Geography and Environmental Sustainability
Homepage: http://ges.razi.ac.ir/
Print ISSN: 2322-3197 Online ISSN: 2676-5683

The Evaluation of Hydromorphological Conditions of Taleghan River Using MQI and RQI Methods for Environmental Planning

Mahnaz Rezaei[1]| Somaiyeh Khaleghi[2]| Mohammad Mahdi Hosseinzadeh[3]

1. Department of Physical Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: mahnaz.rezaee95@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Physical Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: s_khaleghi@sbu.ac.ir
3. Department of Physical Geography, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: m_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 30 Jun 2022
Received in revised form: 05 Aug 2022
Accepted: 09 Aug 2022
Available online: 22 Oct 2022

Keywords:
Ecological Conditions,
Morphological Conditions,
RQI,
MQI,
Taleghan River.

ABSTRACT

Rivers face many morphological and ecological changes over time, and these changes are important in environmental and development planning. The Taleghan River in Alborz Province is one of the rivers associated with many morphological and ecological changes in recent years, and for this reason, this issue has been addressed in this study. The data used in the research included library information, information obtained from Google Earth images, information obtained from field visits, as well as the 12.5 SRTM digital elevation model. Research tools also included ArcGIS and Google Earth software, as well as RQI (description and assessment of environmental conditions in riverine areas) and MQI (morphological quality index) models. This research has been carried out in two general stages. In the first stage, the environmental conditions of the studied periods have been evaluated using the RQI method, and in the second stage, the river dynamics of the periods has been investigated using the MQI model. The results obtained from RQI method have shown that intervals 1, 2, 3, 4, 5 and 6 with 46, 67, 69, 64, 44 and 43 points, respectively, have a poor status and intervals 7 and 8 They also have an average position with 74 and 76 points, respectively. Also, the results of the evaluation of the dynamic condition of the river have shown that intervals 1, 2, 3, 4 and 5 with coefficients of 0.188, 0.156, 0.156, 0.117 and 0.242, respectively. Very poor morphological dynamics, interval 6 with a coefficient of 0.453 in terms of MQI index has a weak dynamic state and also intervals 7 and 8 with a coefficient of 0.477, have the highest coefficient and in terms of geomorphological dynamics have more dynamics than the other intervals.

Cite this article: Rezaei, M., Khaleghi, S. & Hosseinzadeh, M. M. (2022). The Evaluation of Hydromorphological Conditions of Taleghan River Using MQI and RQI Methods for Environmental Planning. *Geography and Environmental Sustainability*, *12* (4), 101-117. DOI: 10.22126/ges.2022.7973.2548

© The Author(s).
Publisher: Razi University
DOI: 10.22126/ges.2022.7973.2548

جغرافیا و پایداری محیط
وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/
شاپای چاپی: ۳۱۹۷-۲۳۲۲ شاپای الکترونیکی: ۵۶۸۳-۲۶۷۶

ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژی طالقان رود جهت برنامه‌ریزی محیطی با استفاده از روش‌های MQI و RQI

مهناز رضایی[۱]| سمیه خالقی[۲]| محمد مهدی حسین‌زاده[۳]

۱. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: mahnaz.rezaee95@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: s_khaleghi@sbu.ac.ir
۳. گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: m_hoseinzadeh@sbu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸
دسترسی آنلاین: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

کلیدواژه‌ها:
شرایط اکولوژی،
شرایط مورفولوژی،
RQI،
MQI،
طالقان رود.

چکیده

رودخانه‌ها در طول زمان با تغییرات مورفولوژیکی و اکولوژیکی زیادی مواجه‌اند و این در برنامه‌ریزی‌های محیطی و عمرانی حائز اهمیت است. طالقان‌رود در استان البرز ازجمله رودخانه‌هایی است که طی سال‌های اخیر به دلایلی مانند سدسازی، تغییرات کاربری اراضی در اثر توسعه کشاورزی، ساخت‌وسازها، گردشگری و برداشت شن و ماسه، تغییرات زیادی داشته است؛ بنابراین پژوهش حاضر به بررسی تغییرات طبیعی و انسانی مؤثر در وضعیت هیدرومورفولوژیکی طالقان‌رود و اقدامات مدیریتی مقتضی می‌پردازد. داده‌های مورداستفاده در تحقیق شامل اطلاعات کتابخانه‌ای، اطلاعات به‌دست‌آمده از تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای میدانی و همچنین مدل رقومی ارتفاعی ۱۲/۵ متر است. ابزارهای تحقیق شامل نرم‌افزارهای ArcGIS و گوگل ارث و همچنین مدل‌های RQI و MQI بوده است. این تحقیق در دو مرحله کلی انجام‌شده است. در مرحله اول با استفاده از روش RQI شرایط محیطی در بازه‌های موردمطالعه ارزیابی شد. در مرحله دوم نیز با استفاده از مدل MQI، وضعیت دینامیک رودخانه بررسی گردید. نتایج به‌دست‌آمده از روش RQI نشان می‌دهد که بازه‌های ۱ تا ۶ که در بالادست سد قرار دارند، دارای وضعیت فقیر بوده و ازنظر مدیریتی نیازمند بازسازی سیستم‌های پوشش‌گیاهی است و بازه‌های ۷ و ۸ نیز در محدوده سد طالقان و پایین‌دست، دارای وضعیتی متوسط هستند که لازم است تا اقدامات حفاظتی در مورد آن‌ها اجرا شود. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه بیانگر آن است که مناطق بالادست؛ یعنی بازه‌های ۱ تا ۵ به علت ضعیف شدن فرایندهای فرسایشی ناشی از تغییرات سطح اساس، دارای وضعیت پویایی مورفولوژیکی خیلی ضعیف و بازه ۶ که در محدوده ورودی سد قرار دارد ازنظر شاخص MQI دارای وضعیت دینامیک ضعیف است. بازه‌های ۷ و ۸ به دلیل تغییرات کمتر، دارای بالاترین ضریب هستند و ازنظر دینامیک ژئومورفولوژی، پویایی بیش‌تری نسبت به سایر بازه‌ها دارند.

استناد: رضایی، مهناز؛ خالقی، سمیه؛ حسین‌زاده، محمد مهدی (۱۴۰۱). ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژی طالقان رود جهت برنامه‌ریزی محیطی با استفاده از روش‌های MQI و RQI. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۲ (۴)، ۱۰۱-۱۱۷. DOI: 10.22126/ges.2022.7973.2548

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

رودخانه‌ها سیستم‌هایی پویا هستند که در طول زمان تحت‌تأثیر عوامل مختلف ازجمله فعالیت‌های انسانی تغییر می‌کنند (Kelechi et al., 2013). تغییرات مورفولوژیکی و اکولوژیکی رودخانه‌ها در برنامه‌ریزی‌های محیطی و عمرانی حائز اهمیت است چراکه تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها از عوامل مؤثر در تغییر بار رسوبی رودخانه، تخریب کناره‌ها و همچنین زیرساخت‌های نزدیک بستر رودخانه‌ها هستند (شاکری نسب، ۱۴۰۰: ۶۹).

رودخانه‌ها در طی سال‌های اخیر به دلیل عدم مدیریت صحیح با تغییرات مورفولوژیکی و زیست‌محیطی زیادی مواجه شده‌اند (Charlton, 2007: 54). فعالیت‌های انسانی شامل صنعتی‌شدن شهرها، کشاورزی، صنایع و غیره سبب تغییر کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب رودخانه‌ها شده و وضعیت اکولوژیکی رودخانه را تحت‌تأثیر خود قرار داده است (Bussettini, 2013 ؛ جداری عیوضی و همکاران، ۱۳۸۹). تأثیرات انسان در رودخانه بدون داشتن اطلاعات لازم، با تغییرات اکولوژیکی و مورفولوژی رودخانه همراه خواهد بود (Yang, et al., 2014). انسان به طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند در روند فرایندها و سرعت بخشیدن به تغییرات طبیعی رودخانه مؤثر باشد. ازجمله مهم‌ترین موارد در این زمینه می‌توان به بهره‌برداری بیش‌ازحد منابع آبی، توسعه کشاورزی و صنعتی، سدسازی بیش‌ازحد که سبب تشدید تبخیر و رسوب‌گذاری رودخانه‌ها شده است، احداث پل‌های متعدد با پایه‌های درون رودخانه، واردکردن پساب‌های صنعتی و شهری به رودخانه‌ها و همچنین احداث و محدودکردن کانال رود در مسیرهای طولانی اشاره کرد (امانی، ۱۳۹۴: ۱۲۵).

در خصوص منطقه موردمطالعه؛ احداث سد طالقان بر روی طالقان رود، علاوه بر ایجاد تغییرات در نیمرخ طولی رودخانه و فرایندهای رسوب‌گذاری، باعث جذب گردشگر و به دنبال آن توسعه ساخت‌وسازها، تغییرات کاربری اراضی و تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی و توسعه فعالیت‌های تجاری مانند برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه شده است. به همین دلیل انتظار می‌رود شرایط ناپایداری در طالقان رود ازنظر وضعیت اکولوژی و مورفولوژی ایجادشده باشد.

اهمیت وضعیت اکولوژی و مورفولوژی رودخانه سبب شده است تا در طی سال‌های اخیر در این مورد تحقیقات مختلفی با استفاده از شاخص اکولوژی رودخانه (RQI) انجام گیرد (Del Tanago & De Jalon, 2011). ارزیابی‌ها و نظارت هیدرو مورفولوژیکی و حمایت از مدیریت فرایندهای رودخانه، باهدف کیفیت اکولوژیکی و کاهش خطر سیل انجام می‌شود (Rinaldi, 2015). در این میان تحقیقات متنوع به ارائه مدل‌ها و روش‌های جدیدی مانند سیستم‌های سلسله‌مراتبی و طبقه‌ای به‌منظور بررسی وضعیت هیدروژئومورفولوژی رودخانه، (Belletti et al., 2017) یا تأثیر کاربری اراضی بر وضعیت اکولوژی رودخانه‌ها پرداخته‌اند (Pascacio et al., 2018). یکی از عوامل موردتوجه در تأثیرپذیری وضعیت اکولوژی رودخانه‌ها، مورفولوژی آنهاست به‌طوری‌که در ایتالیا، ارزیابی کاملی از شاخص کریدور رودخانه‌ها (مجموعه فضای متأثر از رودخانه)، و مقایسه بین شاخص کیفیت مورفولوژیکی و شاخص‌های زیستی رابطه معنی‌داری را نشان می‌دهد و مقایسه شاخص کیفیت مورفولوژیکی (MQI) و سه شاخص حیاتی: شاخص (ORI) و دو شاخص (BQE) در هفت رودخانه شمالی ایتالیا نیز از تأثیر کیفیت مورفولوژی بر وضعیت اکولوژی رودخانه حکایت دارد (Golfieria et al., 2018). بر همین اساس تأثیر کیفیت مورفولوژی بر وضعیت رودخانه‌ها از ابعاد مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است. شریفی کیا و همکاران در سال ۱۳۹۶ بیان کردند که تغییرات مورفولوژیک ناشی از احداث سد طالقان در پایین‌دست سد به‌صورت رسوب‌گذاری و بالاآمدگی ارتفاعی است و در بالادست سد از پویایی ژئومورفولوژی کاسته شده و با ایجاد شرایط منظم‌تر، وضعیت فرسایش، از حفر بستر به فرسایش کناره‌ای تغییر کرده است. بعدها مناطق دارای فرسایش کناره‌ای توسط نصرتی و همکاران، (۱۳۹۹) مورد شناسایی قرار گرفت.

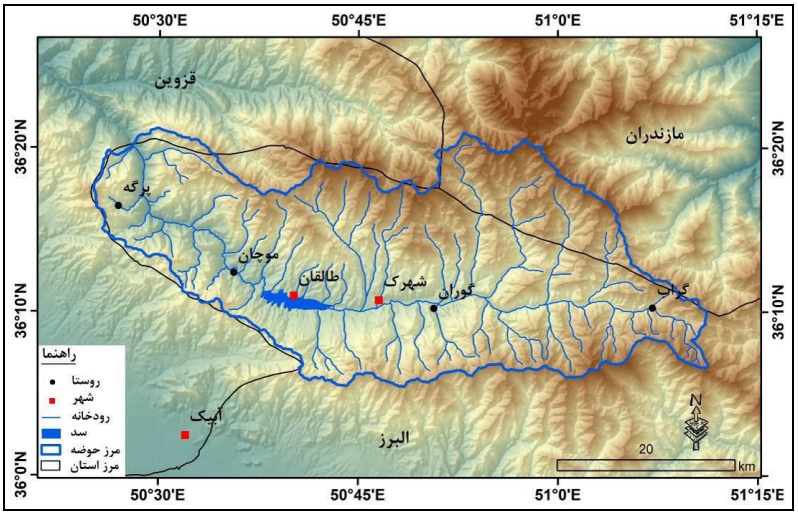
به‌طورکلی تحقیقات انجام‌شده حاکی از وضعیت پویایی ژئومورفولوژیک ضعیف و نیازمند توجه و رسیدگی، در طالقان رود است (یعقوب‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸). پیامد دخالت‌های انسانی و تغییرات ژئومورفولوژی ناشی از آن در طالقان رود شرایط تشکیل لندفرم‌های بیوژئومورفیک را محدود کرده (دارابی شاهماری و همکاران، ۱۳۹۸) و به دنبال آن زندگی گونه‌های منحصربه‌فرد گیاهی و جانوری دستخوش تغییروتحول می‌شود. به‌طوری‌که شرایط زیست گونه سس ماهی کورا در طالقان رود بسیار وابسته به عرض، عمق و سرعت کم جریان آب است (ایگدری و همکاران، ۱۳۹۳) و تغییرات ژئومورفولوژی که بر

این عوامل تأثیرگذار است زندگی این‌گونه را به خطر می‌اندازد. به دلیل اهمیت تغییرات ژئومورفیک در رودخانه‌ها تحقیقات زیادی به این موضوع پرداخته‌اند ازجمله می‌توان به نمونه‌هایی مانند هیدرو مورفولوژی رودخانه لاویج با استفاده از شاخص‌های کیفیت ژئومورفولوژی (اسماعیلی و ولی‌خانی، ۱۳۹۳)، تغییرات مورفومتری پیچان‌رودها (جوکار سرهنگی و همکاران، ۱۳۹۶)، پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از طرح‌های توسعه منابع آب تحت‌تأثیر تغییرات مورفولوژی رودخانهٔ کرج (صمدی و عزیزیان، ۱۳۹۶: ۸۶)، تحول مورفولوژیکی الگوی رودخانه با شاخص‌های هندسی در آزاد رود (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۶)، ارزیابی جریان زیست‌محیطی رودخانه با روش اکوهیدرولوژی در مهاباد چای (رزاقی رضائیه، ۱۳۹۷).

ازاین‌رو، باتوجه‌به اهمیت موضوع رودخانه، خصوصاً تغییرات اکولوژیکی و پویایی مورفولوژی رودخانه‌ها، هدف این پژوهش، ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژی طالقان رود می‌باشد چراکه این رودخانه طی سال‌های اخیر به دلایلی همچون احداث سد طالقان، تغییرات کاربری اراضی در اثر توسعه کشاورزی، ساخت‌وسازها، گردشگری و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه با تغییرات زیادی همراه بوده است. به همین دلیل این پژوهش به بررسی علل تغییرات وضعیت هیدرومورفولوژیکی طالقان رود با استفاده از مدل‌های RQI و MQI به‌منظور شناسایی مناطق نیازمند اقدامات مدیریتی می‌پردازد.

موقعیت منطقه موردمطالعه

در این پژوهش، حوضه آبریز طالقان که شامل محدوده بالادست و پایین‌دست سد طالقان است به‌عنوان منطقه موردمطالعه انتخاب‌شده است. این حوضه ازنظر تقسیمات سیاسی جزء شهرستان طالقان و استان البرز محسوب می‌شود (شکل ۱). شهرهای طالقان و شهرک ازجمله شهرهای مهم این حوضه محسوب می‌شود و ازجمله روستاهای آن نیز می‌توان به گراب، گوران، موچان و پرگه اشاره کرد. این حوضه ازنظر ژئومورفولوژی در واحد کوهستان و در بین ارتفاع ۱۲۶۰ تا ۴۴۰۲ متری از سطح دریا قرار دارد و همین مسئله سبب شده تا چشم‌انداز غالب این منطقه را دامنه‌ها پرشیب در برگیرد. ازنظر زمین‌شناختی این منطقه در واحد البرز مرکزی قرار دارد و دارای خصوصیات سنگ‌شناسی متنوعی است. ازنظر اقلیمی نیز بی‌دلیل قرارگرفتن در طبقات بالای ارتفاعی، دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و مرطوب است. ازنظر تقسیمات حوضه‌ای، حوضه طالقان از زیر حوضه‌های رودخانه سفیدرود محسوب می‌شود. طالقان رود به‌عنوان رودخانه اصلی این حوضه محسوب می‌شود که سد طالقان نیز بر روی آن قرار دارد. در شکل ۱ نقشه موقعیت منطقه موردمطالعه نشان‌داده‌شده است.



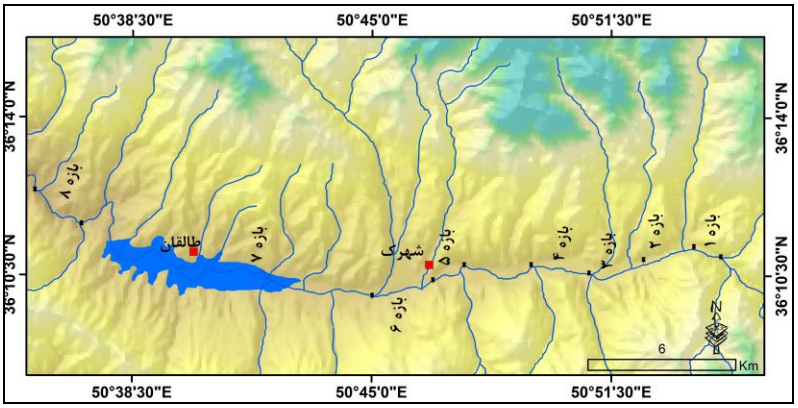
شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه موردمطالعه

مواد و روش‌ها

روش تحقیق

در این پژوهش متناسب با اهداف موردنظر از روش‌های کمی و کیفی استفاده‌شده است. داده‌های مورداستفاده در تحقیق

شامل اطلاعات کتابخانه‌ای، اطلاعات به‌دست‌آمده از تصاویر گوگل ارث، اطلاعات به‌دست‌آمده از بازدیدهای میدانی و همچنین مدل رقومی ارتفاعی ۱۲/۵ اخذشده از سایت Vertex Alaska بوده است. ابزارهای تحقیق نیز شامل نرم‌افزارهای ArcGIS و گوگل ارث و همچنین مدل‌های RQI (توصیف و ارزیابی شرایط محیطی مناطق رودخانه‌ای) و MQI (شاخص کیفیت مورفولوژی) بوده است. در این تحقیق به‌منظور بررسی رودخانه محدوده مطالعاتی، بر مبنای تغییرات مورفولوژیکی و با درنظرگرفتن دخالت‌های انسانی، رودخانه موردنظر به ۸ بازه تقسیم‌شده است (شکل ۲). به‌طوری‌که بازه‌های ۱ تا ۴ در بالادست سد باتوجه‌به شرایط متفاوت مورفولوژیکی، بازه ۵ ازنظر تغییرات کاربری اراضی، بازه ۶ منطقه ورودی دریاچه سد، بازه ۷ محدوده دریاچه سد و بازه ۸ به‌عنوان پایین‌دست دریاچه سد در نظر گرفته‌شده است.



شکل ۲. نقشه موقعیت بازه‌های موردمطالعه

این تحقیق در دو مرحله کلی انجام گرفت. در مرحله اول بر مبنای اطلاعات کمی و کیفی به‌دست‌آمده از بازدیدهای میدانی و تصاویر ماهواره‌ای و با استفاده از روش RQI شرایط محیطی بازه‌های موردمطالعه ارزیابی شد و در مرحله دوم نیز با استفاده از مدل MQI، وضعیت پویایی ژئومورفیک رودخانه بررسی مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های RQI و MQI به شرح زیر آورده می‌شود.

روش RQI

این روش از شاخص‌هایی برای ارزیابی وضعیت اکولوژیکی رودخانه‌ها استفاده می‌کند. با استفاده از این روش وضعیت پوشش گیاهی سواحل رودخانه‌ها ارزیابی شد و اقدامات لازم جهت کنترل تخریب زیست‌محیطی و مدیریت آن‌ها ارائه شد. در این روش بر مبنای ۷ شاخص، وضعیت اکولوژیکی رودخانه ارزیابی شد که در ادامه این شاخص‌ها تشریح می‌شوند (جدول ۱):

جدول ۱. شاخص‌های مورداستفاده برای ارزیابی وضعیت اکولوژیکی رودخانه (Del Tanago & De Jalon, 2011؛ Pascacio et al., 2018)

شاخص	وضعیت اکولوژیکی		امتیاز
RQI 1 (ارزیابی وضعیت عرض مناطق کناری)	بد	عرض متوسط کریدور پوشش‌گیاهی به‌شدت کاهش‌یافته و یا به دلیل اقدامات انسانی وجود ندارد. اطراف کانال به حوضه‌های کشاورزی، مناطق شهری و یا جاده‌ها متصل هستند. هنگامی‌که کانال به طور جانبی محدود است و در اطراف امکان رشد پوشش‌گیاهی وجود ندارد، امتیاز صفر در نظر گرفته می‌شود.	۱ تا ۳
	فقیر	عرض میانگین کریدور پوشش‌گیاهی به طور قابل‌توجهی براثر فعالیت‌های انسانی کاهش‌یافته و بیش از ۶۰٪ اطراف رودخانه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.	۴ تا ۶
	متوسط	میانگین عرض اطراف رودخانه به طور متوسط توسط عمل انسان محدودشده است. عرض میانگین بیش از ۳۰ متر است. در دره‌ها کاهش عرض کناری بین ۳۰ تا ۶۰طول کناری را کاهش می‌دهد.	۷ تا ۹
	خوب	میانگین عرض پوشش‌گیاهی به طور کمی توسط عمل انسان محدودشده است. عرض میانگین بیش از ۶۰ متر است. در دره‌های محدود به لحاظ مورفولوژیکی، کاهش عرض کناری کمتر از ۳۰٪ طول کناری را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی خوب	هیچ محدودیتی برای توسعه پوشش‌گیاهی اطراف رودخانه و توسعه در سراسر دره وجود ندارد. پوشش گیاهی در تمام زمین‌های بین کانال و دامنه‌های مجاور وجود دارد.	۱۳ تا ۱۵

ادامهٔ جدول ۱.

شاخص		وضعیت اکولوژیکی	امتیاز
RQI 2 (ارزیابی تداوم طولی، پوشش و الگوی توزیع مناطق اطراف رودخانه)	بد	این کریدور به‌صورت گسترده‌ای با مداخله انسانی تغییر کرده است. پوشش‌گیاهی به درختان و یا بوته‌ها مجزا شده است. پوشش‌گیاهی این منطقه تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی است.	۱ تا ۳
	فقیر	این کریدور به طور قابل‌توجهی از طریق مداخله انسان قطعه‌قطعه شده است. پوشش‌گیاهی کناره‌ها در قطعه‌های کوچکی به چشم می‌خورد که کم‌تر از ۳۰٪ طول این بخش را پوشش می‌دهد.	۴ تا ۶
	متوسط	پوشش‌گیاهی به‌طور متوسط قطعه‌قطعه شده است و طول کامل این بخش را پوشش می‌دهد اما با تراکم نسبتاً کم (بین ۳۰ تا ۶۰٪ طبیعی).	۷ تا ۹
	خوب	پوشش‌گیاهی طول کامل این بخش را با تراکم بیش از ۶۰٪ پوشش می‌دهد.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی‌خوب	پوشش‌گیاهی بدون دخالت انسان و به طور پیوسته اطراف رودخانه را دربرگرفته است.	۱۳ تا ۱۵
RQI 3 (ارزیابی ترکیب و ساختار پوشش گیاهی رودخانه‌ای)	بد	پوشش‌گیاهی تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی تغییر کرده است و بیش از ۶۰٪ از آن را گونه‌های غیربومی تشکیل می‌شود.	۱ تا ۳
	فقیر	پوشش‌گیاهی تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی تغییر کرده است و بین ۳۰ تا ۶۰٪ از آن را گونه‌های غیربومی تشکیل می‌شود.	۴ تا ۶
	متوسط	پوشش‌گیاهی تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی تغییر کرده است و بین ۱۰ تا ۳۰٪ از آن را گونه‌های غیربومی تشکیل می‌شود.	۷ تا ۹
	خوب	پوشش‌گیاهی تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی تغییر کرده است و کم‌تر از ۱۰٪ از آن را گونه‌های غیربومی تشکیل می‌شود.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی‌خوب	پوشش‌گیاهی منطقه بدون تغییر بوده است و فاقد گونه‌های غیربومی است.	۱۳ تا ۱۵
RQI 4 (ارزیابی تنوع سنی و تجدید حیات طبیعی گیاهان)	بد	تنوع سنی و تجدید حیات گونه‌های گیاهی به‌شدت تحت‌تأثیر عمل انسان قرار گرفته است. به مناطقی که سنگ‌فرش شده و امکان رشد پوشش‌گیاهی وجود ندارد، امتیاز صفر داده شود.	۱ تا ۳
	فقیر	تنوع سنی و تجدید حیات گونه‌های گیاهی به‌شدت تحت‌تأثیر عمل انسان قرار گرفته است. فعالیت‌های انسانی سبب تغییر در کانال رودخانه، آلودگی آب و غیره شده است.	۴ تا ۶
	متوسط	تنوع سنی و تجدید حیات گونه‌های گیاهی به طور متوسط تحت‌تأثیر عمل انسان قرار گرفته است. مداخلات انسانی (مانند آتش‌سوزی و شخم زدن نامناسب) با تأثیر متوسط بر تجدید حیات طبیعی پوشش‌گیاهی همراه بوده است.	۷ تا ۹
	خوب	تنوع سنی و تجدید حیات گونه‌های گیاهی خیلی کم تحت‌تأثیر عمل انسان قرار گرفته است. تمام طبقات سنی (نهال، جوان، بالغ) از گونه‌های اصلی چوبی حداقل در برخی از مکان‌ها در کل منطقه کناری مشاهده می‌شوند.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی‌خوب	تنوع سنی و تجدید حیات گونه‌های گیاهی تحت‌تأثیر عمل انسان نبوده است و تمام طبقات سنی از همه گونه‌های گیاهی در منطقه رودخانه مشاهده می‌شود.	۱۳ تا ۱۵
RQI 5 (ارزیابی شرایط کانال فعال)	بد	اطراف رودخانه به‌شدت تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد. به مناطقی که بتن‌ریزی شده و امکان رشد پوشش‌گیاهی وجود ندارد، امتیاز صفر داده شود.	۱ تا ۳
	فقیر	اطراف رودخانه به‌شدت تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد. منطقه دارای پوشش‌گیاهی کمی است و ۳۰ تا ۶۰٪ از طول رودخانه توسط فعالیت‌های انسانی محدودشده است.	۴ تا ۶
	متوسط	اطراف رودخانه به طور متوسط تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد و ۱۰ تا ۳۰٪ از طول رودخانه توسط فعالیت‌های انسانی محدودشده است.	۷ تا ۹
	خوب	اطراف رودخانه خیلی کم تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار دارد و محدودیتی برای رشد پوشش گیاهی در اطراف کانال وجود ندارد.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی‌خوب	دارای پوشش‌گیاهی توسعه‌یافته در دو طرف کانال است.	۱۳ تا ۱۵
RQI 6 (ارزیابی وضعیت اتصال جانبی رودخانه با دشت سیلابی)	بد	اتصال جانبی رودخانه با دشت سیلابی به‌شدت به‌وسیله عمل انسان کاهش‌یافته است.	۱ تا ۳
	فقیر	اتصال جانبی رودخانه با دشت سیلابی به طور قابل‌توجهی با عمل انسان کنترل می‌شود.	۴ تا ۶
	متوسط	اتصال جانبی رودخانه با دشت سیلابی به طور متوسط توسط عمل انسان کنترل می‌شود. مقررات جریان با کاهش متوسط شدت و فراوانی سیل‌های طبیعی کنترل می‌شود.	۷ تا ۹
	خوب	اتصال جانبی رودخانه با دشت سیلابی اندکی توسط اقدام بشر کنترل می‌شود.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی خوب	اتصال جانبی رودخانه با دشت سیلابی بدون هیچ محدودیتی است.	۱۳ تا ۱۵

ادامهٔ جدول ۱.

شاخص		وضعیت اکولوژیکی	امتیاز
RQI 7 (ارزیابی زیرلایه رودخانه‌ای و وضعیت اتصال عمودی)	بد	به‌شدت به‌وسیله اقدامات انسانی تغییر کرده است و بیش از ۶۰٪ از اطراف رودخانه آسفالت و یا دارای خاک نفوذناپذیر است. استفاده از امتیاز صفر درزمانی که مناطق رودخانه‌ای به طور کامل فرش شده یا حفاری‌شده‌اند که حاوی زیرساخت‌های بتونی است.	۱ تا ۳
	فقیر	به‌شدت به‌وسیله اقدامات انسانی تغییر کرده است و بین ۳۰ تا ۶۰٪ از اطراف رودخانه آسفالت و یا دارای خاک نفوذناپذیر است.	۴ تا ۶
	متوسط	به طور متوسط به‌وسیله اقدامات انسانی تغییر کرده است و کم‌تر از ۳۰٪ از اطراف رودخانه آسفالت و یا دارای خاک نفوذناپذیر است.	۷ تا ۹
	خوب	خاک براثر اقدامات انسانی، اندکی تغییر کرده است. بیش از دو سوم منطقه پوشیده از گیاه و علف است.	۱۰ تا ۱۲
	خیلی‌خوب	بدون دخالت عوامل انسانی و منطقه پوشیده از گیاه و علف است و خاک دارای شرایط مناسبی است.	۱۳ تا ۱۵

در این پژوهش، پس از ارزیابی وضعیت اکولوژیکی بازه‌ها با استفاده از شاخص‌های مختلف، درنهایت وضعیت پوشش‌گیاهی و اکولوژی هرکدام از بازه‌ها بر اساس جدول ۲ مشخص‌شده است.

جدول ۲. محاسبه وضعیت نهایی بازه‌ها بر مبنای شاخص‌های RQI

ارزش RQI	وضعیت پوشش گیاهی	گزینه‌های مدیریتی
کم‌تر از ۱۰	خیلی بد	منطقه به‌شدت تغییر کرده است. سیستم‌های پوشش‌گیاهی به بازسازی جدید نیاز دارند تا از کارکردهای رودخانه‌ای دوباره استفاده کنند. بهبود شرایط محیطی به‌منظور جلوگیری از تخریب رودخانه ضروری است.
۱۰-۳۹	بد	برخی از ویژگی‌های رودخانه تغییریافته‌اند، سیستم‌های پوشش‌گیاهی به احیای مجدد یا ترمیم مجدد فعالیت‌های رودخانه‌ای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی نیاز دارند.
۴۰-۶۹	فقیر	برخی از ویژگی‌ها رودخانه به طور ضعیفی تغییریافته‌اند. سیستم‌های پوشش‌گیاهی به معیارهای بازسازی یا ترمیم نیاز دارند.
۷۰-۹۹	متوسط	چندین ویژگی از رودخانه‌ها به طور متوسط تغییر کرده‌اند، سیستم‌های پوشش‌گیاهی نیازمند اقدامات ترمیم ساز برای تضمین کارکرد مناسب هیدرولوژیکی و اکولوژیکی هستند. حذف یا کاهش فشارها و اثرات آن تا جایی که ممکن است.
۱۰۰-۱۲۹	خوب	اکثر ویژگی‌های رودخانه در شرایط خوب یا بسیار خوب هستند. سیستم‌های پوشش‌گیاهی نیازمند اقدامات حفاظتی برای جلوگیری از اثرات بالقوه جدید و اقدامات بازسازی برای دستیابی به تمامیت کامل توابع حاشیه‌ای هستند.
۱۳۰-۱۵۰	خیلی‌خوب	ویژگی‌های پوشش‌گیاهی در شرایط طبیعی هستند و نیازمند حفظ وضعیت فعلی و جلوگیری از تغییرات آتی سیستم‌های رودخانه‌ای هستند.

روش MQI

یکی از روش‌های طبقه‌بندی رودخانه که اخیراً موردتوجه قرار گرفته است، روش طبقه‌بندی بر اساس (MQI) است. این روش در سال ۲۰۱۳ توسط رینالدی و همکاران مطرح شده است. این روش با درنظرگرفتن اشکال و فرایندهای رودخانه‌ای، به ارزیابی کیفیت مورفولوژیک رودخانه می‌پردازد (Rinaldi et al., 2013 ؛ به نقل از اسماعیلی و ولی‌خانی، ۱۳۹۳). در این پژوهش، قبل بررسی رودخانه با استفاده از روش MQI، ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و مدل رقومی ارتفاعی و همچنین تصاویر گوگل ارث، وضعیت ژئومورفولوژی رودخانه و سپس وضعیت کاربری اراضی و زمین‌شناسی منطقه بررسی‌شده است و بر مبنای آن‌ها، ۸ بازه انتخاب‌شده است. در ادامه به‌منظور ارزیابی دینامیک رودخانه با استفاده از این روش، از شاخص‌های عملکرد و مصنوعی استفاده می‌شود که در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته‌شده است:

الف) شاخص‌های عملکرد: گروه اول شامل شاخص‌های عملکرد 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. در جدول ۳ نحوه امتیازدهی و طبقه‌بندی بازهای رودخانه بر اساس هرکدام از شاخص‌ها نشان داده‌شده است.

جدول ۳. شاخص عملکرد ژئومورفولوژیکی: توصیف طبقه‌ها و تعریف امتیازات (اسماعیلی و ولی‌خانی، ۱۳۹۳)

شاخص‌ها	طبقه‌ها	امتیازات
F1	A: عدم تغییرات در تداوم حمل رسوب و چوب B: تغییرات کم (موانع، سیلاب را به‌هرحال جلوگیری نمی‌کند) C: تغییرات قابل‌ملاحظه (کاملاً از حرکت رسوب و چوب جلوگیری می‌کند)	A: ۰ B: ۳ C: ۵
F2	A: وجود دشت سیلابی پیوسته و عریض (< ۶۶٪ از طول بازه) و عریض‌تر از nW که W عرض کانال و n ضریب است که برای کانال شریانی ۱ و منفرد ۲ است. B: وجود یک دشت سیلابی ناپیوسته (۱۰ تا ۶۶٪) با هر عرضی یا بیش از ۶۶٪ طول بازه اما باریک C: عدم وجود دشت سیلابی یا قابل‌اغماض (کم‌تر از ۱۰٪ پهنا)	A: ۰ B: ۳ C: ۵
F3	A: اتصال کامل بین دامنه‌ها و رودخانه بیش از ۹۰٪ B: اتصال به یک بخش قابل‌ملاحظه‌ای از بازه (۳۳ تا ۹۰٪) C: اتصال به یک بخش کوچکی از بازه کم‌تر از ۳۳٪	A: ۰ B: ۳ C: ۵
F4	A: وجود پسروی‌های مکرر کرانه خصوصاً در امتداد خمیدگی‌های بیرون کرانه B: پسروی‌های کمتر کرانه‌ها به علت محافظت از کرانه‌ها و یا دینامیک کانال C: عدم وجود پسروی کرانه‌ها یا گسترش کرانه‌های ناپایدار به علت حرکات توده‌ای	A: ۰ B: ۲ C: ۳
F5	A: وجود یک کریدور بالقوه فرسایش پذیر (EC) برای بیش از ۶۶٪ طول بازه و عرض (بیش از nW که W عرض کانال و n ضریب است که برای کانال شریانی ۱ و منفرد ۲ است). B: وجود یک EC باریک (nW>) در ۶۶٪ طول بازه یا EC عریض در ۳۳ تا ۶۶٪ طول بازه C: وجود یک EC بالقوه با هر عرضی در کم‌تر از ۳۳٪ طول بازه	A: ۰ B: ۲ C: ۳
F6	A: اشکال بستری سازگار با میانگین شیب دره B: اشکال بستری ناسازگار با میانگین شیب دره C: دگرگونی کامل اشکال بستر به‌واسطه وجود یک بستر مصنوعی	A: ۰ B: ۳ C: ۵
F7	A: فقدان (کم‌تر از ۵٪) تغییر نامتجانس اشکال طبیعی مورد انتظار برای آن نوع رودخانه B: تغییر بخش محدودی از بازه (کم‌تر از ۳۳٪) C: تغییرات پایدار برای بخش مهمی از بازه (بیش از ۳۳٪)	A: ۰ B: ۳ C: ۵
F8	A: حضور اشکال دشت آبرفتی (دریاچه نیلی شکل، کانال فرعی و...) B: وجود بقایای اشکال دشت آبرفتی (متروکه بعد از دهه ۱۹۵۰) اما با احتمال فعالیت مجدد C: عدم وجود اشکال دشت آبرفتی	A: ۰ B: ۲ C: ۳
F9	A: فقدان (۵٪ و یا کم‌تر) تغییرات مقطع عرضی طبیعی ناهمگن (پهنا و عمق) B: وجود تغییرات برای یک قسمت محدود از بازه (کم‌تر از ۳۳٪) C: وجود تغییرات برای یک قسمت قابل‌ملاحظه از بازه (بیش از ۳۳٪)	A: ۰ B: ۳ C: ۵
F10	A: ناهمگونی طبیعی رسوبات بستر و بدون مسدود شدگی قابل‌توجه B: بستر زره مانند قابل‌رؤیت (تنها PC-U) یا رسوبات ریزدانه فراوان در قسمت‌های مختلف از سایت C1: بستر زره مانند قابل‌رؤیت و گسترده (بیش از ۹۰٪) فقط برای PC-U یا رسوبات ریزدانه فراوان یا رخنمون‌های C2: رخنمون‌های سنگی گسترده (بیش از ۳۳٪ از بازه) تنها (PC-U) یا تغییرات بستری گسترده ایجادشده توسط سنگ‌چینی بستر (کم‌تر از ۳۳٪ بازه)	A: ۰ B: ۲ C1: ۵ C2: ۶
F11	A: وجود چوب‌های بزرگ B: فقدان یا وجود ناچیز چوب‌های بزرگ	A: ۰ B: ۳
F12	A: پوشش گیاهی عملکرد عریض (< nW که W عرض کانال و n ضریب است که برای کانال شریانی ۱ و منفرد ۲ است). B: عرض متوسط پوشش گیاهی مرتبط با کانال فعال (0/5W-nW) C: پهنای کم پوشش گیاهی مرتبط با کانال کم‌تر از 0/5W	A: ۰ B: ۲ C: ۳
F13	A: گسترش خطی پوشش گیاهی فعال بیش از ۹۰٪ از حداکثر طول قابل‌دسترس B: گسترش خطی پوشش گیاهی فعال ۳۳ تا ۹۰٪ از حداکثر طول قابل‌دسترس C: گسترش خطی پوشش گیاهی فعال کم‌تر از ۳۳٪ از حداکثر طول قابل‌دسترس	A: ۰ B: ۳ C: ۵

ب) شاخص‌های مصنوعی: شاخص‌های گروه دوم (A1-A12)، شاخص‌های مصنوعی هستند و عناصر مصنوعی را در حوضه و امتداد بازه‌ها ارزیابی می‌کنند. این عناصر مصنوعی هم 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 غیره و پوشش‌گیاهی (جابجایی واریزه‌های چوبی موجود در بازه و قطع و تخریب گیاهان حاشیه رود به‌وسیله انسان) موردبررسی قرار می‌گیرند. در جدول ۴ نحوه امتیازدهی و طبقه‌بندی بازه‌های رودخانه بر اساس هرکدام از شاخص‌ها نشان داده‌شده است.

جدول ۴. شاخص مصنوعی: توصیف طبقه‌ها و تعریف امتیازات (اسماعیلی و ولی‌خانی، ۱۳۹۳)

شاخص‌ها	طبقه‌ها	امتیازات
A1	A: بدون تغییرات مشخص (کم‌تر از ۱۰٪) دبی شکل‌دهنده کانال و دبی با دوره بازگشت بیش‌تر از ۱۰ سال B: تغییرات مشخص (بیش از ۱۰٪) از دبی با دوره بازگشت بیش‌تر از ۱۰ سال C: تغییرات مشخص (بیش از ۱۰٪) دبی شکل‌دهنده کانال	A: ۰ B: ۳ C: ۶
A2	A: فقدان یا وجود ناچیز سازه‌هایی که از شار رسوب جلوگیری می‌کنند. B1: وجود سدهای برای ۵٪-۳۳٪ سطح زهکشی و یا سدهای کوچک یا بندهای تنظیمی با جلوگیری کامل بار بستر و در ۳۳٪-۶۶٪ سطح زهکشی و یا سدهای کوچک یا بند تنظیمی با جلوگیری بخشی از بار بستر و سطح زهکشی بیش از ۳۳٪ (نواحی دشتی یا تپه‌ها) یا بیش از ۶۶٪ در نواحی کوهستانی B2: وجود سد برای ۳۳٪ تا ۶۶٪ سطح زهکشی و یا سدهای کوچک و بندهای تنظیمی با جلوگیری کامل از بار بستر و سطح زهکشی بیش از ۶۶٪ C1: وجود سدها برای سطح زهکشی بیش از ۶۶٪ C2: وجود یک سد در بالادست بازه	A: ۰ B1: ۳ B2: ۶ C1: ۹ C2: ۱۲
A3	A: تغییرات ناچیز (کم‌تر از ۱۰٪) دبی شکل‌دهندهٔ کانال و دبی با دوره بازگشت بیش از ۱۰ سال B: تغییرات مهم (کم‌تر از ۱۰٪) از Q با دوره بازگشت بیش از ۱۰ سال C: تغییرات قابل‌ملاحظه بیش از ۱۰٪ دبی شکل‌دهنده کانال	A: ۰ B: ۳ C: ۶
A4	A: عدم وجود سازه‌های جلوگیری کننده از شار رسوب (سدهای تنظیمی، بندها، سدهای کوچک) B: وجود بندهای تنظیمی تثبیت‌شده یا باز با تراکم نسبتاً کم (کم‌تر از ۱ مورد در هر n که در مناطق کوهستانی ۲۰۰ متر و در نواحی دشتی یا تپه‌ای ۱۰۰۰ متر است.) C: وجود سدهای کوچک یکپارچه با تراکم بالا (بیش از ۱ مورد در هر n) - اگر تراکم کل سازه‌های عرضی، شامل کف بندها و رمپ‌ها بسیار زیاد باشد یعنی بیش از یک مورد در ۱۰۰ متر در مناطق کوهستانی یا بیش از یک مورد در هر ۵۰۰ متر در نواحی دشتی و کوهپایه‌ای امتیاز ۱۲ هم به امتیازهای قبلی اضافه می‌شود.	A: ۰ B: ۴ C: ۶
A5	A: عدم وجود سازه‌های عرضی (پل‌ها، پایاب‌ها، آبگذرها) B: وجود تعدادی سازه عرضی (کم‌تر از ۱ مورد در هر ۱۰۰۰ متر در بازه) C: وجود سازه‌های عرضی متعدد (بیش از ۱ مورد در هر ۱۰۰۰ متر در بازه)	A: ۰ B: ۲ C: ۳
A6	A: فقدان یا وجود محافظ‌های کناره به‌صورت محلی (کم‌تر از ۵٪ طول کل کناره‌ها) B: وجود حفاظ‌های کرانه برای کم‌تر از ۳۳٪ طول کل از کناره‌ها (مجموع دو کناره) C: وجود حفاظ‌های کرانه برای بیش از ۳۳٪ طول کل از کناره‌ها (مجموع دو کناره) - در مواردی که حفاظ‌های کرانه‌ای بیش از ۸۰٪ طول بازه باشند امتیاز ۱۲ به سایر امتیازات اضافه می‌شود.	A: ۰ B: ۳ C: ۶
A7	A: عدم وجود خاک‌ریز یا فاصله‌دار بودن آن‌ها و یا وجود خاک‌ریزهای نزدیک به رودخانه در کم‌تر از ۱۰٪ طول کل کناره‌ها B: وجود خاک‌ریزهای نزدیک و یا در تماس با رود (در تماس بودن کم‌تر از ۵۰٪ از طول کناره‌ها) C: وجود خاک‌ریزهای زیاد در نزدیکی و یا در تماس با رود (در تماس بودن بیش از ۵۰٪ از طول کناره‌ها) - در مواردی که خاک‌ریزها بیش از ۸۰٪ در تماس با رود هستند امتیاز ۱۲ به سایر امتیازات اضافه می‌شود.	A: ۰ B: ۳ C: ۶
A8	A: عدم وجود تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه درگذشته (بریدگی حلقه مئاندر، تغییر مسیر کانال و...) B: وجود تغییرات در کم‌تر از ۱۰٪ طول بازه C: وجود تغییرات در بیش از ۱۰٪ طول بازه	A: ۰ B: ۲ C: ۳

ادامهٔ جدول ۴.

شاخص‌ها	طبقه‌ها	امتیازات
A9	A: عدم وجود سازه‌ها (کف‌بندها یا رمپ‌ها) و فقدان سنگ‌چین‌ها یا محلی بودن آن‌ها (کم‌تر از ۵٪) B: وجود کم سازه‌ها (کم‌تر از ۱ مورد n که مقدار n در نواحی کوهستانی ۲۰۰ متر و در نواحی دشتی یا تپه‌ای ۱۰۰۰ متر است) C1: وجود سازه‌های زیاد (بیش از ۱ مورد در هر n) و یا سنگ‌فرش قابل‌ملاحظه در بستر (کم‌تر از ۳۳٪ نفوذناپذیر و یا کم‌تر از ۵۰٪ نفوذپذیر) C2: وجود سنگ‌فرش‌های نفوذناپذیر در بستر (بیش از ۳۳٪) و یا سنگ‌فرش نفوذپذیر بیش از ۵۰٪ - در مورد سنگ‌فرش گسترده در بستر رود (بیش از ۸۰٪) امتیاز ۱۲ به سایر امتیازات اضافه می‌شود.	A: ۰ B: ۳ C1: ۶ C2: ۸
A10	A: عدم وجود فعالیت‌های جابه‌جایی رسوب در طی ۲۰ سال اخیر B: فعالیت جابه‌جایی رسوب به‌صورت محلی در طی ۲۰ سال اخیر C: فعالیت گسترده جابه‌جایی رسوب طی ۲۰ سال اخیر	A: ۰ B: ۳ C: ۶
A11	A: عدم جابه‌جایی مواد چوبی حداقل در طی ۲۰ سال اخیر B: برش‌های انتخابی یا برش‌های واضح در کم‌تر از ۵۰٪ بازه‌ها طی ۲۰ سال اخیر C: جابه‌جایی کل مواد چوبی طی ۲۰ سال اخیر	A: ۰ B: ۲ C: ۵
A12	A: عدم مداخله انسان در قطع پوشش گیاهی کنار رود در طول ۲۰ سال اخیر B: قطع انتخابی و یا قطع واضح درختان در کم‌تر از ۵۰٪ از بازه در طول ۲۰ سال اخیر C: قطع واضح گیاهان حاشیه رود در بیش از ۵۰٪ از بازه در طول ۲۰ سال اخیر	A: ۰ B: ۲ C: ۵

جمع‌بندی امتیازات و ارزیابی وضعیت بازه‌ها:

پس‌ازاینکه امتیاز هر بازه ازنظر شاخص‌های مختلف ارزیابی شد، با استفاده از رابطه ۱، وضعیت دینامیک ژئومورفولوژی هر بازه محاسبه‌شده است.

رابطه ۱: شاخص MQI $$MQI = Stot/Smax$$

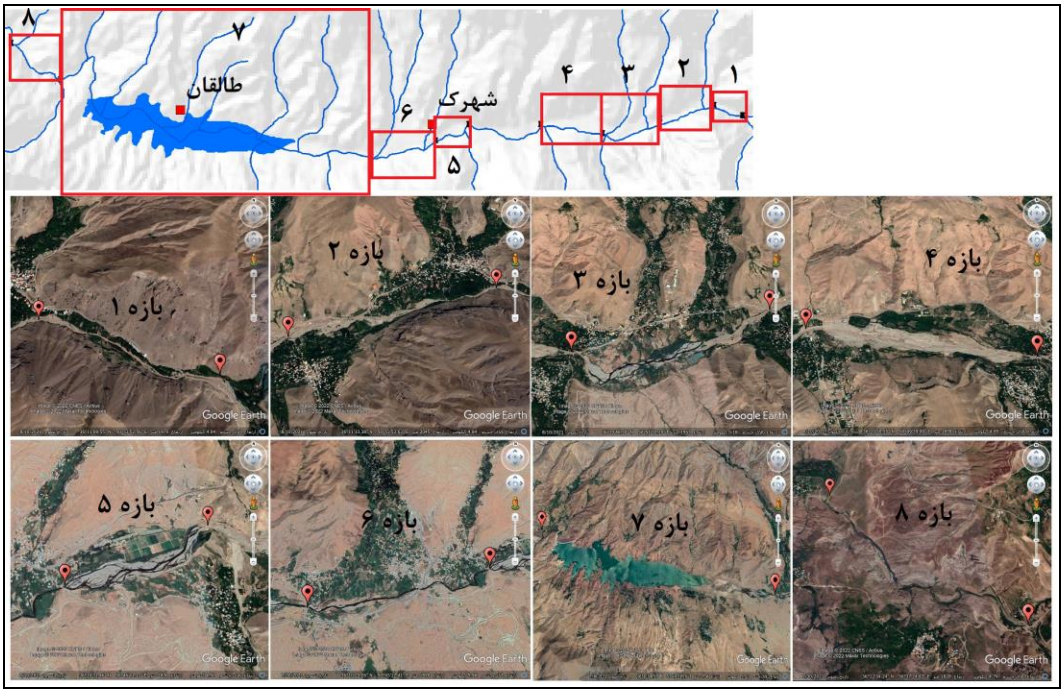
دراین‌رابطه Stot مجموع نمرات و Smax حداکثر نمره‌ای است که زمانی می‌تواند به دست آید که تمام شاخص‌های مناسب در بالاترین طبقه قرار دارند؛ بنابراین، MQI از ۰ (حداقل دینامیک مورفولوژیک) تا ۱ (حداکثر دینامیک مورفولوژیک) متغیر است. باتوجه‌به امتیازی که هر بازه از روش MQI به دست می‌آورد، وضعیت دینامیک ژئومورفولوژی رودخانه به ۵ طبقه تقسیم می‌شود (جدول ۵).

جدول ۵. مقادیر شاخص کیفیت مورفولوژیکی

MQI	بیش از ۰/۸۵	۰/۷ تا ۰/۸۵	۰/۵ تا ۰/۷	۰/۳ تا ۰/۵	کم‌تر از ۰/۳
کیفیت	خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف

نتایج

در این پژوهش به‌منظور بررسی وضعیت اکولوژیکی و پویایی مورفولوژیکی طالقان رود، ابتدا بر اساس تفاوت‌های ژئومورفولوژیکی و اکولوژیکی و همچنین فعالیت‌های انسان در بالادست، محدوده سد و پایین‌دست سد، ۸ بازه همگن در منطقه موردمطالعه انتخاب شد (شکل ۲ و ۳) و سپس بر مبنای شاخص‌های موردنظر در روش‌های RQI و MQI به ارزیابی این بازه‌ها پرداخته‌شده است. بررسی وضعیت مورفولوژی بازه‌ها بیانگر این است که بازه ۱ در واحد کوهستان قرار دارد و دارای محدودیت بالایی است ولی بازه‌های ۲ تا ۸ در واحد دشت سیلابی قرار دارند و محدودیت کم‌تری نسبت به بازه ۱ دارند.



شکل ۳. تصویر هوایی بازه‌های موردمطالعه

ارزیابی وضعیت اکولوژیکی رودخانه با استفاده از مدل RQI

در این پژوهش بر مبنای ۷ شاخص، وضعیت اکولوژیکی طالقان رود در بازه‌های موردمطالعه ارزیابی‌شده است (جدول ۶). نتایج حاصله از مدل RQI نشان داده است که بازه ۱ ازنظر تداوم طولی پوشش و الگوی توزیع مناطق اطراف رودخانه دارای وضعیت خوب، ازنظر وضعیت بعد عرض مناطق کناری، ترکیب و ساختار پوشش‌گیاهی رودخانه‌ای، تنوع سنی و تجدید حیات طبیعی گیاهان و شرایط کانال فعال دارای وضعیت متوسط و همچنین ازنظر وضعیت اتصال رودخانه با دشت سیلابی دارای وضعیت فقیر است. بازه ۲ و ۳ ازنظر وضعیت پوشش‌گیاهی دارای وضعیت متوسطی است. این بازه ازنظر عرض پوشش‌گیاهی مناطق رودخانه‌ای و تداوم طولی پوشش و الگوی توزیع مناطق اطراف رودخانه، ترکیب و ساختار پوشش‌گیاهی و وضعیت اتصال رودخانه به دشت سیلابی، داری وضعیت خوب و ازنظر شرایط کانال فعال دارای وضعیت متوسطی هستند. بازه ۴ ازنظر ترکیب پوشش‌گیاهی و تنوع سنی و تجدید حیات طبیعی گیاهان دارای وضعیت خوب، ازنظر وضعیت عرض مناطق کناری، تداوم طولی پوشش و الگوی توزیع مناطق اطراف رودخانه، وضعیت کانال فعال و همچنین اتصال رودخانه به دشت سیلابی دارای وضعیت متوسطی است. بازه ۵ ازنظر وضعیت همه شاخص‌ها در طبقه فقیر قرار دارد. بازه ۶ ازنظر تنوع سنی و تجدید حیات طبیعی گیاهان، ترکیب و ساختار پوشش‌گیاهی و وضعیت عرض مناطق کناری دارای وضعیت متوسط و ازنظر سایر شاخص‌ها دارای وضعیت فقیری است. همچنین بازه‌های ۷ و ۸ نیز ازنظر اکثریت شاخص‌ها در وضعیت خوبی قرار دارند.

جدول ۶. امتیاز شاخص‌های RQI در بازه‌های موردمطالعه

بازه	RQI	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	RQ6	RQ7
۱	۷	۱۰	۹	۷	۵	۴	۴
۲	۱۰	۱۲	۱۰	۱۲	۸	۷	۸
۳	۱۲	۱۱	۱۱	۱۱	۷	۸	۹
۴	۸	۸	۱۰	۱۱	۹	۹	۹
۵	۱۲	۵	۵	۶	۶	۴	۶
۶	۷	۶	۷	۸	۵	۵	۵
۷	۱۲	۱۰	۱۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۸	۱۲	۱۰	۱۲	۱۰	۱۱	۱۱	۱۰

نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌های RQI (جدول ۷) نشان داده است که بازه ۱ با مجموع ۴۶ امتیاز ازنظر وضعیت پوشش‌گیاهی دارای وضعیت فقیری است و نیازمند بازسازی سیستم‌های پوشش‌گیاهی است. بازه‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ نیز به ترتیب با ۶۷، ۶۹، ۶۴، ۴۴ و ۴۳ امتیاز دارای وضعیت فقیر هستند و نیازمند بازسازی سیستم‌های پوشش‌گیاهی می‌باشند. همچنین بازه‌های ۷ و ۸ نیز به ترتیب با ۷۴ و ۷۶ امتیاز، دارای وضعیتی متوسط هستند و اقداماتی مدیریتی جهت بهبود وضعیت هیدرولوژیکی و اکولوژیکی هستند.

جدول ۷. ارزش نهایی وضعیت اکولوژی بازه‌ها بر اساس شاخص‌های موردمطالعه

بازه‌ها	ارزش RQI	وضعیت پوشش‌گیاهی	اقدامات مدیریتی لازم
بازه ۱	۴۶	فقیر	سیستم‌های پوشش‌گیاهی به معیارهای بازسازی یا ترمیم نیاز دارند.
بازه ۲	۶۷	فقیر	
بازه ۳	۶۹	فقیر	
بازه ۴	۶۴	فقیر	
بازه ۵	۴۴	فقیر	
بازه ۶	۴۳	فقیر	
بازه ۷	۷۴	متوسط	سیستم‌های پوشش‌گیاهی نیازمند اقدامات ترمیم ساز برای تضمین کارکرد مناسب هیدرولوژیکی و اکولوژیکی هستند. حذف یا کاهش فشارها و اثرات آن تا جایی که ممکن است.
بازه ۸	۷۶	متوسط	

ارزیابی پویایی ژئومورفولوژی رودخانه با استفاده از روش MQI

درروش MQI به‌منظور ارزیابی دینامیک رودخانه، از شاخص‌های عملکرد، مصنوعی و تعدیل استفاده می‌شود. در این پژوهش بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی، وضعیت بازه‌های موردمطالعه بر اساس شاخص‌های موردنظر ارزیابی‌شده است (جدول ۸). شاخص‌های عملکرد، برای بررسی اینکه آیا اشکال و فرآیندهای کانال منطبق با نوع مورفولوژی مورد انتظار هستند یا خیر، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. شاخص F1 بر حرکت رسوب و چوب در طول رودخانه تأکید دارد، به‌منظور ارزیابی این شاخص از اطلاعات سنجش‌ازدوری استفاده‌شده است. نتایج ارزیابی‌ها بیانگر این است که بازه‌های ۱ و ۴ دارای امتیاز صفر، بازه‌های ۲ و ۳ دارای امتیاز ۳ و سایر بازه‌ها دارای امتیاز ۵ هستند. شاخص F2 بر عرض دشت سیلابی تأکید دارد.

بر اساس نتایج حاصله، بازه‌های ۱، ۵، ۷ و ۸ به دلیل داشتن دشت سیلابی ناپیوسته دارای امتیاز ۳ و سایر بازه‌ها به دلیل داشتن دشت سیلابی عریض، دارای امتیاز صفر هستند (شکل ۴). شاخص F3 بر اتصال دامنه به رودخانه تأکید دارد و باتوجه‌به اینکه بین رودخانه و دامنه‌های محدوده، اتصال وجود دارد، به همه بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص F4 بر پسروی کرانه‌ها تأکید دارد و چون همه بازه‌ها دارای پسروی‌های مکرر بوده است، به همه بازه‌ها امتیاز صفر داده شده است. شاخص F5 بر وجود کریدورهای فرسایش‌پذیر در مسیر رودخانه تأکید دارد و به همه بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص F6 بر سازگاری اشکال بستر با میانگین شیب دره تأکید دارد و باتوجه‌به اینکه در طول مسیر رودخانه اختلاف شیب زیادی نداریم و اشکال ناسازگار در بازدید میدانی مشاهده نشده است، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص F7 بر تغییر الگوی رودخانه ناشی از دخالت انسان تأکید دارد و به دلیل فقدان تغییرات محسوس در بازه‌های ۲، ۳ و ۴، به این بازه‌های امتیاز صفر و به سایر بازه‌ها به دلیل داشتن تغییرات امتیاز ۳ داده‌شده است. شاخص F8 به وجود اشکال دشت آبرفتی در طول مسیر رودخانه تأکید دارد و به همه بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است.

شاخص F9 بر وجود سازه‌های تثبیت‌کننده کناره و تغییرات مقطع عرضی رودخانه تأکید دارد. در این شاخص به بازه‌های ۲، ۳ و ۴ امتیاز صفر و سایر بازه‌ها امتیاز ۳ داده‌شده است. شاخص F10 بر رسوبات بستر رودخانه تأکید دارد و به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص F11 بر وجود چوب‌های بزرگ در کانال رودخانه تأکید دارد و به‌تمامی بازه‌ها امتیاز ۳ داده‌شده است. شاخص F12 بر وجود پوشش‌گیاهی در کانال رودخانه تأکید دارد. در این شاخص به بازه A

امتیاز صفر و به سایر بازه‌ها امتیاز ۲ داده‌شده است (شکل ۴). شاخص F13 گسترش خطی پوشش‌گیاهی در کانال رودخانه تأکید دارد و به دلیل اینکه در تمامی بازه‌ها گسترش خطی پوشش‌گیاهی داریم، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز ۵ داده‌شده است.

شاخص‌های مصنوعی، عناصر مصنوعی را در حوضه و امتداد بازه‌ها ارزیابی می‌کنند. این عناصر مصنوعی هم 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 غیره و پوشش‌گیاهی (جابجایی واریزه‌های چوبی موجود در بازه و قطع و تخریب گیاهان حاشیه رود به‌وسیله انسان) موردبررسی قرار می‌گیرند.

باتوجه‌به معیارهایی که در شاخص مصنوعی برای ارزیابی بازه‌های موردمطالعه، مدنظر هستند و همچنین روش‌هایی که به‌منظور ارزیابی آن‌ها تعیین‌شده است، امتیاز هر شاخص برای هرکدام از بازه‌ها محاسبه‌شده است (جدول ۸). شاخص A1 بر تغییرات دبی کانال تأکید. باتوجه‌به اینکه بازه‌های ۱ تا ۵ در طی ده سال اخیر با تغییرات مشخصی همراه نبوده‌اند، به این بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. به بازه‌های ۶ تا ۸ نیز به دلیل داشتن تغییرات دبی، امتیاز ۶ داده‌شده است. شاخص A2 بر وجود سازه‌هایی که از حرکت رسوب جلوگیری می‌کند تأکید دارد. باتوجه‌به اینکه بازه‌های ۱ تا ۵ بدون سازه هستند، به این بازه‌های امتیاز صفر داده‌شده است. به بازه‌های ۶ تا ۸ نیز به دلیل داشتن سد در بالادست، امتیاز ۱۲ داده‌شده است. شاخص A3 بر تغییرات دبی ناشی از مداخلات انسانی در طول بازه‌ها تأکید دارد. باتوجه‌به اینکه بازه‌های ۱ تا ۵ در طی ده سال اخیر با تغییرات مشخصی همراه نبوده‌اند، به این بازه‌های امتیاز صفر داده‌شده است. به بازه‌های ۶ تا ۸ نیز به دلیل داشتن تغییرات دبی، امتیاز ۶ داده‌شده است.

شاخص A4 بر تغییرات دبی رسوب ناشی از مداخلات انسانی در طول بازه‌ها تأکید دارد؛ لذا به بازه‌های ۱ تا ۵ امتیاز صفر داده‌شده است. به بازه‌های ۶ تا ۸ نیز به دلیل وجود سد، امتیاز ۶ داده‌شده است. شاخص A5 بر وجود سازه‌های عرضی در مسیر رودخانه تأکید دارد. بازه ۴ به دلیل نداشتن سازه عرضی دارای امتیاز صفر و سایر بازه‌ها به دلیل داشتن برخی سازه عرضی، دارای امتیاز ۲ هستند. شاخص A6 بر وجود کرانه‌های محافظت‌شده در مسیر رودخانه تأکید دارد و به دلیل نبود محافظه‌های کناری بازه‌ها، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص A7 نیز بر وجود خاک‌ریزهای در مسیر رودخانه تأکید دارد و به دلیل وجود خاک‌ریز در بخش‌هایی از بازه‌های موردمطالعه، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز ۳ داده‌شده است.

شاخص A8 بر وجود تغییرات مصنوعی در کانال رودخانه تأکید دارد و به دلیل عدم وجود تغییرات مصنوعی در تمامی بازه‌ها، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص A9 بر تغییرپذیری کف رودخانه ناشی از مداخله عوامل انسانی تأکید دارد کف بندها در طول مسیر، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص A10 بر جابه‌جایی رسوب در بازه‌ها تأکید دارد و به دلیل عدم وجود فعالیت‌های جابه‌جایی رسوب در طی ۲۰ سال اخیر، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص A11 بر جابه‌جایی مواد چوبی در طول بازه‌ها تأکید دارد و به دلیل عدم جابه‌جایی مواد چوبی در طول مسیر، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز صفر داده‌شده است. شاخص A12 بر قطع پوشش‌گیاهی توسط عوامل انسانی تأکید دارد و به دلیل قطع انتخابی درختان در طول مسیر، به‌تمامی بازه‌ها امتیاز ۲ داده‌شده است.

شکل ۴: A) بازه ۱ B) بازه ۲ C) بازه ۳ D) بازه ۴ E) بازه ۵ F) بازه ۶ G) بازه ۷ H) بازه ۸

جدول ۸. امتیازدهی به بازه‌ها بر اساس شاخص‌های مورداستفاده درروش MQI

شاخص‌ها / بازه‌ها	بازه ۱	بازه ۲	بازه ۳	بازه ۴	بازه ۵	بازه ۶	بازه ۷	بازه ۸
F1	۰	۳	۳	۰	۵	۵	۵	۵
F2	۳	۰	۰	۰	۳	۰	۳	۳
F3	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F4	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F5	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F6	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F7	۳	۰	۰	۰	۳	۳	۳	۳
F8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F9	۳	۰	۰	۰	۳	۳	۳	۳
F10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
F11	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
F12	۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
F13	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
A1	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۶	۶
A2	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۱۲	۱۲
A3	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۶	۶
A4	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۶	۶
A5	۲	۲	۲	۰	۲	۲	۲	۲
A6	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A7	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
A8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A11	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A12	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
مجموع	۲۴	۲۰	۲۰	۱۵	۳۱	۵۸	۶۱	۶۱

جمع‌بندی امتیازات و ارزیابی وضعیت بازه‌ها

پس‌ازاینکه امتیاز هر بازه ازنظر شاخص‌های مختلف ارزیابی شد، با استفاده از رابطه ۱، وضعیت دینامیک ژئومورفولوژی هر بازه محاسبه‌شده است (جدول ۹). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، بازه‌های ۷ و ۸ با ضریب ۰/۴۷۷، دارای بالاترین ضریب هستند و ازنظر دینامیک ژئومورفولوژی دارای پویایی بیش‌تری نسبت به سایر بازه‌ها هستند. بازه ۶ با ضریب ۰/۴۵۳ ازنظر شاخص MQI دارای وضعیت دینامیک ضعیفی است. همچنین بازه‌های ۴، ۳، ۲ و ۱ به ترتیب با ضرایب ۰/۱۱۷، ۰/۱۵۶، ۰/۱۵۶ و ۰/۱۵۸، دارای کم‌ترین ضریب هستند و ازنظر شاخص MQI دارای وضعیت دینامیک ژئومورفولوژی خیلی ضعیفی هستند.

جدول ۹. محاسبه مقادیر MQI برای بازه‌های موردمطالعه

بازه	بازه ۱	بازه ۲	بازه ۳	بازه ۴	بازه ۵	بازه ۶	بازه ۷	بازه ۸
MQI	۰/۱۸۸	۰/۱۵۶	۰/۱۵۶	۰/۱۱۷	۰/۲۴۲	۰/۴۵۳	۰/۴۷۷	۰/۴۷۷
کیفیت	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	ضعیف

مجموع نتایج حاصله از ارزیابی بازه‌ها با استفاده از روش‌های RQI و MQI بیانگر این است که امتیاز بازه‌ها در یک‌روند

کلی از بازه ۱ تا بازه ۸ روند افزایشی بوده است و بازه‌های ۷ و ۸ هم ازنظر پویایی ژئومورفولوژیکی و هم ازنظر وضعیت اکولوژی دارای امتیاز بیش‌تری نسبت به سایر بازه هستند (جدول ۱۰).

جدول ۱۰. مجموع امتیاز بازه‌ها بر اساس روش‌های RQI و MQI

بازه	بازه ۱	بازه ۲	بازه ۳	بازه ۴	بازه ۵	بازه ۶	بازه ۷	بازه ۸
RQI	فقیر	فقیر	فقیر	فقیر	فقیر	فقیر	متوسط	متوسط
MQI	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	ضعیف

بحث

وضعیت اکولوژی رودخانه‌ها وابسته به کیفیت مورفولوژی و چگونگی عملکرد انسان در این ناحیه است. بدیهی است که تنوع و میزان گیاهان و جانوران با فراهم بودن شرایط برای زیست آن‌ها در ارتباط است. به همین دلیل به‌منظور مدیریت کارآمد این نواحی، لازم است تا وضعیت اکولوژی، در ارتباط با مورفولوژی و دخالت‌های انسانی موردبررسی قرار گیرد. طبیعتاً وجود محدودیت‌های ژئومورفولوژی یا دخالت‌های انسانی در رودخانه‌ها به محدودیت در وضعیت اکولوژی منجر خواهد شد. مناطق پیچان‌رودی که ازنظر فرسایش و رسوب‌گذاری همواره وضعیت ناپایداری دارند، (جوکار سرهنگی و همکاران، ۱۳۹۶)، توسعه اکولوژی رودخانه را محدود می‌کنند. از طرفی چگونگی و وسعت دخالت‌های انسانی نیز به نحوی متأثر از وضعیت مورفولوژی رودخانه است. به‌عنوان نمونه در مناطقی که دسترسی به کانال و دشت سیلابی شرایط مساعدی را برای بهره‌برداری انسان فراهم می‌کند، انتظار می‌رود که عملکرد انسان بیشتر باشد. بااین‌حال وضعیت ژئومورفولوژی رودخانه به طور مستقیم می‌تواند بر وضعیت اکولوژی مؤثر باشد به‌طوری‌که شرایط توسعه اکولوژی رودخانه باتوجه‌به نوع و بافت رسوبات، عرض کانال رودخانه، شیب و غیره متغیر است.

از طرف دیگر انسان نیز با تغییراتی که در مورفولوژی رودخانه‌ها، مانند ایجاد سازه یا کاهش عرض بستر ایجاد می‌کند کیفیت اکولوژی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. با این اساس مطالعات زیادی، با درنظرگرفتن این عوامل به‌منظور ارزیابی و مدیریت رودخانه‌ها انجام‌گرفته است. در برخی مناطق مانند ایتالیا تمرکز مدیریت کارآمد رودخانه‌ها، بر ژئومورفولوژی رودخانه تأکید دارد و با درنظرگرفتن وضعیت ژئومورفولوژی فعلی رودخانه و پیش‌بینی آینده چهارچوب‌های مدیریتی خاص این مناطق ارائه می‌شود (Rinaldi, 2015) اما در مناطقی مانند مکزیک که فعالیت‌های انسانی همچون توسعه شهرها، چرای دام و کشت در محدوده رودخانه‌ها سهم بیشتری دارد، مدیریت رودخانه‌ها با رویکرد ساماندهی و کنترل فعالیت‌های انسانی صورت می‌گیرد (Pascacio et al., 2018). با درنظرگرفتن تأثیرات متقابل اکولوژی، مورفولوژی و عملکرد انسان در رودخانه‌ها، مدیریت کارآمد این نواحی در مناطق مختلف و با توجه به‌شدت و ضعف یا سهم هر یک از عوامل یادشده، مستلزم تصمیمات و استفاده از روش‌های متفاوتی است. در پژوهش حاضر با درنظرگرفتن وضعیت اکولوژی و مورفولوژی رودخانه و نقش عملکرد انسان در تغییرات طالقان رود تلاش شده است تا وضعیت هر یک از عوامل یادشده در قسمت‌های مختلف رودخانه مشخص گردد و هر سه عامل به‌صورت توأم و در ارتباط باهم موردبررسی و ارزیابی قرار گیرد.

بررسی شاخص وضعیت مورفولوژی در حوضه طالقان رود با روش MQI در سال ۱۳۹۹ توسط یعقوب نژاد اصل و همکاران انجام شد و نتایج حاصل از آن، با یافته‌های این تحقیق مبنی بر وضعیت پویایی ضعیف مورفولوژیک در منطقه منطبق است اما در تحقیق یعقوب نژاد فقط وضعیت بالادست سد بررسی‌شده است و خروجی حوضه با سرریز سد طالقان بسته‌شده است. از طرفی تنها شاخص پویایی مورفولوژیک موردمطالعه قرارگرفته است اما در تحقیق حاضر با انتخاب بازه‌های با شرایط متفاوت ازنظر اکولوژی و مورفولوژی به همراه تأثیر فعالیت‌های انسانی علاوه بر شاخص پویایی مورفولوژیک، از شاخص وضعیت اکولوژی نیز استفاده‌شده است و تأثیر متقابل آن‌ها به‌منظور مدیریت بهتر منطقه در نظر گرفته‌شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی وضعیت طالقان رود بیانگر این است که این رودخانه در طی سال‌های اخیر با تغییرات زیادی مواجه شده است.

به دلیل احداث سد بر روی طالقان رود شرایط رسوب‌گذاری و فرسایش در مناطق بالادست و پایین‌دست سد دچار تغییر و تحولات ناشی از تغییرات سطح اساس شده است. به‌علاوه احداث سد باعث ایجاد مناطق گردشگری و توسعه کشاورزی و به دنبال آن افزایش ساخت‌وسازها و تغییرات کاربری اراضی در منطقه شده است. این تغییرات به‌نوبه خود در وضعیت مورفولوژیکی و اکولوژیکی منطقه تأثیر گذاشته و در مناطق مختلفی از طول رودخانه به شکل‌های متفاوتی نمود یافته است؛ بنابراین در این تحقیق به ارزیابی تغییرات اکولوژیکی و دینامیک این رودخانه پرداخته شد ولی برخلاف بسیاری از تحقیقات پیشین (اسماعیلی و ولی خانی، ۱۳۹۳؛ Rinaldi et al., 2013)

در این پژوهش از دو روش RQI به‌منظور بررسی وضعیت اکولوژیکی و روش MQI به‌منظور بررسی وضعیت دینامیکی این رودخانه استفاده‌شده است. ازنظر شاخص RQI، بازه‌های ۱تا ۶ باتوجه‌به امتیازات این شاخص برای هر بازه دارای وضعیت فقیر هستند و ازنظر اقدامات مدیریتی نیازمند بازسازی سیستم‌های پوشش‌گیاهی می‌باشند، جلوگیری از تغییرات کاربری اراضی و حفاظت از پوشش‌گیاهی است. همچنین بازه‌های ۷ و ۸ نیز باتوجه‌به امتیاز کسب‌شده در شاخص وضعیت اکولوژی، دارای وضعیتی متوسط هستند و نیازمند اقداماتی مدیریتی جهت بهبود وضعیت هیدرولوژیکی و اکولوژیکی هستند. همچنین نتایج حاصله از ارزیابی وضعیت دینامیکی رودخانه نیز نشان داده است که بازه‌های ۱ تا ۵ دارای وضعیت پویایی مورفولوژیکی خیلی ضعیف هستند. در این وضعیت برای کاهش فرسایش کناره‌ای در بازه‌های بالادست سد ایجاد سازه‌های مهندسی و عملیات آبخیزداری را می‌توان پیشنهاد داد. در این بازه‌ها به دلیل عرض کم و دخالت کم‌تر عوامل انسانی و تغییر سطح اساس با ایجاد سد، رودخانه با دینامیک و پویایی مورفولوژی کم‌تری همراه بوده است. بازه‌های ۷ و ۸ دارای بالاترین ضریب هستند و ازنظر دینامیک ژئومورفولوژی دارای پویایی بیش‌تری نسبت به سایر بازه‌ها هستند. بازه ۶ با ضریب ۰/۴۵۳ ازنظر شاخص MQI دارای وضعیت دینامیک ضعیفی است.

مجموع نتایج حاصله از تحقیق نشان داده است که بازه ۱ به دلیل اینکه در منطقه مرتفع و پرشیب قرار دارد، ازنظر پوشش‌گیاهی دارای وضعیت فقیری است و همچنین با پویایی مورفولوژیکی کمی همراه است. ولی بازه‌های ۷ و ۸ به دلیل اینکه دارای ارتفاع و شیب کمی هستند، ازنظر پوشش‌گیاهی دارای وضعیت متوسطی هستند و همچنین شیب کم و دخالت عوامل انسانی سبب شده است که ازنظر دینامیکی نیز دارای ضریب بالاتری نسبت به سایر بازه‌ها باشند. باتوجه‌به موارد مذکور، بازه‌های ۷ و ۸ دارای وضعیت اکولوژیکی بهتری نسبت به سایر بازه‌ها هستند ولی باتوجه‌به اینکه در معرض تغییرات ناشی از دینامیک رودخانه و فعالیت‌های انسانی هستند، بنابراین لازم است تا اقدامات مدیریتی مؤثر در این دو بازه صورت گیرد.

منابع

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

امانی، خبات (۱۳۹۴). *هیدرودینامیک رودخانه قشلاق باهدف تعیین حریم توسعه کاربری‌ها در محدوده شهر سنندج*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

ایگدری، سهیل؛ زمانی فرادنبه، مظاهر؛ پورباقر، هادی (۱۳۹۳). بررسی شاخص مطلوبیت زیستگاه سس ماهی کورا در رودخانه طالقان (حوضه رودخانه سفیدرود: استان البرز). *پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی*، ۲ (۲)، ۴۱-۵۳.

جداری عیوضی، جمشید؛ مقیمی، ابراهیم؛ یمانی، مجتبی؛ محمدی، حسین و عیسایی، احمدرضا (۱۳۸۹). تأثیر عوامل اکوژئومورفولوژیک بر کیفیت شیمیایی آب مطالعه موردی: رودخانه کر و دریاچه سد درودزن. *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۱ (۲۷)، ۱۷-۳۲.

جوکار سرهنگی، عیسی؛ تلنک، ابراهیم؛ لرستانی، قاسم (۱۳۹۶). بررسی تغییرات مورفومتری رودخانه با تأکید بر پیچان‌رودها (مطالعه موردی: رودخانه چهل‌چای - نرمال). *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، ۷ (۲۶)، ۱۷-۳۰.

دارابی شاهماری، سحر؛ قنواتی، عزت اله؛ مارتین، توماس؛ احمدآبادی، علی (۱۳۹۸). تحلیل زیستگاه‌های حاشیه‌ای رودخانه طالقان بر اساس واحدهای ژئومورفیک رودخانه‌ای. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۹ (۲)، ۶۰-۸۰.

رزاقی رضائیه؛ آیلر؛ احمدی، حجت؛ حقدوست، نورعلی؛ حصاری، بهزاد (۱۳۹۷). ارزیابی جریان زیست‌محیطی رودخانه با روش‌های اکو - هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: رودخانه مهابادچای). *نشریه پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک*، ۲۵ (۶)، ۶۵-۴۷.

رضایی مقدم، محمدحسین؛ نیکو، محمدرضا؛ ملکی، حسام (۱۳۹۶). بررسی تحولات مورفولوژیکی الگوی رودخانه آزادرود با استفاده از شاخص‌های هندسی. *مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۸ (۴)، ۱-۱۶.

شاکری‌نسب، علی (۱۴۰۰). *تحلیل پویایی مورفولوژیکی رودخانه بابلرود، استان مازندران*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران.

شریفی کیا، محمد؛ شایان، سیاوش؛ افتخاری، سید مروت؛ کرم، امیر (۱۳۹۶). تحلیل تغییرات مورفولوژیکی رودخانه ناشی از احداث سد طالقان بر پایه تفاضل سنجی زمانی داده‌های سنجش از دوری. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۱ (۲)، ۲۴۳-۲۶۲.

صمدی، امیر؛ عزیزیان، قطار (۱۳۹۶). *بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه کرج و اثرات زیست‌محیطی ناشی از طرح‌های توسعه منابع آب*. *مهندسی رودخانه و برداشت شن و ماسه*. طرح پژوهشی، شرکت سهامی آب منطقه‌ای البرز.

نصرتی، کاظم؛ رستمی، میلاد؛ آذرپارکیوی، محمود (۱۳۹۹). برآورد خطر فرسایش کناره‌ای رودخانه طالقان با استفاده از مدل BEHI. *مجله مخاطرات محیط طبیعی*، ۹ (۲۶)، ۱۲۹-۱۴۴.

یعقوب‌نژاد، نازیلا؛ اسفندیاری دارآباد، فریبا؛ اصغری سراسکانرود، صیاد؛ کرم، امیر (۱۳۹۸). ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶. *پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی*، ۹ (۱)، ۶۷-۸۵.

References

Amani, Kh. (2014). *Hydrodynamics of Qeshlaq River with the aim of determining land use development boundaries in Sanandaj city*. M.Sc. Thesis, University of Tehran (In Persian).

Belletti, B., Bussettini, M., Comiti, F., Rinaldi, M., Gurnell, A., Luca. N. & Vezza, P. (2017). Characterising physical habitats and fluvial hydromorphology: A new system for the survey and classification of river geomorphic units. Geomorphology, 283, 143-157.

Bussettini, M., Comiti, F., Rinaldi, M. & Surian, N. (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

Charlton, R. (2007). Fundamentals of fluvial geomorphology, Rutledge, London and New York, Second Edition.

Darabi Shahmari, S., Qanavati, E., Martin, T. & Ahmadabadi, A. (2018). Analysis of Taleghan river marginal habitats based on fluvial geomorphic units. *Quantitative Geomorphology Research, 9*(2), 60-80 (In Persian).

Del Tanago, M. G. & De Jalon, D. G. (2011). Riparian Quality Index (RQI): A methodology for characterising and assessing the environmental conditions of riparian zones, Limnetica, *30* (2), 235-254.

Egdri, S., Zamani Faradonbeh, M. & Pourbaker, H. (2014). Investigating the desirability index of Kora fish sauce habitat in Taleghan River (Sefidroud River Basin: Alborz Province). *Applied Fisheries Research, 2* (2), 41-53 (In Persian).

Esmaili, R. & Valikhani, S. (2013). Evaluation and analysis of hydromorphological conditions of Lavij River using morphological quality index. *Quantitative Geomorphology Research, 2* (4), 37-53 (In Persian).

Golfieria, B., Suriana, N. & Hardersen, S. (2018). To wards a more comprehensive, assess ment of river corridor conditions: A comparison between the Morphological Quality Index and three biotic indices. *Journal Ecological Indicators, 84*, 525–534.

Hardersen, S., Golfieria, B. & Suriana, N. (2018). Towards a more comprehensive assessment of river corridor conditions: A comparison between the Morphological Quality Index and three biotic indices. Ecological Indicators, 84, 525–534.

Jedari Aiwazi, J., Moghimi, E., Yamani, M., Mohammadi, H. & Esaei, A. (2008). The effect of ecogeomorphological factors on the chemical quality of water, a case study: Kor River and Dorudzan Dam Lake. *Geography and Environmental Planning, 21* (27), 17-32 (In Persian).

Jokar Sarhangi, E., Talank, E. & Lorestani, Q. (2016). Investigating the morphometric changes of the river with an emphasis on Meander (case study: Chelchai River - Normal). *Geographical Survey of Space, 7* (26), 17-30 (In Persian).

Kelechi, C., Ogbuehi, U. & Osuagwu, L. (2013). Corneal biomechanical properties: Precision and influence on tonometry. *Contact Lens Anterior Eye, 37*(3),124-31.

Nosrati, K., Rostami, M. & Azarparkivi, M. (2019). Estimating the risk of bank erosion of Taleghan River using the BEHI model. *Natural Environmental Hazards, 9* (26), 129-144 (In Persian).

Pascacio, E. D., Argueta, A. O., Mercedes, M., Uzcanga, C. & Marcial, N. R. (2018). Influence of land use on the riparian zone condition along an urban-rural gradient on the Sabinal River, Mexico. Botanical Sciences, *96* (2), 180-199.

Razaghi Rezaieh, A., Ahmadi, H., Haqdoost, N. & Hessari, B. (2017). Evaluation of the environmental process of the river with eco-hydrological methods (case study: Mahabadchai River). *Water and Soil Conservation Research, 25* (6), 47-65 (In Persian).

Rezaei Moghadam, M. H., Niko, M. & Maleki, H. (2016). Examining the morphological changes of Azadroud river using geometric indexes. *Geography and Environmental Planning, 28* (4), 1-16 (In Persian).

Rinaldi, M. (2015). A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river. *Geomorphology, 251*. 122-136. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.010.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F. & Bussettini, M. (2013). Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI). Geomorphology, 180-181.

Samadi, A. & Azizian, Q. (2016). *Investigating the morphological changes of the Karaj River and the environmental effects due water resource development projects, river engineering and sand harvesting*. Research project, Alborz Regional Water Joint Stock Company (In Persian).

Shakri Nasab, A. (1400). *Morphological dynamic analysis of Babelroud river, Mazandaran province*. M.Sc. Thesis, Mazandaran University (In Persian).

Sharifi Kia, M., Shayan, S. Eftekhari, S. M. & Karam, A. (2016). Analysis of morphological changes of the river due to the construction of Taleghan Dam, based on time interferometry of remote sensing data. *Spatial Planning and Design, 21* (2), 243-262 (In Persian).

Yaqub Nejad, N., Esfandiari Darabad, F., Asghari Saraskanroud, S. & Karam, A. (2018). Evaluation of the morphological condition of Taleghan River in the period from 2006 to 2016. *Quantitative Geomorphology Research, 9* (1), 67-85 (In Persian).

Young, S. L., Jin, K. K., Jong, W. & Hong. B. (2014). Evaluation of suspended-sediment sources in the Yeongsan River using Cs-137 after major human impacts. *Quaternary International*, 344, 64-74.