

Estimation of time of concentration in the upstream watershed of Garroodbar dam using various methods

Mojtaba Farhadzadeh

Mazandaran Regional Water Company

Seyed Razi Anisheh

Mazandaran Regional Water Company

Parisa Maleki *

Mazandaran Regional Water Company

برآورد زمان تمرکز در حوضه آبریز بالادست سد گرودبار با استفاده از روش های مختلف

مجتبی فرهادزاده

شرکت آب منطقه ای مازندران

سید رضی انیشه

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: ۱۴۰۳/۱۱/۲۲

How to cite this article:

Mojtaba Farhadzadeh, Seyed Razi Anisheh, Parisa Maleki, Estimation of time of concentration in the upstream watershed of Garroodbar dam using various methods, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2025; 9(2):64-67.

ارجاع به مقاله:

مجتبی فرهادزاده، سید رضی انیشه، پریسا ملکی، برآورد زمان تمرکز در حوضه آبریز بالادست سد گرودبار با استفاده از روش های مختلف، مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۴۰۳؛ ۹(۲): ۶۴-۶۷.

Abstract

Temporal parameters are widely used in most hydrological and hydraulic models. The most commonly used temporal parameter in hydrology is the time of concentration, which is one of the most crucial hydrological variables in the design of flood control structures, dam spillways, and other hydraulic structures. Numerous methods have been proposed for estimating the time of concentration. This study aims to select the most appropriate method for estimating the time of concentration in the upstream watershed of Garroodbar Dam. The preliminary studies of this dam were conducted on the SheshRoodbar River in Savadkooh County, Mazandaran Province, to meet part of the region's drinking water demand. For the estimation of the time of concentration in this watershed, six methods were considered: Giandotti, Bransy Williams, California, Kerpich, SCS, and Travel Time. Considering the conditions and limitations associated with each method, as well as the physical characteristics of the upstream watershed of the dam—including the main channel length, watershed area, stream slope, and the analysis of flood hydrographs recorded at the Karikola hydrometric station (located downstream of the dam)—the Travel Time method was selected as the most suitable approach. Finally, the time of concentration for the Kerikola station and the Garroodbar Dam watershed was estimated at 5.7 hours and 9.2 hours, respectively, using the Travel Time method.

Keywords

Time of Concentration, Watershed, Garroodbar Dam, Travel Time Method, Karikola Station

چکیده

پارامترهای زمانی از جمله پارامترهایی هستند که در اکثر مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی از آنها استفاده می شود. متداول ترین پارامتر زمانی مورد استفاده در هیدرولوژیکی زمان تمرکز است که یکی از مهم ترین متغیرهای هیدرولوژیکی در طراحی سازه های کنترل سیلاب، سرریز سدها و غیره است. تا به حال روش های بسیاری برای برآورد زمان تمرکز ارائه شده است. هدف از این تحقیق انتخاب بهترین روش از روش های برآورد زمان تمرکز در حوضه آبریز بالادست سد گرودبار است. مطالعات مرحله اول این سد بر روی رودخانه شش رودبار در شهرستان سوادکوه استان مازندران با هدف تأمین بخشی از نیاز آب شرب منطقه انجام شده است. جهت برآورد زمان تمرکز در این حوضه از شش روش جیاندوتی، برانس بای ویلیامز، کالیفرنیا، کرپیچ، SCS و زمان پیمایش استفاده شده است. با توجه به شرایط و محدودیت های به کارگیری هر یک از روش ها، خصوصیات فیزیکی حوضه بالادست سد از قبیل طول آبراهه اصلی، مساحت حوضه، شیب آبراهه ها و بررسی هیدروگراف سیلاب های ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری کریکولا (واقع در پایین دست سد)، روش زمان پیمایش به عنوان روش مناسب انتخاب گردید. در نهایت زمان تمرکز برای حوضه آبریز ایستگاه کریکولا و سد گرودبار با استفاده از روش زمان پیمایش به ترتیب ۵/۷ و ۲/۹ ساعت برآورد شده است.

کلمات کلیدی

زمان تمرکز، حوضه آبریز، سد گرودبار، روش زمان پیمایش، ایستگاه کریکولا

قبیل سرریز سدها، پل ها، آب بندها و سیستم های تخلیه فاضلاب دارند. به دلیل اهمیت بسیار زیادی که این پارامتر در تحلیل های هیدرولوژیکی حوضه های آبخیز و بخصوص حوضه های فاقد آمار دبی دارد، روابط تجربی متعددی برای محاسبه آن در هر یک از بخش های یاد شده ارائه شده است. اما به دلیل تفاوت های زیادی که ممکن

۱- مقدمه

متغیرهایی همچون زمان تمرکز و زمان پیمایش از مهم ترین پارامترهای هیدرولوژیکی در حوضه های آبخیز هستند که کاربردهای بسیار زیادی در برآورد دبی پیک و طراحی سازه های هیدرولیکی از



9 (2) , 2025

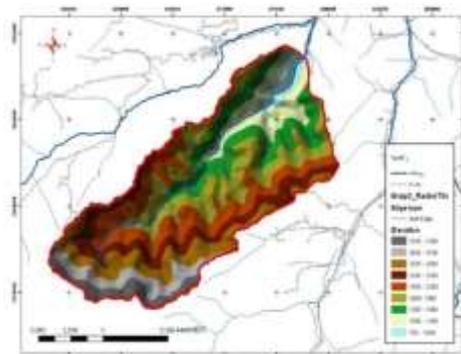
دوره ۹، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۳

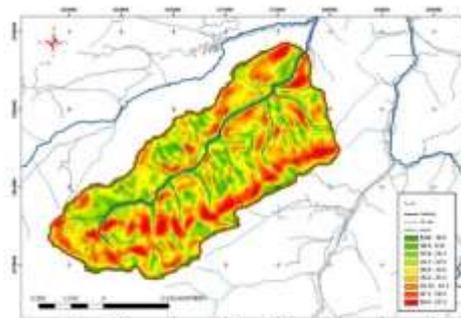
دوفصلنامه پژوهشی



پژوهش از شش روش جیاندوتی، برانس بای ویلیامز، کالیفرنیا، کریچ، SCS و زمان پیمایش استفاده شده است.



شکل ۳ نقشه TIN حوضه بالادست سد گرودبار



شکل ۴ نقشه شیب حوضه بالادست سد گرودبار (درصد)

۱) روش جیاندوتی

در این رابطه T_C زمان تمرکز (ساعت)، L طول آبراهه اصلی (کیلومتر)، H ارتفاع متوسط حوضه (متر)، E ارتفاع خروجی حوضه (متر) و A سطح حوضه (کیلومتر مربع) است.

$$T_C = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{0.8(H - E)^{0.5}} \quad (1)$$

۲) روش برانس بای ویلیامز

در این رابطه T_C زمان تمرکز (ساعت)، L طول آبراهه اصلی (کیلومتر)، I شیب متوسط حوضه (درصد)، D قطر دایره هم‌سطح حوضه (کیلومتر) و A سطح حوضه (کیلومتر مربع) است.

$$T_C = 0.638 \frac{L}{D} \left(\frac{A^2}{I} \right)^{0.2} \quad (2)$$

۳) روش کالیفرنیا

در این رابطه T_C زمان تمرکز (ساعت)، L طول مسیر حرکت آب در داخل حوضه (متر) و H اختلاف ارتفاع بین نقطه تمرکز و بلندترین قسمت حوضه (متر) است.

$$T_C = \frac{L^{1.15}}{3080H^{0.385}} \quad (3)$$

۴) روش کریچ

که در این رابطه T_C زمان تمرکز (ساعت)، L طول آبراهه اصلی (متر) و S شیب متوسط آبراهه اصلی (متر به متر طولی) است.

$$T_C = 0.0003L^{0.77}S^{-0.385} \quad (4)$$

۵) روش SCS

در رابطه فوق T_{lag} زمان تأخیر (ساعت)، T_C زمان تمرکز (ساعت)، L طول آبراهه اصلی (متر)، γ متوسط شیب حوضه (درصد) و S نمایه نگهداشت حوضه است. شماره منحنی (CN) حوضه تابعی از گروه خاک، پوشش گیاهی و شرایط رطوبتی قبلی خاک است و با در نظر گرفتن موارد مذکور CN حوضه ۷۰ در نظر گرفته شد.

$$T_{lag} = \frac{L^{0.8}(S+1)^{0.7}}{1900\gamma} \quad (5)$$

$$T_C = 1.67T_{lag} \quad (6)$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 1 \quad (7)$$

۶) روش زمان پیمایش

در این رابطه T_C زمان تمرکز (ثانیه)، L طول آبراهه اصلی (متر) و V سرعت متوسط آب در آبراهه (متر بر ثانیه) می باشد.

$$T_C = \frac{L}{V} \quad (8)$$

مقدار زمان تمرکز بستگی به طول آبراهه اصلی، شیب آن و شرایط هیدرولیکی مسیر جریان مانند ضریب زبری و شعاع هیدرولیکی دارد. در حوضه مورد مطالعه شیب در سرشاخه ها زیاد ولی عمق و عرض آبراهه ها کم است. همچنین در پایین دست حوضه شیب کم و عرض آبراهه زیاد است. در نتیجه با توجه به شیب و پوشش گیاهی و بررسی کارشناسی به عمل آمده، $V=2.5$ m/s فرض شد و بر اساس آن زمان تمرکز به روش زمان پیمایش محاسبه گردید.

زمان تمرکز در محل سد گرودبار، با استفاده از روش های مختلف محاسبه شده است. با توجه به شرایط و محدودیت های به کارگیری هر یک از روش ها، خصوصیات فیزیکی حوضه بالادست ساختگاه و بررسی هیدروگراف سیلاب های ثبت شده در ایستگاه کریکلا که در پایین دست سد واقع شده (جدول ۱)، روش زمان پیمایش به عنوان روش مناسب انتخاب گردید. مقادیر زمان تمرکز محاسبه شده با روش های مختلف و زمان تمرکز انتخابی برای حوضه مورد مطالعه، در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱ مقایسه زمان تمرکز هیدروگراف های منتخب مشاهداتی با روش

زمان پیمایش	
تاریخ	زمان تمرکز (ساعت)
1384/11/20	5
1389/05/08	5
1389/11/20	6
1384/05/23	7
1383/12/21	12
متوسط	7
زمان تمرکز (روش زمان پیمایش)	5.7

جدول ۲ زمان تمرکز در محل ایستگاه هیدرومتری کریکلا و سد گرودبار (ساعت)

زمان پیمایش	5.7	2.9
روش جیاندوتی	5.6	3.3
روش کالیفرنیا	4.1	2.1
روش ویلیامز	11.5	6.0
روش کریچ	3.9	2.0
روش SCS	6.5	3.7
حوضه ایستگاه هیدرومتری کریکلا	سد گرودبار	

با توجه به این یافته‌ها، استفاده از روش زمان پیمایش در برآورد زمان تمرکز حوضه سد گرودبار می‌تواند دقت بیشتری را برای مدل‌سازی سیلاب و طراحی سازه‌های کنترل سیلاب ارائه دهد. از این رو، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده، علاوه بر روش‌های تجربی، از مدل‌های هیدرولوژیکی پیشرفته مانند HEC-HMS نیز برای شبیه‌سازی هیدروگراف سیلاب و صحت‌سنجی داده‌های به‌دست‌آمده استفاده شود.

۵- تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تضاد منافی ندارند.

۶- حمایت مالی

این تحقیق از هیچ‌گونه حمایت مالی‌ای برخوردار نبوده است.

۷- مراجع

- [1] Azadnia, F., Rostami, N., & Kamali Moghaddam, R. (2007). Evaluation of some empirical relationships for estimating the time of concentration in the Mimeh watershed, Ilam Province. *4th National Conference on Watershed Science and Engineering of Iran*, Gorgan.
- [2] Razmjooei, N., Mahdavi, M., Mohseni Saravi, M., & Motamed Vaziri, B. (2011). Comparison of some empirical relationships for estimating the time of concentration (Case study: District 22 of Tehran Municipality). *7th National Conference on Watershed Science and Engineering of Iran*, Isfahan University of Technology.
- [3] Dastoorani, M. T., Abdollahvand, A., Asareh, M. H., Talebi, A., & Moghadamnia, A. (2013). Evaluation of the applicability of some empirical time of concentration equations for estimating travel time in waterways. *Journal of Watershed Research*, 9(9), 42-52.
- [4] Stewart, D., Canfield, E., Yitayew, M., Nichols, M., 2010. Estimating an Impedance-to-Flow Parameter for Flood Peak Prediction in Semiarid Watersheds, *Journal of Hydrologic Engineering*, 15(3).
- [5] Abustan, I., Sulaiman, A.L.L., Wahid N.A., Baharudin, F., 2008. Determination of rainfall-runoff characteristics in urban area: Sungai Kerayong Catchment, Kuala Lumpur, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.
- [6] Froehlich, D.C., 2011. NRCS overland flow travel time calculation, *Journal of Irrigation and drainage engineering*, 137(4), 258-262.
- [7] Khazarab Consulting Engineers (2023). Meteorological report of the preliminary study phase (identification) of Garreroodbar Reservoir Dam. *Mazandaran Regional Water Company, Sari, Iran*.
- [8] Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill.
- [9] McCuen, R. H., Bondelid, T., & Kite, G. W. (2002). *Estimating Time of Concentration for Ungauged Watersheds*. *Journal of Hydrologic Engineering*, 7(6), 482-489.
- [10] USDA-NRCS (2010). *National Engineering Handbook: Hydrology*. United States Department of Agriculture.
- [11] Zamani, H., Abbaspour, M., & Karami, M. (2014). *Assessment of Travel Time Method in Estimating Time of Concentration in Mountainous Watersheds*. *Iranian Journal of Hydrology*, 10(2), 85-98.
- [12] Beven, K. (2011). *Rainfall-Runoff Modelling: The Primer*. John Wiley & Sons.

برآورد دقیق زمان تمرکز (Time of Concentration) یکی از پارامترهای کلیدی در مطالعات هیدرولوژیکی و طراحی سازه‌های آبی مانند سد‌ها است. زمان تمرکز نشان‌دهنده مدت‌زمان لازم برای حرکت یک ذره آب از دورترین نقطه حوضه تا خروجی آن است و به عوامل متعددی مانند طول و شیب آبراهه اصلی، مساحت حوضه و ویژگی‌های فیزیوگرافی بستگی دارد [۸]. در این مطالعه، برای تخمین زمان تمرکز حوضه بالادست سد گرودبار از شش روش مختلف شامل جیاندوتی، برانس بای ویلیامز، کالیفرنیا، کریپیج، SCS و زمان پیمایش استفاده شد که نشان داد مقدار این پارامتر بسته به روش محاسبه‌شده بین ۲ تا ۶ ساعت متغیر است.

نتایج این تحقیق نشان داد که روش کریپیج کمترین مقدار زمان تمرکز (۲ ساعت) و روش برانس بای ویلیامز (Bransby-Williams) بیشترین مقدار زمان تمرکز (۶ ساعت) را ارائه داده است. این تفاوت به دلیل تفاوت در فرضیات اولیه و معادلات حاکم بر هر روش است. به عنوان مثال، روش کریپیج که بر اساس داده‌های تجربی حوضه‌های کوچک و با شیب تند توسعه یافته است، معمولاً مقدار کمتری برای زمان تمرکز ارائه می‌دهد، درحالی‌که روش ویلیامز که برای حوضه‌های بزرگ‌تر با دبی‌های متفاوت توسعه یافته است، مقدار بیشتری را برآورد می‌کند [۹].

پس از بررسی ویژگی‌های فیزیکی حوضه، مانند طول آبراهه اصلی، مساحت حوضه، شیب آبراهه‌ها و همچنین تحلیل داده‌های هیدروگراف سیلاب‌های ثبت‌شده در ایستگاه هیدرومتری کریکلا، روش زمان پیمایش (Travel Time Method) به‌عنوان مناسب‌ترین روش برای برآورد زمان تمرکز در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. این روش قابلیت تلفیق ویژگی‌های فیزیکی و دینامیک جریان را دارد و در مطالعات مشابه در حوضه‌های آبریز ایران و سایر نقاط جهان به عنوان یکی از روش‌های دقیق شناخته شده است [۱۰]. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که زمان تمرکز برای حوضه آبریز ایستگاه کریکلا ۵٫۷ ساعت و برای سد گرودبار ۹٫۲ ساعت برآورد شد که با مقادیر گزارش‌شده در مطالعات مشابه همخوانی دارد.

مطالعات پیشین در حوضه‌های مشابه نشان داده‌اند که انتخاب روش مناسب برای برآورد زمان تمرکز باید متناسب با شرایط توپوگرافی، شیب و ویژگی‌های فیزیکی حوضه انجام شود. برای مثال، در مطالعه‌ای که در حوضه آبریز رودخانه کرج انجام شد، روش زمان پیمایش نیز به‌عنوان دقیق‌ترین روش برای برآورد زمان تمرکز معرفی شد، زیرا نتایج آن بیشترین تطابق را با داده‌های مشاهداتی داشت [۱۱]. از طرف دیگر، برخی مطالعات نشان داده‌اند که روش‌های تجربی مانند کریپیج و SCS در برخی مناطق ممکن است به دلیل ساده‌سازی بیش از حد، دقت کمتری داشته باشند [۱۲].

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/>)



دوره ۹، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۳

دوفصلنامه پژوهشی

