

صص ۱۱۹-۱۳۸

بررسی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از شاخص های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و اقلیم آسایش گردشگری (TCI)

فاطمه منوچهری*

مربی گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

منصور پروین

استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۴

چکیده

یکی از نیازهای اساسی به منظور توسعه توانمندی های گردشگری یک منطقه، اقلیم مناسب گردشگری می باشد. استفاده از پتانسیل های گردشگری، نیازمند ارزیابی اقلیم آسایش با استفاده از روش های علمی مورد قبول است تا به طور سیستماتیک تأثیر عناصر اقلیمی بر فعالیت گردشگران را مشخص سازد. با توجه به این ضرورت، در پژوهش حاضر به بررسی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از دو شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و شاخص آسایش اقلیمی انجام گرفت. این مطالعه؛ شامل تحلیل الگوی پراکندگی زمانی و مکانی مقادیر محاسبه شده برای این دو شاخص؛ به منظور ارزیابی اقلیم آسایش در برنامه ریزی های گردشگری به ویژه گردشگری طبیعی می باشد. بدین منظور از داده های ۱۰ ایستگاه هواشناسی که شامل دمای هوا (متوسط و حداکثر دمای روزانه)، فشار بخار، رطوبت نسبی (متوسط و حداقل روزانه)، متوسط رطوبت نسبی روزانه، سرعت باد، میزان ابرناکی، بارش، کل ساعت های آفتابی و میانگین سرعت باد طی بازه زمانی ۱۶ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۶) بوده است؛ استفاده گردید. پس از آماده کردن داده ها، آماره کلموگروف - اسمیرنوف برای آزمون نرمال بودن آن ها بکار گرفته شد. تعیین پراکنش های همگن مکانی و زمانی مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک و شاخص اقلیم آسایش گردشگری هم با تحلیل خوشه ای و بر اساس داده های اقلیمی مورد استفاده انجام گرفت. مقادیر به دست آمده برای هر دو شاخص نشان داد که وضعیت اقلیم گردشگری استان مورد مطالعه بیش از هر چیزی؛ متأثر از شرایط توپوگرافی آن می باشد. به گونه ای که مناطق غربی و مرکزی با ارتفاع زیاد در سطح استان (شهرستان های سنقر، کنگاور، هرسین، صحنه، کرمانشاه، جوانرود و اسلام آباد غرب) در طی سال شرایط متفاوتی در مقایسه با مناطق شرقی و کم ارتفاع تر استان (سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصر شیرین) به لحاظ آسایش اقلیمی و درجه تنش فیزیولوژیک دارند. به لحاظ پراکنش زمانی، اردیبهشت، خرداد و مهر مناسب ترین زمان برای انجام فعالیت گردشگری در استان کرمانشاه می باشد.

واژگان کلیدی: اقلیم گردشگری، اقلیم آسایشی، دمای معادل فیزیولوژیک، تحلیل خوشه ای، استان کرمانشاه.

مقدمه

امروزه بسیاری از کشورهای جهان، تمایل شدیدی به جذب سرمایه‌های خارجی پیدا کرده‌اند. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های گردشگری و استفاده از توان‌های بالقوه منطقه‌ای به منظور جذب گردشگر یکی از راه‌های مناسب بدین منظور است (ابراهیم‌زاده و آقاسی‌زاده، ۱۳۸۸: ۱۰۸). گردشگری بخش عمده اقتصاد جهانی را تشکیل می‌دهد و یکی از بزرگ‌ترین صنایع جهان است (WTO, 1999; Scott and Mcboyle, 2004: 201) و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰، گردشگری بین‌المللی به تعداد ۱/۶ میلیارد نفر برسد و گردش مالی ناشی از آن بیش از ۲ تریلیون دلار در سراسر دنیا باشد (WTO, 1998: 86). گردشگری یکی از رشد یافته‌ترین صنایع نیمه دوم قرن بیست است و اغلب به عنوان عاملی کلیدی برای رشد اقتصادی هم در کشورهای توسعه یافته و هم در حال توسعه نام برده می‌شود (Font and Ahjem, 1999: 75). بر اساس برآوردهای انجام شده، گردشگری بزرگ‌ترین فعالیت اقتصادی در جهان است (فرزین، ۱۳۸۴: ۵) و در حال حاضر بسیاری از کشورها منافع اقتصادی و اجتماعی خود را از این صنعت دریافت می‌کنند و درآمدهای گردشگری را برای توسعه زیرساخت‌های خود به کار می‌برند (Eccles et al, 1996: 45). از آنجا که بخش اعظمی از گردشگری مدرن بر مبنای استفاده از ویژگی‌های طبیعی - فیزیکی استوار است، توسعه مکان‌های گردشگری متکی به یک منبع نبوده، بلکه مستلزم طیف گسترده‌ای از منابع و به ویژه منابع طبیعی است (تولایی، ۱۳۸۶: ۱۸)؛ به طوریکه در بسیاری از کشورها، آب‌وهوا و اقلیم یک سرمایه با ارزش برای گردشگری محسوب می‌شوند (Agnew and Palutikof, 2001: 37). اطلاع از آسایش اقلیمی آن روزهایی که گردشگران به دیدن اماکن می‌روند، برای برنامه‌ریزان بسیار ارزشمند است و برنامه‌ریزان به اطلاعات اقلیمی قبل، بعد و در زمان بازدید اماکن نیاز دارند. بنابراین، تعیین شاخصی برای آسایش هرچه بیش‌تر گردشگری اهمیت بسیاری دارد (de Freitas, 2003: 50). وضعیت آب‌وهوایی یک منطقه از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر در جذب گردشگر می‌باشد. از اطلاعات مورد نیاز گردشگران برای سفر، شرایط اقلیمی مقصد می‌باشد و اکثر گردشگران برای انتخاب مقصد گردشگری، ملاحظات اقلیمی را مورد توجه قرار می‌دهند. اقلیم از دیدگاه برنامه‌ریزی گردشگری بسیار اهمیت دارد و گردشگران معمولاً در جستجوی اقلیم مطلوب یا اقلیم آسایش هستند که در آن، فرد هیچ‌گونه احساس نارضایتی و عدم آسایش حرارتی و اقلیمی نداشته باشد و این عامل نقش مهمی را در تصمیم‌گیری برای مقاصد گردشگری ایفا می‌کند (Matzarakis, 2001: 15).

برای بررسی هرچه بهتر تأثیر اقلیم بر گردشگری مدل‌های گوناگونی تاکنون ارائه و بررسی شده است (Khajeh Amiri, Fichett et al, 2016; Howard, 2009; Amelung et al, 2006; Matzarakis, 2001: 1) Nasabpour et al., 2017; Khaledi, 2017؛ ابراهیمی، ۱۳۸۳؛ احمدآبادی، ۱۳۸۶؛ ذوالفقاری، ۱۳۸۶؛ کریمی هلیزآباد، ۱۳۸۸؛ عطایی و همکاران، ۱۳۸۹؛ رضایی منفرد، ۱۳۹۰؛ عطایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ جعفری و همکاران، ۱۳۹۵). از بین آن‌ها می‌توان از شاخص‌های مرتبط با فیزیولوژی انسانی که از معادله بیلان انرژی بدن انسان مشتق شده‌اند، بهره جست که امروزه اعتبار بیش‌تری در مطالعات زیست اقلیم انسانی و همچنین آب‌وهوا شناسی گردشگری کسب کرده‌اند

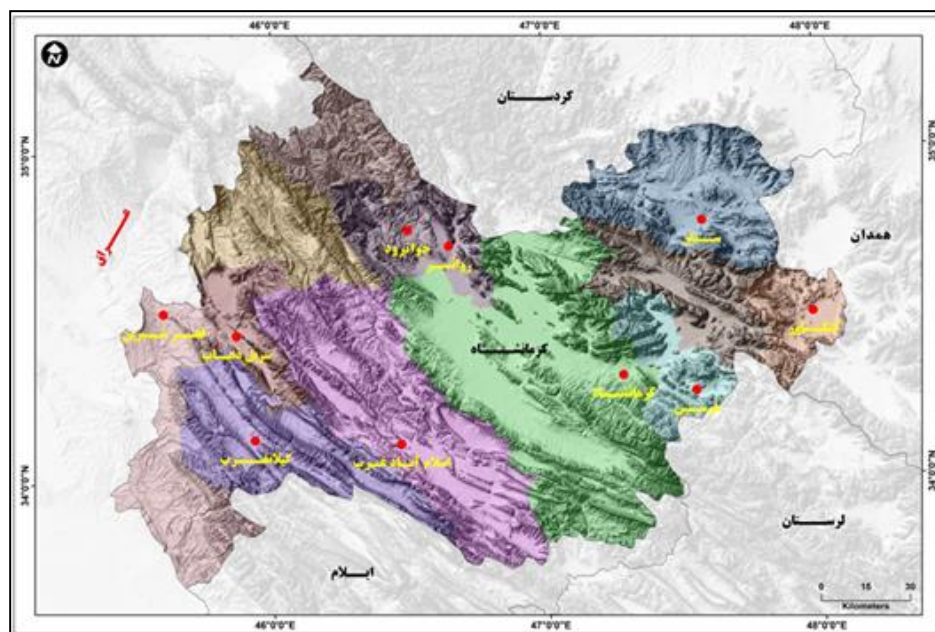
(Matzarakis, 2001: 15). یکی از مدل‌های کارآمد که در ارتباط با این شاخص است؛ مدل دمای معادل فیزیولوژیک یا PET می‌باشد. شاخص PET این مزیت را نسبت به سایر مدل‌های اقلیم گردشگری داراست که نه تنها دمای محیط را در داخل بافت ساختمان در نظر می‌گیرد بلکه دمای محیط در خارج از ساختمان برای آسایش گردشگران را لحاظ می‌کند. همچنین شاخص این قابلیت را نیز دارد که نوع فعالیت و پوشش گردشگر را نیز در بررسی میزان آسایش بررسی کند. شاخص TCI هم به صورت یک شاخص ترکیبی، عناصر اقلیمی که بیش‌ترین ارتباط را با کیفیت تجربه توریستی برای اغلب توریست‌ها دارد، به صورت سیستماتیک ارزیابی می‌کند (Mieczkowski, 1985: 230).

استان کرمانشاه با توجه به موقعیت جغرافیایی، وضعیت ناهمواری و شرایط آب‌وهوایی از جاذبه‌های گردشگری محیطی منحصر به فردی برخوردار است. به طور کلی چشم‌اندازهای طبیعی به همراه جاذبه‌های تاریخی و فرهنگی بسیاری در این منطقه باعث جذب گردشگر می‌شود. با وجود اینکه این استان با دارا بودن قابلیت‌های فراوان و چشم‌اندازهای جغرافیایی متنوع دارای ظرفیت‌های مناسبی برای جذب گردشگر است، اما متأسفانه از یک طرف بسیاری از این توانایی‌ها به فعل در نیامده و مورد استفاده صحیح و اصولی قرار نگرفته و از طرفی، تعیین اقلیم آسایش گردشگرها جهت برنامه‌ریزی دقیق برای جذب گردشگران و مدیریت این صنعت انجام نگرفته است. بر این اساس، در پژوهش حاضر سعی بر آن است که بر اساس شاخص‌های PET و TCI، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تحلیل‌های زمین‌آمار^۱ و همچنین پتانسیل‌های موجود در مکان‌های مختلف در سطح استان کرمانشاه و با برنامه‌ریزی مناسب، بهترین زمان و مکان را برای گردشگری شناسایی نموده و پهنه‌بندی شرایط اقلیم گردشگری منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مختلف سال ارائه گردد.

محدوده مورد مطالعه

استان کرمانشاه در غرب ایران و در دامنه کوهستان زاگرس و نواحی زمین‌شناختی زاگرس چین‌خورده، مرتفع و زون دگرگونی سنندج - سیرجان واقع شده است (شکل ۱). این استان به لحاظ آب‌وهوایی بسیار متنوع است؛ به گونه‌ای که قصر شیرین آب‌وهوای گرم، سنقر و پاره آب‌وهوای سرد و کرمانشاه آب‌وهوای معتدل را دارا می‌باشند. با توجه به تقسیم‌بندی سیلیاتف، استان کرمانشاه از اقلیم بسیار متنوعی برخوردار است؛ به صورتی که در غرب استان و مجاور مرزهای این استان با کشور عراق، اقلیم خشک، اما در ارتفاعات اقلیم مرطوب گسترش یافته است. در یک نگاه کلی، دمای هوا هم از غرب به شرق کاهش نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های بلند مدت ایستگاه‌های هواشناسی، متوسط بارش سالانه استان در حدود ۴۰۰ میلی‌متر است که از مقدار ۳۰۰ میلی‌متر در بخش‌های جنوب غرب و جنوب شرق تا ۸۰۰ میلی‌متر در بخش‌های مرکزی و شمال غرب استان تغییرات دارد.

^۱. Geo-statistical Analysis



ماخذ: نگارندگان

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه و ایستگاه‌های هواشناسی مورد بررسی در این پژوهش

داده‌ها و روش‌ها

– روش پژوهش:

برای ارزیابی تأثیر آب‌وهوا بر انسان و مطالعات اقلیم آسایشی، مدل‌ها و شاخص‌های زیادی در نیمه دوم قرن بیستم ابداع و توسعه داده شدند (Grigorieva and Matzarakis, 2010: 387). در این پژوهش، به بررسی پراکنش مکانی - زمانی شرایط اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از دو شاخص PET و TCI در محیط نرم‌افزاری ArcGIS پرداخته شده است. به منظور اجرای این دو شاخص و رسیدن به اهداف پژوهش، از داده‌های روزانه سری زمانی ایستگاه‌های هواشناسی کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، سرپل ذهاب، قصر شیرین، گیلان غرب، سنقر، هرسین و جوانرود سازمان هواشناسی کشور استفاده شده است (شکل ۱) که در تشریح هر کدام از شاخص‌ها به آن‌ها پرداخته خواهد شد. این داده‌ها شامل: دمای هوا (متوسط و حداکثر دمای روزانه)، فشار بخار، رطوبت نسبی (متوسط و حداقل روزانه)، متوسط رطوبت نسبی روزانه، سرعت باد، میزان ابرناکی، بارش، کل ساعت‌های آفتابی و میانگین سرعت باد؛ در بازه زمانی ۱۶ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۶)؛ هستند.

– شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET)

شاخص‌های حرارتی متوسط آرای پیش‌بینی شده (PMV)، دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و دمای مؤثر استاندارد (SET) زیر مجموعه خروجی‌های مدل MEMI هستند. در این میان شاخص دمای معادل فیزیولوژیک از جامع‌ترین و

¹. Standard Effective Temperature

پرباربردترین شاخص‌ها، برای ارزیابی شرایط زیست‌هواشناختی و شناسایی منابع اقلیم‌گردشگری محسوب می‌شود (Matzarakis, 2007). مزیت اصلی این شاخص، ارائه برحسب واحد سلسیوس است که نتایج به دست آمده را برای گردشگران و برنامه‌ریزان بخش گردشگری که ممکن است با اصطلاحات زیست‌هواشناسی آشنایی نداشته باشند، قابل درک می‌کند. علاوه بر این، قابلیت ارزیابی در مقیاس زمانی روزانه و حتی ساعتی را نیز برای محققان به وجود می‌آورد. برای محاسبه PET از مدل بیلان انرژی برای افراد یا همان MEMI استفاده می‌شود که از طریق روابط ریاضی ۱ تا ۱۲ به دست می‌آید.

$S_{sk} = (1 + 0 / 5(34 - t)Q_b = (6 / 3 + 75(T_c - 36 / 6))$	رابطه (۱) نرخ تعرق
$S_w = 8/4710^{-5}((1t_{sk} + 0/9t_c) - 35/6) kg/sm^2$	رابطه (۲) تولید حرارت
$H = M (1 - h)$	رابطه (۳) جریان حرارت همرفتی
$- T_{SK} Ta (A_{sk} f_{cl} = C$	رابطه (۴) جریان حرارتی تابشی
$R = A_{SK} f_{cl} f_{eff}^{es} (T_a - T_{sk})$	رابطه (۵) انتشار بخار آب
$E_D = m r (P_a - P_{vsk})$	رابطه (۶) اتلاف حرارت به وسیله تعرق
$E_{sr} = r_{tm} C_p (T_a - T_r)$	رابطه (۷) اتلاف حرارت پنهانی به وسیله تعرق
$E_{lr} = r_{tm} r (P_a - P_{vr}) / P_a$	رابطه (۸) اتلاف حرارت به وسیله تبخیر
$E_{sr} = S_w$	رابطه (۹) برای مرد یا برای زن
$E_{sw} = A_{sk} r hc 0/622/P_a(P_a - P_{vsk})$	رابطه (۱۰) حرارت افزوده یا تلف شده از طریق غذا یا آشامیدنی‌ها
$E_f = m_f c_f (T_f - T_c)$	رابطه (۱۱) حرارت منتقل شده به مرکز پوست
$Q_b = \rho_b C_b (T_{sk} - T_c) = (T_{sk} - T_{cl}) / I_{cl}$	رابطه (۱۲) حرارت وارد شده از پوست به محیط

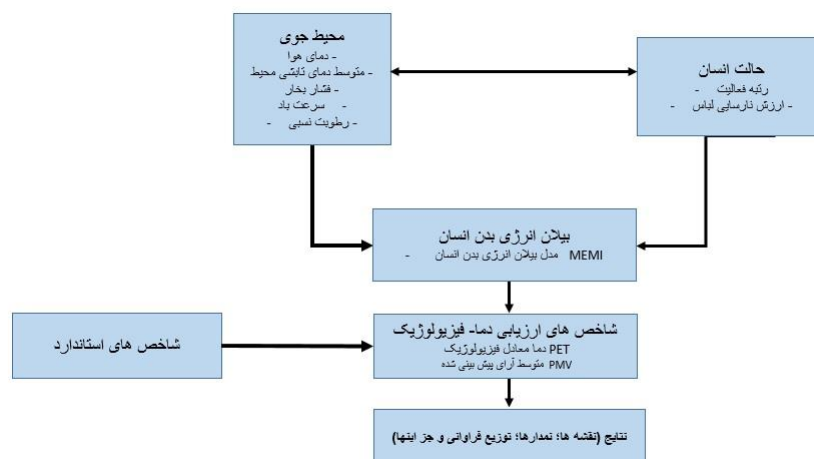
در معادلات فوق M نرخ سوخت و ساز (وات بر متر مربع)، η کارایی مکانیکی، $f_{cl}^* f_{cl}$ نسبت مساحت شخص پوشیده به مساحت بدون پوشش، T_a دمای هوا به درجه سانتی‌گراد، T_{cl} دمای سطح لباس به درجه سانتی‌گراد، P_{vr} فشار بخار اشباع در دمای پوست، C_p , C_f , C_b گرمای ویژه هوا، غذا و خون به ترتیب، m_f معادل غذا در واحد وات، ε قابلیت انتشار پوست، I_{cl} مقاومت لباس در برابر انتقال حرارت، S حرارت خالص ذخیره شده در هسته، A_{sk} سطح پوست برحسب متر مربع، T_{sk} دمای پوست، T_r دمای تابش متوسط به درجه سانتی‌گراد، P_a فشار بخار جزئی به پاسکال، hc ضریب انتقال حرارت همرفتی $\rho_b C_b$ ، δ ضریب ثابت استفان بولتزمن، r حرارت نهانی تبخیر و C_b حرارت ویژه خون هستند.

شاخص PET را می‌توان دمایی در نظر گرفت که طی آن بیلان حرارتی بدن انسانی در محیط بسته و در حالت نشسته (بدن باد و تابش خورشیدی) با نرخ سوخت و ساز با کار سبک (۸۰ وات) و مقاومت حرارتی لباس حدود ۰/۹ کلو، با دمای پوست و دمای مرکز بدن در تعادل باشد (Hoppe, 1999: 73; Matzarakis and Mayer, 1999). در جدول

۱ آستانه‌های عددی طبقه‌بندی این شاخص همراه با وضعیت توصیفی شرایط فیزیولوژیکی و حساسیت گرمایی آورده شده است. مراحل محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک در شکل ۲ آورده شده است.

جدول ۱: مقادیر آستانه شاخص (Matzarakis et al., 1999)

PET C°	حساسیت حرارتی	درجه تنش فیزیولوژیک
< ۴	خیلی سرد	تنش سرمای بسیار شدید
۴	سرد	تنش سرمای شدید
۸	خنک	تنش سرمای متوسط
۱۳	کمی خنک	تنش سرمای اندک
۱۸	راحت	بدون تنش سرما
۲۳	کمی گرم	تنش گرمای اندک
۲۹	گرم	تنش گرمای متوسط
۳۵	خیلی گرم	تنش گرمای شدید
< ۴۱	داغ	تنش گرمای بسیار شدید



مأخذ: (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰)

شکل ۲: مراحل ارزیابی زیست‌هواشناسی انسانی و محاسبه شاخص PET

شایان ذکر است که برای محاسبه شاخص حرارتی PET تهیه داده‌های هواشناسی مثل دما و رطوبت هوا و سرعت باد به سادگی امکان‌پذیر است، ولی محاسبه و به دست آوردن برخی پارامترها مثل "متوسط دمای تابشی محیط" به سادگی امکان‌پذیر نیست و از آنجا که پارامتر مزبور T_{mrt} بیش‌ترین تأثیر را در محاسبه شاخص فوق دارد، از این‌رو برای محاسبه این پارامتر از نرم‌افزار Ray Man کمک گرفته شده است تا ضریب دقت محاسبات افزایش یابد. مدل Ray Man که توسط آندریاس ماتزاراکیس برای محاسبه شارهای تابشی به‌ویژه در بین ساختمان‌های شهری طراحی شده است، یکی از روش‌های مناسب برای محاسبه متوسط دمای تابشی از محیط است و در نهایت برای محاسبه PET مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل مذکور دارای یک پنجره برای ورود داده‌های عوارض شهری مثل ساختمان‌ها، درختان خزان‌ی و همیشه سبز است. عامل مربوط به منظر آسمان نیز از جمله قابلیت‌های اجرایی این مدل می‌باشد. مقدار ابرناکی آسمان

و تأثیر آن بر شارهای تابشی نیز در مدل لحاظ شده است. همچنین نقش سایه‌اندازی پدیده‌های طبیعی و مصنوعی از نظر دور نمانده است. محاسبه متوسط‌های ساعتی، روزانه، طول مدت تابش آفتاب، شارهای تابشی طول موج بلند و کوتاه بدون حضور و با حضور عوارض توپوگرافی هم با این مدل امکان‌پذیر قابل اجرا است. خروجی نهایی آن، متوسط دمای تابشی محیط است که در مدل بیلان انرژی بدن انسان مورد نیاز است. با توجه به اینکه داده‌های فیزیولوژیک، پوشش و نوع فعالیت بسیار متفاوت و متغیر هستند، بنابراین، طبق توصیه مدل می‌توان مواردی را به‌صورت میانگین یا حالت استاندارد در نظر گرفت. به‌طور مثال در مرد، قد ۱۷۵ سانتی‌متر، وزن ۷۵ کیلوگرم و سن ۳۵ سال لحاظ شده است. در مورد پوشش رقم ۰/۹ کلو و فعالیت متوسطی مثل رانندگی با ۸۰ وات برای یکی از جنسیت‌های مرد یا زن در نظر گرفته شده است.

داده‌های مورد نیاز برای محاسبه شاخص PET را می‌توان در چهار دسته از متغیرها بدین شرح ارائه کرد:

- متغیرهای موقعیتی شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع؛
 - متغیرهای هواشناسی شامل میانگین دمای هوا برحسب درجه سانتی‌گراد، فشار بخار برحسب هکتوپاسکال، رطوبت نسبی برحسب درصد، سرعت باد برحسب متر بر ثانیه و میزان ابرناکی آسمان برحسب اکتا؛
 - دسته سوم از متغیرها؛ شامل متغیرهای فردی می‌باشند. در این رابطه می‌بایست ویژگی‌های فردی مثل قد، وزن، سن و جنسیت وارد مدل شود؛
 - متغیرهای دسته چهارم شامل نوع پوشش (برحسب کلو) و فعالیت (برحسب وات) است.
- در انتهای این بخش لازم به ذکر است که با توجه به اینکه سرعت باد در ایستگاه هواشناسی و در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین اندازه‌گیری می‌شود، باید مقدار آن به‌سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین تبدیل گردد. در این پژوهش از رابطه ۱۳ برای این تبدیل و محاسبه سرعت باد در ارتفاع دو متری استفاده شد.

$$U_2 = (4.868 / \ln(67.75Z - 5.42)) U_z \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

که در این رابطه، Z ارتفاع اولیه (۱۰ متر)، U_z سرعت باد در ارتفاع اولیه و U_2 تبدیل یافته سرعت باد در ارتفاع مورد نظر (دو متر) است.

شاخص اقلیم آسایش گردشگری (TCI)

شاخص آسایش اقلیم گردشگری (TCI)؛ در سال ۱۹۸۵ میلادی توسط میچکوفسکی^۱ ارائه گردید، در واقع ترکیبی از عوامل اقلیمی مؤثر بر آسایش گردشگران است. این شاخص بعد از آسایش زیست اقلیمی بر گردشگری مطرح می‌شود. این شاخص می‌تواند اطلاعاتی را در زمینه شرایط آب‌وهوایی مقصد در زمان‌های مختلف سال ارائه دهد و گردشگر می‌تواند زمانی را برای سفر به آنجا انتخاب کند که دارای شرایط مطلوب، بهینه و دلخواه باشد (Mieczkowski, 1985: 220). امتیاز شاخص TCI نسبت به دیگر شاخص‌ها در این است که از تمامی متغیرهای مهم اقلیمی یعنی دما، رطوبت،

¹. Mieczkowski

بارش، باد و ساعات آفتابی که مجموعه شرایط حرارتی بدن انسان را کنترل می‌کند، در ارتباط با فعالیت گردشگری استفاده می‌کند (جوان و شیخ‌الاسلامی، ۱۳۹۳: ۲۲). برای به دست آوردن شاخص اقلیم آسایش گردشگری در ابتدا هفت مؤلفه اقلیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد که عبارت‌اند از: میانگین حداکثر دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد)، میانگین دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد)، حداقل رطوبت نسبی روزانه (درصد)، میانگین رطوبت نسبی روزانه (درصد)، بارش (میلی‌متر)، کل ساعات آفتابی (ساعت) و میانگین سرعت باد (متر بر ثانیه یا کیلومتر بر ساعت).

این هفت پارامتر در مدل اقلیم آسایش گردشگری، پنج زیر شاخص را تشکیل می‌دهند و با استفاده از یک سیستم رتبه دهی استاندارد، که میزان آن از ۵ (مقدار مطلوب و ایده‌آل) تا ۳ (بسیار نامطلوب و نامساعد) متغیر است، مبنای کلی اندازه‌گیری هر شاخص را امکان‌پذیر می‌سازد. برای محاسبه شاخص، متغیرها با توجه به اهمیت نسبی آن‌ها در آسایش گردشگری، وزن دهی و رتبه‌بندی شده و بدین ترتیب مقادیر زیر شاخص‌ها تعیین می‌شوند تا مقدار TCI به دست آید. شاخص TCI از طریق رابطه ۱۴ محاسبه می‌گردد.

$$TCI = 2[(4 \times CID) + CIA + (2 \times P) + (2 \times S) + W] \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

در این رابطه CID شاخص آسایش روزانه، CIA شاخص آسایش ۲۴ ساعته، P بارش، S ساعات آفتابی و W متغیر باد است. با توجه به رتبه؛ هر کدام از متغیرها باید در رابطه قرار گیرند تا میزان TCI به دست آید (جدول ۲). این شاخص یکی از کامل‌ترین شاخص‌های ارائه شده در زمینه گردشگری و نقش اقلیم در آن است. اما دو ضعف در آن مشاهده می‌شود: یکی آن که میزان آن برخلاف PET که در مقیاس سانتی‌گراد بیان می‌شود، در مقیاس TCI بیان می‌گردد که برای گردشگری که از این شاخص اطلاعی ندارد، نمی‌تواند مفهوم باشد. از سوی دیگر نوع فعالیت گردشگر به هیچ عنوان در آن لحاظ نشده است.

تحلیل خوشه‌ای مقادیر PET و TCI

پس از آماده نمودن داده‌های آماری، یکی از فرضیات اصلی برای اکثر آزمون‌های آماری، نرمال بودن توزیع مشاهدات است. برای آزمون نرمال بودن داده‌های متغیرهای اقلیمی مورد استفاده در شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک و اقلیم آسایش گردشگری از آماره کلموگروف - اسمیرنوف^۱ (K-S) استفاده شد؛ این آزمون یک آزمون نا پارامتری برای بررسی توزیع مشاهدات است. میزان تقریبی معنی‌داری آزمون در انتهای خروجی آزمون کلموگروف - اسمیرنوف به دست می‌آید که با مقایسه آن با a می‌توان آزمون را در سطح معنی‌داری a و نسبت به نرمال بودن توزیع مشاهدات تصمیم‌گیری کرد. اگر $a=0.05$ در نظر گرفته شود، چنانچه $P=Value > 0.05$ می‌توان فرض کرد که توزیع نرمال است.

^۱. Kolmogorov - Smirnov

جدول ۲: مقادیر عددی شاخص اقلیم آسایش گردشگری و تشریح طبقه مربوط به آن (Mieczkowski, 1985)

گروه اقلیمی کلی	گروه اقلیمی	رتبه	حدود شاخص TCI
عالی	ایده‌آل	۹	۹۰ - ۱۰۰
	عالی	۸	۸۰ - ۸۹
خیلی خوب و خوب	خیلی خوب	۷	۷۰ - ۷۹
	خوب	۶	۶۰ - ۶۹
قابل قبول	قابل قبول	۵	۵۰ - ۵۹
	حد بحرانی	۴	۴۰ - ۴۹
نامطلوب	نامطلوب	۳	۳۰ - ۳۹
	بسیار نامطلوب	۲	۲۰ - ۲۹
	بسیار نامطلوب	۱	۱۰ - ۱۹
	غیر قابل تحمل	۰	۹ - (-۹)
	غیر قابل تحمل	-۱	(-۱۰) - (-۲۰)

مأخذ: نگارندگان

در نهایت مقادیر به دست آمده از محاسبه شاخص‌های PET و TCI در تحلیل خوشه‌ای مورد استفاده قرار خواهند گرفت؛ هدف از انجام این تحلیل مشخص نمودن پراکنش‌های همگن مکانی و زمانی مقادیر شاخص دمایی معادل فیزیولوژیک و شاخص اقلیم آسایش گردشگری بر اساس داده‌های اقلیمی مورد استفاده در محدوده مورد بررسی خواهد بود. بنابراین، می‌توان مکان‌ها و زمان‌های مناسب گردشگری را بر مبنای اقلیم منطقه مشخص نمود. تحلیل خوشه‌ای برای تعیین شباهت نسبی بکار می‌رود که این شباهت، همگنی در ویژگی‌های اندازه‌گیری شده پارامترها را نشان می‌دهد. تحلیل خوشه‌ای مجموعه‌ای از متغیرها را در داخل خوشه‌های همگن جای می‌دهد. خوشه‌های حاصل از این تحلیل، از همگنی درونی (درون خوشه) و بیرونی (بین خوشه‌ها) برخوردار هستند (Shrestha and Kazama, 2007: 464).

خوشه‌بندی متراکم سلسله مراتبی معمولاً با یک نمودار درختی نشان داده می‌شود؛ نمودار درختی، خلاصه‌ای از فرآیند خوشه‌بندی، تصویر خوشه‌ها و مجاورت آن‌ها را به همراه کاهش قابل توجه ابعاد داده‌های اولیه، ارائه می‌دهد. در این پژوهش، تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی برای مقادیر PET و TCI نرمال شده با روش وارد بکار گرفته می‌شود. روش وارد، از روش تحلیل واریانس جهت ارزیابی فواصل بین خوشه‌ها استفاده می‌کند. ارزیابی تغییرات مقادیر شاخص‌های PET و TCI با استفاده از تحلیل خوشه‌ای و فاصله‌های پیوستگی ($D_{link}/D_{max} \times 100$) انجام می‌گردد. هدف از انجام تحلیل خوشه‌ای در این پژوهش، مشخص کردن ماه‌های همگن از نظر مقدار شاخص معادل دمایی فیزیولوژیک و شاخص اقلیم آسایش گردشگری در منطقه مورد بررسی بوده است تا مشابهت‌های منطقه مطالعاتی از نظر وضعیت زمانی در بحث اقلیم آسایش توریستی در سطح استان کرمانشاه تعیین شده و الگوی زمانی مناسب برای انجام فعالیت‌های گردشگری مشخص شود.

نتایج

استان کرمانشاه به دلیل دارا بودن جاذبه‌های گردشگری (فرهنگی، تاریخی و طبیعی) از پتانسیل گردشگری بالایی برخوردار است که مسافرت و بازدید از این جاذبه‌ها در بهترین و مناسب‌ترین شرایط اقلیمی می‌تواند بر رضایتمندی بیش‌تر و میل و رغبت برای گردشگران تأثیر مثبت داشته باشد. شناسایی دوره‌های مناسب و نامناسب انجام فعالیت‌های گردشگری که بر اساس داده‌های هواشناسی و فیزیولوژیکی صورت می‌گیرد، می‌تواند منجر به ارائه تقویم زمانی گردشگری برای استان مورد بررسی گردد. در این پژوهش، به‌منظور ارائه تقویم زمانی مناسب برای گردشگری در استان کرمانشاه و همچنین تعیین پهنه‌های مکانی مناسب گردشگری در سطح استان، از دو شاخص PET و TCI استفاده شد. آزمون نرمال بودن داده‌های هواشناسی با استفاده از آماره کلموگروف - اسمیرنوف انجام شده که نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. بر اساس این آزمون، تمامی داده‌های متغیرهای اقلیمی مورد استفاده در این پژوهش در ۱۰ ایستگاه با ضریب اطمینان بالای ۹۵ درصد از توزیع نرمال پیروی می‌کنند.

با استفاده از مدل ریمن، میانگین ماهانه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) برای ۱۰ ایستگاه هواشناسی استان کرمانشاه محاسبه و برحسب میزان حساسیت گرمایی طبقه‌بندی شده؛ که نتایج آن در شکل ۳ آورده شده است. با توجه به شکل و مقادیر محاسبه شده برای این شاخص، ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه، به‌جز ایستگاه‌های سرپل ذهاب، قصر شیرین و گیلان غرب، درجه تنش فیزیولوژیک با تنش سرمای بسیار شدید استقرار پیدا می‌کند. این درجه تنش فیزیولوژیک طی ماه فروردین در ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب و روانسر همچنان ادامه دارد. تنش سرمایی شدید طی ماه فروردین در ایستگاه‌های کنگاور، سنقر، هرسین و جوانرود، طی ماه اردیبهشت در ایستگاه اسلام‌آباد غرب، طی ماه آبان در ایستگاه‌های کرمانشاه، کنگاور، سنقر و هرسین، طی ماه آذر در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و گیلان غرب، طی ماه دی در ایستگاه قصر شیرین، طی ماه بهمن در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و قصر شیرین و بالاخره طی ماه اسفند در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و گیلان غرب احساس می‌شود.

درجه تنش فیزیولوژیک با تنش سرمای متوسط طی ماه فروردین در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و گیلان غرب، طی ماه اردیبهشت در ایستگاه‌های کرمانشاه، روانسر، کنگاور و سنقر، طی ماه مهر در ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور و سنقر، طی ماه آبان در ایستگاه‌های گیلان غرب و جوانرود، طی ماه‌های آذر و اسفند در ایستگاه قصر شیرین مشاهده می‌شود. ایستگاه قصر شیرین در ماه فروردین، ایستگاه‌های گیلان غرب، هرسین و جوانرود در ماه اردیبهشت، ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور و سنقر در خرداد، ایستگاه‌های کرمانشاه و اسلام‌آباد غرب در شهریور، ایستگاه‌های هرسین و جوانرود در ماه مهر و ایستگاه‌های سرپل ذهاب و قصر شیرین در ماه آبان درجه تنش فیزیولوژیک با تنش سرمایی اندک را تجربه می‌کنند.

جدول ۳: آزمون K-S تک نمونه‌ای برای متغیرهای هواشناسی مورد استفاده در دو شاخص PET و TCI

پارامتر	دسامبر	نوامبر	اکتبر	سپتامبر	آگوست	جولای	ژوئن	می	آوریل	مارس	فوریه	ژانویه
درجه حرارت	۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۰۷
رطوبت نسبی	۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۲۷
فشار بخار آب	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۸
سرعت باد	۰/۸۴	۰/۵۹	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۱۱	۰/۲۷	۰/۵۸	۰/۷۶
پوشش ابر	۰/۹	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۳۴	۰/۵۵	۰/۳۸	۰/۷۷	۰/۳۷	۰/۱۹	۰/۴۹	۰/۶۹	۰/۹۲
ساعات‌های آفتابی	۰/۵۹	۰/۹۹	۰/۸۴	۰/۸۲	۰/۴۶	۰/۷۹	۰/۹۶	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۶۵	۰/۷	۰/۹۵
بارش	۰/۸۵	۰/۹۱	۱	۰/۷۸	۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۸۶	۰/۵۳	۰/۸۹

ایستگاه	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
کرمانشاه												
اسلام‌آباد غرب												
روانسر												
کنگاور												
سرپل ذهاب												
قصر شیرین												
گیلانغرب												
سنقر												
هرسین												
جواترود												
	تنش گرمای متوسط	تنش گرمای اندک	بدون تنش سرما	تنش سرمای اندک	تنش سرمای متوسط	تنش سرمای شدید	تنش سرمای بسیار شدید					

مأخذ: نگارندگان

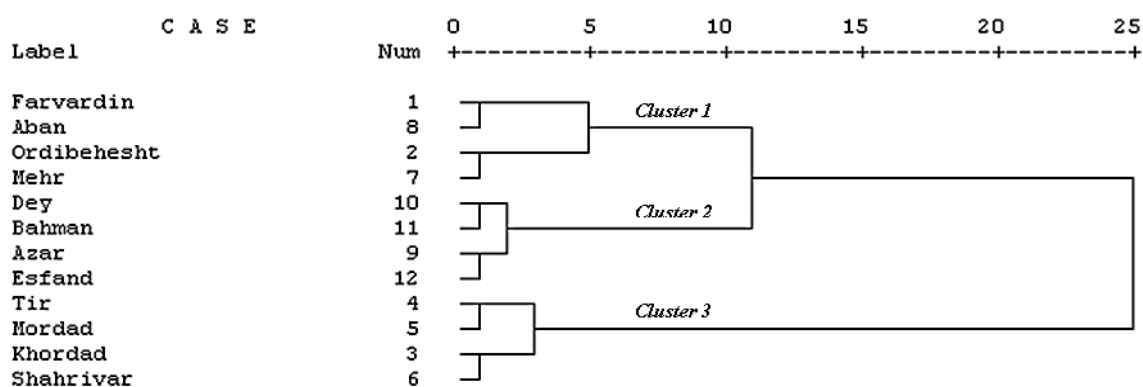
شکل ۳: مقادیر محاسبه شده شاخص PET با استفاده از مدل ریمن برای ایستگاه‌های هواشناسی استان کرمانشاه

حساسیت حرارتی راحت یا درجه تنش فیزیولوژیک بدون تنش سرما را می‌توان طی ماه اردیبهشت در ایستگاه سرپل ذهاب، طی ماه خرداد در ایستگاه‌های هرسین و جوانرود، طی ماه تیر در ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر و سنقر، طی ماه مرداد در ایستگاه‌های کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب و سنقر، طی ماه شهریور در ایستگاه‌های روانسر و کنگاور و طی ماه مهر در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و گیلان غرب تجربه نمود. تنش گرمای اندک در ماه اردیبهشت در ایستگاه قصر شیرین، در ماه خرداد در ایستگاه گیلان غرب، در ماه تیر در ایستگاه‌های کنگاور، هرسین و جوانرود، در ماه مرداد در ایستگاه‌های روانسر، کنگاور، هرسین و جوانرود و در ماه مهر در ایستگاه قصر شیرین مشاهده می‌شود. در نهایت درجه تنش فیزیولوژیک با تنش گرمای متوسط در ماه خرداد در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و قصر شیرین و در ماه‌های تیر، مرداد و شهریور در ایستگاه‌های سرپل ذهاب، قصر شیرین و گیلان غرب استقرار پیدا می‌کند.

بر اساس آنچه در مورد پراکنش زمانی مقادیر شاخص PET در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه گفته شد و همچنین نتایج به دست آمده از اجرای تحلیل خوشه‌ای برای این مقادیر (شکل ۴)، الگوی پراکنش زمانی دمایی معادل فیزیولوژیک به گونه‌ای است که می‌توان در فاصله اقلیدسی کمتر از ۱۰، سه خوشه همگن را به لحاظ درجه تنش

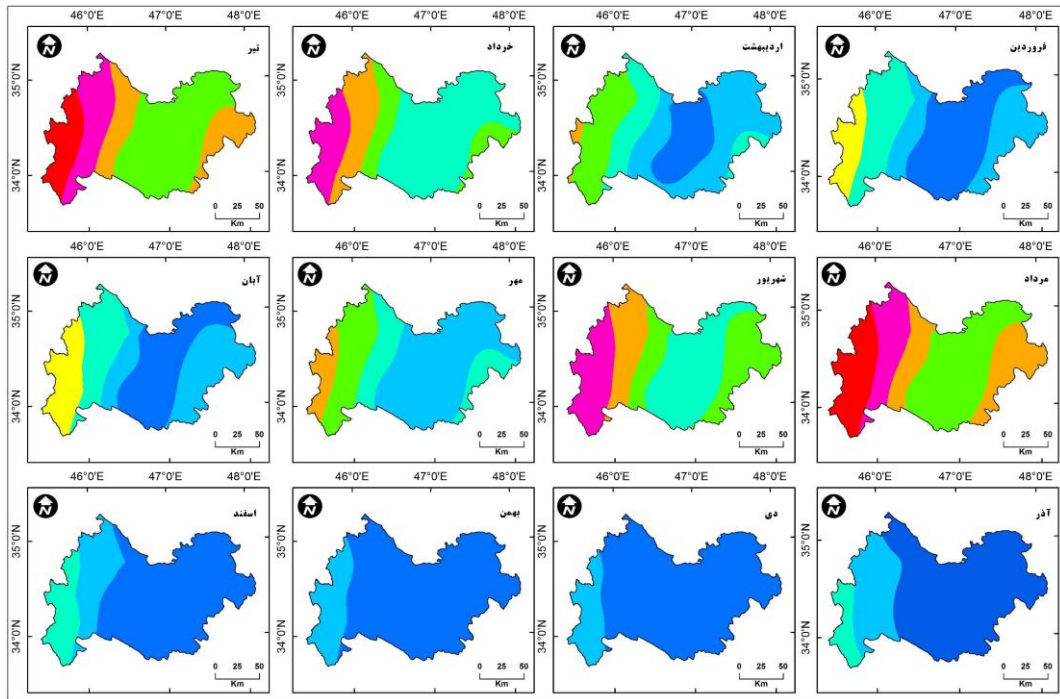
فیزیولوژیک مشاهده نمود. در خوشه اول ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان، در خوشه دوم ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند و در خوشه سوم ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور قرار گرفته‌اند. درجه تنش فیزیولوژیک در ماه‌هایی که در خوشه همگن اول قرار گرفته‌اند، تنش سرمایی شدید و تنش سرمایی متوسط بوده که به ترتیب حساسیت حرارتی سرد و خنک هستند. ماه‌های قرار گرفته در خوشه همگن دوم، دارای درجه تنش فیزیولوژیک سرمای بسیار شدید بوده که به لحاظ حساسیت حرارتی خیلی سرد محسوب می‌شوند. خوشه همگن سوم هم شامل ماه‌هایی می‌شود که درجه تنش فیزیولوژیک سرمای اندک، بدون تنش سرما و تنش گرمای اندک در سطح استان کرمانشاه و ایستگاه‌های مورد مطالعه استقرار پیدا می‌کند.

الگوی پراکنش مکانی مقادیر PET محاسبه شده برای ایستگاه‌های هواشناسی استان کرمانشاه در شکل ۵ آورده شده است. با توجه به شکل و همچنین نتایج حاصل از اجرای تحلیل خوشه‌ای (شکل ۶)، می‌توان دو خوشه همگن مکانی را در سطح استان به لحاظ درجه تنش فیزیولوژیک مشاهده نمود. در خوشه همگن اول، ایستگاه‌های کنگاور، سنقر، کرمانشاه، هرسین، اسلام‌آباد غرب، جوانرود و روانسر قرار دارند که در مناطق شرقی و مرکزی استان قرار دارند. این مناطق طی فصل زمستان و حتی ماه‌های آبان، آذر و فروردین تنش سرمایی بسیار شدید و شدید دارند و در طی ماه‌های تیر و مرداد و تا حدودی شهریور درجه بدون تنش سرمایی تا تنش گرمایی اندک در آن‌ها احساس می‌شود؛ طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد و مهر هم تنش سرمای اندک تا متوسط دارند. ایستگاه‌های سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصر شیرین در خوشه همگن دوم قرار دارند که در مناطق غربی استان کرمانشاه قرار دارند. در این مناطق، طی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند تنش سرمایی بسیار شدید، شدید و حتی متوسط استقرار پیدا می‌کند. طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان هم تنش‌های سرمای شدید، متوسط و اندک را می‌توان مشاهده نمود. تنش گرمای متوسط نیز طی ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در مناطق غربی استان کرمانشاه احساس می‌شود.



مأخذ: نگارندگان

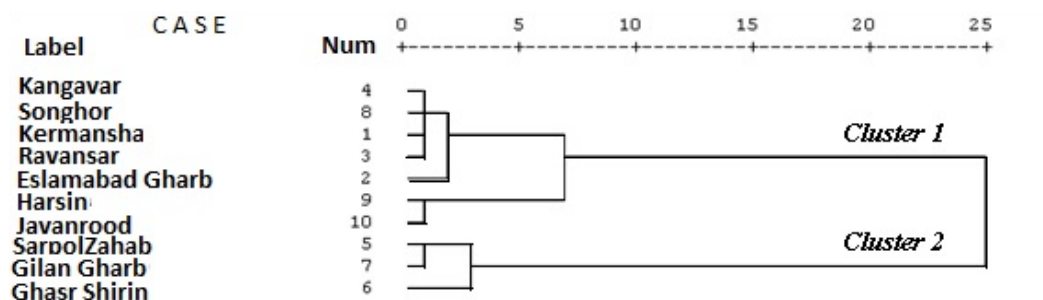
شکل ۴: نتایج تحلیل خوشه‌ای برای بررسی الگوی پراکنش زمانی شاخص PET در ایستگاه‌های هواشناسی



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: الگوی پراکنش مکانی مقادیر شاخص PET در طی سال در ایستگاه‌های هواشناسی

با استفاده از رتبه مؤلفه‌ها و رابطه اقلیم آسایش گردشگری، مقادیر TCI برای ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در استان کرمانشاه محاسبه شد (شکل ۷). در فصل بهار و در ماه فروردین چهار گروه اقلیمی عالی (قصر شیرین و گلان غرب)، خیلی خوب (کنگاور و سرپل ذهاب)، خوب (کرمانشاه، هرسین و جوانرود) و قابل قبول (اسلام‌آباد غرب و روانسر)، طی اردیبهشت ماه سه گروه اقلیمی ایده‌آل (گیلان غرب)، عالی (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، سرپل ذهاب، قصر شیرین، هرسین و جوانرود) و خیلی خوب (سنقر) و طی خرداد ماه هم سه گروه اقلیمی ایده‌آل (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر و کنگاور)، عالی (هرسین) و خوب (سرپل ذهاب، قصر شیرین و گیلان غرب) در سطح استان وجود دارد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: نتایج تحلیل خوشه‌ای برای بررسی الگوی پراکنش مکانی شاخص PET در ایستگاه‌های هواشناسی

در فصل تابستان، تیرماه دارای چهار کلاس خیلی خوب (اسلام‌آباد غرب و روانسر)، خوب (کرمانشاه و کنگاور)، قابل قبول (سرپل ذهاب و گیلان غرب) و حد مرزی (قصر شیرین) است. مردادماه دارای چهار کلاس خیلی خوب (هرسین)، خوب (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، سنقر و جوانرود)، قابل قبول (قصر شیرین و گیلان غرب) و حد مرزی (سرپل ذهاب) است. و بالاخره شهریورماه دارای پنج کلاس اقلیمی عالی (اسلام‌آباد غرب و روانسر)، خیلی خوب (کرمانشاه، کنگاور و جوانرود)، خوب (گیلان غرب)، قابل قبول (سرپل ذهاب) و حد مرزی (قصر شیرین) است.

ایستگاه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
کرمانشاه	خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
اسلام‌آباد غرب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
روانسر	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
کنگاور	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
سرپل ذهاب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
قصر شیرین	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
گیلانغرب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
سنقر	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
هرسین	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب
جوانرود	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب	خیلی خوب

ایده آل
عالی
خیلی خوب
خوب
قابل قبول
حد مرزی

مأخذ: نگارندگان

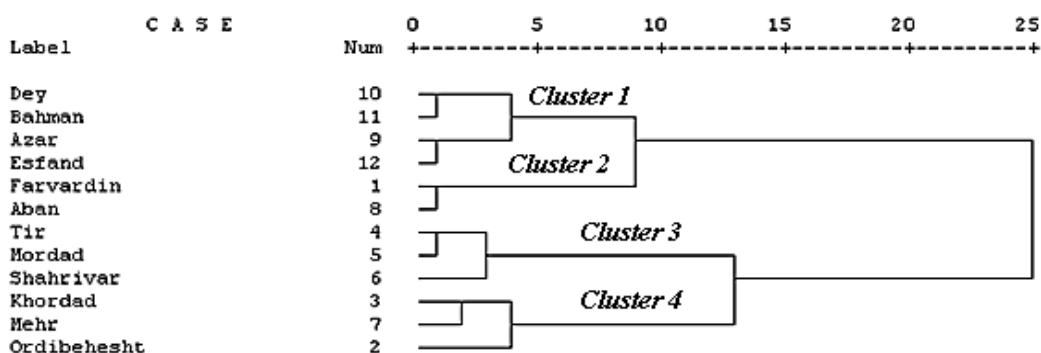
شکل ۷: مقادیر محاسبه شده شاخص TCI برای ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در استان کرمانشاه

در طی فصل پاییز، مهرماه سه گروه اقلیمی ایده‌آل (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، سنقر، هرسین و جوانرود)، عالی (گیلان غرب) و خیلی خوب (سرپل ذهاب و قصر شیرین)، آبان ماه چهار گروه اقلیمی عالی (قصر شیرین)، خیلی خوب (سرپل ذهاب و گیلان غرب)، خوب (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر و کنگاور) و قابل قبول (سنقر) و آذرماه چهار گروه اقلیمی خیلی خوب (قصر شیرین)، خوب (هرسین)، قابل قبول (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، گیلان غرب، جوانرود و سرپل ذهاب) و حد مرزی (سنقر) را تجربه می‌کنند.

در نهایت در فصل زمستان و در دی‌ماه، دو کلاس اقلیمی قابل قبول (سرپل ذهاب، قصر شیرین، گیلان غرب، هرسین و جوانرود) و حد مرزی (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور و سنقر)، در بهمن‌ماه دو کلاس قابل قبول (سرپل ذهاب، قصر شیرین و هرسین) و حد مرزی (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، گیلان غرب و سنقر) و در اسفندماه سه کلاس خیلی خوب (قصر شیرین)، خوب (سرپل ذهاب و گیلان غرب) و قابل قبول (کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب، روانسر، کنگاور، سنقر، هرسین و جوانرود) در سطح استان کرمانشاه قابل مشاهده است.

بر اساس آنچه در مورد پراکنش زمانی مقادیر شاخص TCI در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه گفته شد و همچنین نتایج به دست آمده از اجرای تحلیل خوشه‌ای برای این مقادیر (شکل ۸)، الگوی پراکنش زمانی شاخص اقلیم

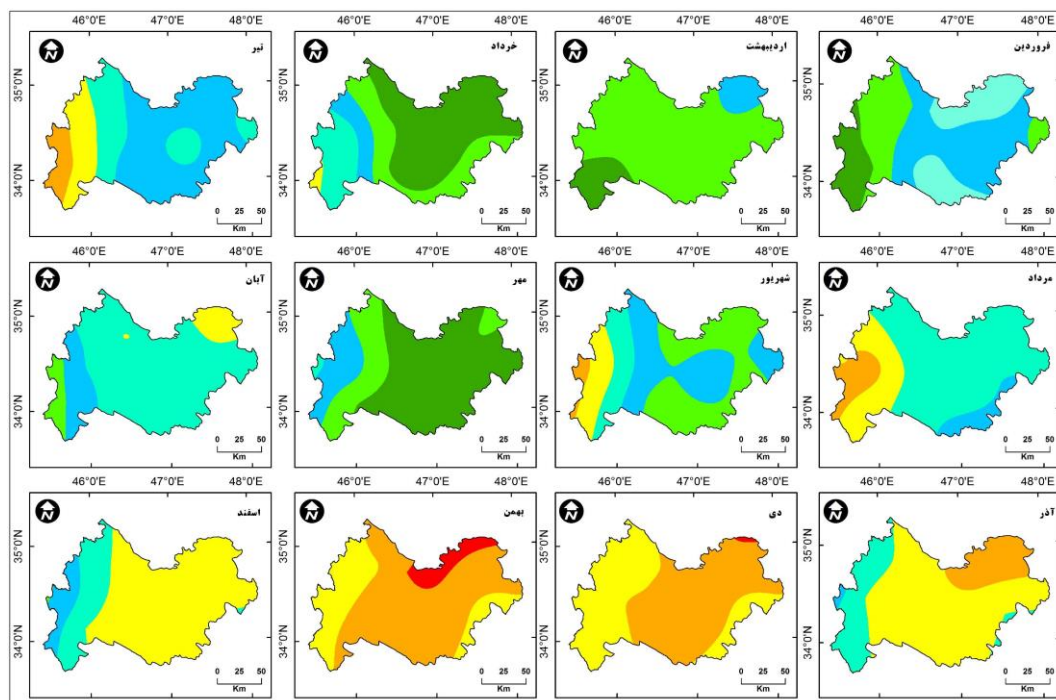
آسایش گردشگری به گونه‌ای است که می‌توان در فاصله اقلیدسی کمتر از ۱۰، چهار خوشه همگن زمانی را به لحاظ درجه آسایش اقلیمی مشاهده نمود. در خوشه اول ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند، در خوشه دوم ماه‌های فروردین و آبان، در خوشه سوم ماه‌های تیر، مرداد و شهریور و در خوشه چهارم ماه‌های اردیبهشت، خرداد و مهر قرار گرفته‌اند. شاخص آسایش اقلیمی در ماه‌هایی که در خوشه همگن اول قرار گرفته‌اند، دارای گروه‌های اقلیمی خوب، قابل قبول و حد مرزی هستند. ماه‌های قرار گرفته در خوشه همگن دوم؛ گروه‌های اقلیمی عالی، خیلی خوب، خوب و قابل قبول را شامل می‌شوند. خوشه همگن سوم شامل ماه‌هایی می‌شود که در گروه‌های اقلیمی خیلی خوب، خوب، قابل قبول و حتی عالی در سطح استان کرمانشاه و ایستگاه‌های مورد مطالعه استقرار پیدا می‌کند. در ماه‌های خوشه همگن چهارم هم گروه‌های اقلیمی ایده‌آل، عالی، خیلی خوب و خوب مشاهده می‌شوند.



مأخذ: نگارندگان

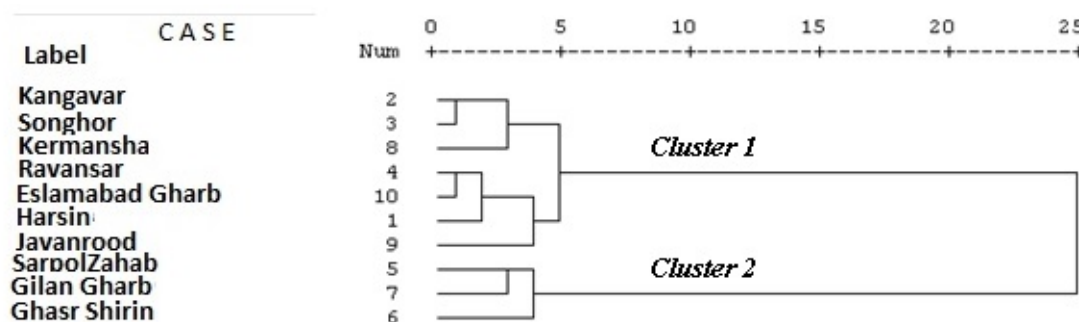
شکل ۸: نتایج تحلیل خوشه‌ای برای بررسی الگوی پراکنش زمانی شاخص TCI در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه

الگوی پراکنش مکانی مقادیر TCI محاسبه شده برای ایستگاه‌های هواشناسی استان کرمانشاه در شکل ۹ آورده شده است. با توجه به شکل و همچنین نتایج حاصل از اجرای تحلیل خوشه‌ای (شکل ۱۰)، می‌توان دو خوشه همگن مکانی را در سطح استان به لحاظ شاخص آسایش اقلیمی مشاهده کرد. در خوشه همگن اول، ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب، روانسر، سنقر، کنگاور، جوانرود، کرمانشاه و هرسین قرار دارند که در مناطق شرقی و مرکزی استان هستند. این مناطق طی فصل زمستان و ماه آذر عمدتاً دارای گروه‌های اقلیمی حد مرزی و قابل قبول هستند و در طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد، شهریور و مهر، گروه‌های اقلیمی ایده‌آل و عالی بیش‌تر در آن‌ها احساس می‌شود؛ طی ماه‌های فروردین، تیر، مرداد و آبان هم شاخص آسایش اقلیمی با کلاس‌های خوب و قابل قبول گسترش بیشتری دارند. ایستگاه‌های سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصر شیرین در خوشه همگن دوم قرار دارند که منطبق بر مناطق غربی استان کرمانشاه هستند. در این مناطق، طی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند گروه‌های اقلیمی خوب و قابل قبول و تا حدودی حد مرزی استقرار پیدا می‌کند. طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان شاخص آسایش اقلیمی عالی و خیلی خوب را بیش‌تر می‌توان مشاهده نمود. گروه‌های آسایش اقلیمی خوب، قابل قبول و حد مرزی هم طی ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در مناطق غربی استان کرمانشاه احساس می‌شود.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۹: الگوی پراکنش مکانی مقادیر شاخص TCI در طی سال در ایستگاه‌های هواشناسی



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۰: نتایج تحلیل خوشه‌ای برای بررسی الگوی پراکنش مکانی شاخص TCI در ایستگاه‌های هواشناسی

بحث

الگوی پراکنش مکانی مقادیر PET محاسبه شده نشان داد که ایستگاه‌های کنگاور، سنقر، کرمانشاه، هرسین، اسلام‌آباد غرب، جوانرود و روانسر در خوشه همگن اول (منطبق بر مناطق شرقی و مرکزی استان)، طی فصل زمستان و حتی ماه‌های آبان، آذر و فروردین تنش سرمایی بسیار شدید و شدید دارند و در طی ماه‌های تیر و مرداد و تا حدودی شهریور درجه بدون تنش سرمایی تا تنش گرمایی اندک در آن‌ها احساس می‌شود؛ طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد و مهر هم تنش سرمایی اندک تا متوسط را دارا می‌باشند. ایستگاه‌های سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصر شیرین در خوشه همگن دوم منطبق بر مناطق غربی استان کرمانشاه هستند. در این مناطق، طی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند تنش سرمایی

بسیار شدید، شدید و حتی متوسط استقرار پیدا می‌کند. طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان هم تنش‌های سرمای شدید، متوسط و اندک را می‌توان مشاهده نمود. تنش گرمای متوسط نیز طی ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در مناطق غربی استان کرمانشاه احساس می‌شود.

بر اساس آنچه در مورد پراکنش زمانی مقادیر شاخص PET در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه به دست آمد، الگوی پراکنش زمانی دمای معادل فیزیولوژیک به‌گونه‌ای است که می‌توان سه دوره زمانی را به لحاظ درجه تنش فیزیولوژیک تشخیص داد. دوره اول ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان با درجه تنش فیزیولوژیک سرمای شدید و متوسط، دوره دوم ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند با درجه تنش فیزیولوژیک سرمای بسیار شدید و دوره سوم ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور با درجه تنش فیزیولوژیک سرمای اندک، بدون تنش سرما و تنش گرمای اندک در سطح استان کرمانشاه است. بنابراین بر اساس شاخص PET ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور از وضعیت مناسب‌تری نسبت به سایر ماه‌های سال برای انجام فعالیت‌های گردشگری برخوردار هستند که این نتایج با مطالعه ذوالفقاری در سال ۱۳۹۰ در تحلیلی بر اقلیم گردشگری در استان کرمانشاه همخوانی دارد.

الگوی پراکنش زمانی شاخص اقلیم آسایش گردشگری (TCI) به‌گونه‌ای است که در خوشه اول ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند (گروه‌های اقلیمی خوب، قابل قبول و حد مرزی)، در خوشه دوم ماه‌های فروردین و آبان (گروه‌های اقلیمی عالی، خیلی خوب، خوب و قابل قبول)، در خوشه سوم ماه‌های تیر، مرداد و شهریور (گروه‌های اقلیمی خیلی خوب، خوب، قابل قبول و حتی عالی) و در خوشه چهارم ماه‌های اردیبهشت، خرداد و مهر (گروه‌های اقلیمی ایده‌آل، عالی، خیلی خوب و خوب) قرار گرفته‌اند.

الگوی پراکنش مکانی مقادیر TCI هم نشان داد که ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب، روانسر، سنقر، کنگاور، جوانرود، کرمانشاه و هرسین در یک خوشه قرار دارند که شامل مناطق شرقی و مرکزی استان هستند. این مناطق طی فصل زمستان و ماه آذر عمدتاً دارای گروه‌های اقلیمی حد مرزی و قابل قبول هستند و در طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد، شهریور و مهر، گروه‌های اقلیمی ایده‌آل و عالی بیش‌تر در آن‌ها احساس می‌شود؛ طی ماه‌های فروردین، تیر، مرداد و آبان هم شاخص آسایش اقلیمی با کلاس‌های خوب و قابل قبول گسترش بیش‌تری دارند. در خوشه دیگر ایستگاه‌های سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصر شیرین قرار دارند که منطبق بر مناطق غربی استان کرمانشاه هستند. در این مناطق، طی ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند گروه‌های اقلیمی خوب و قابل قبول و تا حدودی حد مرزی استقرار پیدا می‌کند. طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت، مهر و آبان شاخص آسایش اقلیمی عالی و خیلی خوب را بیش‌تر می‌توان مشاهده نمود. گروه‌های آسایش اقلیمی خوب، قابل قبول و حد مرزی هم طی ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور در مناطق غربی استان کرمانشاه احساس می‌شود. این یافته‌ها با نتایج مطالعات (یگانه مقدم و همکاران، ۹۵) همخوانی دارد؛ آن‌ها در مطالعه خود با عنوان پهنه‌بندی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از شاخص TCI در محیط GIS به این نتیجه رسیدند که به‌طور میانگین شرایط ایده‌آل و خیلی خوب اقلیم گردشگری در ماه‌های مهر، اردیبهشت و خرداد فراهم است.

همچنین ذکر نموده‌اند که در فصل گرم سال مناطق شرقی استان دارای وضعیت مطلوب و مناسبی هستند و در فصول سرد سال این روند تغییر یافته و مناطق غربی از وضعیت مناسبی برخوردار می‌گردند.

نتیجه‌گیری

از نیازهای مهم و اساسی برای توسعه قابلیت‌ها و توانمندی‌های گردشگری یک منطقه، اقلیم مناسب گردشگری است. استفاده از قابلیت‌ها و پتانسیل‌های گردشگری استان، نیازمند شناخت و ارزیابی اقلیم آسایش با استفاده از روش‌های علمی مورد قبول است تا به‌طور سیستماتیک تأثیر عناصر اقلیمی بر فعالیت گردشگران را مشخص سازد. چرا که شناخت محدودیت‌ها و مخاطرات تهدید کننده جوی و نیز آگاهی از جاذبه‌ها و پتانسیل‌های نهفته در ویژگی‌های اقلیمی و جغرافیایی در فول مختلف سال، به‌منظور در نظر گرفتن آن‌ها در برنامه‌ریزی‌های گردشگری به‌ویژه گردشگری طبیعی، از اهمیت بالایی برخوردار است (اسدالهی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به موقعیت خاص استان کرمانشاه و برخورداری از جاذبه‌های طبیعی و فرهنگی و همچنین حاکم بودن شرایط متفاوت آب‌وهوایی در فصول مختلف سال در سطح استان، در برنامه‌ریزی ایجاد و توسعه صنایع گردشگری، لزوم توجه به شرایط اقلیمی بسیار مهم است و با در نظر گرفتن مناطق مطلوب اقلیمی در فصول مختلف سال، لزوم توجه به ایجاد زیرساخت‌های گردشگری ویژه فصل‌های گرم و سرد در جهت افزایش میزان مطلوبیت شرایط محیطی برای گردشگری در مناطق مختلف استان ضروری به نظر می‌رسد.

بر اساس این ضرورت، در پژوهش حاضر به بررسی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از دو شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و شاخص آسایش اقلیمی (TCI) در ۱۰ ایستگاه هواشناسی در سطح استان کرمانشاه پرداخته شد که این بررسی شامل تحلیل الگوی پراکنش زمانی و مکانی مقادیر محاسبه شده برای دو شاخص بوده است. مقادیر به دست آمده برای هر دو شاخص PET و TCI نشان داد که وضعیت اقلیم گردشگری استان مورد مطالعه بیشتر متأثر از شرایط توپوگرافی است. به‌گونه‌ای که مناطق غربی و مرکزی با ارتفاع زیاد در استان (شهرستان‌های سنقر، کنگاور، هرسین، صحنه، کرمانشاه، جوانرود و اسلام‌آباد) در طی سال شرایط متفاوتی در مقایسه با مناطق شرقی و کم‌ارتفاع‌تر استان (سرپل ذهاب، گیلان غرب و قصر شیرین) به لحاظ آسایش اقلیمی و درجه تنش فیزیولوژیک دارند.

در جمع‌بندی نهایی از نتایج دو شاخص استفاده شده برای بررسی وضعیت اقلیم گردشگری استان کرمانشاه باید گفت که هم نتایج شاخص PET و هم نتایج شاخص TCI نشان داد که مناطق غربی و مرکزی استان تقریباً در یک گروه آسایش اقلیمی و مناطق غربی استان در یک گروه اقلیمی دیگر به لحاظ آسایش اقلیمی و تنش فیزیولوژیک قرار می‌گیرند. به لحاظ پراکنش زمانی هم، اردیبهشت، خرداد و مهر را به‌عنوان مناسب‌ترین زمان برای انجام فعالیت گردشگری معرفی می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از حمایت مالی دانشگاه پیام نور در انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

- ۱- ابراهیمزاده، عیسی. عبدا... آقاسی‌زاده (۱۳۸۸): تحلیل عوامل مؤثر بر گسترش گردشگری در ناحیه چابهار. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۱ (۱)، ۱۰۷-۱۲۸، دانشگاه اصفهان.
- ۲- ابراهیمی، ناصر. (۱۳۸۳): ارزیابی اقلیم برای توریست سردشت. رساله کارشناسی ارشد. استاد راهنما: حسین‌میراد محمدی. دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه اقلیم‌شناسی.
- ۳- احمدآبادی، علی. (۱۳۸۶): ارزیابی اقلیم توریستی ایران با استفاده از شاخص TCI و پهنه‌بندی آن با استفاده از GIS. رساله کارشناسی ارشد. استاد راهنما: منوچهر فرج زاده اصل. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا.
- ۴- اسماعیلی، رضا. امیر گندم‌کار و مجید نوخندان. (۱۳۹۰): ارزیابی آسایش چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۳، ۷۵، دانشگاه تهران.
- ۵- تولایی، سیمین. (۱۳۸۶): مروری بر صنعت گردشگری. اول، تهران، دانشگاه تربیت معلم.
- ۶- جعفری، محمد. و غلام حسن جعفری. (۱۳۹۵): پهنه‌بندی اقلیم آسایش گردشگری استان ایلام با تکنیک GIS. فصل‌نامه جغرافیای سرزمین، ۱۳، ۵۱، دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۷- جوان، خدیجه. علیرضا شیخ‌الاسلامی. (۱۳۹۳): برنامه‌ریزی توسعه اکوتوریسم در استان کردستان با بهره‌گیری از شاخص زیست اقلیمی. فصل‌نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۶، ۲۰، دانشگاه آزاد اسلامی.
- ۸- ذوالفقاری، حسن. (۱۳۸۶): تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردشگر در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژیک (PET) و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده (PMV). پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲، دانشگاه تهران.
- ۹- ذوالفقاری، حسن (۱۳۹۰): تحلیلی بر اقلیم گردشگری در استان کرمانشاه. همایش گردشگری و توسعه پایدار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان.
- ۱۰- رضایی منفرد، فرشته. (۱۳۹۰): تأثیر اقلیم بر صنعت توریسم استان خراسان رضوی بر اساس شاخص TCI. رساله کارشناسی ارشد. استاد راهنما: شهریار خالدی. دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.
- ۱۱- عطایی، هوشمند. سادات هاشمی نسب. (۱۳۸۹): بررسی پتانسیل‌های اقلیم توریستی استان سمنان با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژی (PET). جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱، ۲، موسسه آموزش عالی قشم.
- ۱۲- عطایی، هوشمند. سادات هاشمی نسب. (۱۳۹۱): ارزیابی تطبیقی زیست اقلیم انسانی شهر اصفهان با استفاده از روش‌های ترجونگ TCI، PET، PMV. مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ۴، دانشگاه اصفهان.
- ۱۳- فرزین، محمدرضا. (۱۳۸۴): شناخت جایگاه حوزه‌های فعالیت تعاونی‌های گردشگری در جهان و ایران. نشریه مطالعات جهانگردی، ۸، دانشگاه علامه طباطبایی.
- ۱۴- کریمی هلیزآباد، سالار. (۱۳۸۸): اقلیم‌شناسی توریستی بر اساس شاخص TCI در محیط GIS (مطالعه موردی کردستان). رساله کارشناسی ارشد. استاد راهنما: علیرضا شکیبا. دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.
- ۱۵- یگانه مقدم، عاطفه. احسان یگانه مقدم. (۱۳۹۵): پهنه‌بندی اقلیم گردشگری استان کرمانشاه با استفاده از شاخص TCI در محیط GIS. دومین کنگره بین‌المللی علوم زمین و توسعه شهری.

- 14- Agnew, M. D. D Viner. 2001: Potential impacts of climate change on international tourism. International Journal of Tourism and Hospitality Research, 3, 1, Sage Publications, Ltd .
- 15- Amelung, B. D Viner. 2006: Mediterranean tourism: Exploring the future with the Tourism Climate Index. Journal of Sustainable Tourism, 14, Taylor an Francis.
- 16- Eccles, G. J Costa. 1996: Perspectives on Tourism Development. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 8, 7, MCB UP LTD.
- 17- Fichett, J.M., Hoogendoorn, G., and Robinson, D., (2016): Data challenges and solutions in the calculation of Tourism Climate Index (TCI) scores in South Africa. Turizam: međunarodni znanstveno-stručni časopis, 64(4): 359-370.
- 18- Font, X. T. E Ahjem. 1999: Searching for a balance in tourism development strategies. International Journal of Contemporary Hospitality Management, 11 (2/3), MCB UP LTD.

- 19- De Freitas CR. (2003): Tourism Climatology: Evaluating Environmental Information for Decision Making and Business Planning in The Recreation and Tourism Sector; International Journal of Biometeorology, 48, 1, PubMed.
- 20- Grigorieva, E. A. A Matzarakis. (2010): Physiologically Equivalent Temperature in Extreme Climate Regions in The Russian Far East. Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology, 20, Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg.
- 21- Hoppe, P. (1999): The Physiological Equivalent Temperature-a Universal Index for The Bio Meteorological Assessment of The Thermal Environment. International Journal of Biometeorology, 43, Springer.
- 22- Davoudi, Simin. Jenny Crawford et al. (2009): Climate Change Mitigation and Adaptation in Developed Nations: A Critical Perspective On The Adaptation Turn in Urban Climate Planning. 1, 1 Routledge Publications.
- 23- Khajeh Amiri Khaledi, Ch. (2017): A Case Study of Evaluation and Distribution of Tourism Climate by Using TCI: Baluchistan Region of Iran. Open Journal of Geography, 7, Scientific Research.
- 24- Matzarakis, A. (2001): Climate and Bioclimatic Information for The Tourism in Greece. Proceedings of The 1st International Workshop on Climate, Tourism and Recreation. International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation.
- 25- Matzarakis, A. (2007): Climate, Thermal Comfort and Tourism. Proceeding of The 2nd International Workshop on Climate Change and Tourism Assessment and Coping Strategies (Ed).
- 26- Matzarakis, A. H Mayer. M.G Lxiomon. (1999): Applications of Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Temperature. International Journal of Biometeorology, 43, Springer.
- 27- Mieczkowski, Z. (1985): The Tourism Climate Index: A Method of Evaluating World Climates for Tourism. The Canadian Geographer, 29, Wiley and sons.
- 28- Nasabpour, S. H Khosravi. E. Heydari Alamdarloo. (2017): National Assessment of Climate Resources for Tourism Seasonality in Iran Using The Tourism Climate Index. Desert, 22, 2, Tehran Uni PUB.
- 29- Scott, D. B Jones. (2004): Climate, Tourism and Recreation; A Bibliography University of Waterloo Canada.
- 30- Shrestha, S. F Kazama. (2007): Assessment of Surface Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques: A Case Study of The Fuji River Basin, Japan: Journal of Environmental Modeling & Software, 22, Elsevier:
- 30- <http://cf.cdn.unwto.org/sites/all/files/docpdf/472csa36dec.pdf>.