

شناسایی تغییرات نواحی اقلیمی حوزه‌های آبخیز منتهی به کانون‌های گردوغبار در استان خوزستان (کارون بزرگ، کرخه و زهره-جراحی)

فاطمه درگاهیان^{۱*} و سکینه لطفی نسب اصل^۲

*- استادیار، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

پست الکترونیک: Dargahian@rifr-ac.ir

۲- استادیار، بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

این مطالعه به بررسی و تحلیل روند تغییرات دهه‌ای نواحی اقلیمی حوزه‌های آبخیز کرخه، کارون و زهره-جراحی پرداخته است. برای این منظور از پایگاه داده شبکه‌ای دما و بارش اسفزاری طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۹۵، با قدرت تفکیک مکانی ۱۵*۱۵ کیلومتر که در سیستم تصویر لامبرت مخروطی هم‌شکل نگاشته شده، استفاده شده است. در واقع چون این دو عنصر مهمترین پیشران اقلیمی در منطقه مورد مطالعه محسوب و تغییرات سایر عناصر در این دو عنصر بیشتر نمایان می‌شود، برای بررسی و تحلیل تغییرات نواحی اقلیمی از آنها استفاده شده است. بعد از تشکیل پایگاه داده به منظور شناسایی نواحی اقلیمی از تحلیل خوشه‌ای و برای اعتبارسنجی آن از تحلیل ممیزی استفاده شد. تحلیل خوشه‌ای بر روی ۵۲ نمایه دما و بارش (میانگین ماهانه و سالانه، ضریب تغییرات ماهانه و سالانه دما و بارش) طی دوره‌های مختلف اجرا و نواحی اقلیمی و تغییرات آنها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. براساس نتایج سه ناحیه اقلیمی از جمله ناحیه مرطوب و معتدل، ناحیه گرم و خشک و ناحیه بسیار گرم و خشک در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند. نتایج نشان داد که در دوره‌های اخیر ناحیه مرطوب علاوه بر اینکه از جابجایی مکانی برخوردار بوده است، از وسعت آن کاسته شده است. به طوری که در دوره پنجم وسعت این ناحیه به کمتر از پنج درصد رسیده است. همچنین ناحیه گرم و خشک که به صورت نواری از شمال غرب تا جنوب غرب منطقه مورد مطالعه کشیده شده است بر خلاف ناحیه مرطوب از جابجایی مکانی کمتری برخوردار بوده است، در حالی که مشاهده شده است که در دوره‌های اخیر بر وسعت آن افزوده شده است. از سوی دیگر ناحیه بسیار گرم و خشک به سمت دوره‌های اخیر افزایش داشته است. افزایش مکانی و زمانی نواحی اقلیمی گرم و خشک و بسیار گرم و خشک و کاهش منطقه مرطوب توانسته است منجر به توسعه و تشدید کانون‌های گردوغبار به‌ویژه در پایین دست حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه شود.

واژه‌های کلیدی: اقلیم، تغییرات ناحیه، حوزه آبخیز، دما و بارش، گردوغبار.

مقدمه

اقلیمی روش‌های مختلفی وجود دارد که بیشتر آنها دارای زیر مجموعه‌هایی هستند که برای اقلیم‌های مختلف مرزهای نسبی تعیین می‌کنند. این مرزها بیشتر بر اساس دما و بارش ترسیم می‌شوند (Montazeri & Bai, 2012). البته بررسی و شناخت نوع اقلیم یک منطقه و عناصر غالب مؤثر بر آن تعیین‌کننده اقلیم هر منطقه می‌باشد. به طوری که تعیین نواحی

یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر حیات یک منطقه، نوع اقلیم آن است، از این رو شناخت نوع اقلیم یک منطقه تعیین‌کننده اقلیم آن منطقه است (Khosravi et al., 2012). اقلیم، وضعیتی کلی از شرایط هوای غالب یک مکان مشخص بر اساس آمار بلندمدت می‌باشد. برای طبقه‌بندی

چین، پنج منطقه آب و هوایی تفکیک نموده‌اند. در تمامی این مناطق روند کاهشی سرما مشاهده می‌شود. این روند به تأثیرات بیشتر تغییرات آب و هوا در قرن ۲۰ نسبت داده شده است. Cabrera و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از داده‌های بارش ۳۵ ساله بر روی ۳۴۹ ایستگاه در کشور مکزیک به روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی K-Mean و با چرخش واریماکس در نهایت دو گروه بارشی را ارائه دادند. Alvares و همکاران (۲۰۱۳)، در برزیل از روش کوپن برای طبقه‌بندی اقلیمی در این کشور استفاده نمودند. ناحیه‌بندی اقلیمی براساس عنصر بارش در کشور چین نشان داد که در این کشور ۶ ناحیه بارشی وجود دارد (Lee & Wong, 2009). Teimouri و Azimzadeh (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با استفاده از شاخص مقدار بارش مؤثر به ناحیه‌بندی ایران و بررسی نوسانهای آن به صورت فصلی و سالانه پرداخته‌اند. نتایج آنان نشان داد بر اساس شاخص مذکور، ایران به پنج ناحیه اقلیمی تقسیم‌بندی می‌شود و بیشتر مساحت ایران را آب و هوای خشک و نیمه‌خشک دربرگرفته است. در همین رابطه Khosravi و Aramesh (۲۰۱۲) در بررسی پهنه‌بندی اقلیمی استان مرکزی با استفاده از تحلیل عاملی-خوشه‌ای نشان دادند که اقلیم منطقه متأثر از ۶ عامل است که حدود ۹۰ درصد رفتار آب و هوایی منطقه را تبیین می‌کنند. در مطالعه‌ای دیگر Golkar و همکاران (۲۰۱۶) در پهنه‌بندی اقلیمی خراسان جنوبی شش ناحیه اقلیمی را شناسایی کردند.

بررسی و تحلیل شناسایی طبقات اقلیمی از اهمیت زیادی برای برنامه‌ریزی‌های کلان اقتصادی برخوردار می‌باشد. امروزه با توجه به اینکه اقلیم در حال تغییر است، نواحی اقلیمی به تبعیت از این تغییرات چه به لحاظ مکانی و چه به لحاظ زمانی همواره در تغییر می‌باشد که این تغییرات نواحی در بازه بلندمدت قابل محسوس‌تر است. البته مطالعات بسیار اندکی در زمینه تغییرات نواحی اقلیمی انجام شده است. Doostkamian و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به شناسایی پهنه‌های گرم و سرد دمایی و تغییرات آنها طی دوره‌های مختلف پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه

اقلیمی یک منطقه مستلزم شناخت عوامل ناهمگنی آب و هوا در طول زمان و مکان می‌باشد (Lobell & Bonfils, 2008; Harding, 2010). در واقع اقلیم تمامی عناصر جوی را در خود جای داده، باوجوداین طبقه‌بندی اقلیم یک منطقه بر مبنای چند عنصر تأثیرگذار تا حدودی می‌تواند اقلیم یک منطقه را تعیین کند. طبقه‌بندی اقلیم یک منطقه زمانی به خوبی انجام می‌شود که با استفاده از پارمترهای اقلیمی مؤثر انجام شود (Nazari Pour et al., 2014). از آنجایی که دما و بارش از عناصر اساسی شکل‌گیری اقلیم می‌باشند، تغییرات آنها می‌تواند ساختار آب‌وهوایی هر محل را دگرگون سازد. این امر سبب شده است که بخش گسترده‌ای از پژوهش‌های اقلیم‌شناسی به مطالعات تغییرات زمانی این پارامترها در مقیاس‌های متفاوت زمانی و مکانی بپردازد. در این بین بارش از متغیرترین عناصر اقلیمی است. این تغییرات هم در بعد مکان و هم در بعد زمان در قالب اقلیم منطقه رخ می‌دهد (Asakereh, & Doostkamian, 2015). این عنصر یکی از مهمترین داده‌های ورودی به سیستم‌های هیدرولوژیکی به لحاظ ایجاد جریانات سطحی، تأثیر بر سفره‌های آب زیرزمینی و به‌عنوان منبع مهم در تغذیه رودها و چشمه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده (Khorshid Doost & Shirzad, 2014) و از مهمترین عناصر اقلیمی است که در تعیین نقش و پراکندگی دیگر عناصر اقلیمی می‌تواند مؤثر باشد. مطالعات زیادی با استفاده از روش‌های چندمتغیره به ناحیه‌بندی اقلیمی پرداخته‌اند (Khalili et al., Eslahi, M., 2003; Massoudian, 2005; Gramimotlagh, & Deen Pajouh et al., 2003; Heydari & Alijani, 2008; Shepherdkarh, 2006; Mazidi et al., 2009; Ghasemifar & Naserpour, 2001; Azizi, 2014). اولین طبقه‌بندی با استفاده از روش‌های چند متغیر توسط Steiner (۱۹۶۵)، با استفاده از شانزده متغیر اقلیمی در ایالات متحده آمریکا به روش تحلیل عاملی و خوشه‌بندی انجام شده است. در همین زمینه Lam Tony و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد تحلیل خوشه‌ای بر نمایه‌های عدم آسایش در تابستان و زمستان

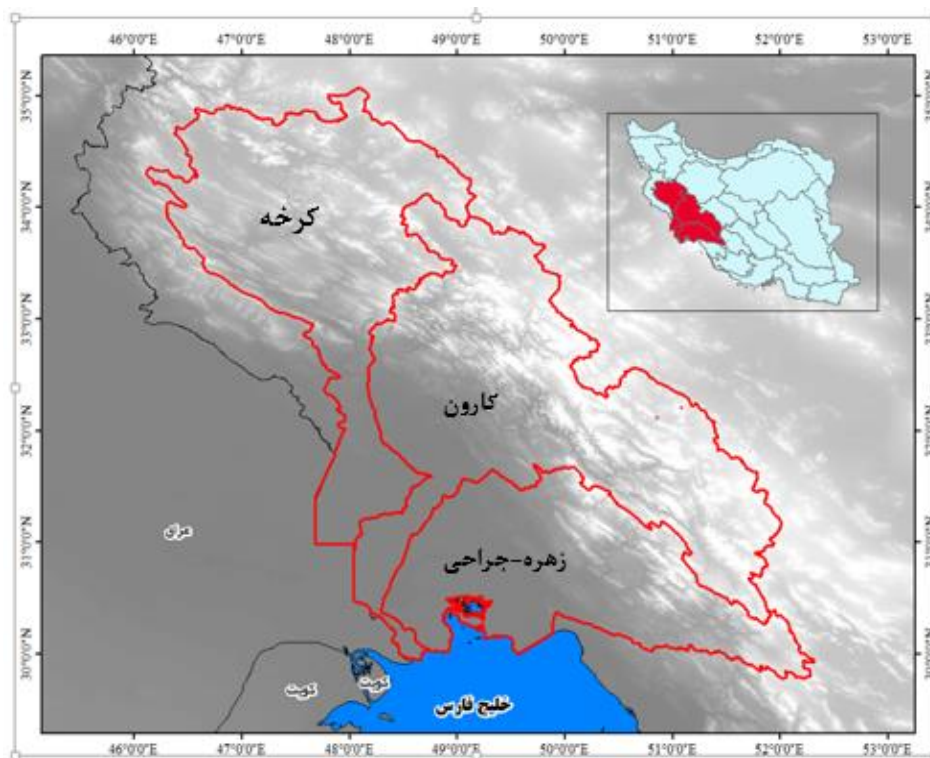
تغییرات نواحی اقلیمی مختلف به صورت حوزه‌های آبخیزی که در بالادست کانون‌های گردوغبار استان خوزستان واقع شده‌اند، پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه این پژوهش شامل حوزه‌های آبخیز کارون بزرگ، کرخه و زهره-جراحی، بخشی از حوزه آبخیز بزرگ خلیج فارس می‌باشند. حوزه آبخیز کارون بزرگ ۴۱٪ از مساحت کل کشور را دربر می‌گیرد. زیر حوضه کارون با مساحت ۶۷۲۵۷ کیلومتر مربع در محدوده ۸ استان اصفهان، چهارمحال بختیاری، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، لرستان، مرکزی، فارس و همدان واقع شده است. در این بین بیشترین سهم مساحت مربوط به استان خوزستان و کمترین سهم مربوط به استان همدان می‌باشد.

بیانگر این است که پهنه‌های گرمای دمایی ایران در دوره‌های اخیر علاوه بر اینکه به لحاظ گستره مکانی به سمت عرض‌های بالاتر (به سمت عرض‌های شمالی و تقریباً ۳/۲ درصد) کشیده شده است نسبت به دوره‌های اخیر ۱/۳ درجه سانتی‌گراد افزایش دما داشته است. این در حالی است که از وسعت پهنه‌های دمایی سرد ایران در دوره‌های اخیر علاوه بر کاهش وسعت مکانی، مقدار دمای آنها هم افزایش قابل محسوسی داشته است. بررسی سایر منابع: Massoudian (۲۰۰۳)، Mazidi و همکاران (۲۰۱۳)، Saligheh و همکاران (۲۰۱۳)، Golkar و همکاران (۲۰۱۶)، Mafakheri و همکاران (۲۰۱۷) و Khosroshahi و همکاران (۲۰۱۸) بیانگر این است که در تمام مطالعات طبقه‌بندی اقلیمی و تعیین نواحی اقلیمی انجام شده است؛ اما تغییرات این نواحی در طول دوره‌های آماری کمتر مورد توجه اقلیم‌شناسان قرار گرفته است. از این رو در این مطالعه سعی شده است در راستای برنامه‌ریزی مناسب‌تر به شناخت



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

بهره گرفته شده است. سپس به منظور بررسی تغییرات نواحی اقلیمی، تغییرات این نواحی طی پنج دوره (۱۳۵۵-۱۳۴۶، ۱۳۶۵-۱۳۵۶، ۱۳۷۵-۱۳۶۶، ۱۳۸۵-۱۳۷۶، ۱۳۹۵-۱۳۸۶) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل خوشه‌ای مجموعه کثیری از داده‌ها را بر حسب فاصله آنها به خوشه یا دسته‌های کوچکتری تقسیم می‌کند. در این روش متغیرهایی که از همدیگر فاصله کمتری دارند در یک گروه قرار می‌گیرند. بنابراین در تحلیل خوشه‌ای محقق به دنبال این است که دسته‌های واقعی متغیرها را مشخص و تعداد آنها را کاهش دهد. از این رو می‌توان گفت هدف اصلی روش خوشه‌بندی ایجاد گروه‌ها و طبقاتی است که تنوع درون‌گروهی آنها کمتر از تنوع و تفرق بین‌گروهی باشد (Kalkstian, 1987). به بیان دیگر در تجزیه خوشه‌ای معمولاً p صفت بر روی n عضو اندازه‌گیری می‌شود و بعد یک ماتریس p در n از داده‌های خام تشکیل می‌شود، سپس ماتریس داده‌های خام به ماتریس شباهت‌ها یا فاصله‌ها تبدیل شده و با استفاده از روش (وارد) گروه‌بندی می‌گردد. در تحلیل خوشه‌ای برای فاصله بین دو عضو، فاصله آنها از همدیگر بر اساس معیارهای مورد نظر برای مثال رطوبت یا بارش یا هر متغیر دیگر محاسبه می‌شود.

$$e_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

به زیر رادیکال اضافه می‌شود. بر اساس فاصله اقلیدسی بین نقاط زمانی یا مکانی (مشاهدات) ماتریس فاصله‌ها حاصل می‌شود. سپس بر اساس فاصله‌های این ماتریس و طبق رابطه (۱) خوشه‌ها یا گروه‌های زمانی و مکانی تعیین می‌شود. بنابراین پس از محاسبه فاصله اقلیدسی بر روی ماتریس استاندارد شده باید شیوه‌ای که بالاترین درجه همانندی را نشان می‌دهد بکار برده شود. در این مطالعه از روش وارد استفاده شد (Khosravi et al., 2010):

حوزه آبخیز کرخه در غرب کشور و در منطقه میانی و جنوب‌غربی رشته کوه‌های زاگرس قرار دارد. قسمت شمالی حوضه در استان کرمانشاه، شرق حوضه در استان همدان، قسمت میانی در استان لرستان و قسمت جنوبی در استان خوزستان و قسمت غربی در استان ایلام واقع شده است. حوزه آبخیز جراحی و زهره، حدود ۲/۵٪ از مساحت کل کشور را دربر می‌گیرد. این حوضه بخش‌هایی از استان‌های خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال بختیاری، فارس و بوشهر را پوشش می‌دهد.

روش تحقیق

هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل تغییرات نواحی اقلیمی حوزه آبخیز کرخه، کارون و زهره می‌باشد. برای این منظور عناصر اقلیمی دما و بارش از پایگاه داده شبکه‌ای اسفزاری طی دوره ۱۳۴۶-۱۳۹۵ استخراج شد. در واقع چون این دو عنصر مهمترین عناصر اقلیمی به حساب می‌آیند و تغییرات سایر عناصر در این دو عنصر بیشتر نمایان می‌شود برای بررسی و تغییرات نواحی اقلیمی حوزه آبخیز کرخه، کارون و زهره از این دو عنصر استفاده شده است. بعد از تشکیل پایگاه داده‌ای به منظور شناسایی نواحی اقلیمی از تحلیل خوشه‌ای و برای اعتبارسنجی آن از تحلیل ممیزی

رابطه ۱)

در این رابطه، e_{ij} ضریب تفاوت دو فرد است و x_{ij} مقدار صفت i ام روی متغیر j ام، x_{ik} مقدار صفت i ام روی متغیر k ام و n مقدار صفات اندازه‌گیری شده بر روی افراد می‌باشد.

در این روش برای اینکه اختلاف واحدهای متغیرها، فاصله بدست آمده را دچار ابهام نکند اندازه متغیرها بر اساس میانگین درازمدت و انحراف معیار به نمره استاندارد تبدیل می‌شود. البته این کار تنها زمانی انجام می‌شود که مقیاس داده‌ها یکسان نباشد. بنابراین به ازای هر متغیر، یک محور

$$d(r, s) = \frac{n_r n_s d_{rs}^2}{(n_r + n_s)} \quad (\text{رابطه ۲})$$

گروه‌ها را از هم دیگر تفکیک خواهد کرد انتخاب می‌کند، سپس تابع دومی را انتخاب می‌کند که با تابع اولی ارتباط نداشته باشد. همین طور ادامه می‌دهد تا حداکثر تعداد تابع بر اساس تعداد متغیرهای مستقل و تعداد طبقات متغیر وابسته به دست آید. از این رو به منظور پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته (عضویت گروهی) از روی متغیرهای مستقل از تحلیل تشخیصی استفاده می‌شود. یا به عبارت دیگر آنالیز تشخیصی راهکاری است برای اینکه متغیرها را در قالب گروه‌های مجزا از هم تفکیک کنیم. هدف کلی تحلیل ممیزی به وجود آوردن ترکیب خطی بین متغیرها که از آن برای گروه‌بندی استفاده می‌شود. ترکیب خطی متغیرها به صورت زیر است.

$$I = B_1 X_1 + B_2 X_2 \dots B_p X_p \quad (\text{رابطه ۳})$$

گروه‌بندی شده است. به منظور برش دندروگرام از آزمون تحلیل واریانس و آزمون اختلاف میانگین استفاده شده است که در نهایت با اجرای این آزمون‌ها طی هر دوره سه ناحیه معتدل و مرطوب - ناحیه گرم و خشک - ناحیه بسیار گرم و خشک شناسایی شده است که هر یک از نواحی و تغییرات آن طی دوره‌های مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

ناحیه معتدل و مرطوب

ناحیه معتدل و مرطوب طی دوره‌های مختلف مساحت - های مختلفی را از منطقه مورد مطالعه دربر گرفته است (شکل ۳). با این وجود به سمت دوره‌های اخیر از وسعت ناحیه معتدل و مرطوب کاسته شده است. بررسی مساحت تحت پوشش ناحیه معتدل و مرطوب بیانگر این است که در دوره اول وسعت بسیار ناچیزی از منطقه را پوشش داده است، به طوری که براساس تحلیل خوشه‌ای ۸/۲۵ و براساس تحلیل ممیزی ۷/۳۲ درصد از مساحت منطقه را دربر گرفته است.

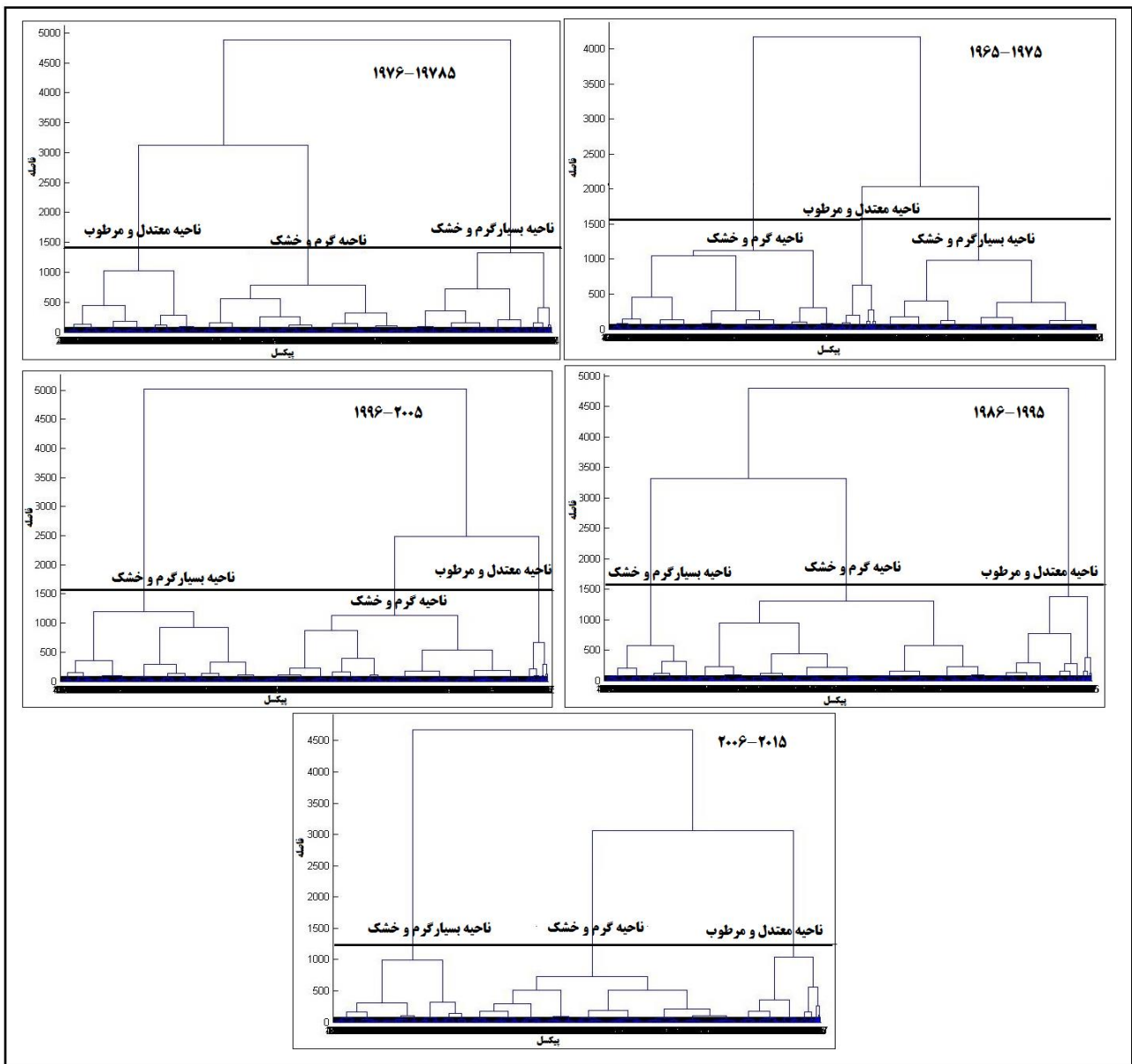
در اینجا d_{rs}^2 فاصله بین گروه r و گروه s می‌باشد که به روش وارد به دست آمده است. زیرا در این صورت میزان پراش درون گروهی به حداقل و همگنی گروه‌های حاصل به حداکثر می‌رسد. در روش وارد یک عضو در خوشه‌ای قرار می‌گیرد که واریانس درون خوشه‌ای جدید کمترین مقدار ممکن باشد.

به منظور صحت و ارزیابی گروه‌بندی حاصل خوشه‌بندی از تحلیل ممیزی (تابع تشخیصی) و آزمون میانگین استفاده شد. از این روش زمانی استفاده می‌شود که تعداد گروه‌ها معلوم باشند، در واقع یک نوع آزمون برای تشخیص درست گروه‌بندی می‌باشد. تحلیل تشخیصی ابتدا به طور خودکار اولین تابعی را که

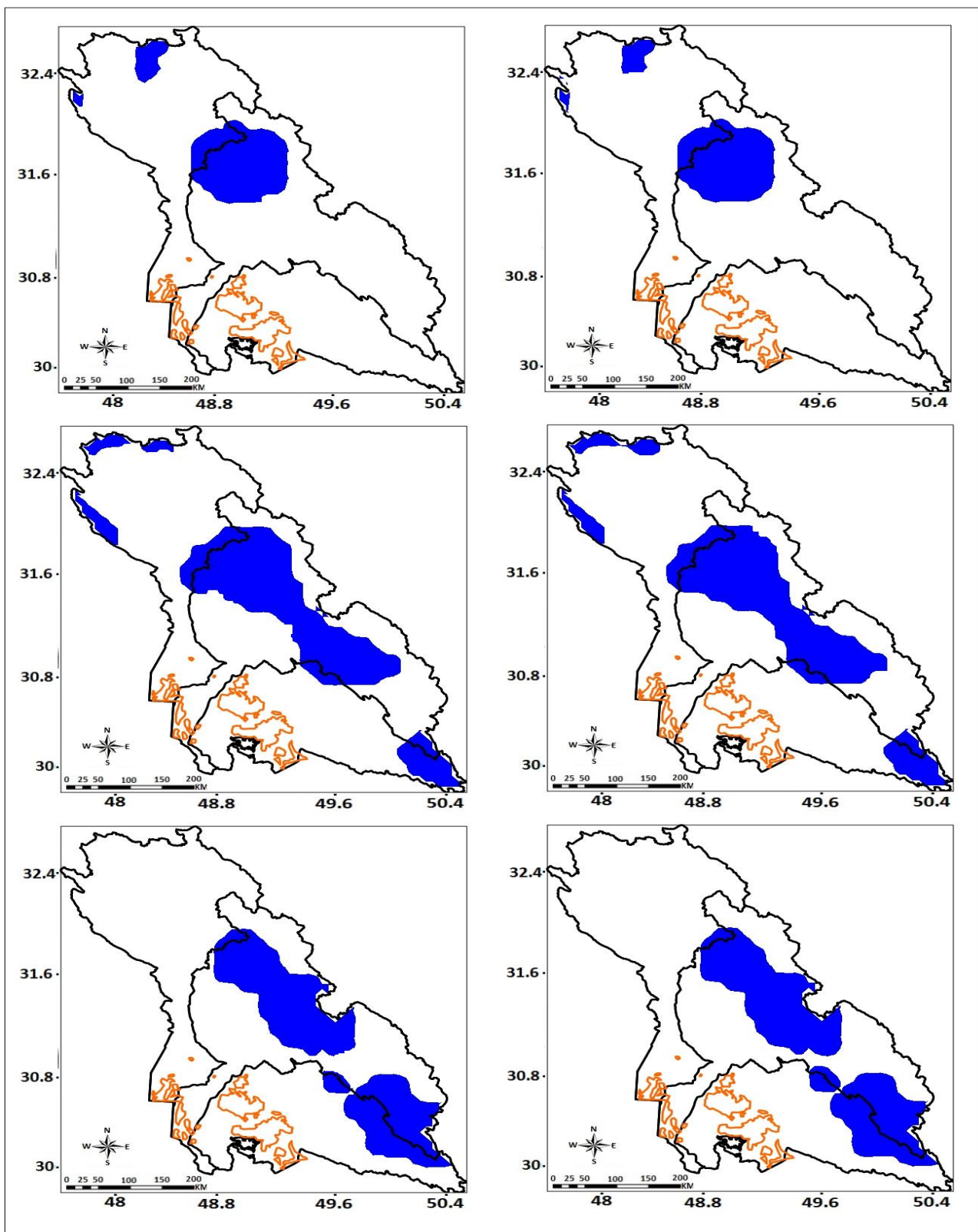
مقدار بدست آمده برای l تعیین‌کننده انتصاب فرد به گروه مشخص است. X_1, X_2 و X_p نشان‌دهنده گروه اندازه‌گیری - های حاصل برای هر متغیر انتخاب شده می‌باشد. B_1, B_2 و B_p مثل ضرایب B در رگرسیون می‌باشند. از این رو می‌توان گفت که تحلیل ممیزی شبیه رگرسیون خطی چند متغیره می‌باشد، با این تفاوت که در رگرسیون خطی متغیر وابسته در سطح فاصله نسبی است اما در تحلیل تشخیصی مقیاس متغیر وابسته اسمی دو یا چند وجهی می‌باشد.

نتایج

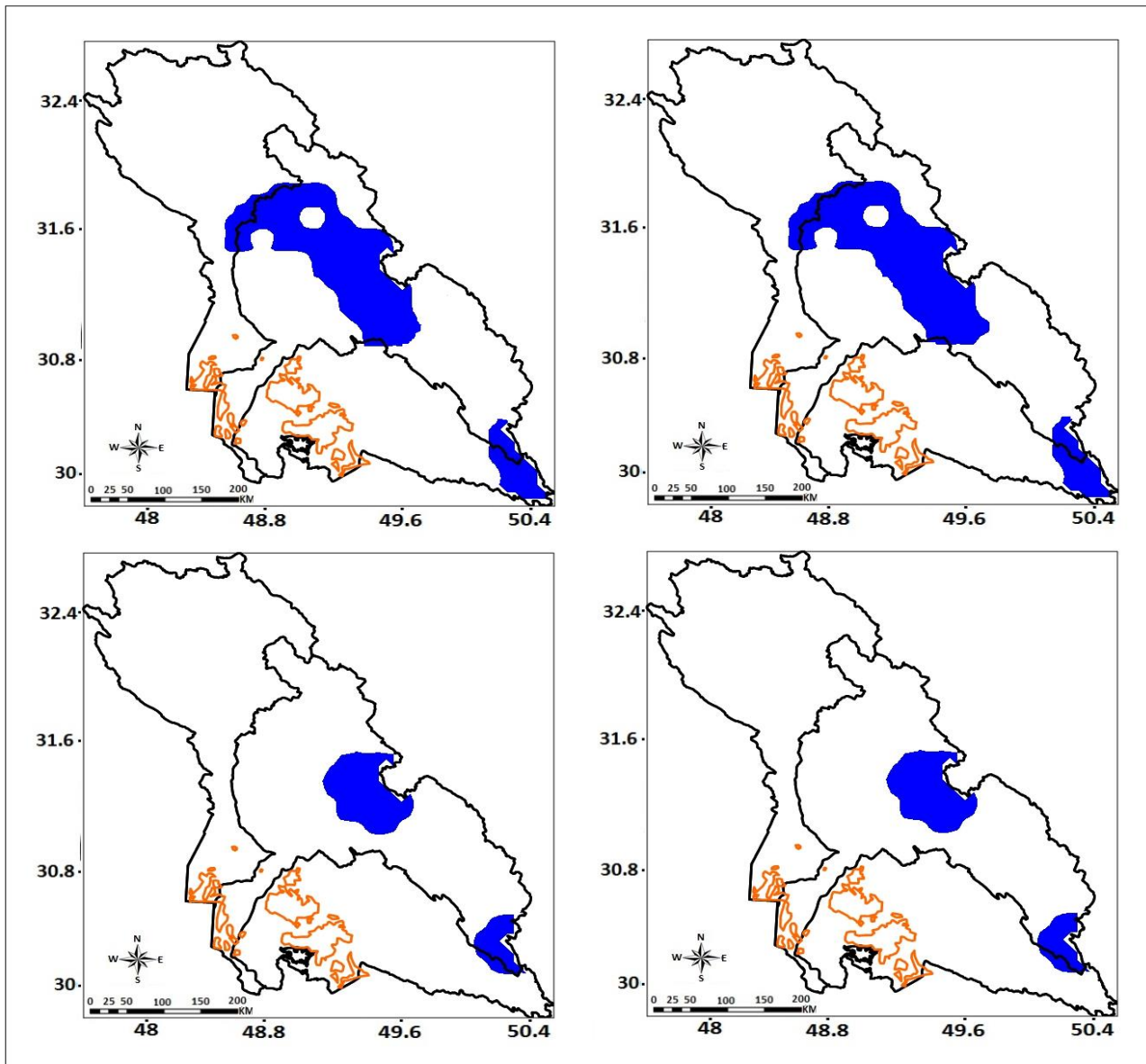
شکل ۲ دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای را بر روی ۵۲ نمایه دما و بارش (میانگین ماهانه و سالانه، ضریب تغییرات دما و بارش سالانه و ماهانه) طی دوره‌های مختلف نشان می‌دهد. به منظور اعتبارسنجی خوشه‌بندی حاصل از تحلیل خوشه‌ای، از روش تحلیل ممیزی استفاده شده است که نتایج نشان داد بیش از ۹۸ درصد از نقاط به درستی



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای برای نمایه‌های دما و بارش طی دوره‌های مختلف



شکل ۳- ناحیه معتدل و مرطوب طی دوره‌های مختلف براساس تحلیل خوشه‌ای (سمت راست) و تحلیل ممیزی (سمت چپ)



ادامه شکل ۳-

میانگین بارش افزایش قابل محسوسی را تجربه کرده است بر وسعت نواحی معتدل و مرطوب به طور قابل توجهی افزوده شده است. وسعت ناحیه معتدل و مرطوب براساس تحلیل خوشه‌ای در این دوره به ۲۷/۶ درصد رسیده است که نسبت به دوره قبل تقریباً نزدیک به ۲۰ درصد افزایش داشته است. در این دوره با وجود اینکه بر وسعت ناحیه معتدل و مرطوب افزوده شده است اما میانگین دما در این ناحیه هم افزایش ۳ درجه‌ای را نسبت

در دوره اول میانگین بارش و دما به ترتیب تقریباً ۶۶۹/۹ میلی‌متر و ۱۴/۸ درجه سانتی‌گراد بوده است (جدول ۱). با توجه به اختلاف نمایه‌های مرکزی بارش در این ناحیه از ضریب تغییرات کمی نسبت به دما برخوردار بوده است. در این دوره ضریب تغییرات دما و بارش به ترتیب ۱۸ و ۱۰/۵ بوده است که بیانگر ناهمگونی و نایکنواختی تغییرات دما نسبت به بارش می‌باشد. در دوره دوم ناحیه معتدل مرطوب علاوه بر اینکه

میلی متر رسیده است که نسبت به دوره قبل نزدیک به ۱۸۰ میلی متری افزایش داشته است. در این دوره همانند دوره قبل ضریب تغییرات بارش نسبت به دما ناچیزتر بوده است و این وضعیت شاید ناشی از این باشد که ناهمواری بر افت و خیزهای دما به شدت اثر می گذارد. چولگی برای دما در دوره چهارم برخلاف سه دوره دیگر برای ناحیه معتدل و مرطوب مثبت بوده است. چولگی مثبت بیانگر این است که فراوانی مقادیر بالاتر از میانگین بر فراوانی مقادیر پایین تر از میانگین غلبه کرده است، این نوع سازوکار ممکن است به سمت دوره های اخیر به شدت ناحیه معتدل و مرطوب را تحت تأثیر قرار دهد. به طوری که مشاهده می شود در دوره پنجم از وسعت ناحیه معتدل و مرطوب به شدت کاسته شده است. وسعت ناحیه معتدل و مرطوب براساس تحلیل خوشه ای به ۴/۶۹ درصد رسیده است که نسبت به دوره چهارم تقریباً ۱۳ درصد و نسبت به دوره دوم تقریباً ۲۳ درصد کاهش داشته است. علاوه بر این میانگین بارش در این دوره نسبت به دوره چهارم کاهش قابل توجهی را نشان می دهد. به نحوی که میانگین بارش در دوره پنجم ۶۶۱/۹ میلی متر می باشد که نسبت به دوره چهارم ۲۱۸/۷ میلی متر کاهش یافته است (جدول ۱).

ناحیه گرم و خشک

ناحیه گرم و خشک بیشترین مساحت منطقه را نسبت به سایر نواحی پوشش می دهد، به طوری که بیشتر به صورت نواری از شمال شرق تا جنوب شرق منطقه مورد مطالعه کشیده شده است (شکل ۳). این ناحیه در دوره اول براساس تحلیل خوشه ای ناحیه گرم و خشک تقریباً ۴۵/۰۹ درصد از منطقه مورد مطالعه را دربر گرفته است (جدول ۲). بررسی تغییرات پهنه ای تحت پوشش ناحیه گرم و خشک طی دوره های مختلف بیانگر این است که به سمت دوره های اخیر روند افزایشی را تجربه کرده است. با این حال وضعیت ناحیه گرم و خشک در دوره اول بیشتر بخش های شمالی و حاشیه شرقی منطقه مورد مطالعه را دربر می گیرد.

به دوره قبل تجربه کرده است. در این دوره بیشترین مقدار دما ۲۳/۶ درجه سانتی گراد و بیشترین مقدار بارش ۱۱۳۹ میلی متر بوده است (جدول ۲). علاوه بر این در این دوره ناحیه معتدل و مرطوب بیشتر به صورت هسته کوچکی بخش های شمالی منطقه مورد مطالعه را دربر گرفته است، اما در دوره دوم بیشتر به صورت نواری از مرکز به سمت جنوب منطقه مورد مطالعه کشیده شده است. این بیانگر این است که ناحیه معتدل و مرطوب نسبت به دوره اول تغییرات مکانی را تجربه کرده است (شکل ۲). وضعیت ناحیه معتدل و مرطوب در دوره سوم به لحاظ مکانی تقریباً وضعیتی مشابه با دوره دوم بوده است، با این تفاوت که در دوره سوم از وسعت ناحیه معتدل و مرطوب به طور قابل محسوسی کاسته شده است (شکل ۲). در این دوره همانند دوره قبل ناحیه معتدل و مرطوب بیشتر نواحی شرق یعنی نواحی همجوار با ناهمواری های زاگرس را شامل گردیده است. در این دوره تقریباً آغاز روند کاهش ناحیه معتدل و مرطوب شکل گرفته است، علاوه بر این بارش کاهش ۳۲ میلی متری را تجربه کرده است اما دما با وجود اینکه افزایش داشته است اما این افزایش قابل توجه نبوده است. میانگین دما در این دوره ۱۷/۱ درجه سانتی گراد و میانگین بارش ۷۰۱/۳ میلی متر بوده است (جدول ۱). بیشینه دما و بارش در دوره سوم به ترتیب ۲۵ درجه سانتی گراد و ۱۰۱۱/۶ میلی متر بوده است (جدول ۱).

وضعیت ناحیه معتدل و مرطوب در دوره چهارم همچنان روند کاهش خود را تجربه می کند، به طوری که در این ناحیه وسعت ناحیه معتدل و مرطوب به ۱۶/۹۳ (براساس تحلیل خوشه ای و تحلیلی ممیزی) رسیده است. میانگین دما و بارش در این دوره تغییرات متفاوتی را نسبت به دوره قبل تجربه کرده است. میانگین دما برای ناحیه معتدل و مرطوب در دوره چهارم ۱۶/۸ درجه سانتی گراد بوده است که نسبت به دوره قبل تغییر محسوسی نکرده است، در حالی که میانگین بارش در این دوره افزایش قابل توجهی داشته است. به طوری که میانگین بارش در این دوره به ۸۹۷/۸

جدول ۱- مشخصات دما و بارش در ناحیه معتدل و مرطوب

	۱۳۴۶-۱۳۵۵		۱۳۵۶-۱۳۶۵		۱۳۶۶-۱۳۷۵		۱۳۷۶-۱۳۸۵		۱۳۸۶-۱۳۹۵	
	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۱۴/۸	۶۶۹/۹	۱۶/۶	۷۳۳/۱	۱۷/۱	۷۰۱/۳	۱۶/۹	۸۷۹/۸	۱۸/۳	۶۶۱/۹
میانه	۱۵	۶۵۵/۵	۱۶/۵	۷۰۰/۸	۱۷/۰	۶۸۵/۰	۱۷/۰	۸۵۵/۹	۱۷/۴	۶۳۵/۸
مد	۹/۷	۵۹۰/۱	۹/۸	۶۳۱/۰	۱۰/۲	۶۰۵/۰	۱۰/۰	۷۷۳/۳	۱۱/۲	۵۷۴/۷
انحراف معیار	۲/۷	۷۰/۰	۳/۶	۹۸/۹	۳/۴	۸۱/۱	۳/۱	۹۷/۹	۲/۶	۸۴/۳
ضریب تغییرات	۱۸	۱۰/۵	۲۱/۵	۱۳/۵	۱۹/۹	۱۱/۶	۱۸/۶	۱۱/۱	۱۵/۱	۱۲/۷
بیشینه	۱۸/۷	۸۷۱/۷	۲۳/۶	۱۱۳۹/۰	۲۵/۰	۱۰۱۱/۶	۲۳/۱	۱۱۵۷/۳	۲۱/۷	۱۰۴۶/۵
کمینه	۹/۷	۵۹۰/۱	۹/۸	۶۳۱/۰	۱۰/۲	۶۰۵/۰	۱۰/۰	۷۷۳/۳	۱۱/۲	۵۷۴/۷
چولگی	-۰/۳	۱/۱	۰/۰	۱/۷	-۰/۲	۱/۳	-۰/۱	۱/۱	-۰/۴	۱/۹
کشیدگی	۱/۸	۳/۵	۲/۰	۶/۰	۲/۳	۴/۷	۲/۱	۳/۶	۲/۵	۷/۳
دامنه تغییرات	۹/۰	۲۸۱/۶	۱۳/۸	۵۰۸/۰	۱۴/۸	۴۰۶/۷	۱۳/۱	۳۸۴/۰	۱۰/۵	۴۷۱/۸
چارک اول	۱۲/۵	۶۱۲/۷	۱۳/۶	۶۶۳/۷	۱۴/۲	۶۴۱/۷	۱۴/۲	۸۰۳/۰	۱۵/۵	۶۰۳/۹
چارک دوم	۱۵	۶۵۵/۵	۱۶/۵	۷۰۰/۸	۱۷/۰	۶۸۰/۰	۱۷/۰	۸۵۵/۹	۱۷/۴	۶۳۵/۸
چارک سوم	۱۶/۹	۷۱۵/۴	۱۹/۳	۷۷۱/۱	۱۹/۶	۷۳۵/۴	۱۹/۳	۹۲۹/۵	۱۹/۲	۷۰۰/۳
درصد CL	۸/۲۵		۲۷/۶۰		۱۸/۲۱		۱۶/۹۳		۴/۶۹	
پوشش MD	۷/۳۲		۲۶/۳۲		۱۸/۹۳		۱۶/۹۳		۴/۶۹	

گرم و خشک از توزیع ناهمگون و ناپیکنواختی برخوردار بوده است. حداکثر مقدار بارش در ناحیه گرم و خشک به $۵۸۰/۳$ میلی‌متر و برای دما به $۲۴/۵$ درجه سانتی‌گراد رسیده است (جدول ۲). وضعیت ناحیه گرم و خشک در دوره دوم کاهش نامحسوسی را تجربه کرده است. در دوره دوم ناحیه گرم و خشک تقریباً $۴۲/۸۲$ (براساس تحلیل خوشه‌ای) درصد از منطقه را پوشش داده است. همچنین در این دوره میانگین دما نسبت به دوره قبل کاهش و میانگین بارش افزایش داشته است، به طوری که بارش نزدیک به ۳۱ میلی‌متر افزایش و دما نزدیک به ۱ درجه کاهش را تجربه کرده است (جدول

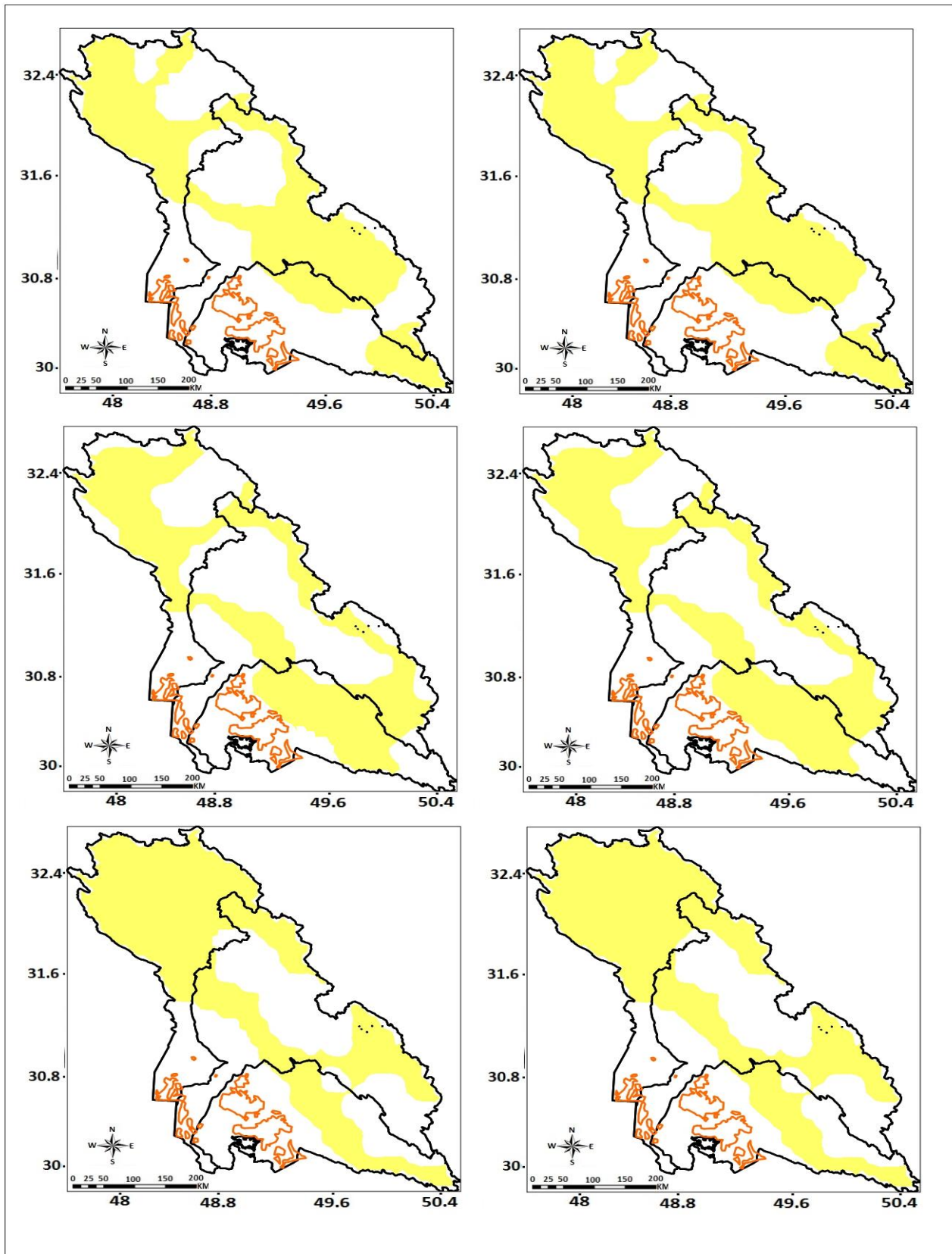
میانگین دما و بارش در دوره اول برای ناحیه گرم و خشک به ترتیب $۱۸/۱$ درجه سانتی‌گراد و $۴۶۴/۳$ میلی‌متر بوده است. در ناحیه گرم و خشک برخلاف ناحیه معتدل مرطوب که دما از ضریب تغییرات بیشتری برخوردار بوده، در ناحیه گرم و خشک بارش از ضریب تغییرات مکانی بسیار بالاتری نسبت به دما برخوردار بوده است. در دوره اول ضریب تغییرات مکانی بارش به ۲۰ درصد رسیده است، به طوری که اختلاف نمایه‌های مرکزی تأییدی بر این گفته می‌باشد. البته اینکه دامنه تغییرات بالا و دامنه چارکی هم تغییرات بالای بارش را نشان می‌دهد. این بیانگر این است که بارش در ناحیه

(۲).

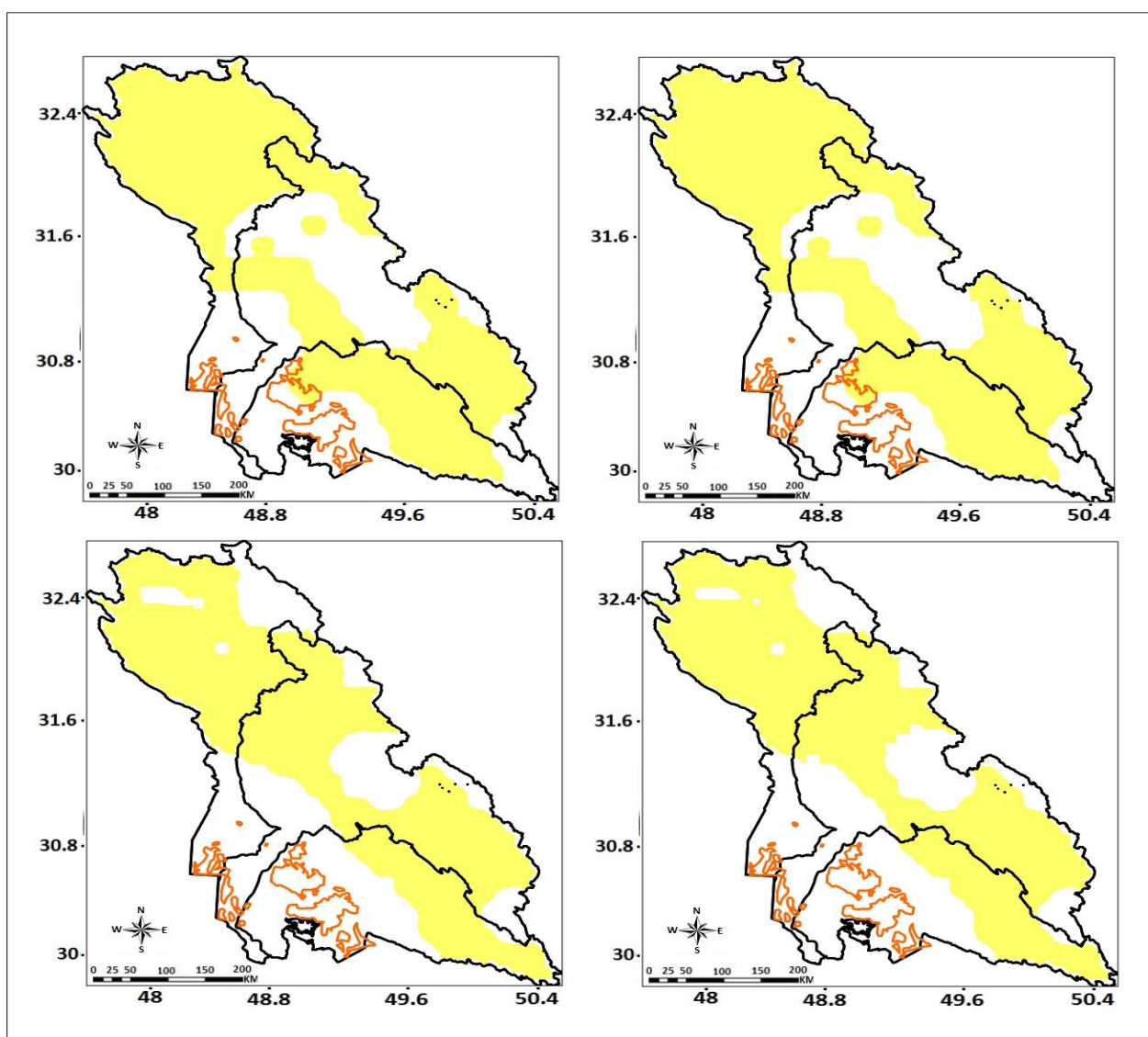
در دوره دوم ناحیه گرم و خشک بارش و دما از ضریب تغییرات بسیار بالایی برخوردار بوده است، به طوری که ضریب تغییرات مکانی دما و بارش در این دوره به ترتیب به ۲۴/۴ و ۱۲/۲ درصد رسیده است. حداکثر میانگین رخداد بارش در دوره دوم به ۶۰۱/۳ میلی متر رسیده است. از سوی دیگر در بین هر پنج دوره در ناحیه گرم و خشک چولگی در این دوره برای دما منفی بوده است که این بیانگر این است که مقادیر بالاتر از میانگین بر مقادیر پایین تر از میانگین غلبه کرده است (جدول ۲).

در دوره سوم بر وسعت ناحیه گرم و خشک به طور قابل توجهی افزوده شده است، علاوه بر این میانگین بارش نسبت به دوره قبل کاهش و دما نسبت دوره قبل تغییرات قابل توجهی را تجربه نکرده است. مساحت تحت پوشش ناحیه گرم و خشک در دوره سوم تقریباً ۵۲/۲ درصد بر اساس تحلیل خوشه‌ای و ۵۴/۸۹ درصد بر اساس تحلیل ممیزی می‌باشد. اختلاف نمایه‌های مرکزی در این دوره بیشتر از دو دوره قبل بوده است و این بیانگر این است که دما و بارش در ناحیه گرم و خشک در دوره سوم از ضریب تغییرات مکانی بالاتری و همچنین توزیع ناپیکنواختی بیشتری برخوردار بوده است. کمینه بارش در ناحیه گرم و خشک در دوره سوم

به ۳۲۳/۶ میلی متر رسیده است، این در حالی است که این مقدار در دوره اول و دوم به ترتیب به ۳۸۹/۸ و ۳۹۱/۶ میلی متر رسیده است که این وضعیت تأییدی دیگر بر تغییرپذیری بیشتر بارش در دوره سوم در ناحیه گرم و خشک می‌باشد. در واقع سیر افزایش ناحیه گرم و خشک از این دوره آغاز شده است، به طوری که گستره تحت پوشش ناحیه گرم و خشک در دوره چهارم به طور قابل توجهی افزایش داشته است. در این دوره مساحت تحت پوشش ناحیه گرم و خشک به ۵۵/۴۸ درصد رسیده است. میانگین بارش در این دوره به ۵۶۰ میلی - متر رسیده است که در بین همه دوره‌ها بالاترین مقدار بارش برای ناحیه گرم و خشک بوده است، از سوی دیگر دما با وجود اینکه روند افزایشی را تجربه کرده است اما این افزایش قابل توجه نبوده است. با وجود اینکه بارش روند افزایش داشته است اما این افزایش بارش نسبت به سایر دوره‌ها در ناحیه گرم و خشک از یکنواختی بیشتری برخوردار بوده است، به طوری که ضریب تغییرات، دامنه چارکی و دامنه تغییرات کمتر، تأییدی بر این گفته می‌باشد. حداکثر رخداد بارش در این دوره ۶۲۸/۵ میلی متر می‌باشد و حداقل کمینه بارش در این دوره برای ناحیه گرم و خشک به ۴۵۲/۳ میلی - متر رسیده است (جدول ۲).



شکل ۴- ناحیه گرم و خشک طی دوره‌های مختلف براساس تحلیل خوشه‌ای (سمت راست) و تحلیل ممیزی (سمت چپ)



ادامه شکل ۴-

این دوره به ۱۸/۷ درجه سانتی‌گراد رسیده است و حداکثر مقدار بارش در این دوره برای ناحیه گرم و خشک ۲۶ درجه سانتی‌گراد بوده است.

ناحیه بسیار گرم و خشک

ناحیه بسیار گرم و خشک در هر پنج دوره بیشتر مناطق جنوبی و غربی منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. با این حال تغییرات و گستره ناحیه بسیار گرم و خشک به سمت دوره‌های اخیر روند افزایشی را تجربه کرده است (شکل ۴).

در دوره پنجم همچنان بر گستره ناحیه گرم و خشک افزوده شده است. در دوره پنجم علاوه بر اینکه بر گستره ناحیه گرم و خشک افزوده شده است میانگین بارش نسبت به دوره قبل روند کاهشی قابل توجهی را تجربه کرده است. به طوری که در این دوره میانگین بارش از ۵۶۰/۴ میلی‌متر در دوره چهارم به ۴۳۵/۳ میلی‌متر در دوره پنجم رسیده است (جدول ۲). برخلاف بارش که روند کاهشی را تجربه کرده است دما از روند افزایشی قابل توجهی برخوردار بوده است، به نحوی که میانگین بارش در

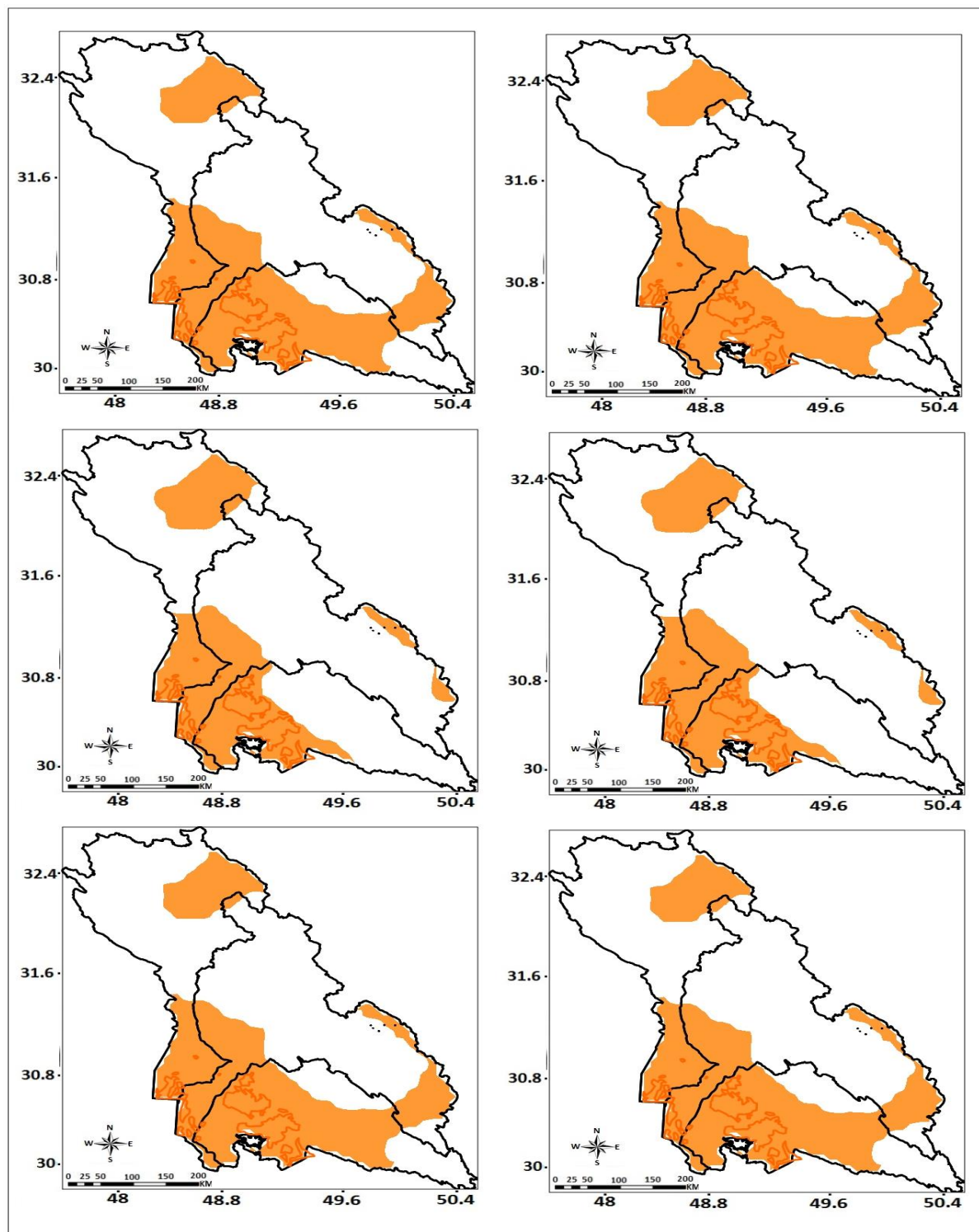
جدول ۲- مشخصات توصیفی دما و بارش برای ناحیه گرم و خشک

	۱۳۴۶-۱۳۵۵		۱۳۵۶-۱۳۶۵		۱۳۶۶-۱۳۷۵		۱۳۷۶-۱۳۸۵		۱۳۸۶-۱۳۹۵	
	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۱۷/۷	۴۶۴/۳	۱۷/۵	۴۹۵/۶	۱۷/۴	۴۷۵/۵	۱۷/۸	۵۶۰/۴	۱۸/۷	۴۳۵/۳
میانه	۱۷/۸	۴۵۸/۵	۱۸/۱	۵۰۰/۹	۱۶/۱	۴۷۳/۹	۱۶/۷	۵۴۶/۱	۱۵/۸	۴۱۹/۹
مد	۱۱/۲	۳۸۹/۸	۸/۶	۳۹۱/۶	۲۴/۱	۳۳۰/۸	۹/۹	۴۵۲/۳	۱۱/۰	۳۳۴/۶
انحراف معیار	۳/۸	۴۷/۰	۴/۳	۶۰/۶	۴/۴	۷۷/۵	۳/۶	۷۷/۷	۴/۳	۶۵/۷
ضریب تغییرات	۲۰/۹	۱۰/۱	۲۴/۴	۱۲/۲	۲۵/۸	۱۶/۳	۲۱/۲	۱۳/۹	۲۴/۶	۱۵/۱
بیشینه	۲۴/۵	۵۸۰/۳	۲۴/۱	۶۰۱/۳	۲۵/۲	۶۲۸/۵	۲۴/۲	۷۶۳/۶	۲۶/۰	۵۷۰/۲
کمینه	۱۱/۲	۳۸۹/۸	۸/۶	۳۹۱/۶	۱۰/۴	۳۲۳/۶	۹/۹	۴۵۲/۳	۱۱/۰	۳۳۴/۶
چولگی	۰/۱	۰/۵	-۰/۳	۰/۰	۰/۳	۰/۰	۰/۲	۰/۶	۰/۵	۰/۴
کشیدگی	۱/۹	۲/۵	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۲۱۱	۱/۹	۲/۵	۱/۸	۲/۰
دامنه تغییرات	۱۳/۳	۱۹۰/۵	۱۵/۵	۲۰۹/۷	۱۴/۸	۳۰۴/۹	۱۴/۳	۳۱۱/۴	۱۵/۰	۲۳۵/۵
چارک اول	۱۴/۸	۴۲۸/۶	۱۳/۶	۴۴۲/۰	۱۳/۲	۴۱۷/۳	۱۴/۲	۴۹۵/۸	۱۳/۸	۳۸۱/۱
چارک دوم	۱۷/۸	۴۵۸/۵	۱۸/۱	۵۰۰/۹	۱۶/۱	۴۷۳/۹	۱۶/۷	۵۴۶/۱	۱۵/۸	۴۱۹/۹
چارک سوم	۲۱/۴	۴۹۵/۹	۲۱/۴	۵۴۴/۰	۲۱/۷	۵۳۳/۸	۲۰/۲	۶۱۰/۶	۲۱/۴	۴۹۱/۴
درصد CL	۴۵/۰۹		۴۲/۸۲		۵۴/۲۰		۵۵/۴۸		۶۰/۴۶	
پوشش MD	۴۴/۵۲		۴۱/۴۷		۵۵/۴۸		۵۴/۸۹		۵۹/۷۴	

حداقل آن ۹۹/۶ میلی‌متر می‌باشد (جدول ۳). وضعیت ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره دوم بیانگر این است که از گستره ناحیه بسیار گرم و خشک در این دوره بسیار کاسته شده است، به طوری که در این دوره ناحیه بسیار گرم و خشک تنها به نواحی جنوب و غرب منطقه مورد مطالعه محدود شده است و گستره آن به ۲۹/۵۹ درصد رسیده است. میانگین بارش نسبت به دوره اول در ناحیه بسیار گرم و خشک تقریباً ۱۳ میلی‌متری افزایش داشته است، در حالی که دما نسبت به دوره اول به ۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد رسیده است (جدول ۳). از سوی دیگر ضریب تغییرات دما و بارش تقریباً وضعیت مشابهی نزدیک به ۲۱ درصد را تجربه کرده است. در دوره اول ضریب تغییرات بارش بسیار بیشتر از دما بوده است (جدول ۳). در دوره سوم همچنان روند کاهشی گستره ناحیه بسیار گرم و خشک ادامه دارد، به طوری که براساس تحلیل خوشه‌ای مساحت تحت

در بعضی از دوره‌های مورد مطالعه از جمله دوره اول، دوم و پنجم، ناحیه بسیار گرم و خشک در بخش‌هایی از شمال منطقه مشاهده شده است. گستره ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره اول براساس تحلیل خوشه‌ای ۴۶/۶۶ درصد از منطقه را پوشش داده است (جدول ۳). میانگین بارش برای ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره اول ۲۷۳ میلی‌متر و میانگین دما ۲۰/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در ناحیه بسیار گرم و خشک نمایه‌های مرکزی (میانگین، میانه و مد) اختلاف قابل توجهی باهم دارند. اختلاف نمایه‌های مرکزی به معنی ضریب تغییرات بالا و افت‌وخیز روزانه دما و بارش در ناحیه بسیار گرم و خشک می‌باشد. البته ضریب تغییرات بالای بارش (۳۱/۱ درصد) و دما (۲۳/۳ درصد) تأییدی بر تغییرپذیری بالای این دو عنصر در ناحیه بسیار گرم و خشک می‌باشد. حداکثر مقدار بارش ناحیه بسیار گرم و خشک برای دوره اول ۳۸۸/۲ میلی‌متر و

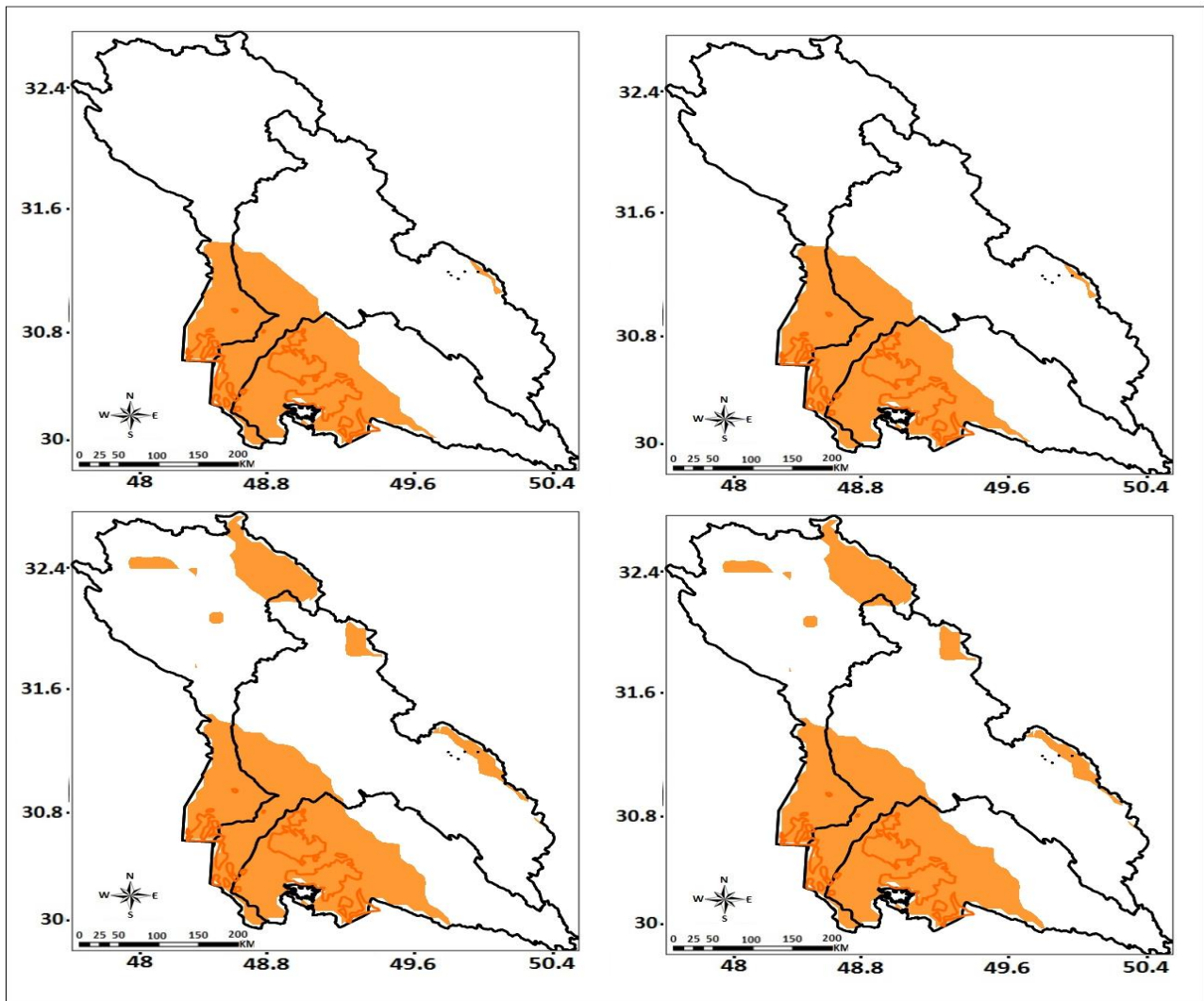
پوشش ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره سوم به ۲۱/۳۴ درصد رسیده است که نسبت به دوره دوم تقریباً ۷/۵ درصد و نسبت به دوره اول تقریباً ۲۵ درصد کاهش داشته است.



شکل ۵- ناحیه بسیار گرم و خشک طی دوره‌های مختلف براساس تحلیل خوشه‌ای (سمت راست) و تحلیل ممیزی (سمت چپ)

نامحسوسی را تجربه کرده است. حداکثر بیشینه دما در این دوره به $۲۶/۱$ درجه سانتی‌گراد رسیده است (جدول ۳). باوجود این ضریب تغییرات برای ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره سوم بیشتر از بارش بوده است. ضریب تغییرات دما تقریباً به ۲۶ درصد رسیده است که بیانگر تغییرپذیری و افت و خیز بالای دمای روزانه برای ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره سوم می‌باشد (جدول ۳).

در دوره سوم ناحیه بسیار گرم و خشک فقط به صورت لکه‌ای کوچک محدود به مناطق مرزی ایران و عراق یعنی نواحی منطبق بر کانون‌های گردوغبار داخلی خوزستان است. میانگین بارش برای ناحیه بسیار گرم و خشک دور دوره سوم $۲۳۸/۶$ میلی‌متر و دما $۲۱/۳$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در این دوره با وجود اینکه از گستره ناحیه بسیار گرم و خشک کاسته شده است اما بعکس دما روند افزایشی



ادامه شکل ۵- ناحیه بسیار گرم و خشک طی دوره‌های مختلف براساس تحلیل خوشه‌ای (سمت راست) و تحلیل ممیزی (سمت چپ)

زیاد قابل توجه نیست، به طوری که گستره ناحیه بسیار گرم و خشک در این دوره به $۲۷/۶$ درصد رسیده است

در دوره چهارم روند گستره ناحیه بسیار گرم و خشک کم رو به افزایش است اما این روند افزایشی

گستره ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره پنجم به شدت افزایش داشته است، به طوری که گستره ناحیه بسیار گرم و خشک در این دوره به ۴۰/۱۱ درصد رسیده است. علاوه بر این از میانگین بارش به شدت کاسته شده است، به طوری که میانگین بارش در دوره پنجم به ۲۰۹/۳ میلی متر رسیده است (جدول ۳). بنابراین در این دوره ناحیه بسیار گرم و خشک علاوه بر اینکه بر گستره آن افزوده شده است از میانگین بارش به شدت کاسته شده است و میانگین دما روند افزایشی را تجربه کرده است. ضریب تغییرات بارش برای ناحیه بسیار گرم و خشک در دوره پنجم تقریباً وضعیتی مشابه با دوره چهارم را داشته است (جدول ۳).

که نسبت به دوره سوم نزدیک به ۶ درصد افزایش داشته است، اما نسبت به دوره دوم ۲ درصد کاهش را تجربه کرده است. با وجود این از این دوره به سمت دوره‌های اخیر روند افزایشی ناحیه بسیار گرم و خشک شروع شده است. از سوی دیگر میانگین بارش در دوره دوم نسبت به دوره‌های دیگر به حداکثر مقدار خود رسیده است، به طوری که میانگین بارش در این دوره به ۳۱۳/۷ میلی متر رسیده است (جدول ۳). علاوه بر این میانگین دما به ۲۴/۳ درجه سانتی‌گراد رسیده است. با وجود اینکه بارش افزایش را تجربه کرده است در کنار آن ضریب تغییرات نسبت به سایر دوره‌های دیگر به بالاترین مقدار خود رسیده است.

جدول ۳- مشخصات توصیفی ناحیه بسیار گرم خشک

	۱۳۴۶-۱۳۵۵		۱۳۵۶-۱۳۶۵		۱۳۶۶-۱۳۷۵		۱۳۷۶-۱۳۸۵		۱۳۸۶-۱۳۹۵	
	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش	دما	بارش
میانگین	۲۰/۶	۲۷۳/۰	۲۱/۲	۲۹۲/۲	۲۱/۵	۲۳۸/۶	۲۴/۳	۳۱۳/۷	۲۵/۳	۲۰۹/۳
میانه	۲۳/۲	۲۸۷/۸	۲۳/۶	۲۹۶/۲	۲۴/۴	۲۳۷/۷	۲۴/۸	۳۲۰/۱	۲۵/۸	۱۹۳/۸
مد	۲۳/۷	۲۱۸/۷	۲۲/۸	۲۷۷/۷	۲۳/۸	۲۵۰/۷	۲۳/۶	۲۱۷/۵	۲۵/۰	۱۹۷/۴
انحراف معیار	۴/۸	۸۴/۸	۴/۷	۶۰/۵	۵/۵	۴۴/۶	۲/۰	۸۶/۵	۲/۸	۵۷/۲
ضریب تغییرات	۲۳/۳	۳۱/۱	۲۲/۲	۲۰/۷	۲۵/۷	۱۸/۷	۸/۴	۲۷/۶	۱۱/۱	۲۷/۳
واریانس	۲۳/۱	۷۱۹۰/۹	۲۲/۲	۳۶۶۳/۷	۳۰/۶	۱۹۹۱/۶	۴/۱	۷۴۷۷/۳	۷/۸	۳۲۷۲/۷
بیشینه	۲۵/۷	۳۸۸/۲	۲۵/۲	۳۸۹/۳	۲۶/۱	۳۱۸/۷	۲۵/۵	۴۵۰/۴	۲۶/۹	۳۳۰/۵
کمینه	۱۰/۴	۹۹/۶	۱۰/۱	۱۷۷/۳	۱۰/۴	۱۵۱/۸	۱۱/۳	۱۶۸/۹	۱۱/۱	۱۳۰/۹
چولگی	-۰/۸	-۰/۴	-۱/۲	-۰/۱	-۱/۰	-۰/۲	-۵/۳	-۰/۱	-۴/۱	-۰/۶
کشیدگی	۲/۰	۱/۹	۲/۶	۱/۸	۲/۱	۲/۳	۳۲/۵	۱/۷	۱۹/۳	۲/۱
دامنه تغییرات	۱۵/۳	۲۸۸/۶	۱۵/۱	۲۱۲/۰	۱۵/۷	۱۶۶/۹	۱۴/۳	۲۸۱/۵	۱۵/۸	۱۹۹/۶
چارک اول	۱۵/۹	۲۰۵/۱	۱۶/۶	۲۴۱/۲	۱۴/۶	۲۱۲/۶	۲۴/۰	۲۳۸/۵	۲۵/۴	۱۶۱/۴
چارک دوم	۲۳/۲	۲۸۷/۸	۲۳/۶	۲۹۶/۲	۲۴/۴	۲۳۷/۷	۲۴/۸	۳۲۰/۱	۲۵/۸	۱۹۳/۸
چارک سوم	۲۴/۳	۳۴۸/۷	۲۴/۲	۳۴۷/۳	۲۵/۶	۲۷۲/۸	۲۵/۱	۳۸۹/۴	۲۶/۳	۲۵۰/۴
CL	۴۶/۶۶		۲۹/۵۹		۲۱/۳۴		۲۷/۶۰		۴۰/۱۱	
MD	۴۵/۳۰		۲۹/۱۶		۲۱/۳۴		۲۵/۶۰		۳۹/۴۲	

درصد پوشش

بحث

در این مطالعه به بررسی تغییرات نواحی اقلیمی حوضه-های آبخیز رودخانه کرخه، کارون و زهره طی پنج دوره (۱۳۴۶-۱۳۵۵، ۱۳۴۶-۱۳۶۵، ۱۳۵۶-۱۳۷۵، ۱۳۶۶-۱۳۸۵-۱۳۷۶، ۱۳۹۵-۱۳۸۶) پرداخته شده است. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای نشان داد که سه ناحیه اقلیمی (ناحیه معتدل و مرطوب، ناحیه گرم و خشک، ناحیه بسیار گرم و خشک) در حوضه‌های آبخیز کرخه، کارون و زهره قابل شناسایی می‌باشد. نتایج حاصل از تحلیل ممیزی نشان داد که نقاط خوشه‌بندی شده تقریباً با بیش از ۹۵ درصد اطمینان در گروه خود قرار گرفتند که این وضعیت نشان از صحت و دقت نواحی شناسایی شده به وسیله تحلیل خوشه‌ای دارد. ناحیه معتدل و مرطوب طی دوره‌های مختلف تغییرات متنوعی داشته است، در دوره اول این ناحیه بیشتر به صورت هسته‌ای در بخش‌های شمالی و همچنین به صورت لکه‌هایی در شمال غرب منطقه مورد مطالعه یعنی نواحی همجوار با ناهمواری‌های زاگرس منطبق می‌باشد. این وضعیت بیانگر تأثیر ناهمواری‌ها و توپوگرافی‌ها در شکل‌گیری ناحیه معتدل و مرطوب می‌باشد. در دوره دوم بر وسعت ناحیه معتدل و مرطوب افزوده شده است که تقریباً با جهت شمال غرب و جنوب شرق (تمایل به جنوب شرق) مرکز حوزه آبخیز کرخه، کارون و زهره را دربر گرفته است. در دوره سوم ناحیه معتدل و مرطوب تقریباً به جنوب شرق منطقه مورد مطالعه منتقل شده است. دوره چهارم وضعیتی مشابه با دوره سوم دارد، با وجود اینکه از وسعت ناحیه معتدل و مرطوب کاسته شده است. به طوری که در دوره پنجم گستره این ناحیه به کمترین مقدار خود رسیده است. بنابراین می‌توان گفت که ناحیه معتدل و مرطوب به سمت دوره‌های اخیر روند کاهشی را هم به لحاظ مکانی و هم به لحاظ زمانی تجربه کرده است. این نتایج با نتایج Doostkamian و همکاران (۲۰۱۷) منطبق می‌باشد، به طوری که آنان در بررسی تغییرات دوره‌های پهنه‌های سرد (معتدل) و گرم (گرم خشک) ایران نشان دادند که ناحیه معتدل به سمت دوره‌های اخیر علاوه بر اینکه به سمت عرض‌های بالا جابجا شده‌اند

به صورت محسوسی از گستره مکانی آنها کاسته شده است. ناحیه گرم و خشک بیشترین مساحت منطقه را نسبت به سایر نواحی پوشش می‌دهد، به نحوی که بیشتر به صورت نواری از شمال شرق تا جنوب شرق منطقه مورد مطالعه کشیده شده است. وضعیت ناحیه گرم و خشک در دوره اول بیشتر بخش‌های شمالی و حاشیه شرقی منطقه مورد مطالعه را دربر می‌گیرد. در این ناحیه بارش از ضریب تغییرات مکانی بسیار بالایی برخوردار بوده است. در دوره دوم ناحیه گرم و خشک کاهش نامحسوسی را تجربه کرده است. در دوره سوم بر وسعت ناحیه گرم و خشک به طور قابل توجهی افزوده شده است، علاوه بر این میانگین بارش نسبت به دوره قبل کاهش و دما نسبت دوره قبل تغییرات قابل توجهی را تجربه نکرده است. بنابراین سیر افزایش ناحیه گرم و خشک از دوره چهارم آغاز شده است، به طوری که گستره تحت پوشش ناحیه گرم و خشک در این دوره به طور قابل توجهی افزایش داشته است. در مجموع می‌توان گفت که پهنه تحت پوشش ناحیه گرم و خشک طی دوره‌های مختلف به سمت دوره‌های اخیر روند افزایشی را تجربه کرده است. ناحیه بسیار گرم و خشک در هر پنج دوره بیشتر مناطق جنوبی و غربی منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود. این نتایج با نتایج Heydari و Alijani (۲۰۰۸) و Doostkamian و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. با این حال گستره ناحیه بسیار گرم و خشک همانند ناحیه گرم و خشک به سمت دوره‌های اخیر روند افزایشی را تجربه کرده است. افزایش مکانی و زمانی نواحی اقلیمی گرم و خشک و بسیار گرم و خشک و کاهش منطقه مرطوب، می‌تواند به توسعه و تشدید کانون‌های گردوغبار به ویژه در پایین دست حوضه‌های آبخیز مورد مطالعه کمک کند.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مطالعه جامع کانون‌های گردوغبار داخلی استان خوزستان (مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور) است، بنابراین از دست‌اندرکاران قدردانی می‌شود.

- techniques, *Journal of Geographical Research*, 37: 57-74.
- Khosravi, M. and Aramesh, M., 2012. Climatic zoning of Markazi province using factor-cluster analysis. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 23 (2): 87-100.
 - Khosravi, M. and Nazari Pour, H., 2010. Application of cluster analysis in identification of characteristics of rainy days (Khash Station), *Journal of Geographical Space*, 21: 90-65.
 - Khalili, A., Darvishsefat, A.A., Baradaran, R. and Bazrafshan, J., 2004. Proposed method for climatic zoning in GIS environment of northwestern Iran case study in Selyanev System. *Desert Journal*, 9(2): 237 - 227.
 - Khorshid Doost, A. M. and Shirzad, A. A., 2014. Investigation and analysis of precipitation in Northwest of Iran using cluster analysis and detection function analysis. *Journal of Tabriz University of Geography and Planning*, 49:101- 118.
 - Ghasemifar, E. and Naserpour, S., 2014. Climatic zoning of Zagros region. *Sepehr Geographical Information Journal*, 23 (89), 54-60.
 - Khosrowshahi, M., Hosseini, M. and Karami, A., 2018. Evaluation of a method for identifying and separating desert areas from climatological perspective. *Rangeland and Desert Research Journal*, 26 (1): 40-56.
 - Kalkstian, L.S., 1987. An evaluation of three clustering procedures for use in synoptic climatological classification, *Journal of Climate and Apple Metrological*, 26: 717 – 730.
 - Lobell, D. B. and Bonfils, C., 2008. The effect of irrigation on regional temperatures: A spatial and temporal analysis of trends in California, 1934–2002. *Journal of Climate*, 21:2063–2071.
 - Lam, N.T. and Wan, K.W. and Wong, S. L., 2010. Long-Term trends of heat stress and energy use implications in subtropical climates, *Journal of Applied Energy*, 87:608-612.
 - Lee, J. W.S. and Wong, D., 2009. Statistical analysis with ArcView GIS. *Science journal*, 7: 208-216.
 - Mazidi, A. and Khodagholi, M., 2009. Climatic zoning of Yazd Province, Using multivariate statistical methods, *Journal of Geography and Regional Development*, 13: 140-157.
 - Massoudian, A., 2005. Identification of Iranian rainfall regimes by cluster analysis method. *Journal of Geographical Research*, 37(52): 47-52.
 - Montazeri, M. and Bai, N., 2012. Mineral zoning of Caspian region using multivariate statistical methods. *Geographical Research Quarterly*, 27(2):77-90.
- ### منابع مورد استفاده
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes, G., Leonardo, J. and Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Journal of Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
 - Asakereh, H., Doostkamian, M., 2015. Analysis of Rainfall Water Cycles in Iran Earth, *Geographical Researches of Tehran*, 12: 435-444.
 - Cabrera, L, Azpra Romero, E., Zarraluquisuch, V., Gay Garcia, C. and EstradaPorrua, F., 2012. Cluster analysis for validated climatology stations using precipitation in Mexico. *Journal of Atmosphere*, 25:339-354.
 - Azizi, G.H., 2001. Digital classification of selected climate stations in Iran by Litin Ski Method. *Journal of Geographical Research*, 41: 39-51.
 - Doostkamian, M., Haghighi, I. and Bourbouri, A., 2017. Investigation and identification of spatial variations of hot and cold temperature zones of Iran during different periods. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 6(22):142-162.
 - Deen Pajouh, Y., Fakhri, A., Moghaddam, M., Jahanbakhsh, S. and Mirnia, M., 2003. Selection of Variables to Multiply Iran Rainfall Climate Map. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34(4): 823 - 809.
 - Esmail Nejad, M., 2005, Climatic zoning of Sistan and Baluchestan province with GIS, MSc thesis, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan.
 - Eslahi, M., 2003, Climate change detection in Iran by clustering analysis, Third Regional Conference and First National Conference on Climate Change, Iran Meteorological Organization, Isfahan.
 - Ghasemifar, E. and Naserpour, S., 2014. Climatic zoning of Zagros region. *Sepehr Geographical Information Journal*, 23 (89): 54-60.
 - Grami Motlagh, A. and Shabankare, M., 2006. Climatic zoning of Bushehr province, *Journal of Humanities*, University of Isfahan, 20 (1): 187-210.
 - Golkar, H., Rezaeinejad, M. and Tavousi, M., 2016, Climate zoning of South Khorasan Province by GIS software *Journal of Water and Soil Conservation*, 6 (1): 47-62.
 - Harding, A. E., Gachon, P. and Nguyen, V.T.V., 2010. Replication of atmospheric oscillations, and their patterns, in predictors derived from Atmosphere–Ocean Global Climate Model output. *International Journal of Climatology*, 31(12):1841-1847.
 - Heydari, H. and Alijani, B., 2008, Climatic classification of Iran using multivariate statistical

- Climate zoning of South Khorasan Province by GIS software *Journal of Water and Soil Conservation*, 6 (1): 47-62.
- Salliqeh, M., Narimani, F. and Ismail Nejad, M., 2013, Climate map of Sistan and Baluchestan Province. *Journal of Geography and Development*, 6 (12): 101-106.
 - Teimouri, M. and Azimzadeh, J., 2012. Iran climate clustering using effective precipitation index, First National Conference on Drought and Climate Change, Karaj, Dehydration and Drought Research Center in Agriculture and Natural Resources.
 - Steiner, D., 1965. A multivariate statistical approach to climatic regionalization and classification, 15:329-347.
 - Massoudian, A., 2003. Iranian climatic areas. *Journal of Development and Geography*, 1 (2): 171-184.
 - Mazidi, A., Shafee, S.H. and Ebrahimi, R., 2012, Climatic determination of Kurdistan and Hamedan Provinces Using modern statistical methods and GIS. *Journal of Geographical Thought*, 6 (12): 52-67.
 - Mafakhari, O., Salliqeh, M., Alijani, A. and Akbari, M., 2017. Identifying and regionalizing temporal changes and precipitation of rainfall in Iran. *Journal of Natural Geographical Research*, 49 (2): 205-191.
 - Nazari Pour, H., Doostkamian, M., Asadi, A. and Bayat, A., 1393. Climatic zones of south and southwest of Iran with regional planning approach. *Journal of Regional Planning*, 4 (15): 119-132.
 - Golkar, H., Rezaeinejad, M. and Tavousi, M., 2016.

Identifying climate change zones in watersheds leading to the dust source in Khuzestan province (Karkheh, Karoun, and Zohreh-Jarahi)

F.Dargahian^{1*} and S. Lotfinasabas²

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: Fatemeh.dargahian@gmail.com

2- Assistant Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 09/07/2019

Accepted: 12/10/2019

Abstract

This study investigates and analyzes the decades of change in climatic zones in Karkheh, Karoun, and Zohreh - Jarahi watersheds. For this purpose, the database of temperatures and precipitation networks during the period 1976-2015, with a spatial resolution of 15 x 15 km, formatted in the conical Lambert image system, was used. In fact, because these two elements are the most important climatic drivers in the study area and the changes of other elements in these two elements are more visible, they have been used to study and analyze the climate change zone. After establishing the database, cluster analysis was used to identify climatic regions, and the audit analysis was used to validate it. Cluster analysis was performed on 52 indices of temperature and precipitation (monthly and annual average, coefficient of variation of temperature, and precipitation monthly and annual changes) during different periods, and climatic zones and their changes were analyzed. Based on the results, three climatic zones including humid and moderate zone, hot and dry zone, and very hot and dry zone were identified in the study area. The results showed that in recent periods, the humid area, in addition to having spatial displacement, its area reduced so that in the fifth period, the area reached less than five percent. Also, the hot and dry zone, stretched as a strip from the northwest to the southwest of the study area, had less spatial displacement, unlike the humid area, while its area increased in recent periods. On the other hand, the area of the very hot and dry zone has increased towards recent periods. Spatial and temporal increase of hot and dry climates and very hot and dry climates and decrease of the humid zone has been able to lead to the development and intensification of dust source, especially downstream of the studied watersheds.

Keywords: Climate, zone changes, watershed, temperature and precipitation, dust.