نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴۱، تابستان ۹۵

بررسی روند تغییرات برخی عناصر اقلیمی در استان چهارمحال و بختیاری

دریافت مقاله: ۹۴/۷/۱۹ پذیرش نهایی: ۹۵/۶/۱۶
صفحات:۱۷۶-۱۵۳

عباسعلی آروین: استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای دانشگاه پیام نور، تهران، ایران[۱]
Email: a_arvin@pnu.ac.ir
عبدالعظیم قانقرمه: استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای دانشگاه گلستان، گلستان، ایران
Email: a.ghangherme@gu.ac.ir
داور حاجی پور: کارشناس هواشناسی، اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری
Email: alials470@yahoo.com
مهران حیدری: دانشجوی دکتری اقلیم شناسی دانشگاه اصفهان و کارشناس اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری
Email: Heidarybeni@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش با بهره‌گیری از روش ناپارامتریک من کندال و آزمون شیب سنس استیمیتور، روند تغییرات عناصر بارش، تعداد روزهای برفی و نیز متوسط بیشینه و کمینه دما در مقیاس سالانه و ماهانه در ایستگاه‌های استان چهارمحال و بختیاری که در بر گیرنده بخشی از ارتفاعات زاگرس و زردکوه بختیاری است و سرشاخه‌های سه رودخانه مهم کشور از جمله زاینده رود، دز و کارون از آن سرچشمه می‌گیرد. در یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۵-۱۹۸۶) مورد سنجش قرار گرفت و خروجی آن به صورت جدول، نمودار و نیز نقشه‌های هم روند در محیط Arc_GIS ترسیم گردید. نتایج نشان داد اگر چه سری زمانی بارش در استان در بیشتر ماه‌های سال از روند معناداری پیروی نمی‌کند، لیکن مقدار بارش در ایستگاه‌های؛ (کوهرنگ) به عنوان پُرباران‌ترین ایستگاه در مرکز کشور، لردگان و یان‌چشمه در پرباران‌ترین ماه سال (مارس) در سطح اطمنیان ۹۹ درصد دارای روند کاهشی است. همچنین تعداد روزهای برفی ایستگاه کوهرنگ در ماه مارس دارای یک روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد است. متوسط دمای کمینه و بیشینه در بیشتر نواحی

[۱]. **نویسنده مسئول**: اصفهان، خیابان سید رضی (رباط دوم)، خیابان شهید عادل پور ، کوچه مهرداد، مجتمع پرتو، واحد ۱

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

استان در تمام ماه‌ها و در مقیاس سالانه، بجر ماه‌های نـوامبر و دسـامبر دارای رونـد معنادار افرایشی است.

کلیدواژگان: روند، بارش، دما، تغییر اقلیم، چهارمحال و بختیاری

مقدمه

تغییر اقلیم یکی از مهمترین مشکلات جهان امروز است که به واسطه ورود اضافی گازهای گلخانه‌ای به جَوّ توسط بشر بوجود آمده است. تغییر اقلیم تمام ابعاد اکوسیستم زمین و از جمله منابع آب را تحت تأثیر قرار داده است. تغییر اقلیم جریان‌های سیلابی را افزایش داده و آبهای زیرزمینی را بطور قابل توجهی کاهش می‌دهد و بر کیفیت آب در کشورهای کم آب آسیای مرکزی، افریقای جنوبی و کشورهای اطراف مدیترانه و خاورمیانه اثر منفی دارد. لذا تغییر اقلیم به مفهوم ایجاد مدیریت منابع آب با عنایت به ناپایداری آن را در ذهن تداعی می-کند (مانسینگ و همکاران[1] ۲۰۰۳ : ۹۲). کیفیت آب در دسترس به بارش باران و برف، جریان آبهای جاری و تبخیر و تعرق بستگی دارد. بر اساس سناریوهای پیش‌بینی، انتظار می‌رود بارش در نواحی گرم کره زمین افزایش یابد، ولی توزیع منطقه‌ای آن کاملاً واضح نیست. درجه حرارت‌های بالاتر منجر به افزایش تبخیر و تعرق و خشکی خاک و نیز افزایش آب حاصل از برف در زمستان و کاهش آن در فصل بهار می‌شود (اوباسی[2] ۲۰۰۰ : ۲۱). به جهت اهمیت تغییر اقلیم و اثرات سوء آن بر زندگی بشر، برنامه بین الدول تغییر اقلیم[3]به منظور پیش‌بینی تغییرات اقلیمی و بررسی اثرات آن بر زندگی بشر تشکیل شد و تا کنون گزارش‌های بسیاری ارائه داده است. بر اساس گزارش سال ۲۰۰۱ این مؤسسه که بر اساس سناریوهای مختلف مدل‌های GCM تنظیم یافته، افزایش درجه حرارت سالانه کره زمین برای سال ۲۰۶۰ میلادی بین ۲ تا ۵/۲ درجه سانتی گراد خواهد بود (IPCC,2001). در آخرین گزارش IPCC که بر اساس مدل‌های اقلیمی این برنامه صورت گرفت، پیش‌بینی می‌شود که میانگین دمای هوای کره زمین در سال ۲۱۰۰ میلادی برای سناریوی حداقل انتشار گازهای گلخانه‌ای(RCP2.6) در حدود ۱/۵، و برای سناریوی حداکثر انتشار گازهای گلخانه‌ای (PCP8.5)، ۵/۵ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد (IPCC, 2014). خروجی مدل‌های تخمین از تغییر پذیری اقلیم برای افق ۲۰۵۰ برای افریقای شمالی، بعضی قسمت‌های مصر، عربستان سعودی، ایران، اردن، فلسطین

1 . Munasinghe et. al.
2 . Obasi
3. Intergovernmental Panel Climate Change (IPCC)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

کاهش مقدار ۲۰ تا ۲۵ درصدی در مقدار بارش را نشان می‌دهد و درجه حرارت تا ۱/۵ درجه افزایش خواهد داشت. تغییرات در درجه حرارت می‌تواند نسبت باران به برف را افزایش دهد که منجر به افزایش رواناب زمستانی خواهد شد و کاهش آب دردسترس در فصل گرم خواهد شد (راگاب و پرادهوم[1] ۲۰۰۲ : ۴). بررسی وجود روند در حوادث حداکثر اقلیمی و جوی بر اساس مدل‌های آب و هوایی نشان داد، تغییر اقلیم هم نتیجه نوسان طبیعی عناصر جوی و هم محصول انتشار گازهای گلخانه‌ای به جو و گرمایش جهانی است (میهل و همکاران[2] ۲۰۰۰ : ۴۱۵). بررسی روند بارش در پرتغال به کمک روش‌های ناپارامتریک از جمله آزمون من کندال نشان از یک الگوی فضایی تغییر سیستماتیک بارش سالانه در بخشهای جنوبی پرتغال دارد. به این ترتیب افزایش بارش فصل پاییز، کاهش بارش فصل زمستان و افزایش بارش آغاز فصل بهار نسبت به پایان از پیامدهای تغییر اقلیم بوده است (ایزابل[3] و همکاران ۲۰۰۵). بررسی تغییرات روند بلندمدت بارش در ژاپن نشان داده است که بارش های بیش از ۱۰۰ و ۲۰۰ میلیمتر رو به افزایش بوده و بارش های کمتر از ۱ تا ۱۰ میلیمتر روند کاهشی داشته اند. علاوه بر آن تمرکز بارش ژاپن در قرن اخیر بیشتر نیز گردیده است (فوجیبی و همکاران[4]، ۲۰۰۸ : ۵۱). بررسی تغییرات بارش روزانه در منطقه نیمه خشک مناطق شمالی چین در بازه زمانی ۲۰۰۰-۱۹۵۶ نیز نشان داده در مقایسه با دهه ۱۹۵۰ تعداد روزهای بارانی در دهه ۱۹۹۰ درحدود ۸ روز کاهش یافته و علاوه بر آن فراوانی روزهای بارشی کم مقدار نیز به سود روزهای بارشی شدیدتر، کاهش داشته است (گونگ[5] و همکاران ۲۰۰۴ : ۷۷۱). همچنین بررسی روند بارش سالانه سریلانکا با استفاده از آزمون های من کندال، اسپیرمن و رگرسیون خطی، نشانگر روند افزایشی بارش در یکصد سال اخیر بوده است (جایاواردن[6] و همکاران، ۲۰۰۵ : ۷). بررسی روندهای پایدار شاخص حوادث جوی در سه منطقه؛ ایالات متحده، اروپا و استرالیا در دوره آماری ۲۰۱۲-۱۹۵۰ نشان داد، هم دمای حداقل و هم دمای حداکثر در مقیاس متوسط روزانه و متوسط سالانه به سمت رخدادهای حداکثر (اکستریم) تمایل پیدا کرده‌اند و بارش به سمت بارش‌های سنگین سوق پیدا نموده است (گالانت و همکاران[7] ۲۰۱۴ : ۱۳۹۲). بررسی ضرایب

1 . Ragab & Prudhomme
2 . Meehl et al.
3. Isabel et al.
4 . Fujibe et al
5 . Gong et al.
6 . Jayawardene et al.
7 . Gallant et. al.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

همبستگی پیرسون بین سری زمانی متوسط بارش سالانه و فصلی برای تشخیص تغییرپذیری اقلیمی در بالای نواحی شرقی ایالات متحده و داده های دمای سطح آب نواحی حاره‌ای نشان داد، همبستگی بسیار قوی و مثبتی بین دمای سطح آب نواحی حاره و افزایش بارش پاییزه وجود دارد (ماگت و کوردرو[1] ۲۰۱۴ : ۹۰۲۷).

بررسی روند تغییر در عوامل و عناصر اقلیمی، متأثر از تغییر اقلیم در بسیاری از نقاط کشور نشان داد که تغییرات اقلیمی در ایران یکسان نبوده، به طوری که مقادیر حداقل دما در مناطق مناطق شمال و نواحی کوهستانی ایران دارای تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بوده ولی در مناطق دیگر کشور تغییرات زیادی ندارد. از طرف دیگر مقادیر حداکثر دما در کلیه مناطق بجز نواحی نواحی جنوبی کشور دارای تغییرات زیادی بوده است (جهانبخش و ترابی ۱۳۸۳: ۱۲۴). نتایج بررسی بر روی تغییر نوع بارش و روند آن در بازه زمانی ۲۰۰۰-۱۹۵۶در زنجان با استفاده ازآزمون ناپارامتری من کندال نشان داده، بطور کلی بارش در زنجان تغییری نداشته است ولی تعداد روزهای همراه با بارش روند صعودی داشته است (ضیاییان و علیزاده ۱۳۸۳: ۴۴). بررسی سری زمانی بارش اصفهان نشان داده است که بارندگی اصفهان طی ۱۰۳ سال گذشته حاوی رفتاری پایدار بوده و تنها چهار فاز در بارندگی را تجربه نموده است (کاویانی و عساکره ۱۳۸۴: ۱۶۱). همچنین تغییرات زمانی و مکانی بارش ایران در دهه‌های اخیر شدید بوده و در حدود نیمی از مساحت ایران در معرض تغییرات قرار گرفته‌اند. این تغییرات عمدتاً نواحی کوهستانی و نیمه غربی رخداد بیشتری داشته‌اند و عموماً نواحی با بارندگی بیشتر، متحمل تغییرات بیشتری نیز بوده‌اند (عساکره ۱۳۸۶: ۲۵). بررسی تغییرپذیری بارش ۳۴ ایستگاه همدید ایران حاکی از روندهای کاهشی و افزایشی در جمع بارش سالیانه ایستگاه‌های ایران بوده است (عسگری و رحیم زاده ۱۳۸۵: ۷۹). اما دیگر بررسی‌ها با استفاده از روشهای ناپارامتری نشان می‌دهد که روند خاصی را در بارندگی‌های فصلی و سالانه حوزه ایران مرکزی وجود ندارد (حجام و همکاران ۱۳۸۷: ۱۵۷). تغییرات عناصر دما، بارش، رطوبت و ابرناکی ۵ ایستگاه ساحلی دریای خزر حاکی از این است که این تغییر از نوع نوسانات کوتاه مدت بوده و دارای روند می‌باشند. در اکثر ایستگاه‌ها دمای حداقل روند مثبت و دمای حداکثر روند منفی دارد، از این رو از دامنه نوسان دما در طول دوره کاسته شده است (عزیزی و روشنی (۱۳۸۷: ۲۶). در اغلب ایستگاه-های ایران روند معنی‌دار افزایشی در مقادیر حدی دما (حداقل و حداکثر) بخصوص دمای حداقل مشاهده می‌شود (ورشاویان و همکاران ۱۳۸۸: ۱۷۷). بارندگی سالانه در اکثر زیر

1 . Mauget, & Cordero

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

حوضه‌های کرخه دارای روند کاهشی می‌باشد در صورتیکه در سطح ۹۵ درصد دما دارای روند افزایشی است (جهانبخش و همکاران ۱۳۸۹: ۸).

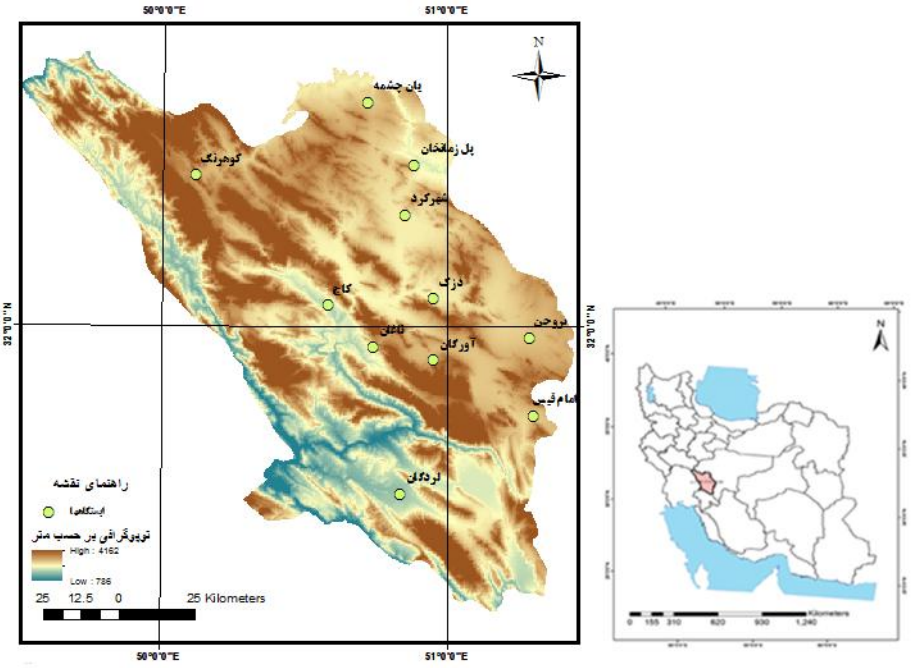
با توجه به اینکه استان چهارمحال و بختیاری بخشی از سلسله جبال زاگرس و زردکوه در حوضه رودخانه‌های کارون، دز و زاینده رود را در بر گرفته است. از این رو بررسی روند تغییرات پارامترهای جوی در این استان پاسخ بسیاری از سوالات در زمینه بروز بحران کم آبی، افزایش دما و تغییر شرایط بیوکلیماتیک در این استان و استان‌های مجاور است. لذا هدف این تحقیق بررسی روند متغیرهای اقلیمی مؤثر بر منابع آب و شرایط زیستی است که بطور مستقیم زندگی مردم را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

داده‌ها و روش کار

در این پژوهش از داده‌های اقلیمی بارش، میانگین، حداقل و حداکثر دما، و نیز تعداد روزهای برفی در مقیاس ماهانه و سالانه در ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران سنجی استان چهارمحال و بختیاری در یک دوره زمانی مشترک سی ساله (۲۰۱۵-۱۹۸۶) استفاده شد. بررسی کیفیت و همگنی داده‌ها، داده‌های ۱۱ ایستگاه را برای انجام تحلیل روند در دوره ۳۰ ساله ذکر شده تأیید کرد که مشخصات آن در جدول ۱ آورده شده است. همچنین از تعداد روزهای همراه با برف به عنوان تعیین تغییر مکانیزم بارش فقط در چهار ایستگاه سینوپتیک کوهرنگ، شهرکرد، بروجن و لردگان که دارای داده کافی در دوره زمانی مشترک بودند استفاده شده است. معیار انتخاب ایستگاه‌ها، دارا بودن حداقل ۳۰ سال دوره آماری بوده است. خلأ ناچیز آماری در برخی از ایستگاهها با استفاده از روش میانیابی خطی و روند خطی نزدیکترین نقطه مرتفع گردید. موقعیت استان چهارمحال و بختیاری در ایران و پراکنش ایستگاه‌ها بر روی نقشه توپوگرافی استان در شکل ۱آمده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی استان چهارمحال و بختیاری در کشور و پراکنش ایستگاههای مورد مطالعه در استان

به منظور ارزیابی وجود روند تغییر در عناصر اقلیمی در استان، ابتدا کیفیت آماری و همگن بودن داده‌های ایستگاه‌های استان با استفاده از آزمون ران تست مورد ارزیابی قرار گرفت و پیروی سری داده‌ها از الگوی همگن تأیید شد. سپس بهنجاری یا نابهنجاری سری داده‌ها با استفاده از روش‌های آزمون کالموگورف اسمیرنوف[1] و تست شاپیرو[2] بررسی شد. بررسی نشان داد سری زمانی داده‌های ۳۰ ساله بارش ایستگاه‌های استان بر اساس آزمون کلموگرف اسمینوف و تست شاپیرو، از توزیع غیر نرمال تبعیت می‌کند، زیرا مقدار متناظر با معناداری جدول کوچکتر از $P=0.05$ است (جدول ۱). پیروی سری زمانی داده‌های متوسط دمای حداکثر و حداقل و روزهای برفی از الگوی نابهنجار نیز تأیید شد که به دلیل محدودیت مقاله از آوردن جدول‌های مربوط خوداری شده است.

[1]. Kolmogorov-Smirnov
[2] . Shapiro-Wilk

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

جدول (۱). نتایج آزمون کولموگرف اسمیرنوف و تست شاپیرو برای سری داده‌های بارش ایستگاه‌های استان

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
امام قیس	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۷	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
آورگان	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
بروجن	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
پل زمان‌خان	۰.۰۹۵	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
دزک	۰.۰۸۸	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
شهرکرد	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
کاج	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۸	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
کوهرنگ	۰.۰۶۷	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
لردگان	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
ناغان	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰
یان چشمه	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۰۰*	۰.۰۰۰	۳۰	۰.۰۳۲

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

با توجه به اینکه نابهنجاری سری زمانی داده‌ها بر اساس آزمون‌های آماری مورد تأیید شد، در ادامه با استفاده از آزمون ناپارامتریک آزمون من کندال[1] ، معنی‌داری روند تغییرات مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با استفاده از معادله خط به شیوه سنس استیمیتور[2] تغییرات در فاصله اطمینان‌های ۹۵٪ و ۹۹٪ مورد ارزیابی قرار گرفت.

الف: تحلیل روند با استفاده از آزمون من کندال:

روش من کندال ابتدا توسط من (۱۹۴۵) و سپس توسط کندال (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت. از نقاط قوت این روش این است که می‌توان آن را برای سری‌های زمانی استفاده کرد که از توزیع‌های آماری خاصی پیروی نمی‌کنند. اثر پذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی توزیع های زمانی مشاهده می‌گردد، از دیگر مزایای این روش است. فرض صفر مبنی بر تصادفی بودن داده‌ها و عدم وجود روند و فرض یک به معنای وجود روند معنی‌دار در سری داده‌ها است (حجام و همکاران ۱۳۸۷ : ۱۶۰).

مراحل محاسبه‌ی آماره‌ی این آزمون به شرح زیر است،

1. MANN-KENDALL
2 . SEN' S ESTIMATOR

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

الف: محاسبه‌ی اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر و اعمال تابع علامت (sgn) و استخراج پارامتر S

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} sng(x_j - x_k)$$

رابطه۱:

که n تعداد مشاهدات سری و x_j و x_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند تابع علامت sgn به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$sng(x_j - x_k = \begin{cases} +1 \; if \; (x_j - x_k) > 0 \\ 0 \quad if \; (x_j - x_k) = 0 \\ -1 \; if \; (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

رابطه۲:

ب: محاسبه واریانس توسط یکی از روابط زیر صورت می‌گیرد:

$$\text{var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18}$$

رابطه۳: اگر $n > 10$:

$$Var(S) = \frac{h(n-1)(2n-5)}{18}$$

رابطه ۴: اگر $n \leq 10$

که در آن n تعداد داده‌های مشاهده‌ای، m تعداد سری‌های که در آنها دست کم یک داده‌ی تکراری وجود دارد و t فراوانی داده‌های با ارزش یکسان است

ج: استخراج آماره‌ی z توسط یکی از روابط زیر:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S > 0 \\ 0 & if \quad S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & if \quad S < 0 \end{cases}$$

رابطه۵:

در یک آزمون دو دامنه $(\alpha/2)$ جهت روند یابی سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که رابطه‌ی $|z| \leq z_{\alpha/2}$ برقرار باشد. در سطح اطمینان ۹۵ درصد، z=۱/۹۶ و در سطح اطمینان ۹۹ درصد، z=۲/۵۸ در نظر گرفته می‌شود. به طور کلی اگر نتایج بدست آمده بر وجود روند در سری داده‌ها دلالت کند و آماره ی z بدست آمده مثبت باشد، روند صعودی است واگر z منفی باشد، روند نزولی است (رسولی و همکاران ۱۳۸۹ : ۲۱).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

تعیین شیب روند و معادله خط به شیوه سنس استیمیتور

این روش ابتدا توسط سن (۱۹۶۸) ابداع و مورد استفاده قرار گرفت. آزمون سنس یک روش رتبه‌ای هم راستا است. تست رتبه‌ای هم راستا از روشهای مشابه مانند من-کندال قوی‌تر است. زیرا آن یک توزیع آزاد است و از نوسانات فصلی اثری نمی‌پذیرد (تورگای و ارکان[1] ۲۰۰۶ : ۲۰۱۶) در این روش نیز همانند روش من-کندال از تحلیل تفاوت بین مشاهدات یکی سری زمانی بهره گرفته می‌شود. اساس این روش بر محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت کردن در مورد معنی‌داری شیب به دست آمده در سطوح اطمینان مختلف استوار است. مراحل انجام این آزمون به ترتیبی که در زیر می‌آید است(حجام و همکاران، ۱۳۸۷ :۱۶۱):

الف: محاسبه شیب بین هر جفت داده مشاهده‌ای از رابطه زیر بدست می‌آید:

رابطه۶:
$$Q = \frac{X_t - X_s}{t - s}$$

در این رابطه X_t و Xs به ترتیب داده های مشاهده ای در زمان t و s و t یک واحد زمانی بعد از زمان s است. با اعمال رابطه (۵) برای هر دو جفت داده، یک سری زمانی حاصل می-آید که محاسبه میانه سری شیب‌های بدست آمده (Qmed) بعنوان شیب خط روند در نظر گرفته می‌شود. درصورتی کهQmed مثبت باشد روند صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود.

ب: محاسبه پارامتر C_a در سطوح اعتماد مورد آزمون از رابطه زیر بدست می‌آید:

رابطه۷:
$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\mathrm{var}(s)}$$

که در آن Z آماره توزیع نرمال استاندارد می‌باشد که در یک آزمون دو دامنه، بسته به سطح اطمینان مورد آزمون می‌تواند مقادیر متفاوتی به خود بگیرد. این آماره برای سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب برابر با Z=1.96 و Z=2.58 در نظر گرفته می‌شود.

ج: حدود اعتماد پایین (M1) و بالا (M2+1) به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

رابطه۸:
$$M1 = \frac{N' - C\alpha}{2}$$

1. Turgay & Ercan

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

رابطه۹:
$$M2 = \frac{N' + C\alpha}{2}$$

که N` تعداد شیب‌های محاسبه شده در بند الف می‌باشد. به این ترتیب از بین شیب‌های محاسبه شده در رابطه ۶ ، M1 امین و (M2+1) امین شیب‌ها از بین شیب‌های محاسبه شده استخراج می‌شوند. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار گیرد، فرض صفر پذیرفته شده و عدم وجود روند در سری داده ها تأیید می‌گردد. در غیر اینصورت فرض صفر رد شده و وجود روند در سطح اطمینان مورد آزمون پذیرفته می‌گردد.

بحث و یافته ها

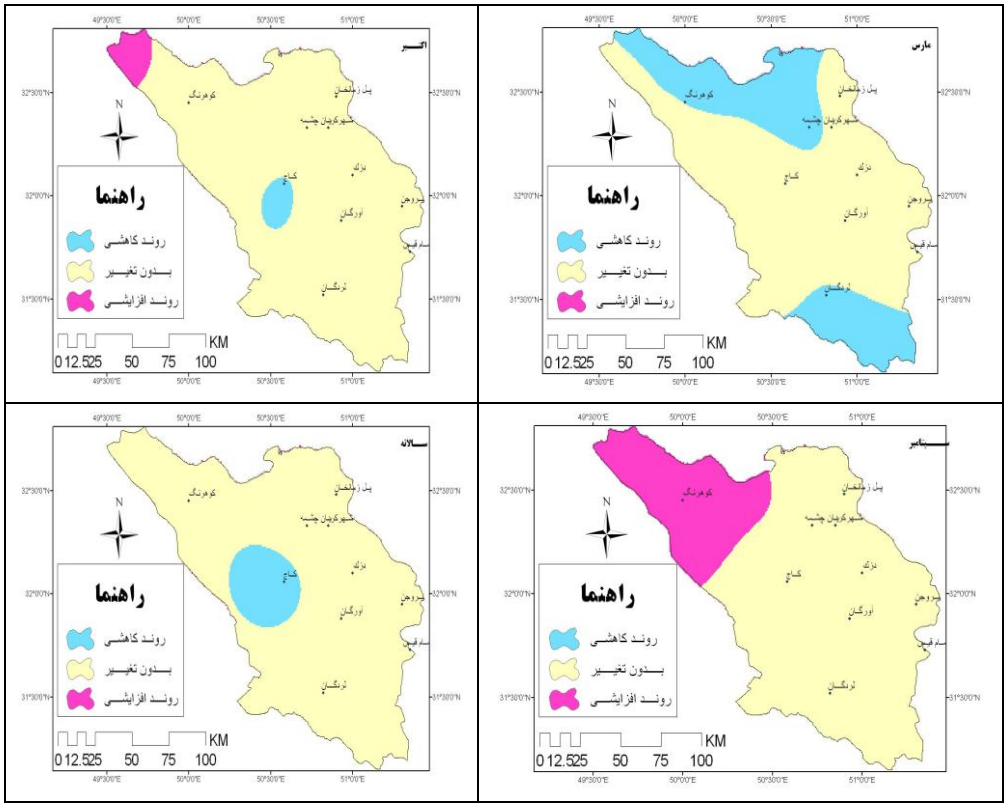
نتایج بررسی روند تغییرات عناصر بارش و دما و تعداد روزهای برفی برای ایستگاه استان انجام و نتایج بصورت نقشه‌های هم روند استخراج و مورد تحلیل قرار گرفت. هچنین نتایج تحلیل روند در ایستگاه کوهرنگ به عنوان پُرباران‌ترین ایستگاه کشور بعد از بندر انزلی، تحلیل شد. زیرا این ایستگاه در منطقه‌ای واقع شده که دو تونل اول، دوم سالانه حجم آبی حدود ۶۰۰ میلیون متر مکعب را به رودخانه زاینده رود منتقل می‌کنند و تونل سوم که قرار است ۲۵۵ میلیون مترمکعب دیگر را به رودخانه زاینده رود وارد نماید (سازمان آب منطقه‌ای اصفهان ۱۳۹۵)، لذا شاخص مناسبی از به چالش کشیدن تأمین آب در مرکز ایران به عنوان تغییر اقلیم محسوب می‌شود.

تحلیل روند مولفه‌های بارشی

بررسی وضعیت روند بارش در ۱۱ ایستگاه استان در یک دوره آماری ۳۰ ساله نشان داد، اگر چه نوساناتی در سری زمانی بارش در برخی ایستگاهها وجود دارد، ولی این روند در سطح اطمینان تعریف شده آزمون من-کندال بجز چند ماه معنی‌دار نیست. همانطور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است در ماه مارس با متوسط ۱۰۰/۵ میلی‌متر به عنوان پربارش ترین ماه استان، بخشی از شمال و جنوب استان از روند کاهشی برخوردار است. در ایستگاه لردگان با میانگین بارش سالیانه ۵۶۵/۶ میلی‌متر، تنها در ماه مارس با ۹۸/۶ میلی‌متر به عنوان سومین ماه پرباران سال، یک روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد دیده می‌شود. در ماه اکتبر که متوسط بارش کل استان ۵۶ میلی‌متر است، بخش کوچکی در مرکز استان دارای روند کاهشی و بخش کوچکی نیز در شمال غرب دارای روند افزایشی است. بخشی از شمال غرب استان نیز در ماه سپتامبر با متوسط بارش ۰/۵۹ میلی متر دارای روند افزایشی است. بر اساس

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

نقشه‌های هم‌روند تغییرات سالانه بارش استان (متوسط سالانه بارش استان ۵۴۵/۹ میلی‌متر است) دارای روند کاهشی در بخشی از مرکز استان است. تحلیل روند مقدار بارش ماهانه و سالانه ایستگاه شهرکرد به عنوان مرکز استان با میانگین ۳۳۰/۸ میلیمتر نشان داد که در هیچکدام از ماهها روند معنی‌داری در سری بارش مشاهده نمی‌شود. فقط در ماه مارس با متوسط ۶۱/۵ میلیمتر به عنوان پر باران‌ترین ماه، یک روند ضعیف کاهشی دیده می‌شود.

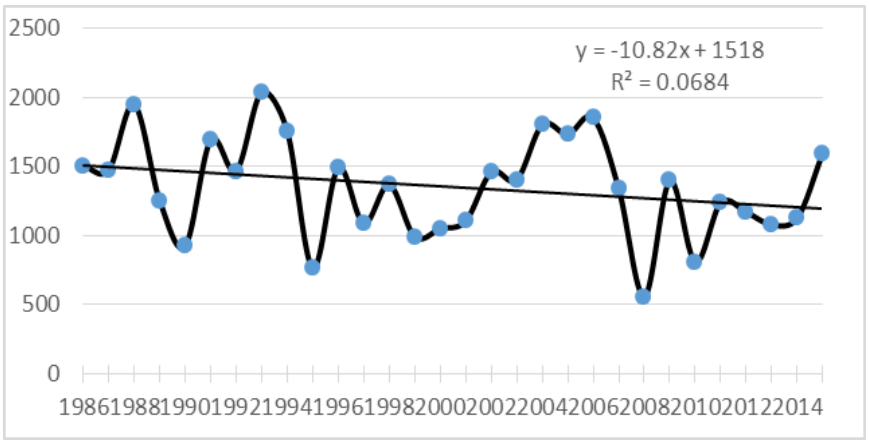


شکل (۲). نقشه‌های پهنه‌بندی معناداری روند بارش بر اساس شاخص من-کندال

میانگین سالانه بارش ایستگاه کوهرنگ معادل ۱۳۵۰/۳ میلیمتر و ماه مارس نیز با میانگین ۲۶۵/۶ میلیمتر پر باران‌ترین ماه سال است. مطابق شکل ۳ بارش سالانه این ایستگاه در دوره مورد مطالعه روند کاهشی را نشان می‌دهد. اما بر اساس آماره من-کندال از روند معنی‌دار کاهشی پیروی نمی‌کند. ولی سری زمانی بارش ماه مارس دارای یک روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد است و مشابه این حالت در ایستگاه لردگان و یان‌چشمه نیز دیده

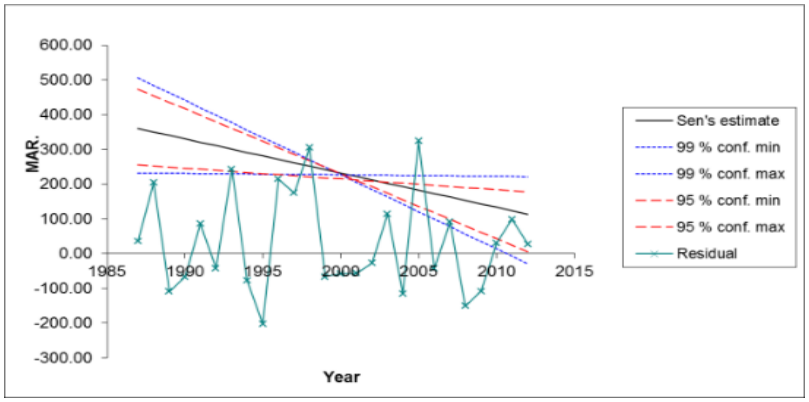
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

می‌شود (نگاه کنید به نقشه‌های شکل ۲). بررسی خط روند تغییرات بارش سالانه بر روی شکل ۳ نشان از کاهش مقدار بارندگی به مقدار حدود ۱۱ میلیمتر در سال دارد.



شکل(۳). روند تغییرات بارش سالانه ایستگاه کوهرنگ

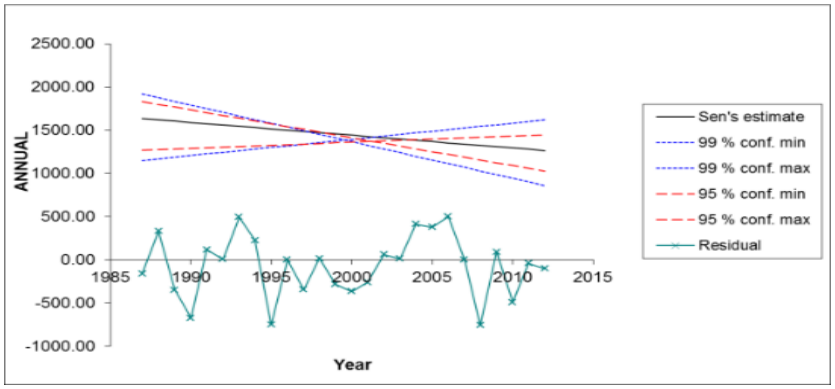
همچنین بر اساس آزمون سنس، مجموع شیب کاهش سالانه برابر با ۱۴/۷۸- می‌باشد که در حالت ۹۵ درصد اطمینان کرانهای بالا و پایین این شیب به ترتیب برابر با ۷/۲۸ و ۳۲/۲۴- و در حالت ۹۹ درصد کرانهای بالا و پایین به ترتیب ۱۸/۷۶و ۴۲/۳۷- در سال است (شکل ۴). متوسط شیب کاهش در ماه مارس معادل ۹/۸۶- می‌باشد که در حالت ۹۵ درصد اطمینان کرانهای بالا و پایین این شیب به ترتیب برابر با ۳،۰۸- و ۱۸،۷۱- و در حالت ۹۹ درصد کرانهای بالا و پایین به ترتیب ۰/۴۲- و ۲۱/۳۹- در است (شکل ۵).



شکل (۴). نمودار شیب روند بارش سالانه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

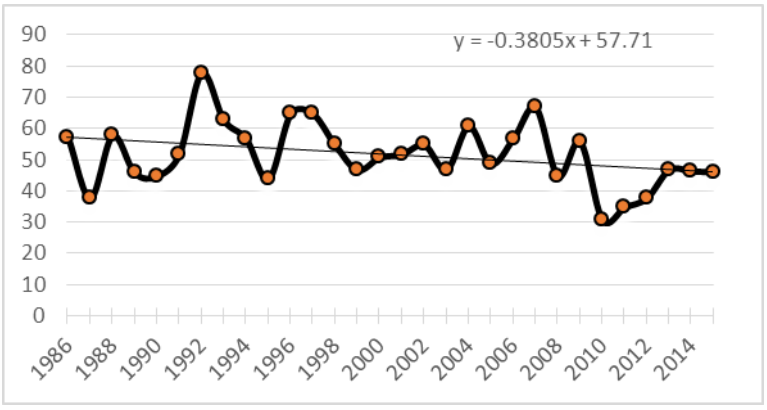
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



شکل (۵). نمودار شیب روند بارش مارس

روزهای برفی

روند تغییرات تعداد روزهای برفی به عنوان یکی دیگر از مؤلفه‌های بارشی تغییر اقلیم در استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. به دلیل نقص داده‌ها در سایر ایستگاه‌ها و نبود دوره کامل ۳۰ساله، تعداد روزهای برفی فقط در ایستگاه‌های سینوپتیک مطالعه گردید. ایستگاه کوهرنگ با داشتن متوسط سالانه ۵۲ روز از سال توام با ریزش برف و یا مخلوط برف و باران، برفی‌ترین ایستگاه استان است. بررسی شیب خط بر اساس نمودار شکل ۶ نشان می‌دهد که در هر سال بطور متوسط حدود نصف روز از تعداد روزهای برفی کاسته شده است. بیشترین تعداد روزهای برفی در ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس به ترتیب با میانگین ۱۲/۳ ، ۱۲/۵ و ۱۰/۳ روز مشاهده می‌شود.



شکل (۶). تعداد روزهای برفی سالانه در کوهرنگ

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

تحلیل روند تعداد روزهای برفی ایستگاه کوهرنگ نشان داد که تنها در ماه مارس یک روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و مقدار آماره Z=۳/۱۷ دیده می‌شود. در سایر ماه‌های سال هیچگونه روند معنی‌داری در سری زمانی تعداد روزهای برفی ایستگاه کوهرنگ وجود ندارد.

تحلیل روند روزهای برفی ایستگاه بروجن با ۱۶/۵ روز در سال نشان داد که در هیچکدام از ماه‌های مورد بررسی، روند معنی‌دار در سری زمانی روزهای برفی ایستگاه بروجن مشاهده نمی-شود. همچنین در هیچکدام از ماه‌های سال در لردگان نیز با ۶/۴ روز توام با برف روند معنی‌دار دیده نمی‌شود. در شهرکرد به طور متوسط ۲۱ روز از سال توام با برف است و بیشترین روزهای برفی متعلق به ماه ژانویه و فوریه به ترتیب با متوسط ۷/۶ و ۵/۳ روز در سال می‌باشد. تحلیل روند تعداد روزهای برفی ایستگاه شهرکرد نشان داد که در ماه فوریه روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد، در ماه مارس روند معنی‌دار کاهشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ماه نوامبر روند معنی‌دار افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد. سایر ماه‌های برفی، روند خاصی تبعیت نمی‌کند.

تحلیل روند مولفه‌های دمایی

کمینه دما

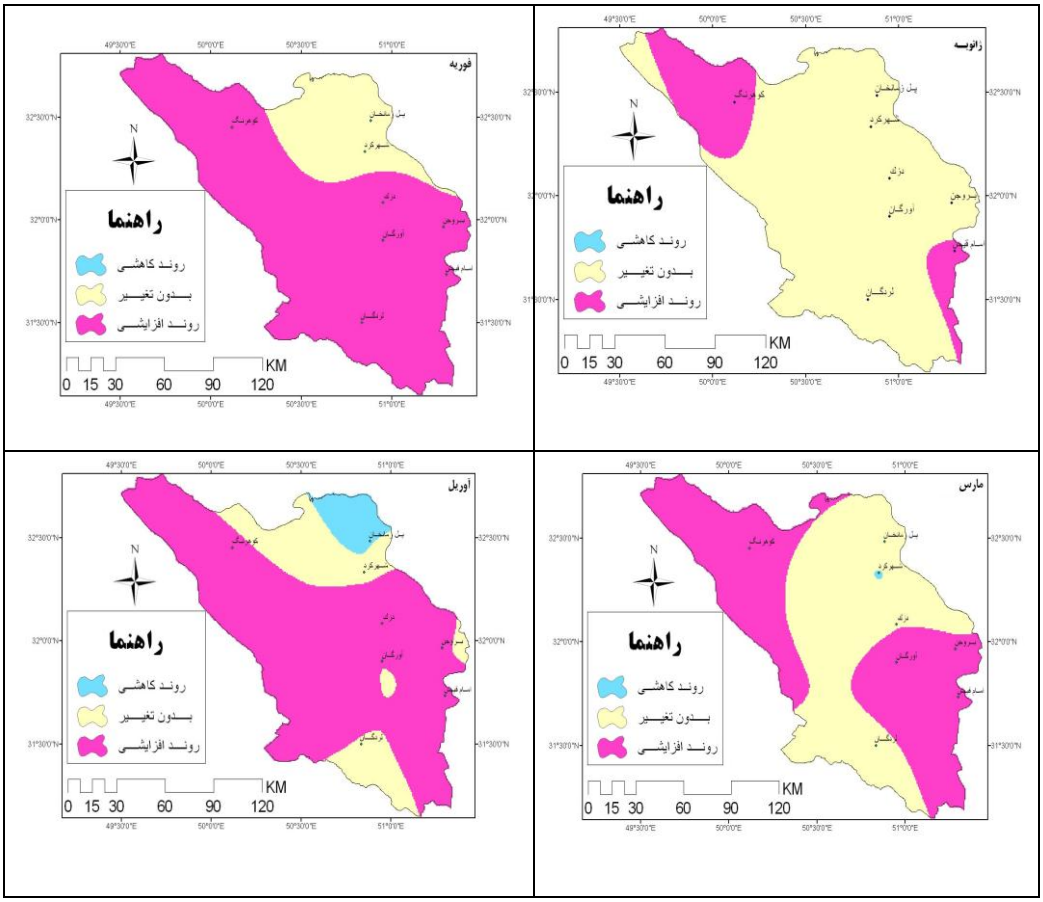
وضعیت روند دمای کمینه استان در یک دوره آماری ۳۰ ساله در سطح استان چهارمحال و بختیاری مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن به صورت نقشه در شکل شماره ۷ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود در بیشتر ماه‌ها روند معنادار افزایش دمای کمینه و در ماه‌های فوریه و آوریل قسمت اعظم استان دارای روند افزایشی است. نکته قابل توجه اینکه در ۹ ماه ؛ فوریه، مارس، آوریل، می، ژوئن، ژولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر، نیمه جنوبی و جنوب شرقی استان دارای روند معنادار افزایشی است. برای مثال در ایستگاه بروجن به استثنای دو ماه ژانویه و نوامبر در سایر ماه‌های فوریه، جولای، آگوست روند افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ماههای آوریل، می، ژوئن، سپتامبر و اکتبر سطح روند افزایشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌داری می‌باشد. در ماه مارس نیز یک روند ضعیف افزایشی در سری کمینه دیده می‌شود. کمینه دمای سالانه نیز در سطح‌معنی‌داری۹۹ درصد افزایشی می‌باشد.

در ماه‌های پُر بارش ژانویه، فوریه و بخصوص مارس (پرباران ترین ماه)، روند افزایش دمای کمینه در شمال غرب و ایستگاه کوهرنگ محسوس است که این می‌تواند در کاهش بارش

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

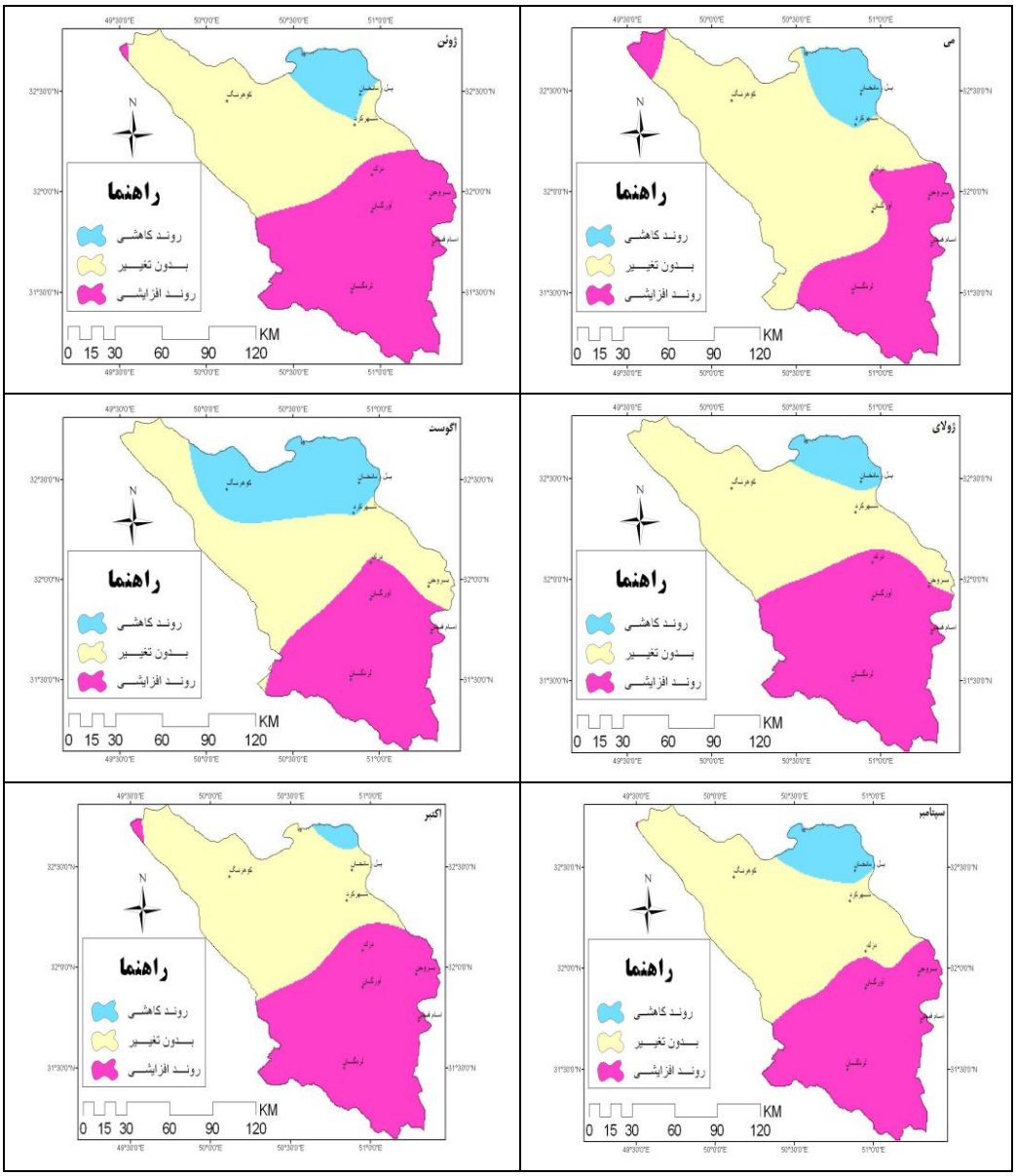
بصورت برف و ذوب زود هنگام آن مؤثر باشد . در ماه‌های نوامبر، دسامبر و ژانویه که آغاز فصل سرد در استان است، دمای کمینه کل استان بدون روند و حتی دارای روند معنادارکاهشی است. بر اساس میانگین سالانه دمای کمینه در بیشتر نواحی استان روند افزایشی مشاهده می‌شود، ولی در مرکز استان دمای کمینه بدون روند و در شمال شرق دارای روند کاهشی است.



شکل (۷). نقشه پهنه‌بندی معناداری روند نوسان متوسط حداقل دما بر اساس شاخص من-کندال

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

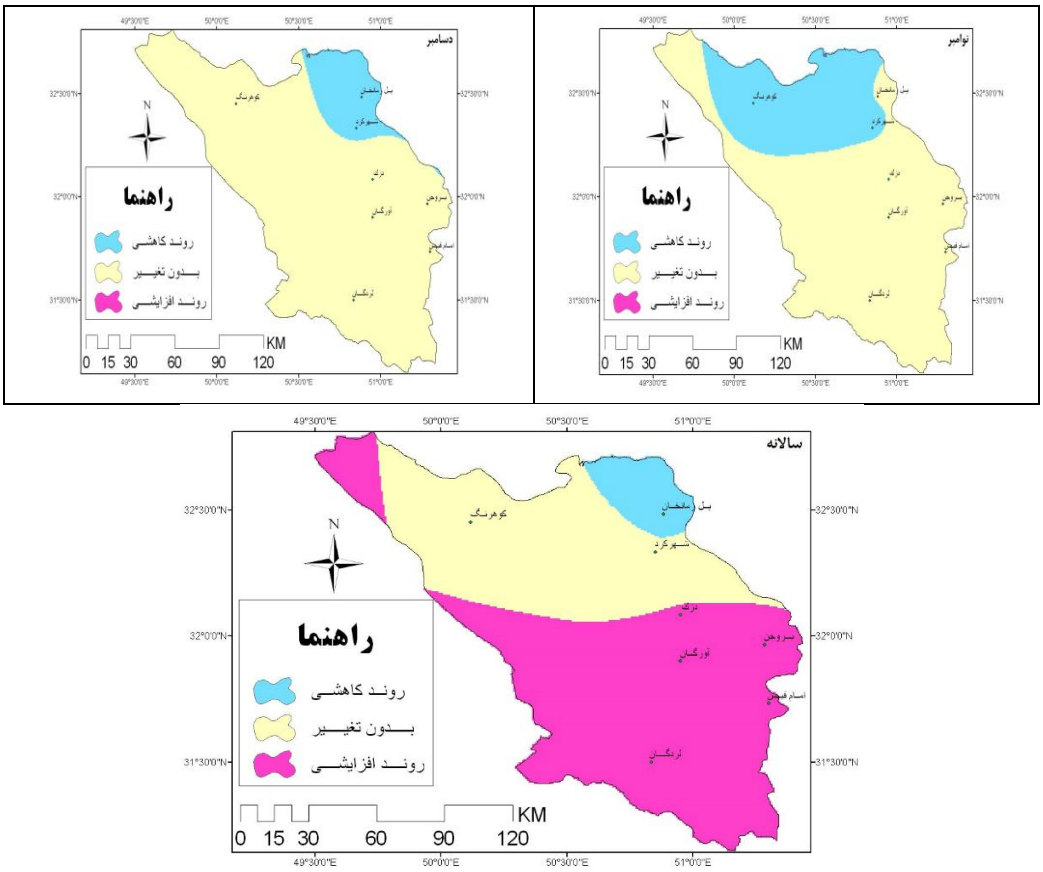
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



ادامه شکل (۷)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



ادامه شکل (۷)

نتایج تحلیل روند مولفه کمینه دمای ایستگاه کوهرنگ نشان داد که در ماه‌های مارس، آوریل و می، روند معنی‌دار افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد. در ماه آگوست و نوامبر نیز روند معنی‌دار کاهشی به ترتیب در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد دیده می‌شود. در ماه فوریه روند معنی‌دار افزایشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد و در سایر ماه‌ها نیز هیچ‌گونه روند خاصی مشاهده نمی‌شود. در مقیاس سالانه روند افزایشی ضعیف است. بیشترین میزان روند در ماه فوریه به میزان ۳/۰۱ و کمترین آن در ماه می به میزان ۲/۲۷ دیده می‌شود. نتایج روش سنس نشان داد که بیشترین شیب روند در ماه فوریه به میزان ۰/۱۷ و کمترین آن در ماه آگوست به میزان ۰/۰۴- دیده می‌شود. نتایج روش سنس نشان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

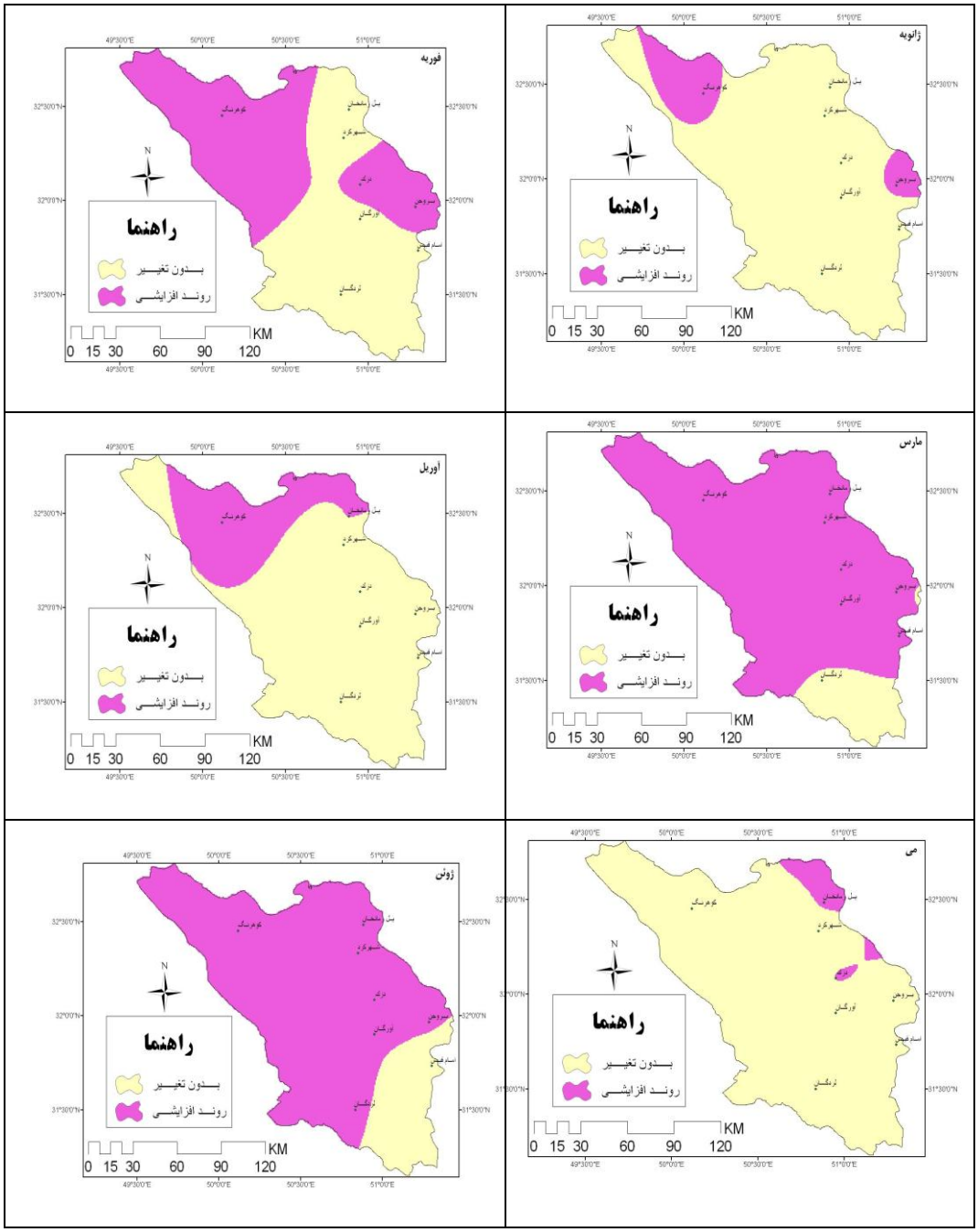
داد که بیشترین شیب روند در ماه فوریه به میزان ۰/۱۷ و کمترین آن در ماه آگوست به میزان ۰/۰۴- دیده می‌شود.

بیشینه دما

بررسی وضعیت روند تغییر دمای بیشینه استان بر روی شکل شماره ۸ نشان دهنده روند افزایشی در ماه‌های مارس (پُرباران‌ترین ماه سال) و ژوئن در قسمت اعظم استان می‌باشد که روند گسترش آن در ماه مارس بیشتر است و فقط ایستگاه لردگان بدون روند است با این‌حال ایستگاه کوهرنگ در ماههای ژانویه، فوریه و مارس (فصل بارش) دارای روند معنادار افزایش دمای بیشینه است. ماههای گرم ژوئن تقریباً همه نقاط استان و جولای در مرکز و شمال غرب استان نیز دارای روند افزایشی معنادار است که افزایش تبخیر روزانه، افزایش نیاز آبی گیاه و خشکی بیشتر در فصل گرم را به همراه دارد. در ماه آگوست فقط ناحیه کوچکی در شمال شرق، سپتامبر، اکتبر و نوامبر ناحیه کوچکی در جنوب غرب دارای روند معنادار افزایشی است و بقیه نقاط استان تغییرات دما بدون روند است. در ماه دسامبر دما در هیچ یک از نقاط استان از روند معینی پیروی نمی‌کند. متوسط سالانه دمای بیشینه، دارای روند افزایشی در بیشتر نقاط، بجز ناحیه کوچکی در جنوب شرق و مرکز استان است. بر همین اساس باید این واقعیت را پذیرفت که دمای روزانه‌ی استان افزایش معناداری را در سالهای اخیر تجربه می‌کند که دربردارنده پیامدهای اکولوژیکی مهمی در استان خواهد بود.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

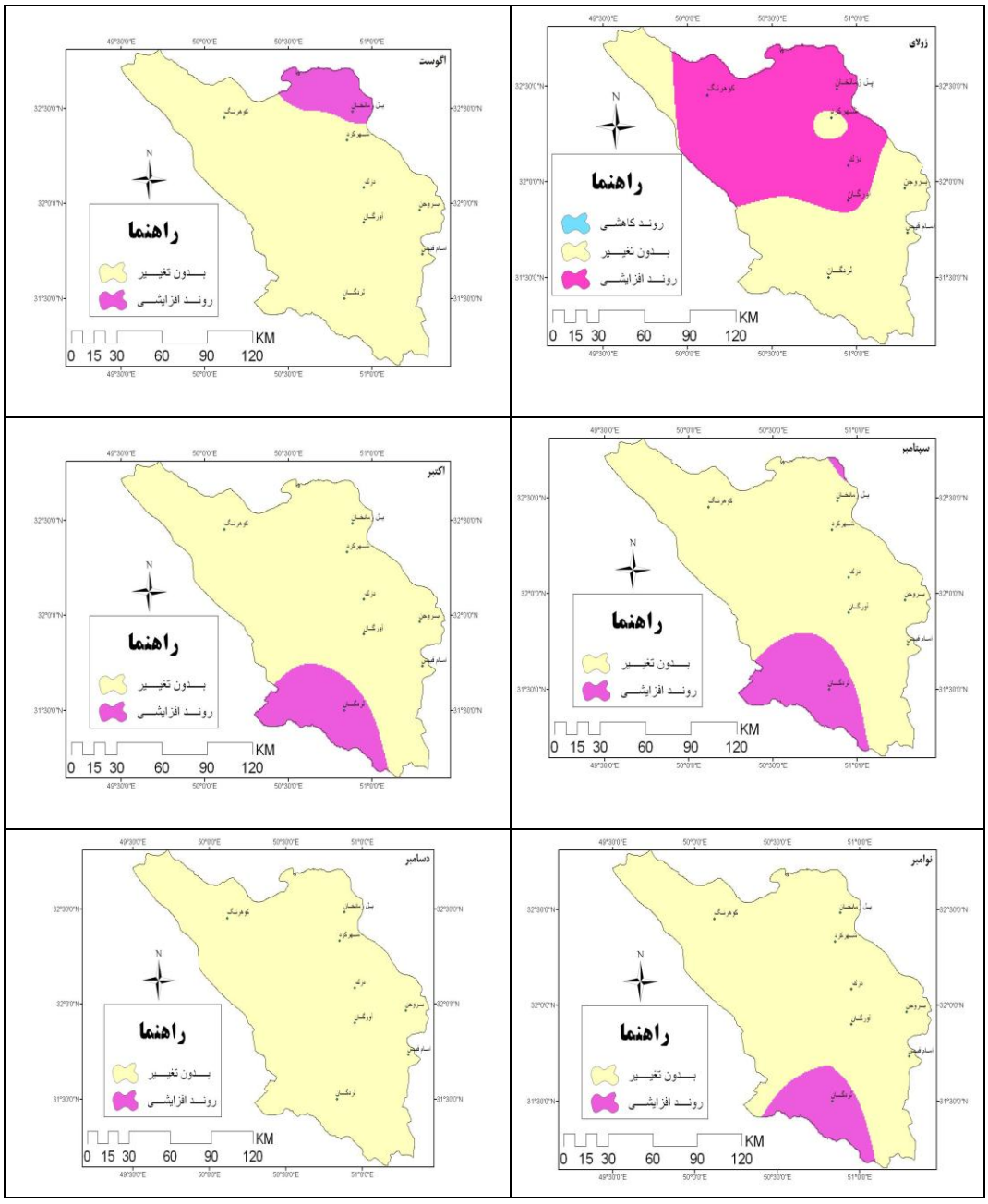
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



شکل (۸). نقشه های پهنه بندی معناداری نوسان متوسط حداکثر دما بر اساس شاخص من-کندال

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

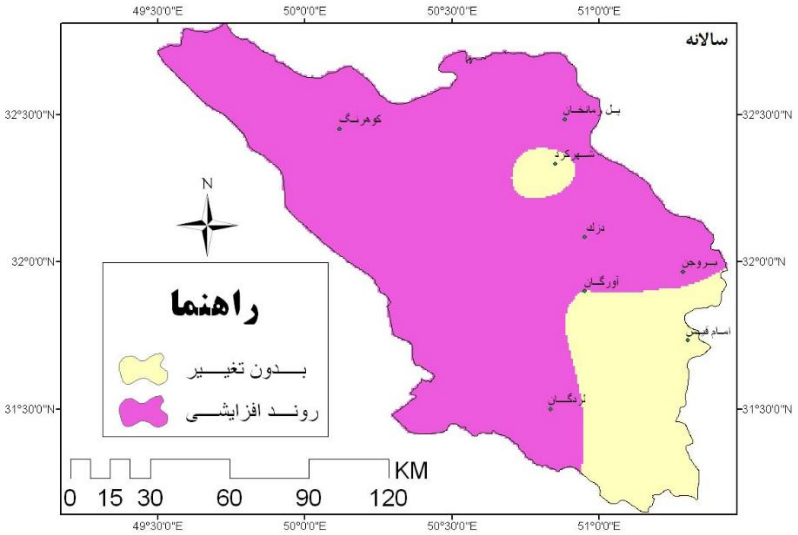
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



ادامه شکل (۸).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]



ادامه شکل (۸).

تحلیل روند بیشینه دما بر اساس شاخص سنس در ایستگاه کوهرنگ نشان داد که در ماه ژوئن سری بیشینه دما دارای روند معنی‌دار افزایشی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در ماه‌های فوریه و مارس دارای روند معنی‌دار افزایشی در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد. در سایر ماه‌ها هیچگونه روند معنی‌داری در سری بیشینه دیده نمی‌شود. بیشترین میزان روند در ماه مارس با ۳/۱۸ و کمترین آن در ماه ژوئن به میزان ۲/۲ می‌باشد. در مقیاس سالانه نیز روند افزایشی معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد دیده می شود.

نتیجه گیری

استان چهارمحال و بختیاری محدوده کوهستان زاگرس و زرد کوه را در بر می‌گیرد که به علت قراگیری در مسیر سیستم‌های باران‌زا، تأمین کننده آب بسیاری از حوضه‌های اصلی کشور و از جمله زاینده‌رود تنها حوضه با رودخانه دائمی فلات مرکزی ایران است. از این رو بررسی پیامدهای تغییر اقلیم در این استان می‌تواند پاسخ بسیاری از سوالات مربوط به تأمین مطمئن آب در این حوضه و بخشی از حوضه دز و کارون را بدهد. بررسی نقشه‌های هم روند بارش بر اساس تحلیل‌های ناپارامتریک در استان نشان داد، بارش فقط در ماه مارس به عنوان پرباران‌ترین ماه در برخی نواحی شمالی و جنوبی استان، از روند معنادار کاهشی پیروی می‌کند و بجز محدوده بسیار کوچکی در ماه اکتبر و مقیاس سالانه، در بقیه ماه‌ها روند

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

مشخصی ندارد. با این حال نه تنها مقدار بارش در پُرباران‌ترین ایستگاه کشور بعد از انزلی، یعنی کوهرنگ با متوسط ۳۰ ساله، ۱۳۵۰/۳ میلیمتر در حال کاهش است، بلکه مکانیزم بارش بارش از برف به باران در حال تغییر است. بطوری که مقدار بارش ماه مارس بعنوان پُرباران ترین ماه سال در ایستگاه‌های کوهرنگ، لردگان و یان‌چشمه، به ترتیب در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۵ درصد کاهش یافته و در بروجن و شهرکرد روند ضعیف کاهشی مشاهده می‌شود. همچنین تعداد روزهای برفی ماه مارس منطقه برفگیر کوهرنگ در سطح اطمینان ۹۹ درصد و در ماه فوریه و مارس در ایستگاه شهرکرد در سطح اطمینان ۹۵ رو به کاهش است.

از دیگر سو تحلیل‌ها نشان می‌دهد روند متوسط دمای کمینه و بیشینه در بیشتر نقاط استان بخصوص در ماه‌های فصل سرد که بیشتر بارش‌ها بصورت برف است، در حال افزایش است. روند کمینه دما در بیشتر نقاط استان و در همه ماه‌ها، بجر نوامبر و دسامبر در حال افزایش است که این روند افزایشی در ماه‌های بارشی؛ فوریه، مارس و آوریل بیشتر در نواحی شمالی استان و در ماه‌های می تا اکتبر و نیز مقیاس سالانه در نیمه جنوبی استان مشاهده می‌شود. همچنین بیشینه دما نیز در ماه‌های فوریه، مارس و ژوئن در بیشتر نواحی استان دارای روند افزایشی است. در ماه‌های مارس و ژوئن و در مقیاس سالانه، تقریبا تمام نواحی استان بجر بخش کوچکی در جنوب شرق، روند افزایشی را در دمای بیشینه تجربه کرده است. به این ترتیب اگر چه روند کاهشی بارش در همه نقاط در تمام ماه‌ها به چشم نمی‌خورد، ولی افزایش دمای شبانه و روزانه می‌تواند آثاری از جمله کاهش ریزش بصورت برف و ذوب زود هنگام آن، افزایش پتانسیل تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاه و خشکی بیشتر استان را در بر داشته باشد که اگر با کاهش میزان بارش و تعداد روزهای برفی همراه شود، استان چهارمحال و بختیاری را با بحران جدی تأمین منابع آب در سرشاخه‌های سه رود اصلی کشور؛ دز، کارون و زاینده رود مواجه خواهد کرد.

منابع و ماخذ

۱.رسولی، علی اکبر، ساری صراف، بهروز، محمدی، غلام حسن. (۱۳۸۹). **تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گرد و غبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری،** فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال سوم، شماره ۹، صص ۲۸-۱۵.

۲.جهانبخش، سعید، ترابی، سیما. (۱۳۸۳). **پیش بینی تغییرات دما و بارش در ایران،** فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۷۴، صص ۱۲۵-۱۰۴.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

۳.جهانبخش، سعید، رحیمی بندرآبادی، سیما، حسینی، عباس، رضایی، سمیه، خوش زمان، تورج. (۱۳۸۹). **بررسی تغییرات بارندگی و دما در حوزه کرخه،** مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ایران زاهدان، صص ۹-۱.

۴.حجام، سهراب، خوشخو، یونس، شمس الدین وندی، رضا. (۱۳۸۷). **تحلیل روند تغییرات بارندگی-های فصلی و سالانه چند ایستگاه منتخب در حوزه مرکزی ایران با استفاده از روش‌های ناپارامتری،** پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۱۶۸-۱۵۷.

۵.ضیائیان، صادق، حسن علیزاده، امیرشاهرخ. (۱۳۸۳). **بررسی تغییر نوع و روند بارش در شهر زنجان،** دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب وخاک، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، صص 45-39.

۶.کاویانی، محمدرضا، عساکره، حسین. (۱۳۸۴). **بررسی آماری روند بلند مدت بارش سالانه اصفهان،** مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان ، شماره ۱ ، صص ۱۶۲-۱۴۳.

۷.عزیزی، قاسم، روشنی، محمود. (۱۳۸۷). **مطالعه تغییر اقلیم در سواحل جنوبی دریای خزر بـه روش من-کندال،** پژوهشهای جغرافیایی، شماره۶۴، صص ۲۸-۱۳.

۸.عساکره، حسین. (۱۳۸۶). **کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای سالانه تبریز،** فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۲۲، صص ۲۶-۳.

۹.عسگری، احمد، رحیم زاده، فاطمه. (۱۳۸۵). **مطالعه تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران،** پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸ ، صص ۸۰-۶۷.

۱۰. ورشاویان، وحید، خلیلی، علی، قهرمان، نوذرو حجام، سهراب. (۱۳۹۰). **بررسی روند تغییرات مقادیر حدی دمای حداقل، حداکثر و میانگین روزانه در چند نمونه اقلیمی ایران،** مجلهٔ فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۷، شماره ۱، صص ۱۷۹-۱۶۹.

Gallant, A.J.E., Karoly, D. J., Gleason, K. L. (2014). ***Consistent Trends in a Modified Climate Extremes Index in the United States, Europe, and Australia,*** American Meteorological Society, 27, 1379-1394.

Christopher, B., Vicente, R.B., Michael, D.M., Katharine, J.M., Gary, W.Y. (2014). ***Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability,*** SUMMARY FOR POLICYMAKERS, IPCC WGII AR5 Summary for Policymakers WGII AR5.

Meehl, G.A., Karl, T.D., Easterling, R., Stanley Ch., Pielke R. Jr., Changnon, D., Evans, J., Groisman, P.Y., Knutson, T.R., Kunkel, K.E., Mearns, L.O., Parmesan, C., Pulwarty, R., Root, T., Sylves, R.T., Whetton, P., Zwiers, F. (2000). ***An Introduction to Trends in Extreme Weather and***

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]

Climate Events: Observations, Socioeconomic Impacts, Terrestrial Ecological Impacts, and Model Projections, Bulletin of the American Meteorological Society, 81(3), 413-416.

Fujibe, F. (2008). ***Long-Term Changes in Precipitation in Japan,*** Journal of Disaster Research, 3(1), 51-55.

Gong, D.Y., Shi, P.J., Wang, J.A. (2004). ***Daily precipitation changes in the semi-arid region over northern China,*** Journal of Arid Environments, 59, 771–784.

Obasi, G.O.P. (2000). ***The Impact Of Climate Change to Socio-Economic Development in The Third Word,*** Tehran, Iran, Report.

IPCC. (2001). ***Climate change, Scientific Basis,*** Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

IPCC, (2014). ***Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Summary for Policymakers,*** WGII AR5 Phase I Report Launch.

Isabel, M., Delima, P., Marques, C.P., Joao, L.M.P., Delima, M., Fatima, E., Coelho, S. (2005). ***Precipitation trends in Mainland Portugal in period 1941-2000,*** the fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources, Guimaraes, Portugal, 11-14.

Jayawardene, H.K.W.I., Sonnadara, D.U.J., Jayewardene, D.R. (2005). ***Trends of Rainfall in Sri Lanka over the Last Ce*****ntury,** Sri Lankan Journal of Physics, 6, 7-17.

Munasinghe, M., Canziani, O., Davidson, O., Metz, B., Parry, M., Harrison, M. (2003). ***Integrating Sustainable Development and Climat Change in the IPCC,*** Fourth Assessment Report. (MIND) Colombia Sri Lanka.

Ragab, R., Prudhomme, Ch. (2002). ***Claimate Change and Water Resources Management in Arid and semi-arid Regions: Prospective and Challenges for the 21st Century,*** Biosystems Enginiering, 81(1), 3-34.

Mauget, S. A., Cordero, E.C. (2014). ***Optimal Ranking Regime Analysis of Intra- to Multi-decadal U.S. Climate Variability. Part II: Precipitation and Stream flow,*** JOURNAL OF CLIMATE, 27, 9027-9049.

Partal, T., Kahya, E. (2006). ***Trend Analysis in Turkish Precipitation Data,*** Hydrological Processes, 20, 2011-2026.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.8.1]