نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هفتم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۸۹ تا۱۰۶

واکاوی تغییرات زمانی – مکانی بارش های بحرانی (فرین بالا) در غرب ایران طی سال های ۲۰۱۶ – ۱۹۶۵

سعید جهانبخش اصل، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
بهروز ساری صراف، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
حسین عساکره، استاد اقلیم شناسی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
سهیلا شیرمحمدی[۱]، دانشجوی دکتری اقلیم شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۷/۱۲/۲۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۰۹/۱۰

چکیده

مهم ترین عامل در رخداد سیلاب های مخرب، وقوع بارش های سنگین است. نظر به اهمیت این مخاطره اقلیمی و اثرات زیانبار آن در محیط طبیعی و اجتماعی، هدف این پژوهش، بررسی تغییرات زمانی – مکانی بارش های فرین و مشخص ساختن سهم این بارش ها از بارش سالانه در پهنه غرب ایران می باشد. بدین منظور از داده های بارش روزانه ۸۲۳ ایستگاه سینوپتیک، اقلیم شناسی و باران سنجی در بازه زمانی ۱۹۶۵/۰۱/۰۱ تا ۲۰۱۶/۱۲/۳۰ (۱۸۹۹۳ روز) استفاده شده است. این داده ها به روش کریجینگ بر روی گستره غرب ایران در شبکه ای منظم به ابعاد ۶×۶ کیلومتر میانیابی گردید و نهایتا، ماتریسی با ابعاد ۶۴۱۰×۱۸۹۹۳، حاصل شد. برای هر پیکسل و به ازای هر روز از سال، آستانه صدک ۹۵ جهت شناسایی روزهای بارشی فرین به کار گرفته شد. نتایج نشان داد که با افزایش عرض جغرافیایی در پهنه مورد مطالعه، از مجموع بارش های فرین و همین طور، از نسبت سهم آن ها از بارش سالانه کاسته می شود. بارش های فرین حداقل ۱۰ و حداکثر ۳۱ درصد از بارش های سالانه را در گستره غرب ایران تشکیل می دهند که مقادیر حداقل آن بر منطقه آذربایجان و مقادیر حداکثر بر جنوب استان های ایلام و لرستان منطبق می باشد. به کارگیری رگرسیون خطی به روش کمترین مربعات خطا، برای بررسی روند مجموع بارش های فرین، نشان از وجود روند منفی در حدود ۷۵ درصد از منطقه و روند مثبت در حدود ۲۵ درصد از پهنه غرب ایران است. از این میان، در نزدیک به ۴۴ درصد از پهنه، روند ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار بودند. روند سهم بارش های فرین از مجموع بارش سالانه، مشخص ساخت، در حدود ۶۰ درصد از منطقه، نسبت این بارش ها در حال افزایش و در نزدیک به ۴۰ درصد رو به کاهش می باشد که با توجه به سطح معناداری ۹۵ درصد، ۳۰ درصد از روند سهم بارش های فرین در بارش سالانه، معنادار شناخته شدند.

واژه های کلیدی: بارش فرین ، روند ، صدک ۹۵ ، نسبت بارش ، غرب ایران.

[۱] . نویسنده مسئول: Email: soheila_shirmohamady@yahoo.com

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

مقدمه

در دهه های اخیر با توجه به تغییر اقلیم که در اثر فعالیت های غیر متعارف انسانی به وجود آمده، پدیده های فرین سیر صعودی داشته اند که یکی از مهمترین آن ها بارش است. برخی مطالعات نشان می دهد که در طی نیم قرن گذشته الگوهای آب و هوایی با وقایع بارندگی بیشتر و شدیدتر و با تغییرات در زمان بندی و موقعیت بارش، متغیرتر شده است (Zhang et al., ۲۰۱۱). سومین گزارش شورای بین المللی تغییرات آب و هوا (IPCC[۱]) بر افزایش فراوانی و شدت رخدادهای بارش سنگین در مناطق وسیع از جهان تأکید می کند (Sen Roy, ۲۰۰۹). بارش های شدید به عنوان یکی از مخاطرات محیطی همواره طی تاریخ بشری ابعاد مختلف زندگی را دستخوش تغییر و تهدید نموده و باعث خسارات مالی و حتی جانی زیادی در جهان شده اند (حلبیان، ۱۳۹۴). فراوانی و شدت بارش های فرین در سرتاسر دنیا، از دهه ۱۹۶۰ با شیب زیاد، افزایش یافته است و انتظار می رود تا پایان قرن حاضر به روند افزایشی خود ادامه دهد (Garcia et al., ۲۰۰۷).

اخیرا بسیاری از محققان به وجود روند صعودی تعداد رخدادهای مخاطرات محیطی ناشی از بارش های زیاد از قبیل سیلاب های مخرب و بارش های سنگین در مناطق مختلف نیمکره شمالی پی برده اند. این موضوع در مورد افزایش فروانی و وقوع سیلاب های مخرب ایران هم کاملا صادق است (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۸۶). در حقیقت می توان گفت که بارش های سنگین اساسی ترین عامل وقوع سیل می باشد که در اکثر حوضه های ایران، سیل های مخربی را باعث می شود (مصطفائی و همکاران، ۱۳۹۴). از دیدگاه اقلیم شناسی هرگاه میزان بارش (عنصر اقلیمی) به حدی باشد که سبب سرریز شدن آب از مجرای اصلی خود و طغیان رودخانه شود، سیل اتفاق افتاده است. بنابراین عناصر اقلیمی (رگبارهای بارش) عامل اصلی ایجاد سیل است (حجازی زاده و همکاران، ۱۳۸۶) و وقوع بارش های سنگین در اغلب موارد منجر به سیلاب های مخرب می شوند (مصطفی زاده و همکاران، ۱۳۹۷) که هر ساله در گوشه و کنار کشور جان تعدادی از انسان ها را می گیرد و هزاران متر مکعب آب شیرین و هزاران تن خاک ارزشمند را از دسترس خارج می سازد و خرابی های فراوان بر جا می گذارد.

از سوی دیگر، ناهنجاری های مکانی و زمانی بارش و تغییرات شدید در شدت بارش، از عمده ترین ویژگی های بارش ایران می باشد (بابایی و فرج زاده، ۱۳۸۰) و زمین های ناهموار مثل ایران، تغییرپذیری بارش ها و به تبع آن مخاطرات مرتبط با آن را افزایش می دهد (علیجانی و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین با توجه به رفتار ناهنجار و بی قاعده بارش در ایران و تغییرپذیری بالای آن و همین طور، مستعد بودن منطقه غرب ایران برای تشدید و گسترش بارندگی ها (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸) و به علت کوهستانی بودن و قرارگیری مستقیم در مسیر ورود سیستم های سینوپتیکی، شناخت و بررسی تغییرات زمانی و مکانی بارش های خطر آفرین در بسیاری از برنامه ریزی ها، به خصوص مطالعات شهری و هیدرولوژیکی حائز اهمیت است.

از بین ویژگی های بارش فرین، سهم این بارش ها در تولید کل بارش سالانه کمتر مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. در واقع نسبت این بارش ها به مجموع بارش سالانه، معیار مفیدی برای بررسی شدت و ضعف بارندگی ها در یک ایستگاه یا یک منطقه به شمار می رود که می تواند نقش موثری در برنامه ریزی ها عمرانی، حوادث پیش بینی نشده وابسته به اقلیم و غیره ایفا کند (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۶). بر اساس تحقیقات علیجانی و همکاران (۲۰۰۸)، افزایش

۱- Intergovermental Panel On Climate Change

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

بارش سالانه در ایران از طریق وقوع بارش های شدید اتفاق می افتد و سهم بزرگی از بارش های سالانه ایران از تعداد کم بارش های فرین با شدت بالا حاصل می شود. بدین جهت نسبت سهم بارش های شدید از کل بارش سالانه می تواند به عنوان یک شاخص بحران تعریف شود. افزایش این شاخص حاکی از سیلاب های شدید در سال های پر باران و خشکی شدید در سال های خشک است (علیجانی، ۱۳۹۰).

مطالعات انجام شده در مورد رخدادهای فرین بارش در خارج از کشور با محوریت قرار دادن جنبه های متنوعی از این رویدادها مورد توجه بوده است. هایلاک و نیکولیس (Haylock and Nicholls, ۲۰۰۰) با بررسی روند شاخص های بارش فرین در استرالیا بین سال های ۱۹۱۰ تا ۱۹۹۸ و با درنظر گرفتن آستانه صدک ۹۵، سه شاخص؛ فراوانی رخداد بارش های فرین، شدت این بارش ها و نسبت سهم بارش های فرین به کل بارش سالانه را برای بررسی تغییرات بارش های سنگین پیشنهاد می دهند. کلاین تانک و کونین (Klein Tank and Konnen, ۲۰۰۳) بر مبنای سری های روزانه دما و بارش در بیش از ۱۰۰ ایستگاه هواشناسی در اروپا، روند شاخص های حدی را محاسبه کرده اند و در مورد بارش، فرین های مرطوب روند افزایشی با انسجام فضایی ضعیف طی دوره ی مورد نظر شناسایی شد. موبرگ و جونز (Moberg and Jones, ۲۰۰۵) در تحقیقی با عنوان روند شاخص های فرین دما و بارش روزانه در مرکز و غرب اروپا طی سال های ۱۹۹۹ – ۱۹۰۱ به تحلیل و بررسی ۶ شاخص فرین بارش و ۴ شاخص فرین دما با استفاده از روش های آماری پرداخته و نتیجه می گیرند که یک افزایش معنادار در روند بارش طی قرن بیستم در فصل زمستان هم برای متوسط شدت بارش و هم رویدادهای فرین وجود دارد. علیجانی و همکاران (۲۰۰۸) با به کارگیری روش های زمین آمار و دیگر روش ها و با استفاده از بارش روزانه ۹۰ ایستگاه هواشناسی در سرتاسر ایران، تمرکز و شدت بارش های روزانه و توزیع فضایی آن ها را بررسی کرده و نشان می دهند که حتی در مرطوب ترین بخش های ایران، مقدار قابل توجهی از بارش ها از طریق رخدادهای فرین و بارش های با شدت بالا به دست می آید. کاوازوس و همکاران (Cavazos, ۲۰۰۸) روند بارش های حدی (بارش های بیش از صدک ۹۵) را که در هسته موسمی های آمریکای شمالی رخ داده اند، برآورد کرده و نشان می دهند که شدت و توزیع فصلی بارش های بیش از صدک ۹۵ یک روند خطی معنادار با شیب افزایشی دارد که با افزایش توزیع بارش های سنگین حاصل از سیکلون های حاره در ارتباط هستند. کیوتسیوکیس و همکاران (Kioutsioukis, ۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان ارزیابی آماری از تغییرات رخدادهای حدی بارش در یونان، تغییرات دامنه و فرکانس فرین های بالا و پایین دما و بارش در۵۰ سال اخیر را بررسی کرده اند و نشان می دهند که مجموع بارش به سمت آب و هوای خشک تر جابجا شده و افزایش تغییرپذیری آن بدون هیچ الگوی منطقه ای منسجمی بوده است. بریتو و همکاران (Brito, ۲۰۱٤) ضمن طبقه بندی انواع رخداد های حدی بارش در حوضه آبریز آمازون در جنوب آمریکا، سهم هرکدام از انواع بارش های فرین در بارش کل و فراوانی رخدادشان در هر یاخته را تحلیل نموده و چنین نتیجه می گیرند که همه ی انواع بارش های حدی در منطقه دیده شده است و مقدار بارش تولید شده به وسیله ی هر کدام از انواع بارش، متفاوت بوده و در نتیجه، درصد سهم هرکدام نیز در بارش کل متفاوت می باشد. بررسی روند نمایه های فرین بارش در مناطق خشک و نیمه خشک جنوب شرق کنیا توسط ماریگی و همکاران (Marigi, ۲۰۱٦) انجام شده است. هدف از این کار، آزمون روند این رخداد های حدی برای کمک به عمل و برنامه ریزی در حوزه کشاورزی عنوان شده است. نتایج حاصل، نشان از روند کاهشی در شاخص های بارش سالانه، شدت بارش و توالی روزهای مرطوب و روند افزایشی در توالی روزهای خشک می باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

از جمله مطالعات صورت گرفته بر روی رویدادهای حدی در داخل کشور نیز می توان به موارد زیر اشاره کرد.

علیجانی (۱۳۹۰) با تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی در ایران، آستانه بارش های سنگین و سهم بارش های سنگین از بارش سالانه را به عنوان شاخص های بحران اقلیمی معرفی کرده و نشان می دهد که بیش از ۴۰ درصد بارش های سالانه کشور از نظر مقدار خطر آفرین هستند. عساکره (۱۳۹۱) تغییر توزیع فراوانی بارش های فرین شهر زنجان را با استفاده از مشاهدات روزانه چهار نمایه فرین بارش زنجان شامل بیشینه بارش، پنج بارش بزرگ، صدک پنجم و نودو پنجم و نیز سهم آن ها در بارش سالانه طی دوره آماری ۲۰۰۶ – ۱۹۶۱ در معرض تحلیل قرار داده و نتیجه می گیرد که هرچند تحلیل روند حاکی از ایستایی فرین ها است اما چند نوع ناایستایی در مشاهدات رخ داده است. عساکره و همکاران (۱۳۹۱) تحلیل مکانی و زمانی بارش های فرینِ بالای بارش روزانهٔ شمال غرب ایران را با استفاده از صدک نود توزیع فراوانی بارش رامورد بررسی قرار داده اند. نتایج حاکی از آن است که روندکاهشی معنی دار برای بارشهای فرین تنها برای بارش هایی با گستره ی۳۰ – ۲۰ درصد دیده می شود. رورده و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تغییرات درون سالانه مقادیر حدی بارش در ایران با استفاده از تحلیل هارمونیک پرداخته اند. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرپذیری سالانه و شش ماهه، مهمترین تغییرات در بارش های حدی ایران می باشد. مسعودیان و دارند (۱۳۹۲) به شناسایی و بررسی تغییرات نمایه های بارش فرین ایران به کمک داده های روزانه بارش طی دوره زمانی ۲۰۰۴ – ۱۹۶۲، پرداخته اند. نتایج پژوهش وجود روند مثبت نمایه ها در مناطق جنوب غربی و غرب، روند منفی در نوار شمالی و عدم وجود روند در نیمه شرقی را نشان می دهد. مظفری و شفیعی (۱۳۹۵) با استفاده از داده های بارش ۶۹ ایستگاه هواشناسی در غرب کشور، به تحلیل روند بارش های حدی در این مناطق پرداختند. ایشان با روش توزیع تعمیم یافته حدی، آستانه ۲۲ میلی متر را برای بارش های حدی غرب ایران برآورد کردند. میرموسوی و همکاران (۱۳۹۵) الگوی فضایی تغییرات درون دهه ای بارش های سنگین و فوق سنگین ایران را مورد بررسی قرار داده و نتیجه می گیرند که نواحی غرب، شمال غرب و کرانه های دریای خزر دارای الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت و نواحی مرکزی و هسته هایی از شرق کشور دارای الگوی خودهمبستگی فضایی منفی است).

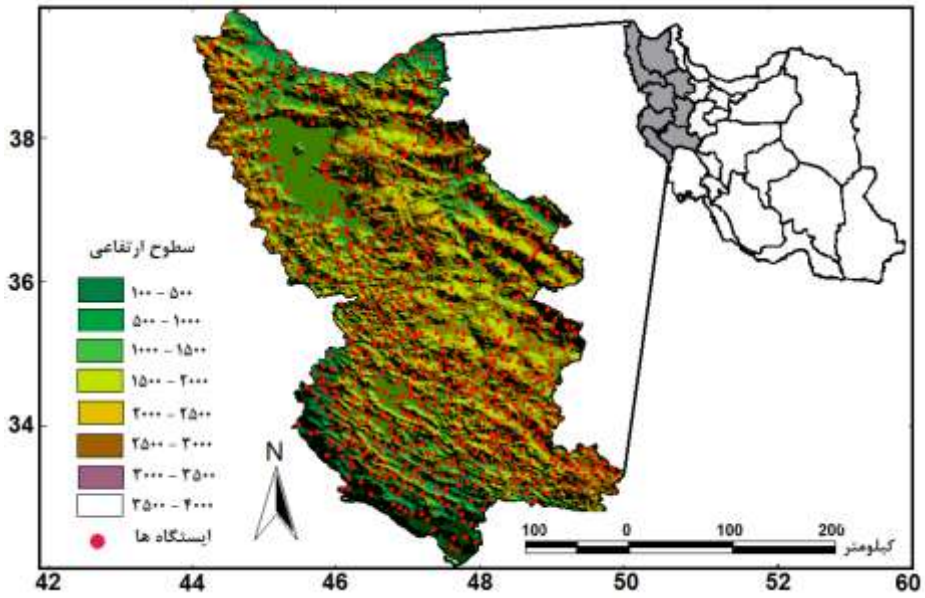
هدف این مطالعه، علاوه بر شناخت رفتار زمانی و مکانی بارش های فرین، بررسی سهم بارش های مذکور در مجموع بارش سالانه به عنوان یک شاخص بحران، در پهنه غرب ایران و مشخص ساختن الگوی رفتاری غالب آن می باشد.

داده ها و روش کار

منطقه غرب ایران شامل استان های آذربایجان شرقی و غربی، زنجان، کردستان، کرمانشاه، همدان، لرستان و ایلام، با وسعت حدود ۲۳۰۷۶۰ کیلومتر مربع، حدود ۱۴ درصد از مساحت کل ایران را شامل می شود. این منطقه از سمت شمال با کشور آذربایجان و ارمنستان و از سمت غرب با کشور های ترکیه و عراق هم مرز می باشد (شکل ۱).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]



شکل ۱. سطوح ارتفاعی و توزیع مکانی ایستگاه های غرب ایران

ارتفاع این منطقه در دامنه ای بین ۱۰۰ تا حدود ۴۰۰۰ متر را شامل می شود. رشته کوه های زاگرس که از شمال غرب به جنوب شرق کشیده شده است، مهمترین ویژگی غرب ایران به شمار می روند. این منطقه که در ناحیه انتقالی مسیر اصلی بادهای غربی قرار دارد، عمدتا به وسیله ناهمواری های زاگرس که در مسیر عبور بادهای باران زای غربی قرار گرفته، پوشیده شده است. به علت گسترش و وسعت قابل ملاحظه منطقه در عرض جغرافیایی و نیز تنوع ناهمواری ها، مقدار و توزیع بارندگی درمنطقه از تغییرات مکانی زیادی برخوردار می باشد (رضیئی و عزیزی، ۱۳۸۷).

در این پژوهش، داده های بارش ۱۱۲۹ ایستگاه سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران سنجی در غرب ایران از سازمان هواشناسی کشور، اخذ و مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد ایستگاه های مورد استفاده (اعداد داخل پرانتز، تعداد ایستگاه ها را قبل از حذف نشان می دهد).

	سینوپتیک	کلیماتولوژی	باران سنجی
آذربایجان شرقی	۱۹	۱۴ (۲۵)	۸۸ (۱۱۹)
آذربایجان غربی	۱۷	۲۰ (۲۴)	۱۰۲ (۱۲۹)
کرمانشاه	۱۳	۱۴ (۲۵)	۹۰ (۱۳۵)
کردستان	۹	۱۴ (۱۸)	۷۴ (۱۱۵)
همدان	۹	۹ (۱۳)	۷۲ (۹۶)
لرستان	۱۵	۷ (۱۰)	۹۸ (۱۴۶)
زنجان	۸	۷ (۱۲)	۴۷ (۵۷)
ایلام	۸	۵ (۵)	۶۴ (۱۰۲)
مجموع	۹۸	۹۰ (۱۳۲)	۶۳۵ (۸۹۹)
	۸۲۳ (۱۱۲۹)		

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

آمار ایستگاه ها به لحاظ وجود داده های پرت مورد وارسی قرار گرفت و آزمون همگنی موسوم به ران تست[۱] بر روی داده های بارش این ایستگاه ها انجام شد. ایستگاه هایی که دارای داده های مشکوک بودند، کنار گذاشته شدند. علاوه براین، ایستگاه هایی که با ثبت بارش های محلی (یا به دلیل خطای انسانی) باعث تولید ناهمگنی مکانی در تولید داده های شبکه ای شده بودند نیز نادیده گرفته شدند. از طرف دیگر، با توجه به متفاوت بودن تعداد ایستگاه ها در سال های مختلف و به ویژه، افزایش قابل ملاحظه تعداد ایستگاه ها در دهه های پایانی دوره آماری، جهت متعادل کردن تعداد ایستگاه ها در طول دوره مورد مطالعه، ایستگاه هایی که دارای هم پوشی و مختصات نزدیک به هم بودند، به ترتیب اهمیت حذف گردیدند و نهایتا از مجموع ۱۱۲۹ ایستگاه، تعداد ۸۲۳ ایستگاه برای تولید داده های شبکه ای مورد استفاده قرار گرفت (پراکنش ایستگاه ها در شکل ۱ دیده می شود). داده های شبکه ای حاصل از میانیابی مشاهدات بارش روزانه از ۱ ژانویه ۱۹۶۵ تا۳۱ دسامبر ۲۰۱۶ با استفاده از روش میانیابی کریجینگ و با تفکیک مکانی ۶×۶ کیلومتر می باشد. حاصل فرآیند میان یابی، ایجاد سری بارش روزانه برای ۶۴۱۰ نقطه از غرب ایران با فواصل منظم ۶ کیلومتر بود که ماتریسی با ابعاد ۶۴۱۰×۱۸۹۹۳ را تشکیل داد. این ماتریس برای هر روز (۱۸۹۹۳) وضعیت بارش ۶۴۱۰ نقطه از غرب ایران را در بردارد.

در این بررسی، براساس رابطه ۱، روز بارشی در هریاخته از غرب ایران (۶۴۱۰ یاخته) به روزی اطلاق گردید که مقدار بارش آن روز در همان یاخته، ۰/۵ میلی متر یا فراتر باشد (نظری پور، ۱۳۹۳).

$$Rainday_{j,i} = P_{j,i} \geq ۰.۵ \quad j = ۱,۲,۳,\dots,۶۴۱۰ \qquad (۱)$$

$$i = ۱,۲,۳,\dots,۱۸۹۹۳$$

بدیهی است که تعریف بارش حدی مبتنی بر یک آستانه است. این آستانه یا به شکل مطلق (مثل ۲۰ میلی متر) یا با تعبیر نسبی (مثل صدک ۹۵) تعریف می شود. در تحقیق حاضر، بارش های حدی بر حسب آستانه صدک ۹۵ در هر نقطه و در هر روز از سال، شناسایی شده است. بنابراین ماتریسی به ابعاد ۶۴۱۰×۳۶۶ به عنوان نقشه آستانه به ازای هر روز از سال (۳۶۶) و به ازای هر یاخته (۶۴۱۰) به دست آمد. بارش هر یاخته و هر روز با آستانه مربوط به آن یاخته و متناظر با همان روز مقایسه و روزهایی که مقدار بارش آن ها، مساوی یا بزرگ تر از آستانه بود. شناسایی شد.

اما آن چه به عنوان هدف نهایی این پژوهش مطرح است، مشخص ساختن سهم بارش های حدی از کل بارش سالانه و بررسی رفتار بلند مدت آن می باشد. سهم بارش های حدی در مجموع بارش سالانه حاصل تقسیم بارش های بیشینه بر مجموع بارش های سالانه است. این نسبت ضمن بیان سهم بارش بیشینه در کل بارش سالانه می تواند، تمرکز یا توزیع بارش را در هر سال نشان می دهد (عساکره، ۱۳۹۱). بدین ترتیب برای هر یک از یاخته های منطقه، مجموع بارش های مساوی و بیش از صدک ۹۵ برای هر سال محاسبه و ماتریسی به ابعاد ۶۴۱۰×۵۲ شکل گرفت. این ماتریس در واقع مقدار کل بارش های حدی رخ داده در هر یاخته از غرب ایران را در هر سال نشان می دهد.

زمانی که مجموع بارش حدی هر سال در هر یاخته بر مجموع کل بارش همان یاخته در همان سال، تقسیم می شود، سهم این نوع از بارش ها در تولید کل بارش سالانه مشخص خواهد شد

۱- Run Test

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

برای شناخت رفتار زمانی – مکانی بارش های فرین و سهم آن در کل بارش سالانه از رگرسیون خطی به روش کمترین مربعات خطا استفاده شده است. الگوی رگرسیون خطی یک سری زمانی به شرح رابطه ۲ تعریف می شود.

$$Z_T = a + bT + e_{\mathrm{T}} \qquad (۲)$$

در این رابطه Z_T متغیر اقلیمی، T زمان $(T = ۱,۲, \dots, n)$، a عرض از مبدا، b شیب خط (تغییر به ازای زمان) و e_{T} خطا (باقیمانده یا انحراف)های برآورد خوانده می شود (عساکره، ۱۳۸۶).

a و b را ضرایب رگرسیون می گویند. برای برآورد ضرایب از روش کمترین مربعات خطا استفاده شده است. در این روش، هدف اصلی برازش خطی مستقیم از میان سری زمانی است؛ به گونه ای که مجموع مربع خطاها کمینه شود. برآورد کمترین مربعات رگرسیون عبارت است از (عسارکره، ۱۳۸۶):

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n}(T_i - \bar{T})(Z_i - \bar{Z})}{\sum_{i=۱}^{n} T_i - \bar{T}} \qquad (۳)$$

$$a = \bar{Z} - b\bar{T} \qquad (۴)$$

در اینجا $\bar{T}$ و $\bar{Z}$ به ترتیب میانگین زمان و متغیر اقلیمی است.

شرح و تفسیر نتایج

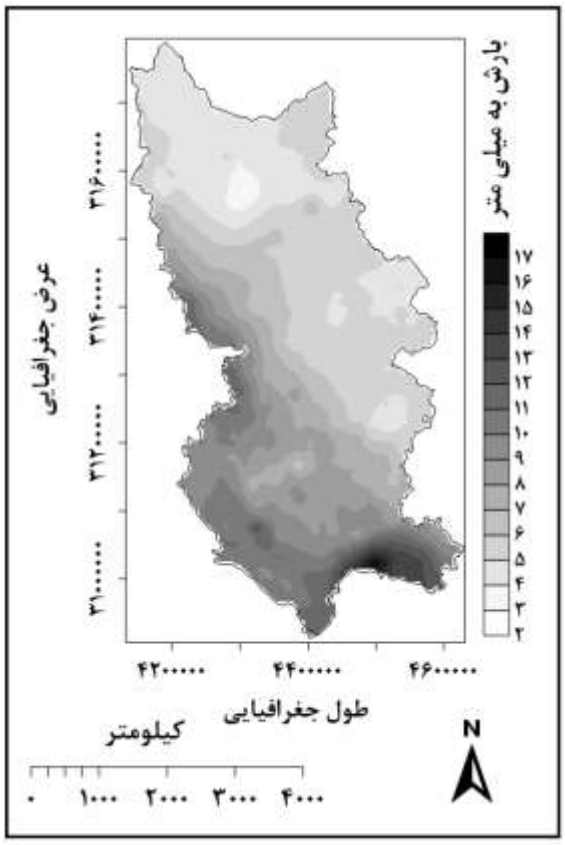
- **ویژگی های عمومی میانگین بارش های فرین**

میانگین بارش های فرین در روز های توام با این رخداد در شکل ۲ دیده می شود. با حرکت از عرض های بالا به سمت عرض های پایین تر بر میانگین بارش های فرین افزوده می شود. نقش ناهمواری ها در آرایش و سوگیری بارش های فرین در این شکل به وضوح دیده می شود. ارتفاعات زاگرس واقع در منطقه مورد مطالعه اثر زیادی بر وقوع بارش های فرین غرب ایران داشته و موجب شیب شدید بارش حدی در این نواحی شده است (مظفری و همکاران، ۱۳۹۶). بیشترین مقدار بارندگی در محل ورود بادهای غربی به داخل کشور و در دامنه بادگیر موانع کوهستانی قرار دارد. با این وجود، عامل افزایش بارندگی در غرب ایران تنها کوه نمی تواند باشد و باید در جست و جوی عوامل دیگری بود که از بین آن ها می توان به مسیر سیکلون های مدیترانه و بادهای غربی اشاره کرد(علیجانی، ۱۳۸۵: ۱۲۵).

هسته بیشینه بارش های فرین در جنوبی ترین بخش منطقه و در جنوب استان لرستان شکل گرفته است. نوار باریکی از غرب استان های آذربایجان غربی، کردستان و بخش های اندکی از کرمانشاه به همراه استان ایلام، دومین هسته بارش های فرین در منطقه را تشکیل می دهند. کم ترین مقادیر بارش های حدی نیز در امتداد رشته کوه های زاگرس و با جهت شمال غربی – جنوب شرقی از شمال آذربایجان غربی شروع شده و با عبور از آذربایجان شرقی و زنجان تا مرکز استان همدان کشیده شده است. بدین ترتیب نقش رشته کوه های زاگرس در تفکیک منطقه مورد مطالعه به دو بخش شرقی و غربی با ویژگی های بارشی متفاوت محرز می شود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]



شکل۲. میانگین روزهای بارشی فرین در غرب ایران (۲۰۱۶- ۱۹۶۵)

مسعودیان (۱۳۸۸) استان های ایلام، کرمانشاه، لرستان و کردستان را در ناحیه ای با عنوان زاگرس شمالی، جزء نواحی نیمه پربارش ایران طبقه بندی می کند. طبق این تحقیق استان های آذربایجان شرقی، زنجان و نیمه شمالی استان آذربایجان غربی و همدان جزء نواحی کم بارش ایران محسوب می شوند.

ناحیه نیمه پر بارش که در بخش های غربی زاگرس جای گرفته و به وسیله ارتفاعات اصلی زاگرس از بخش های شرقی آن (شامل استان های زنجان و همدان) جدا شده است، عمدتا به وسیله کوه ها و سرزمین های مرتفع تشکیل شده است. کوهستان ها به دلیل گیرش رطوبت هوا نقش مهمی در ریزش بارش ایفا می کنند. بالا بودن مقدار بارندگی سالانه در این مناطق از ویژگی های این منطقه به شمار می رود. در منطقه زاگرس شرقی، کاهش ارتفاع و اثر بادپناهی رشته کوه های زاگرس، سبب کاهش مقدار بارندگی در مقایسه با زاگرس غربی شده است (رضیئی و عزیزی، ۱۳۸۶). در واقع بخش های غربی زاگرس به جهت قرار گرفتن در مسیر گذر سیکلون های مدیترانه و نیز بهره بردن از توده های هوای معتدل و مرطوب مدیترانه و رطوبت خلیج فارس از بارندگی بیشتری برخوردار هستند. در منطقه آذربایجان و بخش های شمالی منطقه مورد مطالعه، برخلاف عرض جغرافیایی بالا، به سبب کاهش ارتفاع، ویژگی بادپناهی و نفوذ توده هوای سرد از منطقه قفقاز در دوره سرد سال، مقدار بارندگی کم تر از دامنه های غربی زاگرس است (رضیئی و عزیزی، ۱۳۸۷). به نظر بعضی از محققین، علاوه بر سیستم کم فشار دریای مدیترانه، زبانه کم فشار سودانی نقش بسزایی در وقوع رخدادهای بارش شدید در نواحی غربی ایران دارد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸). از طرف دیگر، آذربایجان فقط می تواند از سیکلون های مدیترانه باران بگیرد در حالی که در زاگرس کم فشار سودانی نیز رگبار شدید ایجاد می کنند (علیجانی، ۱۳۸۵).

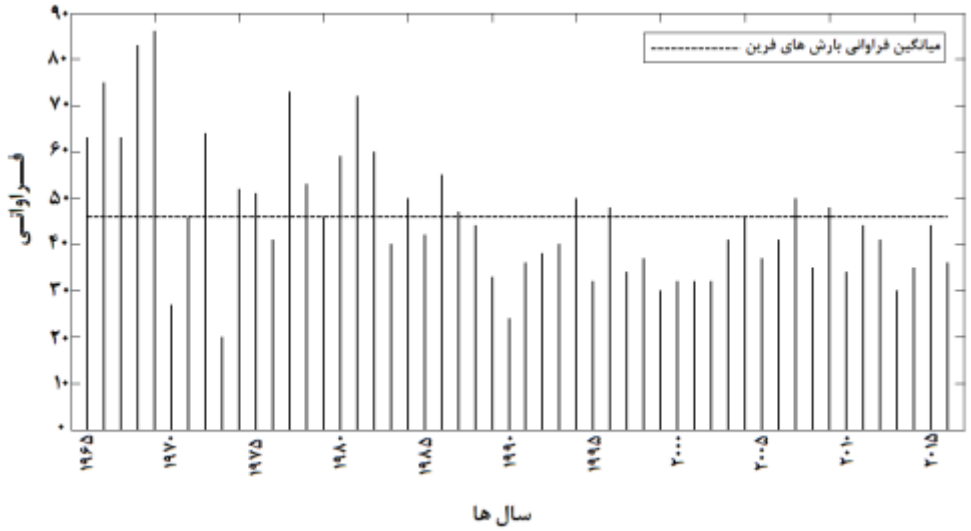
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

سامانه های سودانی به علت دمای بالا، تغذیه رطوبتی مناسب نسبت به سامانه های مدیترانه ای از پتانسیل بیشتری برای بارندگی برخودار است (نصیری، ۱۳۷۸). بنابراین، علت کاهش مقادیر بارش های فرین در بخش های شمالی تر منطقه را، علاوه بر موقعیت جغرافیایی آن (مثل عرض بالاتر، ارتفاع کمتر، اثر بادپناهی)، باید در عامل مهم دیگری جستجو کرد که در واقع نوع الگو ها و سامانه های همدید است که هر بخش از منطقه را متاثر می سازد.

- **مشخصات زمانی بارش های فرین**

سری زمانی فراوانی روزهای توام با رخداد فرین در شکل ۳ دیده می شود. بیشینه رخدادهای بارش فرین در سال های اول دوره آماری دیده می شود. میانگین فراوانی بارش های فرین در غرب ایران نزدیک به ۴۶ روز و ضریب تغییرپذیری آن حدود ۳۲ درصد می باشد. این به آن معنا است که شمار بارش های فرین در غرب ایران، به طور متوسط در دامنه ای نزدیک به ۱۵±۴۶ روز در هر سال در نوسان است. هرچه به سال های انتهایی دوره آماری نزدیک می شود از فراوانی بارش های بیش از میانگین کاسته می شود. به عبارت دیگر الگوی رفتاری فراوانی بارش های فرین در پهنه غرب ایران در سال های نخستین دوره آماری با مقادیر و افت و خیزهای بزرگ مشاهده می شود. در انتهای دوره آماری افت و خیزها با شدت کم تر به وقوع پیوسته اند. به نظر می رسد از سال های ابتدایی دهه ۸۰، سیر نزولی رخدادها آغاز گشته است. به طوری که بعد از سال ۲۰۰۹ فراوانی وقوع روزهای همراه با بارش فرین در هیچ سالی بیش از میانگین بلندمدت آن رخ نداده است.



شکل ۳. میانگین فراوانی سالانه روزهای بارشی فرین در غرب ایران (۲۰۱۶ - ۱۹۶۵)

واضح است که تغییر اقلیم، یکی از موثرترین عوامل تغییردهنده ی الگوهای بارش در یک منطقه می باشد. اگرچه برخی معتقدند که افزایش غلظت گازهای گلخانه ای در نتیجه تغییر اقلیم می تواند با تسریع چرخه های هیدرولوژیکی، باعث افزایش منابع آبی قابل دسترس در جو و تغییر فصلی بارش و دما در بسیاری از نقاط جهان شده و در نهایت این آشفتگی های اقلیمی منجر به افزایش تعداد بارش های سنگین در نیمه دوم قرن بیست و یکم شود، لیکن باید توجه داشت که پاسخ تمامی نقاط کره زمین به پدیده گرمایش جهانی، صرفا به صورت افزایش بارش نخواهد بود، به دلیل تغییر الگوهای فشار، برخی نقاط نیز می تواند با کاهش بارش مواجه شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

افزون بر این، باید خاطر نشان ساخت، شکل ۳ یک نمای کلی از فراوانی وقوع بارش های فرین در پهنه ی گسترده ای از غرب ایران را در مقیاس سالانه به نمایش گذاشته است، چه بسا، بررسی الگوی رفتاری شمار روزهای بارشی فرین با وارد شدن به جزئیات مکانی یا زمانی (فرضا به صورت استانی یا در مقیاس فصلی)، نشان از وجود روند افزایشی در فراوانی رخدادهای بارشی فرین باشد. برای مثال، رحیم زاده (۱۳۸۴) با بررسی تغییرات مقادیر حدی بارش در ایران چنین نتیجه می گیرد که تغییرات تعداد روزهای با بارش بیش از ۱۰ میلی متر در کشور همانگونه که در دنیا اتفاق افتاده است، از الگوی یکسانی پیروی نمی کند، در مواردی دارای روند کاهشی (ایستگاه های انزلی، تبریز و زاهدان) و در مواردی دیگر دارای روند افزایشی (ایستگاه های مشهد و شیراز) است.

نتیجه بررسی روند فراوانی روزهای بارشی فرین – زمان $(HP-t)$ به شکل الگوی ۵ برآورد شده است:

$$HP = ۵۹.۶ - ۰.۵۳t \qquad (۵)$$

براساس الگوی بالا در هر ده سال حدود ۵ روز (هر صد سال ۵۳ روز) از فراوانی روزهای همراه با بارش فرین کاسته می شود. بر پایه ضریب تعیین مدل، نزدیک به ۳۰ درصد از پراش فراوانی روزهای با بارش فرین به وسیله زمان توجیه می شود. آماره p[۱] نیز گویای معنی داری مدل در هر سطح اطمینان دلخواه می باشد.

توزیع ماهانه فراوانی بارش های فرین در جدول ۲ به نمایش درآمده است.

جدول ۲. فراوانی ماهانه روزهای بارشی فرین در غرب ایران (۲۰۱۶ - ۱۹۶۵)

ماه ها	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
فراوانی	۵	۵	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۵

دستاورد تعیین آستانه به صورت یاخته ای و به ازای هر روز، وجود بارش های فرین در ماه های کم بارش و گرم است. از آن جایی که بارش ها با صدک ۹۵ همان نقطه و در همان روز خاص مقایسه شده اند، چه بسا بارشی که در دوره گرم سال، در برخی از نقاط غرب ایران، مساوی یا بیش از صدک ۹۵ بارش همان یاخته روی داده باشد.این بارش ها قطعا نسبت به بارش های رخ داده در دوره سرد سال، دارای مقادیر کمتری هستند، اما در مقایسه با بارش های رخ داده در همان مقطع زمانی، فرین تلقی می شوند. تابستان فصل کم بارش و خشک در منطقه مورد مطالعه است. در این فصل به علت عقب نشینی باد های غربی و گسترش پرفشار جنب حاره، بارندگی ها متوقف می گردد. با این حال ممکن است در برخی مناطق مثل آذربایجان و بخش های شرقی زاگرس، مقدار بارندگی تابستانه در برخی از سال ها به علت افزایش دما و فعالیت همرفتی، قابل توجه باشد (رضیئی و عزیزی، ۱۳۸۷).

بیشینه فراوانی ماهانه بارش های فرین در پهنه ی غرب ایران منطبق با توزیع زمانی بارش های سالانه و فصلی این مناطق می باشد. مسعودیان (۱۳۸۸) با تبیین نواحی بارشی ایران نشان داد؛ در ناحیه زاگرس شمالی که شامل استان های کرمانشاه، ایلام، لرستان و نیمه غربی استان کردستان می شود، فصل کامل بارش از اواسط مهر آغاز و تا اواسط اردیبهشت ماه ادامه می یابد و عمده بارش ها در ماه های بهمن، اسفند و فروردین فرو می ریزد. سایر قسمت های منطقه که استان های آذربایجان شرقی و غربی، زنجان و همدان را در برمی گیرد، ناحیه بارشی دیگری را تشکیل می دهند که ماه های اسفند، فروردین و اردیبهشت پر بارش ترین ماه های سال هستند.

۱- P-Value

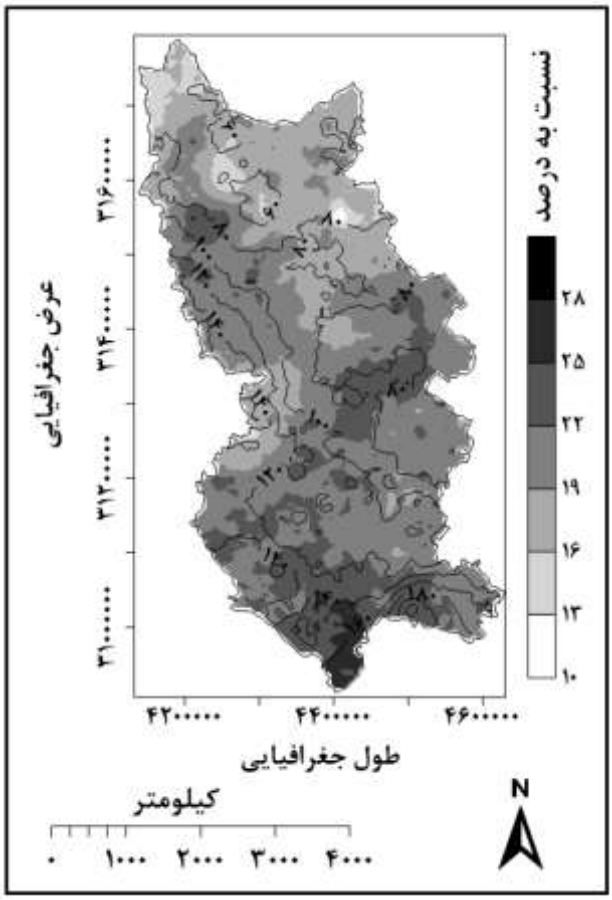
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

بادهای غربی عرض های میانه که به طور معمول از اواخر پاییز فعالیت خود را آغاز می کنند و نیز سیکلون های عبوری، عامل اصلی ایجاد بارندگی های پاییزه در غرب ایران به شمار می رود. در زمستان تمام ایران و منطقه مورد مطالعه زیر نفوذ بادهای غربی و اغتشاشات آن ها قرار می گیرند و از سوی دیگر در سطح زمین مسیرهای سیکلونی تشکیل می گردند. بنابراین مناطق غربی به جهت قرار گرفتن در مسیر سیکلون های ایران، بیشترین بارندگی خود را در این فصل دریافت می کند (رضیئی و عزیزی، ۱۳۸۷).

- **توزیع مکانی سهم بارش های فرین از بارش سالانه**

میانگین مجموع بارش های فرین و سهمی که این بارش ها از کل بارش سالانه به خود اختصاص داده اند، در شکل ۴ دیده می شود.



شکل ۴: میانگین مجموع بارش های فرین (هم بارش ها به میلی متر) و نسبت بارش های فرین به بارش سالانه(پس زمینه به درصد)

بیشینه مجموع بارش های حاصل از صدک ۹۵ در استان لرستان و جنوب ایلام شکل گرفته است. با حرکت به سمت استان های همدان و زنجان از میانگین مجموع بارش های فرین کاسته می شود و در نهایت در مناطق شمالی آذربایجان به کمترین مقدار ممکن می رسد.

آن چنان که مشخص است، هرچه سهم بارش های فرین از مجموع دریافتی بارش، بیشتر باشد، نشان از متمرکز بودن و عدم توزیع یکنواخت بارش ها در طول سال است. بررسی نسبت بارش های فرین به کل بارش سالانه نشان می دهد که بیشینه این نسبت در جنوب ایلام قرار دارد. در این مناطق بارش های فرین بیش از ۲۵ درصد بارش های دریافتی سالانه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

را تشکیل می دهد. بنابراین حداکثر مقدار خطرآفرینی بارش ها در منطقه مورد مطالعه، در بخش های جنوبی استان ایلام قرار دارد. بخش های غربی استان ایلام و جنوب استان لرستان که حداکثر مجموع بارش های فرین در غرب ایران را دارا می باشد، در رتبه بعدی بیشترین سهم بارش های فرین قرار دارد. تمرکز بیشینه های نسبت بارش فرین در نواحی مذکور، هماهنگ با یافته های علیجانی (۱۳۹۰) است که دامنه های غربی زاگرس را به عنوان یکی از دو منطقه بیشینه سهم بارش های فرین شناسایی کرده است.

بخش های غربی استان کردستان و بخش کوچکی از شمال غربی استان کرمانشاه علی رغم بالا بودن نسبی مجموع بارش ها، کم ترین مقدار نسبت بارش های فرین به کل بارش سالانه را در بین مناطق غربی زاگرس به خود اختصاص داده است.این به آن معنا است که در مناطق مذکور علی رغم بالا بودن مقادیر بارش های فرین، از لحاظ توزیع سالانه دارای رفتار یکنواخت تری می باشد و کمتر از ۱۹ درصد بارش های سالانه این مناطق از نظر مقدار، خطرآفرین هستند.

در بین مناطق شرقی زاگرس، بیشترین سهم بارش های فرین در مجموع کل بارش سالانه در بخش هایی از استان همدان، زنجان و بخش شرقی استان کردستان قرار دارد. در این مناطق علاوه بر این که مجموع بارش های فرین بسیار کم تر ازمناطق غربی تر است، تمرکز بارش ها نیز بالا است و بیش از ۲۲ درصد بارش های سالانه از بارش های مساوی و بیش از صدک ۹۵ تامین می شود. در نتیجه در این نواحی ضمن این که مقادیر بارش ها (نسبت به مناطق غربی) کم است، همین مقدار نیز به صورت شدید و با بی نظمی بالا روی می دهد. کم ترین سهم بارش های فرین در مجموع سالانه بارش دریافتی در بخش های شمالی و منطبق بر منطقه آذربایجان است. در بخش هایی از این مناطق درصد مشارکت بارش های فرین در بارش سالانه به کم تر از ۱۳ درصد نیز می رسد. بنابراین تنها ۱۳ درصد از بارش های سالانه در منطقه آذربایجان با احتمال خطرآفرینی بالاتری همراه هستند. در این مناطق علاوه بر کمینه بودن مجموع بارش های فرین نسبت به سایر مناطق غرب ایران، توزیع بارش ها در طول سال منظم تر می باشد. به نظر می رسد بارش های بهاره منطقه آذربایجان تا حدودی توجیه کننده ی بخشی از یکنواختی نسبی توزیع سالانه بارش در این مناطق باشد. در نهایت می توان نتیجه گرفت که تحت یک روند کلی، به تناسب افزایش عرض جغرافیایی در پهنه غرب ایران، ۱۰ تا ۳۱ درصد بارش های سالانه از بارش های فرینی که احتمال خطر بیشتری دارند، تولید می شود.

- **توزیع مکانی روند مجموع و نسبت بارش های فرین**

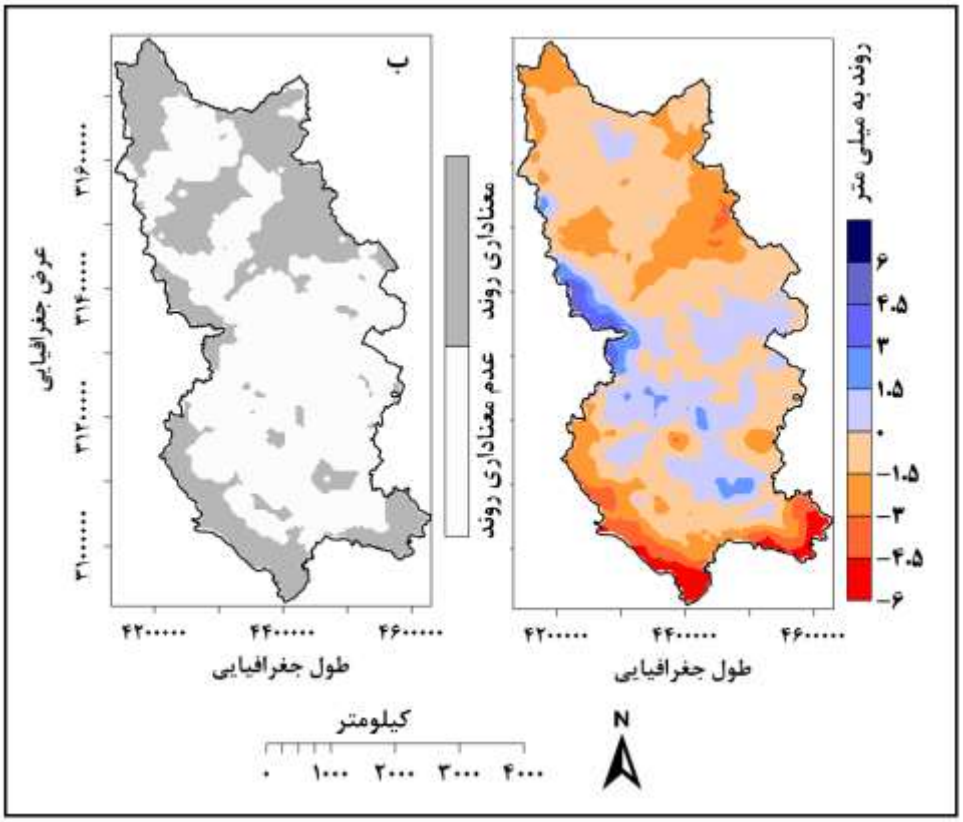
اندازه تغییر سال به سال مجموعه بارش های فرین (شکل الف) و معناداری آن (شکل ب)در شکل ۵ دیده می شود. توزیع مکانی روند مجموع بارش های فرین، نشان از یک نوسان در دامنه ای به اندازه ۶± میلی متر در هر سال در پهنه غرب ایران است. روندهای منفی در برابر روندهای مثبت از پیوستگی مکانی بالاتری برخوردار هستند. گستره زیر پوشش روند منفی ۷۴/۷۲ درصد را در برمی گیرد. به این ترتیب در سه چهارم از پهنه غرب ایران، مجموع بارش های فرین در حال کاهش است.

روندهای مثبت مجموع بارش های فرین بخش پیوسته ای را در نیمه جنوبی منطقه تشکیل می دهند که بخش هایی از استان های کرمانشاه، کردستان، لرستان، همدان و جنوب غربی استان آذربایجان غربی را در برمی گیرد. علاوه بر این بخش های جنوبی استان زنجان و هسته کوچکی از شمال غرب استان آذربایجان شرقی نیز حاوی روند مثبت می باشد که مجموعا حدود ۲۵/۲۷ درصد از پهنه ی مطالعاتی را شامل می شوند. از این میان تنها، نوار بسیار باریکی از غرب

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

استان کردستان و جنوب غربی استان آذربایجان غربی که بالاترین مقدار روند مثبت را نیز دارا هستند (بیش از ۴/۵ میلی متر در سال) و هم چنین هسته های بسیار کوچکی در نیمه جنوبی منطقه در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنادار هستند.



شکل ۵. توزیع مکانی روند مجموع بارش های فرین (الف) و معناداری آن (ب)

بزرگ ترین مقدار روندهای منفی منطبق بر نوار جنوب و جنوب غربی منطقه در استان لرستان و ایلام می باشد که در سطح اطمینان ۹۵ درصد نیز معنادار است. دومین گستره از لحاظ رفتار کاهشی مجموع بارش های فرین در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی قرار دارد.به طور کلی نیمه شمالی منطقه به استثنای مناطق بسیارکوچکی که روند افزایشی را تجربه می کنند، تماما دارای روند کاهشی هستند که در عمده مناطق نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار می باشد.

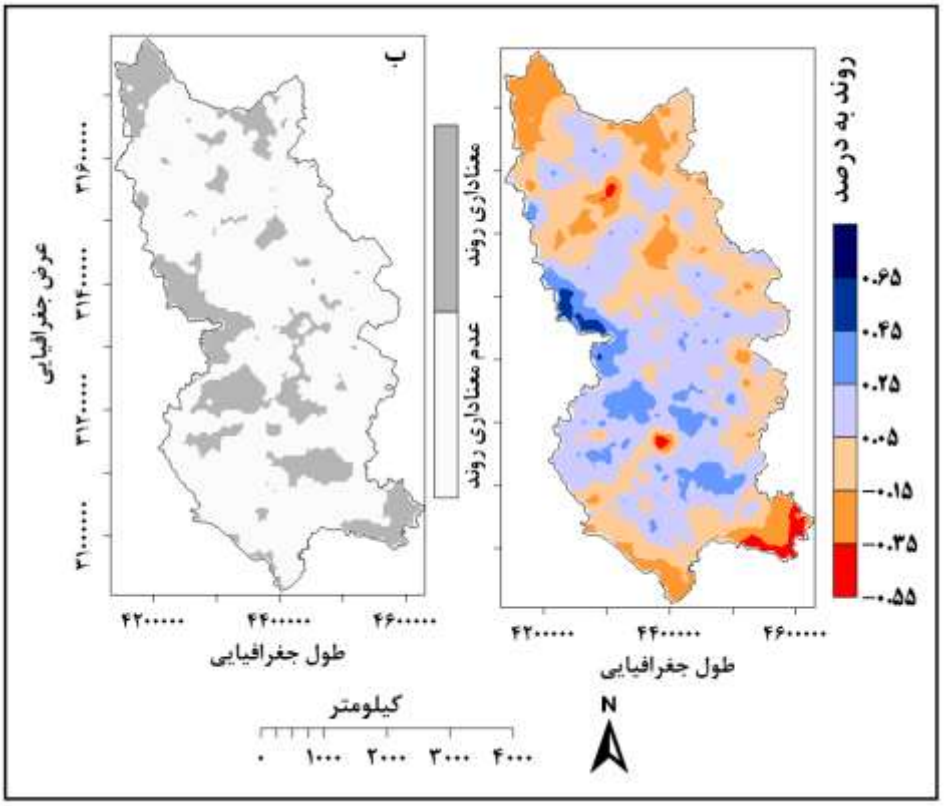
توزیع مکانی روند نسبت بارش های فرین به کل بارش های سالانه در شکل ۶-الف دیده می شود. در حدود ۶۰/۷ درصد از گستره غرب ایران، سهم بارش های فرین در مجموع بارش سالانه در حال افزایش است که بخش عمده ی این گستره در نیمه جنوبی منطقه مورد مطالعه واقع شده است. بنابراین می توان گفت که بارش های سالانه در حدود ۶۱ درصد از گستره غرب ایران رو به متمرکز شدن در مواقع خاصی از سال می باشد. این موضوع افزایش بحرانی زایی حاصل از بارش های سنگین را طی سال های آینده متذکر می سازد.

روندهای منفی عموما در نیمه شمالی منطقه واقع شده اند و حدود ۳۹/۲۹ درصد از پهنه مطالعاتی را در بر می گیرد. با توجه به شکل ۶-ب، تنها در ۲۹/۸۱ درصد از منطقه، روندها، در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادارهستند.

بزرگ ترین مقادیر روند نسبت این بارش ها به کل بارش سالانه در قسمت های جنوبی منطقه، منطبق بر استان های لرستان و ایلام می باشد. به تناسب کاهش مجموع بارش های فرین در این مناطق (شکل ۵-الف) از سهم این بارش ها

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]
[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

نیز در مجموع بارش دریافتی در سال کاسته می شود. از بین مناطق یاد شده، تنها در جنوب شرقی استان لرستان روند منفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار می باشد.



شکل ۶. توزیع مکانی روند نسبت مجموع بارش های فرین به بارش سالانه (الف) و معناداری آن (ب)

بخش های شمالی آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی دومین گستره از منطقه مورد مطالعه است که نسبت بارش های فرین در آن ها رو به کاهش است. هسته هایی از روندهای منفی نیز در اطراف کوه سهند و کوه های میشوداغ در آذربایجان شرقی شکل گرفته است. در این مناطق نیز با کاهش مجموع بارش های فرین از سهم مشارکت آن ها در بارش دریافتی سالانه کاسته می شود. بنابراین بارش های سالانه در این نواحی به سمت توزیع یکنواخت تر در طول سال، پیش می رود. یکنواختی توزیع، به دلیل کاهش مقادیر بارش فرین (با در نظر گرفتن شکل ۵-الف) و نه به علت یکنواخت تر شدن فراوانی بارش ها در طول سال رخ داده است. با توجه به شکل ۶-ب، کاهش نسبت بارش های فرین در نیمه شمالی منطقه، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، تنها محدود به مناطقی می شود که دارای حداکثر روند کاهشی می باشد.

بالاترین مقادیر روند افزایشی نسبت بارش های فرین منطبق بر نواحی می شود که بالاترین روند افزایشی مجموع بارش های فرین را دارا بودند. در نوار غربی باریکی که از استان آذربایجان غربی شروع شده و تا استان کردستان کشیده شده است، در هر سال، بیش از ۰/۴۵ درصد بر سهم بارش فرین در مجموع سالانه بارش ها افزوده می شود که این مقدار در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار می باشد. روندهای افزایشی معنادار در سطح ۰/۰۵ خطا، با شدت کم تر، هسته های منفصلی از نیمه جنوبی منطقه را تشکیل می دهند که در استان های کرمانشاه، لرستان، همدان و نیمه شرقی استان کردستان واقع شده اند. در نتیجه بارش های فرین در نواحی یاد شده، در هر سال با مقادیر بزرگ تر و خطر آفرینی بیشتر اتفاق خواهد افتاد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

نتیجه گیری

در این مطالعه تلاش شد تا تغییرات زمانی – مکانی بارش های فرین در پهنه غرب ایران در طی بیش از نیم قرن بررسی و تحلیل شود. نتایج نشان داد که توزیع مکانی بارش های فرین در غرب ایران تحت تاثیر ناهمواری ها، آرایش آن ها و هم چنین سامانه های همدید است. اثبات این ادعا با آرایش میانگین بارش های فرین با تبعیت از توپوگرافی منطقه، مشخص می شود. رشته کوه های زاگرس، غرب ایران را به دو ناحیه بارشی متفاوت تقسیم کرده است. در مناطق غربی زاگرس، هسته های بیشینه بارش های فرین شکل می گیرد. هر چه به سمت مناطق شرقی زاگرس پیش می رود، از مقادیر بارش های فرین کاسته می شود و نهایتا در منطقه آذربایجان به کمترین مقادیر می رسد. فروانی روزهای همراه با بارش فرین در پهنه مطالعاتی رو به کاهش بوده و در هر ده سال، حدود ۵ روز از وقوع این بارش ها، کاسته می شود. با بررسی نسبت سهم بارش های فرین به بارش سالانه که می تواند به عنوان یک شاخص بحران تعریف شود، چهار منطقه متفاوت را می توان تفکیک کرد: ۱- مناطقی که در آن ها، هم مجموع بارش های فرین و هم نسبت سهم این بارش ها از بارش سالانه بالا است. این مناطق در بخش های جنوبی واقع در استان های لرستان و ایلام قرار دارند. در مناطق مذکور، حداقل ۲۲ و حداکثر ۳۱ درصد بارش های سالانه را بارش های بحران زا، پوشش می دهد. مجموع بارش های فرین و سهم آن ها در این مناطق دارای روند منفی و معنادار در سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشد. ۲- مناطقی که در آن ها مجموع بارش های فرین بالا اما نسبت این بارش ها به بارش سالانه، پایین است. نیمه غربی استان کردستان و شمال غرب استان کرمانشاه در این گروه قرار می گیرند. سهم مقادیر بارش فرین در بارش سالانه ی این مناطق کمتر از ۱۹ درصد است. در این مناطق روند مجموع بارش های فرین و نسبت آن ها به بارش سالانه رو به افزایش و در برخی نقاط، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، معنادار می باشد. ۳- مناطقی که مجموع بارش های فرین در آن ها پایین اما نسبت این بارش ها در بارش سالانه بالا است. نیمه شرقی استان کردستان و بخش هایی از استان زنجان دارای این مشخصات هستند. این مناطق، بی نظم ترین بارش ها در طول سال را دارند. روند مجموع و نسبت این بارش ها، افزایشی است که جز در نقاط بسیار کوچکی، از لحاظ آماری معنادار نیستند. ۴- مناطقی که در آن ها، هم مجموع بارش های فرین و هم نسبت سهم این بارش ها از بارش سالانه پایین است. بخش های شمالی پهنه مورد مطالعه، منطبق بر منطقه آذربایجان در این گروه جای می گیرد. روند مجموع بارش های فرین در این نواحی عموما کاهشی است که در بیشتر مناطق در سطح ۹۵ درصد اطمینان معنادار می باشند. روند های منفی نسبت سهم بارش های فرین جز در نواحی کوچکی از بخش های شمالی این مناطق، فاقد معناداری آماری هستند.

تفاوت های مکانی روند بارش های فرین را باید در اثرات ناشی از تغییر اقلیم جستجوکرد. در واقع اثر تغییر اقلیم در ویژگی های مکانی و زمانی بارش مناطق و رخدادهای فرین مرتبط با آن، نمایان می شود و تغییر الگو ها، شدت، فراوانی و مقادیر بارش ها از پیامدهای مهم آن می باشد. علاوه بر این، تغییرات رفتار سامانه های همدید موثر بر بارش ایران، به اعتقاد مسعودیان و دارند (۱۳۹۲)، دلیل احتمالی ناهنجاری های مقدار و شدت بارش در ایران محسوب می شود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

منابع

بابایی فینی، ام السلمه؛ منوچهر فرج زاده. ۱۳۸۰. الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۶۲**: ۱۱۴-۱۲۵.

حجازی زاده، زهرا؛ زین العابدین جعفرپور و نادر پروین. ۱۳۸۶. بررسی و شناسایی الگوهای سینوپتیکی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مولد سیلاب های مخرب و فراگیر سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه. *نشریه علوم جغرافیایی*، **۱۰**: ۱۵۵-۱۲۵.

حلبیان، امیرحسین. ۱۳۹۴. شناسایی الگوهای گردشی بارش های شدید موجد سیل در منطقه فارس. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، **۱۸**: ۴۶-۳۱.

رورده، همت الله؛ یدالله یوسفی، جعفر معصوم پور سماکوش و وحید فیضی. ۱۳۹۳. تغییرپذیری زمانی – مکانی بارش های حدی در ایران. *مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، **۲۱** : ۳۶ – ۲۵.

رحیم زاده، فاطمه. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات مقادیر حدی بارش در ایران. *مجله نیوار*، **۵۹-۵۸** : ۲۰ – ۷.

رضیئی، طیب؛ قاسم عزیزی. ۱۳۸۷. بررسی توزیع مکانی بارندگی های فصلی و سالانه در غرب ایران. *پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۶۵** : ۱۰۸-۹۳.

رضیئی، طیب؛ قاسم عزیزی. ۱۳۸۶. منطقه بندی رژیم بارشی غرب ایران با استفاده از روش تحلیل مولفه های اصلی و خوشه بندی. *تحقیقات منابع آب ایران*، **۳ (۲)** : ۶۵-۶۲.

عزیزی، قاسم؛ معصومه نیری و شیما رستمی جلیلیان. ۱۳۸۸. تحلیل سینوپتیک بارش های سنگین در غرب کشور. *فصلنامه جغرافیایی طبیعی*، **۴** : ۱۳ - ۱.

عساکره، حسین.۱۳۸۶. *کاربرد رگرسیون خطی در تحلیل روند دمای تبریز. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۸۷**: ۲۵ -۳.

عساکره، حسین؛ فاطمه ترکارانی و صغری سلطانی. ۱۳۹۱. مشخصات زمانی- مکانی بارش های روزانهٔ فرین بالا در شمال غرب ایران. *تحقیقات منابع آب ایران*، سال **۸،۳** : ۵۳-۳۹.

عساکره، حسین. ۱۳۹۱. تغییر توزیع فراوانی بارشهای فرین شهر زنجان. *مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، سال ۲۳، **۱** : ۶۶ - ۵۱.

علیجانی، بهلول. ۱۳۸۵. *آب و هوای ایران*. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران.

علیجانی، بهلول. ۱۳۹۰. تحلیل فضایی دماها و بارش های بحرانی روزانه در ایران. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، **۲۰** : ۳۰-۹.

مسعودیان، ابوالفضل. ۱۳۸۸. نواحی بارشی ایران. *جغرافیا و توسعه*، **۱۳** :۹۱-۷۹.

مسعودیان، ابوالفضل؛ محمد دارند.۱۳۹۲. شناسایی و بررسی تغییرات نمایه های بارش فرین ایران طی دهه های اخیر، *مجله جغرافیا وتوسعه ناحیه ای*، **۲۰** : ۲۵۷-۲۳۹.

مفاخری، امید؛ محمد سلیقه، بهلول علیجانی و مهری اکبری. ۱۳۹۶. مخاطرات ناشی از تمرکزگرایی بارش در ایران. *جغرافیا و مخاطرات محیطی*، **۲۳**: ۱۶۲-۱۴۳.

مظفری، غلامعلی؛ احمد مزیدی و شهاب شفیعی. ۱۳۹۶. واکاوی روابط فضایی بارش های فرین غرب ایران. *جغرافیا و توسعه*، سال ۱۵،**۴۶** :۱۸۴-۱۶۹.

مصطفایی، حسن؛ بهلول علیجانی و محمد سلیقه. ۱۳۹۴. تحلیل سینوپتیکی بارش های شدید و فراگیر در ایران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، **۴**: ۷۶-۶۵.

مصطفی زاده، رئوف؛ وحید صفریان زنگیر و خدیجه حاجی. ۱۳۹۷. تحلیل الگو و شرایط وقوع بارش های منجر به سیل در سال های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ در شهرستان گرمی، استان اردبیل. *مجله مخاطرات محیط طبیعی*، **۱۵**: ۱۰۶-۸۹.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

مظفری، غلامعلی؛ شهاب شفیعی. ۱۳۹۵. واکاوی زمانی – مکانی بارش های حدی مناطق غربی ایران. *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، **۵۲**: ۷۷-۹۴.

موسوی، سید سعید؛ فاطمه کاراندیش و حسین طبری. ۱۳۹۵. تغییرات زمانی و مکانی بارش در ایران تحت تاثیر تغییر اقلیم تا سال ۲۱۰۰. *فصلنامه مهندسی آبیاری و آب*، **۲۵** : ۱۶۵-۱۵۲.

میر موسوی، حسین؛ مهدی دوستکامیان و فاطمه ستوده. ۱۳۹۵. بررسی و تحلیل الگوهای فضایی تغییرات درون دهه ای بارش های سنگین و فوق سنگین ایران. *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، **۶۳** : ۸۶- ۶۷.

نصیری، بهروز؛ هوشنگ قائمی. ۱۳۷۸. تحلیل الگوهای سینوپتیکی و دینامیکی بارش های کرخه و دز. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۵۴-۵۵**: ۱۷۷-۱۸۶.

نظری پور، حمید. ۱۳۹۳. نواحی تداوم بارش ایران. *جغرافیا و توسعه*، **۳۶** : ۲۰۸ – ۱۹۵.

Alijani, B.; J. O'Brien, and B. Yarnal. ۲۰۰۸. Spatial analysis of precipitation intensity and concentration in Iran. *Theoretical and Applied Climatology*, **۹٤**: ۱۰۷_۱۲٤.

Brito, A, L.; J. A. PaixãoVeiga, and M. C. Yoshida. ۲۰۱۴. Extreme Rainfall Events over the Amazon Basin Produce Significant Quantities of Rain Relative to the Rainfall Climatology. *Atmospheric and Climate Sciences*, **۴**: ۱۷۹-۱۹۱.

Cavazos, T.; C.Turrent, and D. P.Lettenmaier. ۲۰۰۸. Extreme precipitation trends associated with tropical cyclones in the core of the North American monsoon. *Geophysical Research Letters*, **۳۵**, L۲۱۷۰۳.

García, J.A.; A. Serrano, and M.C. Gallego. ۲۰۰۷. A spectral analysis of Iberian Peninsula monthly rainfall. *Theoretical and Applied Climatology*, **۷۱**: ۷۷-۹۵.

Haylock, M.; and N. Nicholls. ۲۰۰۰. Trends in extreme rainfall indices for an updated high quality data set for Australia۱۹۱۰_۱۹۹۸. *International Journal of Climatology*, **۲۰**:۱۵۳۳-۱۵٤۱.

Kioutsioukis, I.; D. Melas, and C. Zerefos. ۲۰۱۰. Statistical assessment of changes in climate extremes over Greece (۱۹۵۵_۲۰۰۲). *International journal of climatology*, **۳۰**: ۱۷۲۳-۱۷۳۷.

Klein Tank, A.M.G.; and G.P. Konnen. ۲۰۰۳. Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, ۱۹٤٦_۹۹. *Journal of climate*, **۱۵**: ۳٦٦۵-۳٦۸۰.

Marigi, S, N.; A. Njogu, and K. Githungo. ۲۰۱٦. Trends of Extreme Temperature and Rainfall Indices for Arid and Semi-Arid Lands of South Eastern Kenya. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, **٤**: ۱۵۸-۱۷۱.

Moberg, A.; and P.D. Jones. ۲۰۰۵. Trends In Indices For Extremes In Daily Temperature and precipitation In Central and Western Europe–۹۹. *Int. J. Climatol*, **۲۵**: ۱۱٤۹_۱۱۷۱.

Sen Roy, S. ۲۰۰۹. A spatial analysis of extreme hourly precipitation patterns in India. *Int.J.Climatol*, **۲۹**: ۳٤۵-۳۵۵.

Zhang, Q.; X.Chen, and B. Stefan. ۲۰۱۱. Spatio-Temporal Variations of Precipitation Extremes in the Yangtze River Basin (۱۹۶۰-۲۰۰۲). *China, Atmospheric and Climate Sciences*, **۱**: ۱-۸.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2024-04-30]

[DOI: 10.29252/jsaeh.7.1.7]