲</sup> نتایج بهتر و قابل قبولی از آسایش اقلیمی منطقه مورد مطالعه ارائه می‌دهد. در مطالعه سلیقه (۲۰۰۴) محدوده‌های آسایش اقلیمی مبنای طراحی و مدل‌سازی مسکن قرار گرفت. ارزیابی روش نمایه گرما در ایستگاه‌های همدیدی سواحل جنوبی کشور نشان داد تابستان تمامی این شهرهای این منطقه در وضعیت خطر و خطر شدید قرار داشته است (عسگری و همکاران، ۲۰۰۹). دفرتیاس (۲۰۰۳) شناخت بهترین شاخص آسایش و تحلیل علمی آن را معیار مطمئنی برای برنامه‌ریزی و مدیریت در صنعت توریسم می‌داند. ولی یکی از مشکلات عمده در این زمینه انتخاب معیارهای مناسب هواشناسی و اقلیم‌شناسی است. میک ژوسکی (۱۹۸۵) به منظور بررسی وضعیت اقلیم بر سلامتی توریست‌ها، نقش هر یک از عناصر اقلیمی دما، رطوبت نسبی، تابش خورشیدی، بارش و باد را مورد تأکید قرار داده و با ترکیب این عناصر در قالب شاخص اقلیم توریسم<sup>۳</sup>، نقشه وضعیت اقلیمی توریسم در جهان را بر اساس اطلاعات ۴۵۳ ایستگاه ترسیم نمود. کویانی (۱۹۹۳) به منظور سنجش شرایط آسایش و راحتی انسان، به بررسی نقشه زیست اقلیم انسانی ایران پرداخت. مطالعه رمضانی (۲۰۰۶) برای شناخت معیار راحتی بافت تالاب کیاکلايه لنگرود به سبک اوانز<sup>۴</sup> نشان داد ماه‌های اسفند، فروردین، اردیبهشت، مرداد، شهریور، مهر و آبان از دیدگاه توریستی و جذب گردش‌گر دارای اهمیت اقتصادی است. ارزیابی توانمندی اکوتوریسمی مکان‌های مختلف حوضه آبریز آسیاب خرابه در شمال غرب ایران به روش پرالونگ<sup>۵</sup> نشان داد که نوع نگرش مردم و نحوه گذراندن اوقات فراغت در راحتی و آسایش گردشگران نقش دارد (مختاری، ۲۰۱۰). در شرایط آب و هوایی استان اصفهان دما و رطوبت، مطرح‌ترین عوامل اقلیمی پهنه‌بندی زیست‌اقلیم انسانی به منظور بهبود

1- Physiological Equivalent Temperature (PET)

2- Standard Effective Temperature (SET)

3- Tourism Climate Index

4- Owens

5- Pralong

شرایط زیست انسان در طراحی ساختمان و مسکن معرفی شد (خوشحال و همکاران، ۲۰۰۶). در این مطالعه مشخص گردید که روش گیونی<sup>۱</sup> برای طبقه‌بندی زیست‌اقلیم انسانی استان اصفهان در مقایسه با روش‌های ماهونی<sup>۲</sup>، ترجونگ<sup>۳</sup> و اولگی<sup>۴</sup> مناسب است (خوشحال و همکاران، ۲۰۰۶). ارزیابی آسایش انسان براساس شاخص‌های زیست اقلیمی بیکر<sup>۵</sup>، ترجونگ، فشار عصبی و ترموهیگرومتریک برای شهر قم با طیف حرارتی فوق‌العاده داغ تا بسیار خنک نشان داد دو روش ترجونگ و بیکر به دلیل استفاده از پارامترهای اقلیمی بیشتر با ویژگی‌های آب و هوایی منطقه هم‌خوانی دارند (محمدی و سعیدی، ۲۰۰۸). مطالعه انجام شده در بررسی توان تفریحی پارک جنگلی آیدر سنندج قدرت خنک‌کنندگی محیط از شاخص بیکر محاسبه شد (تکیه‌خواه و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج به‌دست آمده از اقلیم نشان داد که در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور وضعیت آسایش کاملاً مطلوب و در ماه‌های مهر و اردیبهشت شرایط کمی نامطلوب، ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین شرایط هوا کاملاً نامطلوب و خیلی سرد است (تکیه‌خواه و همکاران، ۲۰۱۰). قنبری و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی راحتی انسان در شهر لار به این نتیجه رسیدند که شرایط آسایش این شهر در فروردین و اسفند ماه نسبت به سایر ماه‌های سال مطلوب می‌باشد.

در مطالعه صورت گرفته توسط ناظم‌السادات و همکاران (۲۰۰۲) تحت عنوان مقایسه میزان راحتی انسان در شرایط آب و هوایی شهرهای گرگان و یزد مشخص گردید پتانسیل خطر گرم‌زدگی و احساس ناراحتی انسان در ماه‌های گرم سال در شهر گرگان بیش از یزد می‌باشد. این امر به دلیل افزایش رطوبت به موازات افزایش دما در شهر گرگان طی ماه‌های گرم سال می‌باشد. در پژوهشی دیگر درخصوص بررسی میزان راحتی انسان در شرایط اقلیمی شهرهای شیراز، بندرعباس، بیرجند و اردبیل براساس شاخص دمای ظاهری انسان که ترکیبی از دو عامل دما و رطوبت بود توسط مجنون‌ی هریس و ناظم‌السادات (۲۰۰۸) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد به دلیل افزایش توام دما و رطوبت نسبی در شهر بندرعباس دمای ظاهری آن به میزان زیادی بیش از دمای هوای مشاهداتی است، به طوری که مردم در معرض خطر تنش گرمایی و عوارض ناشی از آن هستند. نیلسون (۲۰۰۷) با

- 1- Givoni
- 2- Mahonay
- 3- Terjong
- 4- Olgay
- 5- Becker

به‌کارگیری روش‌های حل عددی در قالب یک مدل محاسباتی مجازی دینامیک سیالات<sup>۱</sup> موفّق به بررسی بهبود شرایط حرارتی قسمت‌های مختلف بدن در مقابل دماهای متفاوت در یک محیط بسته شد. وی مدل ارائه شده را قابل استفاده در شرایط مختلف دانسته و تکنیک به‌کار گرفته شده را زمینه‌ساز نگرش جدید به مسائل راحتی انسان گزارش کرد.

نوسانات شدید تمامی عناصر هواشناسی بر سلامتی انسان مؤثر می‌باشد. اما دما، رطوبت و باد از مهم‌ترین عناصر جوی می‌باشند که به راحتی قابل اندازه‌گیری بوده و در عین حال می‌توانند در حد قابل قبولی بیان‌گر نوسانات دیگر خصوصیات آب و هوایی مؤثر بر متابولیسم درونی بدن انسان باشند (ناظم‌السادات و همکاران، ۲۰۰۲؛ کریتچیفیلد، ۱۹۸۳). بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر سه عامل دما، رطوبت و سرعت باد بر احساس راحتی انسان می‌باشد. به این منظور با توجه به اهمیت راحتی ساکنان مناطق با اقلیم گرم و خشک کشور، اطلاعات هواشناسی ۱۴ شهر در اقلیم فوق مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. از آنجایی که اثرات تنش‌های حرارتی در فصل گرم سال مشهود است بنابراین تحلیل‌های صورت گرفته محدود به بازه زمانی فصل تابستان بود.

### مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه میزان راحتی انسان در تعدادی از شهرهای ایران از ۴۵ سال (۱۳۴۱-۱۳۸۴) آمار داده‌های دمای هوا ( $T_{air}$ )، دمای نقطه شبنم ( $T_{dew}$ )، رطوبت نسبی (RH) و سرعت باد در ارتفاع دو متری ( $U_2$ ) در دوره سه ماهه تیر تا شهریور به مدت ۹۳ روز استفاده شد. پایه و اساس آمار و اطلاعات مورد استفاده، داده‌های روزانه مربوط به ۱۴ ایستگاه هواشناسی هر یک از شهرها برای سال‌های مورد نظر بود. تمامی شهرهای مورد مطالعه براساس اقلیم‌نمای یونسکو در یک اقلیم خشک<sup>۲</sup> (A) با دو تیپ متفاوت تابستانه گرم<sup>۳</sup> (W) و خیلی گرم (VW) دسته‌بندی شدند (غفاری و همکاران، ۲۰۰۴). شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌ها و شهرهای مورد مطالعه در پهنه کشور ایران را نشان می‌دهد.

1- Computational fluid dynamics (CFD)

۲- رژیم رطوبتی

۳- تیپ تابستانه



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه.

اطلاعات مدنظر برای یک دوره مشترک آماری مطابق با تقویم شمسی از سازمان هواشناسی کشور دریافت و تجزیه و تحلیل گردید. وسعت منطقه مورد مطالعه ۹۸۲۷۶۰ کیلومتر مربع، معادل ۶۰ درصد مساحت کشور است. میزان جمعیت ساکن در این منطقه طبق آخرین سرشماری سال ۱۳۸۵ معادل ۲۴ میلیون نفر است که ۳۳ درصد جمعیت کشور را شامل می‌شود.

پس از استخراج داده‌ها و رایانه‌ای نمودن آن‌ها، آزمون‌های رایج کنترل کیفی مانند آزمون‌های همگنی با آزمون ران تست و نرمال بودن با آزمون کلموگروف اسمیرنوف در محیط نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. سپس میانگین حسابی روزانه و ماهانه هر یک از متغیرها از رابطه ۱ محاسبه و با اعمال در شاخص‌ها، میزان راحتی و آسایش در هر یک از شهرها به دست آمد.

$$\bar{X}_{ik} = \frac{\sum_{i=1}^{31} \sum_{j=1}^{45} X_{ij}}{31 \times 45} \quad (1)$$

که در آن  $\bar{X}_{ik}$  نشان دهنده متوسط متغیر  $X$  در ماه  $k$  ام (تیر، مرداد و شهریور) از  $i$  امین روز تابستان برای هر ماه و  $j$  امین سال آماری است.

در مجموع جهت ارزیابی آسایش انسان از چهار شاخص دمای ظاهری<sup>۱</sup>، دمای مؤثر استاندارد، شاخص ترموهیگرومتری<sup>۲</sup> و سرعت باد<sup>۳</sup> استفاده شد. شاخص‌های یاد شده از جمله شاخص‌هایی هستند که به‌طور عمده در ارزیابی‌های زیست اقلیمی به‌کار گرفته شده‌اند (مجنونی هریس و ناظم‌السادات، ۲۰۰۸ و دانیل سون و همکاران، ۲۰۰۳).

شاخص محیطی دمای ظاهری توسط استدمن (۱۹۷۹) برای شرایط اقلیمی گرم و مرطوب ارائه شد. بیان ریاضی این شاخص در قالب یک معادله چند جمله‌ای درجه ۲ از دمای نقطه شبنم به‌صورت زیر است (ماینارول و همکاران، ۲۰۰۷؛ اونیلی و همکاران، ۲۰۰۳):

$$AT = -2.653 + (0.994T_a) + (0.0153T_d^2) \quad (2)$$

شاخص دمای مؤثر استاندارد نیز که یک شاخص فیزیولوژی-دمایی است، در مسائل شهری مانند برنامه‌ریزی‌های عمرانی و زیست اقلیم توریسم کاربرد دارد. این شاخص بیان‌گر نقش عوامل دمای هوا و رطوبت نسبی در آسایش افراد است. برای محاسبه مقدار SET از رابطه ۳ استفاده شد (گونزالز و همکاران، ۱۹۷۴) که در مطالعه ساری صراف و همکاران (۲۰۱۰) نیز به‌کار گرفته شده است.

$$SET = T_a - [0.6 * (T_a - 10) * (1 - RH/100)] \quad (3)$$

شاخص ترموهیگرومتریک رابطه‌ای خطی از مجموع دمای هوا و دمای نقطه شبنم است که بیشتر برای اقلیم‌های گرم کاربرد دارد (خالدی، ۱۹۹۸):

$$DI = 0.99T_a + 0.36T_d + 41/5 \quad (4)$$

در تمامی روابط فوق،  $T_a$  دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)،  $T_d$  دمای نقطه شبنم (درجه سانتی‌گراد) و RH رطوبت نسبی (درصد) می‌باشد.

همچنین از شاخص باد که بیان‌گر احساس ظاهری هر فرد نسبت به شدت‌های متفاوتی از وزش باد است در قالب یک شاخص توصیفی در کنار شاخص‌های ریاضی استفاده شد (درگاهیان و میرزائی،

1- Apparent Temperature (AT)

2- Thermo hygrometric (DI)

3- Wind speed (U)

(۲۰۰۶). پس از انجام محاسبات لازم برای هر یک از شاخص‌ها، آثار ناشی از تنش‌های گرمایی و جریان باد با استفاده از محدوده‌های توصیفی جدول ۱ در چهارده شهر مورد مطالعه، تحلیل شد.

جدول ۱- محدوده‌های توصیفی چهار شاخص آسایش انسان.

شاخص	طبقه	دامنه تغییرات	توصیف
AT (°C)	۱	>۵۴	خطر گرم‌زدگی، آفتاب‌زدگی و شوک جدی
	۲	۵۴-۴۱	آفتاب‌زدگی و انقباض حرارتی عضلانی، امکان گرم‌زدگی با فعالیت فیزیکی مداوم
	۳	۴۱-۳۲	آفتاب‌زدگی و انقباض حرارتی عضلانی و تحلیل رفتگی حرارتی با فعالیت ممتد فیزیکی
	۴	۳۲-۲۷	امکان خستگی با فعالیت ممتد فیزیکی
U (mm <sup>-1</sup> )	۱	۳-۰	هوا کاملاً ساکن است و احساس ناراحتی می‌شود
	۲	۱۵-۳	به‌طور عمومی احساس راحتی شده و حرکت هوا احساس می‌شود
	۳	۳۰-۱۵	حرکت هوا احساس می‌شود ولی ناراحت کننده نیست
	۴	۶۰-۳۰	حرکت هوا کاملاً احساس می‌شود ولی می‌تواند قابل تحمل باشد
	۵	۱۲۰-۶۰	حالت ورزش باد وجود دارد و باعث می‌شود انجام کار مختل شود
	۶	۲۴۰-۱۲۰	شروع احساس ناراحتی
	۷	>۲۴۰	غیرقابل تحمل
SET (°C)	۱	>۳۰	فوق‌العاده گرم
	۲	۳۰-۲۷/۵	شرجی
	۳	۲۵/۶-۲۷/۵	خیلی گرم
	۴	۲۲/۲-۲۵/۶	گرم
	۵	۱۷/۸-۲۲/۲	آسایش
	۶	۱۵/۵-۱۷/۸	خنک
	۷	۱/۶۷-۱۵/۵	خیلی خنک
	۸	-۱۰ تا ۱/۶۷	سرد
	۹	-۲۰ تا -۱۰	خیلی سرد
	۱۰	<۲۰-	فوق‌العاده سرد
DI (°C)	۱	DI>۸۰	۱۰۰٪ افراد به دلیل گرما از ناراحتی رنج می‌برند
	۲	DI>۷۵	۵۰٪ افراد به دلیل گرما از ناراحتی رنج می‌برند
	۳	۶۰<DI<۷۵	احساس راحتی
	۴	DI<۶۰	احساس سرما



## نتایج و بحث

مشخصات جغرافیایی و آماره‌های توصیفی برخی عوامل زیست اقلیم شهرهای مورد بررسی در جدول ۲ خلاصه شده است. این جدول میانگین روزانه عوامل اقلیمی به کار گرفته شده طی ۹۳ روز از فصل تابستان را طی ۴۵ سال نشان می‌دهد.

جدول ۲- مشخصات جغرافیایی و میانگین ۴۵ ساله عوامل هواشناسی در فصل تابستان.

ایستگاه	اقلیم	مختصات جغرافیایی (درجه)		ارتفاع (متر)	دمای		رطوبت نسبی (درصد)	سرعت باد ۲ متری (متر بر دقیقه)
		عرض شمالی	طول شرقی		هوای	نقطه شبنم		
آبادان		۳۰/۴	۴۸/۳	۶/۶	۳۵/۵۶	۱۱/۷۳	۲۷/۳۶	۱۲۳
اهواز		۳۱/۳	۴۸/۷	۲۲/۵	۳۷/۳	۱۲/۰۱	۲۵/۴	۹۲/۵
بندرلنگه		۲۶/۵	۵۴/۸	۲۲/۷	۳۴/۰۸	۲۶/۶۹	۶۶/۶۴	۱۱۰
بندرعباس		۲۷/۲	۵۶/۴	۹/۸	۳۳/۷۲	۲۶/۵۳	۶۸/۲۱	۱۰۶
بوشهر		۲۹/۰	۵۰/۸	۱۹/۶	۳۲/۴۶	۲۳/۸۶	۶۲/۶۸	۹۱
دزفول	A-W	۳۲/۴	۴۸/۴	۱۴۳	۳۵/۷۱	۱۰/۹۹	۲۵/۸۵	۶۰
اصفهان		۳۲/۶	۵۱/۷	۱۵۵۰/۴	۲۷/۸۴	۲/۲۵	۲۱/۳۴	۵۶/۶
کرمان		۳۰/۳	۵۷/۰	۱۷۵۳/۸	۲۷/۰۷	-۲/۳۴	۱۶/۹۵	۱۰۴/۸
سبزوار		۳۶/۲	۵۷/۷	۹۷۷/۶	۲۹/۴۹	۵/۰۴	۲۳/۳۲	۱۱۷/۸
سمنان		۳۵/۶	۵۳/۶	۱۱۳۰/۸	۳۱/۳۲	۸/۵۵	۲۷/۴۱	۶۱/۱
زاهدان		۲۹/۵	۶۰/۹	۱۳۷۰	۲۷/۵۵	-۰/۲۳	۱۹/۱۲	۹۷/۷
کاشان		۳۴/۰	۵۱/۵	۹۸۲/۳	۳۱/۳۶	۷/۷۳	۲۳/۵۵	۱۸
یزد	A-VW	۳۱/۹	۵۴/۳	۱۲۳۷/۲	۳۰/۵۷	۰/۷۳	۱۵/۹۶	۸۹
زابل		۳۱	۶۱/۵	۴۸۹/۲	۳۲/۷	۷/۴۹	۲۱/۸	۲۷۷
		میانگین			۳۲/۹۱	۱۰/۰۷	۳۱/۸	۱۰۲

شهرهای مورد مطالعه براساس اقلیم‌نمای یونسکو در یک اقلیم خشک با دو تیپ تابستانه گرم و خیلی گرم طبقه‌بندی شدند. جدول ۲ نشان می‌دهد، میانگین دمای هوا و رطوبت نسبی منطقه مورد مطالعه به ترتیب معادل ۳۱/۹ درجه سانتی‌گراد و ۳۱/۸ درصد می‌باشد که گرم و خشک بودن منطقه را

تأیید می‌کند. در این راستا ۷۹ درصد از شهرهای مورد مطالعه در اقلیم خشک گرم و ۲۱ درصد اقلیم در خشک خیلی گرم قرار دارند. همچنین جدول ۲ نشان می‌دهد رطوبت نسبی کلیه شهرها به‌جز شهرهای بندرعباس و بندرلنگه از کرانه بالایی ۶۵ درصد به‌عنوان رطوبت نسبی قابل تحمل کمتر است (ناظم‌السادات و همکاران، ۲۰۰۲). بالا بودن رطوبت در دو شهر یاد شده و حتی بوشهر به‌دلیل مجاورت با خلیج فارس و وجود نسیم بعدازظهر دریا به ساحل منطقی می‌باشد. ولی دمای تمامی شهرها از حد فوقانی مقدار مطلوب ۲۶ درجه بالاتر است (امیدوار و همکاران، ۲۰۱۰) که می‌تواند تنش‌های دمایی را برای انسان به‌دنبال داشته باشد. ولی وجود جریان باد در کنار شرایط مطلوب رطوبتی تا حدود زیادی اوضاع نامناسب حرارتی محیط را تعدیل می‌نماید (ناظم‌السادات و همکاران، ۲۰۰۲). کمترین دمای نقطه شبنم به دو ایستگاه کرمان و زاهدان به‌ترتیب معادل  $-۲/۳۴$  و  $-۰/۲۳$  درجه سانتی‌گراد تعلق دارد. ضمن آن‌که کمترین میانگین دمای هوا طی دوره ۴۵ ساله فصل تابستان نیز مربوط به دو ایستگاه فوق است. بیشترین مقدار سرعت وزش باد به مقدار ۲۷۷ متر بر دقیقه به شهر زابل و کمترین آن معادل ۱۸ متر بر دقیقه به شهر کاشان تعلق دارد. می‌توان گفت همچنان‌که سرعت‌های بالای باد در ایجاد ناراحتی‌های زیستی نقش دارد، در برخی شهرها نظیر کاشان، یزد و کرمان جهت بهبود شرایط حرارتی و ارتقاء شاخص‌های آسایشی مسکن از عامل باد بهره‌برداری می‌گردد (سلیقه، ۲۰۰۴).

بررسی میانگین‌های دراز مدت هر یک از شاخص‌ها ممکن است نتواند بیان‌گر تمام ویژگی‌های زیست اقلیمی بوده و معیار خوبی برای بیان میزان آسایش و راحتی ساکنان شهرها باشد. به‌همین دلیل مقادیر هر یک از شاخص‌ها در مقیاس روزانه هر شهر تعیین شد. ولی به‌دلیل محدودیت فضا با میانگین‌گیری در مقیاس ماهانه ارائه گردید (جدول ۳). در جدول ۳ علاوه بر مقادیر عددی هر یک از شاخص‌ها، طبقات توصیفی هر شاخص براساس محدوده‌های توصیفی جدول ۱ آورده شد.

حمید زارع ایبانه

جدول ۳- نتایج شاخص های محیطی و محدوده توصیفی مربوطه برای هر ایستگاه.

ایستگاه	شاخص DI		شاخص AT				شاخص SET			شاخص U	
	مرداد	تیر	شهریور	مرداد	تیر	شهریور	مرداد	تیر	شهریور	مرداد	شهریور
آبادان	۸۱/۱	۸۱/۱	۷۹/۸	۳۵/۸	۳۵/۰۳	۳۳/۶	۲۷/۲۵	۲۴/۸	۲۴/۲	۱۴۴	۱۱۶
طبقه توصیفی	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۶	۵
اهواز	۸۲/۹	۸۴/۳	۸۱	۳۸/۳	۳۶/۸	۳۴/۹	۲۴/۹	۲۵/۹	۲۴/۵	۱۰۷/۴	۹۰/۲
طبقه توصیفی	۱	۱	۱	۳	۳	۳	۴	۳	۴	۵	۵
بندرعباس	۸۴/۷	۸۵/۲	۸۳/۳	۴۲/۷	۴۱/۹	۴۰/۳	۲۹/۲	۲۹/۷	۲۸/۶	۱۰۴/۸	۱۱۱/۴
طبقه توصیفی	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۵
بندرلنگه	۸۴/۶	۸۵/۵	۸۴/۴	۴۳	۴۱/۹	۴۱/۵	۲۹/۲	۲۹/۵	۲۹	۱۰۴/۵	۱۱۲/۶
طبقه توصیفی	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۵	۵
بوشهر	۸۱/۶	۸۳/۶	۸۱/۵	۴۰/۱	۳۷/۳	۳۷/۷	۲۶/۸	۲۸/۲	۲۷/۲	۱۰۵/۴	۸۹/۶
طبقه توصیفی	۱	۱	۱	۳	۳	۳	۳	۲	۳	۵	۵
دزفول	۸۱/۳	۸۲/۶	۷۸/۵	۳۷/۵	۳۵/۳	۳۲/۴	۲۴/۳	۲۵/۰	۲۳/۴	۶۳/۸	۶۲/۵۱
طبقه توصیفی	۱	۱	۲	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۵	۴
اصفهان	۷۱/۵	۷۱	۶۷/۱	۲۶	۲۶/۶	۲۲/۸	۲۰/۱	۲۰	۱۸/۳	۶۳/۸	۵۷/۵
طبقه توصیفی	۳	۳	۳	—	—	—	۵	۵	۵	۵	۴
کاشان	۷۶/۹	۷۶/۷	۷۲/۴	۳۰/۷	۳۱	۲۶/۷	۲۲/۲	۲۲/۱	۲۰/۳	۱۷/۶	۲۲
طبقه توصیفی	۳	۳	۳	۴	۴	—	۵	۵	۵	۵	۲
کرمان	۶۹/۶	۶۸/۲	۶۴/۵	۲۴/۷	۲۶/۱	۲۱/۷	۱۹/۴	۱۸/۹	۱۷/۴	۱۱۲	۱۱۰/۸
طبقه توصیفی	۳	۳	۳	—	—	—	۵	۵	۶	۵	۵
سبزوار	۷۴/۶	۷۳/۶	۶۹/۳	۲۸/۱	۲۸/۹	۲۴/۳	۲۱/۴	۲۱	۱۹/۲	۱۲۹/۹	۱۱۸/۶
طبقه توصیفی	۳	۳	۳	۴	۴	—	۵	۵	۵	۶	۵
سمنان	۷۷	۷۷	۷۲/۸	۳۰/۹	۳۰/۹	۲۷	۲۲/۶	۲۲/۷	۲۰/۸	۶۶/۲	۶۰/۴
طبقه توصیفی	۲	۲	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۵	۴
زاهدان	۷۴/۵	۷۲/۷	۶۸/۹	۲۵/۶	۲۶/۸	۲۲	۲۰	۱۹/۵	۱۷/۶	۱۱۰/۳	۱۰۰/۵
طبقه توصیفی	۳	۳	۳	—	—	—	۵	۵	۶	۵	۵
یزد	۷۸/۸	۷۷/۹	۷۳	۲۰/۴	۲۹/۸	۲۵/۳	۲۱/۲	۲۸/۲	۱۹	۹۶/۹	۹۲/۴
طبقه توصیفی	۲	۲	۳	۴	۴	—	۵	۲	۵	۵	۵
زابل	۷۱/۲	۶۹/۹	۶۵	۳۲/۸	۳۲/۸	۲۷/۶	۲۳	۲۲/۵	۲۰/۶	۲۸۱/۴	۲۹۹/۹
طبقه توصیفی	۳	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۵	۷

با توجه به جدول ۳ و محدوده‌های توصیف شده برای آن ملاحظه می‌گردد که تنها در شهر کاشان شرایط مطلوب آسایشی براساس تمامی شاخص‌های مورد بررسی در فصل تابستان برقرار است. به نظر می‌رسد در شهر کاشان علی‌رغم بالا بودن نسبی دمای هوا ( $31/4$  درجه سانتی‌گراد) وجود درصد مناسبی از رطوبت نسبی ( $23/6$  درصد) به همراه سرعت کم باد ( $17/4$  متر بر دقیقه)، موجب اعتدال هوا و آرامش روحی انسان می‌شود. پژوهش‌های گزارش شده از سوی پژوهش‌های مختلف (ناظم‌السادات و همکاران، ۲۰۰۲ و موران و مورگان، ۱۹۹۵) نشان می‌دهد پایین بودن رطوبت نسبی در مقابل دمای بالای هوا، احساس کمتری از دمای هوا را برای مردم به دنبال دارد. ناظم‌السادات و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند، پایین بودن رطوبت نسبی شهر شیراز نسبت به بندرعباس سبب احساس دمای کمتر ساکنین شیراز از دمای هوای موجود است.

در مجموع باید پذیرفت که رفتار یک شهر در مقابل شرایط آب و هوایی فصل تابستان برای همه شاخص‌ها یکسان نیست و به همین دلیل هر شاخص به‌طور جداگانه قابل بررسی است. همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، میانگین مقادیر دمای هوا، دمای نقطه شبنم و درصد رطوبت نسبی شهر زابل با شهر کاشان تفاوت چشم‌گیری ندارد، ولی در توصیف تفاوت‌های آسایشی این دو شهر براساس شاخص U (جدول ۱) اختلاف قابل توجهی مشاهده می‌شود. به طوری که شهر کاشان بر مبنای شاخص U به‌طور نسبی مطلوب و شهر زابل در طبقه توصیفی غیرقابل تحمل قرار دارد. بنابراین می‌توان نقش عامل اقلیمی باد در سرعت‌های زیاد را محدود کننده دانست. از طرفی سرعت باد در شهرهای اهواز، بندرعباس، بندرلنگه، بوشهر، زاهدان، یزد و کرمان در محدوده  $1/8-1/5$  متر بر ثانیه قرار دارد و شاخص باد، میزان آسایش در تمامی این شهرها را در طبقه ۵ یعنی اختلال در انجام کارها و مزاحمت وزش باد ارزیابی نموده است (جدول ۱ و ۲). در حالی که تفاوت آشکاری در رطوبت نسبی این شهرها در محدوده ۱۶ درصد برای یزد و کرمان، تا ۶۸ درصد برای بندرعباس و بندرلنگه وجود دارد و نمی‌تواند میزان آسایش یکسانی برای این شهرها وجود داشته باشد. به نظر می‌رسد تنها استفاده از یک عامل در تبیین رفتار اقلیمی و میزان آسایش یک شهر مناسب نباشد (کاوایانی، ۱۹۹۳). به همین دلیل شاخص باد می‌تواند در مقابل سایر شاخص‌ها که از ترکیب سایر عناصر اقلیمی بهره می‌گیرند، شاخصی ضعیف و لرزان باشد.

روابط ۲ و ۴ نشان می‌دهند پایه و اساس هر یک از دو شاخص محیطی دمای ظاهری (AT)، ترموهیگرومتری (DI)، دو عامل اقلیمی دمای هوا و دمای نقطه شبنم می‌باشد. بنابراین انتظار است

هر دو شاخص رفتار آسایشی و راحتی یکسانی را برای شهرهای با عوامل اقلیمی مشابه نشان دهند. در این راستا بر مبنای جدول ۲، مقادیر تقریباً برابری از میانگین دمای هوا و دمای نقطه شبنم برای شهرهای سمنان در اقلیم خشک گرم، زابل و کاشان در اقلیم خشک خیلی گرم برقرار است. در حالی که از دیدگاه این دو شاخص هر سه شهر با قدری اختلاف جزئی در دو گروه متفاوت قرار گرفته‌اند. به این ترتیب که بر اساس شاخص ترموهیگرومتریک در هر سه شهر احساس راحتی برای ساکنین برقرار و بر اساس شاخص دمای ظاهری امکان خستگی با فعالیت ممتد فیزیکی وجود دارد. این نتیجه می‌تواند تضاد در ارزیابی‌های این دو شاخص را نشان دهد. ضمن آن‌که شهر زابل با توجه به مقادیر سرعت بالای باد اصولاً نمی‌تواند در گروه شهرهای راحت قرار گیرد.

از طرفی با وجود شرایط تقریباً مشابه برای سه شهر بندرعباس، بوشهر و بندرلنگه از نظر اقلیم و مقادیر رطوبت نسبی، دمای هوا و دمای نقطه شبنم (جدول ۲)، ارزیابی‌های شاخص DI برای هر سه شهر یکسان و در طبقه ۱ به معنای رنجش ۱۰۰ درصد افراد از گرما می‌باشد (جدول ۳). در حالی که طبق شاخص AT شهر بوشهر نسبت به بندرلنگه مطلوب‌تر توصیف می‌شود. این نتیجه در راستای گزارش عسگری و همکاران (۲۰۰۹) مبنی بر وجود شرایط نامطلوب آسایش در بندرلنگه نسبت به بوشهر است. به عبارت دیگر با وجود یکسان بودن عوامل به کار گرفته در هر دو شاخص و یکسان بودن مقادیر عوامل اقلیمی در هر سه شهر، ارزیابی‌های هر دو شاخص متفاوت است. در مطالعه قنبری و همکاران (۲۰۱۰) نیز علی‌رغم مطالعه آسایش انسانی در شهر لار بر مبنای چندین شاخص، نتایج متفاوتی از هر شاخص حاصل شد که گویای این مطلب است که بررسی آسایش انسان دارای پیچیدگی بوده و لزوم استفاده از چندین شاخص را می‌رساند.

در یک مقایسه دیگر شاخص AT وضعیت شهرهای اصفهان، کرمان و زاهدان را با وجود تفاوت قابل ملاحظه در مقدار دمای نقطه شبنم (جدول ۱) در دسته شهرهای دارای آسایش بدون خطر گرم‌زدگی، آفتاب‌زدگی و فاقد خستگی قرار می‌دهد. این بدان معنی است که شاخص AT نتوانسته به خوبی تفاوت دمای نقطه شبنم را نشان دهد. مشابه چنین حالتی برای شاخص DI هم وجود دارد به طوری که دمای هوا در شهرهای دزفول، آبادان، اهواز، بندرلنگه و بندرعباس در یک محدوده و ۳۷-۳۴ درجه سانتی‌گراد است اما دمای نقطه شبنم دو شهر بندرلنگه و بندرعباس بیش از دو برابر دمای نقطه شبنم شهرهای دزفول، آبادان و اهواز است (جدول ۱). با این حال شاخص DI میزان آسایش هر پنج شهر را با وجود تفاوت آشکار دمای نقطه شبنم در کلاس ۱ که بیان‌گر رنجش ۱۰۰ درصد افراد از

گرما می‌باشد، ارزیابی می‌کند. ولی این امر با واقعیت زندگی شهرهای فوق با توجه به تفاوت اقلیمی که بین آن‌ها وجود دارد، سازگار نمی‌باشد. به این ترتیب به نظر می‌رسد میزان راحتی و آسایش انسان در مناطق ساحلی مانند بندرعباس و بندر لنگه در مقایسه با نواحی دورتر از ساحل مانند اهواز و دزفول علاوه بر دما تحت تأثیر شرایط رطوبتی هوا نیز باشد.

گرچه دمای نقطه شبنم بیان‌گر خصوصیات رطوبتی است اما عاملی شبانگاهی است و به‌کارگیری مستقیم عامل رطوبت در روز مناسب‌تر است. زیرا عدم راحتی و عدم آسایش اقلیمی با توجه به فعالیت‌های روزانه انسان اهمیت می‌یابد و در شب به دلیل برقرار نبودن فعالیت‌های فیزیکی و عدم حضور خورشید به‌عنوان عامل تغذیه شار حرارتی به‌طور خودکار آسایش نسبی برقرار است. از این منظر شاخص دمای مؤثر استاندارد که ترکیبی از دو عامل دمای هوا و رطوبت نسبی است می‌تواند با توجه به گزارشات تکیه‌خواه و همکاران (۲۰۱۰) شاخصی مناسب‌تر باشد. آنان با در نظر گرفتن عوامل اقلیمی دما و رطوبت نشان دادند که پارک جنگلی آبیدر سنندج برای شش ماه از سال جهت ایجاد شرایط تفریحی مناسب است. براساس این شاخص رفتار زیست اقلیمی سه شهر اصفهان، کاشان و سبزوار در کلاس ۵ به‌عنوان شهرهایی دارای آسایش ارزیابی می‌شود (جدول ۳). با مراجعه به جدول ۲ مشخص است که این سه شهر با این که در دو اقلیم متفاوت هستند ولی از نظر رطوبت نسبی و دمای هوا در یک محدوده قرار دارند. از طرف دیگر شهرهای زاهدان و کرمان از دو اقلیم مختلف نیز رفتار زیست اقلیمی کاملاً مشابهی دارند (جدول ۳). در تایید این مطلب می‌توان به عوامل سرعت باد، رطوبت نسبی، دمای نقطه شبنم و دمای هوای دو شهر زاهدان و کرمان اشاره داشت که طبق جدول ۲ در یک محدوده می‌باشد و دمای نقطه شبنم هر دو شهر ضمن تفاوت مقداری از نظر علامتی منفی است. این دو شهر براساس شاخص‌هایی که دمای نقطه شبنم را در نظر می‌گرفتند (شاخص‌های DI و AT) در گروه شهرهای راحت بوده و شاخص دمای مؤثر استاندارد نیز با توجه به عدم لحاظ دمای نقطه شبنم، این دو شهر را در گروه شهرهای راحت ارزیابی نموده است.

در مجموع همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است در شاخص دمای مؤثر استاندارد گرایش به گرمی در ماه مرداد وجود دارد. در تیر ماه که اوج گرم شدن هوا می‌باشد ۸ شهر در طبقات توصیفی ۴ و کمتر از ۴ به معنای گرم و خیلی گرم قرار دارند. در مرداد ماه گرم شدن شهرها در مقایسه با تیرماه به ۹ شهر افزایش یافته و در شهریور ماه با توجه اتمام فصل تابستان تعداد شهرهای گرم به ۶ شهر کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد روند افزایشی و سپس کاهش دمای مؤثر استاندارد در راستای افزایش و

کاهش دمای هوا طی ماه‌های فصل تابستان است. همچنین براساس شاخص دمای مؤثر استاندارد، در هیچ یک از شهرها و هیچ یک از ماه‌های فصل تابستان، تنش گرمایی بسیار شدید مشاهده نشد. در شهرهای بندرعباس، بندرلنگه و بوشهر تنش گرمایی شرجی وجود دارد که با توجه به مجاورت و نزدیکی به سواحل خلیج فارس منطقی به نظر می‌رسد. به نظر می‌رسد نتایج حاصل از شاخص SET با واقعیات اقلیمی نیمه جنوبی کشور تطابق بیشتری دارد و دو عامل دمای هوا و رطوبت نسبی در مقایسه با دمای هوا و دمای نقطه شبنم ارزیابی بهتری از ضریب آسایش ارائه داده است. بنابراین می‌توان شاخص SET را شاخصی مناسب در ارزیابی میزان آسایش شهرهای مورد مطالعه دانست.

### نتیجه‌گیری

در این بررسی آسایش انسان بر پایه شاخص‌های زیست اقلیمی در ۱۴ شهر در مقیاس زمانی روزانه و ماهانه مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی آسایش و عدم آسایش انسان به عوامل و مشخصه‌های اقلیمی و جوی بستگی دارد که در این مطالعه شاخص‌های AT، SET، DA و U استفاده شد. در این تحقیق مشخص شد شاخص SET به دلیل استفاده ترکیبی از عوامل جوی روزانه با واقعیات مناطق مورد مطالعه تطابق بیشتری دارد. طیف بیوکلیمایی مناطق مورد مطالعه در سه ماهه فصل تابستان از بیوکلیمای شرجی با دامنه تغییرات ۲۷/۵-۳۰ تا بیوکلیمای خنک با دامنه تغییرات ۱۷/۸-۱۵/۵ است و اشکال متفاوتی را در بر گرفته است. در این پژوهش مشخص شد که ساکنین شهرهای بندرعباس و بوشهر در اغلب روزهای تابستان به دلیل بالا بودن دمای مؤثر استاندارد با شرایط اقلیمی شرجی مواجه هستند. سایر شاخص‌ها نیز شرایط مشابهی را برای این دو شهر نزدیک به خلیج فارس ارائه دادند. در این پژوهش معلوم شد دمای مؤثر استاندارد شهرهای اصفهان، کاشان، کرمان، سبزوار و زاهدان پایین‌تر از محدوده‌های تنش گرمایی است و در اکثر روزهای تابستان بیوکلیمای آسایش با دامنه تغییرات ۱۷/۸-۲۲/۲ وجود دارد. به این ترتیب برای مردم این مناطق مشکلی از نظر تنش گرمایی وجود ندارد.

منابع

1. Asgari, A., Askari Shirazi, H., and Momeni, S. 2009. The heat index method in synoptic stations of southern coast. *Geography (J. Iran Geography Association)*. 7: 20, 21: 145-162.
2. Bahreyni, S.H., and Karimi, K. 2002. Environmental planning for land development, Tehran University Publications.
3. Critchfield, H.J. 1983. General climatology prentice Hall, 412 Pp.
4. Danielson, E., Lerin, J., and Abrams, E. 2003. Meteorology. Second edition. 558 pp.
5. Dargahian, F., and Mirzaei, H. 2006. Wind-chill Index as an Effective Climatology Index to Human Being Convenience. *Nivar*. 61: 19-30.
6. De Freitas, C.R. 2003. Tourism climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector; *International J. Biometeorology*, 48: 45-54.
7. Fanger, P.O., 1972. Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering, McGraw-Hill, 86- 102.
8. Ghafari, A., Ghasemi, V. and Vadi, D. 2004. zoning of Iran agriculture Climatic with UNESCO method. *Drouth and Drought*. 12: 30-35.
9. Ghanbari, A., Afifi, M.E., and Sadeghi, G.R. 2010. Reviewing on the assessment of guman comfort in considering Larb bioclimatic indices. *J. physical geography*. 3: 10, 93-109.
10. Gonzalez, R.R., Nishi, Y., and Gage, A.P. 1974. Experimental Evaluation of Standard Effective Temperature by a New Bio meteorological Index of Man's Thermal Discomfort, *Int. J. Biometeor*. 18: 1, 1-15.
11. Jahan Bakhsh, S. 1998. Assessment of Tabriz human climate Environmental and building heating needs. *J. Geographical Research*. 48: 67-68.
12. Kaviani, M.R. 1993. Assessment and mapping of human biology climatology preparation. *J. Geographical Research*. 28: 78.
13. Khaledi, S.H. 1998. Weather and City. Nature Publishing. 226 Pp.
14. Khoshhal, J., Ghazi, I., and Arvin, A. 2006. Cluster Grouping in Human Bioclimatic Classification: A Case Study of Isfahan Province. *J. Esfahan University Research (Humanities)*. 2: 1, 171-186.
15. Majnooni Haris, A., and Nazemossadat, M.J. 2008. Investigation of Human Comfort in Different Climate Conditions (Case study: Shiraz, Bandar Abbas, Birjand and Ardebil. *J. Environmental Studies*. 34: 4, 71-80.
16. Maynarol, D., Coull, B.A., Gryparis, A., and Schwartz, J. 2007. Mortality risk associated with short-term exposure to traffic particles and sulfates. *115: 5, 751-755*.
17. Mieczkowski, Z. 1985. The tourism climate index: A method for evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer*. 29: 220-233.



18. Mohammadi, H., and Saeidi, A. 2008. Effective bioclimatic indexes on human comfort assessment (case study: Ghom city). *J. environmental studies*. 34: 47, 73-86.
19. Mokhtari, D. 2010. Assessment of ecotourism potential of geomorphic sites at asyab- kharabeh catchment area in north west of Iran by prolong method. *Geography and development*. 8: 18, 27-52.
20. Moran, J.M., and Morgan, M.D. 1995. *Essential of wealth*, Prentice Hall New York, 351 pp.
21. Nazemossadat, M.J., Dashtakian, K., and Dejbani, S. 2002. Comparison of Human comfort level in humans comfortable climate in climate of central regions of Iran and Caspian Sea: A Case Study of Yazd, Golestan. *J. Environmental Studies*. 29: 51-57.
22. Nilsson, H.O. 2007. Thermal comfort evaluation with virtual manikin methods. *Building and Environment*. 42: 12, 4000-4005.
23. Omidvar, K., Beyranvanzadeh, M., and Rostam gourani, E. 2010. Scrutiny efficacy climate upon architecture native shore south Iran. 4th international congress of the Islamic world geographers (ICIWG). 14-16 April. Zahedan. Iran.
24. O'Neill, M.S., Zanobetti, A., and Schwartz, J. 2003. Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities. *Am J Epidemiol*. 157: 12, 1074-1082.
25. Ramezani, B. 2006. The recognition of ecotourism bioclimatic comfort in kiyakalaye, (Langrood) wetland using avanz method. *J. geography and regional development*. 7: 73-87.
26. Saligheh, M. 2004. Modelling of housing construction in accordance with climatic factors of Chabahar. *Geography and development* 2: 4, 147-170.
27. Sari Saraf, B., Mohamadi, G., and Hoseyni Sadr, A. 2010. Determine the most appropriate Ray Man index to study climate comfort. 14th Geophysics Conference of Iran, Tehran. 100-105.
28. Steadman, R.G. 1979. The assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent, temperature *J. applied meteorology*, 18: 7, 874-885.
29. Tekyeh Khah, J., Hosseini Nasr, S.M., Oladi, J., and Shaabani, M. 2010. Evaluation of recreational capability of abider forest parks using GIS. *Environmental researches*. 1: 1, 35-42.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(6), 2013*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Study of human comfort based on bio-climate index in warm and arid regions of Iran**

**\*H. Zare Abyaneh**

Associate Prof., Dept. Irrigation and Drainage Engineering,  
Agriculture Faculty Bu-Ali Sina University

Received: 10/22/2011 ; Accepted: 11/12/2012

### **Abstract**

Bio-climate studies, from the viewpoint of human comfort is the foundation of management planning. In the present study of four climatic parameters including apparent temperature, Standard Effective Temperature, Thermo hygrometric and wind for the study of human comfort was used in 14 cities. Areas of study include Abadan, Ahvaz, Bandar Lengeh and Bandar Abbas, Bushehr, Dezful, Esfahan, Kerman, Sabzevar, Semnan, Zahedan, Kashan, Yazd and Zabol, which were classified in two summer climates of very hot and hot. Meteorological variables used included daily values of air temperature, dew point temperature, relative humidity and wind speed at a height of two meters of summer, in the period 1385-1350. Results showed that relative humidity as a factor in comparison with daily dew point temperature as a factor at night represents the human comfort level in most coastal areas and is non-coastal. Thus, the standard effective temperature index (SET) because of a combination of weathering study areas daily realities, is more compliant. Accordingly, Bio-climate spectrum study areas, was in the quarter from Bio-climate sultry summer, with a range 27.5-30, Bio-climate to cool, with a range 15.5-17.8. Overall index based SET, in June that the weather warming began, eight cities in descriptive categories were hot and very hot. In August, compared with urban warming July, the city increased to nine, and in September with completion in summer, the number of cities to the city six decreased. Also, the SET index was based on any of the cities and none of the months of summer heat stress and severe cold stress. In the cities of Bandar Abbas, Bushehr and Bandar Lengeh, sultry heat stress is due to close proximity to the Persian Gulf, seems logical.

**Keywords:** Bio-climate, Health index, Temperature, Relative humidity, SET

---

\* Corresponding author; Email: zareabyaneh@gmail.com