

Evaluation and analysis of the quality of geomorphology of Qarasu River in the area of Kermanshah city

Fateme Emadoddin ^a , Ali Ahmadabadi ^{b,*} , Peyman Rezaie ^c 

^a Ph.D Student in Geomorphology, Geographical Science Department, Faculty of Natural Geography, University of Kharazmi, Tehran.

^b Associate professor, Geographical Science Department, Faculty of Natural Geography, University of Kharazmi, Tehran.

^c Ph.D student in Geomorphology, Geographical Science Department, Faculty of Natural Geography, University of Kharazmi, Tehran.

Research Full Paper

Article History (Received: 2023/03/15)

Accepted: 2024/02/8)

Extended abstract

1- Introduction

Urban rivers originated or flew in urban area, Man-made canals which have characteristics of natural rivers, are types of urban rivers as well. The urban river landscape is an important physical element and a kind of ecological corridor in urban landscapes. River corridors play important roles such as providing habitats, acting as filters and barriers, being water sources and water sink and etc (Forman and Godron, 1986). They also increase supply water resources and transportation ways, urban landscape diversity. Moreover urban rivers enrich the life of urban citizens and contribute to stability, comfort, and sustainability in urban development (Cook, 1991; Baschak LA, Brown, 1995). Due to heavy disturbances throughout the urbanization process, urban rivers have become one of the most intensively influenced areas in the interaction between humans and natural processes. Human activities have drastically changed the structure and function of urban river landscape (Yue, 2012). Many methods have been presented to evaluate and monitor the morphology of rivers, which have variations in terms of concepts and goals. One of the most recent of these methods is the Morphological Quality Index (MQI) presented by Rinaldi et al. in 2013. MQI method was assessment the morphological quality of many rivers such as Ahr river in Italy (Campana et al., 2014), Cecina River in Central of Italy (Rinaldi et al., 2017), 122 rivers in Greece (Stefanidis et al., 2022), Lawej river (Esmaeeli and Valikhani, 2014), Taleghan River (Nosrati et al., 2019 and Rezaei et al., 2023) all in Iran.

2- Methodology

In this research, an attempt will be made to investigate the geomorphological condition of the Qarasu River in Kermanshah by using the Morphological Quality Index (MQI) and evaluate the ability of this index to analyze the geomorphological conditions of the urban river. Finally, according to MQI method the difference between the goals of geomorphologists and municipal planners and experts are going to compare and analyze.

According to Rinaldi et al. (2013) we assessed three different hydromorphological features, i.e.,

1. Geomorphic functionality, which is based on the observations of fluvial landforms and processes.
2. Artificiality, which expresses presence, frequency, and spatial continuity of anthropogenic structures and/or activities, which could affect the considered river morphological parameters;
3. River channel changes.

We then calculated the Morphological Alteration Index (MAI) as follows (Rinaldi et al., 2016)

$$MAI = \frac{S_{tot}}{S_{max}}$$

Where Stot is the sum of the scores and Smax is the maximum possible deviation for the given stream typology. The MAI is equal to 1 in a completely unaltered river, while it is equal to 0 in a completely altered river.

The final step was the assessment of the Qarasu River morphological quality by means of the calculation, for

* Corresponding Author: ahamdbadi@knu.ac.ir

each RR, of the Morphological Quality Index (MQI), as follows:

$$MQI = 1 - MAL$$

Based on the MQI values for each RR, we defined the Morphological Quality Classes according to Rinaldi et al. 2016.

3- Results

Firstly, we divide Qarasu river into 5 segments with variable reaches. In the next step, according to the evaluation parameters of each index in the MQI model, and using field visits, satellite images, and analysis of historical aerial photos, each of the study areas was classified into A, B, and C classes. Then the selected segments of Qarasu River in Kermanshah city were scored. Finally, by using the algebraic sum of the points obtained in each interval as well as the total scores of class C (the condition of the river is in a very bad state) and using relations 1 and 2, MAL and MQI indices were calculated for each interval. The results of examining the selected intervals according to the indicators measured in the Morphological Quality Index method are presented in Table 4. According to table 4, only the first segments of Qarasu River in Kermanshah is in poor condition and other segments of the study area are in good condition. It is noteworthy that fourth and fifth Segments are almost in the same conditions and their scores are equal to 0.76. The second segment has the highest score (0.79). Moreover, the field surveys showed that human activities such as construction waste were observed in the Qarasu River in the first and second segments. The goals and priorities of experts and planners of municipalities in urban areas are issues such as citizens' health and safety, protecting the city against floods, communication between the sides of the river, preserving the visual beauty of rivers and finally paying attention to the aspect of tourism. While in the purely geomorphological view of rivers, any interference and possession in the course of rivers is considered to disturb the balance and is not allowed (table 5).

4- Discussion & Conclusions

Due to the supply of agricultural water in the region, the favorable weather and passing through the city of Kermanshah, changes have been made in the bed and channel of the Qarasu River. On the other hand, the bed of this river has changed with the passage of time due to the discharge of construction waste on the side of Qarasu River in Kermanshah city. Therefore, it is necessary to evaluate the Morphological Quality Index of Qarasu River in Kermanshah city. In this regard, Qarasu River in Kermanshah city was divided into 5 segments. The scores of ranges using the Morphological Quality Index method showed that the first segment is in poor condition and others are in good morphological conditions. Also, the field survey showed that in the second segment of Qarasu River, the dam of this river has been destroyed, construction waste in the river and there are grooves along the river. As a result, the Morphological Quality Index is not successful in identifying the condition of the second segment of the Qarasu River. It seems that this model should be used more accurately and sensitively in the evaluation of rivers in urban areas. It is suggested that during the planning regarding the restoration and protection of rivers in urban areas, in addition to the attention and use of structural methods, special attention should be paid to the natural conditions of the river channel in the upstream, the city environment and the downstream flow.

Key Words: Urban River, Qarasu River, Morphological Quality Index (MQI), Kermanshah city.

Cite this article: Emadoddin , F., Ali Ahmadabadi , A., & Rezaie , P. (2024). Evaluation and analysis of the quality of geomorphology of Qarasu River in the area of Kermanshah city. *Journal of Environmental Erosion Research*. 2024; 14 (1) :18-41. <http://doi.org/>



© The Author(s).
DOI: <http://doi.org/>

Published by Hormozgan University Press.
[URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir](http://magazine.hormozgan.ac.ir)

ارزیابی و تحلیل کیفیت ژئومورفولوژی رودخانه قره سو در محدوده شهر کرمانشاه

فاطمه عمال الدین: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران

علی احمدآبادی*: دانشیار گروه آموزشی جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران

پیمان رضایی: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹ تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴

DOI: <http://doi.org/>

چکیده

رودخانه‌های شهری نقش مهمی در چشم‌انداز و محیط زیست شهرها داشته و می‌توانند آسایش و پایداری را در مناطق شهری فراهم کنند. در سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و توسعه شهرها چشم‌انداز و عملکرد طبیعی رودخانه‌های شهری به شدت تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است. بنابراین شناخت تغییرات و کیفیت مورفولوژیک رودخانه‌های شهری اهمیت ویژه‌ای دارد. مورفولوژی رودخانه‌ها در محیط‌های شهری و پایین‌دست آن انعکاسی از عملکرد شهر و ندان و مدیران شهری در برخورد با این مجاری طبیعی در محیط انسان‌ساخت شهرها است. در پژوهش حاضر سعی شده است که با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژیک (MQI) شرایط و کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره‌سو در محدوده شهر کرمانشاه ارزیابی شده است و به کمک مشاهدات میدانی و تصاویر ماهواره‌ای چک لیست‌های ارزیابی تکمیل شده تا توانایی این مدل در تحلیل شرایط مورفولوژیکی حاکم بر رودخانه قره‌سو مورد تحلیل قرار گیرد. در این راستا رودخانه قره‌سو در غرب شهر کرمانشاه به ۵ بازه مطالعاتی تقسیم شده. و تحلیل داده‌های پژوهش نشان می‌دهد که بازه شماره ۱ در محدوده پل کمربندی غربی شهر کرمانشاه با کسب امتیاز متوسط ۴۲/۰ و بازه ۲ با امتیاز متوسط ۴۷/۰ به خاطر کاهش پوشش گیاهی و تخلیه نخاله‌های ساختمانی در حاشیه رودخانه قره سو در وضعیت ژئومورفولوژیکی ضعیف قرار دارند. سایر بازه‌ها با حفظ شرایط طبیعی از جمله پوشش گیاهی، پیوستگی و مورفولوژی کانال در وضعیت خوب قرار دارند. همچنین نتایج پژوهش نشان داد که شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک در محدوده مطالعاتی به خوبی توانسته شرایط مورفولوژیک رودخانه قره سو را منعکس کند اما به نظر می‌رسد که استفاده از شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک جهت سنجش و ارزیابی رودخانه‌ها در مناطق شهری باید با دقت بیشتری مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: رودخانه شهری، رودخانه قره سو، شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک، شهر کرمانشاه.

۱- مقدمه

رودخانه‌های شهری به رودخانه یا بخش‌هایی از رودخانه گفته می‌شود که در مناطق شهری سرچشمه گرفته یا مانند کanal‌ها (که انسان ساخت هستند و در گذر زمان ویژگی‌های رودخانه‌های طبیعی را بدست آورده‌اند) در این مناطق جریان دارند. چشم انداز رودخانه شهری یک عنصر فیزیکی مهم و یک نوع کریدور اکولوژیکی در مناظر شهری به شمار می‌رود. کریدورهای رودخانه‌ای نقش بسیار مهمی به عنوان زیستگاه، فیلتر و مانع و منابع آب ایجاد می‌کنند (Forman and Godron, 1986). این رودخانه‌ها همچنین منابع آب و راههای ارتباطی، افزایش تنوع چشم‌انداز شهری، ارزشمند کردن زندگی شهری و کمک به ثبات، آسایش و پایداری در توسعه شهری را فراهم می‌کنند (Cook, 1995 & Baschak and Brown, 1991). بدلیل اختلالات ناشی از فرایند شهرسازی، رودخانه‌های شهری یکی از مهمترین مناطق تحت تاثیر در تعامل بین فعالیت‌های انسانی و فرآیندهای طبیعی هستند. با رسویی یکی از عوامل تعیین کننده شکل بستر در رودخانه‌ها محسوب شده و رودخانه‌ها به صورت حفر، رسوب گذاری، تغییر الگو و تغییر شکل بستر به آن پاسخ می‌دهند (Schumm, 2005). فعالیت‌های انسانی ساختار و عملکرد چشم‌انداز رودخانه‌های شهری را به شدت تغییر داده است (Yue, 2012). در چند دهه اخیر کشورهای جهان توجه ویژه‌ای به جایگاه رودخانه‌های شهری معطوف کرده و پروژه‌های موفقی به منظور ساماندهی و احیا آنها تعریف کرده‌اند. در این چارچوب ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی جریان‌های رودخانه‌های شهری برای مدیریت و حفاظت از آنها اهمیت اساسی دارد. با توجه به مسائل بیان شده در سال‌های اخیر توجه به رودخانه و مسائل رودخانه‌ها در محیط شهری مورد توجه دو گروه از کارشناسان قرار گرفته است. گروه اول کارشناسان و متولیان شهرداری‌ها می‌باشند و گروه دوم جغرافیدانان و متخصصان ژئومورفولوژی رودخانه‌ای را شامل می‌گردد. در این میان کارشناسان گروه اول بیشتر به طراحی شهری بیوفیلیک روی آورده‌اند. طراحی شهری بیوفیلیک به معنای اینست که متولیان شهرها بیشتر از آنکه تنها بر زیباسازی شهری متکی باشند، توجه خود را به کسب سرمایه از مزایای مستقیم و غیرمستقیم استفاده از طبیعت به عنوان یک شاخص طراحی عملکردی و مفهومی که می‌تواند در زندگی روزانه ساکنان شهری آورده شود معطوف دارند (Lehmann, 2010). در نتیجه این تفکر تحقیقات و پروژه‌های زیادی جهت ایجاد ارتباط فیزیکی با رودخانه‌ها و بازسازی و حفاظت از آنها اجرا گردید (Beatley, 2005). از نمونه‌های موفق این تحقیقات می‌توان به پروژه بازگرداندن رودخانه راونا کریک¹ از تونل زیر زمینی، به سطح شهر سیاتل² و ایجاد پوشش گیاهی بومی در کنار آن اشاره کرد که توسط یک شرکت خصوصی انجام گردید (Pinkham, 2000). همچنین می‌توان به تلاش‌های جدید جهت احیای رودخانه لس آنجلس و برگرداندن آن به شرایط طبیعی اشاره کرد (Anderson, 2007). گروه دوم کارشناسان ژئومورفولوژی رودخانه‌ای هستند که با استفاده از تلفیق اطلاعات هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ها (هیدرومورفولوژی) اقدام به تحلیل هرچه بهتر شرایط و مدیریت یکپارچه رودخانه‌ها نموده‌اند. در این زمینه روش‌های زیادی جهت ارزیابی و نظارت بر کیفیت مورفولوژیک رودخانه‌ها ارائه شده است که به لحاظ مفاهیم و اهداف دارای تنوع‌هایی هستند. یکی از جدیدترین این روش‌ها شاخص کیفیت ژئومورفولوژیکی است که توسط Rinaldi و همکاران

¹ Ravenna Creek² Seattle

(۲۰۱۳) ارائه شده است. پس از آن افراد زیادی از روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیکی به عنوان یک روش استاندارد جهت سنجش کیفیت مورفولوژیکی رودخانه‌ها استفاده کردند. بطور مثال Campana و همکاران (۲۰۱۴) به ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخانه اهر^۱ (جنوب تیرول^۲، رشته کوه‌های آلپ در ایتالیا) پرداختند. نتایج آنان نشان داد که به منظور دستیابی به تغییرات مربوطه از نظر کیفیت مورفولوژیکی حذف عناصر مصنوعی، عریض کردن کanal و بالا بردن بستر رودخانه به اندازه کافی برای ارتقای فرآیندهای حمل و نقل انواع رسوب در یک حد مشخص انجام می‌شود. به این منظور تحول بسترها قدمی رودخانه و لقدلوات بازسازی هرگز نباید بدون تجزیه و تحلیل دقیق از چگونگی پیشرفت تخریب کanal در طول سال‌های گذشته انجام شود. Rinaldi و همکاران (۲۰۱۷) از سه مدل شاخص کیفیت مورفولوژیکی، شاخص کیفیت مورفولوژیکی برای نظارت^۳ و سیستم بررسی و طبقه‌بندی واحدهای ژئومورفیک^۴ برای ارزیابی و پایش جریان در رودخانه سسینا^۵ در ایتالیا مرکزی پرداختند. نتایج آنان نشان داد شاخص کیفیت مورفولوژیکی ساختار منطقی برای شناسایی و اولویت‌بندی اقدامات و استراتژی‌های مدیریتی ارائه می‌دهد. Stefanidis و همکاران (۲۰۲۲) با هدف مقایسه سه مدل بررسی زیستگاه رودخانه^۶، شاخص کیفیت مورفولوژیکی و تکنیک ارزیابی هیدرومورفولوژی رودخانه^۷ و شناسایی نقاط ضعف و قوت مدل‌های مذکور به پژوهش در ۱۲۲ رودخانه یونان پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد امکان طبقه‌بندی کیفی رودخانه در بازه‌های مختلف و جمع‌آوری اطلاعات دقیق از گذشته تا کنون براساس مشاهدات میدانی و با استفاده از سنجش از دور و عکس‌های هوایی از جمله مزایای مدل شاخص کیفیت مورفولوژیکی است. نتایج آنان نشان داد تکنیک ارزیابی هیدرومورفولوژی رودخانه ۵۸ درصد همبستگی با شاخص کیفیت مورفولوژیکی دارد. Valikhani & Esmaeeli (۲۰۱۴) اقدام به ارزیابی کیفیت هیدرومورفولوژیکی رودخانه لاویج با استفاده از شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک نمودند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که بازه شماره ۶ تحقیق به علت دخالت‌های زیاد انسان مانند معادن شن و ماسه، تغییر شیب، عرض و الگوی کanal و ایجاد سازه‌های مهندسی مانند آبشارهای کوتاه، کف بند بتونی و ایجاد خاکریزهای مصنوعی بیشترین تغییرات را تحمل نموده و امتیاز ۰/۲۲ را کسب نموده است که در طبقه بد قرار گرفته است. Nosrati و همکاران (۲۰۱۹) ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژی رودخانه طالقان در استان البرز با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی پرداختند. به این منظور ۶ بازه در بالادست رودخانه طالقان مشخص شد و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی میزان MQI مشخص گردید. نتایج آنان نشان داد بازه ۱ که در بالادست رودخانه طالقان قرار دارد به دلیل دخالت کم انسانی در طبقه خوب و طبقه ۴ به دلیل افزایش فعالیت انسانی از جمله برداشت شن و ماسه و سازه‌هایی مانند پل در طبقه ضعیف قرار دارد. آنان نتیجه گرفتند مدل برای جهت طبقه‌بندی رودخانه در دامنه‌ی جنوبی البرز مناسب است. Mirzaie و همکاران (۲۰۲۲) به شناسایی کیفیت ژئومورفولوژی رودخانه وردآورد در غرب استان تهران پرداختند. آنان محدوده مطالعاتی را به ۹ بازه تقسیم کردند. نتایج آنان نشان داد بازه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ به دلیل دخالت‌های زیاد انسان امتیاز

¹ Ahr River² Tyrol³ Morphological Quality Index for monitoring (MQIm)⁴ Geomorphic Units survey (GUS)⁵ Cecina⁶ River Habitat Survey (RHS)⁷ River Hydromorphology Assessment Technique (RHAT)

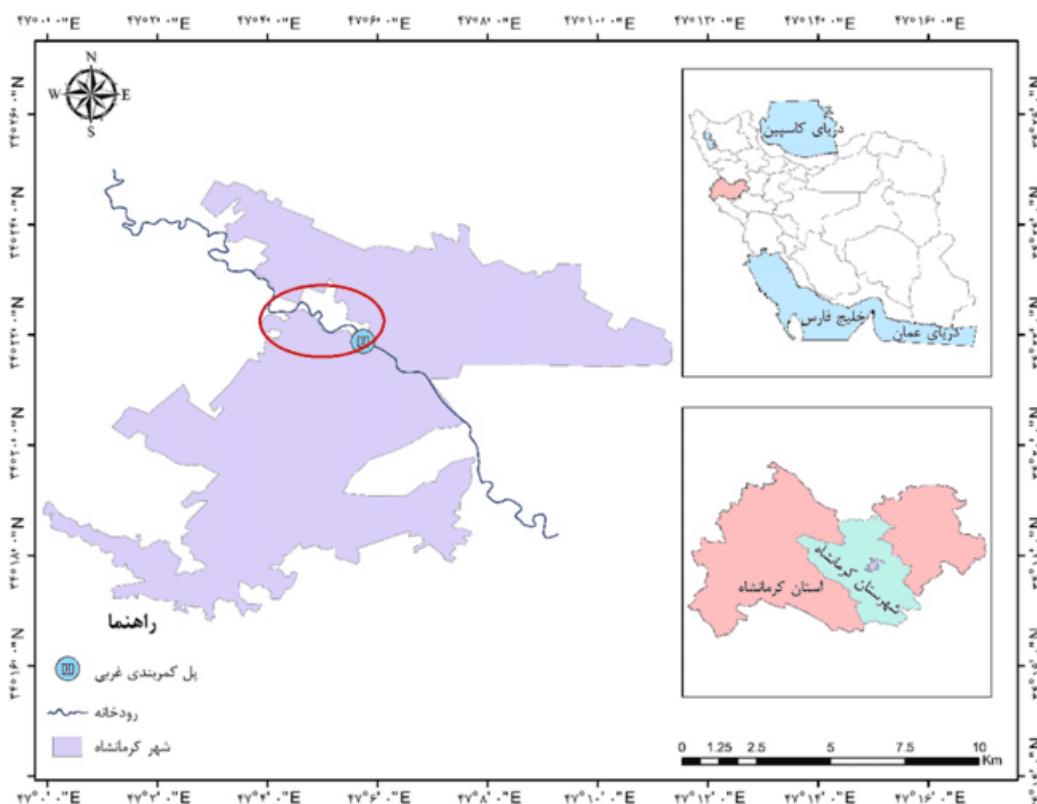
۰.۲ را کسب نمود و در طبقه خیلی ضعیف قرار گرفت. بازه ۲ با امتیاز ۰.۳ در طبقه ضعیف قرار گرفت و بازه ۸ و ۹ امتیاز ۰.۰ را کسب نمود و در طبقه متوسط از لحاظ کیفیت مورفولوژیکی قرار گرفت. Karam & Ilanlou (۲۰۲۲) با استفاده از مدل شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک اقدام به بررسی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه جاگرود نمود. نتایج این پژوهش نشان داد که تمام بازه‌های مورد مطالعه در شرایط ضعیف و خیلی ضعیف قرار گرفته‌اند که این مسائل ناشی از قطع درختان به منظور ایجاد ساخت و سازهای انسانی، برداشت شن و ماسه، ایجاد تفریجگاه‌های متعدد در حواشی رودخانه و تغییر الگوی رودخانه می‌باشد. در اثر وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ سال در کلانشهر کرج Ganavati و همکاران (۲۰۲۲) نتیجه گرفتند به علت عدم گنجایش ظرفیت کانال‌های مصنوعی موجود (کانال‌های طالقانی، موذن و دلمبر) با استفاده از مدل HecRAS آب مازاد شهری تبدیل به سیلاب شهری می‌شوند. کیفیت هیدرومورفولوژی روودخانه کرج (از پل بیلقان تا پل راه‌آهن) با استفاده از شاخص هیدرومورفولوژیکی Ghaforpur-IHG توسط Anbaran و همکاران (۲۰۲۳) ارزیابی شد. نتایج پژوهش آنان نشان داد بازه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۶ و ۷ از کیفیت هیدرومورفولوژی ضعیف و بازه ۵ به دلیل دخالت‌های انسانی از کیفیت خیلی ضعیف برخوردار است. Rezaei و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تغییرات طبیعی و انسانی مؤثر در وضعیت هیدرومورفولوژیکی طالقان رود و اقدامات مدیریتی با استفاده از مدل‌های شاخص اکولوژی رودخانه^۱ و شاخص کیفیت مورفولوژیکی پرداختند. در این پژوهش منطقه مطالعاتی به ۸ بازه تقسیم شد. نتایج آنان نشان داد مناطق بالادست (بازه ۱ تا ۵) به علت ضعیف شدن فرایندهای فرسایشی ناشی از تغییرات سطح اساس، دارای وضعیت پویایی مورفولوژیکی خیلی ضعیف، محدوده ورودی سد (بازه ۶) در وضعیت ضعیف و بازه‌های ۷ و ۸ به دلیل تغییرات کمتر، دارای بالاترین ضربیت هستند و از نظر دینامیک ژئومورفولوژی، پویایی بیش تری نسبت به سایر بازه‌ها دارند. با توجه به رشد سریع شهرنشینی در کشورهای درحال توسعه و به تبع آن گسترش بافت‌های شهری به سمت حاشیه رودخانه‌ها به نظر می‌رسد که وضعیت ژئومورفولوژیک و زیست محیطی رودخانه‌ها باید مورد توجه و ارزیابی همه جانبه‌ای قرار گیرد. در این میان استفاده از روشی که بتواند شرایط رودخانه‌ها را در محیط‌های شهری مورد تحلیل قرار دهد ضروری به نظر می‌رسد. از آنجا که رودخانه قره‌سو از شهر کرمانشاه عبور می‌کند و با توجه به رشد سریع شهر کرمانشاه در طی سال‌های اخیر و توسعه شهر به سمت رودخانه قره‌سو و ایجاد شهرک‌های جدید در حاشیه این رودخانه را شاهد بوده‌ایم. در این پژوهش سعی خواهد شد وضعیت ژئومورفولوژیکی رودخانه قره‌سو در شهر کرمانشاه با استفاده از روش MQI توانایی این شاخص در تحلیل شرایط ژئومورفولوژیک رودخانه درون شهری ارزیابی شود. در نهایت تفاوت اهداف ژئومورفولوژیست‌ها با برنامه‌ریزان و کارشناسان شهرداری با توجه به شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک مقایسه و تحلیل خواهد شد.

۲- منطقه مورد مطالعه

روودخانه قره سو از سرشاره‌های رودخانه کرخه است که بعد از پیمودن دشت کرمانشاه از سمت غرب به شهر کرمانشاه وارد شده و با عبور از شهر کرمانشاه و دریافت آب از شاخه‌های فرعی آب شوران و مسیل تنگ کنشت از شهر کرمانشاه خارج می‌شود (شکل ۱). جهت رودخانه قره سو شمال غربی به جنوب شرقی است. محدوده مطالعه این

^۱ River Quality Index (RQI)

پژوهش قسمتی از رودخانه قره سو در نقطه ورود به شهر کرمانشاه در محله شهرک گلها با مختصات ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ۵۵ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه و ۲۸ ثانیه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه و ۴۲ ثانیه طول شرقی را شامل می‌شود. طول رودخانه مطالعاتی ۴۱۹۵ متر است. متوسط بارندگی سالانه منطقه در یک دوره ۶۰ ساله بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه ۴۳۸ میلیمتر می‌باشد و متوسط دمای سالانه منطقه در همین دوره برابر با ۱۴ / ۶ درجه سانتیگراد است. ماه‌های تیر و مرداد ماه گرمترین و دی و بهمن سردترین ماه‌های سال در منطقه می‌باشند. در شمال رودخانه قره سو در محل مورد مطالعه کاربری زمین به کشاورزی اختصاص داده شده است ولی در قسمت جنوبی رودخانه در طی سال‌های اخیر شاهد رشد شهر تا کرانه رودخانه می‌باشیم. بستر دشت کرمانشاه از رادیولاریت‌های دوران کرتاسه تشکیل گردیده است که واحد آهکی کرتاسه بر روی آن رانده شده است (Alaei Taleghani, 2017). در مناطقی از دشت بیش از ۲۰۰ متر رسوبات مربوط به کواترنر انباسته شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (رودخانه قره سو در غرب شهر کرمانشاه)

۳- مواد و روش

۳-۱- داده‌ها و مراحل اجرای پژوهش

در این پژوهش از شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک استفاده شده است. تکنیک اصلی در این مطالعه بر پایه مطالعات میدانی استوار است. نقشه‌های اصلی شامل نقشه رقومی ارتفاعی^۱ ۱۰۱ متر، زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور)، کاربری زمین ۱:۱۰۰۰۰ (سازمان برنامه و بودجه استان کرمانشاه) شهر کرمانشاه مدنظر است. جهت بررسی

^۱ Digital Elevation Model (DEM)

تاریخی و کنونی منطقه مطالعاتی از عکس هوایی (سازمان نقشه برداری ایران) سال ۱۳۳۳ با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و تصاویر گوگل ارث^۱ و تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ استفاده شد. با استفاده از نقشه خاکشناسی دشت کرمانشاه رسوبات سطح محدوده مطالعاتی شناسایی شد.

روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک MQI

روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک در سال ۲۰۱۳ توسط Rinaldi و همکاران جهت تحلیل شرایط مورفو‌لولوژیک رودخانه‌ها ارائه شد. در روش مذکور از دو فاز اصلی که هر کدام دارای چند مرحله فرعی می‌باشد استفاده می‌شود (شکل ۲).



شکل ۲: مراحل روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک

فاز اول: در فاز اول موقعیت عمومی منطقه مورد بررسی قرار گرفته و اقدام به شناسایی بازه‌های مطالعاتی در طول رودخانه می‌شود این فاز شامل چهار مرحله می‌باشد.

مرحله اول: این مرحله جهت شناسایی واحدهای فیزیوگرافی منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در آن ویژگی‌های زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، آب‌وهوا و کاربری ارضی محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

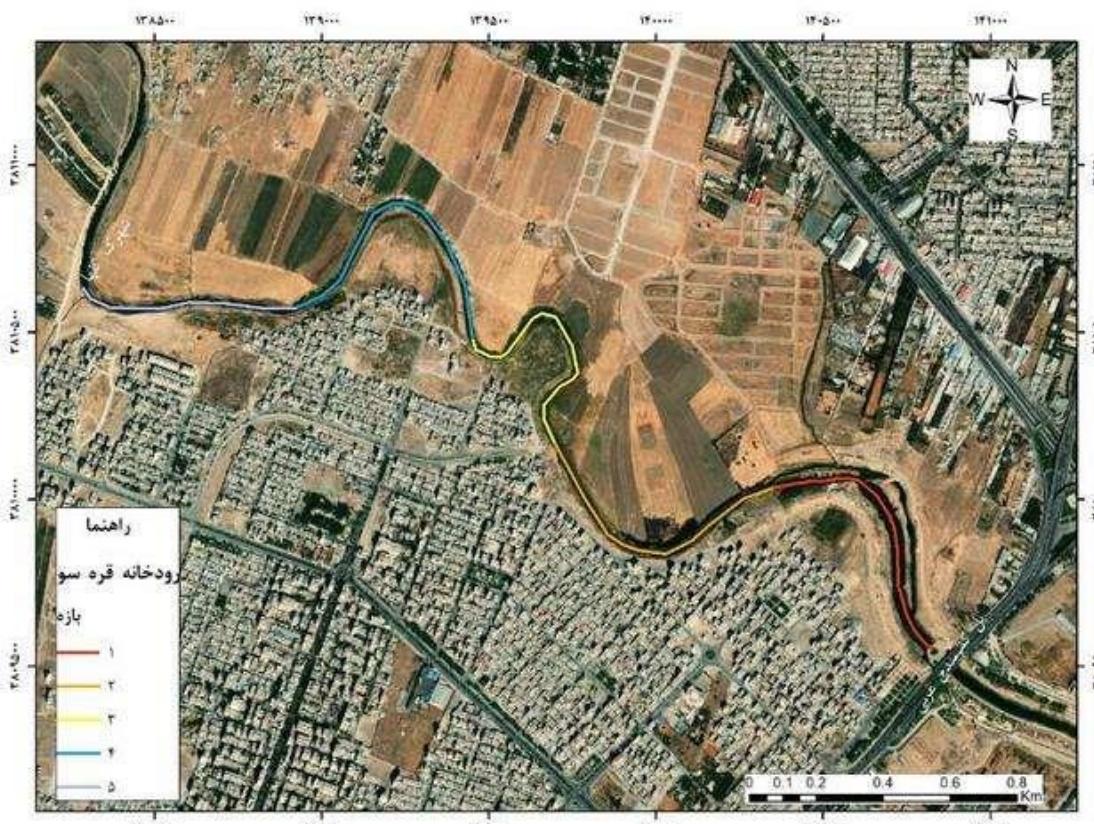
مرحله دوم: محدودیت جانبی رود با جزئیات بیشتری بررسی شده و سه موقعیت محدود، نسبتاً محدود و نامحدود (از طرفین آزاد) شناسایی می‌شود (Brierley and Fryirs, 2005). این اصطلاحات در مورد دره‌های طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به صورت جانبی پهنه‌ای آنها به دامنه‌ها یا تراس‌های قدیمی محدود می‌شود و عوامل مصنوعی مانند محافظت کرانه رود، سنگ چین‌ها و مناطق شهری به عنوان عوامل محدود کننده در نظر گرفته نمی‌شوند. محدودیت‌های جانبی با اندازه‌گیری (درجه محدودیت) یعنی درصدی از کرانه‌ها که با دامنه‌ها و تراس‌های قدیمی در تماس بوده و به طور مستقیم در تماس با دشت سیلابی نیستند. و (شاخص محدودیت) که نسبت بین عرض دشت آبرفتی و عرض کanal

¹ Google Earth

می باشد تعریف می شوند (Rinaldi *et al.*, 2012). شامل سه حالت محدود (C)، نسبتاً محدود (PC) و نامحدود (U) می شود.

مرحله سوم: در این مرحله مورفولوژی کلنان براساس محدودیت کلنان و الگوی پلانیمتری رود به هفت طبقه مستقیم، سینوسی، پیچان رودی، تک کanalی، شریانی سرگردان، شریانی و آناستوموسینگ تقسیم می شود.

مرحله چهارم: با توجه به وجود ناپیوستگی ها در کنان رود مانند ناپیوستگی های هیدرولوژیکی (زیر شاخه های رود، سدها) شبیب بستر (خصوصا برای بازه های محدود)، تغییرات مرتبط با عرض کنان، پهنای دشت آبرفتی و بار رسوب رودخانه به بازه های نسبتاً همگن تقسیم بندی می شود. این بازه ها به عنوان واحد های پایه جهت بررسی وضعیت ژئومورفولوژیک رودخانه محسوب می شود. با در نظر گرفتن موارد فوق الگوی رودخانه قره سو در شهر کرمانشاه از ابتدای محل ورود رودخانه قره سو به شهر کرمانشاه تا پل کمربندی غربی به ۵ بازه مطالعاتی تقسیم شد (شکل ۳).



شکل ۳: بازه های مطالعاتی رودخانه قره سو در محدوده غرب شهر کرمانشاه

فاز دوم: در این فاز برای ارزیابی کیفیت مورفولوژیک بازه های رودخانه ای سه جنبه اصلی، پیوستگی فرایندهای رودخانه ای (شامل پیوستگی طولی و عرضی)، شرایط مورفولوژیکی کنان (شامل الگوی کنان، شکل مقطع عرضی و رسوبات بستر) و پوشش گیاهی مورد توجه قرار می گیرد. در هر یک از این جنبه های اصلی نامبرده سه مولفه عملکردهای ژئومورفولوژیکی، فرآیندها و اشکال رودخانه ای (F)، ساختار مصنوعی (A) و تعديل های کنان (CA)

مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در نهایت از ۲۸ شاخص که در غالب سه گروه قرار دارند جهت سنجش جنبه‌های اصلی و مولفه‌های تحلیلی استفاده می‌شود. گروه اول شامل شاخص‌های مربوط به عملکردهای ژئومورفولوژیکی است. این شاخص‌ها (F1-F13) برای بررسی اینکه آیا اشکال و فرآیندهای کانال منطبق با نوع مورفولوژی مورد انتظار هستند یا خیر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. گروه دوم شاخص‌ها (A1-A12) شاخص‌های مصنوعی هستند و عناصر مصنوعی را در حوضه و در امتداد بازه‌ها ارزیابی می‌کنند. این عناصر مصنوعی هم در سه جنبه پیوستگی (ایجاد سدها و تغییرات دبی و رسوب از بالادست به پایین دست)، مورفولوژی (مانند سازه‌های عرضی، کف بندها، محافظه‌های کرانه، خاکریزهای مصنوعی و غیره) و پوشش گیاهی (جابجایی واریزه‌های چوبی موجود در بازه و قطع و تخریب گیاهان حاشیه رود به وسیله انسان) مورد بررسی قرار می‌گیرند. شاخص‌های گروه سوم (CA1-CA3) تغییرات و تعدیل الگوی کانال، عرض و سطح اساس بستر رود را برای رودهای با عرض بیشتر از ۳۰ متر مورد ارزیابی قرار می‌دهند (جدول ۱).

جدول ۱: فهرست شاخص‌ها به عنوان تابعی از جنبه‌های اصلی و اجزای ارزیابی (Rinaldi et al., 2016)

تعیین‌های کanal (CA)	مصنوعی (A)	عملکردی (F)	واحد پایه
A1, A2, A3, A4, A5 A6, A7	F1	طولی	پیوستگی
CA1	A8, (A6)	F6, F7, F8	الگوی کانال
CA2, CA3	(A4, A9, A10) A9, A10, A11	F9 F10, F11	قطع عرضی رسوبات بستر
A12	F12, F13	پوشش گیاهی	

هر کدام از شاخص‌های ۲۸ گانه به وسیله یک سری پارامتر مورد ارزیابی قرار گرفته و با توجه به میزان تغییرات در شرایط طبیعی رودخانه هر شاخص می‌تواند در یکی از طبقات A (شرایط مختلف نشده و یا تغییرات ناچیز)، B (تغییرات متوسط) و C (شرایط بسیار تغییر یافته) طبقه‌بندی می‌شود. همچنین هر کدام از طبقات سه گانه نامبرده در سیستم امتیازدهی MQI دارای امتیاز خاص به خود می‌باشد (جدول ۲).

در نهایت با استفاده از مجموع امتیازات کسب شده از شاخص‌های مورد ارزیابی در هر بازه و با استفاده از رابطه ۱ شاخص تغییرات ژئومورفولوژیکی (MAL) محاسبه شد.

$$MAL = \frac{S_{tot}}{S_{max}} \quad (رابطه ۱)$$

در این رابطه S_{max} حداقل انحراف ممکن از شرایط طبیعی رودخانه (مربوط به مجموع نمرات کلاس C برای تمام سوالات منطقه مطالعاتی) و S_{tot} مجموع امتیازات کسب شده توسط هر شاخص می‌باشد. بنابراین چنین شاخصی دارای

دامنهای از حداقل ۰ بدون تغییر تا حداکثر ۱ (حداکثر تغییر) است. سپس براساس رابطه ۲ شاخص کیفیت ژئومورفولوژیکی تعیین می‌شود.

$$MQI = 1 - MAL \quad (2)$$

این شاخص برخلاف MAL درمورد حداکثر تغییرات مقدار ۰ و حداقل تغییرات مقدار ۱ را مدنظر قرار می‌دهد. مقدار ۱ بیانگر حداقل دستکاری مصنوعی و تغییرات کانال است. بنابراین این شاخص نسبت مستقیمی با کیفیت بازه و نسبت معکوسی با تغییرات بازه دارد. براساس این شاخص پنج کلاس از کیفیت ژئومورفولوژیکی جهت بازه‌های رودخانه‌ای (جدول ۳) قابل تشخیص است (Rinaldi et al., 2012:29).

جدول ۲: شاخص‌های مورد ارزیابی و جدول امتیازات طبقات (Rinaldi et al., 2016)

امتیاز			شاخص	عملکرد
C	B	A		

۵	۳	.	- پیوستگی طولی در حمل رسوب و چوب، وجود سازه‌های عرضی	F1
۵	۳	.	- وجود یک دشت سیلانی جدید	F2
۵	۳	.	- پیوستگی رودخانه و دامنه و وجود عناصر قطع کننده (مثلاً جاده‌ها) در حرمیم ۵۰ متری از رودخانه	F3
۳	۲	.	- فرآیندهای پسروی کرانه	F4
۳	۲	.	- عرض و طول کریدور فرسایش‌پذیر	F5
۵	۳	.	- پیکربندی بستر مرتب با شیب دره	F6
۵	۳	.	- اشکال و فرآیندهای خاص الگوی کanal	F7
۳	۲	.	- وجود اشکال رودخانه‌ای نمونه در دشت آبرفتی	F8
۵	۳	.	- تغییرپذیری مقطع عرضی	F9
۵ یا ۶	۲	.	- ساختار بستر کanal	F10
۳	.	.	- وجود چوب‌های بزرگ در کanal	F11
۳	۲	.	- محدوده‌ی گیاهان عملکردی	F12
۵	۳	.	- گسترش خطی پوشش گیاهی عملکردی	F13
مصنوعی				
۶	۳	.	- تغییرات در بالادست جریان رود	A1
۱۲ یا ۹	۳ یا ۶	.	- تغییر در بالادست دبی رسوب	A2
۶	۳	.	- تغییر جریان در بازه	A3
۶	۴	.	- تغییر دبی رسوب در بازه	A4
۳	۲	.	- سازه‌های عرضی	A5
۶	۳	.	- حفاظت کرانه‌ها	A6
۶	۳	.	- خاکریزهای مصنوعی	A7
۳	۲	.	- تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه	A8
۸ یا ۶	۳	.	- سایر سازه‌های تثبیت کننده بستر	A9
۶	۳	.	- جابجایی رسوبات	A10
۵	۲	.	- جابجایی چوب	A11
۵	۲	.	- مدیریت پوشش گیاهی	A12
تغییرات کanal				
۶	۳	.	- تعدیل الگوی کanal	CA1
۶	۳	.	- تعدیل عرض کanal	CA2
۱۲ یا ۸	۴	.	- تعدیل سطح اساس بستر	CA3

جدول ۳: کلاس بندی روش کیفیت ژئومورفو‌لوجیک (Rinaldi et al., 2016)

امتیاز	کلاس
$0.85 \leq MQI \leq 1$	بسیار خوب یا زیاد
$0.7 \leq MQI \leq 0.85$	خوب

$0.5 \leq MQI \leq 0.7$	متوسط
$0.3 \leq MQI \leq 0.5$	ضعیف
$0.0 \leq MQI \leq 0.3$	خیلی ضعیف

۴- یافته‌ها

بازه ۱: رودخانه قره سو در بازه ۱ به طول ۸۹۴ و عرض آن بین ۳۱ تا ۹۷ متر متغیر است. این بازه توسط مناطق مسکونی و صنعتی محدود شده است. در این بازه دخالت انسانی کاملاً مشهود است. تشکیل دشت سیلابی جدید، تغییر ساختار بستر کanal، تغییر مقطع عرضی رودخانه و پسروی کرانه‌ها در بازه ۱ مشاهده می‌شود (شکل ۴). احداث پل غربی در بازه ۱ و وجود جاده در حریم ۵۰ متری رودخانه در هر دو کرانه این بازه موجب قطع پیوستگی رودخانه در بازه ۱ شده است. از نظر شاخص مصنوعی رودخانه از هر دو حاشیه از نخاله‌های ساختمانی پوشیده شده است که در بعضی نقاط به بستر کanal نیز وارد شده است (شکل ۵). پل کمریندی غربی شهر کرمانشاه در سمت چپ این بازه قرار گرفته که از حرکت رسوبات و چوب جلوگیری می‌کند(شکل ۶). بنابراین دخالت انسان و افزایش مناطق مسکونی و نبود مدیریت مناسب در کرانه‌های بازه ۱ پوشش گیاهی تخریب و از بین رفته است (شکل ۷). به علت تغییرات فوق الذکر الگوی رود در محل بازه ۱ به حالت شریانی تغییر کرده است. و عرض رودخانه به سبب تجمع رسوبات و تغییر سطح اساس کاهش یافته است (جدول ۴). مقدار MQI در ساحل چپ برابر ۴/۰ در ساحل سمت راست برابر ۰/۴۵ است. در مجموع مقدار MQI در این بازه ۰/۴۲ است که در کلاس ضعیف قرار دارد.

جدول ۴: وضعیت کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه در بازه ۱

C	B	A	شاخص
F1, F2, F6, F7, F9, F10, F12, F13	F4, F5, F8, F11	F3	عملکردی
A1, A2, A3, A4, A7, A8, A12	A5,	A6, A9, A10, A11	مصنوعی
CA1, CA2	CA3	-	تعديل کanal



شکل ۴: تغییرات مسیر رودخانه و توسعه منطقه شهری در سال ۲۰۰۵ و ۲۰۲۲ در بازه ۱ (منبع تصاویر Google Earth)



شکل ۵: محل تخلیه نخاله‌های ساختمانی بازه ۱ (منبع تصاویر Google Earth)



شکل ۶: ته‌نشینی رسوبات در محل پل کمربندی غربی شهر کرمانشاه و تشکیل جزایر رسوی در بازه ۱ (عکس از نگارندگان)



شکل ۷: از بین رفتن پوشش گیاهی ناشی از تخلیه نحاله‌های ساختمانی در بازه ۱ (عکس از نگارندگان)

بازه ۲: طول رودخانه در این بازه ۸۹۳ متر و عرض آن ۲۰ متر تا ۱۶ متر متغیر و دارای الگوی تک کانالی است. تجمع رسوبات در ساحل سمت چپ رودخانه در بازه ۲ موجب تغییر مسیر رودخانه در بازه ۱ می‌شود (شکل ۸). رودخانه قره سو در بازه ۲ از یک سو به اراضی کشاورزی و از سوی دیگر به مناطق مسکونی محدود می‌شود (شکل ۹). همچنین به سبب دخالت‌های انسانی افزایش مناطق مسکونی درختان حاشیه رودخانه از بین رفته‌اند (شکل ۱۰). از نظر

شاخص عملکردی آثار فرسایش کناره‌ای (شکل ۱۱) شیارها و شکاف‌های طولی فراوان (شکل ۱۲)، وجود جاده در بخش‌هایی از دامنه، گسترش خطی پوشش گیاهی در این بازه مشاهده می‌شود. از نظر شاخص مصنوعی بخش‌هایی از حاشیه این بازه پوشیده از نخاله‌های ساختمانی است که بدلیل نزدیکی به رودخانه نخاله‌ها وارد بستر کanal شده است (شکل ۱۳). همچنین سیل بند در بازه ۲ در چند سال اخیر تخریب یافته است (جدول ۵). مقدار MQI در ساحل چپ به دلیل موارد فوق الذکر برابر ۴۵/۰ در ساحل سمت راست برابر ۴۹/۰ است. در مجموع مقدار MQI در این بازه ۴۷/۰ است که در کلاس ضعیف قرار دارد.

جدول ۵: وضعیت کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه در بازه ۲

C	B	A	شاخص
F3, F4, F8, F9, F10, F12, F13	F1, F2, F4, F5, F6, F11	F7	عملکردی
A3	A2, A4, A7, A12	A1, A5, A6, A8, A9, A10, A11	مصنوعی
-	-	CA1, CA2, CA3	تعدیل کanal



شکل ۸: اراضی کشاورزی در حاشیه بازه ۲ در سال ۲۰۱۲ (منبع تصاویر از Google Earth)



شکل ۹: اراضی کشاورزی و نخاله‌های ساختمانی در حاشیه بازه ۲ در سال ۲۰۲۰ (منبع تصاویر از Google Earth)



شکل ۱۰: اراضی کشاورزی و نخاله‌های ساختمانی در حاشیه بازه ۲ در سال ۲۰۲۲ (منبع تصاویر از Google Earth)



شکل ۱۱: آثار فرسایش کناره‌ای در بازه ۲ (عکس از نگارندگان)



شکل ۱۲: شکاف طولی در مسیر بازه ۲ رودخانه (عکس از نگارندگان)



شکل ۱۳: تجمع نخاله‌های ساختمانی وزباله در بازه ۲ (عکس از نگارندگان)

سایر بازه‌ها: بازه‌های ۴ و ۵ رودخانه قره سو در محدوده مطالعاتی به ترتیب به طول ۷۶۷، ۹۷۵ و ۶۶۶ متر هستند (شکل ۱۴). عرض رودخانه قره سو در این بازه‌ها از ۱۵ تا ۲۵ متر متغیر و دارای الگوی تک کanalی است. بجز بازه ۵ که رودخانه مسیر مستقیم دارد در بازه ۳ و ۴ رودخانه مسیر سیسنوسی را دارد. تغییرات مصنوعی در طول این بخش از رودخانه مشاهده نشد. آثار فرسایش کناره‌ای به صورت کم در بازدیدهای میدانی مشاهده شد. با وجود اینکه در بخشی از بازه ۴ نخاله‌های ساختمانی دیده می‌شود (شکل ۱۵) تقریباً ۸۰ درصد بازه‌های ۳، ۴ و ۵ دست نخورده و شرایط طبیعی دارند (جدول ۶). مقدار MQI در این بازه‌ها بین ۰/۰ تا ۰/۷۱ است در وضعیت متوسط قرار دارند.

جدول ۶: وضعیت کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه در بازه‌های ۳، ۴ و ۵

C	B	A	شاخص
F2, F4, F8	F1,	F3, F5, F6, F7, F9, F10, F11, F12, F13	عملکردی
-	A7, A9, A10, A12	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A11	مصنوعی
-	-	CA1, CA2, CA3	تعدیل کanal



شکل ۱۵: اراضی کشاورزی و نخاله های ساختمانی بازه های ۳ و ۴ و ۵ در سال ۲۰۲۲ (منبع تصاویر Google Earth)



شکل ۱۶: اراضی کشاورزی بازه های ۳، ۴ و ۵ در سال ۲۰۰۵ (منبع تصاویر Google Earth)

نتایج حاصل از بررسی بازه‌های انتخابی با توجه به شاخص‌های مورد سنجش در روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷: کلاس بندی روش کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه

بازه	ساحل سمت	امتیاز	کلاس	طول (متر)
۱	چپ راست	۰/۴ ۰/۴۵	ضعیف	۸۹۴
۲	چپ راست	۰/۴۵ ۰/۴۹	ضعیف	۸۹۳
سایر	چپ	۰/۴۹		۲۴۰۸
	راست	۰/۷۱	متوسط	

نتایج این پژوهش نشان داد اهداف و اولویت‌های کارشناسان و برنامه‌ریزان شهرداری‌ها در مناطق شهری مسائلی همچون بهداشت و سلامت شهروندان، محافظت از شهر در مقابل سیلاب‌ها، ارتباط بین طرفین رودخانه، حفظ زیبایی بصری رودخانه‌ها و در نهایت توجه به جنبه گردشگری رودخانه‌ها در مناطق شهری است. در حالی که در نگاه صرف ژئومورفولوژیکی به رودخانه‌ها هرگونه دخل و تصرف در مجرای رودخانه‌ها برهم زننده تعادل محسوب شده و مجاز نیست (جدول ۸).

جدول ۸: تعارضات بین اهداف ژئومورفولوژیست‌ها و کارشناسان شهرداری‌ها با توجه به شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک	شرايط مطلوب از نظر مدیران و برنامه‌ریزان	شرايط مطلوب از نظر ژئومورفولوژیست‌ها
سنگ چین کردن کرانه‌ها و حفظ سواحل در برابر فرسایش	وجود پسروی‌های مکرر کرانه خصوصاً در خمیدگی‌ها (F4)	عرض و طول کریدور فرسایش‌پذیر یعنی محدوده بدون سازه‌های مرتبط (مثلًاً محافظه‌های کرانه و خاکریزها) یا زیرساخت‌ها مانند جاده‌ها و خانه‌ها به طوری که رودخانه بتواند با سیلاب دشت خود پیوستگی و ارتباط داشته باشد (F5)
استفاده از محافظه‌های کرانه و خاکریز جهت جلوگیری از فرسایش سواحل	عدم وجود سازه‌های عرضی (پل‌ها، پایاب‌ها، آبگذرها) (A5)	فقدان یا وجود محافظه‌های کناره (A6)
ساخت پل‌های ارتباطی بسیار جهت تردد طرفین رودخانه اجرای روش‌های حفاظت کناره مانند دیوارهای پوشش‌های سنگی، تور سنگی یا گایيون، سازه آبشکن، کارهای زیست مهندسی	عدم وجود خاکریزهای مصنوعی به عنوان عوامل محدود کننده (A7)	وجود سازه‌های تثبیت کننده بستر مانند رمپ و کف بند به عنوان عوامل بر هم زننده وضعیت طبیعی رودخانه (A9)
وجود خاکریزهای مصنوعی جهت حفاظت از شهر در مقابل سیل		
وجود سازه‌های تثبیت کننده بستر مانند رمپ و کف بند		

۵- بحث و نتیجه‌گیری

برای ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخانه روش‌های بسیار زیادی وجود دارد که از جمله این روش‌ها می‌توان به بررسی زیستگاه رودخانه، تکنیک ارزیابی هیدرومورفولوژی رودخانه، شاخص کیفیت مورفولوژیک اشاره کرد. عموماً ارزیابی هیدرومورفولوژیکی نیاز به بررسی‌های میدانی دارد. اما در سال‌های اخیر علاوه بر بررسی میدانی استفاده از سنجش از دور و ابزارهای سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور نظارت بهتر و مقیاس مکانی بزرگتر بهره‌گرفته می‌شود. ناپایداری کرانه رودخانه، تخریب دشت‌های سیلابی، دگرانی هیدرومورفولوژیکی و ناپیوستگی طولی مسائل مهمی هستند که بر روی عملکرد اکوسیستم، زیستگاه‌های رودخانه‌ای و آبزیان تأثیر می‌گذارند. شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک چارچوبی مناسب برای ارزیابی رویکردهای جدید مدیریت دشت سیلابی، کاهش خطر سیل، بازیابی جریان کanal و مورفولوژی مقطعی متناظر آن‌ها و بهبود ایجاد زیستگاه فراهم می‌کند. در روش MQI به حفظ تعادل و مختلط نشدن شرایط طبیعی مجرای رودخانه توجه ویژه‌ای شده است و بالاترین امتیاز در این روش به بازه‌هایی داده می‌شود که شرایط طبیعی رودخانه دچار تغییر نشده باشد و هرگونه تغییر و دستاندازی در شرایط رودخانه که باعث به هم خوردن شرایط طبیعی رودخانه باشد غیرمجاز شمرده می‌شود. در نتیجه بازه‌هایی که در آنها از روش‌های ژئوتکنیکی جهت حفاظت کرانه‌ها استفاده شده باشد در روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک دارای امتیاز پایین هستند.

رودخانه قره سو به سبب تامین آب کشاورزی منطقه، آب و هوای مناسب و عبور از شهر کرمانشاه تغییراتی در بستر و کanal آن ایجاد شده است. از سوی دیگر به علت تخلیه نخاله‌های ساختمانی در حاشیه رودخانه قره سو در شهر

کرمانشاه بستر این رودخانه با گذشت زمان تغییر کرده است. بنابراین ضرورت دارد شاخص کیفیت مورفولوژیک رودخانه قره سو در شهر کرمانشاه ارزیابی شود. در این راستا رودخانه قره سو در شهر کرمانشاه به ۵ بازه تقسیم شد. میزان امتیاز بازه‌ها با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژیک نشان داد که بازه‌های ۱ و ۲ به خاطر بیشترین دخالت انسانی در حاشیه رودخانه قره سو از جمله پل کمربندی، سیل‌بند، تخلیه نخاله‌های ساختمانی در نزدیک بستر رودخانه قره سو در وضعیت ضعیف و سایر بازه‌ها (۳، ۴ و ۵) به دلیل نزدیک بودن به شرایط طبیعی و کاهش دخالت انسان در وضعیت مورفولوژیک متوسط قرار دارند. بررسی‌های میدانی و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای نشان داد پل کمربندی غربی شهر کرمانشاه که در بازه ۱ قرار دارد مانند یک مانع عمل کرده و نخاله‌های ساختمانی تخلیه شده در بالادست در این پل به تله می‌افتد و به همین جهت بازه ۱ از نظر شاخص کیفیت مورفولوژیک ضعیف است. همچنین نتایج نشان داد در بازه ۲ رودخانه قره سو سیل بند این رودخانه تخریب یافته و شیارهایی در طول مسیر رودخانه وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به منظور امتیازدهی در روش *MQI* در مناطق شهری به دلیل فعالیت‌های انسانی و تغییر کرانه‌های رودخانه باید دقت بیشتری مدنظر قرار داد. به نظر می‌رسد استفاده از روش *MQI* در محدوده شهری باعث گمراهی کارشناسان از تحلیل دقیق شرایط رودخانه‌ها در محدوده شهری می‌شود تا جایی که به نظر می‌رسد اهداف مورد انتظار برنامه‌ریزان شهرداری‌ها در تعارض با اهداف مورد نظر ژئومورفولوژیست‌ها قرار دارد. زیرا هدف ژئومورفولوژیست‌ها حفظ شرایط طبیعی رودخانه‌ها و هدف کارشناسان و برنامه‌ریزان شهرداری‌ها مدیریت رودخانه‌ها با توجه به روابط مقابل شهر و رودخانه است. در حالی که سنگ چین کردن سواحل، ایجاد سیل بند، جلوگیری از فرسایش و پسروی کرانه‌ها و ایجاد رمپ از ابزارهای اصلی مدیریت سواحل رودخانه‌ها در مناطق شهری محسوب می‌شوند. هر کدام از این موارد به عنوان عوامل برهم زننده وضعیت طبیعی رودخانه‌ها در روش *MQI* محسوب می‌شود. بنابراین با اینکه شاخص کیفیت مورفولوژیک از دیرباز به منظور ارزیابی کیفیت بستر رودخانه‌ها استفاده می‌شده است اما به نظر می‌رسد از روش *MQI* در ارزیابی رودخانه‌های مناطق شهری باید با دقت و حساسیت بیشتری استفاده نمود. از طرفی با توجه به رفتار رودخانه‌ها که تابعی از مورفولوژی کانال و وضعیت دیم و رسوب است. استفاده صرف از روش‌های ژئوتکنیکی جهت محافظت از رودخانه‌ها در محیط‌های شهری و عدم توجه به قواعد طبیعی حاکم بر رفتار رودخانه‌ها می‌تواند باعث ایجاد خسارت‌های جبران ناپذیری شود بنابراین پیشنهاد می‌شود که در هنگام برنامه‌ریزی در خصوص احیاء و حفاظت رودخانه‌ها در محیط‌های شهری علاوه بر توجه و استفاده از روش‌های سازه‌ای توجه ویژه‌ای به شرایط طبیعی و ژئومورفولوژیک بالادست، محیط شهر و پایین دست رودخانه شود.

منابع

1. Alaei Taleghani, M. (2017). *Geomorphology of Iran*. Ghoomes. Tehran. (In Persian).
2. Anderson, T. (2007). Waterway Going from Eyesore to City Jewel Transform: Tujunga Wash Project Opening Floodgates to Change. *Los Angeles Daily News*. (Updated in 2017).
3. Baschak, LA., & Brown, RD. (1995). An ecological framework for the planning, design and management of urban river greenways. *Landscape and Urban Planning*. 33 (1-3), 211-225. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)02019-C](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)02019-C)
4. Beatley, T. (2005). *Native to nowhere: Sustaining Home and Community in a Global Age*. Island Press, Washington, DC.

5. Brierley, G.J., & Fryirs, K.A. (2005). *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*. Blackwell, Oxford, UK.
6. Campana, D., Marchese, E., Theule, J.I., & Comiti, F. (2014). Channel degradation and restoration of an Alpine River and related morphological changes. *Geomorphology*, 221 (2), 230-241. DOI: [10.1016/j.geomorph.2014.06.016](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.06.016)
7. Cook, EA. (1991). Urban landscape networks: an ecological planning framework. *Landscape Research*. 16 (3), 7-15. DOI: <https://doi.org/10.1080/01426399108706345>
8. Esmaeeli, R., & Valikhani, S. (2014). Evaluation and Analysis of the Hydromorphological Conditions of the Lawej River Using Morphological Quality Index. *Quantitative Geomorphological Research*, 2 (4), 37-53. [20.1001.1.23833254.1398.6.21.7.2](https://doi.org/10.1001.1.23833254.1398.6.21.7.2) (In Persian).
9. Forman, RTT, & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley, New York.
<https://www.dailynews.com/2007/12/08/tujunga-wash-project-opening-floodgates-to-change/>
10. Ghaforpur-Anbaran, P., Ahmadabadi, A., Ganavati, E., & Yasi, M. (2023). Hydro-Morphological Analysis of Karaj River in the Urban Area from Beylan to the Railway Bridge. *Geography and Environmental Sustainability*, 13(1), 21-39. DOI: 10.22126/GES.2022.8026.2552. (In Persian).
11. Ganavati, Ezatollah., Saffari, Amir., Ahmadabadi, Ali., & Varasteh, Shahram. (2022). Risk Analysis and Management of Urban Flood with Geomorphological Approach (Karaj Metropolis). *Quarterly journal of Environmental Erosion Research*, 12 (4), 26-53. DOI: 20.1001.1.22517812.1401.12.4.2.3. (In Persian).
12. Ilanlou, M., & Karam, Amir. (2020). Assessment of hydromorphological conditions of the river using the MQI method (Case study area: JaJROOD River). *Applied Research in Geographical Sciences*. 20 (56), 35-53. (In Persian).
13. Lehmann, S. (2010). *The Principles of Green Urbanism: Transforming the city for Sustainability*. 1st edition. Earth scan. London.
14. Mirzaie, N., Ahmadabadi, A., & Safari, A. (2022). Evaluation of the quality of the geomorphology of Wardvard River. 8th National Conference on Geomorphology, Functions and Necessities, Tehran. (In Persian). <https://civilica.com/doc/1382347>
15. Nosrati, K., Rostami, M., & Ettinan, Z. (2019). Assessment of Taleghan River Hydrogeomorphological Conditions Using Morphological Quality Index, *Hydrogeomorphology*. 6 (21), 133-154. SID. <https://sid.ir/paper/384887/en>. (In Persian).
16. Pinkham, R. (2000). Day lighting: New life for Buried Streams. Colorado: Rocky Mountain Institute, available from: http://www.rmi.org/images/other/Water/Woo32_Daylighting.pdf (Accessed 15 January 2017).
17. Rezaei, M., Khaleghi, S., & Hosseinzadeh, MM. (2023). The Evaluation of Hydromorphological Conditions of Taleghan River Using MQI and RQI Methods for Environmental Planning, *Geography and Environmental Sustainability*, 12 (4), 101-117. (In Persian). <https://doi.org/10.22126/ges.2022.7973.2548>
18. Rinaldi, M., Belletti, B., Bussetti, 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. *Environmental Management*, 202 (2), 363-378. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.036>
19. Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussetti, M. (2012). Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI). Version 1.1. 85 pp Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.
<http://www.isprambiente.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/guidebook-for-the-evaluation-of-stream>
20. Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussetti, 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>
21. Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussetti, M. (2016). IDRAIM—Sistema di Valutazione Idromorfologica, Analisi e Monitoraggio dei Corsi d'acqua—Versione Aggiornata 2016; ISPRA: Roma, Italy.
22. Schumm, S. A. (2005). *River Variability and Complexity*, First Published, Cambridge University Press, the United States of America.

23. Stefanidis, K., Kouvarda, T., Latsiou, A., Papaioannou, G., Gritzalis, K., & Dimitriou, E. (2022). A Comparative Evaluation of Hydromorphological Assessment Methods Applied in Rivers of Greece. *Hydrology*. 9 (43), 1-14. <https://doi.org/10.3390/hydrology9030043>
24. Yue, J. (2012). Urban Rivers: A Landscape Ecological Perspective. *Hydrology Current Research*, 3 (1), 1-6. <https://doi.org/10.4172/2157-7587.1000125>.