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 خسمخی[۱]، پرویز رضائی*[۲]، امیر گندمکار[۳]

۱. دانش آموخته دکتری اقلیم شناسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد
۲*. دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت
۳. دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد

چکیده

یکی از انواع مخاطرات طبیعی، وقوع بارش‌های سنگین است. بارش‌های سنگین، بصورت مستقیم و غیرمستقیم بر روی زندگی انسان و فعالیت‌های آن تاثیرگذارند. 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 غیرپارامتریک من–کندال و برای تعیین احتمال رخداد بارش ۳۰≤ میلی‌متر از توزیع پواسون و جهت شناسایی الگوهای مکانی رخداد بارش از روش میانیابیIDW استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل، بارش روزانه ۳۰≤ میلی‌متر، ۲۰ ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک در یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۷) است. نتایج تحقیق نشان داد که عمدتاً روند تغییرات افزایشی است. بطوریکه 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 بصورت موردی برخی ایستگاه‌ها عمدتاً به سمت نیمه جنوبی حوضه، مانند کسما در تابستان، باش‌محله و رشت در زمستان و قلعه‌رودخان در دو فصل پاییز و زمستان دارای روند کاهشی شدید هستند. همچنین در تمام فصول سال تغییرات 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 ۳۰≤ میلی‌متر در برخی از ایستگاه‌ها است. توزیع پواسون نشان داد که احتمال عدم رخداد در ایستگاه‌های دارای اقلیم غیرمرطوب بسیار بالا است و جمع عدم رخداد با یک رخداد، بیش از۹۰٪ فراوانی رخداد بارش۳۰≤ 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.

*- پرویز رضائی (نویسنده مسئول) Email: Rezaei@iaurasht.ac.ir

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 تاثیر دارد. تغییرات 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 ازجمله رخدادهایی هستند که دچار تغییر شده‌اند. آثار تغییرات نیز بصورت 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 بعنوان یک ضرورت مطرح می‌گردد. در زمینه بارش‌های سنگین مطالعات متعدد با رویکردهای مختلف (همدید، آماری و...) درکشور و جهان انجام شده، که به برخی ازآنها اشاره می‌گردد.

آناگستوپولو و تولیکا[1] (۲۰۱۱) آستانه بارش‌های حدی ۶۵ ایستگاه هواشناسی منطقه اروپا را با استفاده از دو روش پارامتریک (صدک ۹۹ و ۹۵) و ناپارامتریک (مقادیر حدی تعمیم یافته، شاخص پراکندگی و توزیع پارتو تعمیم یافته) 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[2] و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات شدید فصلی و سالانه بارش-های 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 نوسانات اطلس شمالی رخ می‌دهد. امین[3] 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[4] است و توزیع لگاریتم پیرسون III بعنوان بهترین توزیع احتمال در سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی انتخاب گردید. بارکوتولا[5] (۲۰۱۷)، در تجزیه و تحلیل برآورد احتمال بارش‌های فرین سالانه نواگوان[6] بنگلادش به این نتیجه رسیده است که توزیع پیرسون نوع III، مناسب‌ترین توزیع احتمال حداکثر بارش یک روزه سالانه است. سئو[7] و همکاران (۲۰۱۷)، در تحلیل فراوانی بارش شدید کره‌جنوبی با استفاده از برآوردگر حداقل واگرایی قدرت تراکم[8] و مقادیر حد تعمیم‌یافته نشان دادند برآوردگر حداکثر درست نمایی 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 تغییرات 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 تعمیم یافته مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که فراوانی و مقدار بارش‌های سنگین و سبک

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

به سمت کاهش میل می‌کند. محمدی (۱۳۹۱) روند آستانه بارش‌های سنگین ایران را با استفاده از داده-های۱۳۴۷ایستگاه همدید، اقلیمی و باران‌سنجی در دوره ۴۰ ساله بررسی کرد. ایشان پس از مشخص کردن آستانه بارش سنگین هر سال، از روش‌های ناپارامتری من-کندال برای تحلیل روند آستانه بارش‌های سنگین و از روش برآوردکننده شیب خط سنس، برای تخمین شیب خط روند، استفاده کرده است نتایج نشان داد که روند افزایشی معنی‌داری در آستانه بارش‌های سنگین سالانه ایران به ویژه از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است که این مقدار افزایشی به طور متوسط ۰/۵ میلی‌متر در هر سال 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 تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان است. میزان تغییرات بارش در ماه‌های گرم چشمگیرتر است، درحالی که میانگین، حداقل و حداکثر درجه حرارت در ماه‌های آوریل، نوامبر و دسامبر بیشتر و چشمگیرتر بوده و در سایر ماه‌ها تغییرات قابل ملاحظه‌ای مشاهده نمی‌شود. نادی و خلیلی (۱۳۹۲) در طبقه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش تحلیل عاملی-خوشه‌ای به این نتیجه رسیدند که نقش بارز متغیرهای ضریب تغییرات بارندگی، تعداد روزهای برفی و شدت بارندگی را در شناسایی عامل‌های موثر براقلیم بارش ایران آشکار می‌سازد. خوشرو و همکاران (۱۳۹۴) با مطالعه روند تغییرات دمای شبانه در ایران مرکزی به روش ناپارامتری من-کندال به این نتیجه رسیدند که زمان شروع بیشتر تغییرات ناگهانی و از هر دو نوع روند و نوسان بوده است. در تمام ایستگاه‌ها روند دمای شبانه مثبت ارزیابی شده است و حاکی از گرم‌شدن دمای شبانه در طول دوره بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که درصد تغییرات فصل زمستان با تابستان و بهار با پاییز دقیقاً با هم برابر بوده است ولی زمان شروع تغییرات 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 کبودر آهنگ) دارای بیشترین بارش محتمل روزانه است. فراوانی تعداد سیل های 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 کبودرآهنگ) 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 بارش-های 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 تعمیم یافته) 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 اثبات شده و کارآمد برای تعیین آستانه بارش

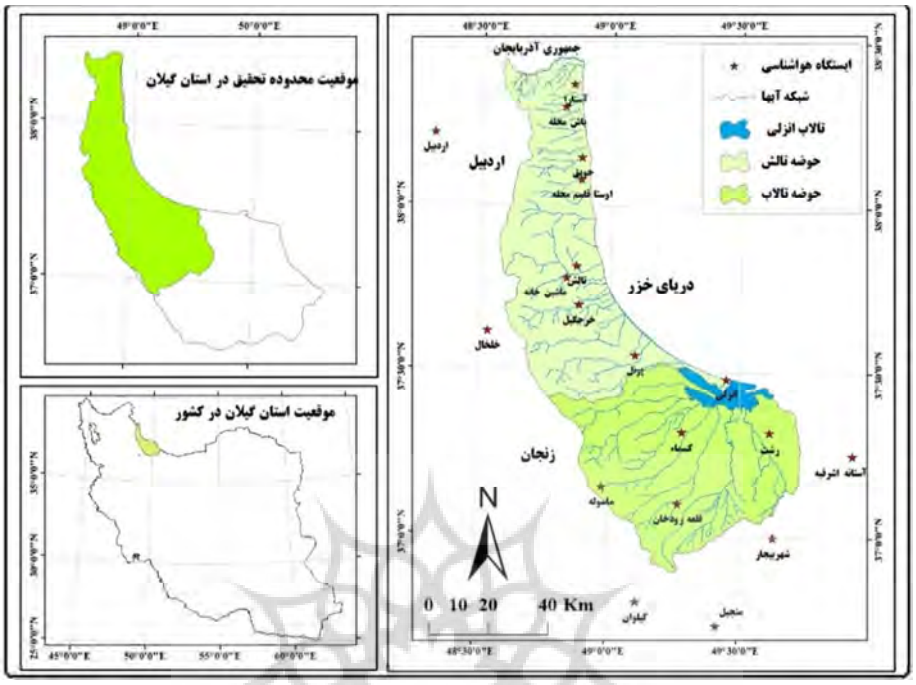
حدی غرب کشور است و همچنین روش MRL نیز یک روش رضایت‌بخش برای انتخاب آستانه بارش‌های حدی می‌باشد. محمدی و همکاران (۱۳۹۶) روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران را بررسی و نشان دادند که در دورهٔ مورد مطالعه همهٔ شاخص‌های حدی بارش در ایران دارای تغییر و روند است. در بیشتر ایستگاه‌ها، بارش سالانه کاهش (شامل 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 نیمه‌سنگین و همچنین روزهای مرطوب و فوق‌العاده مرطوب، سهم تغییرات در ایستگاه‌های واقع در سواحل شمال و جنوب بیشتر است. معروف‌نژاد و قاسمی(۱۳۹۶) با بررسی روند تغییرات 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 تغییرات سالانه تغییر ناگهانی افزایشی با ۳۵٪ مشاهده می‌شود. اوجی و غفاریان (۱۳۹۷) با شناسایی و برآورد بارش-های فرین سواحل جنوبی دریای خزر بر اساس نظریه مقدار فرین ، بارش‌های روزانه ۱۳ایستگاه سینوپتیک واقع در سواحل جنوبی دریای خزر، طی دوره آماری ۲۰۱۶-۱۹۵۷ مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بارش-های فرین ایستگاه انزلی بر اساس رویکرد حداکثر بلوک و ایستگاه‌های رامسر و مراوتپه بر اساس رویکرد فراتر از آستانه فاقد ایستایی بودند که در برازش مدل و برآورد سطوح برگشت مورد توجه قرار گرفتند. مقایسه نتایج براساس روش‌های گرافیکی و معیار آکائیکه نشان داد که رویکرد حداکثر بلوک براساس برآورد درست‌نمایی بیشینه، برازش بهتری با بارش‌های فرین اغلب ایستگاه های منطقه دارند. ایستگاه های رشت، انزلی، آستارا، نوشهر، رامسر و گرگان با دارا بودن سری زمانی طولانی‌تر، نتایج بهتری ارایه نمودند. بر اساس سطوح برگشت محاسبه شده با احتمال۹۵٪ می‌توان اطمینان داد که بارش‌های فرین ایستگاه‌های ساحلی با نرخ بالاتری نسبت به سایر ایستگاه‌های منطقه افزایش خواهند داشت، در حالیکه احتمالا بارش‌های فرین ایستگاه‌های دیگر روند افزایش کندتری را تجربه خواهند نمود. صفرپور و همکاران(۱۳۹۸) در پیش‌بینی بارش‌های سنگین غرب کشور براساس برآوردهای رادار هواشناسی، به این نتیجه رسیده‌اند که برآورد بارش رادار به روشZ-R، با تقریب خوبی مورد قبول بوده و اگرضرایب رادار برای مناطق مختلف به درستی تصحیح شوند، می‌توان بارش‌ها را پیش‌بینی و از وقوع حوادث غیرمترقبه جلوگیری کرد. مطالعات همدیدی و آمار مرتبط نیز در محدوده تحقیق انجام گرفته است از جمله می‌توان به تحقیق مفیدی و همکاران(۱۳۸۶) به منظور« تعیین الگوی همدیدی 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 قراردادند. 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 همدیدی اصلی شامل الگوی پرفشار، کم‌فشار و زوجی جا می‌گیرد. از ۲۸ روز بارش شدید، ۱۶روز آن (۵۷/۲٪) نتیجه استقرار الگوی پرفشار و تاوایی منفی ناشی از نفوذ زبانه پرفشار در سواحل جنوبی دریای خزر و در مقابل فقط۶ روز آن دارای الگوی کم فشار (۲۱/۴٪)است. الگوی زوجی که شامل استقرار مرکز

پرفشاری در غرب- شمال‌غرب دریای خزر و مرکز کم فشاری در جانب شرقی آن است، ۶روز بارش شدید (۲۱/۴٪) را در بر می‌گیرد. جانباز قبادی و همکاران(۱۳۹۰) در تحقیقی مشابه به منظور شناسایی الگوهای همدیدی 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- همدیدی بارش‌های ماه مرداد در جنوب‌غربی ساحل دریای خزر با استفاده از توزیع پواسون و مقدار بارش با توزیع نرمال دو فراسنجی در دوره برگشت‌های مختلف نشان داد، الگوی‌های پرفشار و کم‌فشار با منشاء اروپایی، اسکاندنیاوی، دریای‌سیاه، 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 تاثیر این بارش‌ها در ایستگاه‌های حوضه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و روابط حاکم در وقوع بارش‌های سنگین، شناسائی و مورد واکاوی قرار گیرد.

داده‌ها و روش‌ها

الف – موقعیت جغرافیایی قلمروتحقیق

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 آستاراچای تا مرز حوضه سفیدرود در مرکز استان گیلان ادامه دارد. مساحت حوضه ۶۹۹۷کیلومترمربع است. از این سطح ۴۹/۳٪ (۳۴۵۲کیلومترمربع) مربوط به حوضه تالش و ۵۰/۷٪ (۳۵۴۵کیلومترمربع) مربوط به حوضه تالاب انزلی است. حدود ۴۰ زیرحوضه هیدرولوژیکی و غیرهیدرولوژیکی در این دو حوضه قرار دارد، که سرشاخه‌های اکثر آنها در استان گیلان بوده و چند زیرحوضه آن از ارتفاعات استان اردبیل و زنجان منشاء می‌گیرد. برخی از رودخانه‌های این حوضه‌ها، مستقیماً به دریای خزر و برخی دیگر در ابتدا به تالاب انزلی و در ادامه به دریای خزر می‌ریزند (شکل۱).



شکل ۱: موقعیت حوضه تالش- تالاب انزلی

ب-داده‌های تحقیق:

مبنا و معیار تحلیل بارش سنگین در این تحقیق، بارش‌های روزانه ۳۰میلی‌متر و بیشتر است. این داده‌ها از۲۰ ایستگاه منتخب در بازه زمانی۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶) از آرشیو سازمان هواشناسی و وزارت نیرو استخراج شده است. از۲۰ ایستگاه منتخب ۱۳ ایستگاه در داخل محدوده مطالعاتی (حوضه تالش وتالاب انزلی) و ۷ ایستگاه در مجاور آن (حوضه سفیدرود و دو استان اردبیل و زنجان جهت تحلیل مکانی داده‌ها انتخاب شده است(جدول۱).

جدول۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه در بازه زمانی۳۰ 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	کسماء	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	باران سنجی

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

ج – روش کار:

جهت تعیین روند تغییرات روزهای همراه با بارش سنگین از روش من-کندال استفاده شده است. روش من-کندال ابتدا توسط مَن[1](۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال[2](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 مشاهدات با تمام مشاهدات پس از آن محاسبه شده و پارامتر S مطابق رابطه زیر به دست می‌آید.

$$S=\sum_{k=1}^{n-1}\sum_{j=k+1}^{n}\operatorname{sgn}(x_j-x_k) \qquad (۱)$$

که n تعداد مشاهدات سری، و x_j و x_k به ترتیب داده‌های jام و kام سری می‌باشند. تابع علامت sgn نی‌ریز به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\begin{cases}\operatorname{sgn}(x_j-x_k)=+1 & for\,(x_j-x_k)>0\\ \operatorname{sgn}(x_j-x_k)=0 & for\,(x_j-x_k)=0\\ \operatorname{sgn}(x_j-x_k)=-1 & for\,(x_j-x_k)<0\end{cases} \qquad (۲)$$

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

$$Var(S)=\frac{n(n-1)(2n+5)-\sum_{i=1}^{m}t(t-1)(2t+5)}{18} \qquad for \quad n>10 \qquad (۳)$$

$$Var(S)=\frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \qquad for \quad n<10 \qquad (۴)$$

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

$$z=\frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} \qquad for \quad s>0 \qquad (۵)$$

$$z=0 \qquad for \quad s=0 \qquad (۶)$$

$$z=\frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} \qquad for \quad s<0 \qquad (۷)$$

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

$$|z|<Z_{\alpha/2} \qquad (۸)$$

1.Mann
2.Kendall

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 نظرگرفته می‌شود (من۱۹۴۵ و کندال۱۹۷۰). برای تعیین احتمال رخداد بارش مساوی و بیش از۳۰میلی‌متر از توزیع احتمال پواسون استفاده گردید. محاسبه توزیع پواسون برمبنای میانگین استوار است که از میانگین طولانی‌مدت پیشامدهای یک رخداد بدست 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 بصورت زیر بیان می‌شود.

$$p(x)=\frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad x=0,1,2,... \tag{۹}$$

در اینجا λ میانگین تعداد پیشامدها و برابر با np، e عدد نپر (۲/۷۱۸۲۸) و متغیر x نشان‌دهنده تعداد پیشامدهای یک رخداد در گذر زمان یا گستره جغرافیایی است(وانگ و لی[1] ۲۰۰۵نقل از رضائی و روشنی۱۳۸۹) با افزایش مقدار λ منحنی حالت تقارن پیدا می‌کند. وقتی $n \geq ۲۰$ و $p \leq ۰/۰۵$ باشد، توزیع پواسون تقریب خوبی از توزیع دو جمله‌ای و با $n \geq ۱۰۰$ و $p \leq ۱۰$، تقریب بسیار عالی خواهد بود(عساکره،۱۳۹۰). این توزیع برای رخدادهای نادر با احتمال کم کاربرد دارد(مارکوس و سا[2] ۲۰۰۵نقل از رضائی و روشنی۱۳۸۹) مجموع احتمالات $x = 0,1,2,3,...\infty$ برابر با ۱ است. بنابراین احتمال کل برای x بزرگتر یا مساوی عدد مفروض k برابر با رابطه زیر است:

$$p(x >= k) = 1-[p(0)+p(1)+p(2)+...+p(k-1) \tag{۱۰}$$

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 براساس مربع فاصله اقلیدسی تعیین می‌شود. روش «وارد» فاصله بین دو خوشه را به عنوان مجموع مربعات بین دو خوشه که بر روی تمام متغیرها اضافه شده محاسبه می‌کند. اگر C_k و C_L دو دسته هستند که برای تشکیل خوشه C_L ترکیب شده‌اند، فاصله بین خوشه جدید و خوشه دیگر C_J است.

$$d_{J.M}=\frac{\left((n_J+n_K)\right)d_{jk}+(n_J+n_L)d_{JL}-n_J d_{KL}}{n_J+n_M} \tag{۱۱}$$

در این رابطه n_J، n_K، 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 فاصله بین مشاهدات در خوشه‌های J و K ، J و L و K و L را نشان می‌دهند (سلطانی و مدرس، ۲۰۰۶).

1.Wang & Lee
2. Marques & Sa

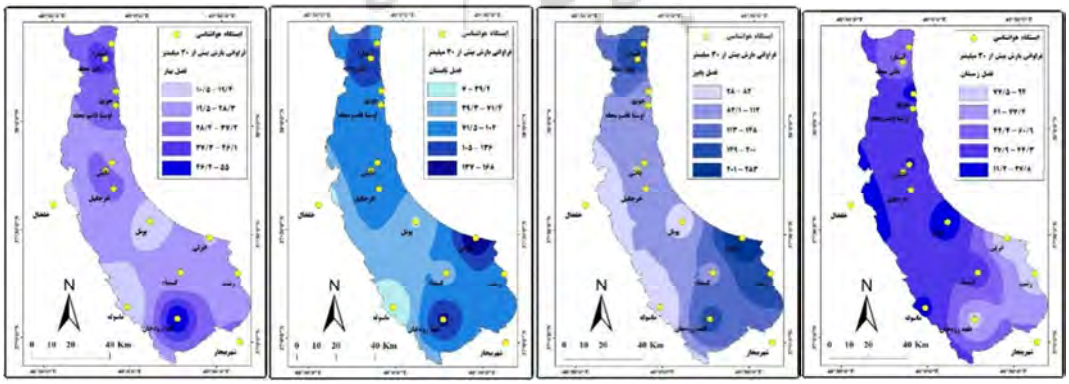
یافته‌های تحقیق

الف- فراوانی بارش‌های شدید فصلی

شرایط جغرافیایی منحصر به فرد 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 تاثیر این بارش‌های سنگین بر اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی و زیرساخت‌ها حائز اهمیت است. نتایج بدست آمده از فراوانی رخداد بارش ۳۰≤ ایستگاه‌ها بیانگر اینست 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 می‌دهدکه هر ۱۳ ایستگاه‌ها داخل حوضه تالاب و تالش در چهار فصل سال دارای بارش سنگین هستند. بیشترین فراوانی بارش فصلی بیش از ۳۰≤ میلی‌متر در شمال، شرق و جنوب شرق محدوده است(شکل۲).

جدول۲: 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	کسماء	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



شکل۲: توزیع فصلی رخداد بارش بیش از ۳۰ میلی متر حوضه تالش- انزلی

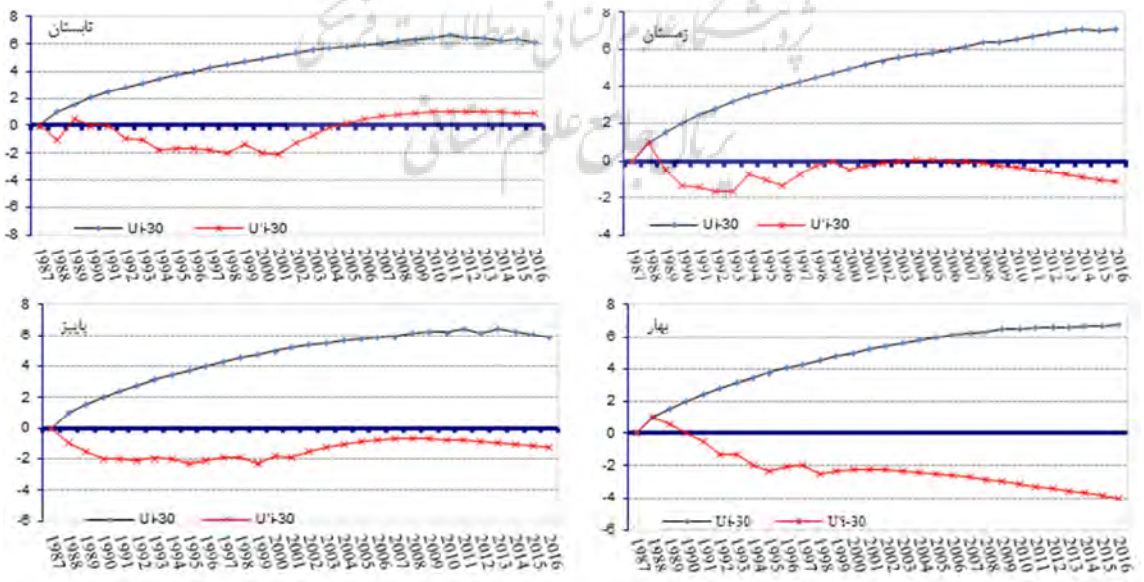
ب- تحلیل روند فصلی بارش‌های سنگین

بر اساس محاسبات انجام شده به روش من-کندال و بررسی رفتار تغییرات مولفه‌های u و 'u فراوانی بارش ۳۰≥ میلی‌متر فصلی مشخص شد که تغییر از نوع ناگهانی، روند افزایشی و کاهشی در برخی از ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود. بطوریکه رفتار غیرتصادفی مثبت یا منفی بارش و تداوم آن در طی زمان بر اهمیت موضوع افزوده است. در بررسی تغییرات بارش ۳۰ ساله حوضه تالش- تالاب انزلی کاملاً مشهود است که تغییرات تصادفی درسطح معنی‌داری α=۰/۰۵ در برخی از ایستگاه‌ها رفتار غالب محسوب شده و بیانگر طبیعی بودن رخداد سیل در آن است. البته فرایند افزایش و کاهش فراوانی رخداد بارش۳۰ ≥ در برخی از ایستگاه‌ها درخارج از محدوده ۱/۹۶± نیست و با وجود افزایش یا کاهش آن، تغییرات معنی‌داری که نشانه وجود روند باشد قابل شناسایی نبوده و با احتمال ۹۵٪، تصادفی بودن فراوانی بارش تایید می‌گردد.

شکل (۳) یک نمونه از نمودارهای مربوط به آزمون گرافیکی من– کندال فراوانی بارش ۳۰≥ حوضه تالش-تالاب انزلی را نشان می‌دهد. در این آزمون، محل تقاطع دو مولفه u و 'u که در بیشتر مواقع با تغییر ناگهانی در فراوانی رخداد بارش است، بعنوان زمان شروع روند تعیین می‌شود که در صورت تداوم مقدار مولفه u در جهت افزایشی یا کاهشی و خروج آن از محدوده بحرانی ۱/۹۶±؛ روند معنی‌دار در سری فراوانی رخداد بارش تایید می‌گردد. تغییرات فراوانی رخداد بارش ایستگاه‌ها را می‌توان به پنج حالت ۱- افزایشی پیوسته ۲- کاهشی پیوسته ۳- روند مثبت۴- 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، خرجگیل، آستانه‌اشرفیه، ماسوله، پونل، حویق و تالش دارای روند مثبت بوده و نوع تغییرات بارشی افزایشی دارند و رخداد بارش در سطح اطمینان ۹۵٪ قابل مشاهده است. در این فصل به‌جزء ایستگاه‌های قلعه‌رودخان، باش‌محله، رشت که نوع تغییرات بارشی کاهشی داشته، مابقی ایستگاه‌ها نیز تغییرات افزایشی داشته و مقدار آماره u از محدوده ۱/۹۶- هم پایین‌تر آمده است. در بهار ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرجگیل، انزلی، باش‌محله، پونل، حویق و تالش روند مثبت وجود داشته و نشانه تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش۳۰≥ است. در این ایستگاه‌ها روند معنی‌دار بوده و ایستگاه‌هایی مانند قلعه‌رودخان، شهر بیجار، کسماء، اوستا قاسم‌محله، ماسوله و لاهیجان فاقد روند معنی‌دار بوده و از محدوده بحرانی مفروض خارج نشده است ولی تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش ۳۰≥ در آنها بوده و رخداد بارش در سطح اطمینان ۹۵٪ 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 بارش۳۰≥ 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 خرجگیل، شهر بیجار، کسماء، اوستا قاسم محله، باش‌محله، آستارا و حویق بوده و حاکی از کاهش پیوسته و متداوم فراوانی رخداد بارش بوده و مقدار آماره u از محدوده ۱/۹۶- هم پایین‌تر آمده است.

جدول۳: تعیین نوع تغییرات 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 من کندال

در پاییز برخی ایستگاه‌ها مانند: ماشین‌خانه، آستارا، ماسوله، پونل دارای روند مثبت بوده و نوع تغییرات بارشی افزایشی دارند و رخداد بارش در سطح اطمینان ۹۵٪ قابل مشاهده است و ایستگاه‌هایی مانند خرجگیل، شهر بیجار، کسماء، اوستاقاسم‌محله، حویق، لاهیجان و تالش نیز تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش۳۰≥ است ولی مقدار آماره u از محدوده ۱/۹۶- هم پایین‌تر است. ایستگاه قلعه‌رودخان نیزکاهش فراوانی رخداد بارش۳۰≥ است و از محدوده بحرانی مفروض خارج نشده است. همچنین درتمام فصول سال تغییرات 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 بارش۳۰≥ در برخی از ایستگاه‌های با شرایط اقلیمی خشک (گیلوان، منجیل، اردبیل و خلخال) ایجاد می‌شود.

ج- احتمال رخداد فصلی بارش ۳۰≥ درحوضه 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 که 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 بارش۳۰≥ میلی‌متر در زمستان برای ۷, ۶, ۵, ۴, ۳, ۲, ۱, ۰ = x محاسبه و در جدول(۴) آورده شده است. احتمال p (x=۰) یا عدم رخداد بارش درایستگاه انزلی۰/۰۴۳ درصد و p(x=۰) تا p(x=۷) به ترتیب ۰/۱۳۷ و ۰/۲۱۴و ۰/۲۲۳ و ۰/۱۷۵ و ۰/۵۴۷ درصد است. احتمال بدست آمده از p(x =۰) نشان می‌دهد که عدم رخداد چنین بارشی در برخی ایستگاه‌ها در فصل زمستان بسیار کم بوده و وقوع آن حتمی است. درچهار ایستگاه منجیل، گیلوان، خلخال و اردبیل احتمال عدم رخداد بارش۳۰≥ بیش از ۸۰ ٪ بوده و بیانگر آنست که فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از ۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش۳۰≥ به ترتیب ۶، ۱، ۳ و ۲ و کمتر از۱بار در سال است. در نتیجه عدم رخداد بارش‌های سنگین در این ایستگاه‌ها کاهش یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت. همینطور احتمال p(x=۱) نسبت به احتمالات 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 مساوی۳۰میلی-متر بیش از۹۰٪ است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های انزلی، رشت، لاهیجان و آستانه داشته و در برخی ایستگاه‌ها مانند ماشین‌خانه، قلعه‌رودخان، خرجگیل، شهربیجار، کسماء، اوستا قاسم‌محله، ماسوله، تالش و باش‌محله بیش از۵۰ ٪ است.

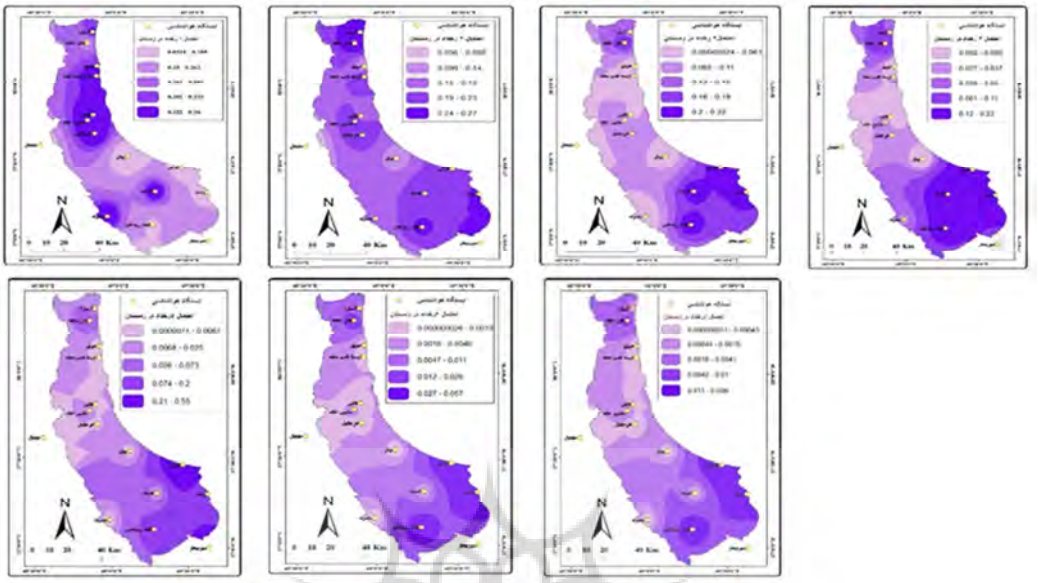
تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های۳۰≥ در حوضه تالش– تالاب انزلی برای p(x =۰) تا p(x =۷) در فصل زمستان نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در دامنه‌های شمالی و شمال غربی در بخش کوهستانی کمتر از ۰/۱ است. در دامنه‌های شرقی و شمال‌شرق بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا ۰/۶). بعبارتی ایستگاه‌های ماسوله، حویق، تالش، پونل و اطرافش فاقد رخداد بارش شدید با احتمال بالای ۵۰٪ است. همچنین احتمال ۱≥ رخداد در فصل زمستان نشان می‌دهد که وقوع بارش در ایستگاه‌های شمال شرق و جنوب غرب بیشتر بوده و وقوع بارش شدید با احتمال بالای۴۰٪ بوده و در p(x =۲) تا p(x =۴) احتمال کانون مستقلی را با رخداد کمتر از۳۰ ٪ تشکیل داده و رخداد p(x=۶) و p(x=۷) قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه از احتمال کمتر از۱۰٪ برخوردار است (شکل۴). با افزایش

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

پرتال جامع علوم انسانی



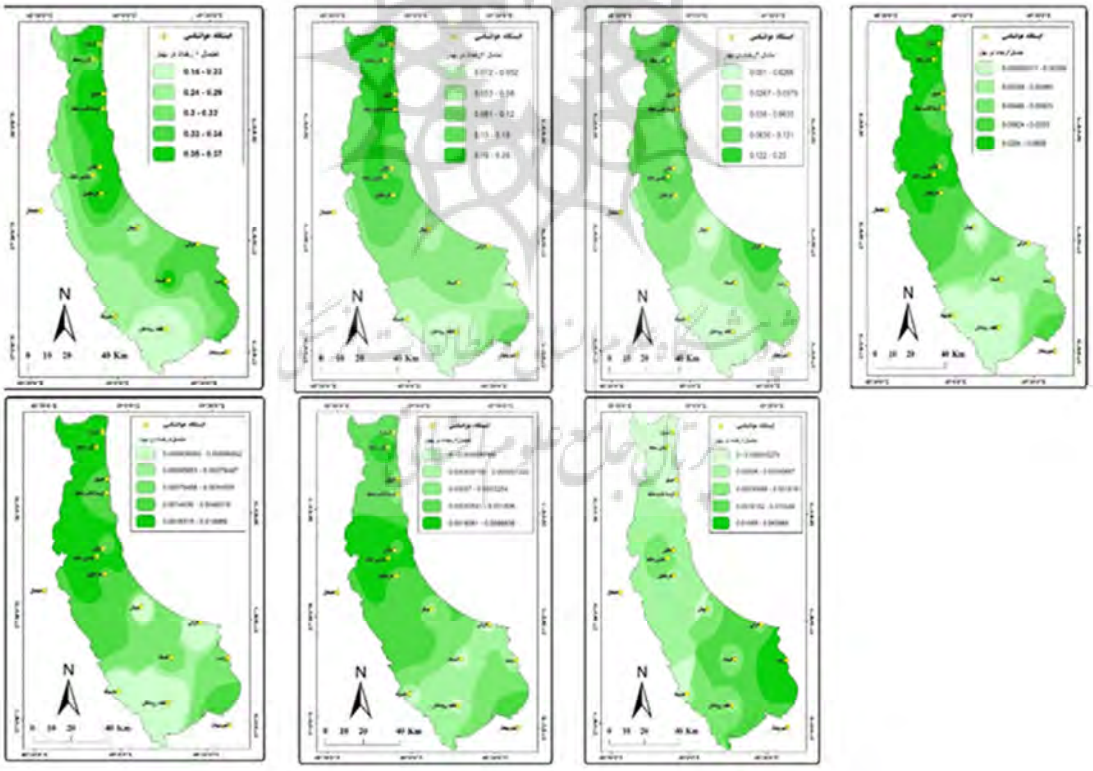
شکل۴: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش– تالاب انزلی در فصل زمستان

نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش۳۰≤ میلی‌متردر فصل بهار برای ۷, ۶, ۵, ۴, ۳, ۲, ۱, ۰ = x محاسبه و در جدول(۵) آورده شده است. احتمال (x =۰)p یا عدم رخداد بارش در ایستگاه ماشین‌خانه ۰/۱۸۸درصد و (x =۰)p تا (x =۷)p به ترتیب ۰/۳۱۴ و ۰/۲۶۳و ۰/۱۴۶ و ۰/۰۶ و ۰/۰۲درصد می‌باشد.

جدول۵: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش – تالاب انزلی در فصل بهار

نام ایستگاه	p= x	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	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰
باش محله	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۵۰	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
حویق	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۵۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰
اوستا قاسم محله	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۵۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
تالش	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۱۴	۰/۰۳۵	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ماشین خانه	۰/۱۹	۰/۳۱	۰/۲۶	۰/۱۵	۰/۰۶۱	۰/۰۲۰	۰/۰۱	۰/۰۰۱
خرجگیل	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۶۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
پونل	۰/۶۵	۰/۲۸	۰/۰۶۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
انزلی	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
رشت	۰/۵۱	۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۰۲۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۶۱
کسماء	۰/۵۰	۰/۳۵	۰/۱۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
ماسوله	۰/۶۹	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
قلعه رودخان	۰/۸۵	۰/۱۴	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
آستانه اشرفیه	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۰۹۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
لاهیجان	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
شهربیجار	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۰۱۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
منجیل	۰/۹۴	۰/۰۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اردبیل	۰/۹۷	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
خلخال	۰/۸۸	۰/۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
گیلوان	۰/۹۴	۰/۰۶۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

احتمال بدست آمده از $p(x=۰)$ 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 قلعه‌رودخان احتمال عدم رخداد بارش ۳۰≤ بیش از ۸۴٪ بوده و بیانگر آنست که فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ۳۰≤ 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 (به غیر از ایستگاه قلعه‌رودخان که دارای شرایط خاص بوده و فراوانی رخداد بارش ۳۰≤ آن در فصل بهار ۵۵ ٪ است). همینطور احتمال$p(x=۱)$ نسبت به احتمالات 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 مساوی۳۰ میلی‌متر بیش از ۹۰٪ است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرجگیل، لاهیجان، آستانه، شهربیجار، کسماء، اوستا قاسم محله، باش‌محله، انزلی، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از ۵۰ ٪ است.



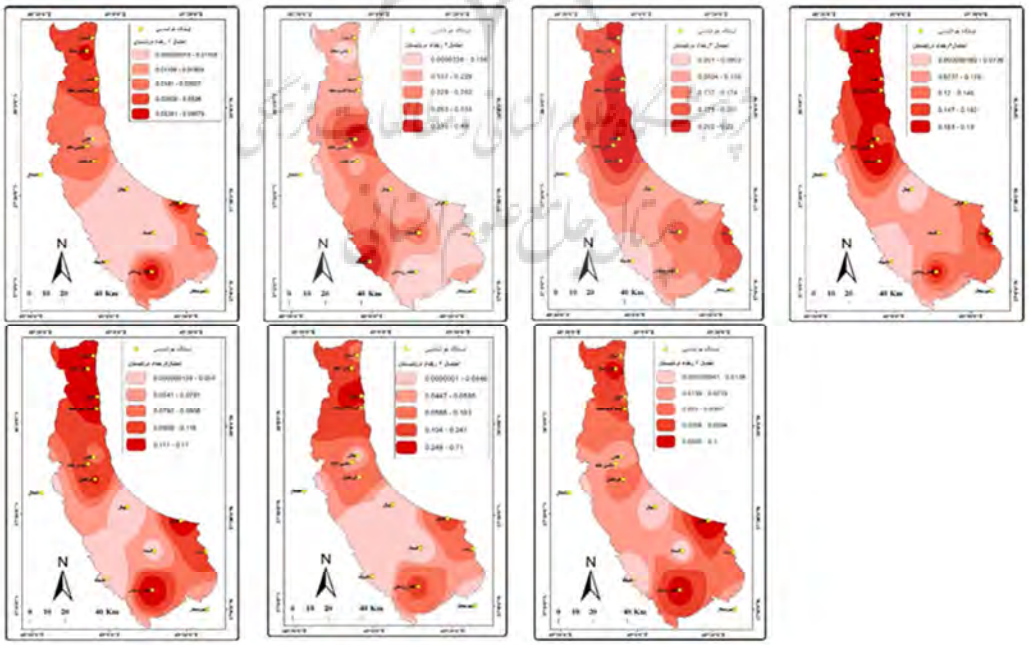
شکل۵: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه تالش – تالاب انزلی در فصل بهار

در همین راستا تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های۳۰≤ درحوضه تالش– تالاب انزلی برای (x =۰)p تا (x =۷)p در فصل بهار 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 قلعه‌رودخان و حوزه اطرافش مشاهده شده و بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا ۰/۸). همچنین احتمال ۱≤ رخداد در فصل بهار نشان می‌دهد که وقوع بارش در ایستگاه‌های جلگه‌ای و ساحلی درشرق، شمال‌شرق و جنوب شرق بوده و وقوع بارش سنگین با احتمال بالا۳۰٪ بوده و کمترین وقوع بارش سنگین درایستگاه قلعه‌رودخان کمتر از۱۰٪ است. احتمال (x =۲)p رخداد بارش در ایستگاه‌های، پونل، ماسوله، رشت و قلعه‌رودخان با احتمال وقوع کمتر از۱۰٪ و درسایر ایستگاه‌ها تا ۳۰٪ و ایستگاه ماشین‌خانه، آستارا و باش‌محله با احتمال بالای ۳۰٪ احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود و در احتمال(x =۳)p در ایستگاه‌های ماشین-خانه و باش‌محله با احتمال وقوع کمتر از۲۰ ٪ و در ایستگاه انزلی با احتمال بالای ۳۰٪ احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال (x =۴)p و (x =۷)p در قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه از احتمال کمتر از۱۰٪ برخوردار است(شکل۵).

نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ۳۰≤ میلی‌متر در تابستان برای ۷, ۶, ۵, ۴, ۳, ۲, ۱،۰= x محاسبه و در جدول (۶) آورده شده است. احتمال (x =۰)p تا (x =۷)p یا عدم رخداد بارش در ایستگاه‌های منجیل ۱٪ و ایستگاه‌های خلخال و گیلوان صفر است. همچنین احتمال (x =۰)p یا عدم رخداد بارش ایستگاه انزلی ۰/۰۰۳ درصد و (x =۰)p تا (x=۷)p به ترتیب ۰/۰۱۷، ۰/۰۴۷، ۰/۰۸۸، ۰/۱۲۳، ۰/۱۳۸، ۰/۱۲۹ و ۰/۱۰۳ درصد می‌باشد. احتمال بدست آمده از (x =۰)p 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 بارش۳۰≤ بیش از ۷۵٪ بوده و بیانگر آنست که فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از ۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ۳۰≤ به ترتیب ۱، ۷، ۱۴۲ بار در سال است. به غیر از ایستگاه قلعه‌رودخان که دارای شرایط خاص بوده و فراوانی رخداد بارش۳۰≤ آن در فصل تابستان ۱۴۲بار است. در نتیجه عدم رخداد بارش‌های شدید در این ایستگاه‌ها کاهش یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت. همینطور احتمال (x =۱)p نسبت به احتمالات دیگر در سه ایستگاه فوق 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 مساوی۳۰میلی‌متر بیش از ۹۰٪ است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرجگیل، لاهیجان، آستانه، شهربیجار، کسماء، اوستاقاسم محله، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از۵۰٪ است.

جدول ۶: احتمال رخداد بارش سنگین ایستگاه‌های حوضه 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 حوضه تالش – تالاب انزلی در فصل تابستان

همچنین تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های۳۰≤ درحوضه تالش– تالاب انزلی برای p(x=۰) تا p(x=۷) 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 احتمال۱≤ رخداد در فصل تابستان نشان می‌دهد که وقوع بارش درتمام 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 باش‌محله کمتر از ۱۰ ٪ است. احتمال p(x=۲) رخداد بارش در ایستگاه‌های، انزلی، رشت و قلعه رودخان با احتمال وقوع کمتر از۱۰ ٪ و درسایر ایستگاه‌ها تا ۳۰ ٪ و ایستگاه تالش با احتمال بالای۴۰ ٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. در احتمال p(x=۳) در ایستگاه‌های انزلی، ماسوله و پونل با احتمال وقوع کمتر از ۱۰ ٪ و در اکثر ایستگاه‌ها تا ۳۰ ٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال(x=۴)p رخداد بارش درایستگاه‌های پونل، کسماء و ماسوله با احتمال وقوع کمتر از۱۰ ٪ و در سایر ایستگاه‌ها و در یک پهنه وسیع و با احتمال۳۰ ٪ احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال p(x= ۵) رخداد بارش درایستگاه‌های پونل، تالش و ماشین خانه، کسماء و ماسوله با احتمال وقوع کمتر از ۱۰ ٪ و در سایر ایستگاه‌ها با احتمال۲۰٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال p(x=۶) رخداد بارش درایستگاه‌های پونل، تالش و ماشین خانه، کسماء و ماسوله با احتمال وقوع کمتر از۴۰ ٪ و تنها در ایستگاه حویق و حوضه اطرافش تا ۸۰ ٪ رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال p(x=۷) قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه کمتر از۱۰٪ برخوردار است و تنها درایستگاه انزلی تا۲۰ ٪، احتمال رخداد ۷ بارش شدید مشاهده می‌شود(شکل۶).

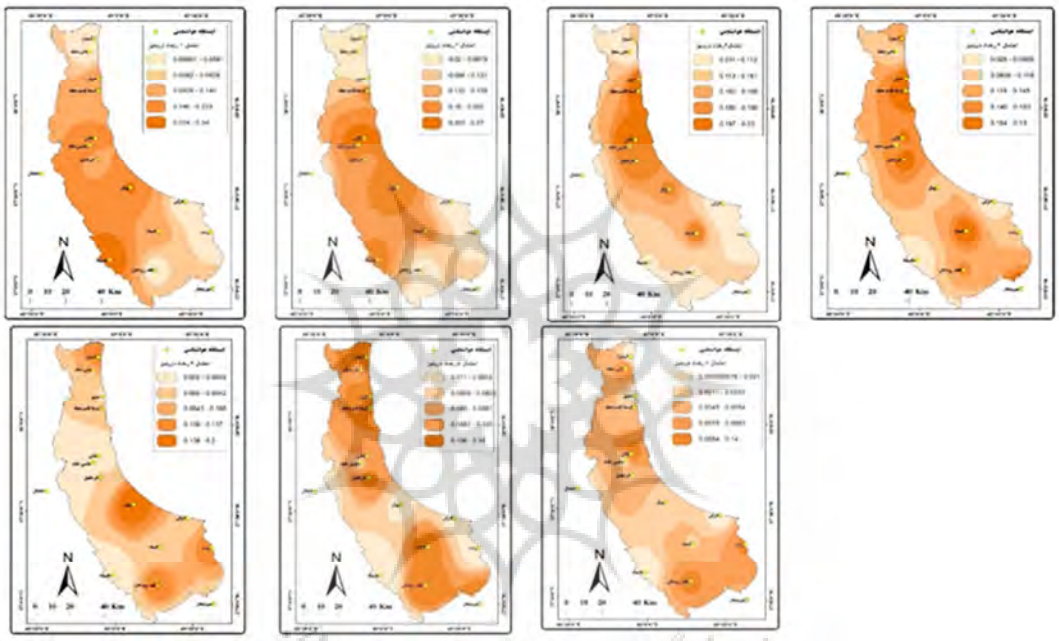
نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ۳۰≤ میلی‌متر در فصل پاییز برای ۷, ۶, ۵, ۴, ۳, ۲, ۱, x=۰ محاسبه و در جدول (۷) و شکل (۷) آورده شده است. احتمال p(x=۰) تا p(x=۷) یا عدم رخداد بارش در ایستگاه‌های قلعه‌رودخان، باش‌محله، آستانه‌اشرفیه و لاهیجان کمتر از ۱٪ است. همچنین احتمال p(x=۰) یا عدم رخداد بارش ایستگاه انزلی ۰/۰۰۰۸ درصد و p(x=۰) تا p(x=۷) به ترتیب ۰/۰۰۰۷، ۰/۰۳۱۱۲، ۰/۰۱۱۱۸، ۰/۰۲۶۳۶، ۰/۰۴۹۷۱، ۰/۰۷۸۱۳ و۰/۱۰۵۲ درصد است. احتمال p(x=۰) 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 بارش۳۰≤ بیش از۸۰ ٪ بوده و فراوانی رخداد این بارش‌ها کمتر از ۱٪ فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش۳۰≤ به ترتیب ۱، ۷، ۲۰۹ بار در سال است. به استثنای ایستگاه لاهیجان که فراوانی رخداد بارش۳۰≤ 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=۱) نسبت به احتمالات دیگر در ایستگاه آستانه و باش-محله کمتراز دو ایستگاه فوق است، توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، قلعه‌رودخان، خرجگیل، شهربیجار، کسماء، اوستاقاسم‌محله، ماسوله، حویق و تالش داشته و عمدتاً اکثر آنها بیش از۶۰ ٪ است.

جدول۷: 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

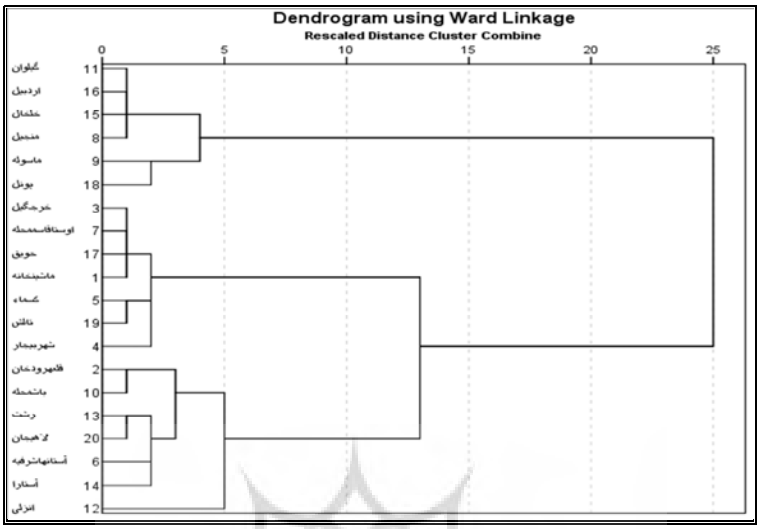
تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های۳۰≥ در حوضه تالش– تالاب انزلی برای p(x=۰) تا p(x=۷) در فصل پاییز نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در برخی ایستگاه‌های ساحلی و جلگه‌ای بیش از نیمی از محدوده مورد مطالعه کمتر از ۰/۱ است و عدم وقوع بارش در ایستگاه ماسوله در جنوب غربی آن مشاهده شده و بر احتمال وقوع افزوده می‌شود (تا ۰/۴). بنابراین ۸۰٪ ایستگاه‌های دارای رخداد بارش شدید هستند. احتمال۱≥ رخداد در فصل پاییز نشان می‌دهد که وقوع بارش در ایستگاه‌های جنوب‌شرقی و شمال شرقی کم بوده ولی در پهنه وسیعی از محدوده مورد مطالعه رخداد واقعی بارش زیاد است. وقوع بارش شدید با احتمال بالای ۳۰٪ در ایستگاه ماسوله در جنوب‌غربی حوضه و کمترین احتمال وقوع بارش شدید در ایستگاه قلعه‌رودخان، انزلی، باش‌محله و آستارا (کمتر از۱٪) است. در روی نقشه p(x=۲) رخداد بارش در ایستگاه‌های جنوب‌شرقی (رشت، انزلی) و جنوب‌غربی (قلعه‌رودخان)، 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 از۳۰٪ در این فصل به همراه دارد. احتمال(x=۳)p در ایستگاه‌های جنوب‌شرقی (رشت و انزلی) و شمال‌شرقی (باش‌محله) تا۱۰٪ بوده و در ایستگاه‌های (کسماء، پونل، خرجگیل، تالش، ماشین‌خانه، اوستامحله و حویق) بیشترین بارش شدید با احتمال بیش از۳۰٪ مشاهده می‌شود. احتمال p(x=۴) رخداد بارش ایستگاه‌های جنوب شرقی (انزلی)، شمال‌شرقی (باش‌محله) و جنوب‌غربی (ماسوله) با احتمال وقوع کمتر از۱۰٪ و در سایر ایستگاه‌ها و با احتمال بیش از ۲۰٪ احتمال رخداد بارش مشاهده می‌شود. احتمال p(x=۵) رخداد بارش در ایستگاه‌های جنوب شرقی (انزلی و رشت) و شمال و شمال‌شرقی (پونل، ماشین‌خانه و باش‌محله) و جنوب غربی (ماسوله) با احتمال وقوع کمتر از ۱۰٪ و در سایر

ایستگاه‌ها با احتمال بیش از۲۰٪ احتمال رخداد بارش بدست آمده است. احتمال p(x=۶) رخداد بارش در ایستگاه‌های آستارا، پونل، رشت و قلعه‌رودخان دارای بارش شدید بیش از۱۰٪ بوده و در ایستگاه حویق رخداد کمتر از ۱۰٪ حاصل شده است. احتمال p(x=۷) ایستگاه‌های آستارا، انزلی، رشت و کسماء احتمال وقوع بارش شدید بالای۱۰٪ برخوردار بوده و در سایر ایستگاه‌ها که پهنه وسیعی از محدوده مورد مطالعه را در برگرفته و دارای بارش شدید با احتمال کمتر از۱۰٪ مشاهده می‌شود(شکل۷).



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 خوشه ای نشان داد که سه گروه متفاوت در حوضه قابل شناسایی است(شکل۸). گروه اول ایستگاه های مناطق خشک و نیمه خشک را شامل می شود. تمامی ایستگاه‌های این گروه (به استثنای 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 جنوب‌شرقی حوضه را در بر می‌گیرد. البته دو ایستگاه باش-محله و آستارا در بخش شمالی حوضه قرار دارند.

نتیجه گیری

یکی از عناصر آب و هوایی مهم که شناخت آن از الزامات بنیادی در شناخت آب و هوا است، بارش، حالات و شدت آن است. یکی از حالات بارش، بارش فرین است. افزایش فراوانی رخداد پدیده‌های فرین از قبیل بارش‌های شدید، دوره‌های تر و خشک، یخبندان‌ها و غیره یکی از پیامدهای مهم تغییرات اقلیم است. در این پژوهش یکی از عناصر اصلی اقلیم یعنی فراوانی رخداد بارش۳۰≤ 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 بدست آمده نشان داد: در تمام فصول سال تغییرات 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 بارش۳۰≤ در برخی از ایستگاه‌های ایجاد می‌شود. روند تغییرات بارش در ۱۳ ایستگاه داخل حوضه و چهار فصل سال، به این صورت بدست آمده است که در ۵۳/۸ ٪ حالات فاقد روند، ۴۰/۴٪ دارای روند افزایشی و ۱۳/۵٪ دارای روند کاهشی بوده است. روند افزایشی شدید عمدتاً در نیمه جنوبی حوضه تالش (۴ ایستگاه تالش، ماشین‌خانه، خرجگیل و پونل) بدست آمده است. در محدوده شمالی حوضه بزرگ تالش (۴ ایستگاه آستارا، باش‌محله، حویق و اوستاقاسم‌محله) در تابستان روند کاهشی و در سایر فصل‌ها روند تغییرات نامنظم و تا حدودی افزایشی است. در ۵ ایستگاه حوضه تالاب انزلی (انزلی، رشت، کسماء، ماسوله و قلعه-رودخان) 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 داده‌های۱۳۴۷ایستگاه همدید، اقلیمی و باران-سنجی در دوره ۴۰ ساله بررسی کرد. ایشان پس از مشخص کردن آستانه بارش سنگین هر سال، از روش‌های ناپارامتری من کندال برای تحلیل روند آستانه بارش‌های سنگین و از روش برآوردکننده شیب خط سنس، برای تخمین شیب خط روند، استفاده کرده است نتایج نشان داد که روند افزایشی معنی‌داری در آستانه بارش‌های سنگین سالانه ایران به ویژه از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است که این مقدار افزایشی به طور متوسط ۰/۵ میلی‌متر در هر سال 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 بویژه از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۸۲ مشاهده شده است. در این تحقیق نیز در بین حالات-های ممکن تغییر روند بخش عمده‌ایی از فصول و ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی بوده و این روند در قسمت‌های مرکزی حوضه تحقیق مشهودتر است. همچنین با تحقیق رمضانی گورابی و ایزک‌مهری(۱۳۹۴) که به کلاسه‌بندی زمانی و مکانی بارش سنگین درگیلان با استفاده از GIS) پرداخته و در تحلیل دهه‌ای مشخص نموده که تغییرات چندانی به لحاظ فراوانی بارش سنگین در ایستگاه‌های مورد مطالعه رخ نداده است و میانگین بارش سنگین پربارانترین 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 مشاهدات مورد بررسی در طول دوره آماری و در دو مقیاس سالانه ـ ماهانه فاقد روند معنی‌دار هستند. اما بارش بیشینه با دو فاز پر افت و خیز در دوره ۱۹۷۳-۱۹۶۱ و کم افت و خیز در دوره ۲۰۰۶-۱۹۷۴مشخص می‌شود.

* نتایج توزیع احتمال نشان داد که توزیع فضایی احتمال $p(x=0)$ تا $p(x= n)$ نشان از جابجایی هسته احتمال برای xهای مختلف است. در زمستان توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های انزلی، رشت داشته و در برخی ایستگاه‌ها مانند ماشین‌خانه، قلعه‌رودخان، خرجگیل، کسماء، اوستا قاسم‌محله، ماسوله، تالش و باش‌محله بیش از۵۰٪ است. در بهار توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرجگیل، کسماء، اوستا قاسم‌محله، باش‌محله، انزلی، آستارا، حویق و تالش داشته و عمدتاً برخی از آنها بیش از۵۰٪ است. در تابستان توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه‌های ماشین‌خانه، خرجگیل، لاهیجان، آستانه، شهربیجار، کسماء، اوستاقاسم‌محله، 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، خرجگیل، شهربیجار، کسماء، اوستا قاسم محله، ماسوله، حویق و تالش داشته و عمدتاً اکثر آنها بیش از ۶۰٪ است. همچنین احتمال رخداد فراوانی بارش۳۰≥ با توزیع پواسون نشان داد که احتمال عدم رخداد در ایستگاه‌های دارای اقلیم غیرمرطوب بسیار بالا و جمع عدم رخداد با یک رخداد، بیش از۹۰٪ فراوانی رخداد بارش۳۰≥ را تشکیل می‌دهند. همچنین حداکثر احتمال برای رخدادهای مختلف و در همه فصول سال در ایستگاه‌های شمالی اوستاقاسم‌محله و تالش، مرکزی (ماشین‌خانه، خرجگیل) 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 کاملا 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)، ۴۸-۳۹.

باهک بتول (۱۳۹۲). بررسی احتمال تغییر اقلیم در استان کرمان با روش من – کندال (مطالعه موردی ایستگاه کرمان)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین،۱۰(۳۹)، ۷۲-۶۵.

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)،۴۰-۲۳.

خوشرو عبدالله، امیر گندمکار، علیرضا حاجیان (۱۳۹۴). مطالعه روند تغییرات دمای شبانه در ایران مرکزی به روش ناپارامتری من-کندال، فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه‌ایی)، ۵(۴)، ۲۴-۷.

رمضانی‌گورابی بهمن و سوده ایزک‌مهری (۱۳۹۴). کلاسه‌بندی زمانی و مکانی بارش سنگین درگیلان با استفاده ازGIS، مجله علوم جغرافیایی، (۲۲)، ۴۱-۲۸.

رضائی پرویز و محمود روشنی (۱۳۸۹). بررسی بارش‌های رگباری و روند تغییرات آن در استان گیلان، فضای جغرافیایی، ۱۰(۳۰)،۲۰-۱.

رضائی پرویز، محمود روشنی و سمیه کشاورز (۱۳۹۷). تحلیل آماری- همدیدی بارش‌های ماه مرداد در جنوب‌غربی ساحل دریای خزر، دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد- دانشکده علوم انسانی،۱۹ اردیبهشت ماه۱۳۹۷.

عساکره حسین(۱۳۹۱). تغییر توزیع فراوانی بارش‌های فرین شهر زنجان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی(مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان)، ۲۳(۴۵)، ۶۶-۵۱.

عساکره حسین(۱۳۹۱). تحلیل روند بارش‌های سنگین در شهر زنجان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز، ۱۶(۳۹)، ۸۸-۷۳.

عساکره حسین(۱۳۹۰). مبانی اقلیم‌شناسی آماری، انتشارات دانشگاه زنجان، چاپ اول.

فرسادنیا فرهاد، محسن رستمی‌کامرود و علیرضا مقدم‌نیا (۱۳۹۱)، تحلیل روند بارندگی در استان مازندران با استفاده از روش من-کندال منطقه ای، مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۸(۲۴)، ۷۰-۶۰.

صفرپور فرشاد، جواد خوشحال‌دستجردی و ابوالفضل مسعودیان (۱۳۹۸). پیش‌بینی بارش‌های سنگین غرب کشور براساس برآوردهای رادار هواشناسی با استفاده از روشZ-R، مجله مخاطرات محیط طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۸(۲۲)،۷۴-۵۹.

محمدی بختیار (۱۳۹۲). تحلیل روند سالانه آستانه بارش‌های سنگین ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی،۲۸(۱۰۸)، ۱۷۶-۱۶۳.

محمدی حسین، قاسم عزیزی، فرامرز خوش‌اخلاق و فیروز رنجبر (۱۳۹۶). تحلیل روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران، پژوهش-های جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، ۴۹(۱)، ۳۷-۲۱.

مریانجی زهره و عباسی حامد (۱۳۹۵). پهنه‌بندی احتمال رخداد بیشینه بارش روزانه در استان همدان، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی سپهر، ۲۵(۱۰۰)، ۹۶-۸۹.

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 آب و خاک ،۲۴(۲)،۱۲۵-۱۰۷.

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)، ۱۶۶-۱۴۹.

مفیدی عباس، آذر زرین و غلامرضا جانباز قبادی (۱۳۸۹). تعیین الگوی همدیدی بارش‌های شدید و حدی پاییزه در سواحل جنوبی دریای خزر، مجلهٔ فیزیک زمین و فضا، ۳۳(۳)، ۱۵۴-۱۳۱.

نادی مهدی و خلیلی علی (۱۳۹۲). طبقه‌بندی اقلیم بارش ایران با روش تحلیل عاملی- خوشه‌ای، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دانشگاه تهران، ۴۴(۳)، ۲۴۲-۲۳۵.

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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Research Article

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

Fereydon Azad Gholami Kasmakh[1], Parviz Rezaei[2*], Amir Gandomkar[3]

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 ≥30mm 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 ≥30mm 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 Masoleh 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 Ghalehroudkhan 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 ≥30mm 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 ≥30mm. 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 2009J. 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.