جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره بیست و سوم، پائیز ۱۳۹۶

صص ۱۶۲- ۱۴۳

DOI: 10.22067/geo.v6i3.60987

مخاطرات ناشی از تمرکزگرایی بارش در ایران

امید مفاخری[1]- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

محمد سلیقه - دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

بهلول علیجانی- استاد آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مهری اکبری- استادیار آب و هواشناسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۱۲/۱۵

چکیده

پایین بودن میزان ریزش‌های جوی، تغییرپذیری بالا، نوسان بارش، از ویژگی بارز آب‌وهوای ایران به شمار می‌رود. هدف این پژوهش مطالعه و بررسی تغییرات تعداد روزهای بارشی، مقدار بارش و تغییرات شدت بارش در بلند مدت در نواحی مختلف ایران است. داده‌های بارش روزانه در طی دوره آماری ۳۰ سال از سازمان هواشناسی کشور برای ۵۳ ایستگاه همدید در نقاط مختلف ایران گرد آوری شد. جهت طبقه‌بندی از نظر دوره تداوم بارش، روزهای بارشی در ۷ طبقه، بارش ۱ روزه، بارش با توالی دو روز، بارش با توالی سه روز الی بارش با توالی ۷ روز بررسی و استخراج گردید. برای تحقق اهداف از روش تحلیل خوشه‌ای (فاصله اقلیدسی و روش ادغام وارد) برای ناحیه‌بندی اقلیمی استفاده شد و درنهایت ایران به هفت ناحیه از نظر متغیرهای تعداد روز بارشی تقسیم گردید. سپس دوره مطالعاتی به دو دوره ۱۵ ساله جهت مقایسه تقسیم شد. برای شناسایی شدت بارش روزانه از نسبت بارش حداکثر روزانه به سالانه استفاده شد. نتایج نشان داد که در اغلب نواحی ایران فراوانی روزهای بارشی کوتاه‌مدت در ۱۵ سال دوم مطالعاتی (۲۰۱۳-۱۹۹۹) نسبت به ۱۵ سال اول (۱۹۸۴-۱۹۹۸) روند افزایشی دارد. این امر نشان می‌دهد که بارندگی‌های شدید و رگباری در گستره ایران در حال افزایش است که می‌تواند ناشی از کاهش تعداد روزهای بارشی به‌ویژه بارش‌های میان‌مدت و بلند مدت (۴-۵ و بیشتر از شش روز) باشد و بیشینهٔ بارش در کوتاه‌مدت (بارش ۱- ۳ روز) اتفاق می‌افتد.

کلیدواژه‌ها: مخاطرات بارش، تغییرات بارش، بارش روزانه، توالی بارش، رگبار.

۱ نویسنده مسئول ۰۹۳۹۸۹۹۳۸۵۰ Email: homosapyan2012@gmail.com

۱. مقدمه

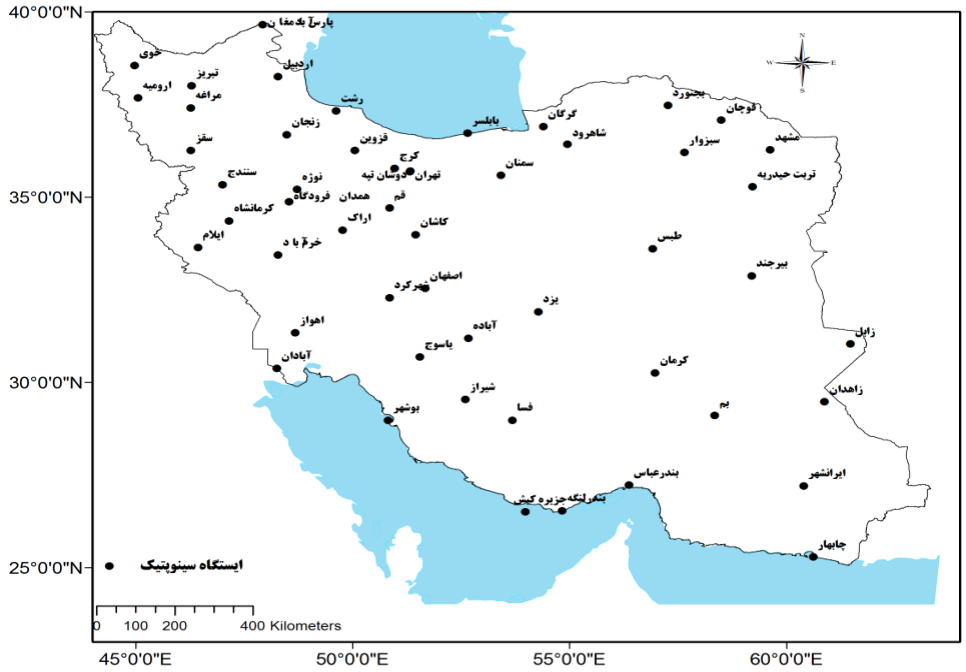
تنوع منشأ بارش در نقاط مختلف ایران و تغییرات زمانی و مکانی مکانیزم‌های بارانزای ایـران بـه همـراه شـرایطی مانند ناهمواری‌ها، عرض جغرافیایی، دوری و نزدیکی به منابع رطوبت و غیره سبب می‌شود تا رفتارهای بـارش ماننـد شدت، تداوم و غیره نیز دارای تغییرات زمانی و مکانی باشند. ازآنجایی‌که توزیع زمانی و مکانی بـارش در ایـران متـأثر از توزیع سیستم‌های گردش جهانی است، کمترین تغییر در الگوی آن، ناهنجاری‌های شدید آب و هـوایی را بـه دنبـال دارد؛ بنابراین، ناهنجاری‌های مکانی و زمانی بارش و تغییـرات شـدید در شـدت بـارش و تفـاوت در نـوع بـارش، از عمده‌ترین ویژگی‌های بارش ایران می‌باشد (بابایی و فرج زاده، ۱۳۸۰). در زمینه مطالعات تغییرات و نوسـانات زمـانی و مکانی بارش مطالعات ارزشمندی صورت گرفته که در ادامه به آن‌ها اشاره مـی‌شـود. دومـروس[1] و همکـاران (۱۹۹۸، ۱۵۱) با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و تحلیل مؤلفـه‌هـای اصـلی بـر بـارش ماهانـه ایـران، پـنج رژیـم بـارش را شناسایی کردند. کانسکار[2] و همکاران (۲۰۰٤: ۱٦٥۹–۱٦٤٥) الگوی مکانی رژیم بارش را در نپال با اسـتفاده از تحلیـل خوشه‌ای بررسی و چهار رژیم بارشی را در این محدوده شناسـایی نمودنـد. مـارتینز[3] و همکـاران (۲۰۰۷، ۱۳۸–۱۲۳) رژیم بارش روزانه را در کاتالونیا[4] با استفاده از تحلیل خوشـه‌ای و مؤلفـه‌هـای اصـلی بررسـی کردنـد. نانتینسـتیگ[5] و همکاران (۲۰۰۷: ۳٤۷–۳٤۱) شدت بارش روزانه و دما در نزدیکی دریاچه هاوگاوسگال مغولسـتان[6] بررسـی نمـوده و دمای بیشینه و کمینه و بارندگی روزانه را واکاوی کرده‌اند. ایشان شش نمایه برای دماهای فـرین و هشـت نمایـه بـرای بارش‌های فرین به دست آوردند. اسکلاسر[7] و همکـاران (۲۰۰۸: ۹–۱) رژیـم بـارش را در منطقـه دران میـود قطـب[8] جنوب مطالعه کرده، نشان دادند که بارندگی در منـاطق سـاحلی بـه علـت فعالیـت‌هـای سـیکلونی از توزیـع فصـلی مناسب‌تری نسبت به داخل خشکی برخـوردار اسـت. الاگیـپ[9] (۲۰۱۰: ۸۲۰–۷۹۵) روزهـای بارنـدگی را در سـودان واکاوی کرد. بررسی وی نشان داد الگوی بارش از بازیافت محلی رطوبت و افزایش همرفتی، تزریق یـون‌هـا و گازهـا در ارتفاعات اتیوپی اثر می‌پذیرد. لئو[10] و همکاران (۲۰۱۱: ۵۰۳–٤۸۷) تغییرات بارش روزانه را بر روی چـین بررسـی نموده‌اند. ایشان با مطالعه بارش، دما، فشار بخارآب و نم نسبی ۳۰۵ ایستگاه دریافتند که افـزایش ۱۰ روزهٔ بارنـدگی در چین و بخصوص در ناحیه‌ای شرقی آن قابل توجه می‌باشـد، امـا ایـن رونـد در مقـدار بـارش سـالیانه تـأثیر چنـدانی

1 Domroes
2 Kansakar
3 Mart´ınez
4 Catalonia
5 Nandintsetseg
6 Hovsgol Mongolia
7 Schlosser
8 Dronning Maud
9 Elagib
10 Liu

نگذاشته است. (کویتری[1] و همکاران، ۲۰۱۵: ۱۱-۱) تغییرات فرین‌های بارش در رومانی مطالعه کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که آب و هوای رومانی در بلند مدت (۵۳ سال) مرطوب‌تر شده است، این امر به خصوص در مناطق شمالی نمود بیشتری داشته است همچنین نشان دادند رخداد بارش فرین به‌وسیله افزایش در تعداد روزهای بارش (R0.1) و یک روند رو به رشد غالب برای تعداد روزهای جدا شده با بارش متوسط و سنگین (R5, R10) مشخص است. مینی[2] و همکاران (۲۰۱۶: ۳۶۵-۳۵۷) به بررسی تغییرات نوع بارش و انواع ابر در شرق رومانی (۱۹۶۱-۲۰۰۸) پرداختند. به این نتیجه رسیدند که تمامی ایستگاه‌های حاضر روند کاهشی معناداری در تعداد روزهای همراه با بارش در دوره گرم سال ارائه می‌دهد. در مطالعه دیگری، (لیم زاکول[3] و همکاران (۲۰۱۶: ۳۱۷-۳۰۱) به بررسی روندهای بلند مدت و تغییرپذیری مجموع بارش‌های فرین در تایلند پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در بیشتر مناطق تایلند، تعداد بارش کمتر بوده است، ولی شدت آن‌ها بیشتر شده است. اقلیم شناسان ایران نیز مطالعاتی در مورد ویژگی‌های رژیم بارشی ایران انجام داده‌اند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. علیجانی (۱۳۷۶، ۱۳۸) بر اساس عناصر بارندگی از قبیل بارندگی سالانه، تمرکز فصلی و حداکثر ۲۴ ساعته سالانه بارندگی کل کشور را به شش ناحیه تقسیم کرد. بابائی فینی و فرج زاده (۱۳۸۲، ۱۶۶) خصوصیات عمده رژیم بارش ایران را توأم با نوسان‌های شدید و کوتاه بودن دوره بارش می‌دانند. مسعودیان (۱۳۸۴: ۵۹-۴۷) رژیم بارش ایران را بررسی و پهنه‌بندی نمود. وی سه رژیم بارشی در ایران را شناسایی نمود. از سویی نیز سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش ایران در طی دوره ۴۰ ساله بررسی شده است. نتایج این بررسی نشان داد که روند بارش سالانه در منطقه غرب و شمال غرب دارای روند کاهشی است. اما بیشتر ایستگاه‌های واقع در نواحی جنوبی و مرکزی ایران دارای روند افزایشی بوده است (ایران‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۶: ۶۷). همچنین رضیئی و عزیزی (۱۳۸۸: ۸۶-۶۵) به شناسایی مناطق همگن بارش در غرب ایران پرداختند پنج منطقه همگن بارش را در این بخش شناسایی نمودند. (عساکره،۱۳۸۹) در پژوهشی به تحلیل تغییر بارش در استان زنجان پرداخت. ایشان در این مطالعه به این نتیجه رسیدند که شاخص فصلی استان گویای دو نوع رژیم بارش است: رژیم نخست، عمدتاً فصلی با یک فصل کوتاه خشک و رژیم دوم شامل یک رژیم کاملاً فصلی شد. مسعودیان و همکاران،۱۳۹۰) جهت پهنه‌بندی بارش غرب و شمال غرب ایران از تحلیل خوشه‌ای استفاده کردند، نتیجه مطالعه نشان داد منطقه مورد مطالعه بر حسب مقدار و زمان دریافت بارش به سه ناحیه بارشی متمایز تقسیم می‌شود. مناطق مذکور با توجه به وضعیت بارشی آن‌ها شامل منطقه کم بارش، پربارش و متوسط می‌باشد. در مطالعه‌ای دیگر توزیع زمانی و مکانی بارش شهرستان تبریز با روش تحلیل خوشه‌ای بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد که شهرستان تبریز از لحاظ بارش به سه گروه مجزای بارش

1 Croitoru
2 Manea
3 Limsakul

کم، متوسط و زیاد قابل تفکیک است (جهانبخش اصل و همکاران،۱۳۹۲). عساکره و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه نشان دادند که کمترین ضریب تغییرات و بیشترین یکنواختی بارش در شمال شرق پهنه شمال غرب ایران رخ می‌دهد. و بخش جنوب غربی پهنه، دارای رژیم بارش کاملاً متمرکز است (عساکره و همکاران،۱۳۹۳). با توجه به تغییر اقلیم و اثرگذاری آن در عناصر مهم آب و هوایی از جمله بارش و انواع آن و تغییر در الگوهای بارش از جمله تغییر در نوع، میزان و تاریخ بارش، مطالعه و بررسی آن حائز اهمیت است. تلاش این مطالعه بر آن است تا به بررسی و شناسایی تغییرات تعداد روز بارش، میانگین بارش روزانه و تغییرات شدت بارش در نواحی بارشی و مخاطرات ناشی از آن در دوره آماری بلند مدت بپردازد.



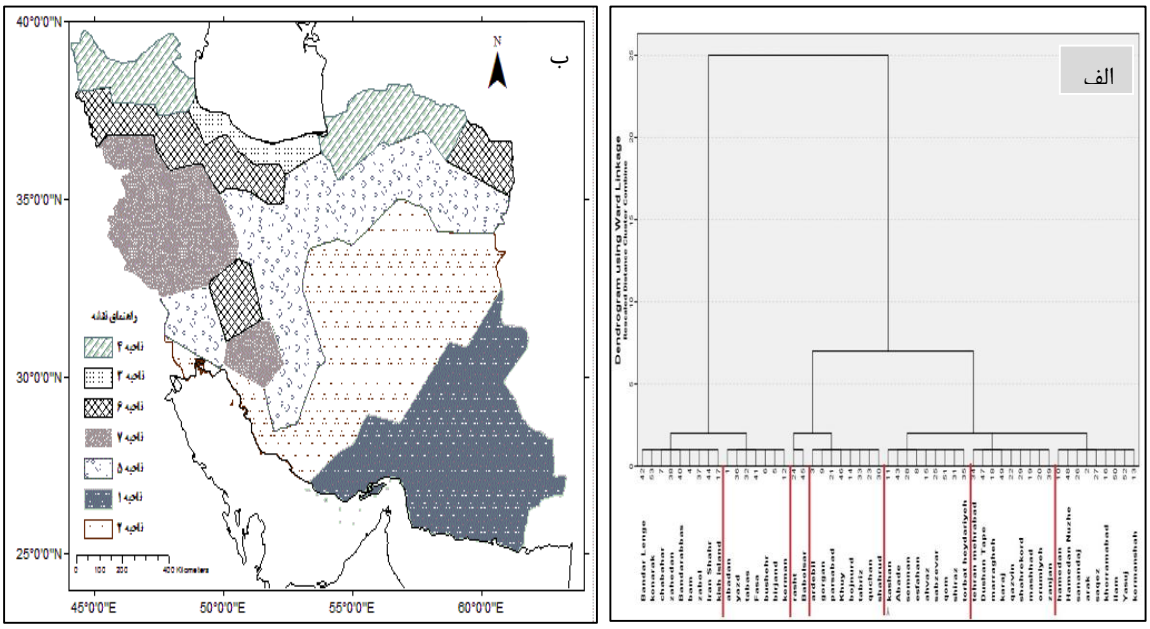
شکل ۱. پراکندگی و موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی

۲. منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش از داده‌های بلند مدت ساعتی در طی سال‌های ۱۹۸٤ تا ۲۰۱۳ بهره گرفته شد. این داده‌ها برای ۵۳ ایستگاه همدید در نقاط مختلف ایران گرد آوری شد. در این مطالعه ایستگاه‌هایی انتخاب شد که دارای بیشترین طول دوره آماری بودند. ایستگاه‌های مطالعاتی در شکل (۱) نشان داده شده است.

۳. مواد و روش‌ها

برای شناسایی نواحی بارشی ایران، نخست داده‌های روزانه بارش ۵۳ ایستگاه سینوپتیک که دارای دوره مشترک آماری بودند از سال ۱۹۸٤ تا ۲۰۱۳ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. ابتدا برای مشخص کردن روز بارشی (بارش‌های با میزان ۰/۱ میلی‌متر و بیشتر) انتخاب شدند. جهت طبقه‌بندی از نظر دوره تداوم بارش، روزهای بارشی در ۷ طبقه بارش، بارش ۱ روزه، بارش با توالی دو روز، بارش با توالی سه روز الی بارش با توالی ۷ روز بررسی و استخراج شد. شایان ذکر است که بارش‌های بالاتر از ۷ روز در کلاسه بارش با توالی ۷ روز قرار داده شد. برای شناخت نواحی اقلیمی و ویژگی‌های آن‌ها از تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. جهت انجام تحلیل خوشه‌ای و ناحیه بندی از روش فاصله اقلیدسی و روش ادغام وارد به دلیل طبقه‌بندی مناسب‌تر و به حداقل رساندن مجموع مربعات انحرافات درون‌گروهی استفاده شد. برای ناحیه بندی بر اساس تحلیل خوشه‌ای از ۷ متغیر روز بارشی، که شامل بارش یک روزه، دوروز متوالی، سه روز متوالی، چهار روز متوالی، پنج روز متوالی، شش روز متوالی بارشی و هفت روز بارش متوالی بود، استفاده شد. نتیجه نهایی تقسیم کشور ایران به هفت نواحی با بیشترین تشابه درون‌گروهی و بیشترین تفاوت برون گروهی از نظر متغیرهای تعداد روز بارشی شد. شکل الف شماره (۲) نمودار درختی (دارنما) حاصل از اعمال تحلیل خوشه‌ای بر داده‌ها را نشان می‌دهد همان‌طور که از محل تقطیع این نمودار می‌توان مشاهده نمود، مشخصات تعداد روز بارش پهنه مورد مطالعه، به ۷ ناحیه تقسیم شده است. در ادامه بعد از شناسایی نواحی اقلیمی، به منظور شناسایی بارش‌های مخاطره آمیز و رگباری، فراوانی روزهای بارشی یک روزه تا هفت روزه و بیشتر، به ۳ بخش بارش کوتاه‌مدت شامل بارش ۱روزه، ۲ روزه و ۳ روزه، میان‌مدت (بارش ٤ روزه و ۵ روزه) و بلند مدت (بارش‌های ٦ روزه و بیشتر) تقسیم بندی شد. سپس به منظور مشخص کردن تغییرات مقدار بارش روزانه هر یک از نواحی، ابتدا میانگین بارش روزانه بارش‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلند مدت نواحی محاسبه شد و سپس ضریب تغییرات فراوانی روز بارش و میانگین بارش روزانه برای هر کدام از نواحی بدست آمد. نقشه نهایی در محیط GIS با استفاده از امکانات تحلیل فضایی برای ناحیه بندی استفاده و ترسیم شد، تا از این رهگذر پهنه‌هایی از کشور که در معرض مخاطره جدی بارش‌های کوتاه سیلابی است مشخص شود. موقعیت گروه‌های حاصل از انجام ناحیه بندی در شکل شماره ۲(ب)، ارائه شده است. در ادامه به منظور ارائه الگوی توزیع زمانی و مکانی بارش در هریک از نواحی و شناسایی شدت بارش‌های روزانه، نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه محاسبه و تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه تغییرات بارندگی در ۱۵ سال اول با ۱۵ سال دوم، ضریب افزایش یا کاهش تغییرات بارندگی در دو بازه زمانی مذکور محاسبه شد. در ادامه فرمول ضریب مذکور آمده است. درصد ضریب افزایش یا کاهش بارندگی (مقدار بارش یا تعداد روز) برابر است با میانگین بارش (تعداد روز بارش) نیمه دوم تقسیم بر میانگین بارش (تعداد روز بارش) نیمه اول ضرب عدد ۱۰۰.

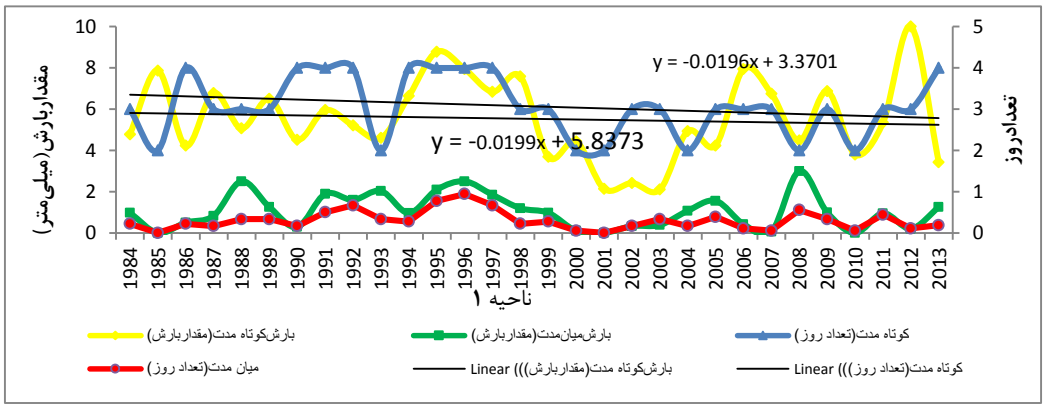


شکل ۲. نمودار‌درختی حاصل ازانجام تحلیل خوشه‌ای (الف)، موقعیت گروه‌های حاصل از انجام ناحیه بندی (ب)

٤. بحث و نتایج

تغییرات روزهای بارشی و میانگین مقدار بارش روزانه

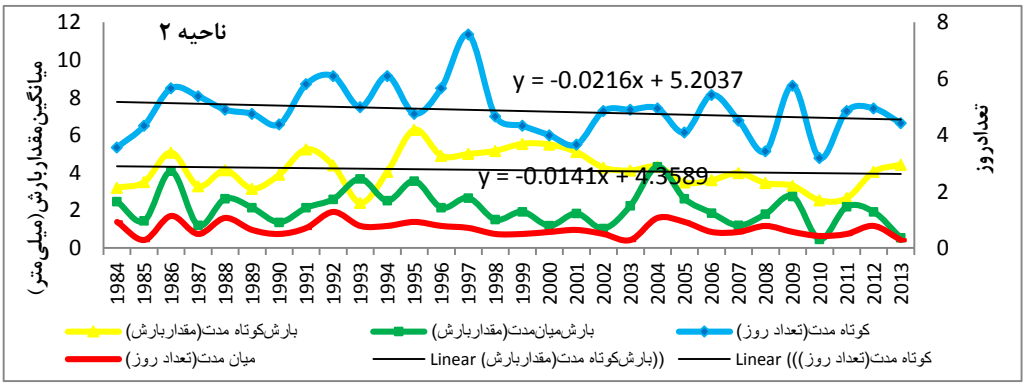
در ناحیه یک (جنوب و جنوب شرق کشور)، تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزهای کوتاه‌مدت (بارش یک تا سه روز) و میان‌مدت (بارش چهار و پنج روز) هر دو روند کاهشی دارند. شایان ذکر است که تعداد روز بارشی بالاتر از ۵ روز (بلندمدت) در این ناحیه وجود ندارد (شکل ۳ و جدول ۱). میانگین تعداد روز بارشی در این ناحیه برابر با ۱۷ روز در سال بوده است. با مقایسه ضریب تغییرات مقدار بارش کوتاه‌مدت و ضریب تغییرات میانگین بارش میان‌مدت مشخص شد که بارش کوتاه‌مدت دارای تغییرات مکانی بالایی است. میانگین بارش روزانه در طی ۳۰ سال در این ناحیه ۳/۳ میلی متر می‌باشد. نواحی جنوب شرق کشور دارای آب و هوای گرم و خشک و گاهی شرجی است که تحت تأثیر بادهای موسمی قرار می‌گیرد. هرگاه هوای گرم و مرطوب در این منطقه توانایی صعود داشته باشد ایجاد بارندگی می‌کند. گرچه فراوانی بارندگی‌های سنگین در جنوب کشور کم است اما به باور آتشی (۱۳۹۲: ۲۲) یکی از ویژگی‌های بارش‌های جنوب کشور این است که ممکن است بیش‌تر بارش سالیانه در یک روز رخ دهد. سواحل جنوبی کشور علی رغم نزدیکی به منابع آبی خلیج فارس و دریای عمان به دلیل وجود دیگر شرایط ابر و بارش، از بارش کمی برخوردارند (عسکری و رحیم زاده،۱۳۸۵: ۲).



شکل۳. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ۱

ناحیه دو

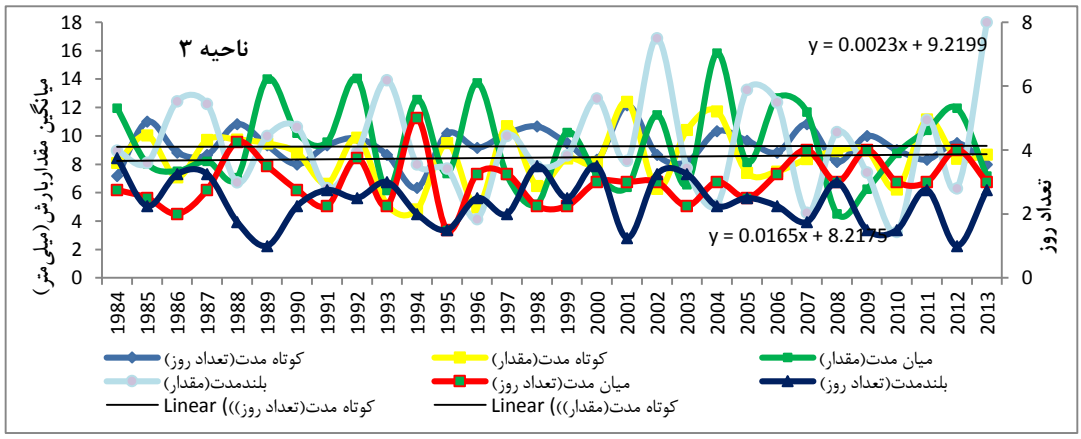
در این ناحیه نیز تعداد روز بارشی و میانگین مقدار بارش کوتاه‌مدت و میان‌مدت هر دو دارای روند کاهشی بوده است (شکل ٤ و جدول ۱). نتایج نشان داد که تغییرات تعداد روز بارشی و میانگین بارش کوتاه‌مدت بیشتر از تغییرات میان‌مدت است. شایان ذکر است که تعداد روز بارش برابر با ۲۷ روز در سال با میانگین بارش ۳/۱ میلیمتر بوده است. به عبارت دیگر در این ناحیه از مجموع بارش سالانه و تعداد روز بارشی در طول دوره آماری کاسته شده است. به نظر می‌رسد کمبود بارش در این ناحیه از یک سو به سبب حاکمیت پرفشار جنب حاره در دوره گرم سال و از سوی دیگر به علت قرار گیری در سایهٔ بارش رشته کوه زاگرس باشد که از تأثیر سامانه‌های غربی بر این بخش از کشور پیشگیری می‌کند. به همین سبب است که گذشته از فقر بارش محتوای رطوبت جوی این ناحیه بسیار اندک است (مسعودیان، ۱۳۸۸: ۷).



شکل ٤. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ۲

ناحیه ۳

در این ناحیه (سواحل دریای خزر)، روزهای بارشی کوتاه‌مدت با ضریب ۱۰۱/٤٤ افزایشی است و روزهای بارشی میان‌مدت و بلند مدت روند کاهشی دارد (شکل ۵ و جدول ۱). تعداد روز بارشی در این ناحیه دارای بیشترین میزان (برابر با ۱۱۳ روز) در سال بوده است. نکته قابل توجه این است که بارش‌های کوتاه‌مدت (بارش با توالی ۱ تا ۳ روز) در ناحیه مذکور سیر افزایشی دارد، این موضوع تاکیدی بر گرایش رژیم بارش این ناحیه بر بارش رگباری در نیمه دوم مطالعاتی دارد که می‌تواند مخاطرات محیطی از جمله سیل را در این مناطق افزایش داده و خسارات‌های جانی و مالی زیادی را در پی داشته باشد. بارش میان‌مدت این ناحیه که شامل مقدار بارش‌های با توالی ٤ و ۵ روز می‌باشد کاهشی شده است. کمترین تغییرات بارش با مقایسه ضریب افزایشی بارش مربوط به بارش کوتاه‌مدت است و بالاترین تغییرات را بارش‌های بلند مدت دارا است. در اواخر تابستان و فصل پاییز، با گرم‌تر شدن آب دریا و پدیدار شدن پرفشار دریای سیاه جریان‌های هوای سرد شمالی از راه گردش‌های واچرخندی برروی خزر واقع می‌شود و پس از صعود، ایجاد ابر و بارش می‌کند. به سبب همین ساز و کار است که آسمان سواحل جنوبی خزر اغلب پوشیده انواع ابرهای پایین، جوششی و پوششی است که موجب رخداد بارش‌های متنوع در منطقه می‌شود (نوری و همکاران، ۱۳۹۱: ۳). کرانه‌های جنوب غربی خزر بیش‌ترین فراوانی روزهای بارانی ممتد سنگین کشور را دارد، جهت واچرخندی جریان‌های هوای سرد و خشک شمالی که اینگونه بارندگی‌ها را پدید می‌آورند سبب شده تا فراوانی این گونه بارندگی‌ها در غرب بیش از شرق خزر باشد (شکی، ۱۳۹۳: ۷).

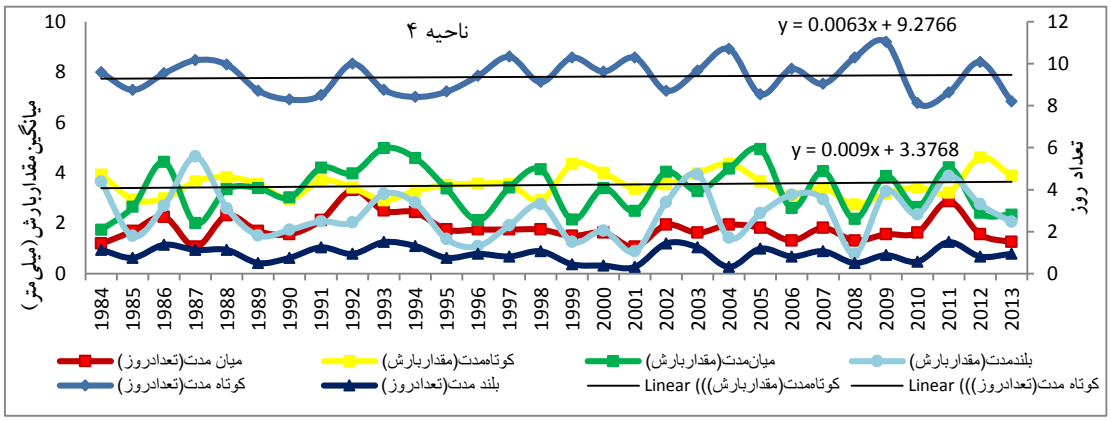


شکل ۵. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ۳

ناحیه ٤

در ناحیه ٤ بارش‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت از نظر تعداد روز بارش سیر افزایشی دارد. بارش‌های بلند مدت (بارش باتوالی ٦ و ۷روز و بیشتر) روند کاهشی داشته است. ضریب بارش‌های کوتاه‌مدت با میزان ۱۰۳/٦۲ افزایشی

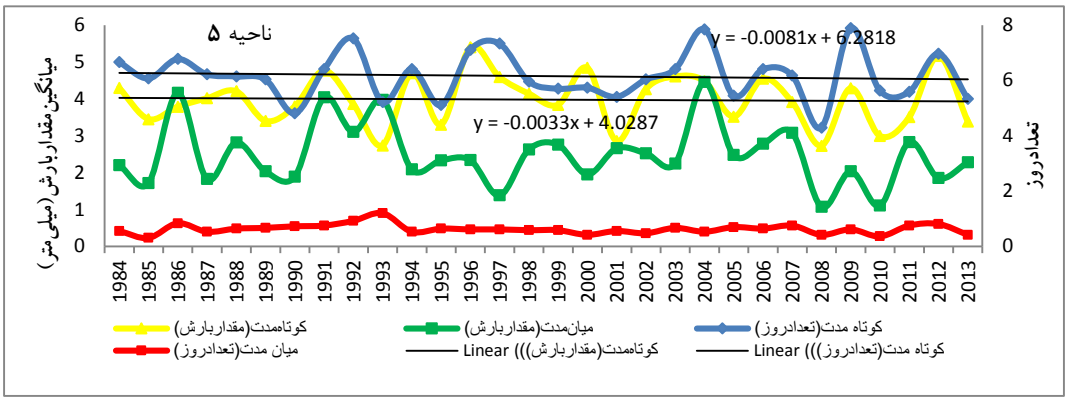
است. (شکل ٦ و جدول ۱). شایان ذکر است که تعداد روز بارشی در این ناحیه ۷٤ روز (با میانگین بارش ٤ میلی‌متر) در سال است. در ادامه با مقایسه بارش کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بارش بلند مدت، کمترین تغییرات بارش مربوط به بارش میان‌مدت است. بارش‌های ملایم و آرام که در زمان طولانی‌تری ریزش می‌کند، فرسایش چندانی به وجود نمی‌آورد، اما بارش‌های شدید و رگباری باعث فرسایش شدید خاک می‌شود و مسلماً هرچقدر شدیدتر حادث شود، فرصت کافی برای جذب آب توسط خاک وجو نداشته، رواناب بیشتری تولید می‌شود و خطرات زیادی را در پی خواهد داشت.



شکل ٦. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ٤

ناحیه ۵

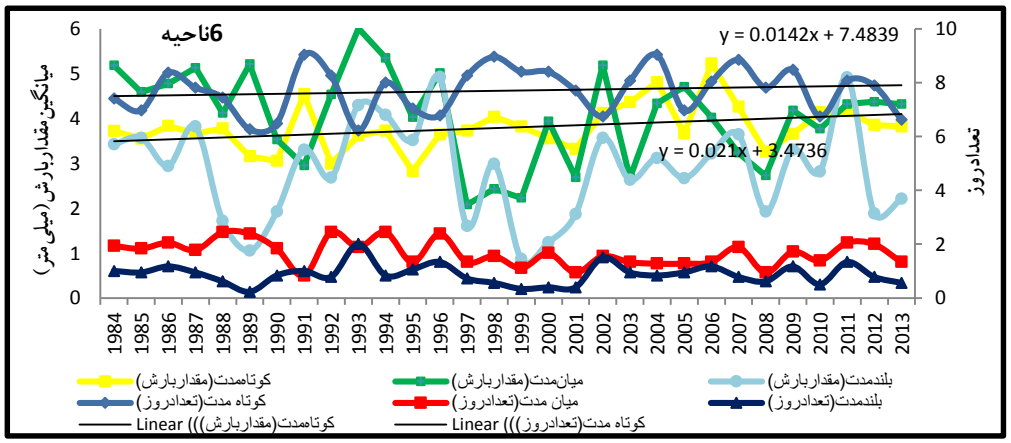
بارش‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت ناحیه پنج هر دو روند کاهشی را نشان می‌دهد (شکل ۷ و جدول ۱). در این ناحیه نیز ضریب بارش‌های کوتاه‌مدت بیشتر است. تعداد کل روز بارشی در دوره مطالعاتی روند کاهشی را نشان می‌دهد. تعداد روز بارشی سالیانه در این ناحیه برابر با ۳۹ روز (با میانگین بارش ۳/۲ میلی‌متر) در سال می‌باشد. در ناحیه ۵ میانگین بارش‌های روزانه کوتاه‌مدت و بارش‌های میان‌مدت هر دو روند کاهشی داشته است که می‌تواند با توجه به اینکه مقدار بارش و پوشش گیاهی در این ناحیه کم است و روند کاهش آن باعث می‌شود آسیب‌های زیست محیطی در این ناحیه بیشتر شده، پوشش گیاهی کمتر و بارش‌های رگباری خطرات بیشتری را به وجود بیاورند. شایان ذکر است که در این ناحیه بارش با توالی ٦ روز و بیشتر وجود ندارد. ضریب تغییرات مقدار بارش کوتاه‌مدت کمتر از ضریب تغییرات میانگین بارش میان‌مدت است.



شکل۷. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ۵

ناحیه ٦

نتایج نشان داد دو مشخصه تعداد روز بارش و میانگین بارش روزانه کوتاه‌مدت (بارش ۱ تا ۳ روز) سیر افزایشی دارد. بارش‌های میان‌مدت و بلند مدت روند کاهشی داشته است. ضریب بارش‌های کوتاه‌مدت با مقدار ۱۰٤/٤۲افزایشی است. (شکل ۸ و جدول ۱). تعداد کل روز بارشی سالانه برابر با ٦٦ روز در سال با میانگین بارش روزانه ٤ میلی‌متر می‌باشد. آنچه‌که مشخص است این است که بارش گرایش به تمرکز دارد.

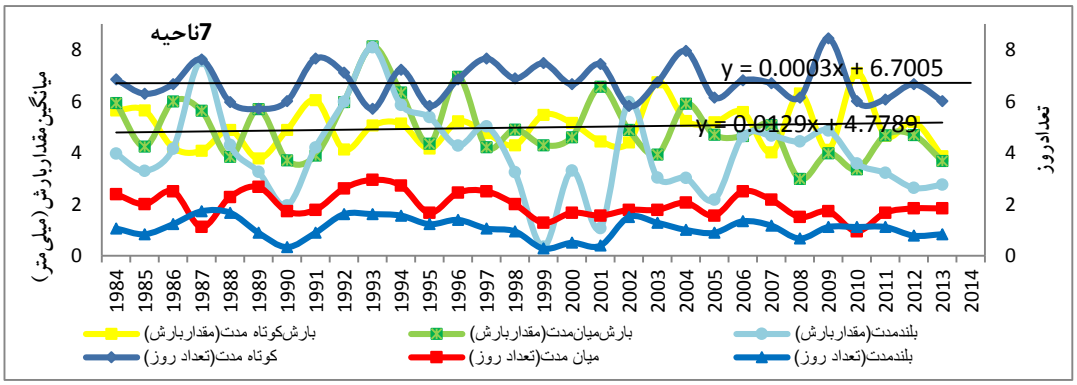


شکل ۸. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ٦

ناحیه ۷

در این ناحیه تعداد روزهای بارشی (با ضریب ۱۰۱) و میانگین بارشی کوتاه‌مدت سیر افزایشی داشته است. اما بارش‌های میان‌مدت و بلند مدت در هر دو مشخصه بارش روند کاهشی دارد (شکل ۹ و جدول ۱). تعداد روز بارشی سالیانه در این ناحیه ٦٦ روز با مقدار میانگین بارش ۵ میلی‌متر می‌باشد. مقایسه ضریب میانگین بارش‌های

مذکور نشان داد که بارش های بلند مدت کمترین تغییرات را داشته است. منطقه غرب ایران به دلیل دارا بودن کوهستان‌ها، ناحیه مناسبی برای تشدید و گسترش بارندگی و گاهی جاری شدن سیل مساعد می‌باشد؛ زیرا اثرات کوهستان‌ها در گیرش رطوبت هوا، نقش مهمی را در افزایش ریزش‌های جوی ایفا می‌کند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). افزایش بارش‌های کوتاه‌مدت و میانگین مقدار بارش ناحیه با در ایجاد سیل و هدر رفت بارش می‌تواند منجر به تشدید مخاطرات اقلیمی شود



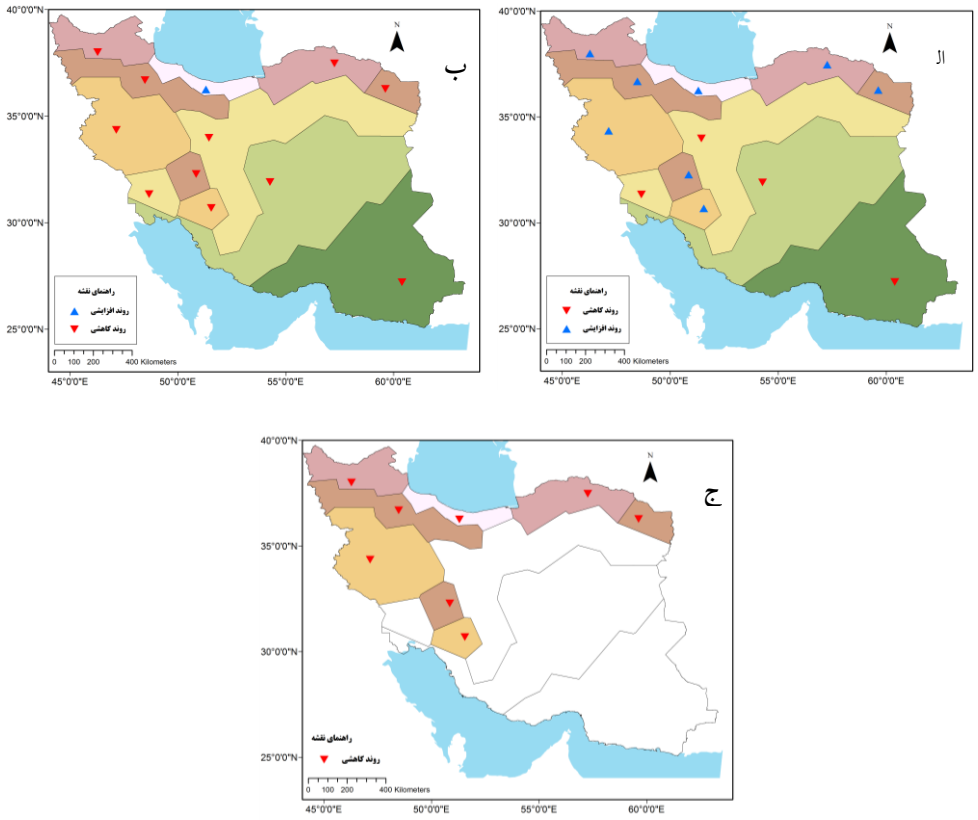
شکل ۹. نمودار تعداد روز بارشی و میانگین بارش روزانه ناحیه ۷

جدول ۱. ضریب تغییرات فراوانی روزهای بارشی و ضریب تغییرات میانگین بارشی روزانه بارشی ایران

ناحیه	ضریب بارش‌های کوتاه‌مدت/فراوانی روز		ضریب بارش‌های میان‌مدت (فراوانی‌روز)		ضریب بارش‌های بلند مدت (فراوانی‌روز)		ضریب بارش‌های کوتاه‌مدت/میانگین بارش روزانه		ضریب بارش‌های میان‌مدت/میانگین بارش روزانه		ضریب بارش‌های بلند مدت/میانگین بارش روزانه	
۱	۸۰/۳۹	کاهشی	۵۰	کاهشی	*	*	٦٧/٧٤	کاهشی	۵۳/۹۵	کاهشی	*	*
۲	۸٤/۸۱	کاهشی	۷۵	کاهشی	*	*	۹۳/۰۲	کاهشی	۷۹/۱٦	کاهشی	*	*
۳	۱۰۱/٤٤	افزایشی	۱۰۲/۲	افزایشی	۹٤/۵۹	کاهشی	۱۰۹/۹	افزایشی	۹۷/۵۸	کاهشی	۱۱۵/۳۸	افزایشی
٤	۱۰۳/٦۲	افزایشی	۸٦/۲۰	کاهشی	۸۰	کاهشی	۱۰۷/۹۸	افزایشی	۹۷/۰۵	کاهشی	۱۰۱	افزایشی
۵	۹٦/۸۰	کاهشی	۹۰	کاهشی	*	*	۹۷/۵	کاهشی	۹٦	کاهشی	*	*
٦	۱۰٤/٤۲	افزایشی	۷۸/۵۷	کاهشی	۸۵/۷۱	کاهشی	۱۱۱/۱۱	افزایشی	۸٦/۰٤	کاهشی	۸۷/۰۹	کاهشی
۷	۱۰۱	افزایشی	۷۸/۷۸	کاهشی	۷۷/۷۷	کاهشی	۱۰۲/۰۸	افزایشی	۸٤/۹۰	کاهشی	۷۰/۲۱	کاهشی

بررسی شکل ۱۰ نشان می‌دهد بارش‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت مناطق خشک ایران (نواحی ۱، ۲ و ۵) در طول ۳۰ سال دارای روند کاهشی بوده است و از تعداد روزهای بارشی در مناطق خشک ایران کاسته شده است. در مناطق کوهستانی ایران (نواحی ٤، ۵ و ٦) بارش‌های کوتاه‌مدت روند افزایشی داشته است و تعداد روزهای بارشی یک تا سه روزه در این نواحی روند صعودی و بارش‌ها در این نواحی رگباری و کوتاه‌مدت شده‌اند. این امر می‌تواند خطرات ناشی از سیل گرفتی و خطرات زیادی برای محصولات کشاورزی و

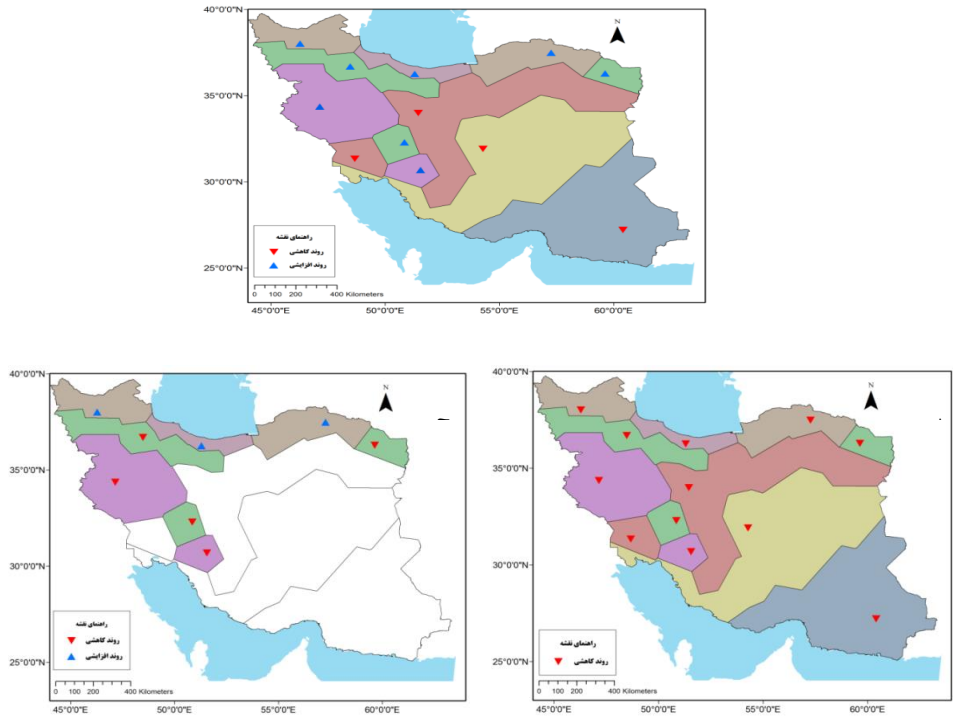
سکونت‌گاه‌های شهری و روستای در پی داشته باشد. در این مناطق بارش‌های میان‌مدت و بلند مدت در طول دوره مطالعاتی روند کاهشی داشته‌اند. نواحی ساحلی شمال کشور (ناحیه ۳) در طول دوره مطالعاتی از بارش‌های بلند مدت کاسته شده و بر تعداد بارش‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت در این مناطق افزوده شده است. با توجه به اینکه در طول سالیان اخیر بیشتر نواحی جنگلی و مراتع این مناطق از بین رفته‌اند و بیشتر منطقه به حالت مسکونی تغییر کاربری داده است افزایش بارش‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت در این منطقه می‌تواند مخاطرات زیادی از جمله افزایش سیل که خطرات جانی و مالی زیادی را در پی دارد باعث شستن و حمل خاک حاصلخیز این مناطق و تحت تأثیر قرار دادن اکوسیستم منطقه شود.



شکل ۱۰. نقشه روندفراوانی روزهای بارشی کوتاه‌مدت (الف)، میان‌مدت (ب) بلند مدت (ج) نواحی اقلیمی ایران

بررسی شکل ۱۱ نشان می‌دهد که بارش‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت در طی ۳۰ سال اخیر در نواحی (۱، ۲ و ۵) که به عنوان نواحی خشک شناخته شده‌اند روند کاهشی داشته است، با توجه به حساس بودن پوشش گیاهی این مناطق و خشک بودن محیط ادامه این روند کاهشی می‌تواند مشکلات موجود در این مناطق از

جمله از بین رفتن پوشش گیاهی، افزایش بیابان زایی، تشدید طوفان‌های گرد وخاک و... شود. نواحی (٤، ٦ و ٧) که بیشتر مناطق کوهستانی ایران را در برگرفته است میانگین بارش روزانه بارش‌های کوتاه‌مدت در این مناطق دارای روند افزایشی است و باتوجه به اینکه فراوانی روزهای بارشی کوتاه‌مدت نیز در این نواحی دارای روند افزایشی است این امر می‌تواند باعث تشدید بارش‌های رگباری ناحیه شود که خود می‌تواند مسبب افزایش و تشدید سیل و خسارات جانی و مالی در این مناطق شود. در این نواحی میانگین بارش‌های میان‌مدت دارای روند کاهشی و میانگین بارش‌های بلند مدت فقط در ناحیه ٤ که آذربایجان و خراسان شمالی و گرگان را شامل می‌شود دارای روند افزایشی است و در بقیه نواحی کوهستانی دارای روند کاهشی است. مناطق ساحلی شمال کشور که به عنوان ناحیه ۳ شناخته شده است میانگین بارش‌های روزانه کوتاه‌مدت و بلند مدت دارای روند افزایشی و میانگین بارش‌های میان‌مدت دارای روند کاهشی است که این تغییرات بارشی در نواحی ساحلی شمال با توجه به اینکه این مناطق در چند سال اخیر بحران‌های محیطی از جمله سیل تشدید شده است می‌تواند خطرات متعددی را در پی داشته باشد.



شکل ۱۱. نقشه روندمیانگین بارش‌روزهای بارشی کوتاه‌مدت (الف)، میان‌مدت (ب)، بلند مدت (ج) نواحی ایران

شدت بارش روزانه

نسبت بارش یک روزه به بارش سالانه، معیاری برای شناسایی شدت بارش‌های روزانه است. بالا بودن این نسبت بیانگر آن است که احتمال دارد تمام و یا بیشتر بارش سالانه در مدت فقط چند روز اتفاق افتد؛ به عبارت دیگر بالا بودن این نسبت نشان می‌دهد که بیشتر بارندگی‌ها اکثراً شدید و رگباری هستند. برعکس پایین بودن این نسبت حاکی از وقوع بارندگی‌های ملایم و فراوانی بیشتر روزهای بارانی است (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۲: ۱).

شدت بارش در ناحیه ۱، در بررسی شکل ۱۲ ناحیه ۱، میانگین نسبت بالاترین بارش‌های روزانه به سالانه ۳۳/۱ درصد است. این ناحیه بالاترین درصد نسبت بالاترین بارش روزانه به سالانه را دارد. بالا بودن این نسبت نشان می‌دهد که تمام یا بیشتر بارش سالانه در مدت فقط چند روز اتفاق می‌افتد. که درصورت وجود عوامل صعود و هوای گرم و رطوبت باران‌های شدیدی رخ می‌دهد. نسبت بارش ٢٤ ساعته به بارش کل با ضریب ۱۳۳/۱ افزایشی است. باتوجه به ضعف پوشش گیاهی و اقلیم خشک، وقوع بارش‌های خطرناک در این ناحیه مشکل آفرین است. بیشترین درصد بارش ٢٤ ساعته به بارش سالانه در سال ۲۰۱۰، برابر با ٥٤/٧ درصد رخ داده است که بیشتر از نصف بارش سالانه در ٢٤ ساعت باریده است. علاوه بر اینکه بارش از عدم یکنواختی شدیدی برخوردار است، رگباری بودن و شدت بارش‌های رخ داده علاوه بر هدر رفت بارش خسارات جانی و مالی را در این منطقه ازکشور که دارای پوشش گیاهی ضعیفی است به بار آورده است.

ناحیه ۲، این ناحیه مناطق خشک و بیابانی کشور را شامل می‌شود، میانگین نسبت بارش ٢٤ ساعت به بارش سالانه برابر با ۲۰/۱ درصد می‌باشد که با ضریب ۱۱۲/۷ دارای روند افزایشی است. بالا بودن این نسبت نشان می‌دهد که وقوع بارندگی‌های تند و رگباری جزء ویژگی اقلیم ناحیه است و روزهای بارانی کم دارد. شدت بارش‌های کوتاه‌مدت و رگباری شدن بارش در این مناطق با توجه به ضعف پوشش گیاهی و حساس بودن خاک، پیامدهای جبران ناپذیری را در پی دارد. ناحیه ۱ و ۲ از حیث بارش‌های رگباری و سنگین در یک شبانه روز بسیار آسیب پذیر است.

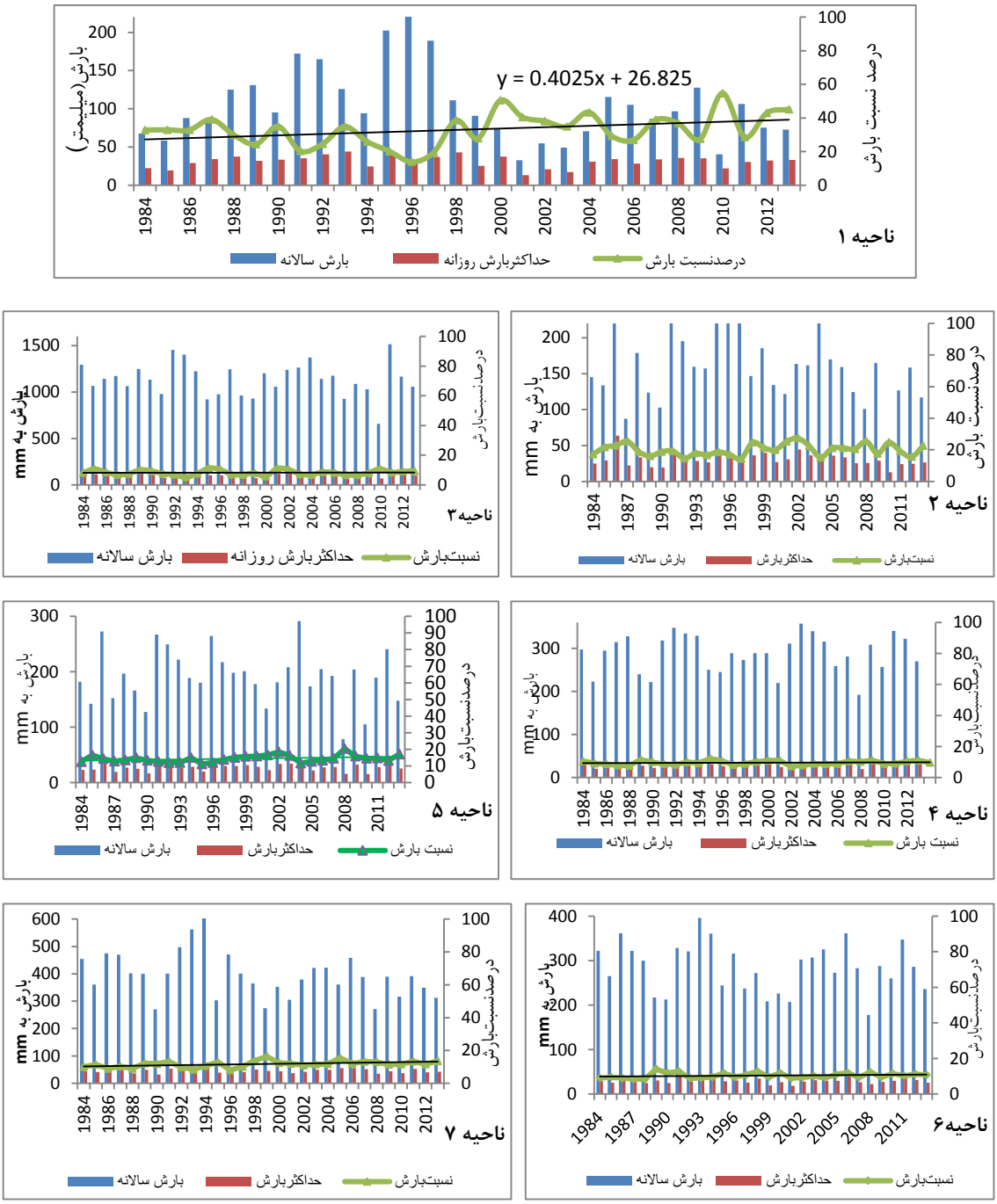
ناحیه ۳، در این ناحیه نسبت بارش‌های حداکثری به بارش سالانه در مقایسه با سایر نواحی پایین است. این امر حاکی از وقوع بارندگی‌های ملایم‌تر با تعداد روزهای بارندگی بالاتری است که بارش در طول سال از یکنواختی بالاتری برخوردار است. در این ناحیه بالاترین مقدار بارندگی نسبت به مقدار متوسط بارندگی دارای هماهنگی است. در ناحیه مذکور بارش از یکنواختی تقریباً بالای برخوردار است و پوشش گیاهی و جنگلی این ناحیه به بیشترین حد خود در کل منطقه مطالعاتی رسیده است. که موجب شده پدیده‌های مخاطره آمیزی مثل سیل نسبت به نواحی دیگر مطالعاتی به کمترین مقدار خود رسیده است. شایان ذکر است که ضریب افرایش بارش ٢٤ ساعته به بارش سالانه برابر با ۱۰۱,۲ نیز افزایشی می‌باشد.

ناحیه ٤، این ناحیه شامل دو قسمت شمال شرق و شمال غرب ایران است. بعد از نواحی ساحلی شمال ایران، دارای کمترین درصد حداکثر بارش ٢٤ ساعت به مجموع بارش سال می‌باشد. میانگین نسبت بالاترین بارش روزانه به سالانه ۱۰ درصد می‌باشد که با ضریب ۱۰۲ دارای روند افزایشی است.

ناحیه۵ روند افزایشی بارش ٢٤ ساعته به بارش سالانه در این ناحیه برابر با ۱۱٤/۱ می‌باشد. در برخی از سال‌های مطالعاتی ناحیه، حدود یک پنجم از مجموع بارش سالانه در یک روز باریده است. این ناحیه از کشور دارای پوشش گیای ضعیف و حساسی است و کوچکترین تغییرات آب و هوای می‌تواند اکوسیستم منطقه را با خطراتی مواجه کند. ۱۵ درصد از بارش سالانه این ناحیه در یک روز اتفاق می‌افتد.

ناحیه ٦، نسبت حداکثری بارش در این ناحیه تقریباً دارای روند افزایشی ملایم‌تری است که ضریب تغییرات آن برابر با ۱۰۱ می‌باشد. حدود ۱۱ درصد از مجموع بارش سالانه در یک روز رخ داده است. این ناحیه نیز، مانند ناحیه چهار، تغییرات محسوسی در زمینه روند افزایشی یا کاهشی نسبت حداکثر بارش روزانه به سالانه را نداشته است.

ناحیه ۷، این ناحیه مناطق غربی کشور و یاسوج را شامل می‌شود. میانگین نسبت به بارش سالانه در این ناحیه ۱۲ درصد است که با ضریب ۱۱۸ دارای روند افزایشی است. روند افزایشی ضریب مذکور نشان می‌دهد که بارندگی‌های رگباری و کاهش روزهای بارندگی در این ناحیه رو به افزایش است.



شکل۱۲. نمودار نسبت بارش روزانه به سالانه در نواحی هفت گانه

۵. نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با به کارگیری پارامترهای روز بارشی در ایران و اعمال تحلیل خوشه‌ای مشخص شد که ۷ ناحیه بارشی در کشور وجود دارد. سپس تغییرات روزهای بارشی و میانگین مقدار بارش روزانه و شدت بارش روزانه هر یک از نواحی بررسی شد. ناحیه‌های بدست آمده و توزیع جغرافیایی آن‌ها به شرح زیر است:

۱: در نواحی خشک و نیمه خشک ایران که شامل ناحیه ۱، ۲ و ۵ که شامل ایستگاه‌های بندر لنگه، کنارک، چابهار، زاهدان، بندر عباس، بم، زابل، ایرانشهر، کیش، آبادان، یزد، طبس، فسا، بوشهر، بیرجند، کرمان، کاشان، آباده، سمنان، اصفهان، اهواز، سبزوار، قم، شیراز و تربت حیدریه است، تعداد روز بارشی کوتاه‌مدت (بارش با توالی ۱روزه، ۲ روزه و ۳ روزه) و بارش میان‌مدت (بارش‌های ٤ و ۵ روزه) در طول ۳۰ سال دارای روند کاهشی بوده است. بطوری که ضریب بارش‌های کوتاه‌مدت (درصد ضریب افزایش یا کاهش بارندگی (مقدار بارش یا تعداد روز) برابر است با میانگین بارش (تعداد روز بارش) نیمه دوم تقسیم بر میانگین بارش (تعداد روز بارش) نیمه اول ضرب عدد ۱۰۰) برابر با ۸۷ (بارش ۱۵ سال اخیر (۱۹۹۹–۲۰۱۳) ۱۳ درصد کمتر از بارش ۱۵ سال قبلش بوده است) و ضریب بارش‌های میان‌مدت برابر با ٦۸ بوده است. بارش‌های بلند مدت (بیشتر از ۵ روز) در این نواحی رخ نداده است. میانگین تعداد روز بارشی در مناطق خشک ایران برابر با ۲۷ روز در سال است. میانگین بارش‌های روزانه کوتاه‌مدت و میان‌مدت نیز هر دو دارای روند کاهشی بوده است بطوری که ضریب میانگین بارش کوتاه‌مدت برابر با ۸۵/۲ و ضریب میانگین بارش میان‌مدت برابر با ۷٦/۳ بوده است. میانگین بارش‌های روزانه برابر با ۳/۲ میلیمتر در روز بوده است. به نظر می‌رسد کمبود بارش در این ناحیه از یک سو به سبب حاکمیت پرفشار جنب حاره در دوره گرم سال و از سوی دیگر به علت قرار گیری در سایهٔ بارش رشته کوه زاگرس باشد که از تأثیر سامانه‌های غربی بر این بخش از کشور پیشگیری می‌کند. به همین سبب است که گذشته از فقر بارش محتوای رطوبت جوی این ناحیه بسیار اندک است.

۲: منطقه ساحلی شمال ایران که به عنوان ناحیه ۳ مشخص شده است فراوانی روزهای بارشی کوتاه‌مدت و میانگین بارشی آن هر دو دارای روند افزایشی است بطوری که ضریب روزهای بارشی کوتاه‌مدت برابر با ۱۰۱/٤٤ و ضریب میانگین بارشی آن برابر با ۱۰۹/۹ بوده است. و این روند افزایشی نشان دهنده این است که بارش‌ها رگباری شده و ۹ درصد بر مقدار بارش روزانه آن افزوده شده است. کرانه‌های جنوب غربی خزر بیش‌ترین فراوانی روزهای بارانی ممتد سنگین کشور را دارد، جهت واچرخندی جریان‌های هوای سرد و خشک شمالی که اینگونه بارندگی‌ها را پدید می‌آورند سبب شده تا فراوانی این گونه بارندگی‌ها در غرب بیش از شرق خزر باشد این پدیده می‌تواند با توجه به اینکه در طول سال‌های اخیر به دلیل عدم برنامه ریزی درست و بهره برداری بی رویه از منابع جنگلی و مرتعی محیط طبیعی به شدت حساس و ضعیف شده است خطرات محیطی از جمله سیل و بحران‌های ناشی از آن

را در این منطقه از کشور را زیاد کند. تعداد روز بارشی در منطقه برابر با ۱۱۳ روز در سال و میانگین بارش روزانه ۹/۲۲ میلی‌متر است.

۳: منطقه کوهستانی شامل ناحیه ٤، ناحیه ٦ و ۷ است. ناحیه ٤، در برگیرنده شمال غرب و شمال شرق ایران است. شامل ایستگاه‌های اردبیل، گرگان، پارس آباد، خوی، بجنورد، تبریز، قوچان و شاهرود است. ناحیه ٦ ایستگاه‌های تهران، دوشان تپه، مراغه، کرج، قزوین، شهرکرد، مشهد، ارومیه و زنجان را شامل می‌شود. ناحیه ۷ که ایستگاه‌های همدان، سنندج، یاسوج، ایلام، خرم آباد، اراک، همدان نوژه، کرمانشاه و سقز را شامل می‌شود. مناطق کوهستانی در طول ۳۰ سال از تعداد روزهای بارشی و میانگین بارشی میان‌مدت و بلند مدت کاسته شده و بر تعداد روزهای بارشی کوتاه‌مدت و میانگین بارشی کوتاه‌مدت افزوده شده است. ضریب آن به ترتیب برابر با ۱۰۳ و ۱۰۷ بوده است. تعداد روز بارشی در نواحی کوهستانی برابر با ٦۸ روز در سال و میانگین بارشی روزانه آن برابر با ۳/۷٤ میلیمتر است. مناطق کوهستانی به دلیل دارا بودن کوهستان‌ها، ناحیه مناسبی برای تشدید و گسترش بارندگی و گاهی جاری شدن سیل مساعد می‌باشد زیرا اثرات کوهستان‌ها در گیرش رطوبت هوا، نقش مهمی را در افزایش ریزش‌های جوی ایفا می‌کند افزایش بارش‌های کوتاه‌مدت و میانگین مقدار بارش ناحیه با توجه به مستعد بودن ناحیه در ایجاد سیل و هدر رفت بارش می‌تواند منجر به تشدید مخاطرات اقلیمی شود

٤: نسبت حداکثر بارش ۲٤ ساعته به بارش سالانه معیار مفیدی برای بررسی شدت و ضعف بارندگی‌ها در یک ایستگاه یا یک منطقه به شمار می‌رود که می‌تواند نقش موثری در برنامه ریزی‌های عمرانی، حوادث پیش بینی نشده وابسته به اقلیم و غیره ایفا نماید. نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش سالانه در همه نواحی روند افزایشی دارد. این امر نشان می‌دهد که بارندگی‌های شدید و رگباری در گستره ایران در حال افزایش است و این امر حاکی از تعداد کم روز بارندگی است که با عث می‌شود اکثر بارندگی در مدت فقط چند روز اتفاق افتد. در واقع می‌توان گفت که سهم روزهای هر سال از بارش کاسته شده است. چنین بی نظمی در رژیم بارش، خشکی طولانی، نابودی پوشش گیاهی و به دنبال آن سیلاب‌های خانمان برانداز و نابودی منابع آب و خاک و تاسیسات انسانی را به همرا دارد.

کتابنامه

ایران نژاد، پرویز. کتیرایی بروجردی، پری سیما. حجام سهراب؛ ۱۳۸٦. سهم تغییرات فراوانی و شدت بارش روزانه در روند بارش در ایران طی دوره ۱۹٦۰ تا ۲۰۰۱. مجله فیزیک زمین و فضا. ۱، ۸۳-٦۷.

آتشی، ناهید؛ ۱۳۹۲. شناسایی گونه هواهای جزیره‌ی ابوموسی، پایان نامه کارشناسی ارشد اقلیم شناسی: استاد راهنما دکتر مسعودیان، گروه جغرافیا. دانشگاه اصفهان.

بابایی فینی، ام السلمه و فرج زاده، منوچهر؛ ۱۳۸۲. نمایه‌های مکانی بارش و تغییرات آن در ایران. سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم: اصفهان.

بابایی فینی، ام السلمه و منوچهر فرج زاده اصل؛۱۳۸۰. الگوهای تغییرات مکانی و زمانی بارش در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ٦٢. صص ١١٤-١٢٥.

جهانبخش اصل، سعید، ابطحی، وحیده، قربانی، محمدعلی، تدینی، معصومه، والایی، اکرم؛ ۱۳۹۲. بررسی توزیع زمانی و مکانی بارش شهرستان تبریز با روش تحلیل خوشه‌ای. فصلنامه علمی پژوهشی فضای جغرافیایی. سال پانزدهم. شماره ۵۰، صص ۸۱-۵۹.

ذوالفقاری، حسن، هاشمی، رضا، فشی مهدی؛ ۱۳۹۳. بررسی نسبت حداکثر بارش‌های روزانه به بارش‌های سالانه در ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۹۲، ۱۸۸-۱٦٧.

رضیئی، طیب و عزیزی قاسم؛ ۱۳۸۸. شناخت مناطق همگن بارشی در غرب ایران. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی.٣٤. صص ٦٥-٨٦.

شکی، فاطمه؛ ۱۳۹۳. واکاوی مکانی روزهای بارندگی در ایران. دوفصلنامه آب و هواشناسی کاربردی. سال ۱. شماره ۱. صص ۲۷-۳٦.

عزیزی، قاسم. نیری، معصومه. رستمی جلیلیان، شیما؛ ۱۳۸۸. تحلیل سینوپتیک بارش‌های سنگین در غرب کشور (مطالعه موردی: بارش دوره ۷ – ١٤ مارس ۲۰۰۵، ١٦ تا ٢٤ اسفند ۱۳۸۵). فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال اول. شماره ٤. صص ۱-۱۳.

عساکره، حسین. رزمی قلندری، رباب؛ ۱۳۹۳. توزیع زمانی و رژیم بارش در شمال غرب ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. سال ۲۹، شماره اول. شماره پیاپی ۱۱۲.

عساکره، حسین؛ ۱۳۸۹. تحلیلی بر تغییر رژیم بارش در استان زنجان. مجله علمی و فنی نیوار. شماره ۷۰-۷۱.

عسکری، احمد. رحیم زاده، فاطمه؛ ۱۳۸۵. مطالعه‌ای تغییرپذیری بارش دهه‌های اخیر ایران. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۸. صص ٦٧-٨٠.

علیجانی، بهلول؛ ١٣٧٦. آب و هوای ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور.

مسعودیان، ابوالفضل. دارند، محمد. کارساز، سکینه؛ ۱۳۹۰. پهنه بندی بارش غرب و شمال غرب ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. فصلنامه جغرافیای طبیعی. شماره ۱۱. صص ۳۵-٤٠

مسعودیان، ابوالفضل. عطایی، هوشمند؛ ١٣٨٤. شناسایی فصول بارشی ایران به روش تحلیل خوشه‌ای. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان. ج ۱۸، ش ۱. صص ۱-۱۲.

مسعودیان، ابوالفضل؛ ۱۳۸۸. نواحی بارش ایران. جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳. صص ۷۹ -۹۱.

نوری، حمید. یساری، طلعت. قویدل رحیمی، یوسف. محمدی، بختیار؛ ۱۳۹۱. مدل پیش بینی بارش انزلی با استفاده از متغیرهای دینامیکی و ترمودینامیکی جو بالای دریاچهٔ خزر. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. شماره ۸۹. صص ۷۸-۹۲.

Croitoru, A., Piticar, A., & Burada, D. (2015). Changes in precipitation extremes in Romania. *Quaternary International,* 1-11.

Domroes, M., Kaviani, M., & Schaefer, D. (1998). An analysis of regional and intrannual precipitation variability over Iran using multivariate statistical methods Theor. Appl. *Climatol, 61*(3-4).

Elagib, N. (2010). Exploratory analysis of rain days in central Sudan, 109, 47-59

Kansakar, R., David, M., John, G., & Gwyn, R. (2004). Spatial pattern in the precipitation regime of nepal. *Int. J. Climatol. 24*, 1645–1659.

Limsakul, A., & Singhruck, P. (2016). Long-term trends and variability of total and extreme precipitation in Thailand. *Atmospheric Research, 169,* 301–317.

Liu, B., Henderson, M., Ming, & Zhanga, Y. (2011). Observed changes in precipitation on the wettest days of the year in China, 1960–2000. *International Journal of Climatology, 31*, 487-503.

Manea, A., Birsan, M., Tudorache, G., & Cărbunaru, F. (2016). Changes in the type of precipitation and associated cloud types in Eastern Romania (1961–2008). *Atmospheric Research, 169,* 357–365.

Martınez, M. D., Lana, X., Burgueno, A., & Sara, C. (2007). Spatial and temporal daily rainfall regime in Catalonia (NE Spain) derived from four precipitation indices, years1950–2000. *Int. Journal of Climatol*, (27), 123-138.

Nandintsetseg, B., Greeneb, S., & Gouldenc, E. (2007). Trends in extreme daily precipitation and temperature near Lake H¨ovsg¨ol, Mongolia. *Int. journal Climatol,* (27), 341–347.

Schlosser, E., Duda, M., Powers,J., & Manning, K.(2008). Precipitation regime of Dronning Maud Land,Antarctica, derived from Antarctic Mesoscale Prediction System (AMPS) archive data" journal of geophysical research, (113)D24108, doi:10.1029/2008JD009968.