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. Moreoverurban 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 (MOI) presented by Rinaldi et al. in 2013. MQI method was assessment the morphologycal 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 Greec (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)

$$MAL = \frac{S\ tot}{\mathrm{S\ max}}$$

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: ahamdabadi@khu.ac.ir**

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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

فاطمه عمادالدین: *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
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹
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 شهروندان 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 لیست های 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 ۰/۴۲ و بازه ۲ با امتیاز متوسط ۰/۴۷ 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.

* نویسندهٔ مسئول: ahamdabadi@khu.ac.ir

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

۱ـ مقدمه

رودخانه‌های شهری به رودخانه یا بخش‌هایی از رودخانه گفته می‌شود که در مناطق شهری سرچشمه گرفته یا مانند کانال‌ها (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 رودخانه ای نقش بسیار مهمی به عنوان زیستگاه، فیلتر و مانع و منابع آب ایجاد می کنند (Forman and Godron, 1986). این رودخانه‌ها همچنین منابع آب و راه‌های ارتباطی، افزایش تنوع چشم‌انداز شهری، ارزشمند کردن زندگی شهروندان و کمک به ثبات، آسایش و پایداری در توسعه شهری را فراهم می کنند(Cook, 1991 & Baschak and Brown, 1995). به‌دلیل اختلالات ناشی از فرایند شهرسازی، رودخانه‌های شهری یکی از مهمترین مناطق تحت تاثیر در تعامل بین فعالیت‌های انسانی و فرآیندهای طبیعی هستند. بار رسوبی یکی از عوامل تعیین کننده شکل بستر در رودخانه‌ها محسوب شده و رودخانه‌ها به صورت حفر، رسوب‌گذاری، 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 به‌منظور 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 قرارگرفته است . گروه اول کارشناسان و متولیان شهرداری‌ها می‌باشند و گروه دوم جغرافیدانان و متخصصان ژئومورفولوژی رودخانه‌ای را شامل می گردد. 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 می‌تولند در زندگی روزلنه ساکنان شهری آورده شود معطوف دارند (Lehmann, 2010). در نتیجه این تفکر تحقیقات و پروژه‌های زیادی جهت ایجاد ارتباط فیزیکی با رودخلنه‌ها و بازسازی و حفاظت از آنها اجرا گردید (Beatley, 2005). از نمونه‌های موفق این تحقیقات می‌توان به پروژه بازگرداندن رودخانه راونا کریک[1] از تونل زیر زمینی، به سطح شهر سیاتل[2] 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 رودخلنه ای هستند که با استفاده از تلفیق اطلاعات هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی رودخلنه‌ها (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 Creek
[2] Seattle

* نویسندهٔ مسئول: ahamdabadi@khu.ac.ir

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

(۲۰۱۳) ارائه شده است. پس از آن افراد زیادی از روش شاخص کیفیت ژئومورفولوژیکی به عنوان یک روش استاندارد جهت سنجش کیفیت مورفولوژیکی رودخانه ها استفاده کردند. بطور مثال Campana و همکاران (۲۰۱۴) به ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخانه اهر[1] (جنوب تیرول[2]، 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 کانال و بالا بردن بستر رودخانه به اندازه کافی برای ارتقای فرآیندهای حمل‌ونقل انواع رسوب در یک حد مشخص انجام می‌شود. به این منظور تحول بسترهای قدیمی رودخلنه و لقدلمات بازسازی هرگز نبلیدبدون تجزیه و تحلیل دقیق از چگونگی پیشرفت تخریب کانال در طول سال‌های گذشته انجام شود. Rinaldi و همکاران (۲۰۱۷) از سه مدل شاخص کیفیت مورفولوژیکی، شاخص کیفیت مورفولوژیکی برای نظارت[3] و سیستم بررسی و طبقه‌بندی واحدهای ژئومورفیک[4] برای ارزیابی و پایش جریان در رودخلنه سسینا[5] 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[6]، شاخص کیفیت مورفولوژیکی و تکنیک ارزیابی هیدرومورفولوژی رودخانه[7] 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 کانال 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 درطبقه بد قرار گرفته است. Nosrati و همکاران (۲۰۱۹) ارزیابی شرایط هیدروژئومورفولوژی 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 دخاالت کم انسانی در طبقه خوب و طبقه ۴ به دلیل افزایش فعالیت انسانی از جمله برداشت شن و ماسه و سازه‌هایی مانند پل در طبقه‌ی 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 بازه های ۶،۵،۴،۳،۱و۷ به دلیل دخالت های زیاد انسان امتیاز

[1] Ahr River
[2] Tyrol
[3] Morphological Quality Index for monitoring (MQIm)
[4] Geomorphic Units survey (GUS)
[5] Cecina
[6] River Habitat Survey (RHS)
[7] River Hydromorphology Assessment Technique (RHAT)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

۰.۲ را کسب نمود و در طبقه خیلی ضعیف قرارگرفتند. بازه ۲ با امتیاز ۰.۳ در طبقه ضعیف قرارگرفت و بازه ۸ و ۹ امتیاز ۰.۶ را کسب نمود و در طبقه متوسط از لحاظ کیفیت مورفولوژیکی قرارگرفت. Karam & Ilanlou (۲۰۲۲) با استفاده از مدل شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک اقدام به بررسی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه جاجرود نمود. نتایج این پژوهش نشان داد که تمام بازه‌های مورد مطالعه در شرایط ضعیف و خیلی ضعیف قرارگرفته‌اند که این مسائل ناشی از قطع درختان به منظور ایجاد ساخت و سازهای انسانی، برداشت شن و ماسه، ایجاد تفرجگاه‌های 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 هیدروژئومورفولوژی رودخانه کرج (از پل بیلقان تا پل راه‌آهن) با استفاده از شاخص هیدروژئومورفولوژیکی IHG توسط Ghaforpur-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[1] 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 بازه های ۷و ۸ به دلیل تغییرات کمتر، دارای بالاترین ضریب هستند و ازنظر دینامیک ژئومورفولوژی، پویایی بیش تری نسبت به سایر بازه ها 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 قرارگیرد. در این میان استفاده از روشی که بتواند شرایط رودخانه‌ها را در محیط‌های شهری مورد تحلیل قرار دهد ضروری به نظر می رسد. 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.

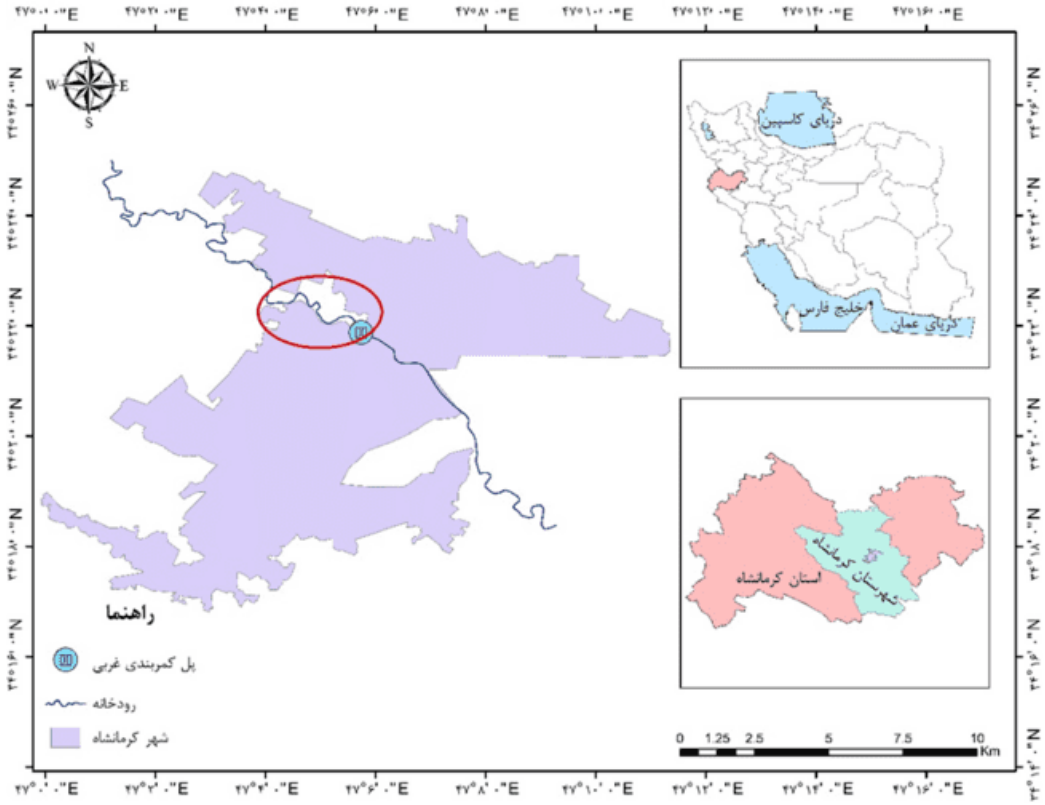
۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

رودخانه قره سو از سرشاخه های 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 (شکل۱). جهت رودخانه قره سو شمال غربی به جنوب شرقی است. محدوده مطالعه این

[1] River Quality Index (RQI)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

پژوهش قسمتی از رودخانه قره سو در نقطه ورود به شهر کرمانشاه است که از غرب 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 ۶ / ۱۴ 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 ان رانده شده است (Alaei Taleghani, 2017). درمناطقی از دشت بیش از ۲۰۰ متر رسوبات مربوط به کواترنر انباشته شده است.



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

۳ـ مواد و روش

۳ـ۱ـ 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[1] ۱۰ متر، زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین‌شناسی کشور)، کاربری زمین ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان برنامه و بودجه استان کرمانشاه) شهر کرمانشاه مدنظر است. جهت بررسی

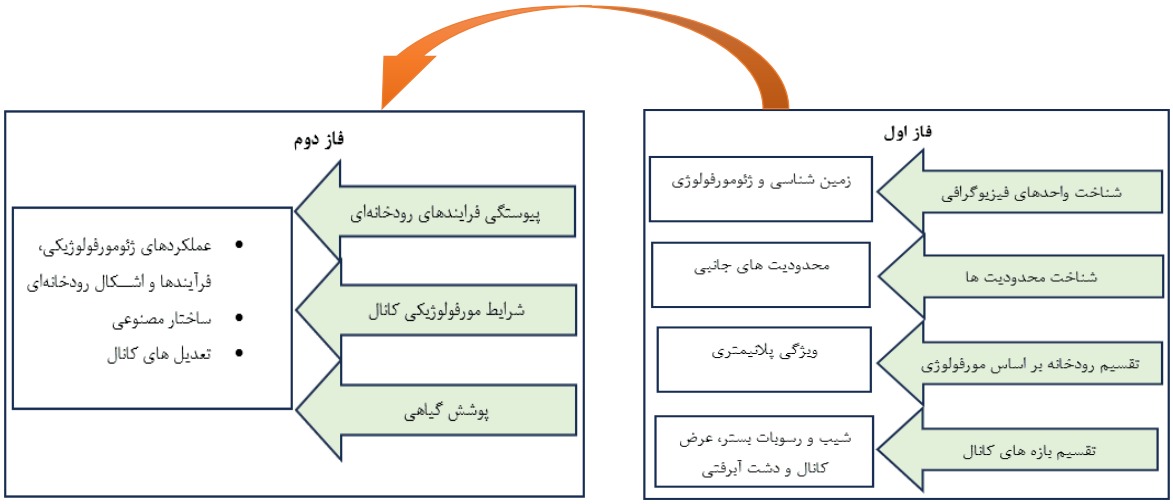
[1] Digital Elevation Model (DEM)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

تاریخی و کنونی منطقه مطالعاتی از عکس هوایی (سازمان نقشه برداری ایران) سال ۱۳۳۳ با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و تصاویر گوگل‌ارث[1] 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 مورفولوژیک رودخانه ها ارائه شد. در روش مذکور از دو فاز اصلی که هر کدام دارای چند مرحله فرعی می‌باشند استفاده می‌شود (شکل۲).



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 می باشد.

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، نسبتا محدود و نامحدود (از طرفین آزاد) شناسایی می‌شود (Brierley and Fryirs, 2005). این اصطلاحات درمورد دره‌های طبیعی مورد استفاده قرار می گیرد که به صورت جانبی پهنای آنها به دامنه‌ها یا تراس های قدیمی محدود می شود و عوامل مصنوعی مانند محافظ کرانه رود، سنگ چین ها 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 کانال

[1] Google Earth

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

می‌باشد تعریف می‌شوند (Rinaldi *et al.*, 2012). شامل سه حالت محدود (C)، نسبتا محدود (PC) و نامحدود (U) می‌شود.

مرحله سوم: در این مرحله مورفولوژی کلنال براساس محدودیت کلنال و الگوی پلانیمتری رودبه هفت طبقه مستقیم، سینوسی، پیچان رودی، تک کانالی، شریانی سرگردان، شریانی و آناستوموسینگ تقسیم می‌شود.

مرحله چهارم : با توجه به وجود ناپیوستگی‌ها در کانال رود مانند ناپیوستگی‌های هیدرولوژیکی (زیر شاخه‌های رود ، سدها) شیب بستر (خصوصا برای بازه‌های محدود)، تغییرات مرتبط با عرض کانال، پهنای دشت آبرفتی و بار رسوب رودخانه به بازه‌های نسبتا همگن تقسیم‌بندی می‌شود. این بازه ها به عنوان واحدهای پایه جهت بررسی وضعیت ژئومورفولوژیک رودخانه محسوب می‌شود. 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 (شکل۳).



شکل ۳: بازه‌های مطالعاتی رودخانه قره‌سو در محدوده غرب شهر کرمانشاه

فاز دوم : در این فاز برای ارزیابی کیفیت مورفولوژیک بازه‌های رودخانه‌ای سه جنبه اصلی، پیوستگی فرایندهای رودخانه‌ای (شامل پیوستگی طولی و عرضی)، شرایط مورفولوژیکی کانال (شامل الگوی کانال، شکل مقطع عرضی و رسوبات بستر) و پوشش گیاهی مورد توجه قرار می‌گیرد. در هر یک از این جنبه‌های اصلی نامبرده سه مولفه عملکردهای ژئومورفولوژیکی، فرآیندها و اشکال رودخانه‌ای (F)، ساختار مصنوعی (A) و تعدیل‌های کانال (CA)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در نهایت از ۲۸ شاخص که در غالب سه گروه قرار دارند جهت سنجش جنبه‌های اصلی و مولفه‌های تحلیلی استفاده می شود. گروه اول شامل شاخص های مربوط به عملکردهای ژئومورفولوژیکی است .این شاخص ها (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 سازه های عرضی ،کف بندها، محافظهای 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)

واحد پایه		عملکردی (F)	مصنوعی (A)	تعدیل‌های کانال(CA)
پیوستگی	طولی	F1	A1, A2, A3, A4, A5	
	جانبی	F2, F3, F4, F5	A6, A7	
مورفولوژی	الگوی کانال	F6, F7, F8	A8, (A6)	CA1
	مقطع عرضی	F9	(A4, A9, A10)	CA2, CA3
	رسوبات بستر	F10, F11	A9, A10, A11	
پوشش گیاهی		F12, F13	A12	

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 مختل 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).

درنهایت 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.

$$MAL = \frac{S\,tot}{\mathrm{S\,max}}$$ رابطه۱)

در این رابطه S_{max} حداکثر 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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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

$$MQI = 1 - MAL$$ رابطه۲)

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 at el, 2012:29).

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

شاخص	امتیاز		
	A	B	C
عملکرد			

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

F1- پیوستگی طولی در حمل رسوب و چوب، وجود سازه‌های عرضی	۰	۳	۵
F2- وجود یک دشت سیلابی جدید	۰	۳	۵
F3- پیوستگی رودخانه و دامنه و وجود عناصر قطع‌کننده (مثلاً جاده‌ها) در حریم ۵۰ متری از رودخانه	۰	۳	۵
F4- فرآیندهای پسروی کرانه	۰	۲	۳
F5- عرض و طول کریدور فرسایش‌پذیر	۰	۲	۳
F6- پیکربندی بستر مرتبط با شیب دره	۰	۳	۵
F7- اشکال و فرآیندهای خاص الگوی کانال	۰	۳	۵
F8- وجود اشکال رودخانه‌ای نمونه در دشت آبرفتی	۰	۲	۳
F9- تغییرپذیری مقطع عرضی	۰	۳	۵
F10- ساختار بستر کانال	۰	۲	۵ یا ۶
F11- وجود چوب‌های بزرگ در کانال	۰		۳
F12- محدوده‌ی گیاهان عملکردی	۰	۲	۳
F13- گسترش خطی پوشش گیاهی عملکردی	۰	۳	۵
مصنوعی			
A1- تغییرات در بالادست جریان رود	۰	۳	۶
A2- تغییر در بالادست دبی رسوب	۰	۳ یا ۶	۹ یا ۱۲
A3- تغییر جریان در بازه	۰	۳	۶
A4- تغییر دبی رسوب در بازه	۰	۴	۶
A5- سازه‌های عرضی	۰	۲	۳
A6- حفاظت کرانه‌ها	۰	۳	۶
A7- خاک‌ریزهای مصنوعی	۰	۳	۶
A8- تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه	۰	۲	۳
A9- سایر سازه‌های تثبیت‌کننده بستر	۰	۳	۶ یا ۸
A10- جابجایی رسوبات	۰	۳	۶
A11- جابجایی چوب	۰	۲	۵
A12- مدیریت پوشش گیاهی	۰	۲	۵
تعدیل‌های کانال			
CA1- تعدیل الگوی کانال	۰	۳	۶
CA2- تعدیل عرض کانال	۰	۳	۶
CA3- تعدیل سطح اساس بستر	۰	۴	۸ یا ۱۲

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

کلاس	امتیاز
بسیار خوب یا زیاد	0.85≤MQI≤1
خوب	0.7≤MQI≤0.85

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

متوسط	0.5≤MQI≤0.7
ضعیف	0.3≤MQI≤0.5
خیلی ضعیف	0.0 ≤MQI ≤0.3

۴-یافته‌ها

بازه ۱: رودخانه قره سو در بازه ۱ به طول ۸۹۴ و عرض آن بین ۳۱ تا ۹۷ متر متغییر است. این بازه توسط مناطق مسکونی و صنعتی محدود شده است. در این بازه دخالت انسانی کاملا مشهود است. تشکیل دشت سیلابی جدید، تغییر ساختار بستر کانال، 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 کانال نیز وارد شده است (شکل ۵). پل کمربندی 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 ۰/۴ در ساحل سمت راست برابر ۰/۴۵ است. در مجموع مقدار MQI در این بازه ۰/۴۲ است که در کلاس ضعیف قرار دارد.

جدول۴: وضعیت کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه در بازه ۱

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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]



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)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]



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



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

بازه ۲: طول رودخانه در این بازه ۸۹۳ متر و عرض آن ۲ از ۱۶ تا ۲۰ متر متغییر 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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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 کانال 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 ۰/۴۵ در ساحل سمت راست برابر ۰/۴۹ است. در مجموع مقدار MQI در این بازه ۰/۴۷ است که در کلاس ضعیف قرار دارد.

جدول۵: وضعیت کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه در بازه ۲

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



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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]



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)

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]



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



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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]



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

سایر بازه ها: بازه‌های ۳، ۴ و ۵ رودخانه قره‌سو 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 متغییر و دارای الگوی تک کانالی و 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) تقریبا ۸۰ درصد بازه‌های ۳، ۴ و ۵ دست نخورده و شرایط طبیعی دارند (جدول۶). مقدار MQI در این بازه‌ها بین ۰/۴۹ تا ۰/۷۱ است در وضعیت متوسط قرار دارند.

جدول۶: وضعیت کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه در بازه‌های ۳، ۴ و ۵

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

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]



شکل ۱۴: اراضی کشاورزی بازه های ۳، ۴ و ۵ در سال ۲۰۰۵ (منبع تصاویر Google Earth)



شکل ۱۵: اراضی کشاورزی و نخاله های ساختمانی بازه های ۳، ۴ و ۵ در سال ۲۰۲۲ (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.

جدول۷: کلاس بندی روش کیفیت ژئومورفولوژیک رودخانه قره سو شهر کرمانشاه

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

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 درمناطق شهری است. درحالی که در نگاه صرف ژئومورفولوژیکی به رودخانه‌ها هرگونه دخل و تصرف درمجرای رودخانه‌ها برهم زننده تعادل محسوب شده و مجاز نیست (جدول ۸).

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

جدول۸: تعارضات بین اهداف ژئومورفولوژیست‌ها و کارشناسان شهرداری‌ها با توجه به شاخص کیفیت ژئومورفولوژیک

شرایط مطلوب از نظر ژئومورفولوژیست‌ها	شرایط مطلوب از نظر مدیران و برنامه‌ریزان
وجود پسروی‌های مکرر کرانه خصوصا درخمیدگی‌ها (F4)	سنگ چین کردن کرانه‌ها وحفظ سواحل در برابر فرسایش
عرض و طول کریدور فرسایش‌پذیر یعنی محدوده بدون سازه‌های مرتبط (مثلاً محافظ‌های 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 محافظ‌های کرانه و خاکریز جهت جلوگیری از فرسایش سواحل
عدم وجود سازه‌های عرضی (پل ها، پایاب ها، آبگذرها) (A5)	ساخت پل‌های ارتباطی بسیار جهت تردد طرفین رودخانه
فقدان یا وجود محافظ‌های کناره (A6)	اجرای روش‌های حفاظت کناره مانند دیوارها، پوشش‌های سنگی، تور سنگی یا گابیون، سازه آبشکن، کارهای زیست مهندسی
عدم وجود خاکریزهای مصنوعی به عنوان عوامل محدود کننده (A7)	وجود خاکریزهای مصنوعی جهت محافظت ازشهر در مقابل سیل
وجود سازه های تثبیت کننده بستر مانند رمپ وکف بند به عنوان عوامل بر هم زننده وضعیت طبیعی رودخانه (A9)	وجود سازه‌های تثبیت کننده بستر مانند رمپ و کف بند

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

برای ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخلنه روش‌های بسیار زیادی وجود دارد که از جمله این روش‌ها می‌توان‌به بررسی زیستگاه رودخانه، تکنیک ارزیابی هیدرومورفولوژی رودخانه، شاخص کیفیت مورفولوژیک اشاره کرد. معمولا 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، دگرسانی هیدرولوژیکی 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 کانال و مورفولوژی مقطعی متناظر آن‌ها و بهبود ایجاد زیستگاه فراهم می‌کند. در روش MQI به حفظ تعادل و مختل 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 درآنها 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 کانال آن ایجاد شده است. از سوی دیگر به علت تخلیه نخاله‌های ساختمانی درحاشیه رودخانه قره سو در شهر

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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 قره‌سو 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 می‌افتند و به همین جهت بازه ۱ از نظر شاخص کیفیت مورفولوژیک ضعیف است. همچنین نتایج نشان داد در بازه ۲ رودخانه قره‌سو 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 درمناطق شهری به دلیل فعالیت های انسانی و تغییر کرانه های رودخانه باید دقت بیشتری مد نظر 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. درحالی 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 باتوجه به رفتار رودخانه‌ها که تابعی از مورفولوژی کانال و وضعیت دبی و رسوب است. استفاده صرف از روش‌های ژئوتکنیکی جهت محافظت از رودخلنه‌ها درمحیط‌های شهری و عدم توجه‌به قواعد طبیعی حاکم بر رفتار رودخلنه‌ها 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
4. Beatley, T. (2005). *Native to nowhere: Sustaining Home and Community in a Global Age*. Island Press, Washington, DC.

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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
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 (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., & Etminan, 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., 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. *Environmental Management*, 202 (2), 363-378. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.036
19. Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, 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., & 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
21. Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, 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.

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]

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.

[DOI: 10.61186/jeer.14.1.18]