

تعیین سطوح آسایش اقلیمی ماهانه در منطقه آزاد چابهار با نگاه گردشگری

خدیجه جوان*

استادیار آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه ارومیه

چکیده

با توجه به رابطه تنگاتنگ اقلیم و گردشگری، سازمان‌های گردشگری باید در برنامه‌ریزی‌ها و طراحی‌های آینده، پتانسیل‌های زیست اقلیمی مناطق را مدنظر قرار دهند. در این پژوهش به منظور شناخت قابلیت‌های اقلیم گردشگری در منطقه آزاد چابهار از شاخص‌های زیست اقلیمی ترجونگ، شاخص گرما، humidex، فشار عصبی، دمای مؤثر و بیکر استفاده شد. در همین راستا داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک چابهار که در منطقه آزاد واقع شده است، در طی دوره ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که در این منطقه، ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر از بیشترین آسایش اقلیمی برای گردشگری برخوردار هستند و کلیه مدل‌ها مطلوبیت این ماه‌ها را مورد تأیید قرار می‌دهند. بر طبق نتایج بدست آمده از اکثر مدل‌ها، در این ایستگاه ماه‌های می، ژوئن و ژوئیه دارای شرایط آسایشی نامطلوبی برای گردشگران می‌باشند و مسافرت به منطقه در این ماه‌ها توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: اقلیم گردشگری، پتانسیل‌های اقلیمی، شاخص‌های زیست اقلیمی، منطقه آزاد چابهار

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- مقدمه

صنعت گردشگری تأثیرات فراوانی بر ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی جامعه دارد به گونه‌ای که بسیاری از سیاست‌گذاران توسعه، از این صنعت به عنوان رکن اصلی توسعه پایدار یاد می‌کنند. امروزه گردشگری به عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع جهان که نقش عمده‌ای در بهبود وضعیت اقتصادی کشورها و توسعه اقتصادی آنها دارد، مورد توجه قرار گرفته است. توسعه صنعت گردشگری، به ویژه برای کشورهای در حال توسعه که با معضلاتی همچون میزان بیکاری بالا، محدودیت منابع ارزی و اقتصاد تک محصولی مواجه هستند، از اهمیت فراوانی برخوردار است. اقتصاد ایران نیز اتکای شدیدی به درآمدهای حاصل از صادرات نفت دارد؛ از این رو به منظور تنوع بخشیدن به منابع رشد اقتصادی و همچنین ایجاد فرصت‌های شغلی، توسعه گردشگری در کشور ضروری است (طیبه و همکاران، ۱۳۸۶: ۲).

عوامل زیادی بر صنعت گردشگری تأثیر می‌گذارند که یکی از آنها آب و هواست و دیگری اطلاعات مورد نیاز گردشگران برای سفر، شرایط فصلی و محلی مقصد می‌باشد. همراه با موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، چشم‌انداز، پوشش گیاهی و جانوران، آب و هوا به عنوان یکی از مهمترین منابع پایه محلی در توسعه صنعت گردشگری نقش ایفا می‌کند. بدین ترتیب می‌توان گفت که آب و هوا دارای خصیصه یک ثروت عظیم طبیعی است که با تأثیرگذاری بر منابع محیطی، طول مدت و کیفیت توریسم، سلامتی گردشگران و حتی تجارب شخصی گردشگران را نیز کنترل می‌کند (اسکات^۱ و همکاران، ۲۰۰۴: ۱۰۵). اکثر گردشگران برای انتخاب مقصد گردشگری، ملاحظات اقلیمی را مورد توجه قرار می‌دهند، به طوری که اقلیم از دیدگاه برنامه‌ریزی گردشگری بسیار اهمیت یافته و گردشگران معمولاً در جستجوی اقلیم مطلوب یا آسایش هستند که در آن، فرد هیچ گونه احساس ناراضی و عدم آسایش حرارتی و اقلیمی ندارد و این عامل نقش مهمی در تصمیم‌گیری برای مقاصد گردشگری دارد (ماتزاراکیس^۲، ۱۹۹۷: ۲۶). از این رو معرفی و کاربرد شاخص‌های اقلیمی گردشگری جزو روش‌های مؤثر در زمینه شناخت هر چه بیشتر اثرات متقابل اقلیم و گردشگری به شمار می‌آید.

بهترین نوع مطالعات، آن دسته مطالعاتی می‌باشد که همه جنبه‌های اقلیمی مؤثر بر آسایش گردشگران را مدنظر قرار داده است (مادیسون^۳، ۲۰۰۱: ص ۱۹۵). از طرفی بهتر است این گونه مطالعات برای هر منطقه‌ای به طور جداگانه بررسی گردد تا بهتر بتوان الگوی تقاضای گردشگری منطقه را معرفی نمود. تاکنون تلاش‌های زیادی در زمینه ابداع شاخص‌های تجربی برای ارزیابی آسایش حرارتی انسان صورت گرفته است. نتیجه این تلاش‌ها وجود حداقل ۲۰۰ شاخص اقلیم گردشگری پیشنهاد شده از سوی محققان است (امیران آشویلی و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۸).

در ارتباط با اقلیم گردشگری و زیست اقلیم مطالعات بیشماری در جهان و همچنین در ایران انجام گرفته است که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود: اسکات و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از شاخص اقلیم توریستی میسکوفسکی به مطالعه اقلیم گردشگری در ۹ شهر مهم کانادا و آمریکا پرداخته‌اند. ماتزاراکیس (۲۰۰۷) به بررسی مدل‌های آسایش اقلیمی و شاخص‌های آن پرداخته و چگونگی استفاده از اطلاعات

1 - Scot

2 - Matzarakis

3 - Maddison

اقلیمی را در مطالعات گردشگری نشان داده است. نمس و همکاران^۱ (۲۰۰۷) تغییرات بیوکلیماتیک حرارتی و تأثیر آن بر گردشگری را در منطقه توریستی دریاچه بالاتن^۲ مجارستان بررسی نمودند.

کاوایانی (۱۳۷۲) با استفاده از شاخص ترجونگ، به تهیه نقشه زیست اقلیمی و بررسی اقلیمی حیاتی کشور پرداخت. محمدی و سعیدی (۱۳۸۷) با بهره‌گیری از شاخص‌های زیست اقلیمی بیکر، ترجونگ و فشار عصبی به بررسی وضعیت آسایش انسان در قم پرداختند. جوان و ملازاده (۱۳۹۲) با استفاده از شاخص‌های بیکر، فشار عصبی، شاخص گرما، عدم آسایش و شاخص دما-رطوبت تام، اقلیم گردشگری ارومیه را مورد ارزیابی قرار دادند. عسکری و همکاران (۱۳۸۸) شاخص گرما (HI) را در ایستگاه‌های همدیدی سواحل جنوبی کشور مورد مطالعه قرار دادند. درگاهیان و رضایی (۱۳۹۳) به بررسی شرایط سینوپتیکی و بیوکلیماتولوژی شاخص گرما در ایستگاه‌های ساحلی و دریایی جنوب پرداختند. میری و همکاران (۱۳۹۴) وضعیت زیست اقلیمی شهر هرمزگان را بر اساس شاخص humidex بررسی نمودند. رضانی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی وضعیت اقلیم گردشگری شهرستان رودسر با استفاده از شاخص فشار عصبی پرداختند. جوان و همکاران (۱۳۹۴) شرایط آسایش اقلیمی شمال غرب ایران را با استفاده از شاخص فشار عصبی ارزیابی کردند. کاویانی و همکاران (۱۳۸۵) به ارزیابی شاخص دمای مؤثر در ایران پرداختند. عزیززاده و جوان (۱۳۹۲) نیز به پهنه بندی شمال غرب کشور با شاخص دمای مؤثر پرداختند. کاویانی (۱۳۷۱) با استفاده از معادله بیکر اقدام به تهیه دو نقشه بیوکلیمایی تابستانه و زمستانه برای نواحی شمالی و جنوبی ایران کرد. رضانی و ابراهیمی (۱۳۸۸) به بررسی شرایط مطلوب آسایش بیوکلیماتیک نوار ساحلی غرب مازندران با روش بیکر پرداختند.

با توجه به این که شناخت توان‌های زیست اقلیمی در مناطق مختلف جغرافیایی، می‌تواند به برنامه‌ریزی اکوتوریستی و بهره‌برداری مناسب از جاذبه‌های طبیعی کمک نماید، در این پژوهش نیز سعی بر این است که با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی ترجونگ، شاخص گرما، humidex، فشار عصبی، دمای مؤثر و بیکر، قابلیت‌های اقلیم گردشگری در منطقه آزاد چابهار شناسایی و گامی کوچک برای توسعه و گسترش صنعت توریسم در این منطقه برداشته شود.

۲- مبانی نظری

آب و هوا مهم‌ترین عامل در توسعه صنعت گردشگری محسوب می‌شود. مسافرت‌های گروهی و دسته‌جمعی با شرایط آب و هوایی پیوند می‌خورد. آب و هوا و تنوع اقلیمی یکی از مهم‌ترین جاذبه‌های توریستی است که بخش قابل توجهی از گردشگران را به منظور استفاده از آب و هوای گرم-تر و یا خنک‌تر از محل اقامت خود، به انجام مسافرت توریستی ترغیب می‌نماید. بطور کلی کسی مایل به مسافرت به محلی نیست که هوای آن نامساعدتر از هوای محل اقامتش باشد.

آسایش زیست اقلیمی به تعادل حرارتی بدن انسان با محیط اطرافش وابسته است. این تعادل به ترکیب عواملی مانند: ویژگی‌های هوای اطراف، فعالیت فیزیکی شخص، درجه حرارت، رطوبت نسبی، تابش آفتاب و باد وابسته است. حالت تعادل آسایش زیست اقلیمی، زمانی به وقوع می‌پیوندد که تعادل دمای دفع

^۱- Németh et al.

^۲- Balaton

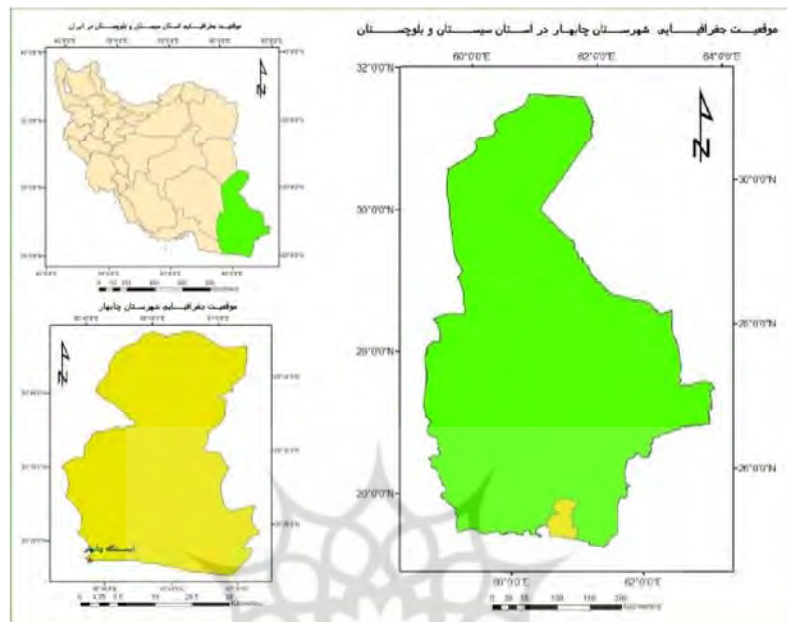
شده و جذب شده بین پوست و محیط ایجاد شود و سبب متعادل ماندن دمای درونی بدن انسان در ۳۷ درجه‌ی سانتیگراد شود (کسمایی، ۱۳۶۳: ۲۶). مطالعه زیست اقلیم انسانی از دید جغرافیا و تهیه نقشه های جامع، به عنوان زیربنای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (کاویانی، ۱۳۷۲، ۷۹). با توجه به گسترش صنعت گردشگری در سالهای اخیر و لزوم برنامه‌ریزی در آن، شناخت اوضاع اقلیمی مناطق در ارتباط با انسان می‌تواند از مهمترین معیارهای برنامه‌ریزی در امر گردشگری باشد. یکی از عوامل مؤثر بر زندگی، آسایش و سلامتی انسان، شرایط جوی و اقلیمی است. امروزه مطالعه تأثیر وضعیت جوی بر روی زندگی، سلامتی، آسایش و اعمال و رفتار انسان در قالب زیست اقلیم انسانی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد (بیبیر و هیگینز، ۱۳۸۱: ۹۳). در عین حال مطالعات بیوکلیماتیک انسانی پایه و اساس بسیاری از برنامه‌ریزی‌های عمران ناحیه‌ای، به‌ویژه در زمینه مسائل شهری و سکونتگاهی، معماری و جهانگردی است و نتایج حاصل از این گونه مطالعات در اسکان بشر در مناطق جدید و نیز توسعه سکونتگاه‌های موجود، مورد بهره برداری قرار می‌گیرد. در این راستا مبنای بسیاری از بررسی‌های مربوط به تعیین بیوکلیمای انسانی، تعیین درجه تأثیر اقلیم بر روی فیزیولوژی انسانی در شرایط متعارف، بازتاب احساسی است که انسان در هر مکان و اقلیم مختلف و تحت شرایطی نظیر ایجاد میکروکلیمای مصنوعی بدست می‌آورد.

۳- موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقه آزاد تجاری صنعتی چابهار، یکی از مناطق آزاد هفت گانه کشور است که در راستای اهداف اقتصادی کشور، در اوایل دهه ۱۳۷۰ در مجاورت شهرستان چابهار و در حاشیه دریای عمان تأسیس شده است. منطقه آزاد چابهار با مساحت ۱۴۰ کیلومتر مربع مشرف بر دریای عمان و متصل به سرزمین اصلی است و به وسیله شبکه حمل و نقل زمینی و هوایی از شمال به کشورهای آسیای میانه و افغانستان، از شرق به پاکستان و از جنوب به اقیانوس هند اتصال می‌یابد. دسترسی مستقیم به آبهای آزاد و قراردادن در خارج از خلیج فارس و همین‌طور عدم آسیب‌پذیری در مواقع بروز بحران، موقعیت استراتژیکی را برای ایجاد یک گذرگاه ارتباطی بین کشورهای آسیای میانه و سایر کشورهای جهان فراهم آورده‌است. این منطقه ایمن‌ترین، کوتاه‌ترین و ارزان‌ترین محل ارتباط ترانزیت و حمل مجدد کالا از آبهای بین‌المللی به آسیای میانه و قفقاز است. بندر چابهار که در برگزیده بخش اصلی منطقه آزاد چابهار است در منتهی الیه جنوب شرقی ایران قرار دارد و تنها شهر بندری ایران است که به آب‌های اقیانوسی متصل است. شکل ۱ نقشه شهرستان چابهار و موقعیت آن را در استان سیستان و بلوچستان نشان می‌دهد.

بندر چابهار از خوش آب و هواترین بنادر جنوبی ایران به شمار می‌رود. قرار گرفتن در مسیر بادهای موسمی در تابستان چابهار را به خنک‌ترین و در زمستان به گرم‌ترین بندر جنوبی کشور تبدیل کرده است. میانگین درجه حرارت بندر چابهار ۲۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بطور کلی آب و هوای چابهار دارای حداقل تغییرات در فصول چهارگانه سال است. یکسان بودن و تغییرات اندک آب و هوایی در چهارفصل سال علت اصلی این نامگذاری بوده است. خلیج چابهار، اسکله تیس و رمین، تالاب لیپار، رشته ارتفاعات فرسایش یافته، اسکله و موج‌شکن بربیس، خلیج گواتر، جنگل‌های حرا (مانگرو)، پدیده گل افشان، روستای قدیمی تیس، سواحل زیبای صخره‌ای و ماسه‌ای، دریای نیلگون، ارتفاعات زیبا و دیدنی و محصولات گرمسیری متنوع از مهمترین جاذبه‌های طبیعی و گردشگری چابهار محسوب می‌گردد.

با توجه به این که یکی از اهداف ایجاد منطقه آزاد چابهار توسعه اقتصادی منطقه در امور بازرگانی، صنعتی، گردشگری، حمل و نقل و ترانزیت و خدمات می باشد، توجه به پتانسیل ها و توانمندی های طبیعی و انسانی منطقه امری ضروری می باشد. کشف این پتانسیل ها و توجه به آنها در برنامه ریزی ها و تصمیم گیریها نقش مهمی در توسعه صنعت گردشگری خواهد داشت.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۴- روش تحقیق

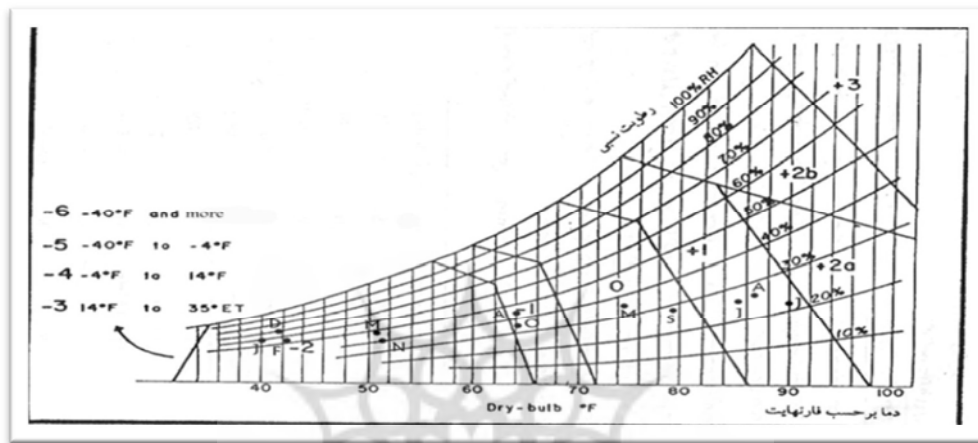
در این پژوهش به منظور ارزیابی جامع پتانسیل های اقلیم گردشگری در منطقه آزاد چابهار از مدل ها و روش های مختلفی استفاده شد تا ضمن مقایسه نتایج حاصل شده از هر مدل با سایر روش ها، دید کلی و همه جانبه نگری نسبت به وضعیت بیوکلیمایی منطقه حاصل شود. از این رو پنج شاخص مهم اقلیمی مدنظر قرار گرفت که عبارتند از شاخص ترجونگ، شاخص گرما^۱ (HI)، شاخص Humidex، شاخص فشار عصبی، شاخص دمای مؤثر (ET) و شاخص بیکر. در این زمینه به منظور محاسبه روابط مطرح در این شاخص ها از آمار ۳۰ ساله ایستگاه سینوپتیک چابهار طی سال های آماری ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ استفاده شد.

۴-۱- شاخص ترجونگ

شاخص ترجونگ یکی از مهم ترین روش های زیست اقلیم انسانی برای ارزیابی آسایش انسان محسوب می شود. امتیاز این روش نسبت به سایر روش ها این است که از کلیه مشخصه های اقلیمی همچون دما، رطوبت، باد، تابش و ساعات آفتابی که مجموعه شرایط دمایی بدن انسان را کنترل می کنند، استفاده شده است. با استفاده از این شاخص می توان مناسب ترین منطقه را برای اقامت و سکونت افرادی که از حساسیت، و یا بیماری های مربوط به نوع هوا و اقلیم رنج می برند، مشخص کرد (کاویانی، ۱۳۷۲: ۷۸).

^۱ - Heat Index

شاخص ترجونگ براساس ضریب راحتی و ضریب تأثیر خنک کنندگی باد استوار است. برای تعیین ضریب راحتی از مدل محدوده ضرایب راحتی که در شکل ۲ آمده، استفاده شده است. این نمودار در واقع نشان دهنده میزان آسایشی است که انسان در شرایط ترکیب‌های متفاوت دما و رطوبت و شرایط متعارف، یعنی پوشش معمولی و عدم فعالیت فیزیکی به دست می‌آورد (ترجونگ، ۱۹۶۸، ۱۲۳-۱۱۹). در این نمودار، محور افقی، معرف دما بر حسب فارنهایت و خطوط منحنی، معرف رطوبت نسبی بر حسب درصد است. برخورد این دو عنصر اقلیمی در شرایط متعارف، در محدوده‌های مختلفی قرار می‌گیرد که با اعداد و نمادهایی نشان داده شده است (جدول ۱).



شکل ۲- محدوده ضرایب راحتی بر حسب شاخص ترجونگ (ترجونگ، ۱۹۶۸: ۱۲۰)

جدول ۱: مفاهیم نهادها و علائم ضریب راحتی شاخص ترجونگ

شرح	گروه	احساس غالب	سمبل
Ultra cold	Uc	ماورای سرما	-۶
Extremely cold	Ec	فوق‌العاده سرد	-۵
Cold	Vc	بسیار سرد	-۴
Keen	Cd	سرد	-۳
Cool	K	بسیار خنک	-۲
Moderate	C	خنک	-۱
Warm	M	مطبوع	۰
Hot	W	گرم	+۱
Very hot	H	داغ	+۲A
Extremely hot	S	بسیار داغ	+۲B
Ultra hot	Eh	فوق‌العاده داغ	+۳

منبع: (محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۷۶)

۲-۴- شاخص گرما (HI)

استیدمن^۱ در سال ۱۹۷۹ مدلی زیست هواشناختی برای تعیین مقدار کمی اثر رطوبت روی دمای ظاهری بیان کرد و نتایج این مدل توسط مرکز هواشناسی ملی آمریکا به عنوان نمایه گرما پذیرفته شد (انسون^۲، ۲۰۰۲). وی در این مدل متغیرهای هواشناختی و فیزیولوژیکی و عامل پوشاک را برای تعیین مقاومت کل بدن نسبت به انتقال گرما و رطوبت تحت شرایط دما و رطوبت‌های گوناگون مورد استفاده قرار داد (عسگری و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۴۹). شاخص گرما اندازه دقیقی از احساس گرما در ترکیب معینی از دما و رطوبت به طور همزمان می باشد. این شاخص در فصل تابستان نقطه مقابل شاخص سوزیاد در فصل زمستان است و می تواند به عنوان یک شاخص اقلیمی مؤثر بر راحتی انسان قلمداد شود (درگاهیان و رضایی، ۱۳۹۳: ۴۴).

به منظور تهیه رابطه‌ای مناسب از شاخص گرما، مرکز هواشناسی ملی آمریکا معادله‌ای را ارائه داد که تنها با استفاده از داده‌های دمای هوا و رطوبت نسبی به عنوان متغیرهای مستقل، قادر به محاسبه تقریبی شاخص گرما است (عسگری و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۵۱). به طور کلی با استفاده از شکل ۳ محدوده‌های دمایی و با توجه به جدول ۲ نوع خطر را مشخص نمود.

Relative Humidity (%)	temperature (°F)															
	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
40	80	81	83	85	88	91	94	97	101	105	109	114	119	124	130	136
45	80	82	84	87	89	93	96	100	104	109	114	119	124	130	137	
50	81	83	85	88	91	95	99	103	108	113	118	124	131	137		
55	81	84	86	89	93	97	101	106	112	117	124	130	137			
60	82	84	88	91	95	100	105	110	116	123	129	137				
65	82	85	89	93	98	103	108	114	121	128	136					
70	83	86	90	95	100	105	112	119	126	134						
75	84	88	92	97	103	109	116	124	132							
80	84	89	94	100	106	113	121	129								
85	85	90	96	102	110	117	126	135								
90	86	91	98	105	113	122	131									
95	86	93	100	108	117	127										
100	87	95	103	112	121	132										

Caution
Extreme Caution
Danger
Extreme Danger

شکل ۳- محدوده ضرایب راحتی بر حسب شاخص گرما (درگاهیان و رضایی، ۱۳۹۳: ۵۲).

¹ - Steadman

² - Johnson

جدول ۲- طبقه بندی شاخص گرما و نوع خطر و احتمال عوارض متناظر با آن

نوع خطر	شاخص گرما	احتمال عوارض گرمایی برای مردم در گروه‌های خطر
خطر شدید (Extreme) (Danger)	(۱۳۰ °F یا بالاتر) (۵۴ °C یا بالاتر)	احتمال گرم‌زدگی (غش در اثر گرما) یا آفتاب زدگی
خطر (Danger)	(۱۰۵-۱۲۹ °F) (۴۱-۵۴ °C)	احتمال آفتاب زدگی، گرفتگی عضلات و یا خستگی مفرط در اثر گرما، احتمال گرم‌زدگی با در معرض گرما قرار گرفتن طولانی و یا فعالیت بدنی زیاد
حداکثر احتیاط (Extreme) (Caution)	(۹۰-۱۰۵ °F) (۳۲-۴۱ °C)	احتمال آفتاب زدگی، گرفتگی عضلات، و یا خستگی مفرط در اثر گرما با در معرض گرما قرار گرفتن طولانی و/ یا فعالیتهای بدنی زیاد
احتیاط (Caution)	(۸۰-۹۰ °F) (۲۷-۳۲ °C)	احتمال خستگی با در معرض گرما قرار گرفتن طولانی و یا فعالیت بدنی زیاد

منبع: (عسگری و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۵۲)

۳-۴- شاخص Humidex

Humidex یا HD یک شاخص استرس حرارتی است که توسط مسترسون^۱ و ریچاردسون^۲ در سال ۱۹۷۹ برای ارتباط شرایط آسایش حرارتی با دو پارامتر مهم دما و رطوبت نسبی ارائه گردیده است (آلفانو و همکاران، ۲۰۱۱: ۹۵). فرمول آرایه شده برای این شاخص بر پایه دو فرضیه مرتبط با سیستم تنظیم حرارت بدن استوار است. اولاً نقطه تعادل بدن انسان که در هوای ساکن و به صورت برهنه با گرما مواجه است، بر اساس معادله تعادل بدن، در گستره ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. دوماً بدن انسان قادر به فایق آمدن بر گرمای بیش از ۳۲ درجه در حضور رطوبت بیش از ۷۵ درصد نمی‌باشد. بر اساس دو فرضیه فوق، می‌توان گفت که شاخص Humidex یک شاخص تجربی است که برای شرایط اقلیمی خاص (نواحی معتدل کانادا) به کار می‌رود و بسیاری از عوامل مؤثر بر استرس‌های حرارتی هم چون مقاومت لباس، میزان متابولیسم، سرعت جریان‌های هوا و رطوبت‌های مختلف را در نظر نمی‌گیرد. اگرچه این شاخص در ابتدا به منظور پیش بینی وضع هوا مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما به دلیل استفاده راحت و ساده آن و بی‌نیازی به وسایل اندازه گیری پیچیده، کاربرد آن در ارزیابی استرس‌های گرمایی محیط‌های حرارتی روباز و سرپوشیده مورد توجه قرار گرفت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۱). شاخص Humidex با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$H = T + 0.5555(e - 10)$$

رابطه ۱) که در آن T دمای هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد و e فشار بخار آب بر حسب میلی‌بار می‌باشد. در جدول ۳ میزان آسایش انسان با توجه به مقادیر این شاخص آورده شده است.

^۱ - Masterson

^۲ - Richardson

جدول ۳: درجه بندی ضرایب آسایش شاخص humidex

میزان آسایش	مقادیر humidex
آسایش	۲۰ تا ۲۹
بروز درجات ضعیفی از ناراحتی	۳۰ تا ۳۹
ایجاد ناراحتی برای تمام افراد	۴۰ تا ۴۵
توقف برخی از فعالیت‌های بدن	بیشتر از ۴۵
سکته در اثر گرما	بیشتر از ۵۴

منبع: (آلفانو و همکاران، ۲۰۱۱: ۹۸)

۴-۴- شاخص فشار عصبی

این شاخص نوع فشار فیزیولوژیکی وارد آمده برای برقراری آسایش بین جذب و دفع گرما را مشخص می‌کند. هدف این شاخص تشریح سطح آسایش با استفاده از دما، رطوبت و باد است. در درجه حرارت‌های بالا، چهار عنصر اصلی اقلیمی تابش، دما، رطوبت و سرعت باد نقش ایفا می‌کنند ولی در دماهای کم، به ترکیب وضعیت باد و دما توجه شده بدون آنکه عامل رطوبت دخالت داده شود (محمدی، ۱۳۸۵، ۱۸۸). این شاخص برای دمای بیش از ۲۰ و کمتر از ۲۰ درجه به صورت‌های مختلف محاسبه می‌شود. شاخص فشار عصبی در دماهای بیشتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد به صورت ذیل بیان می‌شود:

رابطه ۲

که CI شاخص عددی آسایش، I شاخص دمای مؤثر و رطوبت با فرض شرایط آرام هوا و di شاخص اثر سرمایش اضافی ناشی از حرکت هوا است. I و di از روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$I = (0.25 + 0.725T) (1 + 0.00125u) \quad \text{رابطه ۳}$$

$$dI = -0.003(20 + 0.5u)T^5 \quad \text{رابطه ۴}$$

که T دما (فازنه‌ای) و U رطوبت نسبی (درصد) و V سرعت باد (میل بر ساعت) است. شاخص فشار عصبی برای دماهای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد با شیوه‌های زیر بیان می‌شود:

$$H = 0.05(36.5 - T) \quad \text{رابطه ۵}$$

$$H = \frac{1}{9}V^0.9 - V (33 - T) \quad \text{رابطه ۶}$$

در این روابط، H شاخص دمای مؤثر دمای کمتر از ۲۰ درجه، T دما (سانتی‌گراد)، V سرعت باد (متر بر ثانیه) است. جدول ۴ درجه بندی ضرایب آسایش شاخص فشار عصبی به تفکیک دو روش را نشان می‌دهد.

جدول ۴: درجه بندی ضرایب آسایش شاخص فشار عصبی

ضریب آسایش برای دماهای کمتر از ۲۰ درجه		ضریب آسایش برای دماهای بیشتر از ۲۰ درجه	
آهنگ سرمایش	ضرایب آسایش (H)	آهنگ گرمایش	ضرایب آسایش (CI)
خنک	۳۹۶ - ۵۴۰	خنک با شرایط عدم آسایش	کمتر از ۵-
خیلی خنک	۵۴۱ - ۷۹۰	خنک	۵- تا ۱-
سرد	۷۹۱ - ۹۹۹	آسایش	۰
خیلی سرد	۱۰۰۰ - ۱۱۹۹	گرم با شرایط آسایش	۱ تا ۵
سرماي گزنده	۱۲۰۰ - ۱۴۳۹	گرم با شرایط عدم آسایش	۶ تا ۱۰
یخزدگی سطح پوست	۱۴۴۰ و بیشتر	شرایط عدم آسایش زیاد	۱۱ تا ۱۵
		شرایط عدم آسایش کامل	بالاتر از ۱۵

منبع: (غلامی بیرقدار، ۱۳۷۷: ۱۰۰)

۵-۴- شاخص دمای مؤثر (ET)

دمای مؤثر دمای هوای آرام و اشباع شده‌ای است که بتواند بدون تابش همان تأثیر را داشته باشد (ذوالفقاری، ۱۳۸۹: ۸۶) دمای مؤثر با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود (محمدی، ۱۳۸۵: ۱۲۳):

$$ET = t - 0.6 * (t - 10) * (1 - RH/100) \quad \text{رابطه ۷}$$

در رابطه‌ی بالا، ET دمای مؤثر، t دمای هوا به سانتی‌گراد و RH رطوبت نسبی به درصد است سپس براساس نتایج فرمول، جدول ۵ تنظیم شده است.

جدول ۵: آسایش انسان بر اساس دمای مؤثر

ضریب حرارتی	مقادیر ET
بسیار گرم	> ۳۰
شرجی	۲۷/۵ - ۳۰
خیلی گرم	۲۵/۶ - ۲۷/۵
گرم	۲۲/۲ - ۲۵/۶
آسایش	۱۷/۸ - ۲۲/۲
خنک	۱۵/۵ - ۱۷/۸
خیلی خنک	۱/۶۷ - ۱۵/۵
سرد	۱/۶۷ تا ۱۰-
خیلی سرد	۱۰- تا ۲۰-
بسیار سرد	< ۲۰-

منبع: (محمدی، ۱۳۸۵: ۱۲۴)

۶-۴- شاخص زیست اقلیمی بیکر

از این روش جهت ارزیابی دامنه تحریکات بیوکلیمای انسانی در محیط‌های مختلف استفاده می‌شود که توسط بیکر (۱۹۷۲) ارائه شده است که به شاخص قدرت سردکنندگی محیط معروف است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود (جهانبخش، ۱۳۷۷: ص ۶۸):

$$Cp = (0.26 + 0.34V^{0.637}) 36.5 - T$$

رابطه ۷

در این رابطه، V سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه، T معدل دمای روزانه بر حسب سانتی‌گراد و Cp شاخص قدرت خنک‌کنندگی محیط بر حسب میکروکالری در سانتی‌مربع در ثانیه می‌باشد. بیکر درجات خنک‌کنندگی محیط و آستانه تحریک بیوکلیماتیک انسانی را به صورت جدول ۶ ارائه کرده است. Cp در واقع قدرت خنک‌کنندگی محیط با توجه به اختلاف بین دمای بدن و دمای هواست. درجات قدرت خنک‌کنندگی محیط و آستانه تحریک بیوکلیمای انسان در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۶: درجات خنک‌کنندگی محیط و آستانه‌های بیوکلیماتیک (Cp) بر حسب روش بیکر

مقادیر CP	شرایط محیطی	شرایط بیوکلیمای انسانی
۴-۰	داغ، گرم، شرجی و نامطلوب	فشار بیوکلیمایی
۹-۵	گرم قابل تحمل	محدوده آسایش بیوکلیمایی
۱۹-۱۰	ملایم مطبوع	محدوده آسایش بیوکلیمایی
۲۹-۲۰	خنک	تحریک ملایم
۳۹-۳۰	سرد و کمی تنش‌زا	تحریک متوسط تا شدید
۴۹-۴۰	خیلی سرد	به طور متوسط آزار دهنده
۵۹-۵۰	فوق‌العاده سرد	به شدت آزار دهنده

منبع: محمدی و سعیدی، ۱۳۸۷: ۷۶

۵- یافته‌های تحقیق

۵-۱- آسایش اقلیمی چابهار بر اساس شاخص ترجونگ

نتایج حاصله از شاخص ترجونگ ایستگاه چابهار برای سال‌های ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ (جدول ۷) نشان می‌دهد که در هفت ماه از سال یعنی در ماه‌های آوریل، می، ژوئن، ژوئیه، اگوست، سپتامبر و اکتبر ایستگاه چابهار در محدوده $2B+$ قرار می‌گیرد که معرف شرایط فیزیولوژیک بسیار داغ است. این شاخص در منطقه مطالعاتی در ماه‌های مارس و نوامبر در محدوده $1+$ واقع می‌شود که شرایط فیزیولوژیکی گرم را تداعی می‌کند و تنها سه ماه ژانویه، فوریه و دسامبر در محدوده آسایش صفر واقع شده‌اند که مبین شرایط مطبوع است.

جدول ۷- ضریب آسایش شاخص ترجونگ در ایستگاه چابهار

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتام	اکتبر	نوامبر	دسام
ترجونگ	۰	۰	۱	+۲B	+۲B	+۲B	+۲B	+۲B	+۲B	+۲B	۱	۰
وضعیت آسایش	مطبوع	مطبوع	گرم	بسیار داغ	بسیار داغ	بسیار داغ	بسیار داغ	بسیار داغ	بسیار داغ	بسیار داغ	گرم	مطبوع

(منبع: نگارنده)

۲-۵- آسایش اقلیمی چابهار بر اساس شاخص گرما

نتایج محاسبه شاخص گرما در ایستگاه چابهار در جدول ۸ ارائه شده است. بررسی جدول زیر نشان می‌دهد که در طول دوره مورد مطالعه، بیشترین شاخص گرمای ماهانه (در محدوده خطر) در ماه ژوئن وجود دارد و ماه‌های می، ژوئیه، اگوست و سپتامبر در محدوده حداکثر احتیاط قرار دارند که گردشگران در این مناطق باید از فعالیت‌های بدنی زیاد و قرار گرفتن طولانی در معرض نور آفتاب بپرهیزند. بر اساس این شاخص، ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر از نظر شرایط آسایش اقلیمی در وضعیت خوب (فاقد تنش گرمایی) قرار دارند.

جدول ۸- ضریب آسایش نمایه گرما در ایستگاه چابهار

ماه	ژانویه	فوریه	مار	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتام	اکتبر	نوامبر	دسام
HI	۲۰	۲۲	۲۴	۲۹	۳۶	۴۲	۳۹	۳۵	۳۴	۳۰	۲۵	۲۲
وضعیت آسایش	خوب	خوب	خوب	احتیاط	حداکثر احتیاط	خطر	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	حداکثر احتیاط	احتیاط	خوب	خوب

(منبع: نگارنده)

۳-۵- آسایش اقلیمی چابهار بر اساس شاخص humidex

جدول شماره ۹، نتیجه ارزیابی شاخص humidex را بروی ایستگاه سینوپتیک چابهار، برای ماه‌های مختلف سال در طی دوره آماری ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. مطابق این جدول، حداقل مقدار شاخص، در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر می‌باشد و شرایط آسایش نیز در این ماه‌ها دیده می‌شود. ماه‌های مارس، آوریل، اکتبر و نوامبر نیز دارای آسایش نسبی می‌باشند، ولی در ماه‌های می تا سپتامبر به دلیل بالا بودن میزان رطوبت هوا و وجود حالت شرجی در منطقه، شرایط نامطلوبی از نظر زیست اقلیمی در منطقه حاکم بوده و شرایط برای گردشگری و فعالیت‌های طبیعت گردی مناسب نمی‌باشد.

جدول ۹- ضریب آسایش شاخص humidex در ایستگاه چابهار

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
Humidex	۲۴	۲۶	۳۰	۳۶	۴۲	۴۶	۴۴	۴۱	۴۰	۳۷	۳۱	۲۶
وضعیت آسایش	آسایش	آسایش	آسایش کم	آسایش کم	آسایش	عدم آسایش	عدم آسایش	عدم آسایش	عدم آسایش	آسایش کم	آسایش کم	آسایش

(منبع: نگارنده)

۴-۵- آسایش اقلیمی چابهار بر اساس شاخص فشار عصبی

جدول ۱۰ نتایج محاسبه شاخص فشار عصبی در ایستگاه چابهار را نشان می‌دهد. به دلیل این که میانگین دمای ماهانه این ایستگاه در طول دوره مورد مطالعه بیشتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود لذا مقدار H برای آن محاسبه نگردید. محاسبات نشان می‌دهد که هیچ یک از ماه‌های سال در منطقه مورد مطالعه دارای شرایط سرد نمی‌باشند. بر اساس این شاخص، ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر دارای شرایط آسایش بوده و مناسب برای گردشگری می‌باشند. در ماه‌های مارس، آوریل، می، اگوست، سپتامبر، اکتبر و نوامبر شرایط گرم همراه با آسایش بر منطقه حاکم است. در این منطقه تنها ماه‌های ژوئن و ژوئیه به دلیل گرمای زیاد فاقد آسایش اقلیمی مناسب برای گردشگران می‌باشند.

جدول ۱۰- ضریب آسایش شاخص فشار عصبی در ایستگاه چابهار

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
میانگین دما	۲۰/۵	۲۱/۵	۲۳/۸	۲۶/۹	۲۹/۸	۳۱/۲	۳۰/۴	۲۹	۲۸/۶	۲۷/۶	۲۴/۷	۲۱/۹
CI	-۱/۱	-۰/۳	۱/۱	۳	۴/۹	۶	۵/۶	۴/۸	۴/۲	۳/۲	۱/۳	-۰/۵
وضعیت آسایش	خنک	خنک	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم، عدم آسایش	گرم، عدم آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	خنک

(منبع: نگارنده)

۵-۵- آسایش اقلیمی چابهار بر اساس شاخص دمای مؤثر

نتایج محاسبات شاخص دمای مؤثر در جدول ۱۱ آورده شده است. مطابق این جدول، در ایستگاه چابهار، حداقل مقدار ET در ماه‌های ژانویه و دسامبر می‌باشد و شرایط آسایش نیز در این ماه‌ها دیده می‌شود. ماه‌های فوریه، مارس، آوریل و نوامبر دارای شرایط گرم بوده و آسایش نسبی در این ماه‌ها در منطقه دیده می‌شود، ولی در ماه‌های می، ژوئن، ژوئیه و اگوست به دلیل شرجی بودن هوا، و در ماه‌های سپتامبر و اکتبر به دلیل وجود شرایط خیلی گرم، وضعیت عدم آسایش بر منطقه حکمفرماست.

جدول ۱۱- ضریب آسایش شاخص دمای مؤثر در ایستگاه چابهار

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
دمای مؤثر	۱۹	۲۰/۲	۲۲/۳	۲۵/۲	۲۸	۲۹/۵	۲۸/۸	۲۷/۶	۲۷/۱	۲۵/۹	۲۳	۲۰/۳
وضعیت آسایش	آسایش	گرم	گرم	گرم	شرجی	شرجی	شرجی	شرجی	خیلی گرم	خیلی گرم	گرم	آسایش

(منبع: نگارنده)

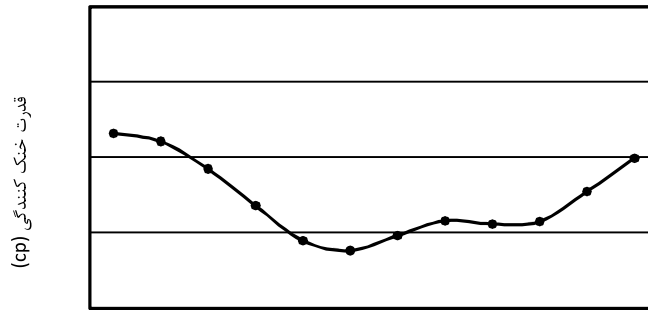
۶-۵- آسایش اقلیمی چابهار بر اساس شاخص بیکر

آسایش اقلیمی ایستگاه چابهار به روش بیکر با توجه به فرمول تجربی ارائه شده محاسبه و نتایج آن در جدول ۱۲ و به صورت نمودار روند ماهانه تحریک و آستانه زیست اقلیمی چابهار (شکل ۴) تهیه شد. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود از ژانویه تا ژوئن با افزایش دما، روند کاهش CP ملاحظه می‌شود در حالی که از ژوئن تا دسامبر به دلیل کاهش دما این روند افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر مقدار CP به بالاترین حد خود (تا ۱۲ میکرو کالری بر سانتی‌متر مربع در ثانیه) می‌رسد که نشان‌دهنده شرایط ملایم و مطبوع و محدوده آسایش زیست اقلیمی است تغییر می‌یابد. در ماه‌های مارس و آوریل به تدریج از مقدار CP کاسته می‌شود. بنابراین در این ماه‌ها با توجه به جدول ۶ شرایط محیطی دارای گرمای قابل تحمل است و در محدوده آسایش زیست اقلیمی قرار دارد. در ماه‌های می، ژوئن و ژوئیه مقدار CP به شدت کاهش می‌یابد. در این ماه‌ها شاخص آسایش به دلیل درجه حرارت زیاد، دارای شرایط نامطبوع بوده و فشار بیوکلیمایی ناشی از افزایش دما وجود دارد. در ماه‌های اگوست تا نوامبر مقدار CP افزایش یافته و به میزان ۸ میکروکالری می‌رسد. در این حالت شرایط محیطی گرم قابل تحمل بوده و در محدوده آسایش زیست اقلیمی است

جدول ۱۲- ضریب آسایش شاخص بیکر در ایستگاه چابهار

ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
CP	۱۲	۱۱	۹	۷	۴	۴	۵	۶	۶	۶	۸	۱۰
وضعیت آسایش	آسایش	آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم، عدم آسایش	گرم، عدم آسایش	گرم، عدم آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	گرم با آسایش	آسایش

(منبع: نگارنده)



شکل ۴- شاخص زیست اقلیمی بیکر برای ایستگاه چابهار (منبع: نگارنده)

بر اساس شاخص‌های به کار رفته در این تحقیق، در ایستگاه چابهار ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر برای گردشگری زمستانه مناسب هستند و معمولاً کلیه مدل‌ها مطلوبیت این ماه‌ها را مورد تأیید قرار می‌دهند (جدول ۱۳). بر طبق نتایج بدست آمده از اکثر مدل‌ها، در این ایستگاه ماه‌های می، ژوئن و ژوئیه دارای شرایط آسایشی نامطلوبی برای گردشگران می‌باشند و مسافرت به منطقه در این ماه‌ها توصیه نمی‌شود (جدول ۱۴).

جدول ۱۳- ماه‌های مطلوب گردشگری در ایستگاه چابهار با توجه به شاخص‌های مورد استفاده

شاخص‌ها ماه‌ها	شاخص ترجونگ	شاخص گرما	شاخص humide x	فشار عصبی	دمای مؤثر	شاخص بیکر
ژانویه	*	*	*	*	*	*
فوریه	*	*	*	*	-	*
مارس	-	*	-	-	-	-
نوامبر	-	*	-	-	-	-
دسامبر	*	*	*	*	*	*

(منبع: نگارنده)

جدول ۱۴- ماه‌های نامطلوب گردشگری در ایستگاه چابهار با توجه به شاخص‌های مورد استفاده

شاخص‌ها ماه‌ها	شاخص ترجونگ	شاخص گرما	شاخص humide x	فشار عصبی	دمای مؤثر	شاخص بیکر
آوریل	*	-	-	-	-	-
می	*	*	*	-	*	*
ژوئن	*	*	*	*	*	*
ژوئیه	*	*	*	*	*	*
اگوست	*	*	*	-	*	-
سپتامبر	*	*	*	-	-	-
اکتبر	*	-	-	-	-	-

(منبع: نگارنده)

۶- نتیجه گیری

صنعت گردشگری یک صنعت وابسته به اقلیم بوده و آب و هوا خود به عنوان یک جاذبه طبیعی در جذب گردشگر و رونق گردشگری منطقه تأثیر به سزایی دارد؛ اما این موضوع همواره به عنوان یک امر بدیهی تلقی شده و توجه کافی به تأثیرات آن در برنامه‌ریزی‌های گردشگری نشده است. شناخت توان آسایش زیست اقلیمی در مناطق مختلف جغرافیایی، می‌تواند به برنامه‌ریزی اکوتوریستی و بهره‌برداری مناسب از جاذبه‌های طبیعی کمک نماید.

بندر چابهار که در برگرفته بخش اصلی منطقه آزاد چابهار است در منتهی الیه جنوب شرقی ایران قرار دارد. این بندر یکی از خوش آب و هواترین بنادر جنوبی ایران به شمار می‌رود و دارای شرایط مطلوبی از نظر گردشگری و خصوصاً گردشگری زمستانه می‌باشد. در این پژوهش به منظور شناخت توان‌های زیست اقلیمی بندر چابهار از شاخص‌های زیست اقلیمی ترجونگ، شاخص گرما، humidex، فشار عصبی، دمای مؤثر و بیکر استفاده شد. مطالعه اقلیم گردشگری ایستگاه چابهار با استفاده از شاخص‌های مذکور نشان داد که در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه شرایط آسایشی نامطلوبی برای گردشگران می‌باشند و مسافرت به منطقه در این ماه‌ها ژوئن و ژوئیه دارای شرایط آسایشی نامطلوبی برای گردشگران می‌باشند و مسافرت به منطقه در این ماه‌ها توصیه نمی‌شود. در بقیه ماه‌های سال نیز علیرغم گرمی هوا، شرایط آسایشی قابل قبولی وجود دارد.

بررسی وضعیت بیوکلیمایی منطقه مورد مطالعه حاکی از آن است که این منطقه دارای بهترین شرایط برای مقصدگزینی گردشگری زمستانه می‌باشد که می‌تواند به عنوان توان بالقوه در جذب گردشگران زمستانه مورد توجه قرار گیرد. نتایج تحقیق بریمانی و اسمعیل‌نژاد (۱۳۹۰) نیز حاکی از شرایط مناسب سواحل جنوبی کشور برای مسافرت‌های زمستانه است. از این‌رو لازم است نهادها و سازمان‌های مرتبط با گردشگری توجه بیشتری بر روی زمان برگزاری تورهای گردشگری نمایند با توجه به نتایج تحقیق می‌توان با برنامه‌ریزی اصولی برای گذران اوقات فراغت گردشگران و افزایش اشتغال، در راستای نیل به گردشگری پایدار نیز اقدام نمود. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مختلف توسعه که شرایط زیست-اقلیمی در آن نقش مؤثری دارند، مورد استفاده قرار گیرد.

منابع و مآخذ:

۱. بریمانی، ف.، اسمعیل‌نژاد، م.، ۱۳۹۰. بررسی شاخص‌های زیست‌اقلیمی مؤثر بر تعیین فصل گردشگری مورد: نواحی جنوبی ایران. جغرافیا و توسعه، ۲۳: ۲۷-۴۶.
۲. بیبر، آن. آر، هیگینز، ک.، ۱۹۹۹. برنامه‌ریزی محیطی برای توسعه زمین. ترجمه: سید حسین بحرینی، کیوان کریمی، ۱۳۸۱، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. جوان، خ.، بشیری، ه.، شهریار سرنقی، ف.، ۱۳۹۴. ارزیابی و پهنه‌بندی شرایط آسایش اقلیمی شمال غرب ایران با استفاده از شاخص فشار عصبی. اولین کنگره بین‌المللی زمین، فضا و انرژی پاک، اردبیل. دانشگاه محقق اردبیلی.
۴. جوان، خ.، ملازاده، و.، ۱۳۹۲. بررسی اقلیم گردشگری شهر ارومیه با استفاده از شاخص‌های زیست اقلیمی. چشم انداز زاگرس، ۵ (۱۶): ۸۳-۹۶.
۵. جهانبخش، س.، ۱۳۷۷. ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۴۸: ۶۷-۷۹.
۶. حیدری، ح.، گلبابایی، ف.، ارسنگ جنگ، ش.، شمسی پور، ع.، ۱۳۹۵. اعتبارسنجی شاخص humidex در ارزیابی استرس گرمایی مشاغل روباز در نواحی بیابانی و نیمه بیابانی کشور ایران. بهداشت و ایمنی کار، ۶ (۳): ۲۹-۴۳.
۷. درگاهیان، ف.، رضایی، غ.، ۱۳۹۳. بررسی شرایط سینوپتیکی و بیوکلیماتولوژی شاخص گرما با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در ایستگاه‌های ساحلی و دریایی جنوب و اثرات آن بر روی سلامت انسان. اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۳ (۹۱): ۴۳-۵۴.
۸. ذوالفقاری، ح.، ۱۳۸۹. آب و هواشناسی توریسم. انتشارات سمت. تهران. ۲۰۸ صفحه.
۹. رضانی، ب.، ابراهیمی، ه.، ۱۳۸۸. شناخت شرایط مطلوب آسایش بیوکلیماتیک انسانی نوار ساحلی غرب مازندران با روش بیکر. جغرافیا، ۳ (۸-۹): ۵۷-۷۰.
۱۰. رضانی، ب.، فرج زاده، ح.، مرادیان، ر.، ۱۳۹۱. بررسی اقلیم گردشگری شهرستان رودسر با استفاده از شاخص فشار عصبی. فضای گردشگری، ۱ (۲): ۳۷-۴۹.
۱۱. طیبی، س. ک.، بابکی، ر.، جباری، الف.، ۱۳۸۶. بررسی رابطه توسعه گردشگری و رشد اقتصادی در ایران (۱۳۸۳-۱۳۳۸). پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی ویژه اقتصاد، ۷ (۲۶): ۸۳-۱۱۰.
۱۲. عزیززاده ورزقان، م.، جوان، خ.، ۱۳۹۲. پهنه‌بندی مناطق مستعد اقلیمی شمال غرب کشور جهت توسعه صنعت توریسم با استفاده از شاخص دمای مؤثر. فصلنامه گردشگری و چشم انداز آینده، ۲.
۱۳. عسگری، الف.، عسگری شیرازی، ح.، مؤمنی، ش.، ۱۳۸۸. روش نمایه گرما (HI) در ایستگاه‌های همدیدی سواحل جنوبی کشور در دوره سی ساله ۲۰۰۵-۱۹۷۶. جغرافیا، ۷ (۲۱-۲۰): ۱۴۵-۱۶۲.
۱۴. غلامی بیرقدار، م.، ۱۳۷۷. پروژه طراحی سکونتگاه های روستایی هم‌ساز با اقلیم. مرکز ملی اقلیم شناسی، مشهد.
۱۵. کاویانی، م.، ۱۳۷۱. ارزیابی اقلیم حیاتی و آستانه‌های تحریک آن در سواحل جنوبی خزر و دامنه‌های شمالی البرز میانی. پژوهش‌های جغرافیایی، ۲۹: ۴۹-۸۲.
۱۶. کاویانی، م.، ۱۳۷۲. بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۸.

۱۷. کاویانی، م.، غبور، ح.، پاینده، ن.، ۱۳۸۵. ارزیابی شاخص دمای مؤثر در سطح کشور. تحقیقات جغرافیایی، ۲۱ (۱): ۱۱-۲۹.
۱۸. کسمایی، م.، ۱۳۶۳. اقلیم و معماری، شرکت خانه‌سازی ایران، تهران، ۴۱۴ صفحه.
۱۹. محمدی، ح.، ۱۳۸۵. آب و هوا شناسی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۷۲ صفحه.
۲۰. محمدی، ح.، سعیدی، ع.، ۱۳۸۷. شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان، مطالعه موردی: شهر قم. مجله محیط شناسی، ۳۴ (۴۷): ۸۶-۷۳.
۲۱. میری، م.، قاسمی، س.، آریا، م.، کیخا، ف.، ۱۳۹۴. بررسی وضعیت زیست اقلیمی شهر هرمزگان بر اساس شاخص humidex». کنفرانس جغرافیا و برنامه‌ریزی، معماری و شهرسازی نوین، قم، مرکز مطالعات و تحقیقات اسلامی سروش حکمت مرتضوی.
22. Amiranashvili, A., Matzarakis, A., & Kartvelishvili, L. 2008. Tourism Climate Index in Tbilisi. Trans. of the Institute of Hydrometeorology, 115, 1512-0902.
23. D'Ambrosio Alfano, F. R., Palella, B. I., & Riccio, G. 2011. Thermal environment assessment reliability using temperature-humidity indices. Industrial health, 49(1), 95-106.
24. Johnson, T., Environmental, T. R. J., & Georgopoulous, P. 2002. A guide to selected algorithms, distributions, and databases used in exposure models developed by the office of air quality planning and standards. Research Triangle Park, NC, US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.
25. Maddison, D. 2001. In search of warmer climates? The impact of climate change on flows of British tourists. Climatic change, 49(1-2), 193-208.
26. Matzarakis, A., & Mayer, H. 1997. Heat stress in Greece. International Journal of Biometeorology, 41(1), 34-39.
27. Matzarakis, A. 2007. Assessment method for climate and tourism based on daily data. Developments in tourism climatology, (12).
28. Németh, Á., Schlanger, V., & Katona, Á. 2007. Variation of thermal bioclimate in the Lake Balaton Tourism Region (Hungary). Developments in Tourism Climatology, 37-42.
29. Scott, D., McBoyle, G. and Schwartzentruber, M., 2004. Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. Climate research, 27(2), pp.105-117.
30. Terjung, W. H. 1968. World patterns of the distribution of the monthly comfort index. International journal of biometeorology, 12(2), 119-151.
31. <http://www.cfzo.ir/>