Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Assessing and Zoning of Geomorphology Quality of the Wardavard River in Tehran

Negar Mirzaie [1] | Ali Ahmadabadi [2]✉ | Seyed morovat Eftekhari [3]| Elahe Lofti [4]

1. Master in geomorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran. **Email: eng.geo.negarmirzaei@gmail.com**
2. Corresponding author, Associate Professor of Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran. **Email: ahmadabadi@khu.ac.ir**
3. Assistant Professor of Geomorphology, Kharazmi University, Tehran, Iran. **Email: Eftekhari@khu.ac.ir**
4. Master in Environmental Hazard, Kharazmi University, Tehran, Iran. **Email: Ej.lotfi@gmail.com**

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2023/01/15
Received in revised
2023/12/22
Accepted
2024/01/28
Published
2024/01/28
Published online
2024/01/21

Keywords:
Wardvard River,
Quality geomorphology,
MQI method.

ABSTRACT

Rivers are essential components of the Earth's ecosystem and naturally undergo gradual and continuous development processes. However, with the expansion of human settlements and urban development, these rivers have experienced significant changes and have lost some of their natural functions. The Wardvard River, located to the west of Tehran province, is no exception to this phenomenon. The river has been heavily impacted by urban development, leading to continuous alterations in its flow path as a result of human involvement. Furthermore, given that the river is situated along the access route to the western cities of Tehran province, Its natural and gradual evolution has been disrupted and this change has taken the river out of its natural state. This research aims to identify the factors that influence the geomorphological quality of the Wardvard River by utilizing the MQI index to evaluate its overall river morphology. The river is divided into nine study periods, and the three main components of geomorphological performance, artificial structures, and channel adjustment, are assessed using 28 indicators. The results indicate that, due to the urban development in Tehran and various artificial modifications made to the Wardvard river channel, intervals 1, 3, 4, 6, and 7 received a score of 0.2. This low score is attributed to human interference and the canalization of the river, indicating poor placement in terms of morphological quality. Intervals 2 and 5 received a score of 0.3, placing them in the weak class. Lastly, intervals 8 and 9 scored 0.6, indicating a lesser degree of human interference and a more natural course of the river, resulting in their placement in the middle class in terms of morphological quality.

Cite this article: Mirzaie, Negar., Ahmadabadi, Ali., Eftekhari, Seyed morovat & Lofti, Elahe. (2023). Assessing and Zoning of Geomorphology Quality of the Wardavard River in Tehran. *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 75 (24), 196-213. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.25

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.25

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Rivers are essential components of the earth's natural environment, forming gradually over time with a distinct geometric structure and evolving naturally. However, human activities such as urban development, resource exploitation, and land use change have had a significant impact on rivers. In the modern era, human factors, including land use change, road construction, and urban planning, play a crucial role in the hydrogeomorphic changes of rivers, affecting not only their hydrological conditions but also their morphological and ecological states (Ounagh and Mirkarimi, 2008: 265). While rivers naturally undergo fundamental changes in their banks and beds over time, human interventions can lead to alterations in their geomorphological characteristics. Recognizing these changes is important for informed decision-making and effective river management. To ensure optimal and sustainable river stability, various aspects such as water management, river engineering, and geomorphological river management have been introduced under the umbrella of river management. Wardavard River, located in the western region of Tehran, serves as a crucial transportation route for both the city of Tehran and neighboring provinces, with several bridges constructed by the city administration to enhance accessibility. This human intervention has disrupted the natural flow of the river. Moreover, due to the physical development of Tehran and the influx of population into this basin, as a result of three major highways and the Tehran-Karaj metro passing along the Wardavard River, hydrological and morphological changes, as well as alterations in the river's geomorphological nature, have occurred. Therefore, understanding and assessing the quality of the river's geomorphology, as well as its modified behavior resulting from urban development, is crucial for predicting its flow behavior and implementing effective river management strategies. Given its location and significance, it is essential to take preventive measures to improve river management and restore its vitality.

Material and methods

In order to assess the geomorphological conditions of the Wardavard River using the Morphological Quality Index (MQI), the river was initially divided into nine sections in a south-north direction. Mapping, sampling, field observations, and photography were then conducted in these sections to gather the necessary data and information required by the index. The MQI was first introduced in Italy in 2013 by Rinaldi et al. and has since been extended and implemented in other European countries as part of an improvement project. This index examines the morphological conditions of rivers and is particularly applicable to low energy rivers (Rinaldi et al., 2016).

To evaluate the morphological quality of the river sections, three key aspects were considered:

1 .Continuity of fluvial processes (longitudinal and transverse).
2 .Channel morphological conditions, including profile shape and bed sediments.
3 .Vegetation.

These aspects were analyzed based on the following three components:

A) Geomorphological functions of processes and river forms (F.(
B) Artificial structures (A).
C) Channel adjustment (CA).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Results and Discussion

This research aims to identify the factors that influence the geomorphological quality of the Harvard River by utilizing the MQI index to evaluate its overall river morphology. The river is divided into nine study periods, and the three main components of geomorphological performance, artificial structures, and channel adjustment, are assessed using 28 indicators. The results indicate that, due to the urban development in Tehran and various artificial modifications made to the Wardvard river channel, intervals 1, 3, 4, 6, and 7 received a score of 0.2. This low score is attributed to human interference and the canalization of the river, indicating poor placement in terms of morphological quality.

Conclusion

According to field studies and imaging of the studied intervals, and utilizing aerial images and maps obtained from ArcGis software, in conjunction with an evaluation of 28 morphological quality indicators, including functional, artificial, and channel adjustment indicators, it can be concluded that intervals 1 to 7 exhibit low and very poor morphological quality. This is primarily due to human interventions, such as the construction of industrial and residential areas, the creation of new highways along the river, and artificial changes made to the river channel. Conversely, intervals 8 and 9 upstream display moderate and better morphological quality in comparison to the downstream intervals (1 to 7). This can be attributed to the absence of industrial constructions in the river area and the natural state of the riverbed. Overall, the Wardavard River is assessed to have poor morphological quality.

Keywords: Wardvard River, Quality geomorphology, MQI method.

References

Ounagh, m and s.h mir karimi, 2008. Leading sustainable development in golistan province (natural basin logestic), 2nd conference of golistan province capabilities, 265-275.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M., (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI), *Geomorphology* 180–181, 96–108. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.09.009

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M., (2016). Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI), *Geomorphology*, 180-181, 96-108. https://www.researchgate.net/publication/322012176

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت ژئومورفولوژی رودخانه وردآورد تهران

نگار میرزایی[۱]، علی احمدآبادی[۲]✉، سیدمروت افتخاری[۳]، الهه لطفی[۴]

۱. کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: eng.geo.negarmirzaei@gmail.com
۲. نویسنده مسئول؛ دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: ahmadabadi@khu.ac.ir
۳. استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: Eftekhari@khu.ac.ir
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد مخاطرات، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: Ej.lotfi@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۱۰/۲۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۲/۱۰/۰۱
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۱۱/۰۸
تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۱۱/۰۸
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۲/۱۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
رودخانه وردآورد،
کیفیت ژئومورفولوژی،
روش MQI.

چکیده

رودخانه‌ها همواره شریان‌های حیاتی زمین هستند و به‌طور طبیعی سیر تحول تدریجی و مستمر دارند که پس از گسترش تجمعات انسانی و توسعه شهری دچار تغییرات اساسی شده و برخی از عملکردهای طبیعی خود را ازدست‌داده‌اند. رودخانه وردآورد نیز از این امر مستثنا نیست. این رودخانه در غرب استان تهران جریان دارد و به‌شدت تحت تأثیر توسعه شهری قرار گرفته که به‌واسطه دخالت‌های انسانی در مسیر جریان خود دچار تغییرات مستمر شده و با توجه به اینکه این رودخانه در مسیر دسترسی شهرهای غرب استان تهران جریان دارد، سیر تحول طبیعی و تدریجی آن مختل گردیده که این دگرگونی، رودخانه را از حالت طبیعی خود خارج نموده است. در این پژوهش به شناسایی عوامل مؤثر بر کیفیت ژئومورفولوژی رودخانه وردآورد پرداخته شده و با استفاده از شاخص MQI کیفیت مورفولوژی رودخانه ارزیابی شده است. در این روش، رودخانه وردآورد به ۹ بازه مطالعاتی تقسیم شده است و سه مؤلفه اصلی کیفیت عملکرد ژئومورفولوژیکی، سازه‌های مصنوعی و تعدیل کانال در قالب ۲۸ شاخص مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد به علت توسعه شهری تهران و تغییرات مصنوعی زیاد در کانال رودخانه وردآورد بازه‌های ۱،۳،۴،۶،۷ به دلیل دخالت‌های زیاد انسان و کانال‌کشی مسیر رودخانه امتیاز ۰/۲ را کسب نموده و در طبقه خیلی ضعیف قرار گرفته است. بازه‌های ۲ و ۵ امتیاز ۰/۳ را کسب نموده و در طبقه ضعیف قرار گرفته است و بازه‌های ۸ و ۹ به دلیل دخالت‌های کم انسان و طبیعی ماندن مسیر رودخانه امتیاز ۰/۶ را کسب نموده و در طبقه متوسط از لحاظ کیفیت مورفولوژیکی قرار گرفته است.

استناد: میرزایی، نگار؛ احمدآبادی، علی؛ افتخاری، سید مروت و لطفی، الهه (۱۴۰۳). ارزیابی و پهنه‌بندی کیفیت ژئومورفولوژی رودخانه وردآورد تهران. *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۷۵ (۲۴)، ۲۱۳-۱۹۶.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.75.25

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

مقدمه

رودخانه‌ها شریان‌های حیاتی زمین و طبیعت هستند که در گذر زمان‌های طولانی با یک ساختار هندسی طبیعی شکل‌گرفته و بالطبع در یک سیر طبیعی تحول‌یافته‌اند. با گسترش تجمعات انسانی و توسعه شهری و نیاز انسان‌ها به منابع بیشتر و بهره‌برداری از منابع عرصه زمین به نفع خود، رودخانه‌ها نیز از این مسئله مبرا نبوده و همواره تحت تأثیر دخالت‌های انسان قرار گرفته‌اند. در عصر حاضر یکی از عوامل تعیین‌کننده نوع رودخانه‌ها نقش عوامل انسانی مانند؛ تغییر کاربری اراضی، راه‌سازی و شهرسازی در فرآیند تغییرات هیدروژئومورفیک[1] رودخانه‌هاست که علاوه بر وضعیت هیدرولوژیکی[2] روی وضعیت مورفولوژیکی[3] و اکولوژیکی[4] رودخانه اثر می‌گذارد (اوناق و میرکریمی، ۲۰۰۸: ۲۶۵)[5]. قلمرو رودخانه‌ها با احداث و گسترش راه‌های ارتباطی، افزایش ساختمان‌سازی، تجاوز به حریم رودخانه، تغییر مسیر و مسدود کردن جریان رودخانه، تخریب جنگل، عدم رعایت فاصله چرا و در نتیجه تخریب مراتع و پوشش گیاهی شاهد تغییراتی در زمینه‌های کمی و کیفی بوده که مهم‌ترین پیامدهای این امر، تغییر در دبی و رسوب ورودی به مجرای رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی و اکولوژیکی آن می‌باشد. برای بهره‌برداری بهینه و طولانی‌مدت و حفظ پایداری رودخانه، وجوه مختلفی مثل مدیریت آب، مهندسی رودخانه و مدیریت ژئومورفولوژیک[6] رودخانه تحت عنوان مدیریت رودخانه مطرح گردید. از یک‌سو رودخانه‌ها در طول زمان همواره به‌طور طبیعی دچار تحولات اساسی و دستخوش تغییر در کناره‌ها و بستر خود هستند از طرفی دیگر دخالت‌ها و فعالیت‌های بشری که ذکر گردید می‌تواند موجب تغییر در ویژگی‌های ژئومورموفولوژیک رودخانه شود؛ بنابراین شناخت این تغییرات می‌تواند در مدیریت بهینه رودخانه به تصمیم گیران و مدیران کمک نماید. با توجه به اینکه اکثر رودخانه‌ها بر روی مخروط‌افکنه‌ها جریان دارند، به‌واسطه وسعت منابع و نیز دسترسی به آن‌ها و همین‌طور اقلیم مناسب، مراکز تجمع انسانی و سکونتگاهی از دیرباز بر روی مخروط‌افکنه‌ها استقرار یافته و همواره رشد داشته‌اند. شهرها به‌منظور دستیابی به امکانات بهتر اقدام به اجرای طرح‌های آب مثل؛ سدها، احداث پل و ایستگاه‌های پمپاژ، مراکز صنعتی یا تفریحی بر روی رودخانه‌ها و حاشیه آن‌ها می‌کنند.

رودخانه وردآورد در غرب شهر تهران قرار دارد که همه مسیرهای دسترسی به مناطق غربی شهرهای استان تهران و استان‌های مجاور غربی از روی این رودخانه عبور می‌کنند و مدیریت شهری به جهت سهولت دسترسی بهتر اقدام به احداث پل‌های متعددی بر روی آن نموده که یکی از عوامل دخالت انسانی در جریان طبیعی رودخانه محسوب می‌گردد و همین امر و توسعه کالبدی شهر تهران، منجر به تغییراتی در بستر هیدرولوژیک، مورفولوژیک و نیز در ماهیت ژئومورفولوژیک رودخانه وردآورد شده است. به همین دلیل توجه و شناخت کیفیت ژئومورفولوژی[7] و رفتارهای تغییر یافته رودخانه وردآورد تحت تأثیر توسعه شهری به‌منظور پیش‌بینی رفتار جریان آن در جهت ارتقاء مدیریت رودخانه و احیای آن با توجه به موقعیت و اهمیت این رودخانه به‌منظور انجام اقدامات پیشگیرانه امری ضروری و قابل‌توجه است.

با توجه به اهمیت رودخانه‌ها در طی سال‌های اخیر مطالعات و تحقیقات متعددی در این زمینه در سطح ایران و جهان صورت گرفته است ولی در مورد ارزیابی ژئومورفولوژی رودخانه‌های شهری بررسی‌های زیادی صورت نگرفته است و این نوع مطالعات نسبتاً جدید است. در مورد طبقه‌بندی رودخانه‌ها بررسی‌های زیادی صورت گرفته و جدیدترین طبقه‌بندی توسط (رینالدی و همکارانش، ۲۰۱۳)[8] در مورد شاخص کیفیت مورفولوژیکی (MQI)[9] رودخانه‌ها در کشور ایتالیا ارائه‌شده که به

1. Hydrogeomorphic
2. Hydrological
3. Morphological
4. Ecological
5. Ounagh and Mirkarimi
6. Geomorphological
7. Geomorphology quality
8. Rinaldi et al
9. Morphological Quality Index

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

تحلیل شرایط مورفولوژیکی رودخانه‌ها می‌پردازد و پس‌ازآن تحقیقات مختلفی در ایران و جهان به‌ویژه در کشورهای اروپایی با استفاده از این روش انجام شده است (کرم،۱۳۹۹) که در ادامه به برخی از آن‌ها می‌پردازیم:

در زمینه شاخص کیفیت مورفولوژیک (MQI)، اسماعیلی و ولی خانی (۱۳۹۳) در مقاله‌ای به ارزیابی و تحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه لاویج با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی MQI پرداختند و در نتیجه بررسی آن‌ها بازه‌های ۱،۳،۴،۵ دارای کیفیت بسیار خوب و بازه ۲ دارای کیفیت خوب و بازه ۶ دارای کیفیت ضعیف‌تر هستند. نصرتی و همکاران (۱۳۹۸)، در ارزیابی شرایط هیدروژئومورفولوژی رودخانه طالقان با استفاده از شاخص کیفی مورفولوژیک MQI با بهره‌برداری از عوامل مؤثر بر رودخانه، شامل دخالت‌های انسانی، پوشش گیاهی و پیوستگی فرآیندهای رودخانه‌ای ۶ بازه در بالادست رودخانه مشخص کردند و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی میزان MQI را برای هر بازه مشخص کردند. ایلانلو و کرم (۱۳۹۹) به ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیک بخش‌هایی از رودخانه جاجرود تهران با روش MQI پرداختند و نتیجه گرفتند تمامی بازه‌ها دارای کیفیت ضعیف و خیلی ضعیف هستند. یعقوب نژاد و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به مقایسه شرایط مورفولوژیک در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ رودخانه طالقان با روش MQI پرداختند و نتیجه گرفتند که در مدت‌زمان ده سال شرایط مورفولوژیک رودخانه بدتر شده و بازه‌های دارای کیفیت متوسط جای خود را به بازه‌های دارای کیفیت ضعیف داده‌اند. در روش‌های دیگر ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی لایقی و کرم (۱۳۹۳) به طبقه‌بندی هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با استفاده از مدل روزگن پرداخته‌اند. محدوده موردمطالعه آن‌ها رودخانه جاجرود حدفاصل سد لتیان و سد ماملو بوده است. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد بخش اعظم بازه مطالعاتی دارای الگوی DA است و بخش کمی دارای الگوی B با وضعیت بسیار نامطلوبی است. اسماعیلی و حسین زاده (۱۳۹۴) در تحقیق خود حوضه‌ی آبریز لاویج رود در البرز شمالی را با استفاده از روش‌های روزگن و استیل رود طبقه‌بندی کرده‌اند. چهارچوب استیل رود دارای چهار مرحله است که در این تحقیق فقط مرحله‌ی اول موردتوجه قرارگرفته است. آن‌ها در سیستم طبقه‌بندی روزگن فقط گروه A این روش را درست شناسایی کرده‌اند و بقیه بازه‌ها در هیچ گروه مشخصی قرار نگرفته‌اند. عامل اصلی این عدم تطبیق پارامترهای شیب و سینوزیته بوده‌اند.

کامپانا و همکاران (۲۰۱۴)[10]، به ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخانه اهر در جنوب تیرول در ایتالیا پرداختند. نتایج این کار نشان می‌دهد که به‌منظور دستیابی به تغییرات مربوطه از نظر کیفیت مورفولوژیکی، حذف عناصر مصنوعی، عریض کردن کانال و بالا بردن بستر رودخانه به‌اندازه کافی برای ارتقای فرآیندهای حمل‌ونقل انواع رسوب در یک حد مشخص انجام شود. باید ارتباط بین تغییرات و تأثیرات مرتبط مشخص شود. باربارا بلتی و همکاران (۲۰۱۷)[11]، نیز طی یک مطالعه، روش جدیدی برای بررسی و طبقه‌بندی واحدهای ژئومورفیک ارائه دادند که در نتیجه ارزیابی پیوند واحدهای ژئومورفیک و زیستگاه‌های فیزیکی حاصل شد. این روش برای تجزیه‌وتحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه در یک چهارچوب سلسله مراتبی چند متغیره تعبیه شده است. این روش با ترکیب و تجزیه‌وتحلیل سنجش‌ازدور و بررسی میدانی، با توجه به مقیاس مکانی و سطح توضیحات موردنیاز استفاده می‌شود. این روش از ارزیابی یکپارچه هیدرومورفولوژیکی در مقیاس قابل‌دسترس پشتیبانی می‌کند و به برقراری ارتباط بهتر بین شرایط هیدرومورفولوژیکی در مقیاس قابل‌دسترس، ویژگی‌های واحدهای ژئومورفیک و شرایط بیولوژیکی[12] مرتبط با آن کمک می‌کند. رینالدی و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی رودهای اروپایی به این نتیجه رسیدند که برای طبقه‌بندی و نظارت بر وضعیت رودها و برای حمایت از اقدامات پایدار مدیریتی، ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی ضروری به نظر می‌رسد و شاخص کیفیت مورفولوژیکی (MQI) به‌طور مؤثری می‌تواند پروژه‌های ترمیم، بازیابی و ارزیابی اثرات را پشتیبانی کرده و درک صحیحی از شرایط رودخانه و علل تغییرات و همچنین، مداخلات انسان را نشان

[10]. Campana et al
[11]. Belletti, Barbara et al
[12]. Biologically

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

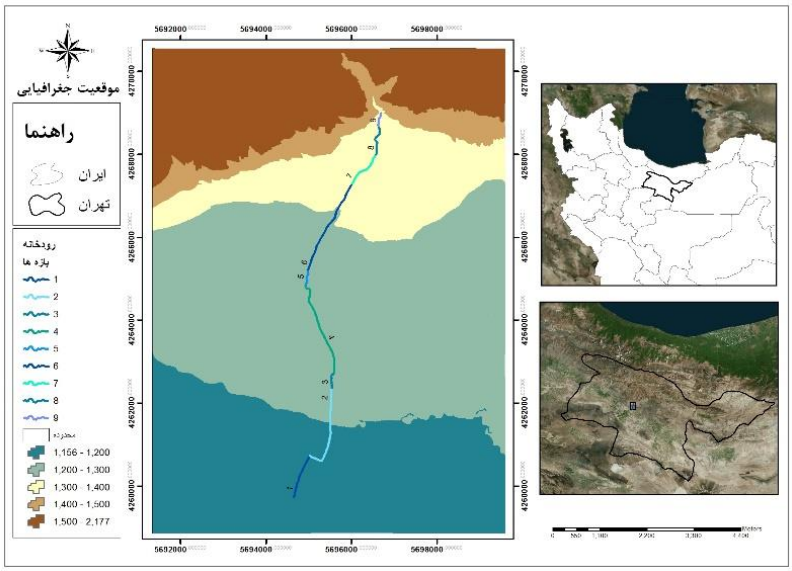
دهد. برونو گلفیری و همکاران (۲۰۱۸)[13]، با مقایسه سه شاخص بیوتیکی[14] و شاخص ژئومورفولوژیکی رودخانه در سه رودخانه شمال ایتالیا برای بررسی تغییرات عملکرد رودخانه‌ها دریافتند میان شاخص کیفیت مورفولوژیکی رودخانه MQI و یکی از شاخص‌های بیوتیکی QRI رابطه نزدیکی وجود دارد. هدف پژوهش حاضر بررسی و ارزیابی شرایط کیفیت مورفولوژی بستر و حریم رودخانه وردآورد است تا شرایط و مشکلات این رودخانه از لحاظ مورفولوژیک مطرح شود (شکل (۳)) و برنامه ریزان و مدیران با علم به این مشکلات در راستای ساماندهی و احیا رودخانه اقدامات لازم را انجام دهند. هدف این تحقیق، ارزیابی کیفیت ژئومورفولوژی رودخانه وردآورد با استفاده از روش MQI است و به بررسی کیفیت مورفولوژیک رودخانه برای کمک به مدیریت بهتر می‌پردازد.

روش‌شناسی

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

رودخانه وردآورد در غرب تهران و به فاصله ۱۰ کیلومتری از رودخانه کن قرار دارد. سرچشمه این رودخانه از روستای وردیج شروع شده، پس از ورود به منطقه ۲۲ و عبور از منطقه ۲۱ شهر تهران به شاخه شرقی رودخانه کرج می‌پیوندد (بنی حبیب و جمالی، ۱۳۹۳). این رودخانه از ارتفاعات شمال وردآورد و ازگی سرچشمه گرفته، پس از وارد شدن به منطقه شهری از بزرگراه شهید خرازی، بزرگراه همت (اتوبان شهید همدانی)، آزادراه تهران-کرج، جاده مخصوص (بزرگراه شهید لشگری) و جاده قدیم (بزرگراه فتح) عبور کرده و وارد زمین‌های کشاورزی جنوب منطقه ۲۱ می‌گردد. این رودخانه در ابتدا کاملاً بازسازی‌شده و تا قبل از تقاطع با آزادراه تهران-کرج به‌صورت کانال مستطیلی درآمده است. بعدازآن رودخانه با مقطع طبیعی خود ادامه پیدا می‌کند اشکال (۱ و ۲).

با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به جانمایی مناطق مسکونی جدید و نیز به علت روند افزایشی رشد حوضه شهری و توسعه شهر تهران به سمت غرب اکنون این رودخانه در فضای شهری قرار گرفته است. علاوه بر این، بارگذاری جمعیت شهر تهران در این حوضه به علت گذر سه بزرگراه مهم و همچنین متروی تهران- کرج در مسیر رودخانه وردآورد از مهم‌ترین عوامل مطالعه این رودخانه می‌باشد.



شکل (۱). نقشه موقعیت جغرافیایی رودخانه وردآورد

[13]. Golfieria, Bruno et al
[14]. Biotics

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

روش انجام پژوهش

کلیت روش انجام پژوهش مبتنی بر ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه وردآورد با روش MQI است. در این پژوهش از روش‌های میدانی و کتابخانه‌ای و توصیفی- تحلیلی برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات استفاده‌شده است.

ابزارهای فیزیکی مورداستفاده در پژوهش نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰، نقشه کاربری اراضی شهری، نقشه شبکه زهکشی و دوربین عکس‌برداری و چک‌لیست‌ها و دستگاه GPS به‌منظور برداشت‌های میدانی می‌باشد و داده‌های مفهومی شامل لایه‌های رقومی شده و کد گزاری شده در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد که از نرم‌افزار Google Earth برای شناسایی و ارزیابی اولیه منطقه و نرم‌افزار Arc GIS 10.7 برای نمایش کیفیت مورفولوژیکی بازه‌ها استفاده شده است.

روش شاخص کیفیت مورفولوژیک رود (MQI) از دو فاز اصلی و چند مرحله فرعی تشکیل شده است. در فاز اول موقعیت عمومی منطقه موردبررسی قرار گرفته و در فاز دوم با استفاده از شاخص‌های مختلف، کیفیت مورفولوژیکی رود مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که در این روش رودخانه را به بازه‌های همگن تقسیم‌بندی می‌کنند و سه مؤلفه اصلی کیفیت عملکرد مورفولوژیکی، سازه‌های مصنوعی و تعدیل کانال موردبررسی قرار می‌گیرد. این سه مؤلفه شامل مجموعه‌ای از ۲۸ شاخص هستند که در آن‌ها پیوستگی طولی و عرضی، الگوی کانال، مقطع عرضی، ساختار بستر و پوشش گیاهی حاشیه رودخانه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

شاخص کیفیت مورفولوژیکی ابتدا در ایتالیا توسط رینالدی و همکارانش در سال ۲۰۱۳ ارائه گردید. پس‌ازآن در سایر کشورهای اروپایی در چهارچوب پروژه بهسازی گسترش یافت و بکار گرفته شد. این شاخص برای رودخانه‌های با انرژی کم به کار گرفته می‌شود (رینالدی و همکاران، ۲۰۱۶).

نتایج و بحث

فاز اول MQI شامل ۴ مرحله می‌باشد؛

مرحله اول: در این مقاله ویژگی‌های طبیعی منطقه موردمطالعه مورد ارزیابی قرار گرفته شده است و رودخانه وردآورد در قسمت دشت و پایکوه رشته‌کوه البرز قرار دارد جدول (۱). مرحله دوم: بازه‌های موردمطالعه در طبقه‌بندی محدودیت جانبی جز رودخانه‌های محدود به‌حساب می‌آیند. مرحله سوم: در این مرحله مورفولوژی کانال بر اساس محدودیت کانال و الگوی پلانیمتری رود جزء رودخانه‌های مستقیم قرار می‌گیرد و در برخی قسمت‌ها کمی پیچانرودی شده است و تمام مسیر رودخانه به‌صورت تک کانالی است. مرحله چهارم: در بازه‌های رودخانه موردمطالعه دشت آبرفتی جدیدی شکل نگرفته است.

جدول (۱). بخش‌بندی و محدوده بازه‌ها و کاربری اراضی آن‌ها

بازه‌ها	بخش	محدوده بازه	کاربری اراضی
۱	دشت	از خیابان جهاد تا نرسیده به پل بزرگراه فتح	در پایین‌دست زمین کشاورزی و در بازه کاربری صنعتی و کارخانه‌ای
۲	دشت	از پل بزرگراه فتح تا نرسیده به بزرگراه شهید لشگری	کاربری‌های صنعتی، فرهنگی، مسکونی، فضای سبز
۳	دشت	از کارخانجات پایین‌دست بزرگراه شهید لشگری تا بزرگراه لشگری	کاربری‌های صنعتی، فرهنگی، مسکونی، فضای سبز
۴	دشت	از بزرگراه شهید لشگری تا آزادراه تهران- کرج	کاربری‌های صنعتی، فرهنگی، مسکونی، فضای سبز
۵	دشت	از آزادراه تهران- کرج تا بعد از پل خط متروی تهران- کرج	کاربری‌های صنعتی، فرهنگی، مسکونی، فضای سبز
۶	پایکوه	از بالای پل خط مترو تهران- کرج تا بعد از اتوبان شهید همدانی	کاربری آموزشی و پژوهشی و در غرب رودخانه کاربری مسکونی
۷	پایکوه	از بعد اتوبان شهید همدانی تا بعد بزرگراه شهید خرازی	کاربری آموزشی و پژوهشی و در غرب رودخانه کاربری مسکونی
۸	پایکوه	از ابتدای شهرک معلم تا بعد مناطق مسکونی	در حال پدید آمدن کاربری‌های مسکونی، تفریحی و گردشگری
۹	پایکوه	از کنار جاده وردیج تا شروع رشته‌کوه البرز	در حال پدید آمدن کاربری‌های مسکونی، تفریحی و گردشگری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

شکل (۲). موقعیت بازه‌های رودخانه و تقاطع با اتوبان‌ها و کاربری اراضی حاشیه آن

فاز دوم: ساختار و شاخص‌های ارزیابی؛

جهت ارزیابی شرایط ژئومورفولوژی رودخانه‌ی وردآورد با استفاده از شاخص کیفی مورفولوژیک (MQI) ابتدا رودخانه وردآورد به نه بازه در جهت جنوب به شمال تقسیم گردید و سپس اقدام به نقشه‌برداری، نمونه‌برداری، مشاهدات میدانی و عکس‌برداری در این بازه‌ها جهت جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات موردنیاز شاخص موردنظر شد.

برای ارزیابی کیفیت مورفولوژیک بازه‌های رودخانه، سه جنبه زیر موردتوجه بوده است:

۱- پیوستگی فرآیندهای رودخانه‌ای (طولی و عرضی).

۲- شرایط مورفولوژیکی کانال، شکل مقطع عرضی و رسوبات بستر.

۳- پوشش گیاهی.

این جنبه‌ها در قالب سه مؤلفه‌ی زیر مورد تحلیل قرار گرفته‌اند:

الف) عملکردهای ژئومورفولوژیکی فرآیندها و اشکال رودخانه‌ای (F). ب) ساختارهای مصنوعی (A). ج) تعدیل کانال (CA).

شاخص ارزیابی کیفیت مورفولوژیک رود

گروه اول شامل شاخص‌های عملکردی ژئومورفولوژیکی است. این مجموعه شاخص‌ها (F1-F13) برای بررسی اینکه آیا اشکال و فرآیندهای کانال منطبق با نوع مورفولوژی مورد انتظار هستند یا خیر، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

شاخص‌های گروه دوم (A1-A12) شاخص‌های مصنوعی هستند و عناصر مصنوعی را در حوضه و امتداد بازه‌ها ارزیابی می‌کنند و این عناصر مصنوعی در سه جنبه پیوستگی (ایجاد سدها و تغییرات دبی و رسوب از بالادست به پایین‌دست)، مورفولوژی (مانند سازه‌های عرضی کف بندها، محافظ‌های کرانه، خاک‌ریزهای مصنوعی و ...) و پوشش گیاهی (جابجایی واریزه‌های چوبی موجود در بازه و قطع و تخریب گیاهان حاشیه رود به‌وسیله‌ی انسان) موردبررسی قرار می‌گیرند.

شاخص‌های گروه سوم (CA1-CA3) تغییرات و تعدیل الگوی کانال، تغییرات عرض و سطح اساس بستر رود را برای رودهای با عرض بیش از ۳۰ متر مورد ارزیابی قرار می‌دهند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

جدول (۲). توصیف شاخص‌ها: شاخص‌های عملکردی ژئومورفولوژیک، مصنوعی و تعدیل کانال (رینالدی و همکاران ۲۰۱۶)

شاخص	مؤلفه	پارامتر ارزیابی	شاخص	مؤلفه	پارامتر ارزیابی
F1	عملکردی	پیوستگی طولی در شاررسوب و چوب	A1	مصنوعی	تغییرات در بالادست جریان رود: (سدها، بندهای انحرافی...)
F2	عملکردی	وجود یک دشت سیلابی جدید،	A2	مصنوعی	تغییر در بالادست دبی رسوب: (سد، بند تنظیمی، سد کوچک)
F3	عملکردی	پیوستگی رودخانه و دامنه و وجود عناصر قطع کننده (مثلاً جاده‌ها)	A3	مصنوعی	تغییر جریان در بازه: مقدار تغییرات دبی به‌وسیله مداخلات انسانی
F4	عملکردی	فرآیندهای پس‌روی کرانه، وجود یا عدم وجود پس‌روی کرانه	A4	مصنوعی	تغییر دبی رسوب در بازه: سازه در امتداد بازه. (بند تنظیمی، سد کوچک)
F5	عملکردی	کریدور فرسایش پذیر (مثلاً محافظ‌های کرانه و خاک‌ریزها) یا مانند جاده‌ها و خانه‌ها	A5	مصنوعی	سازه‌های عرضی: تراکم فضایی سازه‌های عرضی (پل‌ها، پایاب‌ها، پل آب گذر)
F6	عملکردی	پیکربندی بستر مرتبط با شیب دره (یعنی کاسکاد، سکو، چالاب و...)	A6	مصنوعی	حافظت کناره: طول کرانه‌های محافظت‌شده
F7	عملکردی	اشکال و فرآیندهای خاص الگوی کانال	A7	مصنوعی	خاک‌ریزهای مصنوعی
F8	عملکردی	وجود یا عدم وجود اشکال رودخانه در دشت آبرفتی	A8	مصنوعی	تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه
F9	عملکردی	تغییرپذیری مقطع عرضی: وجود یا عدم وجود کانال	A9	مصنوعی	سایر سازه‌های تثبیت‌کننده بستر
F10	عملکردی	ساختار بستر کانال: وجود یا عدم وجود تغییرات رسوبات بستر	A10	مصنوعی	جابجایی رسوبات: وجود معدن ماسه
F11	عملکردی	وجود یا عدم وجود چوب‌های بزرگ در کانال	A11	مصنوعی	جابجایی چوب
F12	عملکردی	محدوده‌ی گیاهان عملکردی	A12	مصنوعی	مدیریت پوشش گیاهی
F13	عملکردی	گسترش خطی پوشش گیاهی عملکردی	CA1	تعدیل کانال	تعدیل الگوی کانال
CA2	تعدیل کانال	تعدیل عرض کانال	CA3	تعدیل کانال	تعدیل سطح اساس بستر

هریک از شاخص‌های ۲۸ گانه تعریف شده در جدول (۲) دارای جداول خاص امتیازدهی هستند که برای هر بازه به‌صورت جداگانه با استفاده از روش‌های مشاهدات میدانی و بررسی تصاویر هوایی و سنجش‌ازدور و GIS ارزیابی می‌شود.

محاسبه شاخص MQI

پس از محاسبه شاخص‌های موردنظر، به‌منظور محاسبه شاخص MQI، ابتدا شاخص MAI محاسبه شده است. شاخص MAI براساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$MAI=Stot/Smax$$ رابطه (۱)

در این رابطه: Stot ← مجموع امتیازات، Smax← حداکثر امتیاز طبقه C هر شاخص است؛ بنابراین دامنه MAI از صفر (بدون تغییرات) تا ۱ (حداکثر تغییرات) شامل می‌شود.

پس از به دست آوردن شاخص MAI، با استفاده از رابطه (۲) شاخص کیفیت مورفولوژیک رودخانه (MQI) محاسبه می‌شود:

$$MQI=1-MAI$$ رابطه (۲)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

بنابراین، شاخص نسبت مستقیمی باکیفیت بازه و نسبت معکوسی با تغییرات بازه دارد و از صفر (حداقل کیفیت) تا ۱ (حداکثر کیفیت) متغیر است. طبق این ساختار، شرایط مرجع، یعنی طبقه A هر شاخص برابر است با MQI=1 که به‌صورت زیر مشخص می‌شود:

۱. عملکرد کامل فرآیندهای ژئومورفیک در طول بازه.
۲. عدم وجود یا وجود ناچیز عناصر مصنوعی در طول بازه یا کمی گسترش در سطح حوضه (برحسب شار جریان آب و رسوب).
۳. عدم وجود تعدیل‌های مشخص در کانال (پیکربندی بستر، عرض و ارتفاع بستر) دریک دوره زمانی حدود ۱۰۰ سال.

۱. در نهایت مقادیر MQI به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود:
۱. خیلی خوب: درصورتی‌که مقادیر MQI بیشتر از ۰/۸۵ باشد.
۲. خوب: درصورتی‌که مقادیر MQI بین ۰/۷ تا ۰/۸۵ باشد.
۳. متوسط: درصورتی‌که مقادیر MQI بین ۰/۵ تا ۰/۷ باشد.
۴. ضعیف: درصورتی‌که مقادیر MQI بین ۰/۳ تا ۰/۵ باشد.
۵. خیلی ضعیف: درصورتی‌که مقادیر MQI کمتر از ۰/۳ باشد.

پس از مشاهدات میدانی و امتیازدهی و محاسبات شاخص کیفی مورفولوژیک (MQI) در رودخانه وردآورد امتیاز هرکدام از بازه‌ها در جدول (۳) محاسبه شده و با توجه به امتیازات، کیفیت مورفولوژیکی هر بازه به‌دست‌آمده است:

جدول (۳). نتایج محاسبه شاخص کیفیت مورفولوژیک (MQI) بازه‌های موردمطالعه و ارزیابی آن‌ها

بازه	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	8R	9R	1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L	9L
جمع امتیازات	103	86	99	105	93	105	105	54	56	103	86	99	105	93	103	105	54	56
جمع طبقه C	81	37	71	81	55	81	81	22	27	81	37	71	81	55	76	81	22	27
MQI	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.6	0.6	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.6	0.6
کیفیت	خیلی ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	متوسط	خیلی ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	متوسط

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

شکل (۳). نمونه‌هایی از تغییرات در بستر رودخانه؛ الف) محافظ کرانه به‌صورت دیواره بتنی. ب) پایه‌های پل دانش در مسیر رودخانه. ج) پایه‌های پل بزرگراه شهید خرازی در مسیر رودخانه. د) کانال‌کشی بتنی در کف و کناره رودخانه.

شرایط بازه‌ها بر اساس شاخص کیفی مورفولوژیک رود به‌صورت زیر تشریح می‌شود:

بازه ۱ در پایین‌دست پل بزرگراه فتح قرار دارد و به‌طورکلی بعد از احداث جاده قدیم کرج (بزرگراه فتح) و احداث کارخانجات در حریم رودخانه؛ رودخانه در این بازه تبدیل به نهر آب شده است و از نظر شاخص عملکردی تغییرات زیادی در پیوستگی طولی وجود دارد که از عبور سیلاب جلوگیری می‌کند و به دلیل وجود بستر مصنوعی دگرگونی کامل اشکال بستر و همچنین تغییرات رسوبات گسترده به‌صورت رخنمون‌های سنگی مشاهده می‌شود و همچنین دارای دیواره به‌صورت سنگچین می‌باشد و از نظر شاخص مصنوعی تغییرات جریان و تغییرات دبی قابل‌ملاحظه می‌باشد و همچنین تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی تغییر الگوی کانال مشابه و تغییرات متوسط در عرض کانال و تغییرات محدود در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۱ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۲ و کیفیت خیلی ضعیف می‌باشد. بازه ۱ با چالش‌های متعددی در خصوص تعرض به حد و بستر و شاخه‌های اصلی و فرعی رودخانه روبه‌رو است و عدم همکاری نهادهای نظامی و دولتی متعرض به حریم و بستر، چالش ایمنی در این بازه را دامن می‌زند شکل (۴).

بازه ۲ در بالای پل بزرگراه فتح قرار دارد و تا نرسیده به اتوبان شهید لشگری امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در این بازه پیوستگی طولی با تغییرات کم وجود دارد که جلوی عبور سیلاب را نمی‌گیرد و اشکال بستری نیز ناسازگار با میانگین شیب دره هستند همچنین تغییرات رسوبات گسترده به‌صورت رخنمون‌های سنگی مشاهده می‌شود و دارای کانال به‌صورت دیواره سنگچین می‌باشد و از نظر شاخص مصنوعی دارای تغییرات جریان و تغییرات دبی مهمی می‌باشد و همچنین تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی تغییر الگوی کانال مشابه و تغییرات متوسط در عرض کانال و تغییرات محدود در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۲ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۳ و کیفیت ضعیف می‌باشد. در بازه ۲ از دست رفتن بستر طبیعی رودخانه در اثر احداث مستحدثات واقع در حریم و بستر و انسداد مسیر طبیعی رودخانه توسط مجتمع صنعتی نورد و مسائل زیست‌محیطی این بازه نیز به دلیل تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و همچنین استقرار صنایع در بخش مخروط‌افکنه‌ای رودخانه از موارد قابل‌توجه در این خصوص می‌باشند شکل (۵).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

شکل (۴). تصویر هوایی مسیر بازه ۱

شکل (۵). تصویر هوایی مسیر بازه ۲

بازه ۳ از کارخانجات پایین‌دست اتوبان شهید لشگری شروع شده و تا اتوبان شهید لشگری امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در بازه ۳ نیز همانند بازه ۲ پیوستگی طولی با تغییرات کم وجود دارد که جلوی عبور سیلاب را نمی‌گیرد و به دلیل وجود بستر مصنوعی دگرگونی کامل اشکال بستر و همچنین تغییرات رسوبات گسترده به‌صورت رخنمون‌های سنگی مشاهده می‌شود و دارای کانال به‌صورت دیواره سنگچین می‌باشد و از نظر شاخص مصنوعی تغییرات جریان و تغییرات دبی قابل‌ملاحظه می‌باشد و همچنین تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی تغییر الگوی کانال مشابه و تغییرات متوسط در عرض کانال و تغییرات محدود در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۳ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۲ و کیفیت خیلی ضعیف می‌باشد شکل (۶).

بازه ۴ از بالادست اتوبان شهید لشگری شروع شده و تا اتوبان تهران- کرج امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در این بازه تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در پیوستگی طولی وجود دارد که از حرکت رسوب و چوب جلوگیری می‌کند و به دلیل وجود بستر مصنوعی دگرگونی کامل اشکال بستر و همچنین تغییرات رسوبات گسترده به‌صورت رخنمون‌های سنگی مشاهده می‌شود و دارای کانال به‌صورت دیواره بتنی می‌باشد و از نظر شاخص مصنوعی تغییرات جریان و تغییرات دبی قابل‌ملاحظه می‌باشد و همچنین تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی تغییر الگوی کانال مشابه و تغییرات متوسط در عرض کانال و تغییرات محدود در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۴ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۲ و کیفیت خیلی ضعیف می‌باشد شکل (۷).

شکل (۶). تصویر هوایی مسیر بازه ۳

شکل (۷). تصویر هوایی مسیر بازه ۴

بازه ۵ از اتوبان تهران- کرج شروع شده و تا بعد از پل خط متروی تهران- کرج امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در این بازه پیوستگی طولی با تغییرات کم وجود دارد که جلوی عبور سیلاب را نمی‌گیرد و اشکال بستری نیز ناسازگار با میانگین شیب دره هستند. همچنین تغییرات رسوبات گسترده به‌صورت رخنمون‌های سنگی مشاهده می‌شود و دارای کانال به‌صورت دیواره بتنی می‌باشد و از نظر شاخص مصنوعی دارای تغییرات جریان و تغییرات دبی مهمی می‌باشد و همچنین تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی تغییر الگوی کانال مشابه و تغییرات متوسط در عرض کانال و تغییرات محدود در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۵ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۳ و کیفیت خیلی ضعیف می‌باشد شکل (۸).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

شکل (۸). تصاویر هوایی و میدانی مسیر بازه ۵

بازه ۶ از بالای خط متروی تهران- کرج شروع شده و تا بعد از اتوبان شهید همدانی امتداد دارد و بازه ۷ نیز از نرسیده به اتوبان شهید خرازی شروع شده و تا بعدازآن امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در بازه‌های ۶ و ۷ پیوستگی طولی با تغییرات کم وجود دارد که جلوی عبور سیلاب را نمی‌گیرد و به دلیل وجود بستر مصنوعی دگرگونی کامل اشکال بستر و همچنین تغییرات رسوبات گسترده به‌صورت رخنمون‌های سنگی مشاهده می‌شود و همچنین دارای کانال به‌صورت دیواره بتنی می‌باشد و از نظر شاخص مصنوعی تغییرات جریان و تغییرات دبی قابل‌ملاحظه می‌باشد و همچنین تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه‌های مورد ارزیابی تغییر الگوی کانال مشابه و تغییرات متوسط در عرض کانال و تغییرات محدود در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۶ و ۷ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۲ و کیفیت خیلی ضعیف می‌باشد. در بازه ۷ با توجه به خطرات ناشی از وقوع سیلاب به دلیل تغییرات حریم و بستر و استقرار پل‌های بزرگراه شهید خرازی در حریم و بستر رودخانه، تأمین ایمنی پایه‌های پل به همراه ایجاد فضاهای سبز حائل بین رودخانه و شبکه بزرگراهی مهم‌ترین رویکردی است که در بازه شماره ۷ می‌توان لحاظ نمود شکل (۹).

شکل (۹). الف ۱) و الف ۲): تصاویر میدانی و هوایی مسیر بازه ۶. ب ۱) تصویر هوایی مسیر بازه ۷.

شکل (۹). ادامه: الف ۳) تصویر میدانی مسیر بازه ۶. ب ۲) و ب ۳) تصاویر میدانی مسیر بازه ۷.

بازه ۸ از ابتدای شهرک بالادست اتوبان شهید خرازی شروع شده و تا بعد از مناطق مسکونی امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در این بازه پیوستگی طولی با تغییرات کم وجود دارد که جلوی عبور سیلاب را نمی‌گیرد و اشکال بستری سازگار با شیب دره هستند و دیواره‌ای در اطراف رودخانه وجود ندارد و رسوبات ریزدانه فراوان در بخش‌های مختلفی از بازه وجود دارد و از نظر شاخص مصنوعی دارای تغییرات جریان و تغییرات دبی مشخصی می‌باشد و تغییرات مصنوعی در کمتر از ۱۰

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

درصد طول بازه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی عدم وجود تغییرات در الگوی کانال، تغییرات محدود در عرض کانال و تغییرات ناچیز در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۸ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۶ و کیفیت متوسط می‌باشد اشکال (۱۰ الف و ۱۱ الف).

بازه ۹ از کنار جاده وردیج شروع شده و تا ابتدای رشته‌کوه البرز امتداد دارد. از نظر شاخص عملکردی در این بازه تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای در پیوستگی طولی وجود دارد که از عبور سیلاب جلوگیری می‌کند و اشکال بستری سازگار با شیب دره هستند و دیواره‌ای در اطراف رودخانه وجود ندارد و رسوبات ریزدانه فراوان در بخش‌های مختلفی از بازه وجود دارد و از نظر شاخص مصنوعی دارای تغییرات جریان و تغییرات دبی مشخصی می‌باشد و تغییرات مصنوعی در کمتر از ۱۰ درصد طول بازه وجود دارد و از نظر شاخص تعدیل کانال در بازه مورد ارزیابی عدم وجود تغییرات در الگوی کانال، تغییرات محدود در عرض کانال و تغییرات ناچیز در سطح اساس بستر وجود دارد. بازه ۹ از نظر کیفیت مورفولوژیکی (MQI) دارای امتیاز ۰/۶ و کیفیت متوسط می‌باشد. امکانات موجود در این بازه شامل: وجود توپوگرافی مناسب جهت احداث سد تأخیری و کاهش ریسک سیلاب، عدم وجود ساخت‌وسازهای غیرمجاز و کاربری‌های ناسازگار، امکان تأمین آب پایه و تغذیه آبخوان، عبور جاده وردیج به‌عنوان یک معبر شریانی از ضلع غربی بازه می‌باشد. با توجه به امکانات موجود در خصوص بازه شماره ۹ انتظار می‌رود که رودخانه و همچنین اراضی بکر و چشم‌اندازهای طبیعی موجود تا حد امکان حفاظت شوند و جهت جلوگیری از تخریب این ویژگی‌های ارزنده، باید با ایجاد پهنه حفاظتی با غلبه فعالیت‌های تفرجگاهی نسبت به بهره‌گیری از امکانات موجود بهره جست. در این حین توجه به ایمنی و امنیت رودخانه در این بازه به‌عنوان بازه بالادست رودخانه از اهمیت فراوانی برخوردار است اشکال (۱۰ ب ، ۱۱ ب).

شکل (۱۰). الف) تصویر هوایی مسیر بازه ۸. ب) تصویر هوایی مسیر بازه ۹.

شکل (۱۱). الف) تصویر میدانی مسیر بازه ۸. ب) تصویر میدانی مسیر بازه ۹.

و مهم‌تر از همه که باعث شده است این دو بازه (بازه‌های ۸ و ۹) دارای کیفیت مورفولوژیکی متوسط باشند عدم وجود تغییرات مصنوعی و دخل و تصرفات انسانی در حریم این بخش از رودخانه می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

نتیجه‌گیری

تاکنون روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی رودخانه در سراسر جهان به وجود آمده است. از جدیدترین روش‌های طبقه‌بندی رودخانه، روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی است. در روش‌های پیشین مانند؛ روش‌های روزگن و استایل رود اغلب رودخانه‌های طبیعی موردمطالعه قرار گرفته‌اند، اما روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی (MQI)، دارای ۲۸ شاخص دقیق است و مشخصاً به بررسی کیفیت مورفولوژی رودخانه می‌پردازد و همچنین به ارزیابی بازه‌های رودخانه‌ای که تحت تأثیر دخالت‌ها و عوامل انسانی و تغییرات ناشی از آن قرار گرفته‌اند نیز می‌پردازد. با توجه به مطالعات و بررسی‌های میدانی و عکس‌برداری از بازه‌های موردمطالعه و با استفاده از تصاویر هوایی و نقشه‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزار ArcGis و ارزیابی ۲۸ شاخص کیفیت مورفولوژیکی که شامل شاخص‌های عملکردی، مصنوعی و تعدیل کانال می‌باشد و با توجه به امتیازات به‌دست‌آمده از بازه‌ها بر اساس توضیحات شاخص‌ها و همچنین شرایط طبیعی محدوده و رودخانه و عوامل انسانی تأثیرگذار بر روند تغییرات رودخانه نتیجه‌گیری می‌شود که در بازه‌های ۱،۳،۴،۵،۶،۷ کیفیت مورفولوژیکی خیلی ضعیف می‌باشد و در بازه ۲ نیز ضعیف می‌باشد و علت عمده ضعیف بودن کیفیت مورفولوژیکی اقدامات انسانی و تغییرات مصنوعی مانند کانال‌کشی طول مسیر رودخانه در بازه‌های نامبرده می‌باشد. بازه‌های ۸ و ۹ نسبت به بازه‌های ۱ تا ۷ دارای کیفیت مورفولوژیکی متوسط هستند و علت کیفیت مورفولوژیکی بهتر بازه‌های بالادست رودخانه عدم دخالت اقدامات انسانی و فعالیت‌های توسعه شهری می‌باشد و بستر رودخانه حالت طبیعی خود را حفظ کرده و کانال‌کشی نشده است. از مهم‌ترین عوامل این تغییرات تأثیرات شهرنشینی و توسعه شهری و عملیات‌های راه‌سازی و ساخت اتوبان‌های متعدد و گسترش شهر تهران به سمت غرب و احداث پل‌ها و تقسیمات موردنیاز سکونتگاهی به‌منظور عبور و مرور و دسترسی شهرهای کرج و تهران بین سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۴۰۰ شمسی می‌باشد که این امر منجر به تخریب مورفولوژی طبیعی رودخانه شده است و در نهایت با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته بازه‌های ۱ تا ۷ به علت دخالت‌های انسانی به‌صورت ساخت مناطق صنعتی و مسکونی و ایجاد بزرگراه‌های جدید بر روی رودخانه و ایجاد تغییرات مصنوعی در کانال رودخانه دارای کیفیت مورفولوژیکی پایین و خیلی ضعیف هستند و بازه‌های بالادست (۸ و ۹) به علت عدم وجود ساخت‌وسازهای صنعتی در حریم و محدوده رودخانه و طبیعی ماندن بستر رودخانه نسبت به بازه‌های پایین‌دست (۱ تا ۷) دارای کیفیت مورفولوژیکی متوسط و بهتری می‌باشند. به‌طورکلی رودخانه وردآورد در مجموع از لحاظ کیفیت مورفولوژیکی ضعیف ارزیابی می‌شود. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس روش (MQI) در رودخانه وردآورد با نتایج به‌دست‌آمده توسط کرم، صفاری و الهیاری (۱۴۰۰) که از روش (MQI) برای تحلیل شرایط مورفولوژیک کریدور رودخانه کن استفاده کرده‌اند، مقایسه شد و نتایج مشابه را نشان داد که نشانگر این است که این روش در این محدوده کارایی دارد و رودخانه‌های این منطقه که تحت تأثیر دخالت‌های انسانی دچار تغییرات بستر زیادی شده‌اند، دارای کیفیت ضعیف هستند. از دلایل اصلی مشکلات رودخانه از جمله ضعیف بودن کیفیت مورفولوژیکی آن خارج شدن رودخانه از حالت طبیعی و کانالیزه شدن آن است و چند نمونه از راهکارهای پیشنهادی در راستای ساماندهی رودخانه موردمطالعه، برگرداندن رودخانه به حالت تقریباً طبیعی و جمع‌کردن تأسیسات و مناطق مسکونی از حریم رودخانه و ایجاد فضای سبز در حاشیه رودخانه است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

منابع

احمدآبادی، علی؛ کرم، امیر؛ پوربشیر هیر، محسن (۱۳۹۴). اولویت‌بندی واحدهای پاسخ هیدرولوژیک از نظر نیاز به عملیات آبخیزداری در حوضه آبخیز لتیان، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۵(۳۹)، ۷۴-۵۷.

اسماعیلی، رضا؛ حسینزاده، محمدمهدی (۱۳۹۴). مقایسه روش‌های روزگن و استیل رود در طبقه‌بندی رودخانه‌های کوهستانی، مطالعه موردی: البرز شمالی، حوضه آبریز لاویج، *پژوهش‌های دانش زمین*، ۶(۲۱)، ۷۹-۶۴.

اسماعیلی، رضا؛ ولی خانی، ساره (۱۳۹۳). ارزیابی و تحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه لاویج با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی، *مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۲(۴)، ۵۳-۳۷.

ایلانلو، مریم؛ کرم، امیر (۱۳۹۹). ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با استفاده از روش MQI، *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۰(۵۶) ۶۵-۵۳.

بنی حبیب، م.ا.، جمالی، ف.س (۱۳۹۳). تعیین رویکردهای کنترل جریان زباله در یک رودخانه شهری، *سومین همایش ملی مدیریت و مهندسی سیل با رویکرد سیلاب شهری*، تهران.

کرم، امیر (۱۳۹۹). ژئومورفولوژی رودخانه‌ای، ارزیابی شرایط مورفولوژیکی رودخانه‌ها، *انتشارات جهاد دانشگاهی استان البرز، خوارزمی، تهران*.

لایقی، صدیقه؛ کرم، امیر (۱۳۹۳). طبقه‌بندی هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با مدل روزگن، *مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۳(۳) ۱۴۳-۱۳۰.

نصرتی، کاظم؛ رستمی، میلاد؛ اطمینان، زهرا (۱۳۹۸). ارزیابی شرایط هیدروژئومورفولوژی رودخانه‌ی طالقان با استفاده از شاخص کیفی مورفولوژیک، مجله هیدروژئومورفولوژی، ۶(۲۱) ۱۵۴– ۱۳۳.

یعقوب نژاد، نازیلا؛ اسفندیاری، فریبا؛ اصغری، صیاد؛ کرم، امیر (۱۳۹۹). ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶، *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۹(۱) ۸۵-۶۷.

Ahmedabadi, Ali; Karam, Amir; Pourbashir Hir, Mohsen (2014). Prioritization of hydrological response units in terms of the need for water management operations in the Letian watershed, Applied Research Journal of Geographical Sciences, 15(39), 57-74. (*in Persian*)

Bani Habib, M.A., Jamali, F.S. (2014). Determining waste flow control approaches in an urban river, the third national conference on flood management and engineering with an urban flood approach, Tehran. (*in Persian*)

Belletti, Barbara, Rinaldi, Massimo, Bussettini, Martina, Comiti, Francesco, M. Gurnell, Angela, Mao, Luca, Nardi, Laura, Vezza, Paolo.2017, Characterising physical habitats and fluvial hydromorphology: A new system for the survey and classification of river geomorphic units, *Journal Geomorphology*, Vol (283): 143–157. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.01.032

Campana, Daniela, Marchese, Enrico, I, Joshua. Theule, Comiti, Francesco, (2014), Channel degradation and restoration of an Alpine river and related morphological changes, *Journal Geomorphology*, (221): 230–241. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.06.016

Golfieria, Bruno, Suriana, Nicola, Hardersen, Sönke, (2018), towards a more comprehensive assessment of river corridor conditions: A comparison between the Morphological Quality Index and three biotic indices, *journal Ecological Indicators*, (84):525-534. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.011

Ilanlo, Maryam; Karam, Amir (2019). Evaluation of hydromorphological conditions of Jajroud river using MQI method, Journal of Applied Research in Geographical Sciences, 20(56) 53-65. (*in Persian*)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]

Ismaili, Reza; Hosseinzadeh, Mohammad Mehdi (2014). Comparison of Rosegen and Steel Road methods in the classification of mountain rivers, case study: Northern Alborz, Lavij watershed, Science Science Research, 6(21), 64-79. (*in Persian*)

Ismaili, Reza; Wali Khani, Sara (2013). Evaluation and analysis of the hydromorphological conditions of Lovej River using the morphological quality index, Journal of Quantitative Geomorphology Research, 2(4), 37-53. (*in Persian*)

Karam, Amir (2019). River geomorphology, evaluation of morphological conditions of rivers, Alborz Province Academic Jihad Publications, Kharazmi, Tehran. (*in Persian*)

Laighi, Siddiqa; Karam, Amir (2013). Hydrogeomorphological classification of Jajrud river with Rosegen model, Journal of Quantitative Geomorphology Research, 3(3) 130-143. (*in Persian*)

Nosrati, Kazem; Rostami, Milad; Zazarat, Zahra (2018). Evaluation of hydrogeomorphological conditions of Taleghan river using qualitative morphological index, Journal of Hydrogeomorphology, 6(21) 133-154. (*in Persian*)

Ounagh, m and s.h mir karimi, 2008. Leading sustainable development in golistan province (natural basin logestic), *2nd conference of golistan province capabilities*, 265-275.

Rinaldi, M., Belletti, B., Bussettini, M., Comiti, F., Golfieri, B., Lastoria, B., Marchese, E., Nardi, L., Surian, N., (2017); New tools for the hydromorphological assessment and monitoring of European streams, *Journal of Environmental Management*, Volume 202 (2), pp: 363-378. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.036

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M (2013); "A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river management", *Journal of Geomorphology*, pp: 122 – 136. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.010

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M., (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI), *Geomorphology* 180–181, 96–108. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.09.009

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M., (2016). Guidebook for the evaluation of stream morphological conditions by the Morphological Quality Index (MQI), *Geomorphology*, 180-181, 96-108. https://www.researchgate.net/publication/322012176

Yaqub Nejad, Nazila; Esfandiari, Fariba; Asghari, fisherman; Karam, Amir (2019). Evaluation of the morphological condition of Taleghan River in the period from 2006 to 2016, Quantitative Geomorphology Research, 9(1) 67-85. (*in Persian*)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.24.75.25]