دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌ویکم، شماره‌ی ۷۴
تابستان ۱۴۰۰، صفحات ۴۹-۳۳

فریدون آزاد غلامی خسمخی[۱]
***پرویز رضائی**[۲]
امیر گندمکار[۳]

تحلیل روند رخداد بارش‌های شدید در حوضه تالش–تالاب انزلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۵

چکیده

بارش‌های شدید از جمله رفتارهای مخاطره‌آمیز اقلیمی هستند که با ناهنجاری‌ها و پیامدهای محیطی-انسانی همراه است. در این تحقیق بارش روزانه ۳۰ ≥ میلی‌متر ۲۰ ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک در یک دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۷) در غرب استان گیلان جهت تعیین روند تغییرات بارش‌های شدید مورد مطالعه قرار گرفته است. در این راستا برای تعیین وجود روند از آزمون غیرپارامتریک من-کندال و معنی‌داری آن از روش سن و همچنین از توزیع پواسون برای تعیین احتمال رخداد بارش ۳۰ ≥ و روش میانیابی IDW جهت شناسایی الگوهای مکانی رخداد بارش با احتمالات مختلف استفاده شده است. نتایج نشان داد که ایستگاه‌های آستانه، انزلی، ماسوله و آستارا دارای روند افزایشی و باش‌محله دارای روند کاهشی شدید با روش من–کندال هستند. بررسی معنی‌داری یا عدم معنی‌داری روند تغییرات به روش سن نشان داد، روند در سه ایستگاه ماشین‌خانه، باش محله و پونل معنی‌دار بوده و فرض صفر مبنی بر عدم معنی‌داری تغییر رد گردید. با استفاده از روش سن معلوم شد در سایر ایستگاه‌ها تغییرات معنی‌دار وجود نداشته و تصادفی بودن آن‌ها تایید می‌گردد. در همین راستا توزیع فضایی احتمال $p\,(x = 0)$ تا

۱- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.
*۲- گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران. (نویسنده مسئول).
۳- گروه اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران.
E-mail: Rezaei@iaurasht.ac.ir

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

$p(x = n)$ نشان از جابجایی هسته احتمال برای x های مختلف است. بیشینه احتمال برای رخدادهای مختلف در ایستگاه ماسوله اتفاق افتاده است و توزیع پواسون ارزیابی مناسبی از رخدادهای بارش این ناحیه دارد.

کلید واژه‌ها: بارش شدید، من-کندال، پواسون، حوضه تالش-تالاب انزلی، استان گیلان.

مقدمه

بارندگی از متغیرترین پارامترهای اقلیمی در هر منطقه آب و هوایی است که کاهش درازمدت آن می‌تواند خشکسالی و ریزش شدید و طولانی مدت آن می‌تواند سیل را به‌وجود آورد؛ بنابراین تاثیرپذیری پدیده‌های سیل و خشکسالی از شرایط آب و هوایی کاملا مشخص بوده و با تغییر در مشخصات بارندگی (از قبیل مقدار، شدت و یا زمان بارندگی)، خصوصیات سیل و یا شدت و مدت خشکسالی تغییر خواهد کرد. از طرف دیگر نه تنها خصوصیات بارندگی می‌تواند، بر خصوصیات سیل و یا آبدهی یک رودخانه موثر باشد، بلکه سایر عوامل اقلیمی نیز می‌توانند، در خصوصیات سیل و آبدهی یک رودخانه موثر باشند (Alizadeh, 2008: 311). در زمینه بارش‌های شدید مطالعات متعدد با رویکردهای مختلف (همدید، آماری و...) در کشور و جهان انجام شده که به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد. Yue & Hashino (2007) در تعیین توزیع احتمال سالانه، فصلی و ماهانه بارش ژاپن معتقدند توزیع لوگ پیرسون تیپ III، توزیع لوگ‌نرمال سه فراسنجی و پیرسون تیپ III به‌عنوان بهترین مدل در سه مقیاس زمانی هستند. Amin et al (2016: 432- 440) 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 به‌عنوان بهترین توزیع احتمال در سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی انتخاب گردید Wang & Li chi (2016: 137-146) با آنالیز مکانی و زمانی روند بارندگی حوضه رودخانه مکنگ[5] در چین در شرایط تغییر اقلیم نتیجه گرفتند که بارش سالانه در مناطق شمالی حوضه افزایش و در مناطق جنوبی کاهش یافته است. Fusek et a (2016: 234-247) با مقایسه منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی گذشته و به روز ٦ ایستگاه هیدرومتئورولوژی کشور چک با استفاده از توزیع مقادیر حد نشان دادند تفاوت معنی‌داری بین دو مجموعه از داده‌ها وجود دارد. Barkotulla (2017: 248-253) در تجزیه‌وتحلیل 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. Soe et al (2017) در تحلیل فراوانی بارش شدید کره جنوبی با استفاده از برآوردگر حداقل واگرایی قدرت تراکم[7] 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

4- Mardan
5- Mekong
6- Naogaon
7- Minimum density power divergence estimator

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

برخوردار است. Mohammadi (2011) با تحلیل روند بارش سالانه ایران به این نتیجه رسید که در سری‌های زمانی میانگین ایستگاهی و یاخته‌ای بارش ایران روند افزایشی یا کاهشی معنی‌داری در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۵٪ وجود ندارد. با این حال میانگین ایستگاهی بارش ایران به طور متوسط در هر سال در حدود ۰/٦٤ میلی‌متر و میانگین یاخته‌ای بارش ایران نیز در حدود ۰/۵ میلی‌متر کاهش یافته است. Farsadnya et al (2012: 60-70) 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 ۲٤ 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. Bahak (2013: 67-7) حتمال 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، در حالی 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 نمی-شود. Khoshroh et al (2015: 7-24) 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. Akbari & Nodehdi (2015: 141-150) با بررسی روند بارش سالانه و تابستانه استان گلستان به این نتیجه رسیده‌اند که در دوره مورد مطالعه بارش در مقیاس سالانه در اکثر ایستگاه‌ها فاقد روند (ایستا) بوده است اما در فصل تابستان در بیش‌تر ایستگاه‌ها، مقدار بارش روندی کاهشی داشته و تعداد روزهای با بارش سنگین روندی افزایشی داشته است؛ بنابراین با توجه به وضعیت خشکسالی در کشور پیش‌بینی می‌شود، توام با تغییرات رژیم بارش منطقه، در آینده سیلاب‌های تابستانه در سطح استان گلستان تشدید شود. Mohammadi et al (2017: 21-37) روند شاخص‌های حدی بارش روزانه در ایران را بررسی و نشان دادند که در دوره مورد مطالعه همه شاخص‌های حدی بارش در ایران دارای تغییر و روند است. در بیش‌تر ایستگاه-ها، 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 تغییرات در ایستگاه‌های واقع در سواحل شمال و جنوب بیش‌تر است Mehrofnejad & Ghassemi, (2017: 149-166) 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

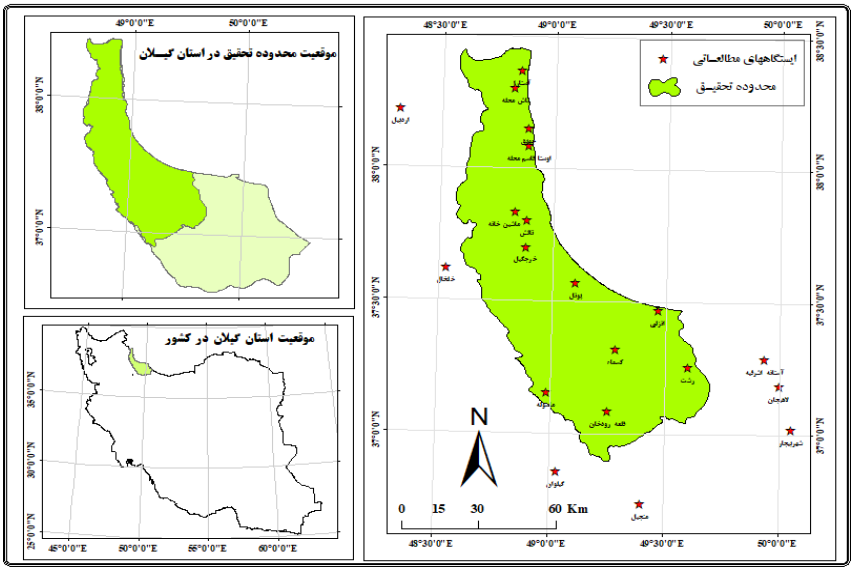
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

می‌شود. Rezaei et al (2018) معتقدند شناسایی الگوهای همدید به پیش‌بینی زمانی و مکانی بارش کمک کرده و احتمال وقوع الگوها و مقدار بارش همراه آن‌ها به‌عنوان منبع تامین آب کشاورزی بسیار با اهمیت است. بررسی رخداد الگوهای بارشی مردادماه در جنوب‌غربی دریای خزر با توزیع پواسون و مقدار بارش با توزیع نرمال دو فراسنجی در دوره برگشت‌های مختلف نشان داد، ۸ الگوی پرفشار اروپایی، اسکاندنیاوی، دریای سیاه، شمالگان، کم‌فشار و پرفشار مدیترانه، پرفشار جنوب فنلاند و خزری به‌ترتیب با ۲۳/۵۲، ۱۹/٦، ۱۹/٦، ۱۷/٤٦، ۷/۸٤، ۷/۸٤، ۱/۹٦ و ۱/۹٦ درصد عامل بارش‌های این ماه هستند. همچنین رخداد الگوها دارای بی‌نظمی زمانی بوده و چهار الگوی اول از احتمال وقوع بالاتری نسبت به سایر الگوها برخوردارند. 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. بر این اساس بررسی این پدیده و مدیریت آن در راستای کاهش آسیب‌های ناشی از تکرار و شدت وقوع آن به‌عنوان یک مسئله قابل بررسی و در جای خود دارای ارزش است؛ اما چرا چنین حوادثی به دفعات تکرار و میزان خسارت و تلفات آن روند صعودی دارد؟ به نظر می‌آید که در برنامه‌ریزی‌ها و فعالیت‌های عمرانی استان به این مسئله چنان که باید پرداخته نشده است و یا اینکه اگر مسئله طرح شده به‌طور جدی به آن اهمیت داده نشده است. از این‌رو در اکثر موارد در رودخانه‌های آن سیل به راه می‌افتد و مشکلاتی را ایجاد می‌کند (Flood Containment in Guilan province, 2000). این مقاله سعی دارد تا روند بارش‌های شدید سالانه حوضه تالش، تالاب انزلی را شناسایی نموده و میزان تاثیر این بارش‌ها را در ایستگاه‌های مستقر در حوضه مورد بررسی و ارزیابی قرار داده و روابط حاکم در وقوع بارش‌های شدید را شناسایی و بر اساس آن راهکارهای لازم را به برنامه‌ریزان و مدیران مرتبط ارائه کند. در این تحقیق روند تغییرات ۳۰ ساله حوضه تالش و تالاب انزلی با روش من-کندال بررسی و همچنین توزیع احتمال وقوع بارش‌های شدید (۳۰<) با توابع گسسته مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. در همین راستا به‌کارگیری توابع احتمال گسسته با رویکرد احتمال رخداد بارش بیش‌تر و مساوی مقدار معین و توزیع احتمال در فضای جغرافیایی نتایج مطلوبی را به‌دست خواهد داد.

محدوده مورد پژوهش

حوضه تالش-تالاب انزلی در غرب استان گیلان و جنوب جمهوری آذربایجان واقع بوده و از آستاراچای تا مرز حوضه سفیدرود در مرکز استان گیلان ادامه دارد. مساحت این حوضه ۸٦/٦۸ کیلومتر مربع است (شکل ۱). این حوضه حدود ٤۰ زیرحوضه هیدرولوژیکی و غیرهیدرولوژیکی را در خود جای داده که سرشاخه‌های اکثر آن‌ها در استان گیلان بوده و سرشاخه چند زیرحوضه آن از ارتفاعات استان اردبیل و زنجان منشاء می‌گیرد. برخی از شبکه آب‌های سطحی این حوضه‌ها، مستقیماً به دریای خزر و برخی دیگر در ابتدا به تالاب انزلی و در نهایت به دریای خزر می‌ریزند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]



شکل ۱: موقعیت حوضه تالش- تالاب انزلی و ایستگاه‌های منتخب

Figure 1: Location of talesh Basin-Anzali lagoon and selected stations

در این پژوهش بارش ۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۶) ایستگاه‌های همدید، کلیماتولوژی و باران‌سنجی استان که از توزیع مکانی نسبتاً خوبی برخوردار بودند از سازمان هواشناسی و سازمان آب استان دریافت گردید. سپس بارش‌های مساوی و بیش از ۳۰ میلی‌متر (۳۰<) با استفاده از گزینه فیلتر کردن در محیط صفحه گسترده Excel به‌ترتیب ماهانه، فصلی و سالانه جدا گردید. در این راستا با استفاده از نرم‌افزار Spss، فراوانی رخداد بارش‌ها شمارش و برای تحلیل روند آماده گردید.

مواد و روش‌ها

روش من-کندال ابتدا توسط مَن (Mann, 1945) ارائه و سپس توسط کندال (Kendall, 1970) 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 به‌دست می‌آید.

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

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

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

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

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

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

رابطه (٤) $$Var(S) = \frac{n\,(n-1)(2n+5)}{18} \quad for \quad n < 10$$

که n و m 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:

رابطه (٥) $$z = \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} \quad for \quad S > 0$$

رابطه (٦) $$z = 0 \quad for \quad S = 0$$

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

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

رابطه (۸) $$|Z| < Z_{\alpha/2}$$

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 (Mann,1945 & Kendall, 1970). اگر روند در سری داده‌ها وجود داشته باشد، شیب تغییر در واحد زمان با استفاده از روش ناپارامتری شیب سن برآورد می‌گردد. ابتدا باید شیب هر جفت داده متوالی سری از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

رابطه (۹) $$Q_i = \frac{(x_j - x_k)}{j-k} \quad for \quad i = 1, 2, \dots, n$$

که در این رابطه x_j و x_k به‌ترتیب مقادیر داده‌ها در زمان‌های j و k است که با هم یک واحد زمانی اختلاف دارند. Q_i مقدار میانه n برآورد شده شیب نمودار سن است. اگر n فرد باشد، برآورد کننده شیب سن به این صورت محاسبه می‌شود.

رابطه (۱۰) $$Q_{med} = Q_{(n+1)/2}$$

و اگر n زوج باشد، برآورد کننده شیب سن از این رابطه به‌دست می‌آید.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

رابطه (۱۱) $$Q_{med} = \frac{1}{2}\left(Q_{(n/2)} + Q_{(n+2)/2}\right)$$

نتیجه حاصل از این معادلات، به‌دست آمدن شیب خط روند است اگر شیب خط روند مثبت باشد حاکی از صعودی بودن روند و اگر منفی باشد دال بر نزولی بودن روند است. مرحله بعد نیز آزمون نمودن شیب به‌دست آمده در فاصله اطمینان ۹۵ و ۹۹ ٪ است. اگر مقدار Q_{med} با آزمون دوطرفه در سطح اطمینان $100(1-a)$ % بررسی شود معنی‌داری یا عدم معنی‌داری سری در سطح اطمینان مورد مشخص می‌شود (Mohammadi, 2011: 100). برای تعیین احتمال رخداد بارش مساوی و بیش از ۳۰ میلی‌متر از توزیع احتمال پواسون استفاده گردید. محاسبه توزیع پواسون برمبنای میانگین استوار است که از میانگین طولانی‌مدت پیشامدهای یک رخداد به‌دست 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 به‌صورت زیر بیان می‌شود.

رابطه (۱۲) $$P(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad x = 0, 1, 2, \ldots$$

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 (Wang & Lee, 2005, quoted by Rezaei &Roshani, 2010: 8) 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 $n \geq ۱۰۰$ $np \leq ۱۰$ و، تقریب بسیار عالی خواهد بود (Asakereh, 2011). این توزیع برای رخدادهای نادر با احتمال کم کاربرد دارد (Marques de Sa, 2003, quoted by Rezaei & Rosani, 2010: 5). مجموع احتمالات ∞... و ۲و ۳ و ۱ =x برابر با ۱ است. بنابراین احتمال کل برای x بزرگ‌تر یا مساوی عدد مفروض k برابر با رابطه زیر است:

رابطه (۱۳) $$p(x >= k) = ۱ - [p(0) + p(1) + p(2) + \ldots + p(k-1)$$

یافته‌ها و بحث

حوضه تالش-تالاب انزلی در غرب گیلان از جمله مناطقی است که شرایط جغرافیایی منحصربه‌فرد آن، همچون نزدیکی به ساحل، کوهپایه و کوهستان به همراه پوشش جنگلی انبوه و سایر عوامل محیطی، شرایطی مساعد برای بارش و بخصوص بارش‌های شدید فراهم کرده است. لذا تاثیر این بارش‌های شدید بر اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی و زیرساخت‌ها حائز اهمیت است. نتایج به‌دست آمده از فراوانی رخداد بارش $۳۰ \geq$ ایستگاه‌ها بیانگر این است که ایستگاه انزلی با ٥٤٦ فراوانی دارای بیش‌ترین بارش شدید و گیلوان با ۷ فراوانی دارای کم‌ترین بارش شدید است. داده‌های جدول (۱) بیانگر این است که در تمامی ایستگاه‌ها بارش شدید وجود دارد. بیش‌ترین فراوانی بارش سالانه بیش از $۳۰ \geq$ میلی‌متر در شمال، شرق و جنوب‌شرق آن محدوده است.

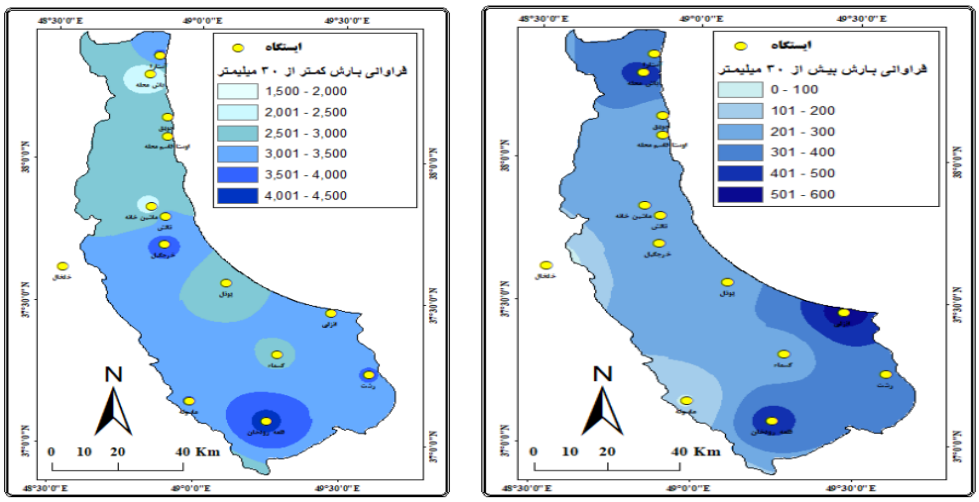
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۱- فراوانی بارش سالانه ایستگاه‌ها حوضه تالش-تالاب انزلی

Table 1- Frequency of annual rainfall in Talesh Basin-Anzali Lagoon

بارش (mm)	ایستگاه									
	آستارا	انزلی	تالش	لاهیجان	رشت	منجیل	خلخال	اردبیل	پونل	حویق
۰-۳۰	۳۶۰۴	۳۴۸۷	۳۱۱۹	۳۳۲۹	۳۵۱۶	۲۰۸۰	۳۰۸۷	۳۳۲۷	۲۵۴۴	۲۸۸۸
> ۳۰	۳۴۶	۵۴۶	۲۱۵	۴۱۰	۳۷۳	۱۶	۱۳	۱۰	۲۸۶	۲۵۶
بارش (mm)	ایستگاه									
	ماسوله	قلعه رودخان	کسماء	شهر بیجار	باش محله	خرجگیل	آستانه	ماشین خانه	قاسم محله	گیلوان
۰-۳۰	۳۵۰۸	۴۱۴۹	۲۸۸۵	۲۸۵۶	۱۹۹۳	۳۷۳۶	۳۰۸۲	۲۲۸۶	۲۵۰۳	۱۴۳۹
> ۳۰	۹۵	۴۴۷	۲۳۹	۳۰۲	۴۴۷	۲۹۲	۳۱۷	۲۳۷	۲۹۲	۷

در مجموع با توجه به موقعیت خاص حوضه، بارش ۳۰ ≥ در تمام نقاط ریزش کرده و فراگیر است. مناطق مرکزی ناحیه و ارتفاعات غربی آن از فراوانی کم‌تری برخوردار هستند. همچنین فراوانی بارش ۳۰ > دارای دو هسته بیشینه در جنوب (ماسوله) و شمال (آستارا) است. حتی در ناحیه ماسوله بارش‌های با مقدار کم به دلیل شرایط خاص حوضه، سیلاب‌های شدید با خسارات شدید جانی و مالی ایجاد کرده‌اند (شکل ۲).



شکل ۲: توزیع فضایی فراوانی رخداد بارش۳۰ ≥ و ۳۰ <

Figure 2: Spatial distribution of precipitation frequency ≥30 and <30

بر اساس محاسبات انجام شده به روش من کندال و بررسی رفتار تغییرات مولفه‌های u و u′ فراوانی بارش ۳۰ ≥ میلی‌متر سالانه نشان داد که تغییر از نوع ناگهانی، روند افزایشی و کاهشی در برخی از ایستگاه‌ها مشاهده می‌شود. به طوری‌که 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 کاملا مشهود است که تغییرات تصادفی در سطح معنی‌داری $\alpha =$ ۰/۰۵ در برخی از ایستگاه‌ها رفتار غالب محسوب شده و بیانگر طبیعی بودن رخداد سیل در آن است. البته فرآیند افزایش و کاهش فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ در برخی از ایستگاه‌ها در خارج از محدوده ۱/۹۶ ± نیست و با وجود

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

افزایش یا کاهش آن، تغییرات معنی‌داری که نشانه وجود روند باشد قابل شناسایی نبوده و با احتمال ۹۵ ٪، تصادفی بودن فراوانی بارش تایید می‌گردد.

جدول ۲- تعیین نوع تغییرات در ایستگاه‌های حوضه تالش- تالاب انزلی

Table 2- Determining the type of changes in Talesh-Anzali Lagoon stations

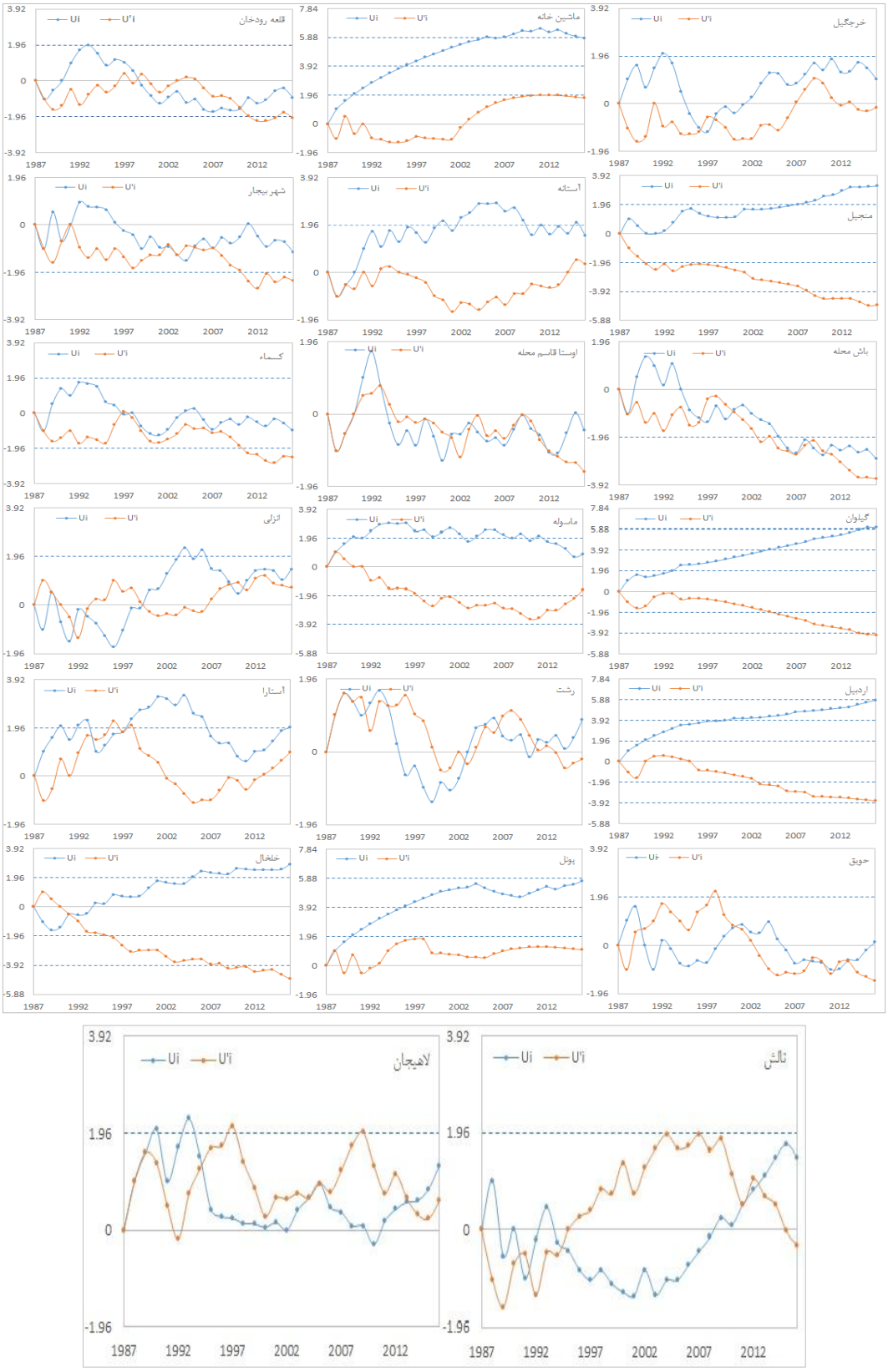
ردیف	نام ایستگاه	نوع تغییر	ردیف	نام ایستگاه	نوع تغییر
۱	قلعه رودخان	کاهشی پیوسته و بدون روند	۱۱	ماسوله	روند افزایشی و معنی‌دار
۲	ماشین خانه	نامنظم	۱۲	گیلوان	نامنظم
۳	خرجگیل	افزایشی پیوسته و بدون روند	۱۳	آستارا	روند افزایشی معنی‌دار
٤	شهر بیجار	کاهشی پیوسته و بدون روند	١٤	رشت	نامنظم
٥	آستانه	روند افزایشی معنی‌دار	١٥	اردبیل	نامنظم
٦	منجیل	نامنظم	١٦	خلخال	نامنظم
۷	کسماء	کاهشی پیوسته و بدون روند	۱۷	پونل	نامنظم
۸	اوستا قاسم محله	کاهشی پیوسته و بدون روند	۱۸	حویق	کاهشی پیوسته و بدون روند
۹	باش محله	روند کاهشی شدید و معنی‌دار	۱۹	لاهیجان	نامنظم
۱۰	انزلی	روند افزایشی و معنی‌دار	۲۰	تالش	افزایشی بدون روند

مآخذ: سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای استان گیلان

References: Meteorological and regional water organization of Gilan province

شکل (۳) 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، به‌عنوان زمان شروع روند تعیین می‌شود که در صورت تداوم مقدار مولفه u در جهت افزایشی یا کاهشی و خروج آن از محدوده بحرانی ۱/۹٦ ±، 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 مثبت ٤- روند منفی ٥- نامنظم طبقه‌بندی کرد. با توجه به تعاریف بالا در جدول (۲) رفتار فراوانی بارش آورده شده است. به‌عنوان مثال روند کاهشی شدید منفی در ایستگاه باش محله حاکی از کاهش پیوسته و متداوم فراوانی رخداد بارش بوده و مقدار آماره u از محدوده ۱/۹٦- هم پایین‌تر آمده است. اما در ایستگاه انزلی روند مثبت وجود داشته و نشانه تداوم افزایشی فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ است. علاوه بر روند معنی‌دار، در برخی ایستگاه‌ها افزایش یا کاهش منظم فراوانی رخداد بارش در سطح اطمینان ۹۵٪ قابل مشاهده است. اما از محدوده بحرانی مفروض خارج نشده است (قلعه رودخان). همچنین 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 بارش ۳۰ ≥ در برخی از ایستگاه-های مناطق خشک (گیلوان و منجیل) ایجاد می‌شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]



شکل ۳: آماره u و u′ آزمون من_کندال فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ میلی‌متر در حوضه تالش_تالاب

Figure 3: Statistics of u and u ^ 'I-Kendall test frequency of precipitation ≥30 mm in Talesh- Lagoon basin

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۳- نتایج به‌دست آمده از آزمون شیب سن فراوانی بارش ۳۰ ≥ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ درصد (حوضه تالش-تالاب انزلی)

Table 3- Results obtained from the age slope test of precipitation frequency ≥30 at a significance level of 0.05% (Talesh Basin-Anzali Lagoon)

ایستگاه	Q	مقدار Z	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
ماشین خانه	۰/۱۵۸	٤/۰٦	۰	۰/۳٦٤	۰	۰/۳۲۵	-۰/۵۵	۰/۵	-۲/۳٦	۰/۵	-۲/۱۲
قلعه رودخان	-۰/۱۱۸	-۱/٤٦	-۰/۳۳۳	۰/۰۹۲	-۰/۲۷۳	۰	۱۵/۲٦	۱۹	۱۲/۱٦	۱۷/۹۱	۱٤
خرجگیل	۰	۰/٤۱	-۰/۲	۰/۲۹۲	-۰/۱۳۳	۰/۲۱٤	۹	۱۲/۲	۵/۵۵	۱۱/۳۳	٦/٦۵
شهر بیجار	-۰/۱۳۳	-۱/۷۱	-۰/۳۳۳	۰/۰۷۷	-۰/۲۷۸	۰	۱۰/٦۳	۱۳/۳۳	۸/۰٤	۱۲/۲۲	۹
کسماء	-۰/۱۲۵	-۱/۷۰	-۰/۳۳۱	۰/۰٤۷	-۰/۲۵۰	۰	۹/۱۹	۱۲/۱۲	۷/۲۲	۱۰/۷۵	۸
آستانه	۰/۰۷۱	۰/۹۲	-۰/۱٦۷	۰/۳۳۳	-۰/۰۹۱	۰/۲٦٦	۹/۷۵	۱۲/۱۷	۵/٦۷	۱۱/٤۵	٦/۷٤
اوستا قاسم	-۰/۰۸۳	-۰/۹۹	-۰/۲۷۳	۰/۱۲۵	-۰/۲۱٤	۰/۰۷۷	۱۰/۱۷	۱۲/٤۵	۷/۵٦	۱۱/٤۷	۸/۱۹
منجیل	۰	-۰/۹۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ماسوله	۰	-۰/۳۵	-۰/۱۳۱	۰/۰۷۷	-۰/۱	۰/۰۵۳	۲/۵	٤/٤۹	۱/۱۵	۳/۹	۱/٤۷
باش محله	-۰/۲۷۸	-۳/۲٤	-۰/۵۳۳	-۰/۰٦۳	-۰/٤۵۹	-۰/۱۲۵	۱۷/۸٦	۲۲/۱۲	۱۵/۵۹٦	۲۰/۹	۱٦/۱۳
گیلوان	۰	۱/۳٤	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
انزلی	۰/۱۱۱	۱/۰٦	-۰/۱٦۷	۰/٤	-۰/۰۹۱	۰/۳۳۳	۱٦/۷۷۸	۲۰/۸۳	۱۳/۸	۱۹/۵۹	۱٤/۸۳
رشت	۰	۰/۳۲	-۰/۲۳۱	۰/۲۷۲	-۰/۱٤۳	۰/۱۸۲	۱۲	۱۵/٦۵	۸/٦۰	۱٤/۰۸	۱۰/۲۳
آستارا	۰/۱۱۸	۱/٤۷	-۰/۰۹۱	۰/۳۳۳	-۰/۰۰٤	۰/۲۷۳	۹/۳۵۳	۱۲/٦٤	۷	۱۱/۰۸	۷/٤٤٦
خلخال	۰	-۱/۱۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
اردبیل	۰	۱/٤۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حویق	۰	-۰/٦۵	-۰/۲۲۸	۰/۱٤۳	-۰/۱۸۲	۰/۰۸۱	۸	۱۱/۸۳	۵/۷۸	۱۰/۹۵	٦/۷۳
پونل	۰/۳۵۳	۳/٦٦	۰	۰/۵۸۳	۰	۰/۵۳۸	-۰/۵۲۹	۰	-۲/۸۳	۰	-۲/۲٦۹
تالش	۰	۰/۵۸	-۰/۱	۰/۱۸	-۰/۰۵۹	۰/۱۵۰	۷	۸/۵	۳/۸٤	۸	٤/۳۵۲
لاهیجان	۰/۱۲۵	۰/۹۳	-۰/۲	۰/٤٤٤	-۰/۱۲۵	۰/۳٦٤	۱۱/۳۷۵	۱٦	٦/۲۲	۱٤/۹٤	۷/۵۹۱

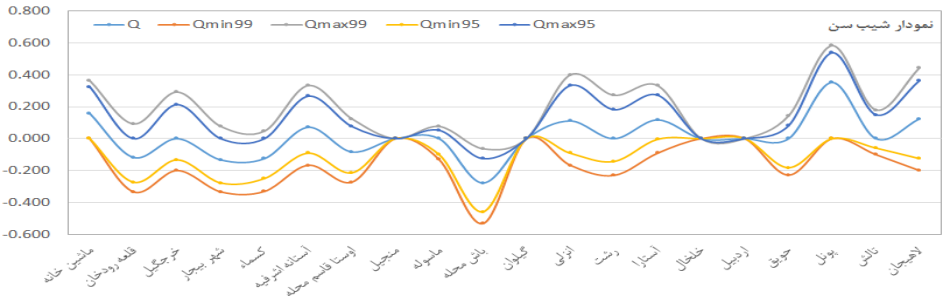
مآخذ: سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای استان گیلان

References: Guilan Meteorological and Regional Water Organization

علی‌رغم وجود روند مثبت و منفی در فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥، نتایج آماره سن در سطوح اطمینان مختلف نشان‌دهنده روند کاهشی و افزایش آن در محدوده حوضه تالش-تالاب انزلی است. بررسی مقدار Q_{med} با آزمون دو طرفه در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ نشان می‌دهد فرض H_1 مبنی بر عدم قرارگیری مقدار میانه شیب در دامنه تعیین شده است. مقایسه آماره Q_{med} با مقدار Z نشان از روند افزایشی فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ در ایستگاه ماشین خانه و پونل و روند کاهشی در باش محله است. ازاین‌رو معنی‌داری روند در ایستگاه‌های فوق پذیرفته و فرض خلاف صفر پذیرفته می‌شود. البته در ایستگاه شهر بیجار و کسماء گرایش شیب به سمت معنی‌دار شدن روند منفی است. در سایر ایستگاه‌های محدوده مورد مطالعه مقدار شیب سن، عدم معنی‌داری روند را نشان می‌دهد. مقادیر کمینه و بیشینه شیب در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد در جدول (۳) آورده شده است. همچنین در شکل (٤) میانه، کمینه و بیشینه شیب سن در سطح احتمال ۹۵ و ۹۹ درصد ترسیم شده است. به‌طور کلی برازش مقادیر شیب سن نشان می‌دهد که کمینه و بیشینه آن در ایستگاه‌ها بین ۰/۵۳۳- تا ۰/٤٤٤ برای احتمال ۹۹ درصد و ۰/٤۵۹- تا ۰/۵۳۸

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

برای احتمال ۹۵ درصد متغیر است. به‌عبارتی مقدار Q_{med}، متوسط تغییر شیب فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ است که در طی هر سال افزایش یا کاهش یافته است.



شکل ٤: نمودار تغییرات Q_{med}، Q_{min}، Q_{max} ایستگاه‌های حوضه تالش-تالاب انزلی در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ ٪

Figure 4: Chart of changes in Q_med, Q_min, Q_max of Talesh-Anzali Lagoon stations at 95 and 99% confidence levels

در همین راستا بررسی احتمال رخداد بارش‌های شدید با توابع احتمال گسسته کمک بسزایی در احتمال وقوع و پیش‌بینی این نوع بارش مفید می‌کند. از این‌رو از توزیع گسسته پواسون که برای رخداد پدیده‌هایی که از احتمال وقوع کم‌تر از ۵ درصد نسبت به کل رخداد فراوانی بارش برخوردار هستند استفاده گردید. نتایج حاصل از احتمال رخداد بارش ۳۰ ≥ میلی‌متر برای ۷ و ٦ و ۵ و ٤ و۳ و ۲ و ۱ =x محاسبه و در جدول (٤) آورده شده است. احتمال $p\ (x = ۰)$ یا عدم رخداد بارش در ایستگاه ماشین خانه ۰/۰۰۰۲ درصد و $p\ (x = ۰)$ تا $p\ (x = ۱۰$ به‌ترتیب ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰٦و ۰/۰۱۸۳۸ و ۰/۰۳۷٦۸ و .... درصد است. احتمال به‌دست آمده از $p\ (x = ۰)$ نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد چنین بارشی در اکثر ایستگاه‌ها بسیار کم بوده و وقوع آن حتمی است. در چهار ایستگاه منجیل، گیلوان، خلخال و اردبیل احتمال عدم رخداد بارش ۳۰ ≥ بیش از ٦۰ درصد بوده و بیانگر آن است که فراوانی رخداد این بارش‌ها کم‌تر از ۱ درصد فراوانی رخداد بارش‌های دوره است. در واقع فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ به ترتیب ۱٦، ۷، ۱۳ و ۱۰ و کم‌تر از ۱ بار در سال است.

جدول ٤- احتمال فراوانی رخداد بارندگی فصلی ۳۰ میلی‌متر و بیش تر از آن در ایستگاه‌های حوضه با استفاده از توزیع پواسون

Table 4- Probability of seasonal rainfall occurrence of 30 mm and more in basin stations using Poisson distribution

ایستگاه	λ	p (x = 0)	p (x = 1)	p (x = 2)	p (x = 3)	p (x = 4)	p (x = 5)	p (x = 6)	p (x = 7)
ماشین‌خانه	۸/۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰٦	۰/۰۱۸٤	۰/۰۳۷۷	۰/۰٦۱۸	۰/۰۸٤٤	۰/۰۹۸۹
قلعه رودخان	۱٤/۷۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤	۰/۰۰۸
خرجیگل	۸/۸۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱۵	۰/۰۲۵۳	۰/۰٤٤۷	۰/۰٦۵۸	۰/۰۸۳۰
شهر بیجار	۹/۳۳	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۱۰۸	۰/۰۲۵۳	۰/۰٤۷۱	۰/۰۷۳۳	۰/۰۹۷۷
کسماء	۷/٤	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰٤	۰/۰۱۵۵	۰/۰۳۷۳	۰/۰۷٤۹	۰/۱۱۰۹	۰/۱۳٦۸	۰/۱٤٤٦
آستانه اشرفیه	۱۰/٤	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۱٤٦	۰/۰۳۰٤	۰/۰۵۲۷	۰/۰۷۸۳
اوستاقاسم محله	۹/۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰٤	۰/۰۱۲۵	۰/۰۲۸۵	۰/۰۵۲	۰/۰۷۸۸	۰/۱۰۲۵
منجیل	۰/٤۷	۰/٦۲۵	۰/۲۹۳۷	۰/۰٦۹۰	۰/۰۱۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰
ماسوله	۲/۸۷	۰/۰۵٦۷	۰/۱٦۲۷	۰/۲۳۳۵	۰/۲۲۳۳	۰/۱٦۰۲	۰/۰۹۲۰	۰/۰٤٤۰	۰/۰۱۸۰

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

ادامه جدول ٤- احتمال فراوانی رخداد بارندگی فصلی ۳۰ میلی‌متر و بیش‌تر از آن در ایستگاه‌های حوضه با استفاده از توزیع پواسون

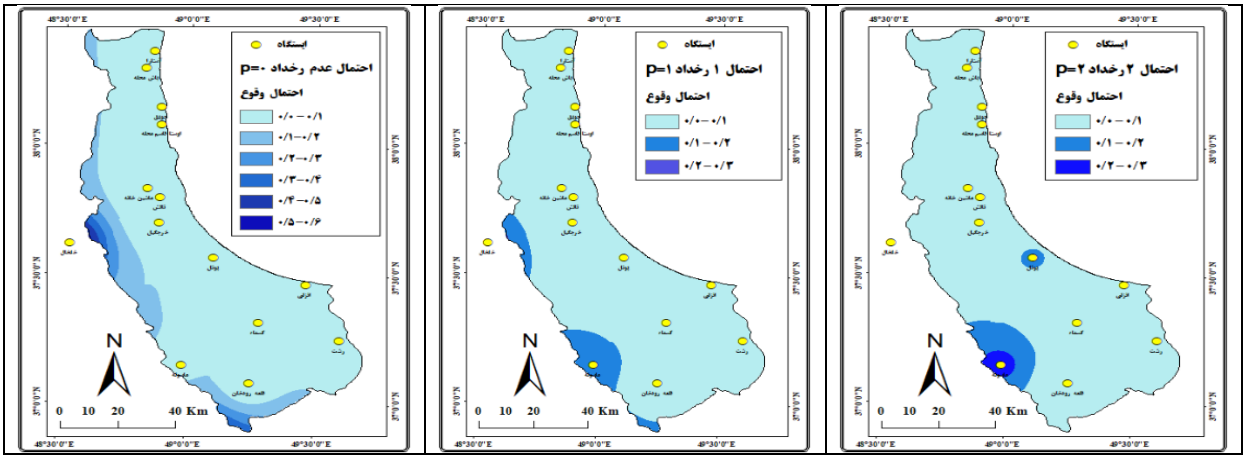
Continue of the Table 4- Probability of seasonal rainfall occurrence of 30 mm and more in basin stations using Poisson distribution

ایستگاه	λ	p (x = 0)	p (x = 1)	p (x = 2)	p (x = 3)	p (x = 4)	p (x = 5)	p (x = 6)	p (x = 7)
باش محله	١٤/٤٧	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰٦	۰/۰۱۳۱
گیلوان	۰/۲۳۳	۰/۷۹۲۲	۰/۱۸٤۵	۰/۰۲۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰
انزلی	۱۲/٦۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰٤	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱٦۹	۰/۰۳۰۵
رشت	۱۲/٦۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱٦۹	۰/۰۳۰۵
آستارا	۱۱/۱۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۲	۰/۰۰٦	۰/۰۱٤٤	۰/۰۲٦۹	۰/۰٤۳۰
خلخال	۰/٤	۰/٦۷۰۳	۰/۲٦۸۱	۰/۰۵۳٦	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
اردبیل	۰/۲۷	۰/۷٦۳٤	۰/۲۰٦۱	۰/۰۲۷۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
حویق	۸/۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲٦۵	۰/۰۵۳۸	۰/۰۸۷۱	۰/۱۱۷٦	۰/۱۳٦۱
پونل	٤/۵۷	۰/۰۱۰٤	۰/۰٤۷۵	۰/۱۰۸٦	۰/۱٦۵٤	۰/۱۸۸۲۵	۰/۱۷۲۷	۰/۱۳۱٦	۰/۰۸۵۹
تالش	۷/۳۰	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰٤	۰/۰۱۵۹۸	۰/۰۳۸۹	۰/۰۷۰۹۹	۰/۱۰۳٦	۰/۱۲٦۱	۰/۱۳۱۵
لاهیجان	۱۳/٦۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰٦	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰٦	۰/۰۱۳۸

مآخذ: سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای استان گیلان

References: Guilan Meteorological and Regional Water Organization

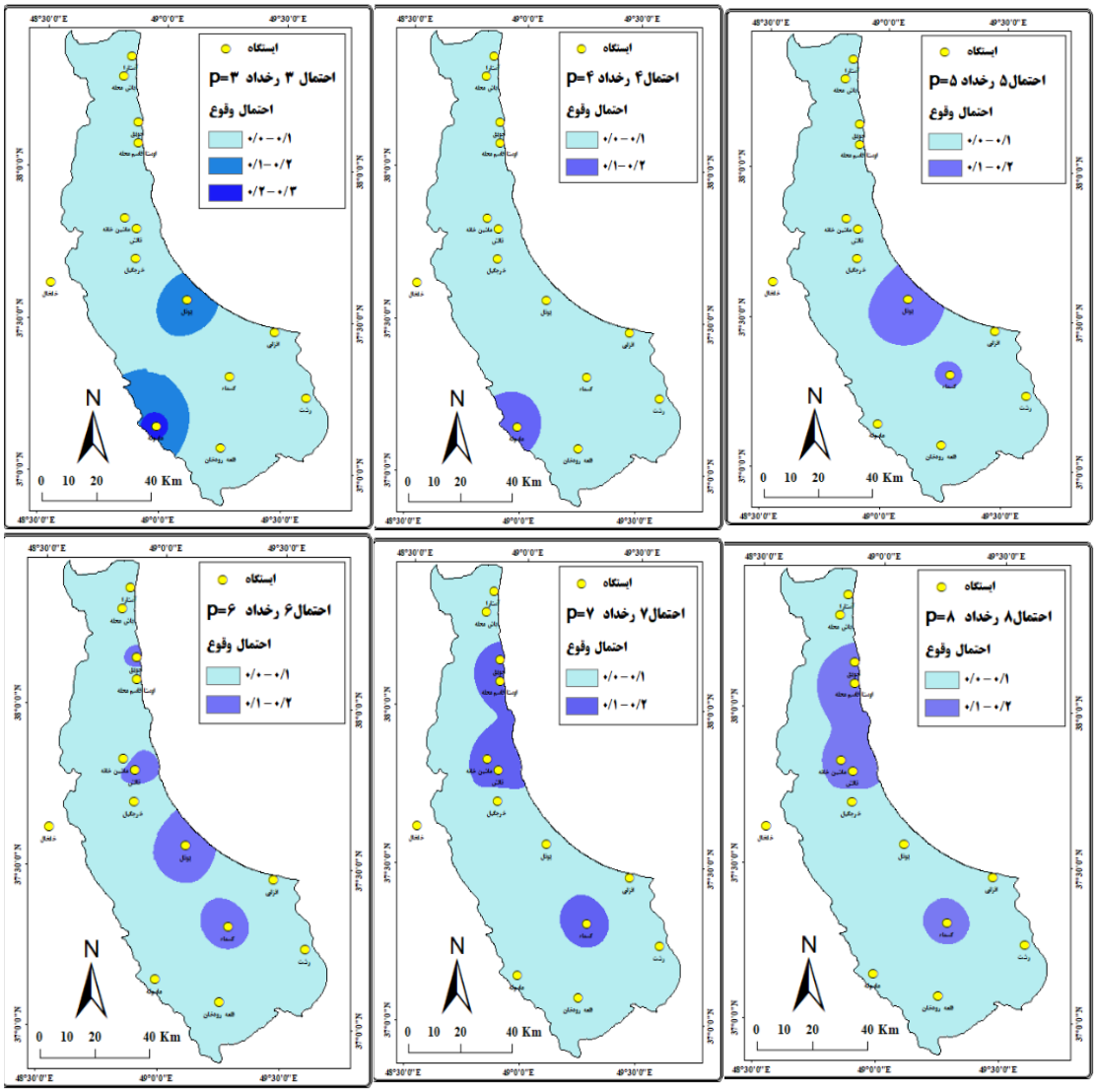
در نتیجه عدم رخداد بارش‌های شدید در این ایستگاه‌ها کاهش یافته و توزیع پواسون تخمین درستی از احتمال وقوع نخواهد داشت. همین‌طور احتمال p (x = ۱) نسبت به احتمالات دیگر در چهار ایستگاه بسیار بالا است، به عبارت دیگر احتمال رخداد یک‌بار بارش نسبت به رخدادهای بالاتر بیش‌تر بوده و جمع احتمال عدم رخداد و یک‌بار بارش بیش‌تر یا مساوی ۳۰ میلی‌متر بیش از ۹۰٪ است. توزیع پواسون ارزیابی خوبی از احتمال رخداد بارش ایستگاه ماسوله دارد اما در سایر ایستگاه‌ها این توزیع تخمین کاملی از رخداد بارش نداشته و باید با سایر توزیع‌های احتمال گسسته از قبیل توزیع دوجمله‌ای و غیره بررسی شود.



شکل ۵: توزیع فضایی احتمال رخداد بارش ۳۰≤ میلی‌متر با توزیع پواسون

Figure 5: Spatial distribution of the probability of precipitation ≥30 mm with Poisson distribution

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]



ادامه شکل ۵: توزیع فضایی احتمال رخداد بارش ۳۰ ≥ میلی‌متر با توزیع پواسون

Continue of Figure 5: Spatial distribution of the probability of precipitation ≥30 mm with Poisson distribution

در همین راستا تحلیل مکانی احتمال رخداد بارش‌های ۳۰ ≥ در حوضه تالش–تالاب انزلی برای (x=۰) p تا (x=۷) p نشان می‌دهد که احتمال عدم رخداد بارش در دامنه‌های شرقی و مناطق جلگه‌ای کم‌تر از ۰/۱ است و در دامنه‌های جنوبی و غربی ارتفاعات مورد نظر بر احتمال عدم وقوع افزوده می‌شود (تا ۰/٦). به عبارتی عدم رخداد در برخی از ایستگاه‌های خارج حوضه یعنی اردبیل، خلخال، منجیل و گیلوان بالا است. همچنین احتمال ۱ ≥ رخداد نشان می‌دهد که ایستگاه ماسوله با احتمال ۲۰ تا ۳۰ درصد کانون مستقلی را برروی نقشه در (x=۱) p تا (x=٤) p تشکیل داده و قسمت اعظم ناحیه مورد مطالعه از احتمال کم‌تر از ۱۰ درصد برخوردار است. با افزایش رخداد به ۵ و ٦، هسته بیشینه احتمال نیز از ماسوله به سمت نواحی جلگه‌ای جابه‌جا شده و چندین هسته جدا به

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

وجود می‌آید. در مجموع روش پواسون در بارش سالانه خیلی مناسب نیست. با توجه به نتایج به‌دست آمده ناحیه مورد مطالعه از لحاظ احتمال رخداد نسبتا غیرهمگن عمل می‌کند.

نتیجه‌گیری

یکی از پیامدهای مهم تغییرات اقلیمی، افزایش فراوانی رخداد پدیده‌های فرین از قبیل بارش‌های شدید، دوره‌های تر و خشک، یخبندان‌ها و غیره است. در این پژوهش یکی از عناصر اصلی اقلیم یعنی فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ با استفاده از روش آزمون گرافیکی من-کندال مورد بررسی و وجود روند یا عدم وجود روند بررسی و با استفاده از روش شیب سن، شیب تغییرات تعیین و معنی‌داری یا عدم معنی‌داری روند تعیین شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد، که ایستگاه‌های آستانه، انزلی، ماسوله و آستارا از روند افزایشی و باش‌محله از روند کاهشی شدید برخوردار هستند. در سایر ایستگاه‌ها سری‌ها تغییرات نامنظم و افزایشی یا کاهشی پیوسته را تجربه کرده‌اند. بررسی معنی‌داری یا عدم معنی‌داری روند تغییرات به روش سن نشان داد روند در سه ایستگاه ماشین‌خانه، باش محله و پونل معنی‌دار بوده و فرض صفر مبنی بر عدم معنی‌داری تغییر رد می‌شود. با استفاده از روش سن معلوم شد در سایر ایستگاه‌ها تغییرات معنی‌دار وجود نداشته و تصادفی بودن آن‌ها تایید می‌گردد. همچنین احتمال رخداد فراوانی بارش۳۰ ≥ با 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 درصد فراوانی رخداد بارش ۳۰ ≥ را تشکیل می‌دهند. همچنین نتایج توزیع احتمال با این روش در سایر ایستگاه‌ها نشان داد که روش فوق برای تخمین احتمال رخداد فراوانی بارش مناسب نیست. در همین راستا توزیع فضایی احتمال $p\ (x= ۰)$ تا $p\ (x = n)$ نشان از جابجایی هسته احتمال برای xهای مختلف است. بیشینه احتمال برای رخدادهای مختلف در ایستگاه ماسوله اتفاق افتاده است و توزیع پواسون ارزیابی مناسبی از رخدادهای بارش این ناحیه دارد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

References

- Akbari, M., Nodeh, W., (2015), "Analysis of trends in annual and summer rainfall of Golestan Province", ***Geographical Planning of Space Quarterly Journal University of Golestan***,5(17): 141-150. [In Persian].
- Alizadeh, A., (2008), "***Principles of applied hydrology***", Mashhad: Astan Quds Razavi Publishers. [In Persian].
- Asakereh, H., (2011), "***Fundamentals of statistical climatology***", Zanjan: Zanjan University of Publishers. [In Persian].
- Amin, M. T., Rizwan, M., Alazba, A. A., (2016), "Best-fit probability distribution for the estimation of rainfall in northern regions of Pakistan", ***Open Life Sci***, 11: 432-440.
- 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): 67-74. [In Persian].
- Barkotulla, M. A. B., (2017), "Probability analysis for estimation of annual extreme rainfall", ***Journal of Biodiversity and Environmental Sciences***, 10 (2): 248-253.
- 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 (2): 60-70. [In Persian].
- Fuseka, M., Radek Hellebrandb, R., Michálekc, J., (2016), "Modelling precipitation extremes in the Czech republic:update of intensity–duration–frequency curves", ***Estonian Journal of Earth Sciences***, 65 (4): 234-247.
- Kendall, MG., (1970), "***Rank Correlation Methods***", 2nd Ed., New York: Hafner.
- Khoshro, A., Gandmkar, A., Hajian, A., (2015), "Investigation of night temperature alterations' procedure (NTAP) in central Iran: Mann-Kendall's non-parameter method in focus", ***Quarterly of Geographical (Regional Planning)***, 20 (1): 7-24. [In Persian].
- Regional Studies and Regional Water Office of Guilan Province, (2017), ***Rainfall data precipitation data***, 1987- 2016. [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, M.O.C., Theran. [In Persian].
- Rezaei, P., Roshani, M., (2010), "Investigation of precipitations showery and change process in Guillan province", ***Journal of Geographic Space***, 10 (30): 1-20. [In Persian].
- Seo, Y., Hwang, J., Kim, B., (2017), "Extreme precipitation frequency analysis using a minimum density power divergence estimator", ***Water***, 9 (2): 81- 94.
- Marofnejad, A., Ghasami, SH., (2017), "Analysis of changes Using the method of Mann-Kendall (Case study of four townships of and Bakhtiari Province)", ***Journal Management System***, 10 (37): 149-166. [In Persian].
- Mann, H. B., (1945), "Nonparametric tests against trend", Econometrica, ***Journal Article***, 13: 245-259.
- Meteorological Organization of Ardebil Province, (2017), "***Precipitation data of synoptic stations***", Climatology and Rain gauging, 1987- 2016. [In Persian].
- Meteorological Organization of Guilan Province, (2017), "***Precipitation data of synoptic stations and climatology***", 1987- 2016, M.O.C., Theran. [In Persian].
- Meteorological Organization of the country, (2017), "***Precipitation data of synoptic stations, climatology and rain gauging of Ardebil, Gilan and Zanjan provinces***, 1987-2016, M.O.C., Theran. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]

- 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].
- Mohammadi, B., (2011), "Trend analysis of annual rainfall over Iran", ***Geography and Environmental Planning***, 22 (3): 95-106. [In Persian].
- Unusual Office of the Governorate of Guilan.(2000), "***Morphological report, Flood Control Master Plan of Guilan Province, 1987- 2016***, M.O.C., Theran. [In Persian].
- Wang, C., Li Ch, Y., (2016), "Spatiotemporalanalysis of precipitation trends under climate change in the upper reach of Mekong River basin", ***Quaternary International***, 392 (21): 137-146.
- Yue, S., Hashino, M., (2007), "Probability distribution of annual, seasonal and monthly precipitation in Japan", ***Hydrological Sciences Journal***, 52 (5): 863-877. [on line]: http://www.tandfonline.com/loi/thsj20.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-29]