Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Watershed Management Research, Vol. 15, Issue 1, 2024 ..... p: 107-117

Research Paper

Estimation of Manning's Roughness Coefficient by the Inverse Solving Method using Observational Data (Sanij River-Yazd, Iran)

Mehtab Alimoradi[1], Mohammad Reza Ekhtesasi[2] and Arash Malekian[3]

1- Ph.D. Student of Watershed Science and Engineering, Department of Rangeland and Watershed, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran

2- Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran (Corresponding author: mr_ekhtesasi@yazd.ac.ir)

3- Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Areas, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 22 August, 2023 Accepted: 18 November, 2023

Extended Abstract

Background: The coefficient of hydraulic roughness of rivers is one of the most important factors in the planning, design, operation, and maintenance of water resources projects in river engineering studies. The value of the hydraulic roughness coefficient varies in diverse and complex conditions of rivers and is affected by various factors, usually in hydraulic models the roughness coefficient shows the most sensitivity compared to other parameters. A correct estimate of the roughness coefficient improves the understanding of flow hydraulics and river conditions. Despite many efforts, the inability to accurately estimate the roughness coefficient and the use of Manning's constant value (n) are the main error factors in flood simulation and flow depth calculation. The flow roughness coefficient is typically not constant and changes dynamically as the flow depth changes. The best way to determine the roughness is to measure the flow rate and calculate Manning's n through the inverse solving of Manning's equation. The present study mainly aims to determine more precisely the roughness coefficient of the Sanij River upstream of the Faizabad hydrometric station.

Methods: The studied area in the current research is the Sanij watershed, 30 km from Yazd city in Taft city, Yazd province. This basin has an area of 153,173 square kilometers. To achieve the objectives of the research, after conducting field studies, the Faizabad hydrometric station at the outlet of the Sanij watershed was used to collect the required flood discharge and ash-flow data in the study area; Therefore, the hydraulic radius and the value of Manning's roughness coefficient were estimated through the inverse solving of the corresponding equations and the determination of other hydraulic parameters such as velocity and slope. The slope was measured with an inclinometer and a leveler.

Results: The lowest value of the n is equal to 0.034, corresponding to a discharge of 180 m^3s^{-1}, while the highest value of the Manning's roughness coefficient is equal to 0.119, corresponding to a discharge of 2.083 m^3s^{-1}. As the discharge decreases, the roughness coefficient increases. The function of the roughness coefficient in relation to the discharge (with R^2 = 0.80) indicates their inverse and significant relationship. The function of the hydraulic radius in relation to the discharge (with R^2 = 0.944) indicates that the discharge and hydraulic radius have a direct and significant relationship. The roughness coefficient has an inverse lower less-significant relationship with the hydraulic radius. Every flood creates different roughness levels with different sedimentation rates; therefore, Manning's roughness coefficient will vary depending on variations in particle diameter. Usually, the channels or rivers of dry areas are temporary, in the descending branch of the hydrograph and at the end of the flood, larger parts remain on the surface of the bed, and it causes errors in the estimation of Manning's roughness coefficient based on experiments and local visits. The apparent error is caused by the larger diameter particles remaining on the surface of the bed and the carrying of fine particles by the flow. On the other hand, during the flow, the orientation of the sediments is generally in line with the direction of the flood, which creates the least hydraulic roughness; But with the reduction of flood intensity and the remaining of coarse-grained particles, in addition to the increase of hydraulic roughness, the random roughness of particles, which plays an effective role in Manning's roughness coefficient, increases. In flows where the flow depth is lower than D_{90}, or smaller than the diameter of large pebbles in the bed, Manning's roughness coefficient reaches its highest value under static-hydraulic conditions, and inflows with greater depth From D_{90} due to special hydrodynamic conditions, the lowest value of Manning's roughness coefficient was observed. In other words, at high flow rates, the relationship of the roughness coefficient on the entire flow is reduced; therefore, with the increase of the flow depth, the value of n decreases and the hydraulic radius increases. This phenomenon is mostly seen in rocky channels and rivers. The current research showed that in the rivers of dry and rocky areas, we usually encounter overestimated

Copyright ©2024 Alimoradi et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]

[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

values of Manning's roughness coefficient due to the presence of large pebbles in the bottom of the dry bed. This phenomenon can be seen especially in floods with lower discharge and the cause of this can be related to the reduction of hydraulic roughness in the bed during the flood flow. This phenomenon can be effective in overestimating or underestimating the roughness coefficient. **Conclusion:** The results show that the roughness coefficient changes from 0.034 to 0.119 in the study range and has an inverse and significant relationship with discharge (R^2 = 0.8). Moreover, the roughness coefficient has an inverse relationship with the hydraulic radius (R^2 = 0.59). The roughness coefficient is not constant and changes in different flood events. Discharges with a depth less than D_{90} are those in which Manning's roughness coefficient reaches its maximum value of 0.11. In this study, the lowest Manning's roughness coefficient was observed in discharges with a depth greater than D_{90} and a flood height greater than 50 cm, as in the discharge of $115 m^3 s^{-1}$, the roughness coefficient "n" decreased to a limit of 0.034. The roughness coefficient is unstable in different events, because during the passage of the current or in the ascending and descending branches of the flood hydrograph, depending on the speed and power of the flow, the bed granularity is dynamically changing, and Manning's roughness coefficient (n) is instantaneous. It changes. During the peak flow, it is difficult to understand the hydrodynamic roughness coefficient and it can lead to overestimation or underestimation of the roughness coefficient; Therefore, it is better to consider this case to achieve more accurate values of roughness coefficient in river engineering studies

Keywords: D_{90}, Faizabad, Hydraulic radius, Manning's roughness coefficient, Stage-discharge

How to Cite This Article: Alimoradi, M., Ekhtesasi, M. R., & Malekian, A. (2024). Estimation of Manning's Roughness Coefficient by the Inverse Solving Method using Observational Data (Sanij River-Yazd, Iran). *J Watershed Manage Res,* 15(1), 107-117. DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]

[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

مقاله پژوهشی

برآورد ضریب زبری مانینگ به روش حل معکوس با استفاده از داده‌های مشاهداتی (مطالعه موردی: رودخانه سانیج-یزد)

مهتاب علیمرادی[۱]، محمدرضا اختصاصی[۲] و آرش ملکیان[۳]

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۲- استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، (نویسنده مسوول: Mr_Ekhtesasi@yazd.ac.ir)
۳- استاد استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۷
صفحه: ۱۰۷ تا ۱۱۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل در ایجاد طرح، طراحی، بهره‌برداری و نگهداری از پروژه‌های منابع آب در مطالعات مهندسی رودخانه می‌باشد. مقدار ضریب زبری هیدرولیکی در شرایط متنوع و پیچیده رودخانه‌ها متغیر بوده و از عوامل مختلفی متأثر می‌باشد، معمولاً در مدل‌های هیدرولیکی ضریب زبری بیشترین حساسیت را نسبت به سایر پارامترها نشان می‌دهد. تخمین صحیح ضریب زبری می‌تواند به بررسی دقیق‌تر هیدرولیک جریان و شرایط رودخانه کمک کند. باوجود تلاش‌های بسیار، عدم توانایی تخمین دقیق ضریب زبری و استفاده از مقدار ثابت مانینگ (n)، عامل اصلی خطا در شبیه‌سازی سیل و محاسبه عمق جریان است. معمولاً ضریب زبری جریان ثابت نیست و با تغییرات عمق آب به‌صورت پویا تغییر می‌کند. بهترین روش برای تعیین زبری، اندازه‌گیری دبی و محاسبه n مانینگ از طریق حل معکوس معادله مانینگ می‌باشد. هدف اصلی مطالعه حاضر تعیین دقیق‌تر ضریب زبری رودخانه سانیج در محل بالادست ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد در استان یزد می‌باشد.

مواد و روش‌ها: منطقه موردمطالعه در تحقیق حاضر حوزه آبخیز سانیج در ۳۰ کیلومتری شهر یزد در شهرستان تفت، استان یزد قرار دارد. این حوضه ۱۵۳,۱۷۳ کیلومترمربع مساحت دارد. برای دستیاب به اهداف تحقیق پس از انجام مطالعات میدانی از ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد در خروجی حوضه آبخیز سانیج جهت جمع‌آوری داده‌های دبی سیلاب و دبی- اشل موردنیاز در منطقه مطالعاتی استفاده شد؛ بنابراین از طریق حل معکوس روابط مربوطه و تعیین سایر پارامترهای هیدرولیکی از قبیل سرعت، شیب، شعاع هیدرولیکی، مقدار ضریب زبری مانینگ برآورد شد. اندازه‌گیری شیب با دستگاه شیب‌سنج و همچنین ترازیاب انجام شد.

یافته‌ها: بررسی‌ها نشان داد، کمترین ضریب زبری معادل ۰/۰۳۴، مربوط به دبی ۱۸۰ مترمکعب در ثانیه و بیشترین مقدار آن مربوط به دبی ۲/۰۸۳ مترمکعب در ثانیه معادل ۰/۱۱۹ می‌باشد. با کاهش دبی ضریب زبری افزایش می‌یابد. تابع تغییرات ضریب زبری نسبت به دبی با R^2 معادل ۰/۸۰ بیانگر رابطه معکوس و معنی‌دار دبی و ضریب زبری و تابع شعاع هیدرولیکی و دبی با مقدار R^2 معادل ۰/۹۴۴ بیانگر رابطه معنی‌دار و مستقیم دبی و شعاع هیدرولیکی است. همچنین ضریب زبری با شعاع هیدرولیکی دارای رابطه معکوس در سطح پایین‌تر معنی‌داری است. هر سیل با رسوب‌گذاری متفاوت، زبری متفاوتی ایجاد می‌کند؛ بنابراین ضریب زبری مانینگ بسته به تغییرات قطر ذرات متفاوت خواهد بود. معمولاً مسیل‌ها یا رودخانه‌های مناطق خشک که به صورت موقتی هستند، در شاخه نزولی هیدروگراف و پایان سیل، قطعات در شت‌تر بر سطح بستر باقی‌مانده و در برآورد ضریب زبری مانینگ به صورت تجربی و بازدید محلی خطا ایجاد می‌کند. خطای ظاهری ناشی از به‌جا ماندن قطرهای بزرگ‌تر ذرات در سطح بستر و حمل ذرات ریز توسط جریان می‌باشد. از سوی دیگر در حین جریان جهت‌یافتگی رسوبات عموماً در راستای مسیر حرکت سیل می‌باشد که کمترین زبری هیدرولیکی را ایجاد می‌نماید؛ ولی با کاهش شدت سیل و به‌جا ماندن ذرات در شت‌دانه علاوه‌بر افزایش زبری هیدرولیکی، زبری تصادفی ذرات که در ضریب زبری مانینگ نقش مؤثری دارد افزایش می‌یابد. در دبی‌های که عمق جریان پایین‌تر از D_{90} باشد، یا از قطر قلوه سنگ‌های بزرگ در بستر کمتر است، ضریب زبری مانینگ تحت شرایط استاتیکی- هیدرولیکی به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در دبی‌هایی با عمق بیشتر از D_{90} به‌دلیل شرایط خاص هیدرودینامیکی، کمترین مقدار ضریب زبری مانینگ مشاهده شد. به‌عبارتی در دبی‌های بالا ارتباط ضریب زبری بر کل جریان کاهش‌یافته و لذا با افزایش عمق جریان مقدار n کاهش می‌یابد و شعاع هیدرولیکی افزایش می‌یابد. این پدیده بیشتر در مسیل‌ها و رودخانه‌های سنگلاخی دیده می‌شود. تحقیق حاضر نشان داد که در رودخانه‌های مناطق خشک و قلوه سنگی معمولاً به‌خاطر وجود قلوه سنگ‌های درشت در کف بستر خشک با مقادیر بیش برآوردی ضریب زبری مانینگ مواجه می‌شویم. این پدیده به‌خصوص در سیلاب‌هایی با دبی کمتر به‌خوبی دیده می‌شود و علت این امر را می‌توان با کاهش زبری هیدرولیکی در بستر حین جریان سیل مرتبط دانست. این پدیده می‌تواند در بیش برآوردی یا کم‌برآوردی ضریب زبری مؤثر باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد ضریب زبری در محدوده مطالعاتی از ۰/۰۳۴ تا ۰/۱۱۹ تغییر می‌کند و با دبی رابطه معکوس و معنادار با R^2 ۰/۸ دارد. همچنین ضریب زبری با شعاع هیدرولیکی رابطه معکوس با R^2 معادل ۰/۵۹ دارد. ضریب زبری ثابت نیست و در رخدادهای مختلف تغییر می‌کند. نتایج نشان داد، دبی‌هایی که عمق آن کمتر از D_{90} باشد ضریب زبری مانینگ به بیشترین مقدار خود معادل ۰/۱۱ می‌رسد و در دبی‌هایی با عمق بیش از D_{90} که ارتفاع سیل از ۵۰ سانتی‌متر بالاتر است کمترین مقدار ضریب زبری مانینگ را داریم، چنانچه در دبی ۱۱۵ مترمکعب در ثانیه مقدار ضریب زبری n تا مرز ۰/۰۳۴ کاهش پیدا می‌کند. ضریب زبری در رخدادهای مختلف ناپایدار است، زیرا در حین عبور جریان و یا در شاخه‌های صعودی و نزولی هیدروگراف سیل بسته به سرعت و قدرت جریان دانه‌بندی بستر به‌صورت دینامیکی در حال تغییر بوده و ضریب زبری مانینگ (n) به صورت لحظه‌ای تغییر می‌کند. در هنگام اوج جریان درک ضریب زبری هیدرودینامیکی مشکل بوده و می‌تواند بیش برآوردی یا کم‌برآوردی ضریب زبری را در پی داشته باشد؛ بنابراین بهتر است این مورد جهت دست‌یابی به مقادیر دقیق‌تر ضریب زبری در مطالعات مهندسی رودخانه در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: دبی-اشل، شعاع هیدرولیکی، ضریب زبری مانینگ، فیض‌آباد، D_{90}

مقدمه

ضریب زبری مانینگ[۱] یکی از مهم‌ترین گزاره‌ها در ایجاد طرح، طراحی، بهره‌برداری و نگهداری از پروژه‌های منابع آب در مطالعات مهندسی رودخانه است. مقدار این عامل تأثیر قابل‌توجهی در تجزیه‌وتحلیل سطح آب و توزیع سرعت جریان دارد. در محاسبات سیل، طراحی ساختار جریان رودخانه و ارزیابی ریسک و خطر سیل بسیار مهم بوده و با توجه به اهمیت این عوامل، مدت‌هاست که محاسبه ضریب زبری عینی و کمی موردتوجه محققان قرارگرفته است. ضریب زبری هیدرولیکی در شرایط متنوع و پیچیده رودخانه‌ها متأثر از عوامل مختلفی

1- Manning

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]
[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

می‌باشد، بنابراین تحقیقات گسترده‌ای بر روی شرایط متنوع جریان در رودخانه‌ها صورت پذیرفته و طیف گسترده‌ای از روابط ارائه‌شده است (Gautam,2021; Choo *et al*., 2018; Islamic Republic of Iran Management and Planning Organization, 2016). ضریب زبری هیدرولیکی رودخانه به درجه‌ی مقاومت در مقابل جریان گفته‌شده که بعد و واحد آن به نوع رابطه جریان بستگی دارد (Islamic Republic of Iran Management and Planning Organization, 2016). در هیدرولیک رودخانه‌ها به‌دلیل شرایط متنوع و پیچیده رودخانه‌ها، ضریب زبری متغیر بوده و متأثر از عوامل مختلفی می‌باشد. ضریب زبری یک پارامتر اصلی شناخته‌شده برای شبیه‌سازی واقع‌بینانه‌ی جریان در کانال باز است. با توجه به نامنظمی و متفاوت بودن رودخانه‌ها، زبری نسبی نیز متغیر بوده و در رودخانه‌های کوهستانی بزرگ‌تر است، بنابراین نمی‌توان یک فرمول مقاومت جریان را به‌طور مستقیم و بدون آگاهی از نحوه تغییر ضریب مقاومت در شرایط مختلف به‌کار برد (Abbasi and Maleknejad Yazdi, 2012; Rostami and Kazemi, 2017; Rice *et al*., 1998; Kim *et al*., 2010; Ballesteros *et al*., 2011; Imanshoar and Taher-Shamsi, 2007). تحلیل جریان ناپایدار در رودخانه‌های طبیعی بسیار پیچیده است. یکی از مهم‌ترین عواملی که باعث اشتباه در محاسبه عمق جریان و دبی می‌شود، عدم توانایی در تخمین دقیق مقادیر ضریب زبری (n) برای مقاطع طولی رودخانه است. بیشتر روش‌های مرسوم برای کالیبراسیون n فقط یک مقدار متوسط برای مقطع طولی رودخانه ارائه می‌دهند که می‌تواند خطاهای مسیریابی سیل را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد (Attari *et al*., 2020). در رودخانه‌های آبرفتی ترسیم منحنی دانه‌بندی بستر و تخمین درست ضریب زبری از اهمیت اساسی در برآورد دقیق‌تر شرایط جریان برخوردار می‌باشد (Attari *et al*., 2020; Zarei *et al*., 2019; Bahrami Yarahmadi and Shafai Bejestan, 2011). مطالعات زیادی برای تخمین ضریب زبری براساس اندازه‌گیری‌های واقعی برای انواع مختلف جریان انجام‌شده است و معادلات تجربی را برای سطوح مختلف مواد بستر و عمق نسبی ارائه کرده‌اند. باوجود بسیاری از این تلاش‌ها، ضریب زبری هنگام استفاده از مدل واقعی یا طراحی واقعی، از مقادیر ثابت استفاده می‌کند. این مورد عامل اصلی خطا در شبیه‌سازی سیل و جریان ناپایدار است (Choo *et al*., 2018). ضریب زبری مانینگ در کانال‌های باز نقش مهمی در برآورد دبی دارد. هرچند که مقدار این ضریب به‌ازای عمق‌های مختلف جریان سیل ثابت نبوده و بسته به قدرت جریان و متوسط ارتفاع متغیر می‌باشد (Boyer, 1954). ضرایب زبری علاوه بر اندازه و شکل ذرات، متأثر از عواملی نظیر مقدار، عمق و سرعت جریان سطحی و همچنین، مقدار پوشش سنگ‌ریزه سطحی می‌باشد (Mirzaei *et al*., 2017). ضریب زبری مانینگ (n) تقریباً کلیه عوامل مؤثر در مقاومت جریان را در خود دارد. از آن جمله می‌توان به جنس بستر (n_0)، نامنظمی سطح کانال (n_1)، چگونگی تغییرات سطح مقطع (n_2)، وجود موانع در مسیر کانال (n_3)، پوشش گیاهی (n_4) و درجه مارپیچی بودن مسیر (n_5) اشاره کرد. مقدار (n) با افزایش زبری بستر و بدنه، رشد پوشش گیاهی در آبراهه و نامنظمی سطح مقطع و مسیر آبراهه افزایش می‌یابد. (Imanshoar and Taher-Shamsi, 2007;Shafai Bejestan, 2008) بر همین اساس کاون[1] در سال ۱۹۵۶ با فرض اینکه یک کانال یکنواخت، صاف و مستقیم باشد، برای محاسبه ضریب زبری مانینگ رابطه زیر را پیشنهاد کرد (Chow, 1969):

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)n_5 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

برای محاسبه سرعت و دبی جریان در مجاری باز نظیر رودخانه‌ها روابط مختلفی برای ضریب زبری ارائه‌شده است. روابط ارائه‌شده برای سرعت و دبی جریان به پنج دسته قابل‌تقسیم است که عبارت‌اند از: شزی[2]، دارسی ویسباخ[3]، مانینگ[4]، سرعت بی‌بعد[5] و همبستگی بین بده جریان و عوامل هیدرولیکی[6]. رابطه مانینگ یکی از رایج‌ترین روش‌های مورداستفاده برای مطالعه جریان در کانال‌های طبیعی و از مهمترین روابط هیدرولیکی است که کاربرد گسترده‌ای در محاسبه سرعت و دبی جریان کانال‌ها و رودخانه‌ها دارد (Simons and Senturk, 1977, Shirazi *et al*e., 2023) که به‌دلیل انتشار جدول‌های مختلف کیفی و کمی و متون تصویری امکان تخمین ضریب مانینگ را سهل‌تر از سایر روش‌ها نموده است و در بسیاری از کشورها کاربرد وسیعی در محاسبات هیدرولیک رودخانه پیداکرده است (Acement and Schneider, 1985; Chow, 1981; Habibi, 2004). اکثر مدل‌های هیدرولوژی موجود از فرمول مانینگ برای محاسبه سرعت جریان استفاده می‌کنند (Falahatgar *et al*., 2010). محمودی و همکاران (Mahmoudi *et al*., 2006) مدل‌سازی ضریب زبری مانینگ در بازه‌ای از رودخانه کارده در بالادست سد کارده به مطالعه پرداختند. اندازه‌گیری‌های ضریب زبری از طریق تعیین سرعت جریان با مولینه و سایر مشخصات هیدرولیکی مقاطع انجام پذیرفت؛ عوامل تأثیرگذار ضریب زبری در منطقه مشخص گردید و یک مدل به‌صورت نهایی برای منطقه پیشنهاد شد. همتی و مصطفی (Hemmati and Mostafa, 2017) به‌منظور ارائه و توسعه روابط برای محاسبه ضرایب مقاومت جریان با در نظر گرفتن متغیرهایی به آزمایش درون یک فلوم با قابلیت شیب‌پذیری پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که ضریب زبری مانینگ رابطه مستقیم با شیب خط انرژی و رابطه عکس با مقدار استغراق نسبی و عدد فرود جریان دارد. این امر بیانگر تأثیر بیشتر ذرات تیزگوشه بر مقاومت جریان در رودخانه‌های کوهستانی می‌باشد. ژو و همکاران (Zhu *et al*., 2020) با ارائه یک روش جدید برای برآورد ضریب زبری جریان آواری دریافتند، مقاومت جریان یک عامل کنترل اصلی در هیدرولیک جریان در رودخانه‌هاست. نظریان و مجدزاده (Nazarian & Majdzade Tabatabaei, 2015) اثر افزایش قطر دانه‌بندی بر زبری ذره و زبری فرم بستر در رودخانه‌های ماسه‌ای را با استفاده از منحنی دانه‌بندی و اطلاعات موجود از شرایط هندسی و توپوگرافیک رودخانه سیستان بررسی کرده و به برآورد ضریب زبری این رودخانه پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد با افزایش قطر دانه‌بندی، تمامی ضرایب زبری رودخانه افزایش می‌یابند همچنین در اثر افزایش قطر دانه‌بندی بستر رودخانه، ضریب زبری ذره نسبت به ضریب زبری ذره اصلی رودخانه بیشترین افزایش را دارد. عباسپور و طاهری

1- Cowan 2- Chezy 3- Darcy & Weisback 4- Manning 5- Dimensionless Velocity Coefficient 6- Flow Resistance

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]
[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

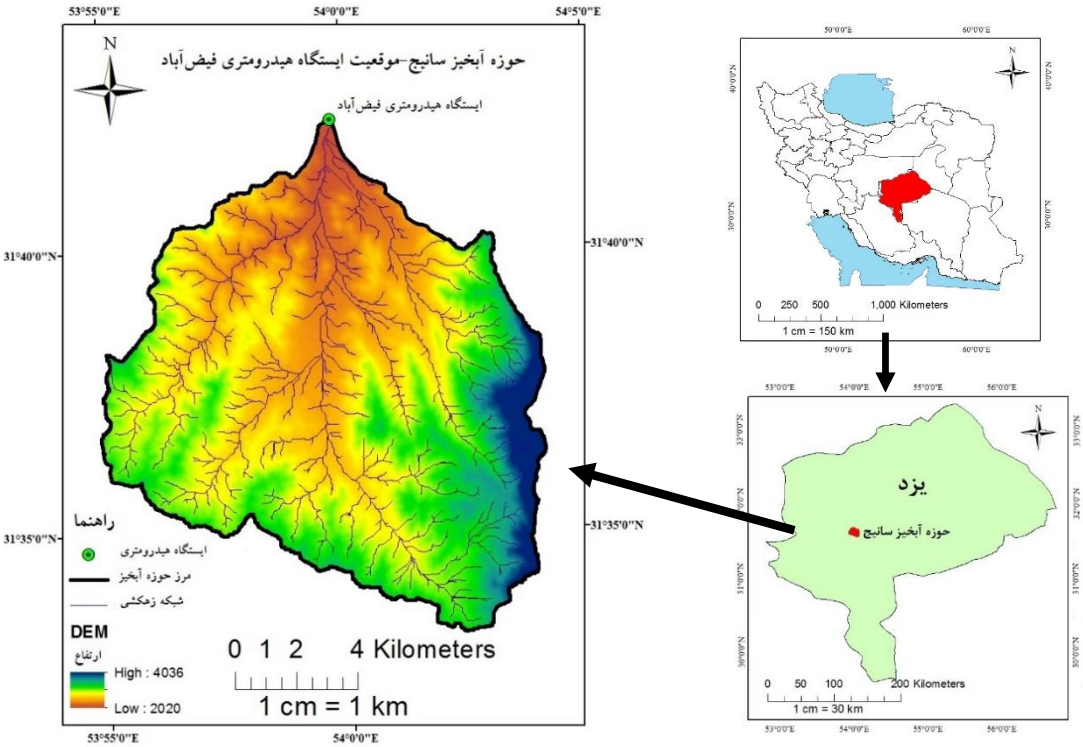
(Abbaspour & Taheri Aghdam, 2020) برای محاسبه‌ی ضریب زبری معادل مانینگ و مقایسه با روابط مختلف تعیین ضریب زبری در مقاطع مرکب رابطه‌ای جدید ارائه کردند. نتایج آن‌ها بیان می‌کند، تغییر ضریب زبری مانینگ تأثیر زیادی در نتایج پیش‌بینی هیدرولیکی رودخانه‌ها و سرعت ارتفاع گستره آب حین وقوع سیلاب دارد. گاوتام (Gautam, 2021) سیستم آبیاری بیجایاپور، منطقه کاسکی نپال به بررسی ضریب زبری پرداخت؛ تعیین ضریب زبری با استفاده از اندازه‌گیری سرعت، مقطع، شیب بستر و کاربرد معادله مانینگ انجام شد. نتایج وی نشان داد ضریب زبری بالا به‌طور قطعی میزان دبی جریان را کاهش می‌دهد. ضریب زبری ثابت نیست، با تغییرات عمق آب به‌صورت پویا تغییر می‌کند (Zhou *et al*., 2018). با توجه به عملکرد ضعف تکنیک‌های برآورد ضریب زبری مانینگ، بهترین روش برای تعیین زبری به‌وضوح اندازه‌گیری دبی و محاسبه n مانینگ در تمام مکان‌های جریان است. بااین‌حال، این رویکرد می‌تواند غیرعملی باشد، به‌ویژه که اغلب به تخمین زبری برای طیف وسیعی از حجم‌های جریان در مکان‌های مختلف نیاز است. جمع‌آوری داده‌های ناهمواری از این نوع نیز می‌تواند غیرممکن باشد، به‌ویژه زمانی‌که با محدودیت‌های زمان، تدارکات و غیره مواجه باشیم که همگی در موقعیت‌های کوهستانی رایج هستند (Marcus, 1992). مطالعات محدودی تغییرات مکانی و زمانی (دینامیکی) ضرایب زبری در حوزه‌ها را موردبررسی قرار داده‌اند (Zhou *et al*., 2018).

کانگ (Kang, 1985) در مطالعه‌ای بر روی ضریب زبری جریان‌های دبریس در گالی Jiangjia در چین رابطه جدید برای ضریب زبری ارائه کرد که با ارتفاع جریان رابطه مستقیم دارد. به‌دلیل کمبود اعتبار برای نصب ایستگاه‌های هیدرومتری در تمام زیرحوزه‌ها و یا شاخه‌های اصلی آبراهه‌های یک حوزه‌ی آبخیز، جهت برآورد صحیح دبی در مقاطع مختلف نیاز به تعیین دقیق ضریب زبری مانینگ می‌باشد، با توجه به آنچه گفته شد، اهداف این مطالعه را می‌توان تعیین ضریب زبری رودخانه از طریق حل معکوس معادله مانینگ در محل بالادست ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد و بررسی ارتباط آن با سایر پارامترهای هیدرولیکی بیان کرد. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند ضمن محاسبه‌ی ضریب زبری در بازه‌ی مطالعاتی مجاور به ایستگاه هیدرومتری به دیگر بازه‌های موردنظر تعمیم داده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در تحقیق حاضر، حوزه آبخیز سانیج در ۳۰ کیلومتری شهر یزد در شهرستان تفت، استان یزد قرار دارد. این حوضه ۱۵۳,۱۷۳ کیلومترمربع مساحت دارد. در این تحقیق از ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد در خروجی حوضه آبخیز سانیج جهت جمع‌آوری داده‌های دبی سیلاب موردنیاز برای اهداف تحقیق استفاده شد. به‌منظور تهیه محدوده حوزه و بررسی ویژگی‌های فیزیوگرافی حوزه، از DEM ۱۲ متری، داده‌های اخذشده از اداره کل منابع طبیعی استان یزد شامل مطالعات انجام‌شده و نقشه‌های موجود، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و روش کنترل زمینی استفاده شد. همچنین برای تهیه داده‌های آب‌سنجی ایستگاه‌های هیدرومتری از داده‌های شرکت آب منطقه‌ای استان یزد، استفاده شد. در شکل ۱ موقعیت حوزه آبخیز سانیج و ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد در خروجی آن ارائه‌شده است.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز سانیج در کشور ایران و استان یزد/ موقعیت ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد

Figure 1. The location of the Sanij watershed in Iran and Yazd province/ the location of the Faizabad hydrometric station

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]
[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

روش کار

در بخش‌های قبل اشاره شد که هدف از این تحقیق برآورد و بررسی دامنه تغییرات ضریب زبری مانینگ از طریق حل معکوس معادله مانینگ در مقطع بالادست ایستگاه هیدرومتری می‌باشد. برای این منظور از داده‌های دبی–اشل موجود ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد متعلق به اداره آب منطقه‌ای استان یزد در سال‌های آماری (۱۳۸۱–۱۴۰۰) استفاده شد. همچنین با مراجعه به محل ایستگاه هیدرومتری نسبت به اندازه‌گیری مقاطع رودخانه در موقعیت ایستگاه در بازه‌های موردمطالعه اقدام گردید.

جدول ۱– مشخصات ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد– رودخانه سانیج

Table 1. Characteristics of Faizabad hydrometric station - Sanij River

کد ایستگاه Station No	رودخانه River	ایستگاه Station	مشخصات جغرافیایی Geographical attributes			سال تأسیس Established year	نوع ایستگاه Station type
			طول Longitude	عرض latitude	ارتفاع Height(m)		
46055	سانیج	فیض‌آباد	$53^{\circ}\ 59'\ 48''$	$31^{\circ}\ 42'\ 16''$	2000	1370	هیدرومتری

برآورد ضریب مانینگ با استفاده از معادلات تجربی

تغییرات ضریب مانینگ نسبت به عمق را می‌توان با استفاده از منحنی سنجه دبی جریان به دست آورد. به این منظور، منحنی سنجه، مقطع عرضی و شیب بستر در یک بازه مطالعاتی تقریباً یکنواخت موردنیاز می‌باشد. در صورت یکنواخت بودن بازه مطالعاتی می‌توان از فرض جریان یکنواخت استفاده کرده و از رابطه مانینگ به‌صورت زیر، ضریب مانینگ را به دست آورد (Islamic Republic of Iran Management and Planning Organization, 2016):

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$ رابطه (۲)

بهترین روش برای محاسبه‌ی مقدار ضریب زبری n، استفاده از داده‌های مشاهداتی است که در این روش با داشتن دبی، شیب طولی سطح آب و مشخصه‌های مقطع جریان، می‌توان ضریب n را با توجه به رابطه‌ی (۲) محاسبه کرد (Mousavi Baygi *et al*., 2012)؛ که در آن v سرعت جریان (ms^{-1})، R شعاع هیدرولیکی (m) و S شیب بستر آبراهه (mm^{-1}) است (Gauckler, 1867).

تمام اندازه‌گیری‌های آب‌سنجی از قبیل سطح آب، عمق آب، سرعت و غیره برای آن است که بتوان مقدار دبی را تخمین زد. چنانچه سرعت متوسط آب $\bar{V}$ (ms^{-1}) و سطح مقطع جریان A (m^2) باشد، مقدار دبی Q (m^3s^{-1}) عبارت است از:

$$Q = A.\bar{V}$$ رابطه (۳)

با توجه به رابطه بالا جهت تخمین دبی باید هم سرعت متوسط و هم‌سطح مقطع اندازه‌گیری شود. سرعت متوسط در هر مقطع با تقسیم دبی جریان بر سطح مقطع تعیین می‌شود (Marcus *et al*., 1992). سرعت جریان آب در مقطع یک رودخانه در نقاط مختلف آن متفاوت است. پس از اندازه‌گیری مقاطع رودخانه شامل طول و عرض بالادست ایستگاه و همچنین با داشتن مقادیر دبی– اشل، برای محاسبه‌ی سرعت از حل معکوس روابط (۳) استفاده شد.

به‌این‌ترتیب ابتدا مقادیر دبی را در رابطه (۳) قرار داده و از این طریق سرعت متوسط جریان رودخانه در محل برآورد شد. پس از برآورد سرعت، با جایگذاری مقادیر به‌دست‌آمده در رابطه (۲) ضریب زبری مانینگ به دست می‌آید. با توجه به رابطه (۳) برای محاسبه‌ی سرعت نیاز به برآورد شعاع هیدرولیکی (R) و همچنین شیب متوسط بستر رودخانه (I) است. شعاع هیدرولیکی (R) (m) برابر با نسبت مساحت (A) (m^2) سطح مقطع جریان به محیط خیس شده (P) (m) آن مقطع است و از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید: (Hosseini and Abrishami, 2015)

$$R = \frac{A}{P}$$ رابطه (۴)

شیب بستر رودخانه در نقاط مختلف بستر متفاوت است، در صورت یکنواخت بودن بازه مطالعاتی می‌توان از فرض جریان یکنواخت استفاده کرد (Islamic Republic of Iran Management and Planning Organization, 2016). برای اندازه‌گیری شیب از دستگاه شیب‌سنج و همچنین ترازیاب استفاده شد. با توجه به یکنواخت بودن بستر و عمق کم جریان، شیب سطح آب معادل شیب کف بستر در نظر گرفته شد. درنهایت پس از محاسبه شعاع هیدرولیکی، شیب بستر رودخانه و سرعت جریان نسبت به برآورد ضریب زبری مانینگ از طریق رابطه‌ی (۲) اقدام شد.

نتایج و بحث

با توجه به موارد ارائه‌شده در بخش‌های قبل نتایج برآورد سرعت، سطح مقطع، شعاع هیدرولیکی، شیب و ضریب زبری مانینگ در جدول (۲) خلاصه‌شده است. نتایج حاصل از برآوردهای انجام‌شده در جدول ۲ خلاصه‌شده است:

با توجه به برآوردهای انجام‌شده در جدول ۲ مشاهده می‌شود که کمترین ضریب زبری معادل ۰٫۰۳۴ می‌باشد که مربوط به دبی ۱۱۵ مترمکعب در ثانیه و درواقع حداکثر دبی در بین داده‌های مشاهداتی است؛ همچنین بیشترین ضریب زبری برآورد شده مربوط به دبی ۲٫۸۳ مترمکعب در ثانیه معادل ۰٫۱۱۹ می‌باشد. همچنین برای رخدادهای مختلف ضرایب زبری متفاوتی به دست آمد.

در شکل ۲ مشاهده می‌شود که با کاهش دبی ضریب زبری افزایش می‌یابد. رابطه به‌دست‌آمده برای تغییرات دبی نسبت به ضریب زبری به‌صورت $y = 0.012x^{-2.422}$ می‌باشد که بیانگر رابطه معکوس دبی و ضریب زبری در محدوده مطالعاتی است. هرچند در بخش‌هایی از نمودار روند تغییرات دبی نسبت به ضریب زبری دارای نوساناتی است؛ با توجه به مقدار به‌دست‌آمده برای R^2 که معادل ۰٫۸۰ است، می‌توان به ارتباط

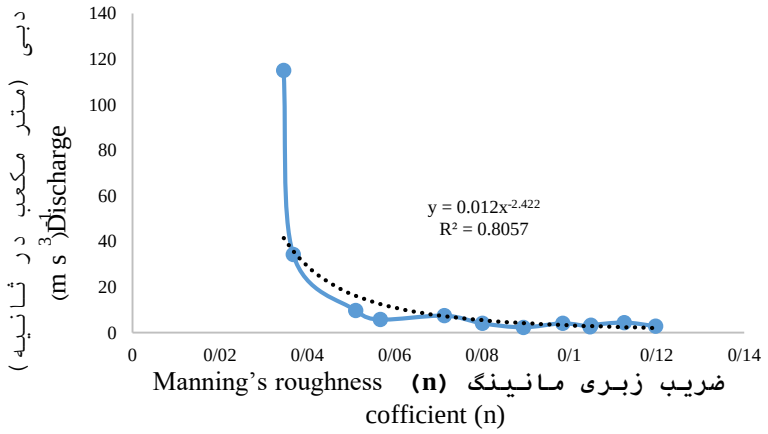
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]
[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

معنی‌دار ضریب زبری و دبی سیلاب پی برد. شکل ۳ تغییرات بار بستر رودخانه را در طی دو رخداد مربوط به سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ و به‌تبع آن تغییرات ضریب زبری کف بستر را پس از هر رخداد نشان می‌دهد

جدول ۲- نتایج برآورد ضریب زبری از طریق حل معکوس معادلات ۱ و ۲

Table 2. Roughness coefficient estimation results through the inverse solving of equations 2 and 3

رخداد Event	تاریخ Date	ارتفاع سیل Flow depth (m)	دبی Discharge (m^3s^{-1})	عرض (m) Width	سرعت Velocity (ms^{-1})	سطح مقطع Area (m^2)	محیط خیس شده perimeter (m) wetted	شعاع هیدرولیکی Hydraulic (m)radius	شیب (%) Slop	ضریب زبری مانینگ Manning's roughness
1	400/05/06	1.8	115	12.5	5.111	22.5	16.1	1.397	0.02	0.034
2	98/01/07	0.86	34.3	12.5	3.191	10.75	14.22	0.755	0.02	0.036
3	82/09/15	0.48	9.7	12.5	1.617	6	13.46	0.445	0.02	0.051
4	83/09/26	0.37	5.72	12.5	1.237	4.625	13.24	0.349	0.02	0.056
5	91/01/11	0.5	7.41	12.5	1.186	6.25	13.5	0.462	0.02	0.071
6	82/12/25	0.37	4.05	12.5	0.876	4.625	13.24	0.349	0.02	0.080
7	82/01/31	0.28	2.3	12.5	0.657	3.5	13.06	0.267	0.02	0.089
8	82/10/21	0.42	4.05	12.5	0.771	5.25	13.34	0.393	0.02	0.098
9	81/12/22	0.33	2.57	12.5	0.623	4.125	13.16	0.313	0.02	0.104
10	82/12/24	0.38	3.23	12.5	0.680	4.75	13.26	0.358	0.02	0.104
11	82/01/06	0.48	4.4	12.5	0.733	6	13.46	0.445	0.02	0.112
12	94/10/12	0.38	2.83	12.5	0.596	4.75	13.26	0.358	0.02	0.119



شکل ۲- نمودار تغییرات ضریب زبری (n) نسبت به دبی سیلاب (مترمکعب در ثانیه) در رخدادهای مشاهداتی- ایستگاه فیض‌آباد سانیج

Figure 2. The graph of changes in the roughness coefficient (n) in relation to the flood discharge (m^3s^{-1}) in observed events- Sanij's Faiz Abad station

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]

[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

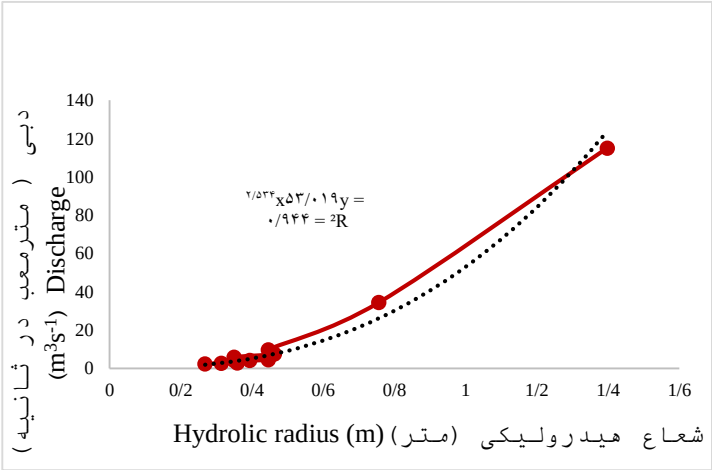
الف: ۱۲ /۱۲/۱۴۰۰
A:2022.03.03

ب: ۲۰/۰۸/۱۴۰۱
B:2022.11.11

شکل ۳- تغییرات بار بستر و ضریب زبری رودخانه در ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد سانیج -یزد، در رخدادهای مختلف
Figure 3. Bed load changes and roughness coefficient of the river at Sanij's Faiz Abad hydrometric station in different events

شکل ۳ تغییرات ضریب زبری کف بستر ایستگاه هیدرومتری را پس از دو رخداد سیل در دو تاریخ الف و ب نشان می‌دهد.

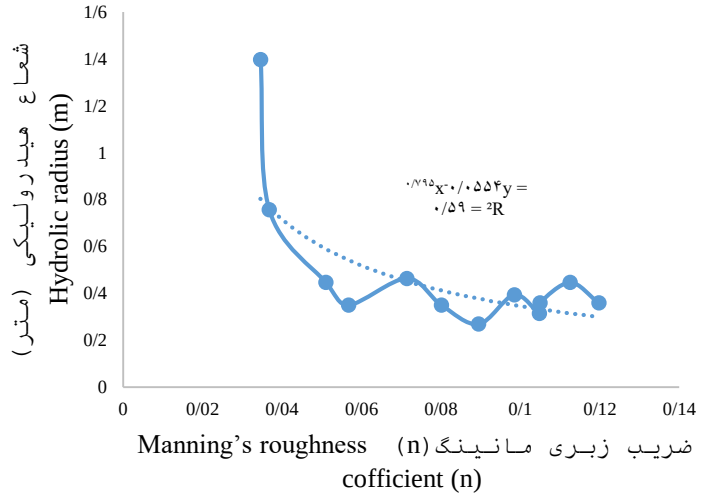
در مرحله بعد به‌منظور بررسی دقیق‌تر، تغییرات ضریب زبری نسبت به شعاع هیدرولیکی (شکل ۴) و سپس رابطه بین شعاع هیدرولیکی و دبی (شکل ۵) بررسی شد.



شکل ۴- نمودار دامنه تغییرات دبی (مترمکعب در ثانیه) نسبت به شعاع هیدرولیکی (متر) در رخدادهای مشاهداتی
Figure 4. Diagram of the range of Discharge (m^3s^{-1}) changes in relation to the hydraulic radius (m) in observed events

در شکل ۴ تغییرات دبی نسبت به تغییرات شعاع هیدرولیکی به‌صورت نمودار ارائه‌شده است. با توجه به معادله نمودار که به‌صورت $y = 53.019x^{2.534}$ است و مقدار R^2 برآورد شده که معادل ۰٫۹۴۴ می‌باشد، می‌توان دریافت که بین دبی و شعاع هیدرولیکی رابطه مستقیم و معنادار وجود دارد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]
[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]



شکل ۵- نمودار تغییرات ضریب زبری (n) و شعاع هیدرولیکی (متر)
Figure 5. The graph of changes in roughness coefficient (n) and hydraulic radius (m)

در شکل ۵ تغییرات شعاع هیدرولیکی نسبت به ضریب زبری به‌صورت نمودار ارائه‌شده است. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود، بین شعاع هیدرولیکی و ضریب زبری رابطه معنی‌دار و معکوس وجود دارد. با توجه به مقدار R^2که برابر ۰٫۵۹ می‌باشد، دارای سطح پایین‌تر معنی‌داری نسبت به سایر روابط بررسی‌شده است. در رودخانه‌های مناطق خشک هر سیل با رسوب‌گذاری متفاوت خود، زبری متفاوتی ایجاد می‌کند. با توجه به تغییرات قطر دانه‌بندی ذرات در سیلاب‌های مختلف بنابراین ضریب زبری مانینگ بسته به تغییرات قطر ذرات متفاوت خواهد بود.

معمولاً مسیل‌ها یا رودخانه‌های مناطق خشک که به‌صورت موقتی هستند، در شاخه نزولی هیدروگراف و پایان سیل، قطعات درشت‌تر بر سطح بستر باقی‌مانده و در برآورد ضریب زبری مانینگ به‌صورت تجربی و بازدید محلی خطا ایجاد می‌کند. خطای ظاهری ناشی از به‌جا ماندن قطرهای بزرگ‌تر ذرات در سطح بستر و حمل ذرات ریز توسط جریان می‌باشد. از سوی دیگر در حین جریان جهت‌یافتگی[1] رسوبات عموماً در راستای مسیر حرکت سیل می‌باشد که کمترین زبری هیدرولیکی را ایجاد می‌نماید؛ ولی با کاهش شدت سیل و به‌جا ماندن ذرات درشت‌دانه علاوه بر افزایش زبری هیدرولیکی، زبری تصادفی ذرات که در ضریب زبری مانینگ نقش مؤثری دارد افزایش می‌یابد.

همچنین در دبی‌های کم که عمق جریان پایین‌تر از D_{90}[2](در محدوده مطالعاتی به‌طور میانگین معادل ۵۰ سانتی-متر) می‌باشد یا از قطر قلوه‌سنگ‌های بزرگ در بستر کمتر است، ضریب زبری مانینگ تحت شرایط استاتیکی- هیدرولیکی به بیشترین مقدار خود معادل ۰/۱۱ تمایل پیدا می‌کند.

در دبی‌های زیاد که عمق جریان از ارتفاع $D90$ذرات بستر بیشتر می‌شود، به دلیل شرایط خاص هیدرودینامیکی و کاهش سطح تماس نسبی جریان با مواد کف بستر (ایجاد شرایط زبری هیدرودینامیکی)، کمترین مقدار ضریب زبری مانینگ ایجاد می‌شود که در محدوده مطالعاتی به سمت ۰/۰۳ میل می‌کند.

چنانچه در دبی ۱۱۵ مترمکعب در ثانیه مقدار ضریب زبری n تا مرز ۰/۰۳۴ کاهش پیدا می‌کند.

به عبارتی در دبی‌های بالا ارتباط ضریب زبری بر کل جریان کاهش‌یافته و لذا با افزایش عمق جریان مقدار n کاهش می‌یابد و شعاع هیدرولیکی افزایش می‌یابد. این پدیده بیشتر در مسیل‌ها و رودخانه‌های سنگلاخی دیده می‌شود.

تحقیق حاضر نشان داد که در رودخانه‌های مناطق خشک و قلوه‌سنگی معمولاً به خاطر وجود قلوه‌سنگ‌های درشت در کف بستر خشک با مقادیر بیش برآوردی ضریب زبری مانینگ مواجه می‌شویم. این پدیده به‌خصوص در سیلاب‌هایی با دبی کمتر به‌خوبی دیده می‌شود و علت این امر را می‌توان با کاهش زبری هیدرولیکی در بستر حین جریان سیل مرتبط دانست.

همچنین می‌توان بیان داشت در حین جریان معمولاً درک ضریب زبری هیدرودینامیکی از دید کارشناس مغفول می‌ماند و همین پدیده می‌تواند در بیش برآوردی یا کم‌برآوردی ضریب زبری مؤثر باشد.

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به‌منظور برآورد ضریب زبری مانینگ و بررسی تغییرات آن در رخدادهای مختلف در رودخانه سانیج در بازه‌ای بالادست ایستگاه هیدرومتری فیض‌آباد انجام شد. رودخانه موقتی یا مسیل سانیج که معمولا از رژیم جریان‌های واریزه‌ای یا دبریس فلو تبعیت می‌کند یکی از اصلی‌ترین مسیل‌های حوزه شیرکوه قلمداد می‌شود. بررسی ارتباط دبی با ضریب زبری مانینگ برآوردی نشان داد که دامنه تغییرات ضریب زبری در حوزه مطالعاتی از ۰/۰۳۴ تا ۰/۱۱۹ تغییر می‌کند و با افزایش دبی رابطه معکوس و معنادار باR^2 بیش از ۰/۸ دارد. بررسی رابطه ضریب زبری مانینگ با شعاع هیدرولیکی نشان داد، ضریب زبری با شعاع هیدرولیکی رابطه معکوس (R^2=0.59) دارد. ازآنجاکه در یک بازه رودخانه در سیلاب‌های مختلف بار رسوبی تغییر می‌کند، درنتیجه ضریب زبری مقدار ثابتی ندارد و در رخدادهای مختلف تغییر می‌کند؛

1- Orientation

۲- قطری که ۹۰ درصد وزنی ذرات از آن قطر کوچک‌تر هستند

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]
[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

ژاو و همکاران (Zhou *et al*, 2018) در تحقیق خود به نتایج مشابه ازنظر تغییرات ضریب زبری با عمق جریان دست یافتند. علی مرادی و همکاران (Alimoradi *et al*, 2022) نیز در بررسی تغییرات ضریب زبری رودخانه علی‌آباد در حوزه پیشکوه، دریافتند، بسته به تغییرات قطر ذرات در رخدادهای مختلف ضریب زبری رودخانه متفاوت خواهد بود. در دبی‌های مشاهداتی که عمق آن کمتر از D_{90} باشد ضریب زبری مانینگ تحت شرایط استاتیکی- هیدرولیکی به بیشترین مقدار خود معادل ۰/۱۱ می‌رسد و در دبی‌هایی با عمق بیشتر از D_{90} که ارتفاع سیل از ۵۰ سانتی‌متر بالاتر است کمترین مقدار ضریب زبری مانینگ مشاهده شد که در محدوده مطالعاتی به سمت ۰/۰۳ میل می‌کند. چنانچه در دبی ۱۱۵ مترمکعب در ثانیه مقدار ضریب زبری n تا مرز ۰/۰۳۴ کاهش پیدا می‌کند که نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر با که با مطالعات Najmai, 1996 و Limerinos, 1970 هم‌خوانی دارد همچنین Gautam, 2021 با استفاده از اندازه‌گیری سرعت، مقطع، شیب بستر و کاربرد معادله مانینگ در نپال ضمن تعیین میانگین ضریب زبری مانینگ در ساکنری و بیجایاپور (به ترتیب ۰/۰۲۸ و ۰/۰۳۷) به اهمیت ضریب زبری در تعیین دبی کانال‌های باز اشاره نمود. با توجه به نتایج تحقیق می‌توان بیان کرد؛ ضریب زبری در رخدادهای مختلف ناپایدار است، زیرا در حین عبور جریان و یا در شاخه‌های صعودی و نزولی هیدروگراف سیل بسته به سرعت و قدرت جریان دانه‌بندی بستر به‌صورت دینامیکی در حال تغییر بوده و ضریب زبری مانینگ (n) به‌صورت لحظه‌ای تغییر می‌کند. برآورد ضریب زبری در شرایط خشک عموماً با بیش برآوردی همراه است، لذا توصیه می‌گردد این مقدار برای برآورد دبی-هایی در دوره‌بازگشت‌های کوتاه‌مدت که ارتفاع داغاب مساوی زبری فیزیکی یا طبیعی بستر است مورداستفاده قرار گیرد و در مورد دبی‌هایی با دوره بازگشت بلندمدت برحسب ارتفاع داغاب و با افزایش شعاع هیدرولیکی نسبت به تعدیل و یا کاهش ضریب زبری اقدام شود تا دبی‌های برآوردی از صحت بیشتری برخوردار شود. ژاو و همکاران (Zhou *et al*, 2018) نیز در مطالعات خود دریافتند که استفاده از n دینامیکی می‌تواند شبیه‌سازی جریان مدل‌های هیدرولوژیکی را بهبود بخشد. نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر نشان داد که در دبی‌های با دوره بازگشت کوتاه‌مدت و با گل آلودگی کمتر درصورتی‌که عمق جریان از تراز D_{90} کمتر باشد، تأثیر جریان بر ضریب زبری افزایشی بوده این در حالی است که در سیلاب‌های با دوره بازگشت طولانی‌مدت با رژیم جریان واریزه‌ای یا Debris Flow به علت حمل تخته‌سنگ و قلوه‌سنگ‌های بزرگ ضریب زبری روند افزایش خواهد داشت در صورتی که در اکثر مطالعات این مقدار ثابت در نظر گرفته می‌شود. نتایج حاضر با تحقیق Kang, 1985 در در گالی Jiangjia در چین انتطباق نزدیکی را نشان می‌دهد. بنابراین بهتر است این مورد جهت دست‌یابی به مقادیر دقیق‌تر ضریب زبری در مطالعات مهندسی رودخانه در نظر گرفته شود.

References

Abbasi, A. A & Malek Nejad Yazdi, M. (2012), Investigation of Effective Parameters on Manning Coefficient in Rivers and Obtain the New Relation for Estimate it (Case Study: Ferizi River), *Journal of Water and Soil*, 26(5), 1308-1317 (In Persian).

Abbaspour, A., & Taheri Aghdam, A. (2020), Presentation of a Relationship for Calculating the Roughness Coefficient equivalent to Manning and Comparison with Different Relationships for Determining the Roughness Coefficient in Composite Sections, the Third International Conference of applied Research in Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment, February 11, 2017 (In Persian).

Acement, G. S., & Schneider, V. R. (1985). Guide for selecting Manning's roughness coefficient for natural channels and Flood plains, Water Resources paper 2339, US Geological survey, Washington DC. (updated 2002).

Alimoradi, M., Ekhtesasi, M. R., Malekian, A., & Jahanbakhshi, F. (2022), Investigation of the effect of sampling depth on estimating Manning roughness coefficient (Aliabad River - Pishkooh Basin), The 12th International Seminar on River Engineering, 24 to 26 February 2022, Chamran martyr of Ahwaz University.

Attari, M., Taherian, M., Hosseini, S. M., Niazmand, S. B., Jeiroodi, M., & Mohammadian, A. (2020). simple and robust method for identifying the distribution functions of Manning's roughness coefficient along a natural river, *Journal of Hydrology*. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125680 (In Persian).

Bahrami Yarahmadi, M., & Shafai Bejestan, M. (2011). Bahrami Yarahmadi, M., & Shafai Bejestan, M. (2011). Experimental study of the effect of sediment particles shape on Manning's coefficient. *Water and Soil*, *25*(1). DOI: 10.22067/jsw.v0i0.8506

Ballesteros, J., Bodoque, J., Díez-Herrero, A., Sanchez-Silva, M., & Stoffel, M. (2011). Calibration of floodplain roughness and estimation of flood discharge based on tree ring evidence and hydraulic modelling. *J. Hydrol.* 403(1–2), 103–115.

Boyer, M. C. (1954), Estimating the Manning coefficient from an average bed roughness in open channels, Transactions American Geophysical Union, 35(6), 957.

Choo, Y. M., Yun, G. S., & Choo, T.H. (2018). Research on the estimation of coefficient roughness in open channel applying entropy concept. Environmental Earth Sciences, 77(17).

Chow, V. T. (1969). Open Channel Hydroulics. McGraw-hill, New York. 110-113.

Chow, V. T. (1981) Open Channel Hydraulics. Mc Graw – Hill Limted, London. 680 pp.

Falahatgar, M., Bahremand, A., Sheikh, V. B. & Atrakchali, A. (2010)., The effects of vegetation Manning roughness coefficient on the hillslope in Aghghala rangelands. *J. of Water and Soil Conservation*, 17(3), 125-141 (In Persian).

Gauckler, P. (1867). Etudes Théoriques et Pratiques sur l'Ecoulement et le Mouvement des Eaux, Comptes Rendues de l'Académie des Sciences, 64, 818–822.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]

[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]

Gautam, A. (2021). Determination of Manning's Roughness Coefficient in Bijayapur Irrigation Canal, Kaski, Nepal. Himalayan Journal of Applied Science and Engineering, 2(2), 14-23.

Habibi, M. (2004) Investigating the effectiveness of flow resistance relationships in a laboratory channel with a moving bed. *Water and Watershed Journal*, 4 (In Persian).

Hemmati, M., & Mostafa, V. (2017). Develop of Flow Resistance Equations in Mountainous Rivers Based On Experimental Study. *Irrigation Sciences and Engineering (JISE) (scientific journal of Agricalture)*, 40(Supplement 1/1), 13-25 (In Persian). SID. https://sid.ir/paper/216914/en

Hosseini, S. M., & Abrishami. J, (2015). Open- Channel Hydrulics, Publisher: Imam Reza University.

Imanshoar. F., & Taher-Shamsi. A. (2007). Foretelling of river manning coefficient based on empirical methods,7th International River Engineering Conference Shahid Chamran University, 13-15 (In Persian).

Islamic Republic of Iran Management and Planning Organization, (2016), Guideline for Determination of the Hydraulic Roughness Coefficient of Rivers (No. 688).

Kang, Z. C. (1985). A velocity analysis of viscous debris flow at Jiangjia gully of Dongchuan in Yunnan. Memoirs of Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology, Chinese Academy of Sciences, Science Press, *Beijing*, 108-118.

Kim, J. S., Lee, C. J., Kim, W., & Kim, Y. J. (2010). Roughness coefficient and its uncertainty in gravel-bed River. *Water Science and Engineering*, 3(2), 217-232.

Limerinos. J. T. (1970). Determination of the Manning Coefficient from Measured Bed Roughness in Natural Channels, United States Department of the Interior, Library of Congress catalog card number GS 77-608592.

Mahmoudi, M., Sadeghi, S. H. & Abbasi, A. (2006) Manning roughness coefficient modeling in a section of the Kardeh River, 4th National Conference on Watershed Science and Engineering of Iran, Watershed Management, Karaj, University of Tehran, Daneshkode Natural resources of Tehran University (in Persian).

Marcus, W. A., Roberts, K., Harvey, L., and Tackman, G. (1992). An evaluation of methods for estimating Manning's n in small mountain streams. *Mountain Research and Development*, 227-239.

Mirzaei, S., Asadzadeh, F., & Nazarnejad, H. (2017). Estimation of Manning and Darcy-Weisbach roughness coefficients on the surface of a loamy soil under different surface gravel coatings, *Watershed Management Research*, 8(15), 81-73 (In Persian).

Mousavi Baygi, S. M., Faridhoseini, A. R., Alizade, A., & Inanlou, M. (2012), The Assessment of Fluctuations on Roughness Manning Coefficient for Prediction of Flood Flow Hydraulics (Case Study: Atrak River), Journal of Water and Soil, 26(1), Mar-Apr 2012, 183-192 (In Persian).

Najamai, M. (1996). Applied hydraulics (1st and 2nd volumes), University of Science and Technology, 1996.

Nazarian, S., & MajdZade Tabatabaei. (2015), The effect of increasing the diameter of the aggregation on Grain Roughness and Form Roughness in Sandy River, Case Study: Sistan River, Water Engineering Conference and Exhibition, Shahid Beheshti Conf. Center. 19-20 May, 2015 (In Persian).

Rice C. E., Kadavy, K. C., & Robinson, K. M. (1998). Roughness of Loose Rock Riprap on Steep Slopes. *Journal of Hydraulic Engineering*, 124(2), 179-185.

Rostami. N & Kazemi.Y. (2017), Determining Manning Roughness Coefficient in the Gol-Gol River of Ilam, *Extension and Development of Watershed Management*, 5(18), 1-5 (In Persian).

Shafai Bejestan, M. (2008). Flow in open channels. Ahvaz Publications of Shahid Chamran University. Second edition. 460 p. (Translated)

Shirazi, F., Zahiri, A., Piri, J., & Dehghani, A. A. (2023). " Research Paper" Development a new hydraulic method for prediction of river flood discharge. *Journal of Watershed Management Research*, *14*(28), 110-123 (In Persian).

Simons, D. B., & Senturk, F. (1977). Sediment Transport Technology, Water Resources Publications, Littleton Co.

Ye, A., Zhou, Z., You, J., Ma, F., & Duan, Q. (2018). Dynamic Manning's roughness coefficients for hydrological modelling in basins. *Hydrology Research*, 49(5), 1379-1395.

Zarei, M., Samadi, A., & Mohajeri, S. H. (2019). Introducing and Evaluating the Effectiveness of Various Image Processing Algorithms in Determining Hydraulic Raughness Using Gradation Curve in Gravel Bed Rivers. *Journal of Hydraulics*, 13(4), 93-110. DOI: 10.30482/jhyd.2019.82710 (In Persian).

Zhu, X., Liu, B., & Liu, Y. (2020). New method for estimating roughness coefficient for debris flows. *Water*, *12*(9), 2341.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-09-24]

[DOI: 10.61186/jwmr.15.1.107]