گرادیان بارش و حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در حوضه آبریز چهاردانگه

مجتبی فرهادزاده
شرکت آب منطقه ای مازندران
فاطمه تمجید
شرکت آب منطقه ای مازندران
پریسا ملکی *
شرکت آب منطقه ای مازندران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۵

ارجاع به مقاله:
مجتبی فرهادزاده، فاطمه تمجید، پریسا ملکی، گرادیان بارش و حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در حوضه آبریز چهاردانگه، *مهندسی و مدیریت ساخت*، ۱۴۰۳؛ ۹ (۲): ۶۸-۷۱.

چکیده

تغییرات مکانی بارش اثرات متنوعی بر مدیریت منابع آب در سطح حوضه دارد. بنابراین بررسی تغییرات مکانی پارامترهای مختلف بارش جهت تخمین میزان خطای بیلان آبی و فرآیندهای تصمیم گیری بسیار مهم است. هدف از این پژوهش بررسی توزیع بارش ماهانه و فصلی، گرادیان بارش، برآورد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته و همچنین رسم منحنی همباران سالانه در حوضه آبریز چهاردانگه ساری در استان مازندران می باشد. برای بررسی میزان بارندگی سالانه در حوضه آبریز مورد مطالعه از آمار ۲۳ ایستگاه که به لحاظ کمی و کیفی مناسب تر هستند، در دوره شاخص ۵۰ ساله (۱۳۵۱ تا ۱۴۰۱) استفاده شده است. نقشه همباران نیز بر اساس آمار تکمیل شده کلیه ایستگاه ها در دوره شاخص و ایستگاه های کمکی(جهت کنترل) در محیط GIS رسم شده است. نتایج حاصل از بررسی ها نشان می دهد که در حوضه آبریز چهاردانگه، فصل های پاییز و زمستان با دریافت بیش از ۶۰ درصد بارش بیشینه تمرکز بارندگی فصلی را دارا هستند. روند نمودار گرادیان بارش حاکی از منفی بودن رابطه بارش با ارتفاع است، به طوری که با افزایش ارتفاع، میزان بارش کاهش می یابد. با توجه به نقشه همباران مقدار بارندگی سالانه در حوضه آبریز چهار دانگه حدود ۴۷۹ میلیمتر می باشد. میزان حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته این حوضه آبریز برای دوره بازگشت های ۲ سال و ۱۰۰ سال با استفاده از روش میانگین گیری به ترتیب حدود ۴۴ و ۱۰۳ میلیمتر برآورد شده است.

کلمات کلیدی
گرادیان بارش، نقشه همباران، حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته، حوضه آبریز، چهاردانگه

۱- مقدمه

تغییرات عناصر اقلیمی از عوامل مؤثر بر تغییر منابع آبی سطحی و زیرزمینی است و بارش به عنوان عنصری بسیار تغییر پذیر و عاملی اساسی در موازنه آبی همیشه مورد توجه اقلیم شناسان بوده است.

Precipitation gradient and maximum 24-hour rainfall in the Chahardangeh watershed

Mojtaba Farhadzadeh
Mazandaran Regional Water Company
Fatemeh Tamjid
Mazandaran Regional Water Company
Parisa Maleki *
Mazandaran Regional Water Company

*Corresponding author's email address:
p.maleki1368@gmail.com

How to cite this article:
Mojtaba Farhadzadeh, Fatemeh Tamjid, Parisa Maleki, Precipitation gradient and maximum 24-hour rainfall in the Chahardangeh watershed, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2025; 9(2):68-71.

Abstract

Spatial variations in precipitation have diverse effects on water resource management at the watershed level. Therefore, analyzing the spatial distribution of various precipitation parameters is crucial for estimating water balance errors and improving decision-making processes. This study aims to investigate the distribution of monthly and seasonal precipitation, precipitation gradient, estimation of maximum 24-hour rainfall, and the development of an annual isohyetal map for the Chahardangeh watershed in Sari, Mazandaran Province. To analyze annual precipitation in the study area, data from 23 meteorological stations, selected based on quantitative and qualitative adequacy, were used for a 50-year reference period (1972–2022). The isohyetal map was generated in a GIS environment using data from all stations within the reference period and auxiliary stations for validation purposes. The results indicate that autumn and winter account for over 60% of the total seasonal precipitation in the Chahardangeh watershed. The precipitation gradient curve reveals a negative correlation between elevation and precipitation, meaning that rainfall decreases as elevation increases. Based on the isohyetal map, the average annual precipitation in the Chahardangeh watershed is approximately 479 mm. The maximum 24-hour rainfall for 2-year and 100-year return periods was estimated using an averaging method, yielding approximately 44 mm and 103 mm, respectively.

Keywords
Precipitation Gradient, Isohyetal Map, Maximum 24-Hour Rainfall, Watershed, Chahardangeh)

بنابراین بررسی تغییرات مکانی بارندگی به منظور ارزیابی منابع آب و پیش بینی حوادث طبیعی ناشی از بارندگی های سنگین از اهمیت زیادی برخوردار است. حداکثر بارندگی محتمل (PMP) برابر بیشترین ارتفاع بارندگی است که از دیدگاه نظری در مدت معینی امکان وقوع دارد و به دو روش هواشناسی و آماری برآورد می شود. در روش اول

JECM
9 (2) , 2025
دوره ۹، شماره ۲
زمستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

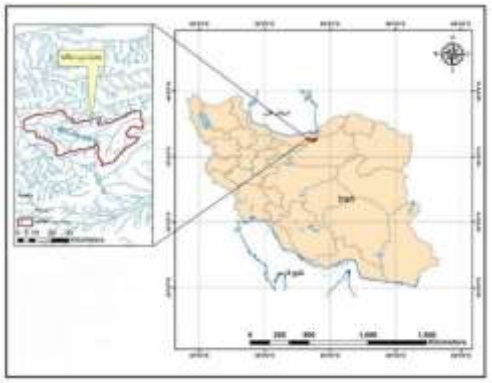
نیاز به وجود اطلاعات هواشناسی مانند رطوبت نسبی، دما، طوفان های رخ داده، باد، نقطه شبنم و غیره است. روش هواشناسی نیز به چند نوع تفکیک می شود [۱]. از جمله آنها می توان به روش سینوپتیکی، حداکثر کردن طوفان های رخ داده و انتقال آن به منطقه مورد نظر، استفاده از منحنی های عمق – مساحت - مدت برای طوفان های شدید مشاهده ای و روابط تجربی اشاره کرد. در روش آماری از بارندگی حداکثر ۲۴ ساعته مشاهده ای ایستگاه های باران سنجی استفاده می شود. مبتکر این روش هر شفیلد است که روش برآورد PMP بیست و چهار ساعته نقطه ای (PMP24) را با روش آماری ارائه داده است. سازمان جهانی هواشناسی در سال ۱۹۸۶ روش اصلاح شده هر شفیلد را تأیید و به صورت دستورالعملی منتشر کرد[۲].

در بسیاری از مطالعات به دلیل عدم پوشش کامل ایستگاه های اندازه گیری نقطه ای باران، برآورد بارش منطقه ای و یا تخمین بارش در مناطق مابین ایستگاه ها امری ضروری است. برای این منظور روش های مختلفی در برآورد توزیع مکانی پارامترهای هواشناسی وجود دارد. جهانی و دلبری [۳] به ارزیابی و تخمین حداکثر بارش ۲۴ ساعته در استان گلستان پرداختند. بررسی روش ها نشان داد که روش کوکریجینگ با استفاده از متغیر کمکی ارتفاع برای تمامی دوره ها به غیر از فصل زمستان بهترین روش میان یابی می باشد. همچنین با توجه به نقشه های همتراز بارش، در کلیه دوره ها کمترین بارش در نواحی شمالی استان روی داده است. احمدی و همکاران [۴] بالاترین بارش محتمل ۲۴ ساعته و تاثیر آن در مخاطرات هیدرولوژیکی منطقه جنوب غرب خزر مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که مقادیر بیشترین بارش محتمل با تداوم ۲۴ ساعته برای منطقه حدود ۲۷۷ میلیمتر است و مقدار آب حاصل از این بارش یک تهدید جدی برای وقوع سیلاب در منطقه می باشد. افضلی و همکاران [۵] نیز به بررسی اثر تغییر اقلیم بر حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته در قسمتی از حوضه آبریز قره سو واقع در استان گلستان پرداختند و مقدار PMP24 را با استفاده از روش استاندارد Hershfieldدر دوره پایه، ۴۲۱ میلی متر محاسبه کردند. برآورد بارش همچنین برای پیش بینی خطرات طبیعی ناشی از بارندگی بسیار مهم است. شوجی و کیتارا [۶] به پهنه بندی بارندگی ساعتی، ماهانه و سالانه نواحی کوهستانی چاپو و منطقه دشت کانتو در مرکز ژاپن پرداختند. عساکره [۷] علاوه بر تهیه نقشه خطوط همباران در کشور تغییرات بارندگی را نیز طی دوره ای ۶۳ ساله با استفاده از روش کریجینگ برآورد کرد و میزان حداکثر بارندگی را در کوهرنگ تا سراب بدست آورد. بویترت و همکاران [۸] مقدار بارندگی از ۱۴ ایستگاه بارانسنجی در رشته کوه غربی کوههای آند اکوادوری را تخمین زدند. در این مطالعه کریجینگ نتایج بهتری را نسبت به تیسن ارائه کرد. در تحقیق حاضر ضمن بررسی توزیع بارش ماهانه و فصلی و همچنین گرادیان بارش، منحنی همباران سالانه در حوضه آبریز چهاردانگه ساری رسم شده است. سپس حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته در این حوضه برآورد گردیده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

رودخانه چهاردانگه یکی از سر شاخه های اصلی رودخانه تجن واقع در استان مازندران می باشد. این رودخانه از ارتفاعات جنوبی مازندران، مشرف به منطقه کیاسر سرچشمه می گیرد و در نهایت در محل روستای ورند به رودخانه تجن متصل می گردد (شکل ۱). رودخانه تجن نیز پس از عبور از شهر ساری و آبیاری اراضی شالی و باغات مرکبات در حوالی روستای فرح آباد به دریای خزر می ریزد. حوضه آبریز رودخانه چهاردانگه با وسعت حدود ۱۲۰۶ کیلومتر مربع، ۳۰ درصد از کل حوضه آبریز رودخانه تجن را به خود اختصاص می دهد.



شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه در استان و کشور

۲-۲- روش مطالعه

برای بررسی میزان بارندگی سالانه در حوضه آبریز مورد مطالعه از آمار ۲۳ ایستگاه که به لحاظ کمی و کیفی مناسب تر بوده، در دوره شاخص ۵۰ ساله (۱۳۵۲-۱۳۵۱ تا ۱۴۰۱-۱۴۰۰) استفاده شده است. قبل از تجزیه و تحلیل، صحت و دقت اطلاعات بارندگی ایستگاه ها کنترل شده است. در تعیین صحت و دقت داده های بارندگی از روش منحنی جرم مضاعف و آزمون تصادفی بودن دوام (Run test) استفاده شده است. سپس آمار موجود تکمیل و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. در این پژوهش از برنامه های کامپیوتری مختلف به منظور سرعت بخشیدن و سهولت محاسبات و همچنین ارائه نتایج استفاده شده است. با استفاده از نرم افزار Excel کلیه محاسبات مقدماتی و آماری انجام شده است. از نرم افزار Hayfran نیز جهت تحلیل فراوانی استفاده شده است. از نرم افزار SPSS جهت آزمون ران تست کمک گرفته شده است.

۳- بحث و بررسی

۳-۱- توزیع بارش ماهانه و فصلی

پس از تکمیل آمار بارش سالانه ایستگاه های مورد مطالعه، متوسط دراز مدت بارش ماهانه ایستگاه های منتخب محاسبه و در جدول ۱ ارائه گردیده است. درصد بارش ماهانه و سالانه نیز در جدول ۲ ارائه شده است. بررسی جداول مذکور نشان می دهد که پر باران ترین ماه های سال آذر و بهمن و کم باران ترین ماه های سال نیز مرداد، خرداد، تیر و شهریور می باشند. به طور کلی در این حوضه آبریز به تبعیت از رژیم بارش مناطق شمالی کشور ایام فصل پاییز و زمستان با دریافت بیش از ۶۰ درصد بارش، بیشینه تمرکز بارندگی فصلی را

JECM
9 (2) , 2025
دوره ۹، شماره ۲
زمستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

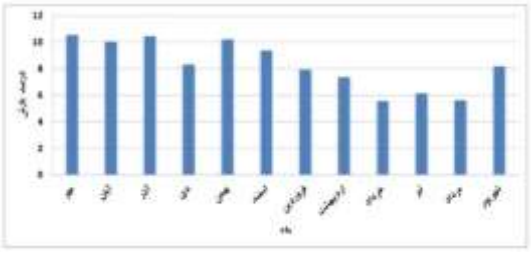
دارا هستند. توزیع بارندگی فصلی نشان می دهد رژیم بارش در این منطقه مدیترانه ای است و بیشتر بارش در فصل های پاییز و زمستان روی می دهد. بر اساس جدول ۱، میانگین بارش سالانه حوضه آبریز چهاردانگه حدود ۵۵۰ میلیمتر است. درصد بارش ماهانه و سالانه در ایستگاه های منتخب در جدول ۲ و توزیع درصد میانگین بارش ماهانه حوضه آبریز چهار دانگه در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱ میانگین بارش ماهانه و سالانه در ایستگاه های مورد مطالعه (میلیمتر)

ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
۵۵۰	۵۶	۸۰	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۲	۳۳	۲۸	۳۲	۵۲	۵۵۰
۳۵۳	۴۱	۶۲	۴۵	۴۰	۴۱	۳۹	۳۹	۵۸	۲۰	۱۵	۱۶	۴۵	۳۵۳
۵۱۵	۵۰	۷۳	۵۱	۵۲	۵۲	۵۰	۴۹	۳۹	۲۰	۲۱	۲۱	۵۰	۵۱۵
۱۲۳	۲۵	۱۷	۱۹	۱۹	۲۱	۲۲	۲۵	۳۰	۱۸	۲۲	۱۰	۲۵	۱۲۳
۳۳۱	۲۹	۵۰	۵۲	۵۲	۵۱	۵۱	۴۷	۲۵	۲۰	۲۸	۲۰	۵۰	۳۳۱
۲۲۲	۲۲	۴۲	۴۲	۴۲	۴۱	۴۲	۴۲	۲۲	۱۱	۱۳	۱۳	۲۲	۲۲۲
۲۱۲	۱۸	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۰	۱۲	۱۲	۱۱	۱۸	۲۱۲
۲۰۰	۱۶	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۱۷	۱۰	۱۰	۱۰	۱۶	۲۰۰
۵۵۰	۵۶	۸۰	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۴	۵۲	۳۳	۲۸	۳۲	۵۲	۵۵۰

جدول ۲ درصد بارش ماهانه و سالانه در ایستگاه های منتخب

ایستگاه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱۰۰	۱۰۲	۹۸	۱۰۲	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۷	۹۶	۹۶	۹۸	۹۸
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۲	۹۹	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰



شکل ۲ توزیع درصد میانگین بارش ماهانه حوضه آبریز چهار دانگه

۳-۲- گرادیان بارش

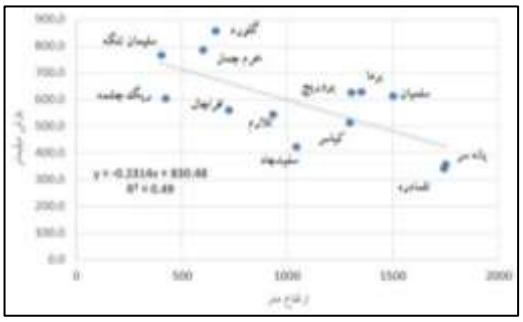
تغییرات بارندگی با ارتفاع بر اساس اقلیم منطقه و نوع بارش در مناطق مختلف متفاوت است. عموماً بارندگی با افزایش ارتفاع افزایش می یابد. ولی بایستی توجه داشت که در بعضی مناطق ممکن است این روند وجود نداشته و کاهشی باشد. در حوضه آبریز چهاردانگه، گرادیان بارش به کمک ۱۳ ایستگاه تبخیر سنجی، باران سنجی کلیماتولوژی و سنوپتیک رسم شده است (شکل ۳). روند نمودار رسم شده حاکی از منفی بودن رابطه بارش با ارتفاع است، به طوری که با افزایش ارتفاع، میزان بارش کاهش می یابد. رابطه مذکور در ذیل ارائه شده است.

$$P= -۰/۲۳۱\times H+۸۳۰/۵ \quad r=۰/۷۰$$

که در آن P= بارندگی سالانه ایستگاه ها بر حسب میلیمتر، H= ارتفاع ایستگاه ها بر حسب متر و r ضریب همبستگی می باشد.

۳-۲- منحنی همباران سالانه

بر اساس آمار تکمیل شده کلیه ایستگاه ها در دوره شاخص و همچنین ایستگاه های کمکی (جهت کنترل) و با در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی منطقه، منحنی های همباران در محیط GIS رسم شده است (شکل ۴). لازم به ذکر است برای ترسیم خطوط همباران با توجه به رابطه گرادیان بارش از نقاط کمکی موجود ایستگاه باران سنج هواشناسی شاوی لاشت نیز کمک گرفته شده است.



شکل ۳ نمودار گرادیان بارش در حوضه چهاردانگه و پیرامون آن

با در نظر گرفتن لایه خطا و با توجه به شرایط توپوگرافی حوضه تصحیحات لازم انجام شده و سپس نقشه نهایی پهنه بندی بارش در منطقه تهیه شده است. بطور کلی در این منطقه از غرب به شرق و به سمت مناطق مرتفع شرق حوضه بارش کاهش می یابد. در این نواحی چون ناهمواری ها پیوسته است. توده های هوا ناچار به صعود و تخلیه رطوبت می باشند. به طوری که در غرب برخورد توده هوای مرطوب به ارتفاعات و متراکم شدن این توده ها موجب ریزش نزولات آسمانی را در پی دارد؛ در حالی که در نواحی شرقی ارتفاعات حوضه چهاردانگه به علت همجواری با نواحی خشک استان سمنان و محروم ماندن از رطوبت کافی میزان بارش نسبت به نواحی غربی حوضه چهاردانگه کمتر است. با توجه به نقشه همباران مقدار بارندگی سالانه در حوضه آبریز چهار دانگه حدود ۴۷۹ میلیمتر می باشد (جدول ۳).

شکل ۴ توزیع منحنی های همباران در محدوده مورد مطالعه

جدول ۳ توزیع بارش ماهانه در حوضه آبریز چهاردانگه (میلیمتر)

حوضه	ایستگاه مبنا	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سالانه
چهاردانگه	میانگین ایستگاههای مورد بررسی	۲۹.۳	۲۷.۰	۲۹.۵	۲۹.۸	۳۵.۳	۳۸.۱	۵۰.۰	۴۹.۰	۳۹.۹	۵۰.۲	۵۸.۳	۵۰.۵	۴۷۹.۰

۳-۳- حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته

به منظور برآورد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته برای دوره های برگشت مختلف از اطلاعات ایستگاه های که دارای آمار بلند مدت و مطمئن بوده اند استفاده شده است. توزیع های مختلف آماری به آمار حداکثر بارش ۲۴ ساعته ایستگاه های مذکور با کمک نرم افزار hyfran برازش

JECM
9 (2) , 2025
دوره ۹، شماره ۲
زمستان ۱۴۰۳
دوفصلنامه پژوهشی

داده شده است. سپس با استفاده از بهترین توزیع مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته سالانه برای ایستگاه های فوق در دوره های برگشت مختلف محاسبه شده است. همانطور که در این جدول ملاحظه می گردد در ایستگاه تلمادره در ارتفاعات شرق، حداکثر بارش ۲۴ ساعته برای دوره برگشت ۲ سال ۳۷ میلیمتر و برای دوره برگشت ۱۰۰ سال معادل ۶۸ میلیمتر تخمین زده شده است که در مقایسه با ایستگاه ریگ چشمه در غرب حوضه، تغییر در روند نزولی بارش از غرب به شرق حوضه در مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته نیز قابل مشاهده است. در ردیف آخر جدول ۴ مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته با استفاده از روش میانگین گیری برای دوره های بازگشت مختلف ارائه شده است. حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۲ سال بطور متوسط ۴۴ میلیمتر محاسبه شده است. حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته برای دوره بازگشت ۱۰۰ سال نیز در حدود ۱۰۳ میلیمتر به دست آمده است. مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته با استفاده از روش میانگین گیری بسیار به مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته ایستگاه سینوپتیک کیاسر نزدیک می باشد. ایستگاه سینوپتیک کیاسر با تراز ارتفاعی ۱۲۹۴ در تراز ارتفاعی نزدیک با حوضه آبریز چهاردانگه است. بنابراین این مقادیر میانگین بارش ۲۴ ساعته برای دوره های بازگشت مختلف می تواند برای حوضه آبریز چهار دانگه پیشنهاد گردد.

جدول ۴ حداکثر بارش ۲۴ ساعته سالانه در دوره بازگشت های مختلف در ایستگاه های منتخب

ایستگاه	توزیع آماری	دوره بازگشت									
		۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
برما	لوگ نرمال	۵۹.۶	۷۱.۶	۷۸.۵	۸۷.۵	۹۳.۵	۱۰۰.۹	۱۰۷.۹	۱۱۸.۵	۱۲۸.۵	۱۴۰.۱
تلاورد	لوگ نرمال	۴۱.۱	۴۹.۴	۵۴.۶	۶۰.۹	۶۵	۷۰.۹	۷۶.۸	۸۴.۵	۹۰.۱	۹۷.۱
تلمادره	لوگ نرمال	۳۲.۰	۳۸.۰	۴۲.۲	۴۷.۲	۵۰.۷	۵۴.۳	۵۷.۹	۶۲.۷	۶۶.۴	۷۰.۲
خرم چمدار	لوگ نرمال	۴۲.۰	۴۹.۷	۵۴.۸	۶۱.۲	۶۶.۲	۷۱.۱	۷۶.۰	۸۲.۶	۸۷.۶	۹۲.۶
سفیدچاه	لوگ نرمال	۳۶.۵	۴۲.۶	۴۶.۸	۵۲.۲	۵۶.۲	۶۰.۱	۶۴.۰	۶۹.۳	۷۳.۳	۷۷.۳
پیچیو	لوگ نرمال	۴۵.۸	۵۳.۵	۵۹.۱	۶۶.۴	۷۱.۸	۷۷.۱	۸۲.۳	۸۹.۱	۹۴.۴	۹۹.۶
ریگ چشمه	لوگ پیرسون تیپ ۳	۹۰	۹۶	۹۹.۷	۱۱۹	۱۳۴	۱۴۹	۱۶۴	۱۸۴	۱۹۹	۲۱۴
کیاسر	نرمال	۴۵	۵۱.۴	۵۶.۸	۶۴.۱	۶۹.۹	۷۵.۶	۸۱.۳	۸۸.۹	۹۴.۶	۱۰۰.۳
میانگین		۴۴	۵۰	۵۴	۶۰	۶۴	۶۸	۷۲	۷۷	۸۱	۸۵

۴- نتیجه گیری

بررسی ها نشان می دهد که در محدوده مورد مطالعه پر باران ترین ماه های سال آذر و بهمن و کم باران ترین ماه های سال نیز مرداد، خرداد، تیر و شهریور می باشند. توزیع بارندگی فصلی نشان می دهد رژیم بارش در این منطقه مدیترانه ای است و بیشتر بارش در فصل های پاییز و زمستان روی می دهد. تغییرات بارندگی با ارتفاع بر اساس اقلیم منطقه و نوع بارش در مناطق مختلف متفاوت است. در حوضه آبریز چهاردانگه، گرادیان بارش به کمک ۱۳ ایستگاه تبخیر سنجی، باران سنجی کلیماتولوژی و سنوپتیک رسم شده است. روند نمودار رسم شده حاکی از منفی بودن رابطه بارش با ارتفاع است، به طوری که با افزایش ارتفاع، میزان بارش کاهش می یابد. بر اساس آمار تکمیل شده کلیه ایستگاه ها در دوره شاخص و همچنین ایستگاه های کمکی (جهت کنترل) و با در نظر گرفتن شرایط توپوگرافی منطقه، منحنی های همباران در محیط GIS رسم شده است. با توجه به نقشه همباران مقدار بارندگی سالانه در حوضه آبریز چهار دانگه حدود ۴۷۹ میلیمتر می باشد. به منظور برآورد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته برای دوره های برگشت مختلف از اطلاعات ایستگاه های که دارای آمار بلند مدت و مطمئن بوده اند استفاده شده است. حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته حوضه آبریز چهاردانگه برای دوره بازگشت ۲ سال بطور متوسط ۴۴ میلیمتر و برای دوره بازگشت ۱۰۰ سال نیز حدود ۱۰۳ میلیمتر برآورد شده است. مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته با استفاده از روش میانگین گیری به مقادیر حداکثر بارش ۲۴ ساعته ایستگاه سینوپتیک کیاسر بسیار نزدیک می باشد.

۵- تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تضاد منافعی ندارند.

۶- حمایت مالی

این تحقیق از هیچگونه حمایت مالی‌ای برخوردار نبوده است.

۷- تشکر قدردانی

از شرکت مهندسین مشاور لار و شرکت مهندسین مشاور پندام که در مراحل مختلف مطالعات همکاری داشتند تقدیر و تشکر به عمل می آید.

۸- مراجع

[1] Hershfield, D. M. 1965. Method for estimating maximum probable precipitation", J. Am. Water Works Assoc., 57, pp. 965-972.

[2] World Meteorological Organization (WMO), 1986. Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation: Summary, 2nd ed., WMO 332.

[3] Jahani, S., & Delbari, M. (2009). Evaluation and estimation of maximum 24-hour rainfall in Golestan province. First National Conference on Water Crisis Management, Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini Branch, Tehran.

[4] Ahmadi, M., Lashkari, H., & Azimi, P. (2015). The highest probable 24-hour rainfall and its impact on hydrological hazards in the southwest Caspian region. Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, 2(2), 69-83.

[5] Afzali, Z., Farid Hosseini, A., & Bakhtiari, B. (2019). Investigation of climate change effects on the probable maximum 24-hour rainfall in a semi-humid climate. Iranian Journal of Water Resources Research, 15(2), 176-188.

[6] Shoji, T. and Kitaura, H., 2006. Statistical and geostatistical analysis of rainfall in central Japan, Computers and Geosciences, 32: 1007–1024.

[7] Asakereh, H. (2007). Temporal and spatial variations of rainfall in Iran during recent decades. Journal of Geography and Development, 10, 145-164.

[8] Buytaert, Wouter., Celleri, Rolando., Willems, Patrick., De Bièvre, Bert., and Wyseure, G., 2006. Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case study from the south Ecuadorian Andes, Journal of Hydrology, 329(3-4): 413-421.

COPYRIGHTS
©2025 by the authors. Published by **Journal of Engineering & Construction Management (JECM)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)