

## بررسی تغییرات مکانی-زمانی اقلیم آسایش گردشگری استان یزد با مقایسه شاخص اقلیم گردشگری (TCI) و شاخص اقلیمی تعطیلات (HCI)

محمدرضا شیرغلامی<sup>۱\*</sup>

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه اصفهان، رییس گروه توسعه هواشناسی کاربردی، اداره کل هواشناسی یزد

### چکیده

امروزه صنعت گردشگری به عنوان یکی از ابزارهای اصلی توسعه پایدار در مقیاس‌های ملی و منطقه‌ای مورد توجه قرار گرفته است. گردشگری به طور آشکاری وابسته به آب و هوا است و آب و هوا عامل مهمی در توسعه بخش گردشگری می‌باشد. بنابراین بررسی شرایط آب و هوایی یک منطقه از نظر راحتی آب و هوا و تعیین دوره‌های مناسب برای همه عناصر گردشگری مانند برنامه‌ریزی، اجرا و اقامت اهمیت دارد. با توجه به محدودیت منابع آب و کشاورزی در مناطق با اقلیم خشک و نیمه خشک، در سال‌های اخیر صنعت گردشگری به عنوان یکی از ابزارهای اصلی توسعه در شهر و استان یزد مورد توجه قرار گرفته است. برای این منظور در این پژوهش با استفاده از شاخص آب و هوایی گردشگری (TCI) و شاخص اقلیمی تعطیلات (HCI)، تقویم آسایش آب و هوایی استان یزد برای تمام ماه‌های سال مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت. برای محاسبه این شاخص‌ها از داده‌های بیشینه دمای هوا، میانگین دمای هوا، کمینه رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی، بارش، پوشش ابر، ساعات آفتابی و سرعت باد در ۱۷ ایستگاه همدیدی استان یزد و استان‌های همجوار در بازه زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۹ استفاده شد. نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های TCI و HCI نشان داد که به طور کلی مقادیر کمی شاخص HCI بزرگتر از مقادیر شاخص TCI می‌باشد و همچنین مقادیر شاخص HCI در استان دارای نوسان کمتری است.

**کلید واژه‌ها:** شاخص آب و هوایی گردشگری، شاخص آب و هوایی تعطیلات، گردشگری، یزد.

## مقدمه

امروزه گردشگری به عنوان یک صنعت پویا و گسترده به یکی از بزرگترین بخش‌های اقتصادی جهان تبدیل شده است. به گونه‌ای که تمامی عناصر اساسی جامعه جهانی را در بر گرفته و سهم قابل توجهی از اقتصادهای ملی و محلی را به خود اختصاص می‌دهد (Scott et al., 2016; Masoudi, 2021). با توجه به اهمیت گردشگری و نقش آن در توسعه پایدار اقتصادی، شناخت عوامل موثر بر گردشگری ضروری است. پارامترهای محیطی مانند سایر عوامل فرهنگی، اجتماعی و سیاسی نقش مهمی در توسعه گردشگری ایفا می‌کنند (Pénzes, 2009). دمای هوا، بارش باران و برف، وزش باد، ساعات آفتابی و رطوبت از جمله عناصر هواشناسی هستند که بر تصمیمات بازدیدکنندگان، رضایتمندی آن‌ها و مدیریت هزینه‌های آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Curtis et al., 2011). شواهد تجربی گویای آن است که منابع آب و هوایی به طور مستقیم بر انتخاب مقصد، طول فصل و کیفیت گردشگری و همچنین هزینه‌های مقصد تأثیر می‌گذارد (Gourabi and Palic, 2012; Li et al., 2017; Wilkins et al., 2018; Yu et al. 2021). تغییرات آب و هوایی و رویدادهای فرین جوی مانند امواج گرمایی و سرمای، خشکسالی، طوفان و بارش شدید نیز می‌تواند بر تقاضای گردشگری تأثیر بگذارد. بنابراین بررسی شرایط آب و هوایی یک منطقه از نظر راحتی آب و هوا و تعیین دوره‌های مناسب برای همه عناصر گردشگری مانند برنامه ریزی، اجرا، اقامت و غیره اهمیت دارد. شرایط اقلیمی و وضع هوا جزء اساسی تجربه تعطیلات هستند و از جمله انگیزه‌های اصلی سفر محسوب می‌شوند (Goh, 2012; Öztürk and Göral, 2018). به عبارتی شرایط آب و هوایی به عنوان یک عامل جاذبه و دافعه در برنامه‌ریزی سفر گردشگران محسوب می‌شود.

با توجه به ماهیت چند وجهی آب و هوا و نیز پیچیدگی استفاده از متغیرهای آب و هواشناسی برای معنی بخشیدن به گردشگری، شاخص‌های آب و هوایی برای مدت طولانی مورد توجه بوده است (De Freitas, 2008; De Freitas and Grigorieva, 2015). مزیت این شاخص‌ها این است که می‌تواند آب و هوای مقاصد گردشگری را به طور عینی

مقایسه کنند و بنابراین ابزاری مناسب برای ارزیابی تأثیرات احتمالی تغییر آب و هوا بر توزیع منابع آب و هوایی در سراسر جهان هستند. ارائه مقادیر و شاخص‌های آستانه می‌تواند ایده‌ای در مورد سطح راحتی شرایط آب و هوایی محیط ارائه دهد. برای این منظور شاخص‌های آب و هوایی گردشگری تهیه شده است (Öztürk and Göral, 2018; Scott et al., 2016). شاخص‌های اقلیمی گردشگری که از شاخص‌های ساخته شده برای استفاده در سلامت و کشاورزی شکل می‌گیرند، ابزارهایی هستند که از داده‌های خام هواشناسی برای توصیف مناسب بودن یک اقلیم معین برای فعالیت‌های گردشگری استفاده می‌کنند. چنین شاخص‌هایی به طور گسترده برای مقایسه منابع آب و هوایی و تأثیرات آنها بر گردشگری برای بیش از ۳۵ سال استفاده شده است (Rutty et al., 2020).

تحقیقات گسترده‌ای در سطح جهان با تکیه بر شاخص‌های آسایش اقلیمی انجام شده است. مندز-لازارو و همکاران (Mendez-Lazaro et al., 2014) شرایط آب و هوایی گردشگری در سن خوان در پورتوریکو را بررسی کردند و ماه‌های فوریه، مارس و پایان تابستان را به عنوان زمان مناسب برای گردشگری تعیین کردند. اسکات و همکاران (Scott et al., 2016) به مقایسه شاخص آب و هوایی گردشگری (TCI) و شاخص آب و هوایی تعطیلات (HCI) با تمرکز بر گردشگری شهری در اروپا پرداختند. تفاوت قابل توجهی بین نمرات HCI و TCI مشاهده شد و نمرات HCI به طور مداوم بالاتر از نمرات TCI برآورد شد. روتی و همکاران (Rutty et al., 2020) برای توضیح ورود گردشگران کانادایی به کارائیب به مقایسه بین شاخص HCI (ساحل) و TCI پرداختند. نتایج نشان دهنده قدرت بیشتر شاخص HCI بود و هر مقصد با استفاده از HCI به طور مداوم امتیاز بیشتری دریافت کرد و همچنین رابطه قوی‌تری بین مقادیر این شاخص و ورود گردشگران وجود داشت.

عمده تحقیقات در ایران مبتنی بر شاخص آب و هوایی گردشگری می‌باشد. یکی از جامع‌ترین تحقیقات در ایران توسط فرج زاده و احمد آبادی (۱۳۸۹) انجام شد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که همان‌طور که شرایط اقلیمی ایران متنوع است، شاخص TCI نیز دارای تغییرپذیری زیادی است. آنها با توجه به روند سالانه TCI در مناطق مختلف،

گردشگری عالی برخوردار است. همچنین نتایج تحقیق نشان داد شاخص HCI نسبت به شاخص‌های دیگر اقلیم گردشگری چون شاخص TCI انطباق بیشتری با واقعیات اقلیم استان دارد.

استان یزد به دلیل برخورداری از جاذبه‌های طبیعی، تاریخی و فرهنگی فراوان و نیز معرفی شهر یزد به عنوان دومین شهر خشتی جهان از سوی سازمان بین‌المللی یونسکو، فرصت بی‌نظیری برای توسعه گردشگری دارد و یکی از مقاصد اصلی گردشگران خارجی در کشور می‌باشد. علاوه بر این طی سال‌های اخیر مورد استقبال بیشتر گردشگران داخلی به ویژه در زمینه گردشگری طبیعت و بازدید از مناطق کویری قرار گرفته است. بنابراین تعیین تقویم گردشگری استان و ارزیابی توانمندی‌ها و محدودیت‌های اقلیمی گردشگری استان، برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان بخش گردشگری و در نهایت توسعه پایدار استان بسیار ضروری و حیاتی می‌باشد. بنابراین با توجه به اهمیت این موضوع و اینکه تاکنون هیچ پژوهشی در رابطه با اقلیم گردشگری استان یزد با استفاده از شاخص HCI انجام نشده است، در این پژوهش سعی شده است تا با استفاده از شاخص‌های آب و هوایی TCI و HCI، محدوده‌های آسایش اقلیمی استان برای تمام ماه‌های سال مورد برآورد و ارزیابی قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان یزد با مساحت حدود ۷۴۶۵۰ کیلومتر مربع در مرکز ایران در محدوده ۲۹/۴۸ درجه تا ۳۳/۳۰ درجه عرض شمالی و ۵۲/۴۵ درجه تا ۵۶/۳۰ درجه طول شرقی واقع شده است و با استان‌های اصفهان، کرمان، فارس و خراسان جنوبی همسایه می‌باشد. استان یزد دارای ۱۱ شهرستان می‌باشد و جمعیت استان طبق آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۱،۱۳۸،۵۳۳ نفر (۳۴۰،۶۵۷ خانوار) نفر می‌باشد. با توجه به واقع شدن استان در کمربند خشک و بیابانی کشور، این استان در گروه مناطق خشک و با آب و هوای گرم بیابانی طبقه‌بندی می‌شود. قلمرو وسیعی از استان یزد از نظر تقسیمات اقلیمی، زیر پوشش اقلیم‌های خشک و فراخشک

هفت طبقه را مشخص کردند که هر طبقه شرایط اقلیم گردشگری متفاوتی در طول سال دارد. یافته‌های پژوهش مسعودی (Masoudi, 2021) از بررسی شرایط اقلیمی گردشگری استان فارس با استفاده از شاخص اقلیم گردشگری (TCI) حاکی از این است که طی ماه‌های اردیبهشت، فروردین، مهر و آبان، ۷۰ تا ۸۳ درصد از شهرهای استان فارس دارای آسایش اقلیمی عالی و ایده آل هستند. همچنین توزیع مکانی TCI نشان داد که شهرهای شمالی به طور کلی در فصل گرما از مطلوب‌ترین شرایط برخوردار هستند، در حالی که شهرهای جنوبی استان فارس در فصل سرد برای گردشگری مناسب‌تر هستند. گندمکار (۱۳۸۹) با به کارگیری مدل TCI به این نتیجه رسید که شهرستان سمیرم دارای دو زمان مناسب برای حضور گردشگران است، این دو زمان شامل میانه فصل بهار تا اوایل تابستان و انتهای تابستان تا میانه پاییز است. از اواخر پاییز تا میانه بهار به علت سرما و بارندگی وضعیت مناسبی برای گردشگری در این شهرستان وجود ندارد.

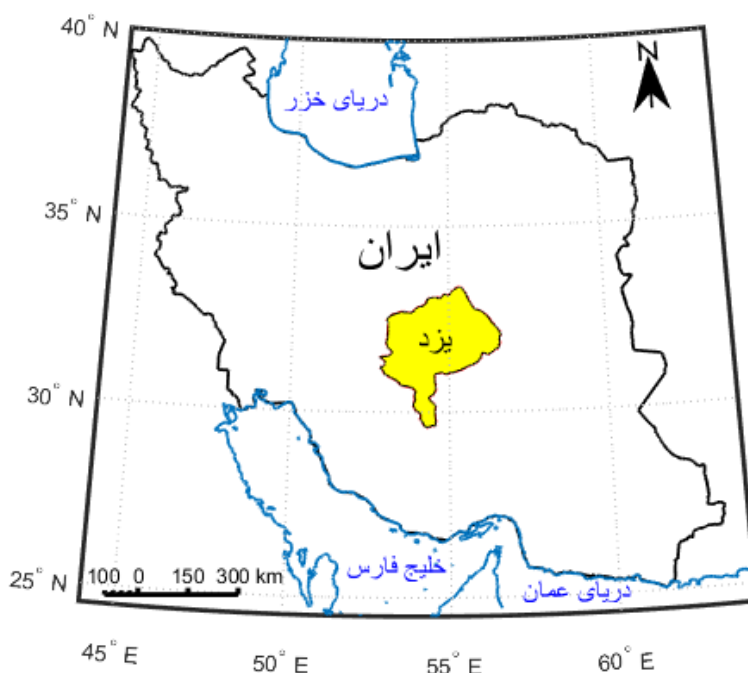
در سال‌های اخیر برخی مطالعات با بهره‌گیری از شاخص اقلیمی تعطیلات به بررسی شرایط گردشگری در مناطق مختلف ایران پرداخته‌اند. مقایسه شاخص‌های آب و هوای گردشگری و تعطیلات در نواحی بیابانی ایران و سواحل مکران نشان داد که در فصل‌های پاییز و زمستان، مناطق کوهستانی کمترین مقادیر و مناطق کم ارتفاع مانند سواحل مکران بیشترین مقادیر را داشتند. در فصل بهار و تابستان، به دلیل دماهای بالا، امتیاز HCI در بیابان‌ها در مقایسه با TCI بالاتر بود، اما هر دو شاخص امتیازات مشابهی را برای سواحل مکران نشان می‌دهند (Hejazizadeh et al., 2019). در پژوهشی دیگر جوان (۱۳۹۵) به ارزیابی شرایط اقلیم گردشگری شهر ارومیه با استفاده از شاخص‌های HCI و TCI پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که عمدتاً امتیازات شاخص HCI در بیشتر مواقع از TCI بیشتر است. همچنین هر دو شاخص دارای اوج تابستانه هستند و در ماه‌های ژوئن، ژوئیه، آگوست و سپتامبر شرایط ایده‌آلی برای گردشگری و تفریح دارند. اربابی و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از شاخص HCI به بررسی شرایط آب و هوایی استان سیستان و بلوچستان پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که در ماه‌های فصل زمستان، این استان از شرایط اقلیم

تعطیلات HCI استفاده شده است. برای محاسبه این شاخص‌ها از داده‌های بیشینه دمای هوا، میانگین دمای هوا، کمینه رطوبت نسبی، میانگین رطوبت نسبی، بارش، پوشش ابر، ساعات آفتابی و سرعت باد ایستگاه‌های همدیدی استان (۱۰ ایستگاه) و ایستگاه‌های همدیدی استان‌های همجوار (۷ ایستگاه) و در دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۹ استفاده شده است. مختصات جغرافیایی این ایستگاه‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

قرار گرفته است. میانگین بلند مدت بارندگی استان در حدود ۹۵ میلیمتر است که به عنوان کم‌بارش‌ترین استان کشور محسوب می‌شود. از طرفی نوسان دمای استان نیز در زمستان و تابستان و حتی در شب و روز بسیار زیاد است.

#### داده‌ها

در این تحقیق به منظور ارزیابی شرایط اقلیمی گردشگری استان یزد از شاخص اقلیم گردشگری TCI و شاخص اقلیم



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، استان یزد

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد استفاده

نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
ابرکوه	۳۱/۱۲	۵۳/۲۳	یزد	۳۱/۹	۵۴/۲۹
بافق	۳۱/۶۳	۵۵/۴۲	اقلید	۳۰/۹	۵۲/۶۳
رباط پشت بادام	۳۳/۰۱	۵۵/۵۶	انار	۳۰/۸۸	۵۵/۲۵
عقدا	۳۲/۴۵	۵۳/۶۴	آباده	۳۱/۱۹	۵۲/۶۱
گاریز	۳۱/۳۱	۵۴/۱	پوانات	۳۰/۴۷	۵۳/۶
مروست	۳۰/۴۶	۵۴/۲۱	خور و بیابانک	۳۳/۷۷	۵۵/۰۸
مهریز	۳۱/۵۹	۵۴/۴۴	شهربابک	۳۰/۱	۵۵/۱۲
میبد	۳۲/۲۲	۵۳/۹۸	طبس	۳۳/۶	۵۶/۹۵
هرات	۳۰/۰۲	۵۴/۳۸			

## شاخص‌های اقلیمی مورد استفاده

## شاخص آب و هوایی گردشگری (TCI)

اولین شاخص ترکیبی که برای ارزیابی منابع گردشگری طراحی شد، شاخص اقلیم گردشگری (TCI) بود که توسط میکوفسکی (Mieczkowski, 1985) ارائه شد و با وجود ظهور سایر شاخص‌های بعدی، همچنان رایج‌ترین شاخص کاربردی برای مطالعات گردشگری اقلیمی است. هدف TCI ارائه یک معیار ترکیبی کمی برای ارزیابی آب و هوای جهان برای فعالیت‌های گردشگری عمومی با ادغام همه متغیرهای اقلیمی مربوط به گردشگری در یک شاخص واحد بود (Scott et al., 2016). شاخص TCI از پنج زیرشاخص شامل شاخص آسایش روزانه (CID)، که ترکیبی از بیشینه دمای روزانه (°C) و کمینه رطوبت نسبی روزانه (%) است؛ شاخص آسایش شبانه‌روزی (CIA)، که ترکیبی از میانگین دمای روزانه (°C) و میانگین رطوبت نسبی روزانه (%) است؛ بارش (P) (میلی‌متر)، ساعت آفتابی (S) (ساعت) و متغیر باد (W) (متر بر ثانیه یا کیلومتر بر ساعت) تشکیل شده است. بیشترین وزن به زیرشاخص آسایش روزانه (۴۰٪) داده می‌شود تا نشان دهنده این واقعیت باشد که گردشگران بیشترین فعالیت را در طول روز دارند. متغیرهای ساعت آفتابی و بارش دومین وزن (هر کدام ۲۰٪) و بعد از آن راحتی روزانه و سرعت باد هر کدام ۱۰٪ را دارا می‌باشند. بالاترین امتیاز هر یک از زیر شاخص‌ها ۵ می‌باشد. بنابراین بیشترین امتیاز شاخص TCI، ۱۰۰ (ایده آل برای گردشگری) و کمترین امتیاز آن ۳۰ (غیرممکن برای گردشگری) محاسبه می‌شود (۱)

$$TCI = 2 * (4 CID + CIA + 2 P + 2 S + W) \quad (1)$$

## شاخص آب و هوایی تعطیلات (HCI)

علیرغم کاربرد گسترده TCI، این شاخص مورد انتقادات قابل توجهی قرار گرفته است. چهار نقص اصلی شاخص TCI عبارتند از: رتبه‌بندی ذهنی و سیستم وزنی متغیرهای اقلیمی، نادیده گرفتن احتمال تأثیر متغیرهای آب و هوایی فیزیکی مانند باران و باد، وضوح زمانی پایین داده‌های آب و هوایی به سبب استفاده از داده‌های ماهانه و عدم توجه به نیازهای مختلف آب و هوایی بخش‌های اصلی گردشگری و انواع مقاصد مانند گردشگری ساحلی، شهری و

ورزش‌های زمستانی (Scott et al., 2016). در پاسخ به این ضعف‌های ذاتی در TCI، شاخص اقلیم تعطیلات (HCI) با زیرشاخص‌های جداگانه برای گردشگری شهری و ساحلی پیشنهاد شد. نقطه قوت HCI نسبت به TCI را می‌توان در این واقعیت یافت که اجزای آن و وزن‌دهی مربوط به آن‌ها بر اساس یافته‌های مطالعات تجربی در محیط‌های مختلف گردشگری است نه اینکه نتیجه نظر ذهنی باشد. همچنین عناصر زیبایی‌شناختی و فیزیکی را همان‌طور که توسط دی فریتاس و همکاران (De Freitas et al., 2008) توصیه شده است، با وزن‌دهی موثرتر پوشش ابر، بارندگی و سرعت باد دخالت می‌دهد. بنابراین HCI شامل موارد زیر است: آسایش حرارتی (TC) که ترکیبی از حداکثر دما (°C) و میانگین رطوبت نسبی (%) است؛ یک عامل زیبایی‌شناختی (A) (پوشش ابری)؛ و یک جزء فیزیکی که از بارش (P) بر حسب میلی‌متر و سرعت باد (W) بر حسب متر بر ثانیه تشکیل شده است. این شاخص در جلوه شهری آن HCI: شهر) با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$HCI = 4 * (TC) + 2(A) + (3 * P + W) \quad (2)$$

رتبه هر یک از زیر شاخص‌ها را باید در این رابطه قرار داد تا مقدار HCI به دست آید. مقدار عددی این شاخص نیز بین صفر تا صد قرار دارد. جدول ۲ مقایسه سیستم امتیازدهی دو شاخص TCI و HCI را نشان می‌دهد. رتبه ایده‌آل به این معنی است که اکثریت گردشگران در موقعیت‌های زیادی هر سه جنبه را ترجیح می‌دهند. در دسته‌های عالی و خیلی خوب نیز بعضی از جنبه‌ها توسط اکثریت گردشگران رتبه بالایی را کسب می‌کنند. نمرات کمتر از ۴۰ نشان‌دهنده شرایط نامطلوب و غیر قابل قبول از نظر بیشتر گردشگران است و پایین‌ترین دسته نیز برای گردشگران، خطرناک توصیف می‌شود؛ زیرا برای دستیابی به چنین امتیازی، شرایط اقلیمی مخاطره‌آمیزی (مانند دمای بسیار سرد یا بسیار گرم، باد شدید یا بارش سنگین) باید رخ دهد. HCI هیچ شرطی را برای گردشگری "غیرممکن" تعریف نمی‌کند، زیرا برخی از گردشگران به طور فعال به دنبال شرایط نامساعد آب و هوایی هستند (به عنوان مثال، باد شدید برای موج سواری، تماشای طوفان و غیره).

جدول ۲- مقایسه سیستم امتیازدهی TCI و HCI

TCI		HCI	
امتیاز	رتبه توصیفی	امتیاز	رتبه توصیفی
۱۰۰-۹۰	ایده آل	۱۰۰-۹۰	ایده آل
۸۹-۸۰	عالی	۸۹-۸۰	عالی
۷۹-۷۰	خیلی خوب	۷۹-۷۰	خیلی خوب
۶۹-۶۰	خوب	۶۹-۶۰	خوب
۵۹-۵۰	قابل قبول	۵۹-۵۰	قابل قبول
۴۹-۴۰	کم	۴۹-۴۰	کم
۳۹-۳۰	نامطلوب	۳۹-۳۰	غیر قابل قبول
۲۹-۲۰	خیلی نامطلوب	۲۹-۲۰	غیر قابل قبول
۱۹-۱۰	فوق العاده نامطلوب	۱۹-۱۰	غیر قابل قبول
۹-۰	غیر قابل تحمل	۹-۰	خطرناک

هواشناسی متداول کرده است (محمدی زاده و محمدتراب، ۱۳۹۴). معیار وزن‌دهی در این روش درونیابی، فاصله جفت نمونه‌ها است. بدین صورت که نمونه‌های نزدیک به نقطه مجهول نسبت به نمونه‌های دورتر وزن بیشتری می‌گیرند.

### نتایج و بحث

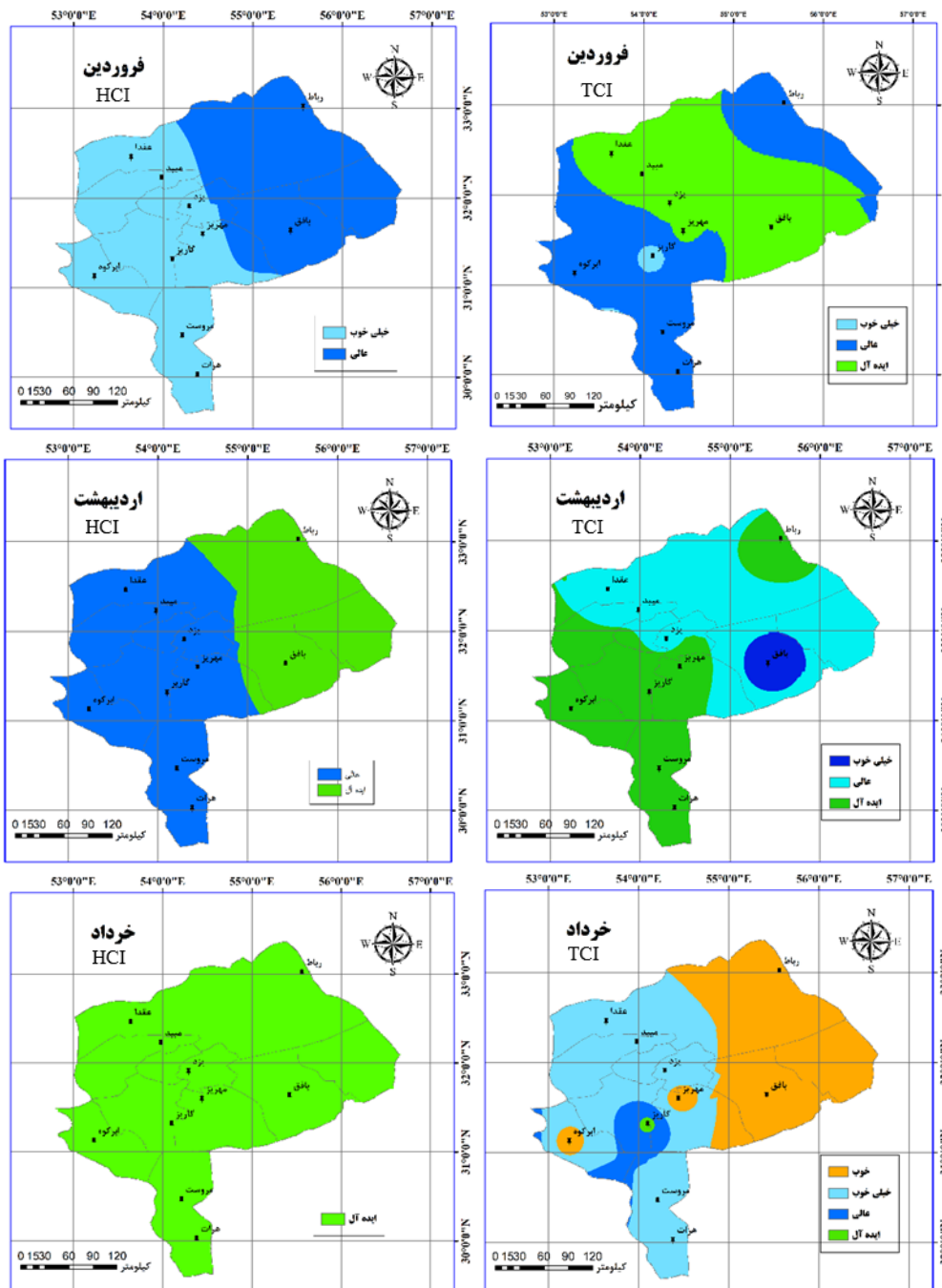
#### توزیع مکانی شاخص‌های TCI و HCI

با استفاده از روش درونیابی وزن‌دهی عکس فاصله (IDW) و در محیط نرم‌افزار GIS، داده‌های نقطه‌ای به داده‌های سطحی تبدیل شده و در نهایت نقشه شاخص‌های TCI و HCI برای پهنه استان یزد در ماه‌های مختلف سال ترسیم شد. در ماه‌های فروردین و اردیبهشت مطابق با شاخص TCI، عمده مساحت استان در کلاس عالی و ایده-آل قرار می‌گیرند. در فروردین ماه تنها مساحت اندکی از استان در دامنه‌های شیرکوه به دلیل حاکمیت شرایط اقلیمی سرد و در ماه اردیبهشت نیز تنها مناطق محدودی واقع در شهرستان بافق به سبب شروع زود هنگام فصل تابستان، در دسته خیلی خوب قرار می‌گیرند. بنابراین این دو ماه علاوه بر شرایط مطلوب برای گردشگری شهری، از مناسب‌ترین شرایط برای گردشگری طبیعت و کویر نیز برخوردار هستند. بر مبنای شاخص HCI، در ماه فروردین نیمه شرقی استان در دسته عالی و نیمه غربی در دسته خیلی خوب قرار

روش درونیابی وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) پس از جمع آوری داده‌های اقلیمی، آزمون همگنی با استفاده از آزمون ران تست بر روی آن‌ها انجام شد و همگنی آن‌ها مورد تأیید قرار گرفت. سپس پایگاه اطلاعاتی داده‌ها تشکیل و به پردازش آن‌ها اقدام شد. با توجه به اینکه مقادیر به دست آمده برای TCI و HCI مربوط به ایستگاه‌های مختلف به صورت نقطه‌ای می‌باشد، به منظور پهنه‌بندی شرایط اقلیمی گردشگری استان لازم است که این داده‌های نقطه‌ای به داده‌های سطحی تعمیم داده شوند. چندین روش درونیابی برای این منظور وجود دارد. تعداد نمونه‌ها (مشاهدات) نقش اساسی در انتخاب بهترین روش دارد. در این مطالعه به دلیل کم بودن تعداد ایستگاه‌ها (۱۷ ایستگاه)، روش وزن‌دهی معکوس فاصله (IDW) برای درونیابی داده‌ها انتخاب شد. این روش به عنوان یکی از پرکاربردترین و موفق‌ترین تکنیک‌ها در بین روش‌های درونیابی شناخته می‌شود و می‌تواند به راحتی برای نیازهای خاص اصلاح شود (Sluiter, 2009; Masoudi, 2021). تکنیک وزن‌دهی عکس فاصله، یک روش درونیابی فضایی غیراحتمالی است. سادگی و قابل فهم بودن، محاسبات آسان و سریع، اجرا شدن توسط بسیاری از نرم‌افزارها در حیطه علوم جو و زمین (از جمله GIS و R)، عدم نیاز به پیش‌پردازش داده‌ها و پیاده‌سازی سریع و آسان عواملی هستند که این روش را در علوم آب و

شیرکوه و ارتفاعات غربی سایر مناطق در دسته خوب و خیلی خوب قرار می‌گیرند. در این ماه و بر اساس شاخص HCI، تمام پهنه استان در کلاس ایده‌آل قرار می‌گیرد.

می‌گیرد. اما در اردیبهشت تمام مناطق استان در کلاس‌های عالی و ایده‌آل طبقه‌بندی می‌شوند. در ماه خرداد و بر اساس شاخص TCI، با توجه به اینکه به تدریج آب و هوای تابستانی بر استان حاکم می‌شود، به استثنای دامنه‌های



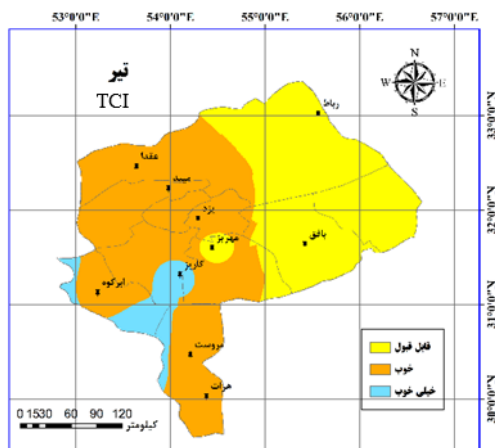
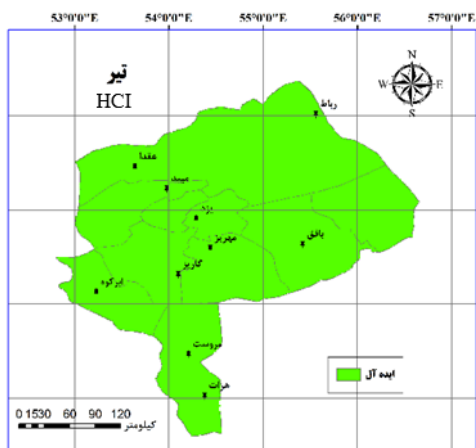
شکل ۲- توزیع مکانی شاخص‌های TCI (راست) و HCI (چپ) در ماه‌های فروردین تا خرداد در استان یزد

ماه به استثنای مناطق جنوب شرقی استان که در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرند، سایر مناطق استان در دسته خوب قرار می‌گیرند. شرایط استان بر اساس شاخص HCI نیز تقریباً مشابه شاخص آب و هوایی TCI می‌باشد. در حالی که در ماه مهر تمام پهنه استان در دسته ایده‌آل و عالی قرار دارد، در ماه آذر هیچ منطقه‌ای از استان در شرایط ایده‌آل و حتی عالی قرار ندارد و کل محدوده استان در دسته خوب یا خیلی خوب قرار می‌گیرد.

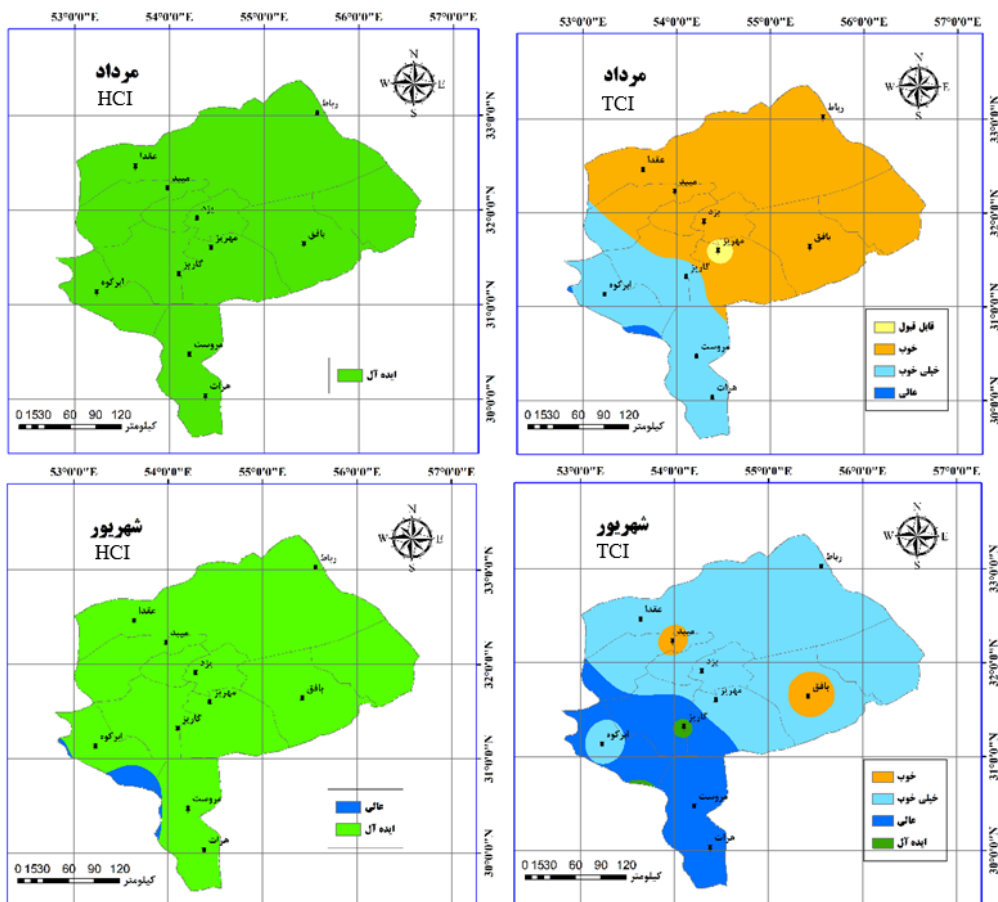
مطابق با شاخص TCI تقریباً تمام پهنه استان در دی ماه در کلاس دمایی خوب قرار می‌گیرد. حتی مناطق بسیار محدودی در ارتفاعات شیرکوه، در دسته قابل قبول نیز قرار می‌گیرند. به طور کلی از نظر شرایط مطلوب گردشگری، ماه دی بعد از ماه تیر پایین‌ترین امتیاز را دارا است. از ماه بهمن با کاهش نسبی برودت هوا، به تدریج شرایط اقلیمی برای گردشگری نیز بهبود می‌یابد. به گونه‌ای که در اسفند ماه تقریباً تمام گستره استان در دسته خیلی خوب و عالی قرار می‌گیرند. اما نتایج شاخص HCI نشان می‌دهد که در دی ماه تقریباً تمام وسعت استان در دسته خوب واقع شده و تنها ناحیه محدودی در مرکز استان برای گذران اوقات فراغت و گردشگری داری شرایط خیلی خوب می‌باشد. با حرکت به سمت پایان زمستان و بهبود شرایط دمایی در استان، مشاهده می‌شود که در اسفند ماه شرایط برای گردشگری در استان نسبت به ماه‌های قبل بهبود یافته و تمام گستره استان از شرایط خیلی خوب برای گذران تعطیلات برخوردار است.

با شروع فصل تابستان و حاکمیت پراارتفاع جنب حاره بر استان، بر مبنای شاخص TCI عمده مساحت استان در دو دسته قابل قبول و خوب قرار می‌گیرند. در این دو ماه شرایط برای گردشگری به ویژه گردشگری طبیعت چندان مساعد نمی‌باشد و زمان مناسب برای گردشگری به صبح زود و ساعات عصر محدود می‌شود. در این سه ماه تقریباً دسته ایده‌آل، به استثنای منطقه بسیار محدودی از ارتفاعات شیرکوه، در استان وجود ندارد و نامساعدترین زمان برای گردشگری است. در ماه شهریور با تضعیف تدریجی پراارتفاع جنب حاره و بهبود شرایط دمایی در استان، اکثر مناطق استان در کلاس خیلی خوب و عالی قرار گرفته و شرایط برای گردشگری به ویژه در نیمه غربی استان مساعدتر می‌شود. اما همچنان مناطقی از استان به خصوص در محدوده شهرستان بافق، شرایط چندان مطلوبی را برای گردشگری ندارند. اما بر اساس شاخص HCI، کل وسعت استان در ماه‌های خرداد تا شهریور در رتبه توصیفی ایده‌آل برای گردشگری و گذران اوقات فراغت قرار دارد. تنها در ماه شهریور مساحت کوچکی از استان در مجاورت ارتفاعات اقلید در دسته عالی قرار می‌گیرد.

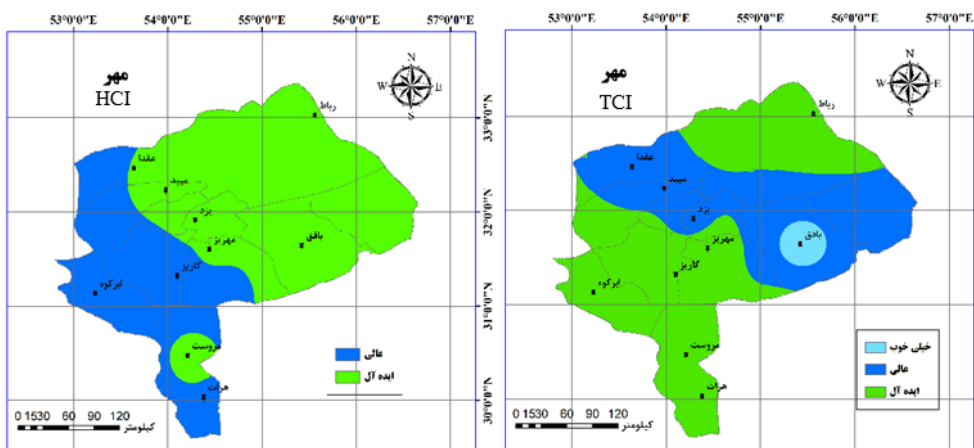
با آغاز فصل پاییز و کاهش تدریجی شدت گرما، بر مبنای شاخص TCI اکثر نقاط استان به جز محدوده کوچکی از شهرستان بافق از شرایط آب و هوایی ایده‌آل و عالی برای گردشگری برخوردار هستند. در طول فصل پاییز با کاهش تدریجی دما، از مطلوبیت شرایط آب و هوایی برای گردشگری نیز به مرور زمان کاسته می‌شود. در حالی که در ماه آبان اکثر نقاط استان در دسته عالی قرار می‌گیرند، در آذر

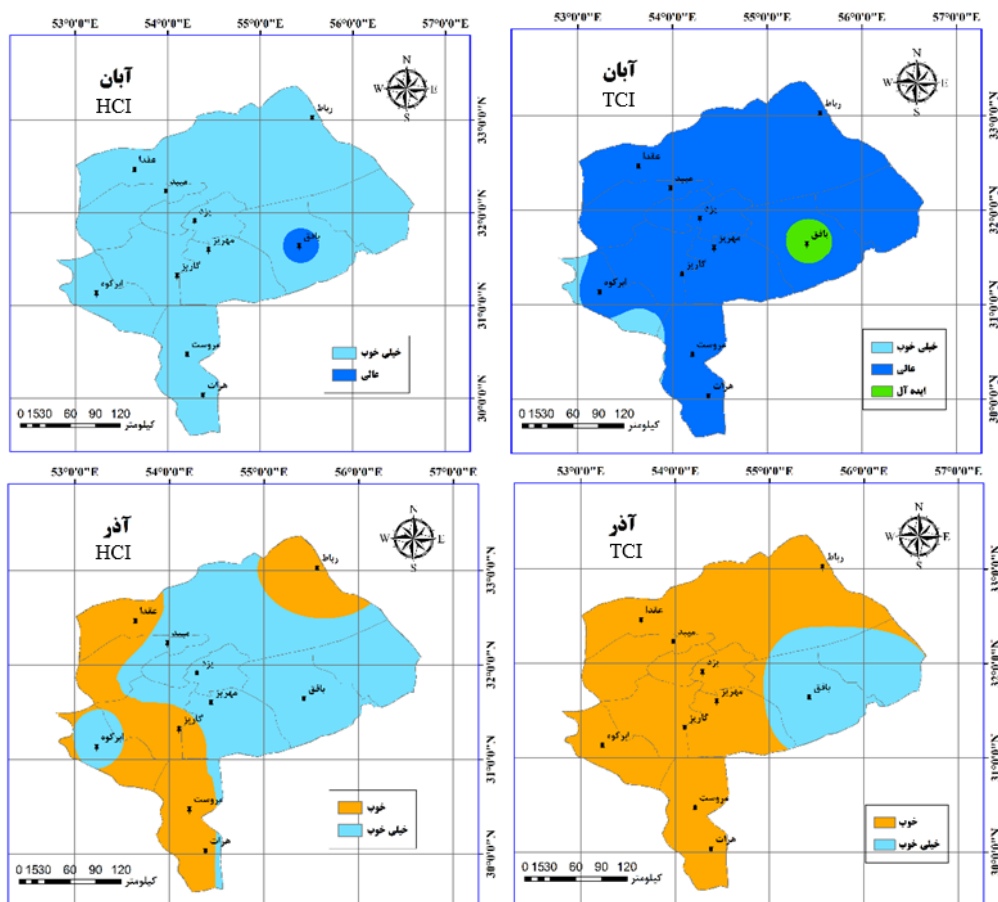






شکل ۳- توزیع مکانی شاخص‌های TCI (راست) و HCI (چپ) در ماه‌های تیر تا شهریور در استان یزد





شکل ۴- توزیع مکانی شاخص‌های TCI (راست) و HCI (چپ) در ماه‌های مهر تا آذر در استان یزد

گستره استان از شرایط خیلی خوب برای گذران تعطیلات برخوردار است.

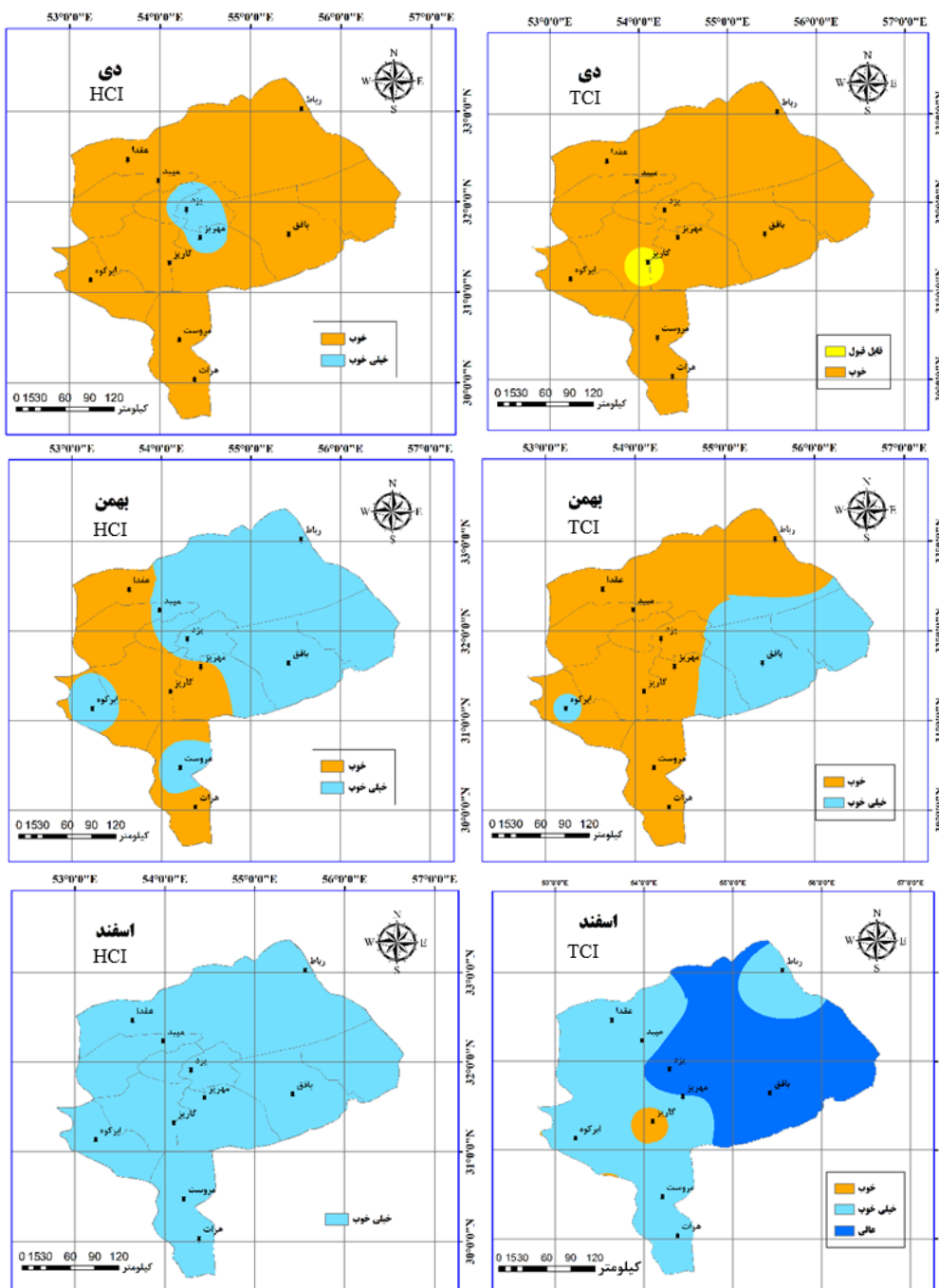
#### توزیع زمانی شاخص‌های TCI و HCI

به منظور شناسایی بهتر تفاوت شاخص‌های HCI و TCI در ماه‌های مختلف سال، مقادیر نهایی این دو شاخص برای ایستگاه‌های استان یزد در شکل‌های ۶ و ۷ نمایش داده شده است. نتایج مقایسه دو شاخص نشان می‌دهد که در اکثر ایستگاه‌ها در نیمه دوم سال، یعنی ماه‌های مهر تا اسفند و همچنین ماه‌های فروردین و اردیبهشت هر دو شاخص مطابقت خوبی با یکدیگر دارند. این موضوع در ماه‌های سرد سال، ماه‌های آذر، دی و بهمن کاملاً مشهودتر است و در ایستگاه‌هایی مانند عقدا، مروست، مهریز، مید، هرات و یزد دو شاخص تقریباً منطبق بر یکدیگر هستند. مقادیر شاخص TCI، در ایستگاه‌های مختلف استان طی این سه

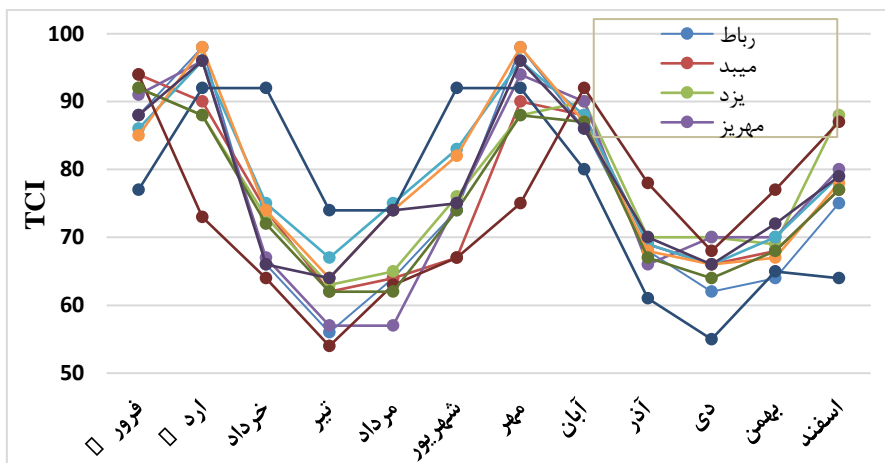
مطابق با شاخص TCI تقریباً تمام پهنه استان در دی ماه در کلاس دمایی خوب قرار می‌گیرد. حتی مناطق بسیار محدودی در ارتفاعات شیرکوه، در دسته قابل قبول نیز قرار می‌گیرند. به طور کلی از نظر شرایط مطلوب گردشگری، ماه دی بعد از ماه تیر پایین‌ترین امتیاز را دارا است. از ماه بهمن با کاهش نسبی برودت هوا، به تدریج شرایط اقلیمی برای گردشگری نیز بهبود می‌یابد. به گونه‌ای که در اسفند ماه تقریباً تمام گستره استان در دسته خیلی خوب و عالی قرار می‌گیرند. اما نتایج شاخص HCI نشان می‌دهد که در دی ماه تقریباً تمام وسعت استان در دسته خوب واقع شده و تنها ناحیه محدودی در مرکز استان برای گذران اوقات فراغت و گردشگری داری شرایط خیلی خوب می‌باشد. با حرکت به سمت پایان زمستان و بهبود شرایط دمایی در استان، مشاهده می‌شود که در اسفند ماه شرایط برای گردشگری در استان نسبت به ماه‌های قبل بهبود یافته و تمام

زمانی زیرشاخص CIA برای ایستگاه‌های مختلف استان در شکل ۸ نمایش داده شده است. ایستگاه گاریز به دلیل قرار گرفتن در دامنه‌های شیرکوه سردترین ایستگاه هم‌دید استان است، بنابراین کمترین مقادیر زیرشاخص CIA و در نتیجه کمترین مقادیر شاخص TCI در ماه‌های سرد سال، مربوط به این ایستگاه می‌باشد.

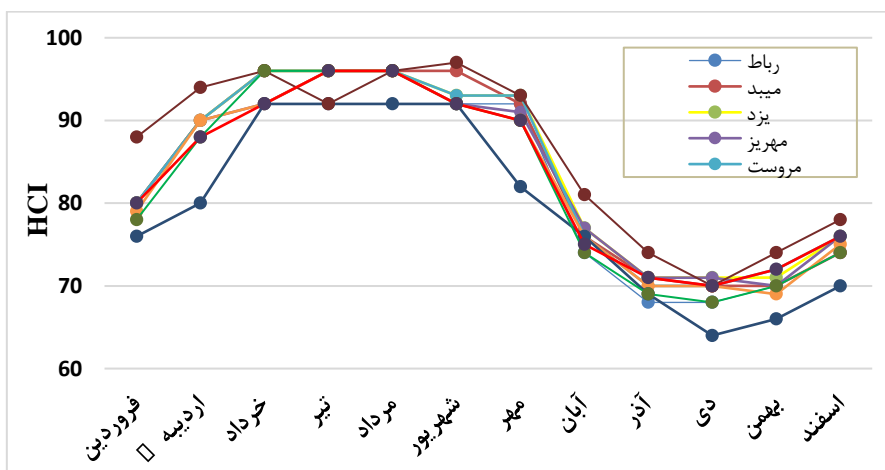
ماه بین ۵۵ تا ۷۷ و مقادیر شاخص HCI بین ۶۴ تا ۷۴ در نوسان است. مقادیر کوچک‌تر شاخص TCI نسبت به شاخص HCI در ماه‌های سرد سال ناشی از کاهش دما و در نتیجه کاهش قابل ملاحظه زیرشاخص CIA (ترکیبی از دو فراسنج میانگین دما و میانگین رطوبت نسبی) نسبت به سایر ماه‌های سال و در نتیجه کاهش شاخص نهایی TCI می‌باشد. توزیع



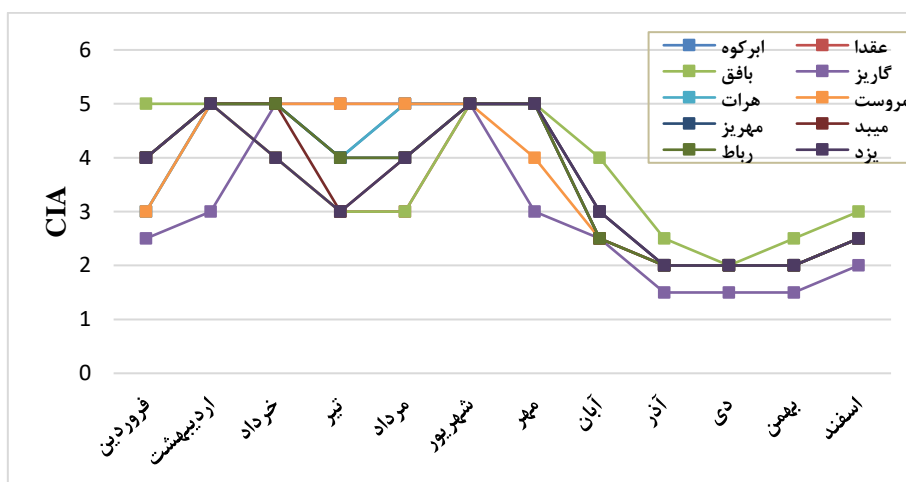
شکل ۵- توزیع مکانی شاخص‌های TCI (راست) و HCI (چپ) در ماه‌های بهمن تا اسفند در استان یزد



شکل ۶- توزیع زمانی شاخص TCI برای ایستگاه‌های مختلف استان یزد



شکل ۷- توزیع زمانی شاخص HCI برای ایستگاه‌های مختلف استان یزد



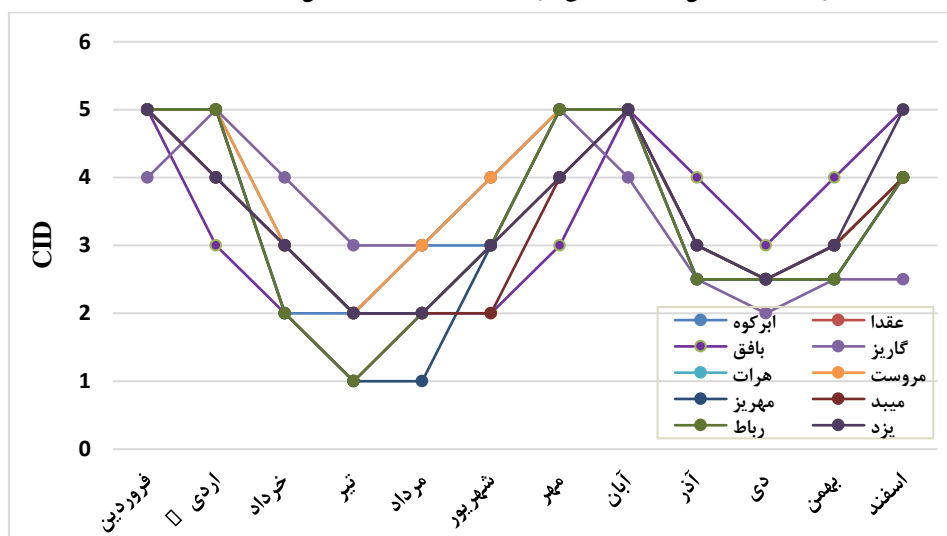
شکل ۸- توزیع زمانی زیرشاخص CIA برای ایستگاه‌های مختلف استان یزد

TCI در این مدت بین ۵۴ تا ۹۲ متغیر است. در حالی که همان‌طور که از شکل ۷ دیده می‌شود دامنه تغییرات شاخص

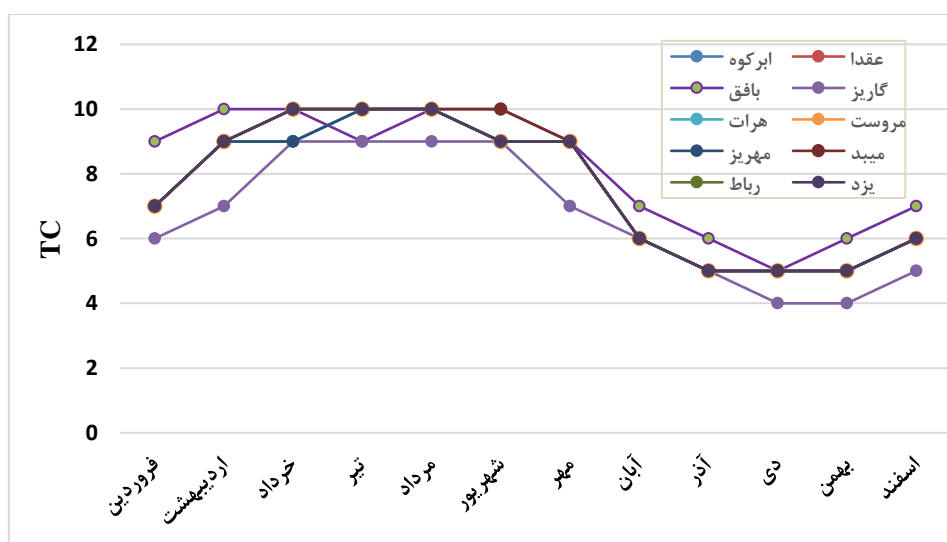
اما در فصل گرم سال یعنی ماه‌های خرداد تا شهریور اختلاف بین دو شاخص بسیار زیاد است. مقادیر شاخص

زیرشاخص CID در ماه‌های گرم سال، به سبب بالا بودن دمای بیشینه، دارای کمترین مقادیر می‌باشد. بنابراین شاخص TCI نیز در این ماه‌ها دارای مقادیر پایینی می‌باشد. کمترین مقدار به دست آمده از این شاخص مربوط به ایستگاه بافق در ماه تیر و به میزان ۵۴ می‌باشد. لازم به ذکر است که بالاترین دماهای ثبت شده در استان یزد متعلق به ایستگاه بافق می‌باشد. اما بر خلاف زیرشاخص CID، بیشترین مقادیر زیرشاخص TC در ماه‌های گرم سال برآورد شده است (شکل ۱۰).

HCI بسیار محدود و از ۹۲ تا ۹۷ در نوسان است. این اختلاف ناشی از تفاوت زیاد در مقادیر محاسبه شده زیرشاخص آسایش حرارتی برای دو شاخص HCI و TCI (به ترتیب زیرشاخص شرطی TC و زیر شاخص CID) در ماه‌های گرم سال می‌باشد و با توجه به ضریب ۴ این دو زیر شاخص، امتیاز نهایی دو شاخص HCI و TCI دارای تفاوت قابل ملاحظه‌ای در این ماه‌ها می‌باشد. توزیع زمانی زیرشاخص‌های CID و TC در شکل‌های ۹ و ۱۰ نمایش داده شده است. همان‌طور که از شکل ۹ دیده می‌شود



شکل ۹- توزیع زمانی زیرشاخص CID برای ایستگاه‌های مختلف استان یزد



شکل ۱۰- توزیع زمانی زیرشاخص TC برای ایستگاه‌های مختلف استان یزد

بسیار داغ (بزرگ‌تر از ۳۴ درجه سلسیوس) و بسیار سرد (کوچک‌تر از ۵- درجه سلسیوس) رخ می‌دهد و رتبه‌های

با مقایسه رتبه‌بندی آسایش حرارتی دو شاخص TCI و HCI مشخص می‌شود که بیشترین تفاوت در دسته‌های

TCI ذهنی و بر اساس منابع موجود بوده است ( Scott et al., 2016). نتایج این تحقیق یافته‌های فرج‌زاده و احمدآبادی (۱۳۸۹)، میرحسینی (۱۳۹۵)، جوان (۱۳۹۶) و حجازی‌زاده و همکاران (Hejazizadeh et al., 2019) را تایید و پشتیبانی می‌کند.

مابقی طبقات نسبتاً یکسان است (جدول ۳). هنگامی که دمای موثر بیشتر از ۳۴ درجه سلسیوس است رتبه HCI دو برابر TCI می‌شود. دلیل تفاوت رتبه‌دهی این دو شاخص این است که HCI بر اساس ترجیحات اقلیمی گردشگران که از طیف وسیعی از نظرسنجی‌ها در ده سال گذشته به دست آمده است، طراحی شده است. در حالی که طراحی

جدول ۳- مقایسه سامانه رتبه‌دهی آسایش حرارتی (Scott et al., 2016)

TCI		HCI	
رتبه	دمای موثر (°C)	دمای موثر (°C)	رتبه
۰	>۳۶	>۳۹	۰
		۳۹-۳۷	۲
۱	۳۵	۳۶-۳۵	۴
۲	۳۴		
۳	۳۳	۳۴-۳۳	۵
۴	۳۲		
۵	۳۱	۳۲-۳۱	۶
۶	۳۰		
۷	۲۹	۳۰-۲۹	۷
۸	۲۸	۲۸-۲۷	۸
۹	۲۷	۲۶	۹
۱۰	۲۶-۲۰	۲۵-۲۳	۱۰
۹	۱۹	۲۲-۲۰	۹
۸	۱۸	۱۹-۱۸	۷
۷	۱۷	۱۷-۱۵	۶
۶	۱۶		
۵	۱۵-۱۰	۱۴-۱۱	۵
۴	۹-۵	۱۰-۷	۴
۳	۴-۰	۶-۰	۳
۲	(-۵) - (-۱)	(-۵) - (-۱)	۲
۰	(-۱۰) - (-۶)		
-۲	(-۱۵) - (-۱۱)		
-۱	(-۲۰) - (-۱۶)		
-۶	<-۲۰	<-۵	۱

پرداخته است. نتایج حاصل از بررسی این دو شاخص نشان داد که به طور کلی مقادیر کمی شاخص HCI بزرگتر از مقادیر شاخص TCI می‌باشد. علت این اختلاف ناشی از تفاوت در وزن مولفه‌ها به ویژه مولفه آسایش حرارتی و

### نتیجه گیری

این مقاله اولین پژوهشی است که به بررسی شرایط آب و هوایی گردشگری استان یزد با مقایسه دو شاخص اقلیم گردشگری (TCI) و شاخص گردشگری تعطیلات (HCI)

### سیاسگذاری

این مقاله مستخرج از نتایج طرح پژوهشی با عنوان "تعیین تقویم گردشگری استان یزد با مقایسه شاخص‌های اقلیمی گردشگری TCI، تعطیلات HCI و آسایش می‌سنارد ET" می‌باشد که در سال ۱۴۰۰ در اداره کل هواشناسی استان یزد انجام شده است. بدینوسیله از این اداره کل قدردانی می‌شود.

### منابع

1. Arbabi, F., khosravi, M., Payedar, A. (2018). Application of the Holiday Climate Index (HCI) in Determining the Winter Tourism Calendar (Case study: Sistan and Baluchestan Province), *Regional Planning*, 8(31), 47-60.
2. Curtis, S., Long, P., & Arrigo, J. (2011). Climate, weather, and tourism: Issues and opportunities. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(3), 361-363.
3. De Freitas, C. R., & Grigorieva, E. A. (2015). A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. *International journal of biometeorology*, 59(1), 109-120.
4. De Freitas, C. R., Scott, D., & McBoyle, G. (2008). A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification. *International Journal of biometeorology*, 52(5), 399-407.
5. Farajzadeh, M. and Ahmadabadi, A. (2010). Assessment and Zoning of Tourism Climate in Iran using TCI, *Physical geography research*, 71: 31-42.
6. Gandomkar, A. (2010). Estimation and analysis of Tourism Climate in Semirom using TCI, *Physical geography*, 3(8): 99-110.
7. Goh, C. (2012). Exploring impact of climate on tourism demand. *Annals of tourism research*, 39(4), 1859-1883.
8. Gourabi, B., Palic, M. (2012). Recognition of monthly bioclimatic comfort with Tourism Climatic Index in Ramsar, Southwest of Caspian Sea, Iran. *Landscape & Environment*, 6(1), 1-14.
9. Hejazizadeh, Z., Karbalaee, A., Hosseini, S. A., Tabatabaei, S. A. (2019). Comparison of the holiday climate index (HCI) and the

سامانه رتبه‌دهی متغیرها است. مطابق با برآوردهای شاخص HCI، در مجموع مناسب‌ترین ماه‌ها برای گردشگری و گذران اوقات فراغت، ماه‌های گرم سال یعنی خرداد تا شهریور می‌باشند. در این ماه‌ها تمام مناطق استان از شرایط ایده‌آل گردشگری برخوردار هستند. اما نتایج شاخص TCI حاکی از آن است که تعداد ماه‌های کمتری از شرایط ایده‌آل آب و هوایی برخوردار هستند. در اکثر ایستگاه‌ها حداکثر دو یا سه ماه از سال، که شامل ماه‌های فروردین، اردیبهشت و مهر می‌شود، دارای این شرایط می‌باشند. علاوه بر ماه‌های سرد سال، به مانند شاخص HCI، در ماه‌های گرم سال یعنی خرداد تا مرداد نیز مقادیر شاخص TCI پایین می‌باشد و شرایط برای گردشگری چندان مناسب نیست. در فصل سرد در اکثر ایستگاه‌ها نتایج دو شاخص مطابقت و همخوانی کاملی با یکدیگر دارند، اما در فصل گرم سال اختلاف بین دو شاخص بسیار زیاد است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در روند سالانه TCI دو اوج مشاهده می‌شود که اولی منطبق با اواخر زمستان و اوایل بهار و اوج دوم همزمان با اوایل فصل پاییز است. اما شاخص HCI تک اوجی بوده و در فصل گرم سال یعنی ماه‌های خرداد تا مهر دارای بیشترین مقادیر خود می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که شاخص آب و هوایی TCI با واقعیت‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه، همخوانی بیشتری داشته باشد. اگرچه محققان بسیاری اعتقاد دارند با توجه به اینکه شاخص HCI اولویت‌های گردشگران را در نظر می‌گیرد و همچنین مقادیر بالاتری برآورد می‌کند، نسبت به شاخص TCI برتری داشته و حتی استفاده از شاخص TCI باید متوقف شود (Scott et al., 2016; Yu et al., 2021). علاوه بر این طی دو سال گذشته همه‌گیری بیماری کوید-۱۹، سفرهای بین‌المللی را به شدت مختل کرده است، تحقیقات اولیه نشان می‌دهد که با کاهش محدودیت‌های سفر، الگوهای سفر کوتاه‌مدت (و احتمالاً بلندمدت) از گردشگری بین‌المللی به گردشگری داخلی برای آینده نزدیک تغییر می‌کند (Gössling et al., 2021). بنابراین ارزیابی بیشتر و دقیق‌تر مقاصد محلی، که نیازهای اقلیمی گردشگران داخلی را برآورده می‌کند، ضروری به نظر می‌رسد.

- (2020). An inter-comparison of the Holiday Climate Index (HCI: Beach) and the Tourism Climate Index (TCI) to explain Canadian tourism arrivals to the Caribbean. *Atmosphere*, 11(4), 412.
20. Scott, D.; Rutt, M.; Amelung, B. and Tang, M. (2016). An inter-comparison of the holiday climate index (HCI) and the tourism climate index (TCI) in Europe, *Atmosphere*, 7(6): 80.
21. Sluiter, R. (2009). Interpolation methods for climate data: literature review. KNMI intern rapport, Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt.
22. Wilkins, E., de Urioste-Stone, S., Weiskittel, A., & Gabe, T. (2018). Effects of weather conditions on tourism spending: implications for future trends under climate change. *Journal of Travel Research*, 57(8), 1042-1053.
23. Yu, D. D., Rutt, M., Scott, D., & Li, S. (2021). A comparison of the holiday climate index: beach and the tourism climate index across coastal destinations in China. *International Journal of Biometeorology*, 65(5), 741-748.
- tourism climate index (TCI) in desert regions and Makran coasts of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(24), 1-13.
10. Javan, K. (2017). Comparison of Holiday Climate Index (HCI) and Tourism Climate Index (TCI) in Urmia. *Physical Geography Research Quarterly*, 49(3), 423-439. doi: 10.22059/jphgr.2017.215742.1006934
11. Li, H., Song, H., & Li, L. (2017). A dynamic panel data analysis of climate and tourism demand: additional evidence. *Journal of Travel Research*, 56(2), 158-171.
12. Masoudi, M. (2021). Estimation of the spatial climate comfort distribution using tourism climate index (TCI) and inverse distance weighting (IDW) (case study: Fars Province, Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, 14(5), 1-13.
13. Mendez-Lazaro P, Terrasa-Soler J, Torres-Pena CH, Guzman-Gonzalez P, Rodriguez S, Aleman M, Seguinot T (2014) Tourism and climate condition in San Juan, Puerto Rico, 2000-2010. *Ecol Soc* 19(2):11.
14. Mieczkowski, Z. (1985). The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, 29(3), 220-233.
15. Mirhoseini, S. (2017). Assessment and Zoning of Ecotourism Comfort Climate in Yazd Province using GIS and the Tourism Climate Index (TCI). *Geography & Regional Planning*, 7(1), 101-115.
16. Mohammadzadeh, M., Mohammadtorab, F. (2015). A new algorithm for developing inverse- distance weighting interpolation method in Hararan region. *Journal of Analytical and Numerical Methods in Mining Engineering*, 5(9), 39-50. doi: 10.17383/S2251-6565(15)940914-X
17. Öztürk, A., & Göral, R. (2018). Climatic suitability in destination marketing and holiday climate index. *An Online International Research Journal*, 4(1), 619-629.
18. Pénez, E. (2009). Applicability of tourism impact assessment methods. *Tájökológiai Lapok*, 7(2), 361-373.
19. Rutt, M., Scott, D., Matthews, L., Burrows, R., Trotman, A., Mahon, R., & Charles, A.