

# Estimation of probable maximum precipitation (PMP) in the Garrudbar dam watershed

Mojtaba Farhadzadeh

Mazandaran Regional Water Company

Mojtaba Safarpoor

Mazandaran Regional Water Company

Parisa Maleki \*

Mazandaran Regional Water Company

# برآورد حداکثر بارش محتمل (PMP) در حوضه آبریز سد گرودبار

مجتبی فرهادزاده

شرکت آب منطقه ای مازندران

مجتبی صفرپور

شرکت آب منطقه ای مازندران

پریسا ملکی \*

شرکت آب منطقه ای مازندران

\*Corresponding author's email address:

p.maleki1368@gmail.com

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

## How to cite this article:

Mojtaba Farhadzadeh, Mojtaba Safarpoor, Parisa Maleki, Estimation of probable maximum precipitation (PMP) in the Garrudbar dam watershed, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2025; 9(2):72-75.

## ارجاع به مقاله:

مجتبی فرهادزاده، مجتبی صفرپور، پریسا ملکی، برآورد حداکثر بارش محتمل (PMP) در حوضه آبریز سد گرودبار، مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۴۰۳؛ ۹ (۲): ۷۵-۷۲.

## Abstract

Precipitation is one of the most important yet highly variable atmospheric parameters. Its magnitude differs across regions depending on geographical location and prevailing atmospheric conditions. The Garrudbar Dam is located on the Shesh Rudbar River, one of the headwaters of the Talar River, in the central part of Savadkouh County, Mazandaran Province. The objective of this study is to estimate the Probable Maximum Precipitation (PMP) in the Garrudbar Dam watershed and analyze extreme rainfall events for specific durations in this region. To assess the annual precipitation in the watershed, data from the meteorological station located within the study area (Paland) and neighboring stations were utilized over a 56-year statistical period (1966–2022). The PMP values for the stations were calculated using the Hershfield method. Subsequently, the area reduction method was employed to estimate the basin-wide PMP for the watershed. The final results indicate that the PMP for the Garrudbar Dam watershed, covering an area of 186 km<sup>2</sup>, is estimated to be 237 mm. Additionally, the analysis of extreme rainfall events for specific durations demonstrated that the Gumbel probability distribution function outperforms the two-parameter log-normal distribution. Consequently, the periodic rainfall values for different return periods were determined using the Gumbel distribution.

## Keywords

Probable Maximum Precipitation, PMP, Garrudbar Dam, Watershed, Hershfield Method

## چکیده

عامل بارندگی یکی از مهمترین و در عین حال تغییرپذیرترین پارامتر جوی است. این پارامتر بسته به موقعیت منطقه و وضعیت عمومی جو در نقاط مختلف متفاوت می‌باشد. سد گرودبار بر روی رودخانه شش رودبار از سرشاخه های رودخانه تالار، در بخش مرکزی شهرستان سوادکوه استان مازندران واقع شده است. هدف از این پژوهش تخمین حداکثر بارندگی محتمل (PMP) در حوضه سد گرودبار و همچنین بررسی حداکثر رگبارها در تداوم مشخص در این محدوده می باشد. برای بررسی میزان بارش سالانه در حوضه آبریز سد گرودبار، از آمار بارندگی ایستگاه هواشناسی واقع در محدوده مطالعه (پالند) و نواحی مجاور طی دوره آماری ۵۶ ساله (۱۳۴۵-۱۴۰۱) استفاده شد و مقادیر PMP ایستگاه ها بر اساس روش هرشفیلد محاسبه گردید. سپس جهت برآورد حداکثر بارش محتمل برای سطح حوضه آبریز سد گرودبار، از روش کاهش سطح استفاده شد. در نهایت حداکثر میزان بارش محتمل برای حوضه آبریز سد گرودبار با مساحت ۱۸۶ کیلومتر مربع، ۲۳۷ میلیمتر برآورد شد. نتیجه بررسی حداکثر رگبارها در تداوم مشخص نیز نشان داد که تابع توزیع احتمال گامبل عملکرد بهتری در مقایسه با تابع توزیع احتمال لوگ نرمال ۲ پارامتری دارد. بنابراین با استفاده از آن مقادیر تناوبی بارندگی‌های مدت‌دار برای دوره بازگشت های مختلف محاسبه گردید.

## کلمات کلیدی

حداکثر بارش محتمل، PMP، سد گرودبار، حوضه آبریز، هرشفیلد

بارندگی های ۲۴ ساعته و کوتاه‌تر از آن به منظور ارزیابی منابع آب و پیش بینی حوادث طبیعی ناشی از بارندگی های سنگین از اهمیت زیادی برخوردار است. برای محاسبه حداکثر بارش محتمل در اکثر نقاط دنیا از روش هر شفیلد استفاده می شود که در آن عامل فراوانی (Km) برای محاسبه مقادیر حداکثر بارندگی محتمل ۲۴ ساعت (PMP24) فرض می گردد [۲]. هرچند این مقدار در ایستگاه های

## ۱- مقدمه

تغییرات عناصر اقلیمی از عوامل مؤثر بر تغییر منابع آب سطحی و زیرزمینی است و بارش به عنوان عنصری بسیار تغییر پذیر و عامل اساسی در موازنه آبی، همیشه مورد توجه اقلیم شناسان و آب شناسان بوده است [۱]. بنابراین بررسی تغییرات میزان بارش و همچنین



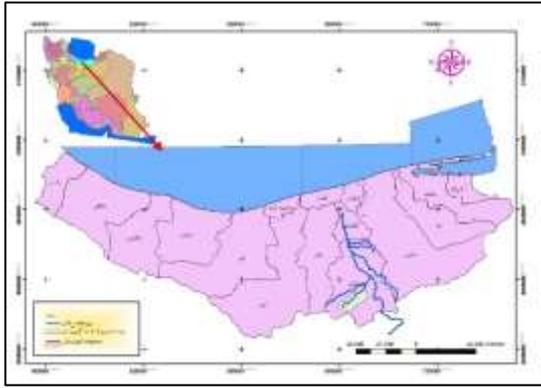
9 (2), 2025

دوره ۹، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۳

دوفصلنامه پژوهشی





شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه سد گرودبار

### ۳- بحث و بررسی

برای بررسی میزان بارندگی سالانه در محل سد و حوضه مربوط به آن، آمار بارندگی کلیه ایستگاه های هواشناسی واقع در محدوده مطالعه و نواحی مجاور طی دوره آماری ۵۶ ساله (۱۳۴۵-۱۴۰۱) بررسی شد. به منظور اطمینان از صحت تجزیه و تحلیل بارندگی با توجه به تکمیل و تطویل آمار در طول دوره شاخص از روش همبستگی با درصد اطمینان قابل قبول، آزمون یکنواختی داده ها نیز انجام گردید. بدین منظور آمار بارش ماهانه و سالانه کلیه ایستگاه های بارانسنجی و تبخیرسنجی محدوده طرح در این دوره آماری بررسی شدند و به منظور کنترل همگنی و صحت آمار با استفاده از روش های مختلف آماری مانند جرم مضاعف و RunTest کنترل های لازم انجام گرفت.

### ۳-۱- تحلیل رگبار های ۲۴ ساعته و حداکثر بارندگی محتمل (PMP)

یکی از مهمترین مشخصه های بارندگی در هر منطقه حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته می باشد. چرا که از دیدگاه های مختلف به ویژه از نظر پیش بینی و جلوگیری از خسارت های ناشی از شدت باران در زمانی کوتاه حائز اهمیت است.

به منظور تعیین تواتر حداکثر بارش های یک روزه، آمار کلیه ایستگاه های محدوده طرح برای تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از توزیع های آماری مختلف، ایستگاه های مذکور بررسی شده و نهایتاً از بین توزیع های آماری نرمال، لوگ نرمال دو و سه پارامتری، پیرسون تیب سه، لوگ پیرسون تیب سه و گامبل، بهترین توزیع آماری بدلیل برازش مناسب تر و دارا بودن شاخص های کای-اسکویر و و خطای استاندارد (RSS) کمتر انتخاب شده و مقادیر حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته ایستگاه های مورد مطالعه با دوره بازگشت های مختلف محاسبه گردید. جدول ۱ مقدار حداکثر بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت های ۲، ۱۰، ۲۵ و ... را برای ایستگاه های محدوده مطالعاتی نشان می دهد.

مختلف با شرایط آب و هوایی مختلف مناسب نمی باشد. تاجبخش و قهرمان [۳] حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته در شمال شرق ایران را با روش های آماری محاسبه و برآورد کردند. مقادیر برآورد شده نشان داد که در مقایسه با نگرش اول هرشفیلد، نگرش دوم پایدارتر است و تناسب بیشتری با روش چند ایستگاهی که از آمار یک کاسه منطقه استفاده می کند، دارد. سلیمانی و همکاران [۴] نیز حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته در حوضه سد جیرفت را با روش های هرشفیلد بررسی کردند. نتایج نشان داد که روش اول هرشفیلد با داده های حاصل از گشتاور خطی در دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله رابطه معنی داری ندارد، ولی محاسبه حداکثر بارش محتمل با استفاده از روش دوم هرشفیلد با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله ضریب همبستگی ۸۲ درصد دارد که نشان از تطابق این دو روش با یکدیگر می باشد.

جهانی و دلبری [۵] از روش های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و میانگین متحرک وزنی برای تخمین حداکثر بارش ۲۴ ساعته در استان گلستان استفاده کردند. ارزیابی 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 بایی می باشد. رضایی پزند و قهرمان [۶] نیز برای برآورد حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته شمال خراسان از روش ایستگاهی استفاده کردند. آنها برای برآورد پارامترها از سه روش به نام های حداکثر درست نمایی، حداکثر آنتروپی و گشتاورهای وزن دار احتمالی استفاده کردند. علاوه بر این PMP ایستگاه های مورد مطالعه به روش اصلاح شده هرشفیلد نیز محاسبه و نتیجه با روش چند ایستگاهی مقایسه شده است. نتایج به دست آمده برتری و ثبات روش چند ایستگاهی را تأیید می کند. در تحقیق حاضر ضمن تخمین حداکثر بارش محتمل ۲۴ ساعته در حوضه سد گرودبار، منحنی های شدت-مدت- فراوانی (IDF) در این محدوده نیز مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که در این مقاله از نتایج گزارش هواشناسی مطالعات مرحله اول (شناخت) طرح سد گرودبار [۷] استفاده شده است.

### ۲- مواد و روش ها

#### ۲-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

سد گرودبار بر روی رودخانه شش رودبار از سرشاخه های رودخانه تالار، در بخش مرکزی شهرستان سوادکوه استان مازندران واقع شده است. مختصات جغرافیایی محل محور سد گرودبار ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه و ۳۴ ثانیه شرقی و ۳۶ درجه و ۴ دقیقه و ۳۵ ثانیه شمالی و مختصات UTM آن  $X = ۶۷۷۲۷۰$  و  $Y = ۳۹۹۳۰۳۲$  می باشد. حوضه آبریز رودخانه شش رودبار کوهستانی است. این رودخانه در نزدیک روستای الله بند به رودخانه آلاشت می پیوندد. فاصله محور سد گرودبار تا شهر زیرآب حدود ۱۶ کیلومتر و تا روستای الله بند حدود ۳ کیلومتر بوده و دسترسی به آن از طریق جاده فیروزکوه، در حد فاصل شهر زیرآب تا پل سفید (پلیس راه پل سفید) جاده آلاشت قبل از روستای پالند امکان پذیر می باشد. شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.



- [7] KhazarAb Consulting Engineers. (2023). Meteorological report of the first phase (identification) study of Garrudbar Reservoir Dam. Mazandaran Regional Water Company, Sari .
- [8] Hershfield, D. M., 1965, Method for estimating maximum probable precipitation, J. Am. Water Works Assoc., 57, pp. 965-972.
- [9] Vaziri, F. (1984). Analysis of rainfall storms and determination of intensity-duration curves for different regions of Iran. Academic Engineering Complex, Research and Planning Unit, Jihad University, Water Group, Tehran .

بارندگی سالانه در حوضه سد گرودبار، از آمار بارندگی ایستگاه هواشناسی واقع در محدوده مطالعه (پالند) و نواحی مجاور طی دوره آماري ۱۳۴۵ الی ۱۴۰۱ (۵۶ سال) استفاده شد. مقادير PMP ایستگاه ها بر اساس روش هرشفیلد محاسبه گردید. سپس جهت برآورد حداکثر بارش محتمل برای سطح حوضه آبریز سد گرودبار، از روش کاهش سطح استفاده شد. در نهایت حداکثر میزان بارش محتمل برای حوضه آبریز سد گرودبار حدود ۲۳۷ میلیمتر محاسبه شد. نتایج بررسی حداکثر رگبارها در تداوم مشخص نیز نشان داد که تابع توزیع احتمال گامبل عملکرد بهتری در مقایسه با تابع توزیع احتمال لوگ نرمال ۲ پارامتری دارد. این نتیجه با یافته های محققین دیگر نیز هماهنگی دارد. در نتیجه با استفاده از آن مقادیر تناوبی بارندگی های مدت دار برای دوره بازگشت های مختلف محاسبه گردید.

#### ۵- تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

#### ۶- حمایت مالی

این تحقیق از هیچگونه حمایت مالی ای برخوردار نبوده است.

#### ۷- تشکر و قدردانی

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

#### ۸- مراجع

- [1] Ahmadi-Far, R., Mousavi, S., & Rahimzadgan, M. (2020). Investigating the effects of climate change on groundwater resources (Case Study: Sarab Plain Aquifer). *Water and Soil Science (Agricultural Science)*, 30(1), 153-166 .
- [2] Sarkar, S., Maity, R., 2020, Estimation of Probable Maximum Precipitation in the context of climate change, *MethodsX*, Volume 7.
- [3] Tajbakhsh, M., & Ghahreman, B. (2009). Estimation of 24-hour probable maximum precipitation using statistical methods in northeast Iran. *Journal of Water and Soil Conservation Research*, 16(1), 123-141 .
- [4] Soleimani, F., & Soleimani, A. (2010). Frequency analysis of 24-hour probable maximum precipitation in the Jiroft Dam Basin. *First National Conference on Coastal Land Water Resources Management*, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources .
- [5] Jahani, S., & Dalbari, M. (2009). Assessment and estimation of 24-hour maximum precipitation in Golestan Province. *National Conference on Water Crisis in Agriculture and Natural Resources*, Islamic Azad University, Shahr-e-Rey Branch .
- [6] Rezaei Pejand, H., & Ghahreman, B. (2006). Estimation of 24-hour probable maximum precipitation using multi-station methods: A case study of North Khorasan. *Iranian Water Resources Research*, 2(1), 45-53 .

#### 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/>)



9 (2) , 2025

دوره ۹، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۳

دوفصلنامه پژوهشی

