

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره نهم، شماره ۲۵، پاییز ۱۳۹۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۰۲

تاریخ بازنگری نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۲۴

صفحات: ۴۰ - ۱۷

مقاله علمی پژوهشی

واکاوی فصلی رخداد روزهای همراه با بارش سنگین در حوضه تالش - تالاب انزلی

فریدون آزاد غلامی^۱، پرویز رضائی^{۲*}، امیر گندمکار^۳

۱. دانش‌آموخته دکتری اقلیم‌شناسی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد

۲. دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت

۳. دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد

چکیده

یکی از انواع مخاطرات طبیعی، وقوع بارش‌های سنگین است. بارش‌های سنگین، به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر روی زندگی انسان و فعالیت‌های آن تأثیرگذارند. محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، دو حوضه تالاب انزلی و تالش در غرب استان گیلان است. جهت تعیین احتمال رخداد بارش‌های سنگین و وجود روند از آزمون غیر پارامتریک من-کندال و برای تعیین احتمال رخداد بارش ≥ 30 میلی‌متر از توزیع پواسون و جهت شناسایی الگوهای مکانی رخداد بارش از روش میان‌یابی IDW استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل، بارش روزانه ≥ 30 میلی‌متر، ۲۰ ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک در یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۷) است. نتایج تحقیق نشان داد که بیشتر روند تغییرها افزایشی است. به‌طوری‌که ایستگاه‌های واقع در مرکز به سمت نیمه شمالی محدوده تحقیق در هر ۴ فصل و ایستگاه انزلی در بهار و ماسوله در سه فصل تابستان، پاییز و زمستان، دارای روند افزایشی و به‌صورت موردی برخی ایستگاه‌ها بیشتر به سمت نیمه جنوبی حوضه، مانند کسما در تابستان، باش‌محل و رشت در زمستان و قلعه‌رودخان در دو فصل پاییز و زمستان دارای روند کاهشی شدید هستند. همچنین در تمام فصول سال تغییرهای نامنظم و تصادفی در فراوانی رخداد بعضی ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود که این بی-نظمی در اثر عدم تداوم افزایش یا کاهش فراوانی رخداد بارش یا عدم وقوع بارش ≥ 30 میلی‌متر در برخی از ایستگاه‌ها است. توزیع پواسون نشان داد که احتمال عدم رخداد در ایستگاه‌های دارای اقلیم غیر مرطوب بسیار بالا است و جمع عدم رخداد با یک رخداد، بیش از ۹۰٪ فراوانی رخداد بارش ≥ 30 میلی‌متر است. همچنین حداکثر احتمال برای رخداد‌های مختلف در همه فصول سال در ایستگاه‌های شمالی و مرکزی حوضه به ثبت رسیده است. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که توزیع پواسون ارزیابی مناسبی از رخداد‌های بارش در این ناحیه دارد.

واژگان کلیدی: بارش سنگین، رخداد بارش، من-کندال، پواسون، حوضه تالش، تالاب انزلی.

مقدمه

کاهش یا افزایش بارش بر بسیاری از پدیده‌های اقلیمی و محیطی مانند رواناب، سیلاب، دمای هوا، رطوبت هوا و همچنین بر بسیاری از فعالیت‌های بشر مانند، کشاورزی و نوع مسکن تأثیر دارد. تغییرهای اقلیمی در اثر افزایش گازهای گلخانه‌ای باعث افزایش رخداد برخی از پدیده‌های حد اقلیمی در چند دهه اخیر شده است. بارش‌های رگباری، سیلاب‌ها، ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها و یخبندان‌های شدید از جمله رخدادهایی هستند که دچار تغییر شده‌اند. آثار تغییرها نیز به صورت تحدید منابع انسانی، کشاورزی و اقتصادی مشخص می‌شود. از این حیث اهمیت مطالعه پدیده‌های فرین جوی از جمله، رخداد بارش سنگین و تحلیل مکانی - زمانی و احتمال رخداد مکانی آن نیز به‌عنوان یک ضرورت مطرح می‌گردد. در زمینه‌ی بارش‌های سنگین مطالعه‌های متعدد با رویکردهای مختلف (همدید، آماری و...) در کشور و جهان انجام شده که به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

آناگستوپولو و تولیکا^۱ (۲۰۱۱) آستانه بارش‌های حدی ۶۵ ایستگاه هواشناسی منطقه اروپا را با استفاده از دو روش پارامتریک (صدک ۹۹ و ۹۵) و ناپارامتریک (مقادیر حدی تعمیم‌یافته، شاخص پراکندگی و توزیع پارتو تعمیم‌یافته) بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که روش‌های پارامتریک مناسب‌تر از روش‌های ناپارامتریک هستند و آستانه بارش‌های حدی اروپا را ۳۰ میلی‌متر تعیین کردند. جونز^۲ و همکاران (۲۰۱۲) تغییرهای شدید فصلی و سالانه بارش‌های حدی را در بریتانیا در دوره آماری (۲۰۰۹-۱۹۶۱) مورد بررسی قرار دادند. نتیجه پژوهش آن‌ها نشان داد که بارش‌های حدی در بریتانیا، در فصل پاییز روند افزایشی دارد و همچنین نتیجه گرفتند که اکثر بارش‌های حدی در اثر نفوذ نوسان‌های اطللس شمالی رخ می‌دهد. امین^۳ و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی بهترین توزیع احتمال بارش در مناطق شمالی پاکستان به این نتیجه رسیدند که توزیع نرمال بهترین توزیع احتمال در ایستگاه باران‌سنجی ماردان^۴ است و توزیع لگاریتم پیرسون III به‌عنوان بهترین توزیع احتمال در سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی انتخاب گردید. بارکوتولا^۵ (۲۰۱۷)، در تجزیه و تحلیل برآورد احتمال بارش‌های فرین سالانه نواگان^۶ بنگلادش به این نتیجه رسیده است که توزیع پیرسون نوع III، مناسب‌ترین توزیع احتمال حداکثر بارش یک‌روزه سالانه است. سئو^۷ و همکاران (۲۰۱۷)، در تحلیل فراوانی بارش شدید کره جنوبی با استفاده از برآوردگر حداقل واگرایی قدرت تراکم^۸ و مقادیر حد تعمیم‌یافته نشان دادند برآوردگر حداکثر درست‌نمایی نسبت به برآوردگر بالا از حساسیت بیشتری جهت تخمین باران طرح برخوردار است و فراوانی و شدت بارش در دو دهه گذشته در این کشور افزایش یافته است. علاوه بر تخمین توزیع احتمال فراوانی وقوع بارش، بررسی روند تغییرهای سالانه نیز از اهمیت زیادی در مباحث اقلیمی و هیدرولوژیک برخوردار است. عساکره (۱۳۹۱) تغییر توزیع فراوانی بارش‌های حدی شهر زنجان را با استفاده از روش توزیع مقادیر حدی تعمیم‌یافته مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که فراوانی و مقدار بارش‌های سنگین و سبک به

1. Anagnostopoulou & Tolika

2. Jones et al,

3. Amin

4. Mardan

5. Barkotulla

6. Naogaon

7. Seo et al

8. minimum density power divergence estimator

سمت کاهش میل می‌کند. محمدی (۱۳۹۱) روند آستانه بارش‌های سنگین ایران را با استفاده از داده‌های ۱۳۴۷ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی در دوره ۴۰ ساله بررسی کرد. ایشان پس از مشخص کردن آستانه بارش سنگین هرسال، از روش‌های ناپارامتری من-کندال برای تحلیل روند آستانه بارش‌های سنگین و از روش برآورد کننده شیب‌خط سنس برای تخمین شیب‌خط روند استفاده کرده است، نتایج نشان داد که روند افزایشی معنی‌داری در آستانه بارش‌های سنگین سالانه ایران به‌ویژه از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است که این مقدار افزایشی به‌طور متوسط ۰/۵ میلی‌متر در هرسال برآورد شده است. فرسادنیا و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی روند بارندگی استان مازندران با روش من-کندال نشان دادند که اگر استان مازندران یک منطقه واحد در نظر گرفته شود، هیچ روندی در سری زمانی حداکثر بارش ۲۴ ساعته در سطح معنی‌داری ۵٪ مشاهده نمی‌شود. اما اگر با استفاده از تحلیل خوشه‌ای فازی استان مازندران به نواحی هیدرولوژیکی تقسیم گردد، مشاهده می‌شود که در قسمت غربی استان مازندران روند معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد. باهک (۱۳۹۲) احتمال تغییر اقلیم ایستگاه کرمان با روش من-کندال را بررسی و نتیجه گرفت که زمان شروع بیشتر تغییرها ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان است. میزان تغییرهای بارش در ماه‌های گرم چشمگیرتر است، درحالی‌که میانگین، حداقل و حداکثر درجه حرارت در ماه‌های آوریل، نوامبر و دسامبر بیشتر و چشمگیرتر بوده و در سایر ماه‌ها تغییرهای قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود. ناد و خلیلی (۱۳۹۲) در طبقه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش تحلیل عاملی-خوشه‌ای به این نتیجه رسیدند که نقش بارز متغیرهای ضریب تغییرهای بارندگی، تعداد روزهای برفی و شدت بارندگی را در شناسایی عامل‌های مؤثر بر اقلیم بارش ایران آشکار می‌سازد. خوشرو و همکاران (۱۳۹۴) با مطالعه روند تغییرهای دمای شبانه در ایران مرکزی به روش ناپارامتری من-کندال به این نتیجه رسیدند که زمان شروع بیشتر تغییرها ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. در تمام ایستگاه‌ها روند دمای شبانه مثبت ارزیابی شده است و حاکی از گرم شدن دمای شبانه در طول دوره بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که درصد تغییرهای فصل زمستان با تابستان و بهار با پاییز به‌طور دقیق باهم برابر بوده است؛ ولی زمان شروع تغییرها در ایستگاه‌های منطقه یکسان نیست. مریانجی و عباسی (۱۳۹۵) در پهنه‌بندی احتمال رخداد بیشینه بارش روزانه در استان همدان به این نتیجه رسیدند که در دوره برگشت‌های فوق، مناطق جنوب شرق و شمال غرب استان همدان (دشت کبودآهنگ) دارای بیشترین بارش محتمل روزانه است. فراوانی تعداد سیل‌های رخ داده در استان، نشان‌دهنده این واقعیت است که مناطق نامبرده بیشترین و مهیب‌ترین سیل‌ها را در استان به خود اختصاص داده‌اند (سیل سال ۱۳۶۶، منطقه کبودآهنگ). طبق این نقشه‌ها مناطق شرقی استان دارای کمترین بارش محتمل روزانه است. نتایج این مطالعه می‌تواند در پهنه‌بندی و پیش‌بینی سیلاب و همچنین برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب منطقه بکار برده شود. مظفری و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی و تعیین آستانه بارش‌های حدی غرب ایران با استفاده از روش توزیع مقادیر حدی تعمیم‌یافته به این نتیجه رسیده‌اند که روش ناپارامتریک با توجه به دو معیار ارزیابی که معیار اول مربوط به طول سری داده‌های بالاتر از آستانه و دیگری به مقدار آستانه انتخاب شده است، نتایج رضایت‌بخشی نشان ندادند. آستانه بارش‌های حدی کمتر از نصف تعداد ایستگاه‌های مورد مطالعه در مرزهای مفروض هر دو معیار قرار گرفت و نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل روش‌های پارامتریک (توزیع حدی تعمیم‌یافته) و ناپارامتریک بر روی ۶۹ ایستگاه تحت مطالعه نشان داد که آستانه بارش‌های حدی اکثر ایستگاه‌ها بین ۲۲ تا ۲۶ میلی‌متر قرار دارد و روش CPOT یک روش اثبات‌شده و کارآمد برای تعیین آستانه بارش

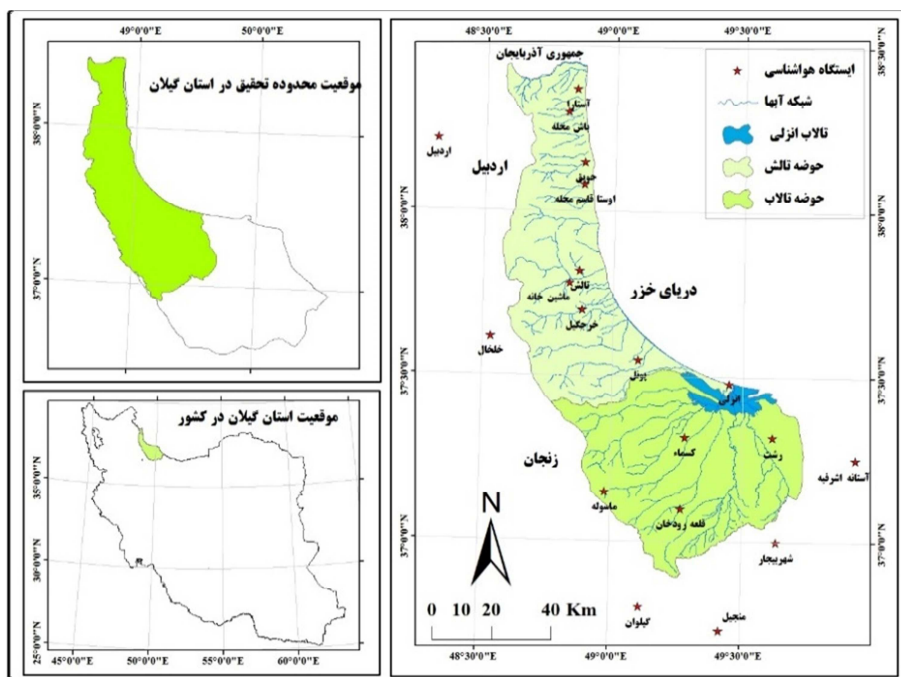
حدی غرب کشور است و همچنین روش MRL نیز یک روش رضایت‌بخش برای انتخاب آستانه بارش‌های حدی می‌باشد. محمدی و همکاران (۱۳۹۶) روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران را بررسی و نشان دادند که در دوره‌ی مورد مطالعه همه‌ی شاخص‌های حدی بارش در ایران دارای تغییر و روند است. در بیشتر ایستگاه‌ها، بارش سالانه کاهش (شامل حدود ۹۲٪ از ایستگاه‌ها) و تعداد روزهای خشک (CDD) افزایش یافته است (شامل حدود ۷۲٪ از ایستگاه‌ها) و فقط در برخی از ایستگاه‌ها در نواحی مرکزی و دامنه‌های زاگرس تعداد روزهای خشک روند کاهشی دارد. از نظر بارش‌های سنگین و نیمه سنگین و همچنین روزهای مرطوب و فوق‌العاده مرطوب، سهم تغییرها در ایستگاه‌های واقع در سواحل شمال و جنوب بیشتر است. معروف‌نژاد و قاسمی (۱۳۹۶) با بررسی روند تغییرهای دما در چهار شهرستان استان چهارمحال و بختیاری به روش من-کندال نشان دادند که ماه مارس با ۱۰۰٪ روند، بیشترین تغییر و ماه دسامبر با ۸۵٪ بدون روند، کمترین تغییر را نشان می‌دهد. همچنین در فصل زمستان روند منفی با ۳۰٪، در فصل بهار تغییر ناگهانی افزایشی با ۵۵٪، در فصل تابستان روند مثبت با ۳۵٪، فصل پاییز بدون روند با ۵۵٪ و در تغییرهای سالانه تغییر ناگهانی افزایشی با ۳۵٪ مشاهده می‌شود. اوجی و غفاریان (۱۳۹۷) با شناسایی و برآورد بارش‌های فرین سواحل جنوبی دریای خزر بر اساس نظریه مقدار فرین، بارش‌های روزانه ۱۳ ایستگاه سینوپتیک واقع در سواحل جنوبی دریای خزر را طی دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۵۷ مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بارش‌های فرین ایستگاه انزلی بر اساس رویکرد حداکثر بلوک و ایستگاه‌های رامسر و مراوه‌تپه بر اساس رویکرد فراتر از آستانه فاقد ایستایی بودند که در برازش مدل و برآورد سطوح برگشت مورد توجه قرار گرفتند. مقایسه نتایج بر اساس روش‌های گرافیکی و معیار آکائیکه نشان داد که رویکرد حداکثر بلوک بر اساس برآورد درست‌نمایی بیشینه، برازش بهتری با بارش‌های فرین اغلب ایستگاه‌های منطقه دارند. ایستگاه‌های رشت، انزلی، آستارا، نوشهر، رامسر و گرگان با دارا بودن سری زمانی طولانی‌تر، نتایج بهتری ارائه نمودند. بر اساس سطوح برگشت محاسبه‌شده با احتمال ۹۵٪ می‌توان اطمینان داد که بارش‌های فرین ایستگاه‌های ساحلی با نرخ بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌های منطقه افزایش خواهند داشت، درحالی‌که احتمالاً بارش‌های فرین ایستگاه‌های دیگر روند افزایش کندتری را تجربه خواهند نمود. صفرپور و همکاران (۱۳۹۸) در پیش‌بینی بارش‌های سنگین غرب کشور بر اساس برآوردهای رادار هواشناسی، به این نتیجه رسیده‌اند که برآورد بارش رادار به روش Z-R، با تقریب خوبی مورد قبول بوده و اگر ضرایب رادار برای مناطق مختلف به‌درستی تصحیح شوند، می‌توان بارش‌ها را پیش‌بینی و از وقوع حوادث غیرمترقبه جلوگیری کرد. مطالعه‌های هم‌دیدگی و آمار مرتبط نیز در محدوده تحقیق انجام گرفته است، از جمله می‌توان به تحقیق مفیدی و همکاران (۱۳۸۶) به‌منظور «تعیین الگوی هم‌دیدگی بارش‌های شدید و حدی در سواحل جنوبی دریای خزر»، با استفاده از آمار ۸ ایستگاه سینوپتیک در یک دوره ۱۰ ساله (۲۰۰۳-۱۹۹۴)، با توجه به آستانه‌های درصدی، روزهای دارای بارش شدید و حدی برای همه فصول سال، ویژگی‌های بارش منطقه خزری را مورد بررسی قرار دادند. با توجه به تمرکز بیش از ۷۵٪ از روزهای بارش شدید در فصل پاییز، آستانه ۱۰٪ از مقدار بارش فصل پاییز (۵۲/۸ میلی‌متر) در نظر گرفته شد و در نهایت ۲۸ روز بارش شدید تعیین شد. یافته‌ها نشان داد که بارش‌های شدید و حدی سواحل جنوبی دریای خزر در سه الگوی هم‌دیدگی اصلی شامل الگوی پرفشار، کم‌فشار و زوجی جا می‌گیرد. از ۲۸ روز بارش شدید، ۱۶ روز آن (۵۷/۲٪) نتیجه استقرار الگوی پرفشار و تاوایی منفی ناشی از نفوذ زبانه پرفشار در سواحل جنوبی دریای خزر و در مقابل فقط ۶ روز آن دارای الگوی کم‌فشار (۲۱/۴٪) است. الگوی زوجی که شامل

استقرار مرکز پرفشاری در غرب- شمال غرب دریای خزر و مرکز کم‌فشاری در جانب شرقی آن است، ۶ روز بارش شدید (۲۱/۴٪) را در بر می‌گیرد. جانباز قبادی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی مشابه به‌منظور شناسایی الگوهای همیدی حاکم در زمان وقوع بارش‌های شدید زمستانه در منطقه خزری، بر اساس همان داده‌ها به نتیجه مشابه برای فصل زمستان سواحل جنوبی دریای خزر رسیدند. رضایی و همکاران (۱۳۹۷) جهت تحلیل آماری- همیدی بارش‌های ماه مرداد در جنوب غربی ساحل دریای خزر با استفاده از توزیع پواسون و مقدار بارش با توزیع نرمال دو فرا سنجی در دوره برگشت‌های مختلف نشان داد، الگوهای پرفشار و کم‌فشار با منشأ اروپایی، اسکاندیناوی، دریای سیاه، شمالگان، مدیترانه و خزری عامل بارش‌های ماه مرداد بوده و همچنین رخداد الگوها دارای بی‌نظمی زمانی هستند. داده‌های هواشناسی کشور نشان می‌دهد که استان گیلان بیش از هر استان دیگر کشور در سال بارش دریافت می‌کند و بخشی از این بارش‌ها شدید و رگباری است. در این مقاله سعی بر این است تا روند بارش‌های سنگین سالانه حوضه تالش و تالاب انزلی شناسایی و میزان تأثیر این بارش‌ها در ایستگاه‌های حوضه موردبررسی و ارزیابی قرار گرفته و روابط حاکم در وقوع بارش‌های سنگین شناسایی و مورد واکاوی قرار گیرد.

داده‌ها و روش‌ها

الف - موقعیت جغرافیایی قلمرو تحقیق

محدوده مطالعاتی در این تحقیق شامل دو حوضه بزرگ تالش و تالاب انزلی است. این محدوده در غرب استان گیلان و جنوب جمهوری آذربایجان قرار دارد. محدوده تحقیق از آستارا چای تا مرز حوضه سفیدرود در مرکز استان گیلان ادامه دارد. مساحت حوضه ۶۹۹۷ کیلومترمربع است. از این سطح ۴۹/۳٪ (۳۴۵۲ کیلومترمربع) مربوط به حوضه تالش و ۵۰/۷٪ (۳۵۴۵ کیلومترمربع) مربوط به حوضه تالاب انزلی است. حدود ۴۰٪ زیر حوضه هیدرولوژیکی و غیر هیدرولوژیکی در این دو حوضه قرار دارد که سرشاخه‌های اکثر آنها در استان گیلان بوده و چند زیر حوضه آن از ارتفاعات استان اردبیل و زنجان منشأ می‌گیرد. برخی از رودخانه‌های این حوضه‌ها، به‌طورمستقیم به دریای خزر و برخی دیگر در ابتدا به تالاب انزلی و در ادامه به دریای خزر می‌ریزند (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت حوضه تالش - تالاب انزلی

ب- داده‌های تحقیق:

مبنا و معیار تحلیل بارش سنگین در این تحقیق، بارش‌های روزانه ۳۰ میلی‌متر و بیشتر است. این داده‌ها از ۲۰ ایستگاه منتخب در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶) از آرشیو سازمان هواشناسی و وزارت نیرو استخراج شده است. از ۲۰ ایستگاه منتخب ۱۳ ایستگاه در داخل محدوده مطالعاتی (حوضه تالش و تالاب انزلی) و ۷ ایستگاه در مجاور آن (حوضه سفیدرود و دو استان اردبیل و زنجان) جهت تحلیل مکانی داده‌ها انتخاب شده است (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۷)

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی		ارتفاع (متر)	نوع ایستگاه	نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی		ارتفاع (متر)	نوع ایستگاه
	طول	عرض				طول	عرض		
آستارا	۴۸ ۵۱	۳۸ ۲۲	-۲۱/۱	سینوپتیک، باران‌سنجی	کسما	۴۹ ۱۷	۳۷ ۱۹	۵	باران‌سنجی
باش محله	۴۸ ۴۹	۳۸ ۱۸	۳۹	باران‌سنجی	ماسوله	۴۹ ۴۹	۳۷ ۰۹	۱۰۸۰/۹	سینوپتیک
حویق	۴۸ ۵۳	۳۸ ۰۹	-۱۵	باران‌سنجی	قلعه رودخان	۴۸ ۱۶	۳۷ ۰۶	۱۷۰	باران‌سنجی
اوستا قاسم محله	۴۸ ۵۳	۳۸ ۰۵	۶۲	باران‌سنجی	آستانه اشرفیه	۴۹ ۵۶	۳۷ ۱۵	۳	باران‌سنجی
تالش	۴۸ ۵۴	۳۷ ۴۸	۹۹	سینوپتیک، باران‌سنجی	لاهیجان	۵۰ ۰۱	۳۷ ۱۲	۳۴/۲	سینوپتیک، باران‌سنجی
ماشین خانه	۴۸ ۵۰	۳۷ ۴۷	۳۰۰	باران‌سنجی	شهر بیجار	۴۹ ۳۸	۳۷ ۰۰	۱۰۷	باران‌سنجی
خرجگیل	۴۸ ۵۳	۳۷ ۴۲	۱۳۰	باران‌سنجی	منجیل	۴۹ ۲۵	۳۶ ۴۴	۳۳۸/۳	سینوپتیک، باران‌سنجی
پونل	۴۹ ۰۶	۳۷ ۳۳	۵۰	باران‌سنجی	اردبیل	۴۸ ۱۹	۳۸ ۱۳	۱۳۳۵	سینوپتیک
انزلی	۴۹ ۲۷	۳۷ ۲۹	-۲۳/۶	سینوپتیک	خلخال	۴۸ ۳۲	۳۷ ۳۷	۱۷۹۵	سینوپتیک
رشت (فرودگاه)	۴۹ ۳۷	۳۷ ۱۹	-۸/۶	سینوپتیک	گیلوان	۴۹ ۰۷	۳۶ ۴۸	۳۱۱	باران‌سنجی

ماخذ: سازمان هواشناسی استان گیلان، اردبیل و زنجان، سازمان آب منطقه‌ای استان گیلان، ۱۳۹۶

ج - روش کار:

جهت تعیین روند تغییرهای روزهای همراه با بارش سنگین از روش من-کندال استفاده شده است. روش من-کندال ابتدا توسط من^۱ (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال^۲ (۱۹۷۰) بسط و توسعه یافت. فرض صفر آزمون من-کندال بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک (رد فرض صفر) دال بر وجود روند در سری داده‌ها است. در این روش، ابتدا اختلاف بین هر یک از مشاهده‌ها با تمام مشاهده‌های پس‌از آن محاسبه شده و پارامتر S مطابق رابطه زیر به دست می‌آید.

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

که n تعداد مشاهده‌های سری و x_j و x_k به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می‌باشند. تابع علامت sgn نی‌ریز به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\begin{cases} \text{sgn}(x_j - x_k) = +1 & \text{for } (x_j - x_k) > 0 \\ \text{sgn}(x_j - x_k) = 0 & \text{for } (x_j - x_k) = 0 \\ \text{sgn}(x_j - x_k) = -1 & \text{for } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

در مرحله بعد محاسبه واریانس S توسط یکی از روابط زیر محاسبه شد:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{t=1}^m t(t-1)(2t+5)}{18} \quad \text{for } n > 10 \quad (3)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{for } n < 10 \quad (4)$$

که n و m و n معرف تعداد دنباله‌هایی است که در آن‌ها حداقل یک داده تکراری وجود دارد. t نیز بیانگر فراوانی داده‌های بارزش یکسان در یک دنباله (تعداد گره‌ها) می‌باشد. درنهایت نیز آماره Z به کمک یکی از روابط زیر استخراج می‌شود:

$$z = \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \quad \text{for } s > 0 \quad (5)$$

$$z = 0 \quad \text{for } s = 0 \quad (6)$$

$$z = \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \quad \text{for } s < 0 \quad (7)$$

با فرض دو دامنه آزمون روند، فرضیه صفر در صورتی پذیرفته می‌شود که شرط زیر برقرار باشد:

$$|z| < Z_{\alpha/2} \quad (8)$$

که α سطح معنی‌داری است که برای آزمون در نظر گرفته می‌شود و Z_{α} آماره توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی‌داری α می‌باشد که با توجه به دو دامنه بودن آزمون، $\alpha/2$ استفاده شده است. در بررسی حاضر، این آزمون برای سطوح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪ به کار گرفته شده است. در صورتی که آماره Z مثبت باشد روند سری داده‌ها صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می‌شود (من ۱۹۴۵ و کندال ۱۹۷۰). برای تعیین احتمال رخداد بارش مساوی و بیش از ۳۰ میلی‌متر از توزیع احتمال پواسون استفاده گردید. محاسبه توزیع پواسون بر مبنای میانگین استوار است که از میانگین طولانی‌مدت پیشامدهای یک رخداد به دست می‌آید. با فرض معلوم بودن تعداد میانگین تعداد پیشامدهای یک رخداد، توزیع پواسون، اجازه می‌دهد که احتمال داشتن یک تعداد پیشامد مشخص تعیین شود. تابع پواسون به صورت زیر بیان می‌شود.

$$p(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad x = 0, 1, 2, \dots \quad (9)$$

در اینجا λ میانگین تعداد پیشامدها و برابر با $e \cdot np$ عدد نپر (۲/۷۱۸۲۸) و متغیر x نشان‌دهنده تعداد پیشامدهای یک رخداد در گذر زمان یا گستره جغرافیایی است (وانگ و لی^۱ ۲۰۰۵ نقل از رضائی و روشنی ۱۳۸۹)، با افزایش مقدار λ منحنی حالت تقارن پیدا می‌کند. وقتی $n \geq 20$ و $p \leq 0.05$ باشد، توزیع پواسون تقریب خوبی از توزیع دو جمله‌ای و با $n \geq 100$ و $p \leq 10$ ، تقریب بسیار عالی خواهد بود (عساکره، ۱۳۹۰). این توزیع برای رخدادهای نادر با احتمال کم کاربرد دارد (مارکوس و سا^۲ ۲۰۰۵ نقل از رضائی و روشنی ۱۳۸۹). مجموع احتمالات $x = 0, 1, 2, 3, \dots, \infty$ برابر با ۱ است. بنابراین احتمال کل برای x بزرگتر یا مساوی عدد مفروض k برابر با رابطه زیر است:

$$p(x \geq k) = 1 - [p(0) + p(1) + p(2) + \dots + p(k-1)] \quad (10)$$

در همین راستا برای طبقه‌بندی شباهت بین فراوانی رخداد بارش روزانه ۳۰ میلی‌متر و بیشتر فصول مختلف از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد. تحلیل خوشه‌ای برای تعیین شباهت نسبی بکار می‌رود که این شباهت، همگنی در ویژگی‌های اندازه‌گیری شده پارامترها را نشان می‌دهد. شباهت بین خوشه‌ها و جداسازی خوشه‌های همگن بر اساس مربع فاصله اقلیدسی تعیین می‌شود. روش «وارد» فاصله بین دو خوشه را به عنوان مجموع مربع‌های بین دو خوشه که بر روی تمام متغیرها اضافه شده، محاسبه می‌کند. اگر C_L و C_K دودسته هستند که برای تشکیل خوشه C_L ترکیب شده‌اند، فاصله بین خوشه جدید و خوشه دیگر C_J است.

$$d_{J,M} = \frac{((n_J + n_K))d_{JK} + (n_J + n_L)d_{JL} - n_J d_{KL}}{n_J + n_M} \quad (11)$$

در این رابطه n_J ، n_K و n_L و n_M به ترتیب تعداد اعضاء در خوشه‌های J ، K ، L و M است و d_{JK} ، d_{JL} و d_{KL} نیز به ترتیب فاصله بین مشاهده‌ها در خوشه‌های J و K ، J و L و L و K را نشان می‌دهند (سلطانی و مدرس، ۲۰۰۶).

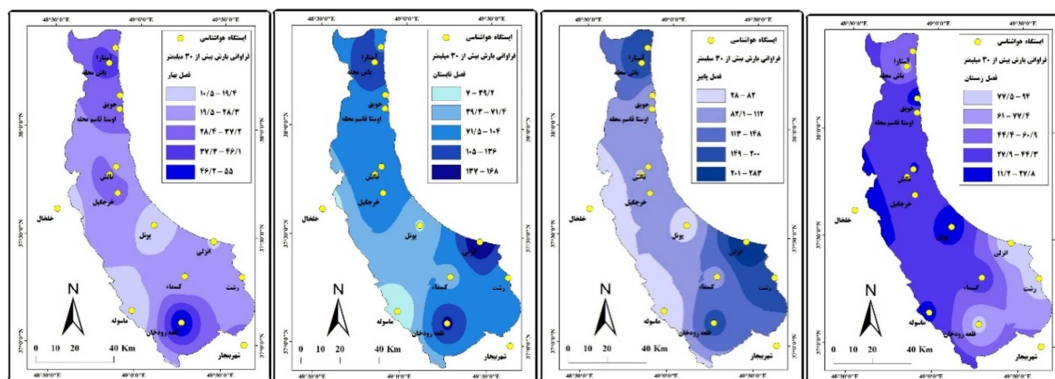
یافته‌های تحقیق

الف- فراوانی بارش‌های شدید فصلی

شرایط جغرافیایی منحصربه‌فرد حوضه تالش- تالاب انزلی، همچون نزدیکی به دریا و کوهستان به همراه پوشش جنگلی انبوه و سایر عوامل محیطی، شرایطی مساعد برای بارش و بخصوص بارش‌های سنگین در این محدوده فراهم کرده است که تأثیر این بارش‌های سنگین بر اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی و زیرساخت‌ها حائز اهمیت است. نتایج به‌دست‌آمده از فراوانی رخداد بارش ≥ 30 ایستگاه‌ها بیانگر این است که فصل پاییز با ۲۰۷۸ فراوانی دارای بیشترین بارش سنگین و بهار با ۴۲۷ فراوانی دارای کمترین فراوانی بارش سنگین در طول دوره مطالعاتی است. داده‌های جدول (۲) نشان می‌دهد که هر ۱۳ ایستگاه داخل حوضه تالاب و تالش در چهارفصل سال دارای بارش سنگین هستند. بیشترین فراوانی بارش فصلی بیش از ≥ 30 میلی‌متر در شمال، شرق و جنوب شرق محدوده است (شکل ۲).

جدول ۲: فراوانی بارش‌های شدید فصلی در حوضه تالش- تالاب انزلی

نام ایستگاه	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	مجموع	نام ایستگاه	پاییز	تابستان	بهار	زمستان	مجموع
آستارا	۱۵۶	۹۹	۳۳	۴۷	۳۳۵	کسما	۱۰۴	۶۳	۲۱	۳۴	۲۲۲
باش محله	۱۹۱	۱۳۱	۴۶	۶۶	۴۳۴	ماسوله	۴۲	۷	۱۱	۲۶	۸۶
حویق	۹۴	۱۰۲	۲۹	۱۷	۲۴۲	قلعه‌رودخان	۱۶۳	۱۴۲	۵۵	۸۲	۴۴۲
اوستا قاسم محله	۱۰۴	۱۰۳	۲۹	۳۷	۲۷۳	آستانه اشرفیه	۱۶۴	۵۸	۱۸	۷۲	۳۱۲
تالش	۹۱	۸۰	۲۳	۲۵	۲۱۹	لاهیجان	۲۰۹	۹۳	۳۱	۹۱	۴۲۴
ماشین خانه	۷۹	۹۰	۳۵	۴۲	۲۴۶	شهربیجار	۱۱۷	۷۲	۳۲	۵۹	۲۸۰
خرجگیل	۱۰۱	۹۹	۳۰	۳۵	۲۶۵	منجیل	۶	۰	۲	۶	۱۴
پونل	۶۸	۳۷	۱۳	۱۹	۱۳۷	اردبیل	۴	۱	۱	۲	۸
انزلی	۲۸۳	۱۶۸	۱۹	۹۴	۵۶۴	خلخال	۵	۰	۴	۳	۱۲
رشت	۱۷۹	۹۳	۲۰	۸۷	۳۷۹	گیلوان	۴	۰	۲	۱	۷



شکل ۲: توزیع فصلی رخداد بارش بیش از ۳۰ میلی‌متر حوضه تالش- انزلی

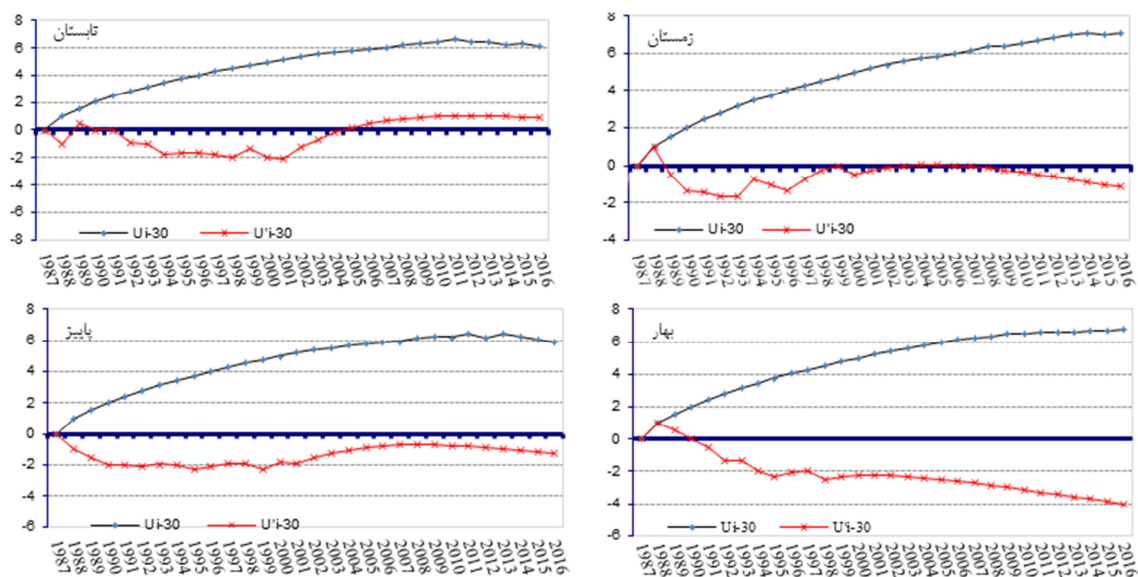
ب- تحلیل روند فصلی بارش‌های سنگین

بر اساس محاسبه‌های انجام‌شده به روش من-کندال و بررسی رفتار تغییرهای مؤلفه‌های u و u' فراوانی بارش ≥ 30 میلی‌متر فصلی مشخص شد که تغییر از نوع ناگهانی، روند افزایشی و کاهشی در برخی از ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود. به‌طوری‌که رفتار غیر تصادفی مثبت یا منفی بارش و تداوم آن در طی زمان بر اهمیت موضوع افزوده است. در بررسی تغییرهای بارش ۳۰ ساله حوضه تالش-تالاب انزلی به‌طور کامل مشهود است که تغییرهای تصادفی در سطح معنی-داری $\alpha=0/05$ در برخی از ایستگاه‌ها رفتار غالب محسوب شده و بیانگر طبیعی بودن رخداد سیل در آن است. البته فرایند افزایش و کاهش فراوانی رخداد بارش ≥ 30 در برخی از ایستگاه‌ها در خارج از محدوده $\pm 1/96$ نیست و باوجود افزایش یا کاهش آن، تغییرهای معنی‌داری که نشانه وجود روند باشد قابل‌شناسایی نبوده و با احتمال $0/95$ ، تصادفی بودن فراوانی بارش تأیید می‌گردد.

شکل (۳) یک نمونه از نمودارهای مربوط به آزمون گرافیکی من-کندال فراوانی بارش ≥ 30 حوضه تالش-تالاب انزلی را نشان می‌دهد. در این آزمون، محل تقاطع دو مؤلفه u و u' که در بیشتر مواقع با تغییر ناگهانی در فراوانی رخداد بارش است، به‌عنوان زمان شروع روند تعیین می‌شود که در صورت تداوم مقدار مؤلفه u در جهت افزایشی یا کاهشی و خروج آن از محدوده بحرانی $\pm 1/96$ ، روند معنی‌دار در سری فراوانی رخداد بارش تأیید می‌گردد. تغییرهای فراوانی رخداد بارش ایستگاه‌ها را می‌توان به پنج حالت ۱- افزایشی پیوسته ۲- کاهشی پیوسته ۳- روند مثبت ۴- روند منفی ۵- نامنظم طبقه‌بندی کرد. با توجه به تعاریف بالا در جدول (۳) رفتار فراوانی بارش آورده شده است. به‌عنوان مثال در زمستان ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرچگیل، آستانه‌اشرفیه، ماسوله، پونل، حویق و تالش دارای روند مثبت بوده و نوع تغییرهای بارشی افزایشی دارند و رخداد بارش در سطح اطمینان $0/95$ قابل مشاهده است. در این فصل به‌جز ایستگاه‌های قلعه‌رودخان، باش‌محله، رشت که نوع تغییرهای بارشی کاهشی داشته، مابقی ایستگاه‌ها نیز تغییرهای افزایشی داشته و مقدار آماره u از محدوده $1/96$ - هم پایین‌تر آمده است. در بهار ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرچگیل، انزلی، باش‌محله، پونل، حویق و تالش روند مثبت وجود داشته و نشانه تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش ≥ 30 است. در این ایستگاه‌ها روند معنی‌دار بوده و ایستگاه‌هایی مانند قلعه‌رودخان، شهر بیجار، کسما، اوستا قاسم‌محله، ماسوله و لاهیجان فاقد روند معنی‌دار بوده و از محدوده بحرانی مفروض خارج نشده است؛ ولی تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش ≥ 30 در آنها بوده و رخداد بارش در سطح اطمینان $0/95$ قابل مشاهده است. در فصل تابستان در برخی ایستگاه‌ها مانند: ماشین‌خانه، آستانه‌اشرفیه، ماسوله، پونل، لاهیجان و تالش روند مثبت وجود داشته و نشانه تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش ≥ 30 است. ایستگاه‌های قلعه‌رودخان، انزلی و رشت از محدوده بحرانی مفروض خارج نشده و فاقد روند هستند. در این فصل کاهش فراوانی رخداد بارش در ایستگاه خرچگیل، شهر بیجار، کسما، اوستا قاسم‌محله، باش‌محله، آستارا و حویق بوده و حاکی از کاهش پیوسته و متداوم فراوانی رخداد بارش بوده و مقدار آماره u از محدوده $1/96$ - هم پایین‌تر آمده است.

جدول ۳: تعیین نوع تغییرهای بارش‌های روزانه بیش از ۳۰ میلی‌متر (فصول مختلف) در ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی

ردیف	نام ایستگاه	زمستان	بهار	تابستان	پاییز
۱	آستارا	افزایشی، دارای روند	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	کاهشی، بدون روند	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار
۲	باش محله	کاهشی، عدم روند	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	کاهشی، عدم روند	افزایشی، عدم روند
۳	حویق	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	کاهشی، بدون روند	افزایشی، بدون روند
۴	اوستا قاسم محله	افزایشی دارای روند و معنی‌دار	افزایشی و عدم روند	کاهشی و بدون روند	افزایشی، عدم روند
۵	تالش	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، بدون روند
۶	ماشین خانه	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی دارای روند و معنی‌دار	افزایشی دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار
۷	خرجگیل	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	کاهشی، بدون روند	افزایشی پیوسته و بدون روند
۸	پونل	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار
۹	انزلی	افزایشی، عدم روند	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، عدم روند و معنی‌دار	افزایشی، عدم روند
۱۰	رشت	کاهشی، عدم روند	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، بدون روند	افزایشی، بدون روند
۱۱	کسماء	افزایشی و عدم روند	افزایشی و عدم روند	کاهشی، نامنظم و عدم روند	افزایشی و عدم روند
۱۲	ماسوله	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی و دارای روند	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی و دارای روند
۱۳	قلعه رودخان	کاهشی پیوسته و بدون روند	افزایشی و بدون روند	افزایشی و بدون روند	کاهشی پیوسته و بدون روند
۱۴	آستانه	افزایشی، دارای روند و معنی‌دار	افزایشی و دارای روند	افزایشی و دارای روند و معنی‌دار	افزایشی و دارای روند
۱۵	لاهیجان	افزایشی، بدون روند	افزایشی، بدون روند	افزایشی دارای روند و معنی‌دار	افزایشی، بدون روند
۱۶	شهر بیجار	افزایشی، عدم روند	افزایشی، عدم روند	کاهشی پیوسته و بدون روند	افزایشی، عدم روند
۱۷	منجیل	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم
۱۸	اردبیل	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم
۱۹	خلخال	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم
۲۰	گیلوان	نامنظم	نامنظم	نامنظم	نامنظم



شکل ۳: تعیین نقاط جهش فصلی ایستگاه ماشین‌خانه به روش رتبه‌ای من‌کنندال

در پاییز برخی ایستگاه‌ها مانند: ماشین‌خانه، آستارا، ماسوله، پونل دارای روند مثبت بوده و نوع تغییرهای بارشی افزایشی دارند و رخداد بارش در سطح اطمینان ۹۵٪ قابل مشاهده است و ایستگاه‌هایی مانند خرگیل، شهر بیجار، کسما، اوستاقاسم‌محله، حویق، لاهیجان و تالش نیز تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش ≥ 30 است؛ ولی مقدار آماره u از محدوده $-1/96$ هم پایین‌تر است. ایستگاه قلعه‌رودخان نیز کاهش فراوانی رخداد بارش ≥ 30 است و از محدوده بحرانی مفروض خارج نشده است. همچنین در تمام فصول سال تغییرهای بی‌نظم و تصادفی در فراوانی رخداد بعضی از ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود که این بی‌نظمی در اثر عدم تداوم افزایش یا کاهش فراوانی رخداد بارش یا عدم وقوع بارش ≥ 30 در برخی از ایستگاه‌های با شرایط اقلیمی خشک (گیلوان، منجیل، اردبیل و خلخال) ایجاد می‌شود.

ج- احتمال رخداد فصلی بارش ≥ 30 در حوضه تالش - تالاب انزلی

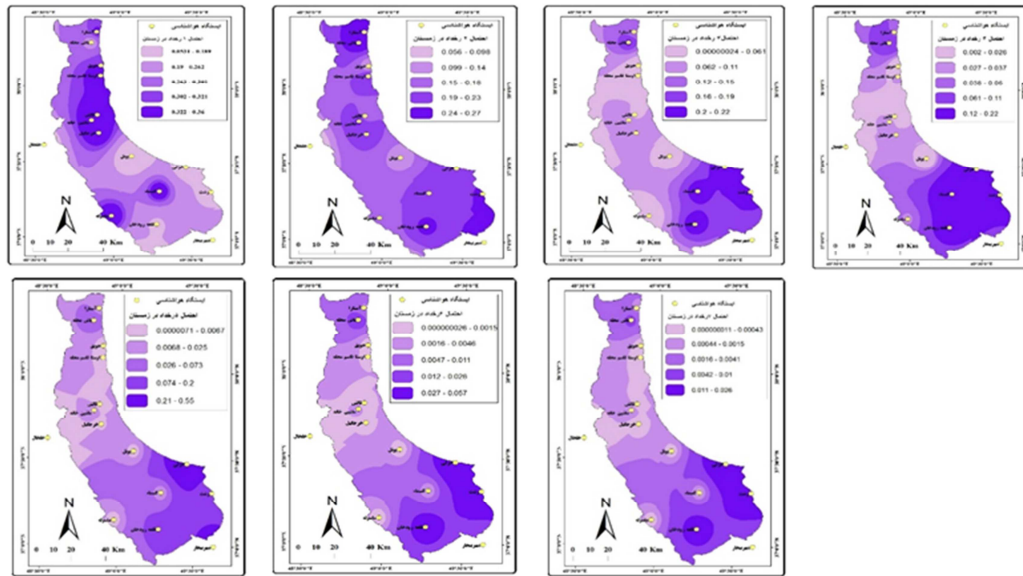
بررسی احتمال رخداد بارش‌های سنگین با توابع احتمال گسسته کمک بسزایی در احتمال وقوع و پیش‌بینی این نوع بارش می‌کند. از این‌رو، از توزیع گسسته پواسون برای رخداد پدیده‌هایی که از احتمال وقوع کمتر از ۵٪ نسبت به کل رخداد فراوانی بارش برخوردار هستند استفاده گردید. نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ≥ 30 میلی‌متر در زمستان برای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ محاسبه و در جدول (۴) آورده شده است. احتمال $p(x=0)$ یا عدم رخداد بارش در ایستگاه انزلی ۰/۴۳ درصد و $p(x=7)$ تا $p(x=0)$ به ترتیب ۰/۱۳۷ و ۰/۲۱۴ و ۰/۲۲۳ و ۰/۱۷۵ و ۰/۵۴۷ درصد است. احتمال به‌دست‌آمده از $p(x=0)$ نشان می‌دهد که عدم رخداد چنین بارشی در برخی ایستگاه‌ها در فصل زمستان بسیار کم بوده و وقوع آن حتمی است. در چهار ایستگاه منجیل، گیلوان، خلخال و اردبیل احتمال عدم رخداد بارش ≥ 30 بیش از ۸۰٪ بوده و بیانگر آن است که فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از ۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ≥ 30 به ترتیب ۶، ۱، ۳ و ۲ و کمتر از ۱ بار در سال است. در نتیجه عدم رخداد بارش‌های سنگین در این ایستگاه‌ها کاهش‌یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت. همین‌طور احتمال $p(x=1)$ نسبت به احتمال‌های دیگر در چهار ایستگاه بسیار بالا است، به عبارت دیگر احتمال رخداد یکبار بارش نسبت به رخداد‌های بالاتر بیشتر بوده و جمع احتمال عدم رخداد و یکبار بارش بیشتر یا مساوی ۳۰ میلی‌متر بیش از ۹۰٪ است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های انزلی، رشت، لاهیجان و آستانه داشته و در برخی ایستگاه‌ها مانند ماشین‌خانه، قلعه‌رودخان، خرگیل، شهر بیجار، کسما، اوستا قاسم‌محله، ماسوله، تالش و باش‌محله بیش از ۵۰٪ است.

تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های ≥ 30 در حوضه تالش - تالاب انزلی برای $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ در فصل زمستان نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در دامنه‌های شمالی و شمال غربی در بخش کوهستانی کمتر از ۰/۱ است. در دامنه‌های شرقی و شمال شرقی بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا ۰/۶). به عبارتی ایستگاه‌های ماسوله، حویق، تالش، پونل و اطرافش فاقد رخداد بارش شدید با احتمال بالای ۵۰٪ است. همچنین احتمال ≥ 1 رخداد در فصل زمستان نشان می‌دهد که وقوع بارش در ایستگاه‌های شمال شرقی و جنوب غرب بیشتر بوده و وقوع بارش شدید با احتمال بالای ۴۰٪ بوده و در $p(x=2)$ تا $p(x=4)$ احتمال کانون مستقلی را با رخداد کمتر از ۳۰٪ تشکیل داده و رخداد $p(x=6)$ و $p(x=7)$ قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه از احتمال کمتر از ۱۰٪ برخوردار است (شکل ۴). با افزایش

رخداد به ۵، هسته بیشینه احتمال نیز به سمت نواحی جلگه‌ای مانند انزلی و اطرافش جابه‌جا شده و چندین هسته جدا به وجود می‌آید.

جدول ۴: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی در فصل زمستان

نام ایستگاه	p= x	p= 1	p= 2	p= 3	p= 4	p= 5	p= 6	p= 7
آستارا	۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۲۶	۰/۱۳	۰/۰۵۳	۰/۰۱۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱
باش محله	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۰۴۵	۰/۰۱۷	۰/۰۰۵
حویق	۰/۵۶	۰/۳۲	۰/۰۹۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اوستا قاسم محله	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
تالش	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۰۴۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ماشین خانه	۰/۲۵	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۰۳۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
خرجگیل	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۰۸۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
پونل	۰/۵۷	۰/۰۵۳	۰/۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
انزلی	۰/۰۴۳	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۵۵	۰/۰۵۷	۰/۰۲۶
رشت	۰/۰۵۵	۰/۱۶	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۴۵	۰/۰۱۹
کسماء	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۲۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
ماسوله	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
قلعه رودخان	۰/۰۶۵	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۸۳	۰/۰۳۸	۰/۰۱۵
آستانه اشرفیه	۰/۰۹۰	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۶۰	۰/۰۲۴	۰/۰۱
لاهیجان	۰/۰۴۸	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۰۱۰	۰/۰۵۲	۰/۰۲۳
شهربیجار	۰/۱۴	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۱۸	۰/۰۸۷	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱	۰/۰۰۳
منجیل	۰/۸۲	۰/۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اردبیل	۰/۹۳	۰/۰۶۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
خلخال	۰/۹۰	۰/۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گیلوان	۰/۹۷	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰



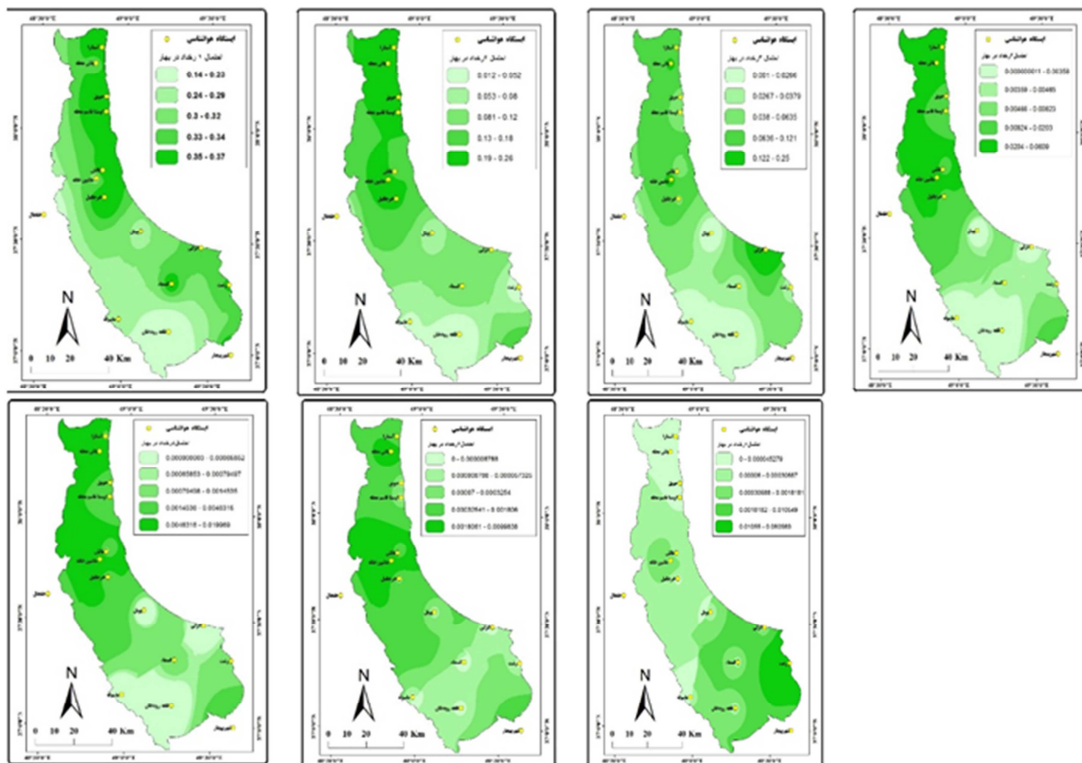
شکل ۴: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی در فصل زمستان

نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ≥ 30 میلی‌متر در فصل بهار برای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰ محاسبه و در جدول (۵) آورده شده است. احتمال $p(x=0)$ یا عدم رخداد بارش در ایستگاه ماشین‌خانه ۱/۱۸۸ درصد و $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ به ترتیب ۰/۳۱۴ و ۰/۲۶۳ و ۰/۱۴۶ و ۰/۰۶ و ۰/۰۲ درصد می‌باشد.

جدول ۵: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی در فصل بهار

نام ایستگاه	p=1	p=2	p=3	p=4	p=5	p=6	p=7
آستارا	۰/۳۳	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۰۷۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰
باش محله	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۵۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
حویق	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۵۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰
اوستا قاسم محله	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۵۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
تالش	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۱۴	۰/۰۳۵	۰/۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ماشین‌خانه	۰/۱۹	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۰۶۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱
خرجگیل	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۶۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
پونل	۰/۶۵	۰/۲۸	۰/۰۶۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
انزلی	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
رشت	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۰۲۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶۱
کسما	۰/۵۰	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ماسوله	۰/۶۹	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
قلعه رودخان	۰/۸۵	۰/۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
آستانه اشرفیه	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۰۹۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
لاهیجان	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
شهریج	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
منجیل	۰/۹۴	۰/۰۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اردبیل	۰/۹۷	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
خلخال	۰/۸۸	۰/۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گیلوان	۰/۹۴	۰/۰۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

احتمال به دست آمده از $p(x=0)$ نشان می‌دهد احتمال عدم رخداد چنین بارشی در اکثر ایستگاه‌ها در بهار بسیار کم بوده و وقوع آن حتمی است. در چهار ایستگاه منجیل، گیلوان، خلخال، اردبیل و حتی قلعه رودخان احتمال عدم رخداد بارش ≥ 30 بیش از ۸۴٪ بوده و بیانگر آن است که فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از ۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ≥ 30 به ترتیب ۲، ۲، ۴، ۱ و کمتر از ۱ بار در سال است. در نتیجه عدم رخداد بارش‌های سنگین در این ایستگاه‌ها کاهش یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت (به‌غیر از ایستگاه قلعه‌رودخان که دارای شرایط خاص بوده و فراوانی رخداد بارش ≥ 30 آن در فصل بهار ۵۵٪ است). همین‌طور احتمال $p(x=1)$ نسبت به احتمال‌های دیگر در چهار ایستگاه بسیار بالا است، به‌عبارت‌دیگر احتمال رخداد یکبار بارش نسبت به رخدادهای بالاتر بیشتر بوده و جمع احتمال عدم رخداد و یکبار بارش بیشتر یا مساوی ۳۰ میلی‌متر بیش از ۹۰٪ است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرگیل، لاهیجان، آستانه، شهربیجار، کسما، اوستا قاسم محله، باش‌محله، انزلی، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از ۵۰٪ است.



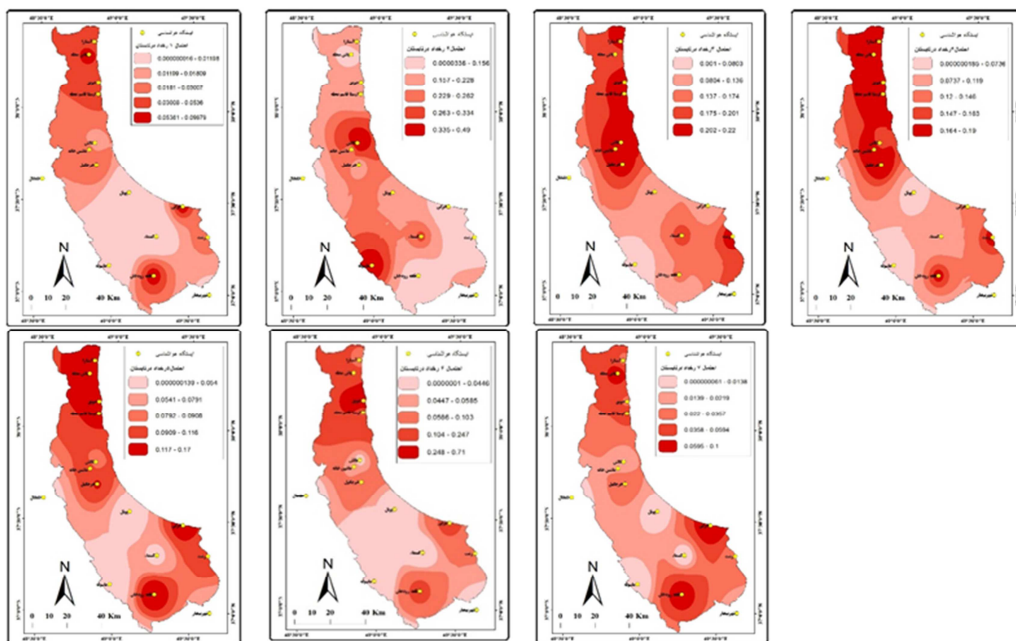
شکل ۵: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی در فصل بهار

در همین راستا تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های ≥ 30 در حوضه تالش - تالاب انزلی برای $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ در فصل بهار نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در برخی ایستگاه‌های ساحلی و جلگه‌ای در سراسر محدوده مورد مطالعه کمتر از $0/1$ است و عدم وقوع بارش در ایستگاه قلعه‌رودخان و حوزه اطرافش مشاهده شده و بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا $0/8$). همچنین احتمال ≥ 1 رخداد در فصل بهار نشان می‌دهد که وقوع بارش در ایستگاه‌های جلگه‌ای و ساحلی در شرق، شمال شرق و جنوب شرق بوده و وقوع بارش سنگین با احتمال بالا 30% بوده و کمترین وقوع بارش سنگین در ایستگاه قلعه‌رودخان کمتر از 10% است. احتمال $p(x=2)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های، پونل، ماسوله، رشت و قلعه‌رودخان با احتمال وقوع کمتر از 10% و در سایر ایستگاه‌ها تا 30% و ایستگاه ماشین‌خانه، آستارا و باش‌محله با احتمال بالای 30% احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود و در احتمال $p(x=3)$ در ایستگاه‌های ماشین‌خانه و باش‌محله با احتمال وقوع کمتر از 20% و در ایستگاه انزلی با احتمال بالای 30% احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=4)$ و $p(x=7)$ در قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه از احتمال کمتر از 10% برخوردار است (شکل ۵).

نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ≥ 30 میلی‌متر در تابستان برای $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ محاسبه و در جدول (۶) آورده شده است. احتمال $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ یا عدم رخداد بارش در ایستگاه‌های منجیل 1% و ایستگاه‌های خلخال و گیلوان صفر است. همچنین احتمال $p(x=0)$ یا عدم رخداد بارش ایستگاه انزلی $0/03$ درصد و $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ به ترتیب $0/017, 0/047, 0/088, 0/123, 0/138, 0/129$ و $0/103$ درصد می‌باشد. احتمال به‌دست‌آمده از $p(x=0)$ نشان می‌دهد، احتمال عدم رخداد چنین بارشی در اکثر ایستگاه‌ها در تابستان بسیار کم بوده و وقوع آن حتمی است. در سه ایستگاه اردبیل، ماسوله و قلعه‌رودخان احتمال عدم رخداد بارش ≥ 30 بیش از 75% بوده و بیانگر آن است که فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از 1% فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ≥ 30 به ترتیب $1, 7, 142$ بار در سال است. به‌غیر از ایستگاه قلعه‌رودخان که دارای شرایط خاص بوده و فراوانی رخداد بارش ≥ 30 آن در فصل تابستان 142 بار است. در نتیجه عدم رخداد بارش‌های شدید در این ایستگاه‌ها کاهش یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت. همین‌طور احتمال $p(x=1)$ نسبت به احتمال - های دیگر در سه ایستگاه یادشده بسیار بالا است، به‌عبارت‌دیگر احتمال رخداد یکبار بارش نسبت به رخدادهای بالاتر بیشتر بوده و جمع احتمال عدم رخداد و یکبار بارش بیشتر یا مساوی 30 میلی‌متر بیش از 90% است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرگیل، لاهیجان، آستانه، شهر بیجار، کسما، اوستا - قاسم محله، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از 50% است.

جدول ۶: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوزه تالش - تالاب انزلی در فصل تابستان

نام ایستگاه	p= x	p= 1	p= 2	p= 3	p= 4	p= 5	p= 6	p= 7
آستارا	۰/۰۳۷	۰/۱۲	۰/۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۳۱
باش محله	۰/۰۱۳	۰/۰۵۵	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۰۷۷
حویق	۰/۰۳۳	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۷۱	۰/۰۳۴
اوستا قاسم محله	۰/۰۳۲	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۰۷۵	۰/۰۴
تالش	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۴۹	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۰۳۵	۰/۰۱۳
ماشین خانه	۰/۰۵۰	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۲۲
خرجگیل	۰/۰۳۷	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۳۱
پونل	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
انزلی	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۰
رشت	۰/۰۴۵	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۲۵
کسماء	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۱۹	۰/۰۹۹	۰/۰۴۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۴
ماسوله	۰/۷۹	۰/۱۸	۰/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
قلعه رودخان	۰/۸۵	۰/۰۳۸	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۸۴
آستانه اشرفیه	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۰۸۴	۰/۰۳۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲
لاهیجان	۰/۰۴۵	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۰۵۶	۰/۰۲۴
شهربیجار	۰/۰۹۱	۰/۲۲	۰/۲۶	۰/۲۱	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۰۲۴	۰/۰۱
منجیل	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اردبیل	۰/۹۷	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
خلخال	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گیلوان	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰



شکل ۶: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوزه تالش - تالاب انزلی در فصل تابستان

همچنین تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های ≥ 30 در حوضه تالش- تالاب انزلی برای $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ در تابستان نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در برخی ایستگاه‌های ساحلی و جلگه‌ای در سراسر محدوده مورد مطالعه کمتر از ۰/۱ است و عدم وقوع بارش در ایستگاه ماسوله مشاهده شده و بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا ۰/۸). همچنین احتمال ≥ 1 رخداد در فصل تابستان نشان می‌دهد که وقوع بارش در تمام ایستگاه‌های جلگه‌ای و ساحلی وجود داشته و وقوع بارش شدید با احتمال بالای ۳۰٪ در ایستگاه پونل و حوزه اطرافش بوده و کمترین وقوع بارش سنگین در ایستگاه قلعه‌رودخان، انزلی و باش محله کمتر از ۱۰٪ است. احتمال $p(x=2)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های انزلی، رشت و قلعه‌رودخان با احتمال وقوع کمتر از ۱۰٪ و در سایر ایستگاه‌ها تا ۳۰٪ و ایستگاه تالش با احتمال بالای ۴۰٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. در احتمال $p(x=3)$ در ایستگاه‌های انزلی، ماسوله و پونل با احتمال وقوع کمتر از ۱۰٪ و در اکثر ایستگاه‌ها تا ۳۰٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=4)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های پونل، کسماء و ماسوله با احتمال وقوع کمتر از ۱۰٪ و در سایر ایستگاه‌ها و در یک پهنه وسیع و با احتمال ۳۰٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=5)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های پونل، تالش و ماشین‌خانه، کسماء و ماسوله با احتمال وقوع کمتر از ۱۰٪ و در سایر ایستگاه‌ها با احتمال ۲۰٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=6)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های پونل، تالش و ماشین‌خانه، کسماء و ماسوله با احتمال وقوع کمتر از ۴۰٪ و تنها در ایستگاه حویق و حوضه اطرافش تا ۸۰٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=7)$ قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه کمتر از ۱۰٪ برخوردار است و تنها در ایستگاه انزلی تا ۲۰٪، احتمال رخداد بارش شدید مشاهده می‌شود (شکل ۶).

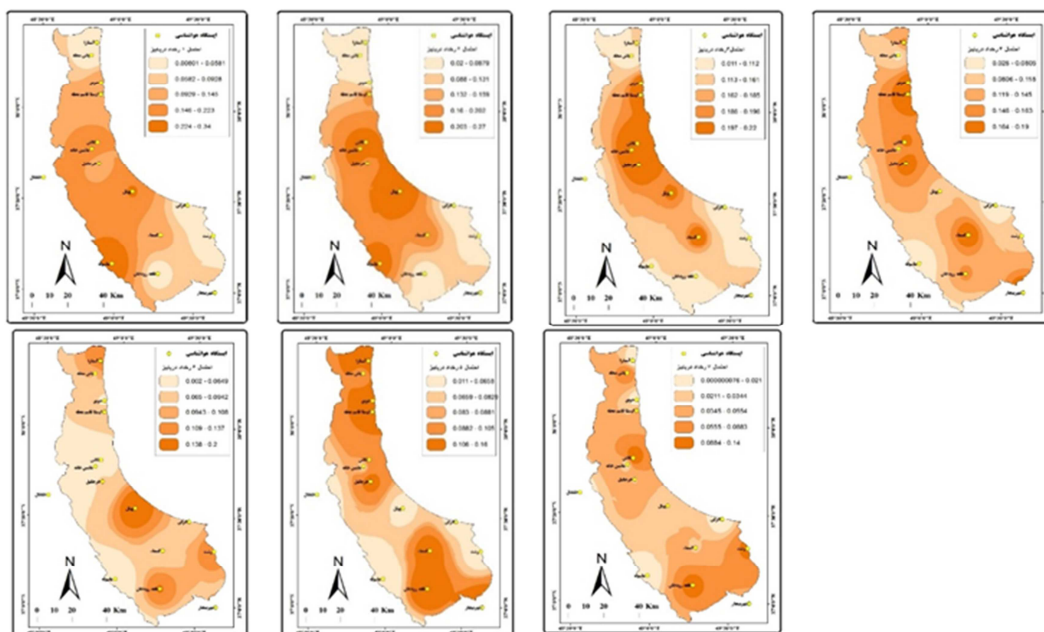
نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ≥ 30 میلی‌متر در فصل پاییز برای ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، $x=0$ محاسبه و در جدول (۷) و شکل (۷) آورده شده است. احتمال $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ یا عدم رخداد بارش در ایستگاه‌های قلعه‌رودخان، باش محله، آستانه اشرفیه و لاهیجان کمتر از ۱٪ است. همچنین احتمال $p(x=0)$ یا عدم رخداد بارش ایستگاه انزلی ۰/۰۰۰۰۸ درصد و $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ به ترتیب ۰/۰۰۰۰۷، ۰/۰۳۱۱۲، ۰/۰۱۱۱۸، ۰/۰۲۶۳۶، ۰/۰۴۹۷۱، ۰/۰۷۸۱۳ و ۰/۱۰۵۲ درصد است. احتمال $p(x=0)$ نشان می‌دهد، عدم رخداد چنین بارشی در اکثر ایستگاه‌ها در فصل پاییز بسیار کم بوده و وقوع آن حتمی است. در سه ایستگاه خلخال، اردبیل و گیلوان احتمال عدم رخداد بارش ≥ 30 بیش از ۸۰٪ بوده و فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از ۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ≥ 30 به ترتیب ۱، ۷، ۲۰۹ بار در سال است. به استثنای ایستگاه لاهیجان که فراوانی رخداد بارش ≥ 30 آن در فصل تابستان ۲۰۹ بار است، عدم رخداد بارش‌های شدید در این ایستگاه‌ها کاهش یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت. همین‌طور احتمال $p(x=1)$ نسبت به احتمال‌های دیگر در ایستگاه آستانه و باش محله کمتر از دو ایستگاه یادشده است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، قلعه رودخان، خرگیل، شهربیجار، کسماء، اوستاقاسم محله، ماسوله، حویق و تالش داشته و عمدتاً اکثر آنها بیش از ۶۰٪ است.

جدول ۷: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی در فصل پاییز

نام ایستگاه	p= x	p= 1	p= 2	p= 3	p= 4	p= 5	p= 6	p= 7
آستارا	۰/۰۰۵	۰/۰۲۶	۰/۰۶۸	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۰
باش محله	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۲	۰/۰۴۳	۰/۰۶۹	۰/۰۸۸	۰/۰۹۳	۰/۰۸۴
حویق	۰/۰۴۴	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۰۵۸	۰/۰۲۶
اوستا قاسم محله	۰/۰۳۱	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۰۷۵	۰/۰۳۷
تالش	۰/۰۴۸	۰/۱۵	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۰۵۲	۰/۰۲۲
ماشین خانه	۰/۰۷۲	۰/۱۹	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۱۴	۰/۰۷۶	۰/۰۳۳	۰/۰۱۲
خرجگیل	۰/۰۳۴	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۷۰	۰/۰۳۳
پونل	۰/۱۰	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۰۰۶
انزلی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۳۱	۰/۰۱۱	۰/۰۲۶	۰/۰۵	۰/۰۷۸	۰/۱۱
رشت	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۳۶	۰/۰۷۱	۰/۱۱	۰/۰۲۱	۰/۱۳	۰/۱۱
ماسوله	۰/۲۵	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۱۱	۰/۰۳۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰
قلعه رودخان	۰/۰۰۴	۰/۰۲۲	۰/۰۵۹	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۱
آستانه اشرفیه	۰/۰۰۴	۰/۰۲۲	۰/۰۶	۰/۰۱۱	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۲
لاهیجان	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۳۶	۰/۰۷۱	۰/۱۱	۰/۰۲۱	۰/۱۳	۰/۱۱
شهربیجار	۰/۰۲۰	۰/۰۷۹	۰/۱۵	۰/۲	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۹۹	۰/۰۵۵
اردبیل	۰/۸۸	۰/۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
خلخال	۰/۸۴	۰/۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گیلوان	۰/۸۸	۰/۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

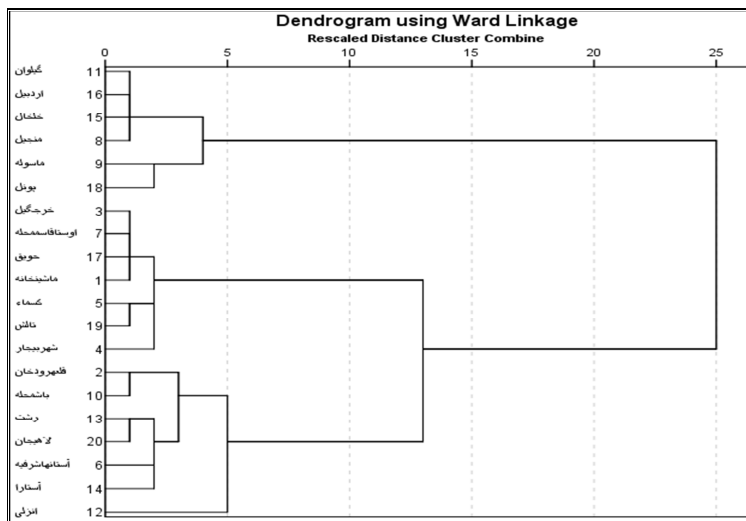
تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های ≥ 30 در حوضه تالش - تالاب انزلی برای $p(x=0)$ تا $p(x=7)$ در فصل پاییز نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در برخی ایستگاه‌های ساحلی و جلگه‌ای بیش از نیمی از محدوده مورد مطالعه کمتر از $0/1$ است و عدم وقوع بارش در ایستگاه ماسوله در جنوب غربی آن مشاهده شده و بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا $0/4$). بنابراین 80% ایستگاه‌های دارای رخداد بارش شدید هستند. احتمال ≥ 1 رخداد در فصل پاییز نشان می‌دهد که وقوع بارش در ایستگاه‌های جنوب شرقی و شمال شرقی کم بوده ولی در پهنه وسیعی از محدوده مورد مطالعه رخداد واقعی بارش زیاد است. وقوع بارش شدید با احتمال بالای 30% در ایستگاه ماسوله در جنوب غربی حوضه و کمترین احتمال وقوع بارش شدید در ایستگاه قلعه‌رودخان، انزلی، باش‌محله و آستارا (کمتر از 1%) است. در روی نقشه $p(x=2)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های جنوب شرقی (رشت، انزلی) و جنوب غربی (قلعه-رودخان)، شمال شرقی (باش محله و آستارا) احتمال وقوع بارش شدید کم بوده ولی در پهنه وسیعی از محدوده مورد مطالعه رخداد واقعی بارش زیاد است. ایستگاه ماسوله، پونل، تالش، ماشین‌خانه و حویق بیشترین احتمال را با بیش از 30% در این فصل به همراه دارد. احتمال $p(x=3)$ در ایستگاه‌های جنوب شرقی (رشت و انزلی) و شمال شرقی (باش‌محله) تا 10% بوده و در ایستگاه‌های (کسماء، پونل، خرجگیل، تالش، ماشین‌خانه، اوستا‌محله و حویق) بیشترین بارش شدید با احتمال بیش از 30% مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=4)$ رخداد بارش ایستگاه‌های جنوب شرقی (انزلی)، شمال شرقی (باش‌محله) و جنوب غربی (ماسوله) با احتمال وقوع کمتر از 10% و در سایر ایستگاه‌ها و با احتمال بیش از 20% احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال $p(x=5)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های جنوب شرقی (انزلی و رشت) و شمال و شمال شرقی (پونل، ماشین‌خانه و باش‌محله) و جنوب غربی (ماسوله) با احتمال

وقوع کمتر از ۱۰٪ و در سایر ایستگاه‌ها با احتمال بیش از ۲۰٪ احتمال رخداد بارش به دست آمده است. احتمال $p(x=6)$ رخداد بارش در ایستگاه‌های آستارا، پونل، رشت و قلعه‌رودخان دارای بارش شدید بیش از ۱۰٪ بوده و در ایستگاه حویق رخداد کمتر از ۱۰٪ حاصل شده است. احتمال $p(x=7)$ ایستگاه‌های آستارا، انزلی، رشت و کسما احتمال وقوع بارش شدید بالای ۱۰٪ برخوردار بوده و در سایر ایستگاه‌ها که پهنه وسیعی از محدوده مورد مطالعه را در بر گرفته و دارای بارش شدید با احتمال کمتر از ۱۰٪ مشاهده می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش - تالاب انزلی در فصل پاییز

در همین راستا بررسی شباهت فراوانی رخداد بارش سنگین فصلی حوضه تالش - تالاب انزلی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای نشان داد که سه گروه متفاوت در حوضه قابل شناسایی است (شکل ۸). گروه اول ایستگاه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک را شامل می‌شود. تمامی ایستگاه‌های این گروه (به‌استثنای ماسوله و پونل) در دامنه جنوبی و غربی ارتفاعات تالش واقع هستند. گروه دوم شامل منطقه مرکزی و شمالی حوضه بوده و در شهرستان‌های صومعه-سرا، رضوانشهر، تالش و آستارا قرار دارند.



شکل ۸: نمودار تحلیل خوشه‌ای فراوانی رخداد بارش سنگین فصلی در حوضه تالش-تالاب انزلی

در نهایت گروه سوم، ایستگاه‌های واقع در جنوب، شرق و جنوب شرقی حوضه را در بر می‌گیرد. البته دو ایستگاه باش-محل و آستارا در بخش شمالی حوضه قرار دارند.

نتیجه‌گیری

یکی از عناصر آب و هوایی مهم که شناخت آن از الزام‌های بنیادی در شناخت آب و هوا است، بارش، حالت‌ها و شدت آن است. یکی از حالت‌های بارش، بارش فرین است. افزایش فراوانی رخداد پدیده‌های فرین از قبیل بارش‌های شدید، دوره‌های تر و خشک، یخبندان‌ها و غیره یکی از پیامدهای مهم تغییرهای اقلیم است. در این پژوهش، یکی از عناصر اصلی اقلیم یعنی فراوانی رخداد بارش ≥ 30 با استفاده از روش آزمون گرافیکی من-کندال و وجود روند یا عدم وجود روند و معنی‌داری یا عدم معنی‌داری آن مورد بررسی قرار گرفت، نتایج به دست آمده نشان داد: در تمام فصول سال تغییرهای نامنظم و تصادفی در فراوانی رخداد بعضی از ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود که این بی‌نظمی در اثر عدم تداوم افزایش یا کاهش فراوانی رخداد بارش یا عدم وقوع بارش ≥ 30 در برخی از ایستگاه‌ها ایجاد می‌شود. روند تغییرهای بارش در ۱۳ ایستگاه داخل حوضه و چهار فصل سال، به این صورت به دست آمده است که در $53/8\%$ حالت‌ها فاقد روند، $40/4\%$ دارای روند افزایشی و $13/5\%$ دارای روند کاهشی بوده است. روند افزایشی شدیدتر در نیمه جنوبی حوضه تالش (۴ ایستگاه تالش، ماشین‌خانه، خرگیل و پونل) به دست آمده است. در محدوده شمالی حوضه بزرگ تالش (۴ ایستگاه آستارا، باش‌محل، حویق و اوستاقاسم‌محل) در تابستان روند کاهشی و در سایر فصل‌ها روند تغییرها نامنظم و تا حدودی افزایشی است. در ۵ ایستگاه حوضه تالاب انزلی (انزلی، رشت، کسماء، ماسوله و قلعه‌رودخان) به غیر از ماسوله و انزلی سایر ایستگاه دارای روند کاهشی بوده و ایستگاه انزلی فقط در فصل بهار و ماسوله به غیر از فصل بهار دارای روند افزایشی هستند.

محمدی (۱۳۹۱) روند آستانه بارش‌های سنگین ایران را با استفاده از داده‌های ۱۳۴۷ ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی در دوره ۴۰ ساله بررسی کرد. ایشان پس از مشخص کردن آستانه بارش سنگین هرسال، از روش‌های ناپارامتری من-کندال برای تحلیل روند آستانه بارش‌های سنگین و از روش برآورد کننده شیب خط سنس، برای تخمین شیب خط روند، استفاده کرده است، نتایج نشان داد که روند افزایشی معنی‌داری در آستانه بارش‌های سنگین سالانه ایران به‌ویژه از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است که این مقدار افزایشی به‌طور متوسط ۰/۵ میلی‌متر در هرسال برآورد شده است.

این یافته‌ها با نتایج تحقیق محمدی (۱۳۹۲) هماهنگی دارد. ایشان نشان داد که روند افزایشی معنی‌داری در آستانه بارش‌های سنگین سالانه ایران به‌ویژه از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است. در این تحقیق نیز در بین حالت‌های ممکن تغییر روند بخش عمده‌ای از فصول و ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی بوده و این روند در قسمت‌های مرکزی حوضه تحقیق مشهودتر است. همچنین با تحقیق رضانی گورابی و ایزک‌مهری (۱۳۹۴) که به کلاسه‌بندی زمانی و مکانی بارش سنگین در گیلان با استفاده از (GIS) پرداخته و در تحلیل دهه‌ای مشخص نموده که تغییرهای چندانی به لحاظ فراوانی بارش سنگین در ایستگاه‌های مورد مطالعه رخ نداده است و میانگین بارش سنگین پرباران-ترین ایستگاه‌های استان در مرکز و بسیار نزدیک به خط ساحلی می‌باشند نیز تطابق دارد. عساکره و همکاران (۱۳۹۱) در تحلیل روند بارش‌های سنگین در شهر زنجان، به نتیجه تقریباً مشابه رسیده‌اند که مشاهده‌های مورد بررسی در طول دوره آماری و در دو مقیاس سالانه - ماهانه فاقد روند معنی‌دار هستند. اما بارش بیشینه با دو فاز پرفاوت و خیز در دوره ۱۹۷۳-۱۹۶۱ و کم‌افت و خیز در دوره ۲۰۰۶-۱۹۷۴ مشخص می‌شود.

* نتایج توزیع احتمال نشان داد که توزیع فضایی احتمال $p(x=0)$ تا $p(x=n)$ نشان از جابجایی هسته احتمال برای x های مختلف است. در زمستان توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های انزلی، رشت داشته و در برخی ایستگاه‌ها مانند ماشین‌خانه، قلعه‌رودخان، خرگیل، کسماء، اوستا قاسم‌محله، ماسوله، تالش و باش‌محله بیش از ۵۰ است. در بهار توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرگیل، کسماء، اوستا قاسم‌محله، باش‌محله، انزلی، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از ۵۰ است. در تابستان توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرگیل، لاهیجان، آستانه، شهر بیجار، کسماء، اوستا قاسم‌محله، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از ۵۰٪ است. در پاییز توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، قلعه‌رودخان، خرگیل، شهر بیجار، کسماء، اوستا قاسم‌محله، ماسوله، حویق و تالش داشته و عمدتاً اکثر آنها بیش از ۶۰٪ است. همچنین احتمال رخداد فراوانی بارش ≥ 30 با توزیع پواسون نشان داد که احتمال عدم رخداد در ایستگاه‌های دارای اقلیم غیرمرطوب بسیار بالا و جمع عدم رخداد با یک رخداد، بیش از ۹۰ فراوانی رخداد بارش ≥ 30 را تشکیل می‌دهند. همچنین حداکثر احتمال برای رخداد‌های مختلف و در همه فصول سال در ایستگاه‌های شمالی اوستا قاسم‌محله و تالش، مرکزی (ماشین‌خانه، خرگیل) و جنوبی کسماء، اتفاق افتاده است و توزیع پواسون ارزیابی مناسبی از رخداد‌های بارش این ناحیه دارد. در نهایت تحلیل خوشه‌ای فراوانی رخداد بارش سنگین فصلی نشان داد ناحیه مورد مطالعه به سه بخش کاملاً متمایز قابل تقسیم است. ایستگاه‌های گروه اول دارای کمترین فراوانی، ایستگاه‌های گروه دوم دارای فراوانی متوسط و ایستگاه‌های گروه سوم از بیشترین فراوانی رخداد برخوردار هستند.

منابع

- اوجی روح‌اله و پروین غفاریان (۱۳۹۸). شناسایی و برآورد بارش‌های فرین سواحل جنوبی دریای خزر بر اساس نظریه مقدار فرین، فصلنامه اقیانوس‌شناسی، ۹ (۳۴)، ۳۹-۴۸.
- باهک بتول (۱۳۹۲). بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من-کندال (مطالعه موردی ایستگاه کرمان)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، ۱۰ (۳۹)، ۶۵-۷۲.
- جانبازقبادی غلامرضا، عباس مفیدی و آذر زرین (۱۳۹۰). شناسایی الگوهای هم‌دید بارش‌های شدید زمستانه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۲ (۴۲)، ۲۳-۴۰.
- خوشرو عبدالله، امیر گندمکار، علیرضا حاجیان (۱۳۹۴). مطالعه روند تغییرات دمای شبانه در ایران مرکزی به روش ناپارامتری من-کندال، فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۵ (۴)، ۷-۲۴.
- رمضانی‌گورابی بهمین و سوده ایزک‌مهری (۱۳۹۴). کلاسه‌بندی زمانی و مکانی بارش سنگین در گیلان با استفاده از GIS، مجله علوم جغرافیایی، ۲۲ (۲۲)، ۲۸-۴۱.
- رضائی پرویز و محمود روشنی (۱۳۸۹). بررسی بارش‌های رگباری و روند تغییرات آن در استان گیلان، فضای جغرافیایی، ۱۰ (۳۰)، ۱-۲۰.
- رضائی پرویز، محمود روشنی و سمیه کشاورز (۱۳۹۷). تحلیل آماری-هم‌دید بارش‌های ماه مرداد در جنوب غربی ساحل دریای خزر، دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد- دانشکده علوم انسانی، ۱۹ اردیبهشت ماه ۱۳۹۷.
- عساکره حسین (۱۳۹۱). تغییر توزیع فراوانی بارش‌های فرین شهر زنجان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان)، ۲۳ (۴۵)، ۵۱-۶۶.
- عساکره حسین (۱۳۹۱). تحلیل روند بارش‌های سنگین در شهر زنجان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز، ۱۶ (۳۹)، ۷۳-۸۸.
- عساکره حسین (۱۳۹۰). مبانی اقلیم‌شناسی آماری، انتشارات دانشگاه زنجان، چاپ اول.
- فرسنادیا فرهاد، محسن رستمی‌کامرود و علیرضا مقدم‌نیا (۱۳۹۱). تحلیل روند بارندگی در استان مازندران با استفاده از روش من-کندال منطقه‌ای، مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۸ (۲۴)، ۶۰-۷۰.
- صفریور فرهاد، جواد خوشحال‌دستجردی و ابوالفضل مسعودیان (۱۳۹۸). پیش‌بینی بارش‌های سنگین غرب کشور بر اساس برآوردهای رادار هواشناسی با استفاده از روش Z-R، مجله مخاطرات محیط طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۸ (۲۲)، ۵۹-۷۴.
- محمدی بختیار (۱۳۹۲). تحلیل روند سالانه آستانه بارش‌های سنگین ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۸ (۱۰۸)، ۱۶۳-۱۷۶.
- محمدی حسین، قاسم عزیزی، فرامرز خوش‌اخلاق و فیروز رنجبر (۱۳۹۶). تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ۴۹ (۱)، ۲۱-۳۷.
- مربانجی زهره و عباسی حامد (۱۳۹۵). پهنه‌بندی احتمال رخداد بیشینه بارش روزانه در استان همدان، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی سپهر، ۲۵ (۱۰۰)، ۸۹-۹۶.
- مظفری غلامعلی، احمد مزیدی و شهاب فتحی (۱۳۹۶). بررسی و تعیین آستانه بارش‌های حدی غرب ایران با استفاده از روش توزیع مقادیر حدی تعمیم‌یافته، نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌و‌خاک، ۲۴ (۲)، ۱۰۷-۱۲۵.
- معروف‌نژاد عباس و شهلا قاسمی (۱۳۹۶). روند تغییرات دما با استفاده از روش من-کندال (مطالعه موردی چهار شهرستان استان چهارمحال و بختیاری)، فصلنامه آمایش محیط، ۱۰ (۳۷)، ۱۴۹-۱۶۶.
- مفیدی عباس، آذر زرین و غلامرضا جانبازقبادی (۱۳۸۹). تعیین الگوی هم‌دید بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله فیزیک زمین و فضا، ۳۳ (۳)، ۱۳۱-۱۵۴.
- نادی مهدی و خلیلی علی (۱۳۹۲). طبقه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش تحلیل عاملی-خوشه‌ای، مجله تحقیقات آب‌و‌خاک ایران، دانشگاه تهران، ۴۴ (۳)، ۲۳۵-۲۴۲.
- Amin, M. T., Rizwan, M., & Alazba, A., (2016). A best-fit probability distribution for the estimation of rainfall in northern regions of Pakistan, *Open Life Sci*, 11, 432-440.

- Anagnostopoulou, Ch., and Tolika, K. (2011). Extreme precipitation in Europe: statistical threshold selection based on climatological criteria, *J. Theor. Appl. Climatol.* 30 July, 489-479.
- Barkotulla, M. A. B., (2017). Probability analysis for estimation of annual extreme rainfall. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, (JBES)*. ISSN: 2220-6arho663, 10(2), 248-253.
- Jones, R., Hayley, J., Fowler, Ch., Kilsby, G., and Blenkinsop, S. (2012). An assessment of changes in seasonal and annual extreme rainfall in the UK between 1961 and 2009. *J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.3503.
- Kendall, M.G., (1970), *Rank Correlation Methods*, 2nd Ed., New York: Hafner.
- Roradeh, H., Safarrad, T., (2018). Analysis of Sea-air Temperature Difference on Regional Heavy Precipitation in the Southern Coasts of Caspian Sea during fall, *Physical Geography Research Quarterly*, 49(1), 71-83.
- Seo, Y., Hwang, J., & Kim, B., (2017). Extreme Precipitation Frequency Analysis Using a Minimum Density Power Divergence Estimator. <http://www.mdpi.com/journal/water>, 9(2), 81; 1-17.
- Soltani, S, Modarres, R, (2006). Classification of Spatio -Temporal Pattern of Rainfall in Iran Using A Hierarchical and Divisive Cluster Analysis, *Journal of Sp.*

Research Article

Seasonal Analysis of Days With Heavy Rainfall Event in Talesh-Anzali Wetland Basin

Fereydon Azad Gholami Kasmakh¹, Parviz Rezaei^{2*}, Amir Gandomkar³

1. Ph.D of Climatology, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

2*. Associate Professor of Climatology, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

3. Associate Professor of Climatology, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

Received: 23-06-2019

Final Revised: 29-02-2020

Accepted: 13-06-2020

Abstract

Heavy rainfall is one of the natural dangers. Heavy rainfalls, directly or indirectly, affect human lives and their activities. In this study, the Talesh-Anzali wetland basin in the west of Guilan province has been investigated. To determine the probability of heavy rainfall events (seasonal) and the trend existence, non-parametric Men-Kendall test, to determine the probability of rainfall event ≥ 30 mm Poison's method and to identify local patterns of precipitation event IDW method has been applied. The data in this study include daily precipitation of ≥ 30 mm in 20 synoptic stations in a period of 30 years (1987-2016). The results showed the trend is mainly increasing, so that the stations located in the center towards the north of the study district in every four seasons and the stations in Anzali in spring and Masooleh in three seasons of summer, autumn and winter have increasing trend, but in some cases, some stations mainly toward the southern half of the area such as kasma in summer, Bashmahalleh and Rasht in winter and Ghalehroud Khan in autumn and winter have extreme decrease trend. Also, in all seasons of the year, in some stations, irregular and accidental changes are observed in the event frequency. This irregularity results from a lack of continuity increase or decrease of the event frequency and rainfall or lack of rainfall of ≥ 30 mm in some stations. Poison's distribution showed that the probability of lack of event in stations with non-humid climate is so high and the addition of lack of event with an event is more than 90% frequency of rainfall event ≥ 30 mm. Furthermore, in the north and central stations of the region, the most possibility for different events in all seasons of the year has been recorded. In the end, the results showed Poison's distribution has a proper evaluation of precipitation events in this region.

Keywords: Heavy Rainfall, Man-Kendall, Poison, Talesh-Anzali wetland Basin.

* Corresponding Author Email: Rezaei@iaurasht.ac.ir

References

References (in Persian)

- Asakereh, H., (2011). Change the frequency of extreme precipitation in Zanjan, *J. Geograph. Plan.* 23(45), 51-66. [In Persian]
- Asakereh, H., (2012). Analysis of Heavy Precipitation Trends in Zanjan City, *Journal of Geography and Planning*. University of Tabriz. 16(39), 73-88. [In Persian]
- Asakereh, H., (2011). *Fundamentals of Statistical Climatology*, Zanjan University of Publishers. [In Persian]
- Bahak, B., (2013). Study of the Likelihood of Climate change in Kerman Province Using Man-Kendall Method (Case Study: Kerman Station). *Quarterly Geographical Journal of Territory (Sarzamin)*, 10(39): 65-72. [In Persian]
- Farsadnia, F., Rostami Kamrod, M., & Moghadam Nia, A., (2012). Rainfall Trend Analysis of Mazandaran Province Using Regional Mann-Kendall Test, *Iran-Water Resources Research Quarterly*, 8(24), 60-70. [In Persian]
- Janbaz Ghobadi, Gh. Mofidi, A., & Zarrin, A., (2011). Recognizing the Synoptic Patterns of Wintertime Heavy Precipitation in the Southern Coast of the Caspian Sea, *Geography and Environmental Planning*, 22(42), 23-40. [In Persian]
- Khoshrou, A., Gandomkar, A., Hajian, A., (2015). Investigation of Night Temperature Alterations' Procedure (NTAP) in Central Iran: Mann-Kendall's Non-Parameter Method in Focus, *Quarterly of Geography(Regional Planning)*, 5(4), 7-24. [In Persian]
- Marofnejad, A., Ghasami, SH., (2017). Analysis of changes using the method of Mann-Kendall (Case Study of Four townships and Bakhtiari Province). *Journal Management System*, 10(37), 149-166. [In Persian]
- Maryanaji, Z., Abbasi, H., (2016), Zoning of the Occurrence Probability of maximum daily precipitation In Hamedan Province, *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (Sepehr)*,25(100), 89-96. [In Persian]
- Mohamadi, B., (2013), Annual Trend Analysis heavy precipitation Iran. *J. Geographical Researches*. 28(108),163-176. [In Persian]
- Mohammadi, H., Azizi, GH, Khoshahklagh, F., & Ranjbar, F., (2017). Analysis of Daily Precipitation Extreme Indices Trend in Iran, *The University of Tehran's Scientific Journals Database*, 49(1), 21-37. [In Persian]
- Mozafari, Gh. A., Mazidi, A., & Fathi, Sh., (2017). Analysis and determining the threshold of extreme precipitation of Western Iran through using general extreme value distribution, *J. of Water and Soil Conservation*, 24(2),109-125. [In Persian]
- Nadi, M., Khalili, A., (2013). Climatic Classification of Iran by Cluster Factor Analysis Method, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, University of Tehran, Article 2, Volume 44, Number 3, October-November 2013, 242-235. [In Persian]
- Oji, R., Ghafarian, P., (2018). Identification and Estimation of Extreme Rainfalls of Southern Coast of the Caspian Sea Using Extreme Value Analysis Theory, *Journal of Oceanography*, 9(34): 39-48. [In Persian]
- RamezaniGourabi, B., Soodeh Izakmehri, S., (2015). The Classification of temporal and Spatial on heavy rainfall in Gilanwith GIS, *Journal of Geographical Sciences*, (22), 28-41. [In Persian]
- Rezaei, P., Roshani, M., Keshavarz, S., (2018). Statistical Analysis- Synoptic July Rainfall in South West Coast of the Caspian Sea, the Second National Conference on Climatology of Iran, May 9th, 2018, Ferdowsi University of Mashhad. [In Persian]
- Rezaei, P., Roshani, M., (2010). Investigation of Precipitations Showery and Change Process in Guilan Province, *Journal of Geographic Space*, 10(30), 1-20. [In Persian]
- Safarpour, F., Khoshhal Dastjerdi, J., Masoodian, A., (2020). Forecast of heavy rainfall in West of Iran According to Weather Radar Estimates Using the Z-R method, *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(22), 59-74. [In Persian]
- Mofidi, A., Zarrin, A., & Janbaz Ghobadi, G., (2008). Determining the Synoptic Pattern of Winter Heavy Precipitation and it's Comparison to Autumn Heavy Precipitation in Southern Coasts of Caspian Sea, *The 1st International Conference on the Caspian Region Environmental Changes*, August 24-25, 2008, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. [In Persian]

References (in English)

- Amin, M. T., Rizwan, M., & Alazba, A., (2016). A best-fit probability distribution for the estimation of rainfall in northern regions of Pakistan, *Open Life Sci.* 11, 432-440.
- Anagnostopoulou, Ch., and Tolika, K. (2011). Extreme precipitation in Europe: statistical threshold selection based on climatological criteria, *J. Theor. Appl. Climatol.* 30 July, 489-479.
- Barkotulla, M. A. B., (2017). Probability analysis for estimation of annual extreme rainfall. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, (JBES). ISSN: 2220-6arho663, 10(2), 248-253.
- Jones, R., Hayley, J., Fowler, Ch., Kilsby, G., and Blenkinsop, S. (2012). An assessment of changes in seasonal and annual extreme rainfall in the UK between 1961 and 2009. *J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.3503.
- Kendall, M.G., (1970). *Rank Correlation Methods*, 2nd Ed., New York: Hafner.
- Roradeh, H., Safarad, T., (2018). Analysis of Sea-air Temperature Difference on Regional Heavy Precipitation in the Southern Coasts of Caspian Sea during fall, *Physical Geography Research Quarterly*, 49(1), 71-83.
- Seo, Y., Hwang, J., & Kim, B., (2017). Extreme Precipitation Frequency Analysis Using a Minimum Density Power Divergence Estimator. <http://www.mdpi.com/journal/water>, 9(2), 81; 1-17.
- Soltani, S, Modarres, R, (2006). Classification of Spatio -Temporal Pattern of Rainfall in Iran Using A Hierarchical and Divisive Cluster Analysis, *Journal of Sp.*