

## ارزیابی کیفیت مورفولوژیک رودخانه طالقان

نازیلا یعقوب‌نژاد اصل<sup>۱</sup>، فریبا اسفندیاری داراباد<sup>۲\*</sup>، صیاد اصغری سراسکانرود<sup>۳</sup> و امیر کرم<sup>۴</sup>  
<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری مخاطرات ژئومورفولوژیک، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، <sup>۲</sup> دانشیار، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی و <sup>۴</sup> دانشیار، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۶

### چکیده

تغییراتی که در کیفیت مورفولوژیکی یک رودخانه رخ می‌دهد، حاصل تداخل فعالیت‌های انسانی و نیز تغییرات در مورفولوژی رودخانه است. رودخانه طالقان یکی از منابع مهم آب در آبیاری محصولات کشاورزی دشت قزوین محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت اقتصادی سد طالقان بر روی این رودخانه و نیز جنس زمین، بعضی از بازه‌های این رودخانه دچار تغییراتی شده است. لذا، ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی این رودخانه به منظور اهداف برنامه‌ریزی حائز اهمیت است. هدف از این پژوهش، ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان بر اساس روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) است. روش امتیازدهی rMQI، به کمی‌سازی تغییرات رودخانه می‌پردازد و آن زمانی است که رودخانه با شرایط مرجع خود مقایسه شود. مقدار شاخص rMQI منطبق با کمتر از ۳۰ درصد نشان‌دهنده وضعیت بسیار خوب رودخانه است و بیشتر از ۳۰ درصد بیانگر کیفیت بسیار ضعیف رودخانه است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمام بازه‌های رودخانه طالقان دارای وضعیت بسیار ضعیف هستند. علت این وضعیت بسیار ضعیف، مماندرشدگی رودخانه و دخالت‌های انسانی در بخش بالادست حوضه است. به منظور احیای رودخانه طالقان و بهبود کیفیت آب آن، محافظت از پوشش گیاهی طبیعی و افزایش آن، جلوگیری از تخریب کاربری اراضی در بالادست حوضه و همچنین، کنترل فرسایش کناری رودخانه از طریق اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای توصیه می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** اندیکاتور، بازه‌های رودخانه‌ای، تخریب بازه، تغییرات رودخانه، روش rMQI

### مقدمه

(۲۰۱۵). علاوه بر تغییراتی که در اندیکاتورهای مورفولوژیکی یک رودخانه به وجود می‌آید، تداخل فعالیت‌های انسانی نیز در وضعیت کیفی رودخانه‌ها اثر می‌گذارند. این عوامل شامل میزان ذخیره آب، انتقال و توزیع، احداث سازه‌ها در مسیر رودخانه (برای مثال، سدها، خاک‌ریزها، سیل‌گیرها، کانال‌های آب و احداث دیواره‌های حفاظتی) هستند. در نهایت، وضعیت کیفی رودخانه با اندازه‌گیری و امتیازدهی به اندیکاتورهای مورفولوژیکی و تداخل فعالیت‌های انسانی به صورت

بر اساس دستورالعمل (WFD) اتحادیه اروپا، به منظور آگاهی از کیفیت بیولوژیکی و فیزیکی رودخانه‌ها استفاده از روش‌های ارزیابی کیفی پیشنهاد می‌شود (WFD، ۲۰۱۵). بر این اساس، چند اندیکاتور مورفولوژیکی پیشنهاد شده است. این اندیکاتورها تغییرات در الگوی کانال، عمق، عرض، بستر رودخانه و پوشش گیاهی کناره‌ای هستند (Zaharia و همکاران،

\* مسئول مکاتبات: fariba.darabad@gmail.com

به بررسی تغییرات هیدرومورفولوژیکی و فشارهای انسانی وارد بر رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های ساحلی اروپا پرداختند، اما ایشان به استفاده از اندیکاتورهای تغییر/رشد تعدیل کانال (AI) هیچ اشاره‌ای نکرده‌اند. Rigon و همکاران (۲۰۱۳) با ارتقای روش شاخص کیفیت مورفولوژی (MQI) به نام روش IDRAIM کیفیت مورفولوژی رودخانه کردول<sup>۱</sup> ایتالیا را ارزیابی کردند. Tecuci و Moldoveanu (۲۰۱۴) به ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخانه‌های کشور رومانی پرداختند و در پژوهش خود از اندیکاتورهای مربوط به فشار (PI) و تغییر/رشد تعدیل کانال (AI) استفاده کردند و نتیجه گرفتند که بازه WB1: IH1 وضعیت اکولوژیکی خوبی دارد، در حالی که بازه IM5 وضعیت مطلوبی ندارد. Gălie و همکاران (۲۰۱۵) از شاخص‌های عمق و عرض کانال به همراه چهار ضریب لایروبی، سدسازی، کاهش عرض کانال از طریق احداث خاک‌ریزها و تثبیت بستر رودخانه استفاده کردند، اما ایشان نیز فقط تعداد محدودی از اندیکاتورهای فشار (PI) را به کار گرفتند و بر اساس آن رودخانه پروت<sup>۲</sup> در کشور رومانی را به پنج طبقه وضعیت (از خیلی خوب تا بد) تقسیم‌بندی کردند. Zaharia و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از روش rMQI کیفیت مورفولوژیکی رودخانه پراهوآ در کشور رومانی را ارزیابی کردند. Zaharia و همکاران (۲۰۱۶) نیز تأثیرات شهری شدن و فشارهای انسانی حاصل از آن را بر روی سامانه‌های رودخانه‌ای شهر بوخارست<sup>۳</sup> رومانی بررسی کردند. Zaharia و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی روش‌های کنونی برای ارزیابی هیدرومورفولوژی رودخانه‌های فرانسه، رومانی و کروئیا در جنوب شرقی اروپا پرداختند و نتیجه گرفتند که در فرانسه روش مناسبی برای مطالعه رودخانه‌ها وجود ندارد.

Alaee Taleghani و همکاران (۲۰۱۳) به ارزیابی نقش انسان در فرسایش کناره‌ای و گسترش جانبی مآندره‌های رودخانه گاماسیاب در دشت بیستون پرداختند، اما ایشان به نقش عوامل طبیعی هیچ

اصطلاحاتی مانند وضعیت کیفی بسیار خوب، خوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف بیان می‌شود.

امروزه به دلیل رشد روزافزون جمعیت و توسعه سریع زندگی شهری و روستایی در اراضی حاشیه رودخانه‌ها، تجاوزهای گوناگون و وسیعی به محدوده بستر و حریم فیزیکی آبراهه‌ها صورت گرفته که رودخانه طالقان یکی از این رودخانه‌ها است. این رودخانه به لحاظ قرارگیری در مجاورت استان البرز و احداث سد طالقان و به‌عنوان یکی از منابع مهم آب در آبیاری محصولات کشاورزی دشت قزوین، یکی از رودخانه‌های مهم کشور محسوب می‌شود (Noor و همکاران، ۲۰۱۴؛ Yamani و Toorani، ۲۰۱۲). احداث سد طالقان بر روی این رودخانه، ساختار زمین‌شناسی آن، تغییر کاربری زمین و احداث جاده‌های جدید باعث شده تا بازه‌هایی از این رودخانه دچار تغییراتی شوند (Toorani و Yamani، ۲۰۱۲) اما تا کنون تغییرات این رودخانه ارزیابی نشده و در نتیجه، هیچ‌گونه آگاهی از وضعیت کیفی آن وجود ندارد تا بتوان نسبت به احیا و بازسازی آن اقدام کرد.

**مبانی نظری پژوهش:** تا کنون، مطالعات بی‌شماری در زمینه مورفولوژی رودخانه‌ها انجام شده است. از جمله بررسی‌هایی که در زمینه مطالعات رودخانه‌ای انجام شده می‌توان به کارهای Rădulescu و Serban (۲۰۰۴) اشاره کرد که از پنج اندیکاتور مربوط به فشار در رودخانه زاگرب کرواسی استفاده کردند. اما ایشان فقط اندیکاتورهای مربوط به فشار (PI) را بر روی پیوستگی طولی و پیوستگی جانبی رودخانه بررسی کردند و استفاده از اندیکاتورهای تغییر یا روند تعدیل کانال (AI) را نادیده انگاشته‌اند. در صورتی که تغییرپذیری این اندیکاتورها در طی زمان می‌تواند بر کیفیت مورفولوژیکی این رودخانه اثر بگذارد. Alam و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از سنجش از دور به بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه براهماپوترای هند پرداختند و اثر این تغییرات را بر روی نواحی مسکونی بررسی کرده‌اند. اما آن‌ها به نقش اندیکاتورهای مربوط به فشار (PI) و تغییر یا روند تعدیل کانال (AI) بر روی تغییرات مورفولوژی این رودخانه اشاره‌ای نکرده‌اند. European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine Waters (۲۰۱۲) در گزارشی

<sup>1</sup> Cordevole

<sup>2</sup> Prut River

<sup>3</sup> Bucharest

ماسه در تغییرات آن نقش داشته‌اند. Kiani و Pourbasher Hir (۲۰۱۸) به منظور بررسی تغییرات بستر رودخانه بالهارود از شاخص‌های هیدرومورفولوژی ضریب سینوسیته، شعاع خمش و زاویه مرکزی برای بازه‌های زمانی ۱۹۵۵ و ۲۰۱۶ استفاده کردند و با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ مسیر رودخانه و تصاویر ماهواره‌ای ETM به پایش و بررسی علل تغییرات زمانی و مکانی بستر این رودخانه پرداختند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که الگوی پیمان‌رودی این رودخانه طی مدت ۶۱ سال شدیدتر شده و میزان تغییرات بستر رودخانه بسیار بالا بوده است که این می‌تواند به دلیل تغییر شرایط اقلیمی و تکتونیک، دخالت‌های انسانی و ویژگی‌های پوشش گیاهی و بافت سست خاک‌های این منطقه باشد.

همان‌طور که پیشینه پژوهش نشان می‌دهد، در ایران روش‌های مربوط به مطالعه رودخانه‌ها جدید هستند، اما این مطالعات بیشتر مربوط به بررسی تغییرات خصوصیات هندسی پارامترهای رودخانه بوده است و در زمینه ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی این رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل طبیعی و فشارهای انسانی هیچ‌گونه مطالعات جامعی انجام نشده و یا این‌که این‌گونه مطالعات بسیار اندک بوده است. بنابراین، پژوهش حاضر به بررسی کیفیت مورفولوژیک رودخانه با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی شده (RMQI) می‌پردازد. برای این منظور، رودخانه طالقان به عنوان نمونه موردی انتخاب شده تا با آگاهی از وضعیت کیفی مورفولوژیکی آن، ابتدا میزان درجه تخریب این رودخانه مشخص و سپس نسبت به احیا و بازسازی آن اقدام شود.

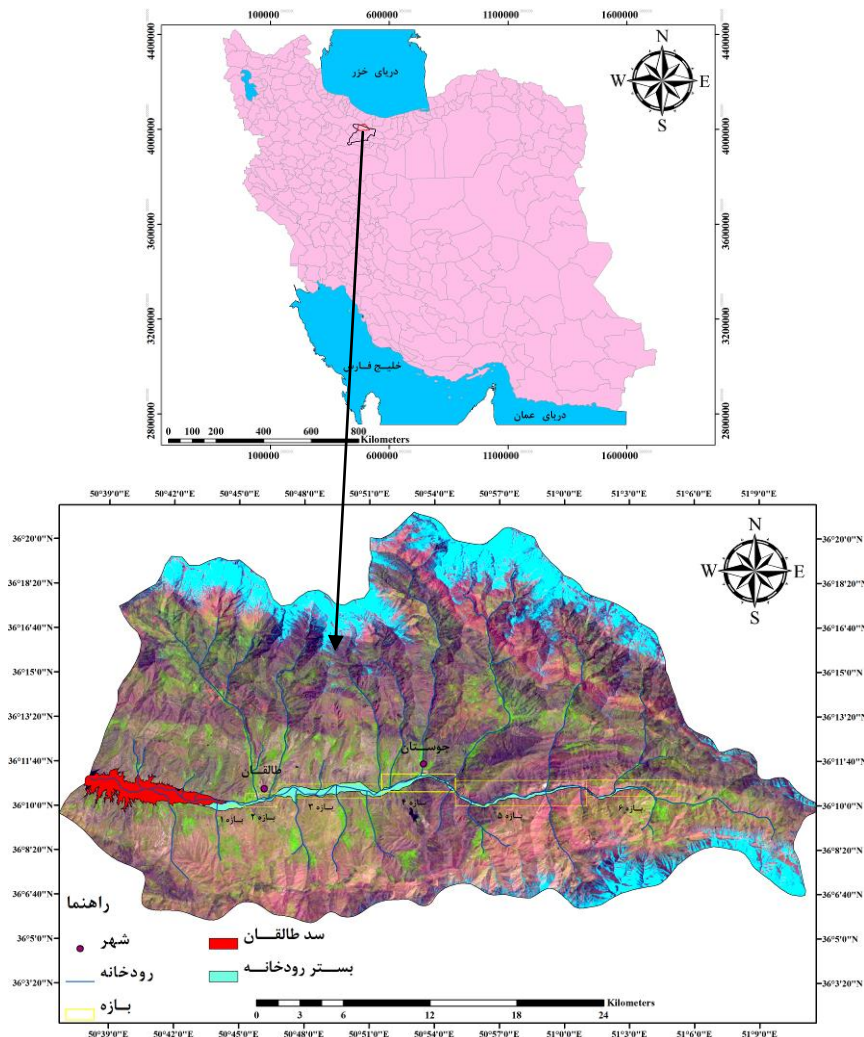
### مواد و روش‌ها

رودخانه طالقان، رودخانه مهم شهر طالقان در استان البرز است که در غرب تهران واقع شده است (شکل ۱). این حوضه در عرض جغرافیایی  $30^{\circ} 00'$  تا  $36^{\circ} 15' 15''$  شمالی و طول جغرافیایی  $50^{\circ}$  تا  $51^{\circ} 12' 15''$  شرقی قرار گرفته است. از لحاظ توپوگرافی کمینه ارتفاع محدوده مورد مطالعه ۱۶۹۲ متر و بیشینه ارتفاع ۴۳۱۲ متر است. با تبعیت از عامل توپوگرافی کمینه شیب نیز با میزان کمتر از ۱۰

اشاره‌ای نکرده‌اند. Yamani و Toorani نیز (۲۰۱۲) از مدل رزگن برای ارزیابی ژئومورفولوژیکی رودخانه طالقان در بازه پل‌گنیک استفاده کردند، اما ایشان نقش عوامل انسانی را در ایجاد الگوی چند شاخه‌ای نادیده انگاشته‌اند. Esmaili و Valikhani (۲۰۱۴) با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژی به بررسی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه لاریج پرداختند و به استفاده از اندیکاتورهای انسانی و طبیعی تأکید کردند. Shakerizare و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از نرم‌افزارهای GIS و SPSS و برداشت‌های میدانی و تأثیر متغیرهای طبیعی مانند تکتونیک، میزان شیب، نوع سازند و دبی رودخانه به مطالعه جابه‌جایی مئاندرهای بستر رودخانه پرداختند و به نقش عوامل انسانی در جابه‌جایی این مئاندرها هیچ اشاره‌ای نکرده‌اند. Karam و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از مدل روزگن به ارزیابی رودخانه جاجرود پرداختند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که بازه‌هایی از این رودخانه دارای وضعیت نامطلوبی است. Rezaei و Moghaddam و همکاران (۲۰۱۶) الگوهای رودخانه‌ای مئاندری، شریانی و آنابرنچینگ رودخانه گاماسیاب را با استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای IRS و تحلیل نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ مسیر رودخانه بررسی کردند، اما ایشان به نقش عوامل طبیعی و انسانی در تغییرات این رودخانه هیچ اشاره‌ای نکرده‌اند. Asghari و Sareskanroud (۲۰۱۷) به تحلیل شکل مجرای رودخانه کلقان‌چای پرداخت. در این پژوهش، از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی، داده‌های هیدروولوژیکی رودخانه، داده‌های مستخرج از مدل‌های رقومی ارتفاع و داده‌های مربوط به مطالعات صحرایی استفاده کردند و از روش‌های تحلیل قدرت رودخانه، قدرت مخصوص رودخانه، شاخص‌های ضریب خمیدگی، زاویه مرکزی و تحلیل سینوسی مسیر دینامیک الگوی مجرای رودخانه کلقان‌چای استفاده کردند. آنها نتیجه گرفتند که شکل‌گیری الگو و دینامیک مجرا تحت تأثیر فرایندهای تدارک دبی و دبی رسوبی، مقاومت لیتولوژیکی بستر و کناره‌های رودخانه است و عوامل انسانی به صورت تصرف و اشغال بستر رودخانه از طریق ایجاد باغات و مزارع و برداشت منابع شن و

میلی‌متر و مربوط به ایستگاه‌های دیزن و گلینک است. بیشینه و کمینه میانگین دمای سالانه ثبت‌شده نیز به ترتیب ۱۳/۵۹ و ۳/۱۱ درجه سانتی‌گراد و بیشینه و کمینه میانگین رطوبت نسبی سالانه ثبت‌شده به ترتیب ۵۶/۴۳ و ۴۸/۵۷ درصد است.

درجه اختصاص به نواحی دره‌ای دارد و بیشترین میزان شیب با مقدار ۶۱/۸۳ درجه اختصاص به نواحی مرتفع‌تر دارد. از لحاظ آب و هوایی بارندگی به صورت برف است. با توجه به مطالعه سال‌های آماری (۱۹۵۹-۲۰۱۶) بیشینه و کمینه میزان میانگین بارندگی سالانه به ترتیب، ۹۰۰/۸۳ میلی‌متر و ۴۴۳/۷۶



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای Landsat سال ۲۰۱۶ از محدوده مورد مطالعه و موقعیت بازه‌های رودخانه‌های مورد پژوهش (ماخذ: سایت USGS)

سنگ‌آهک، دولومیت، ماداستون، سیلت‌استون و لیوین هستند.

در محدوده مورد مطالعه، طالقان رود مهمترین و تنها رود اصلی این منطقه است. این رودخانه در جهت شرقی- غربی کشیده شده و موافق با ساختمان زمین‌شناسی است که بر روی محور ناودیسی به طرف غرب جریان دارد. به‌طور کلی در این منطقه تمامی شاخه‌های فرعی با جهت شمالی-جنوبی در شمال

بر اساس مطالعات زمین‌شناسی، در ناحیه طالقان لایه‌های پوسته زمین مربوط به دوره‌های پرکامبرین، پالئوزوئیک، تریاس، ژوراسیک، کرتاسه، پالئوژن، نئوژن، پلیوسن و کواترنر است که شامل سازندهای کهر، سلطانیه، زاگون و باروت، لالون، میلا، مبارک، درود، الیکا، شمشک، لار، تیز کوه، کرج و قرمز بالای می‌شود. سنگ‌های منطقه متشکل از رسوبات آبرفتی، آندزیت و بازالت، کنگلومرا، ماسه‌سنگ، توف، شیل،

نیز ابزارهای مخصوص همراه بود. علاوه بر این، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس کمتر از ۱:۵۰۰۰ رودخانه نیز برای سال موردنظر موجود نبودند، بنابراین، برای محاسبه این دو شاخص از روش درون‌یابی کریجینگ استفاده شد. آمار و اطلاعات مربوط به سیل‌های منطقه نیز از گزارش‌های سازمان آب منطقه‌ای استان البرز (سال‌های ۱۹۷۴ تا ۲۰۱۶) به‌دست آمد. روش ارزیابی کیفیت مورفولوژیک رودخانه طالقان نیز روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) است. در پژوهش موردنظر، ابتدا، با استفاده از تصویر IRS سال ۲۰۱۶ و مشاهدات میدانی اندیکاتورهای مربوط به فشار (PI) و اندیکاتورهای تغییر کانال (AI) شناسایی شدند (جدول ۱) و سپس، اقدام به اندازه‌گیری و محاسبات اندیکاتورهای فشار (PI) و تغییرات (AI) شد. در نهایت، اندیکاتورهای فوق‌الذکر بر اساس روش (rMQI) امتیازدهی و سپس، محاسبه شدند (شکل ۲) و بدین‌طریق، وضعیت کیفی مورفولوژیکی رودخانه طالقان به‌دست آمد.

#### روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده<sup>۱</sup>:

روش rMQI از یک پروتکل چندفاز<sup>۲</sup> که منطبق با داده‌های جدول ۱ است، استفاده می‌کند. ابتدا اندیکاتورهای<sup>۳</sup> فشار<sup>۴</sup> و تغییرات<sup>۵</sup> تعیین می‌شوند، سپس هر اندیکاتور در مقایسه با شرایط مرجع<sup>۶</sup> طبقه‌بندی می‌شود. پایه و اساس این روش و نحوه امتیازدهی به آن بر اساس روش MQI است که به-وسیله Rinaldi و همکاران (۲۰۱۳) ارائه شده است. سرانجام، به هر اندیکاتور امتیازی تعلق می‌گیرد (صفر) کمینه امتیاز برای نبود تغییرات و نه بیشینه امتیاز برای وجود تغییرات زیاد). اندیکاتورهای فشار مبتنی بر تداخل‌های انسانی است و اندیکاتورهای تغییرات بر اساس شاخص‌های مورفولوژیکی رودخانه است (شکل ۲).

حوضه و جنوبی-شمالی در جنوب حوضه در جریان هستند که این برخلاف محورهای چین‌خوردگی این کوهستان است و در قسمت‌های مختلف همانند شمال جویستان، شمال حسنجون، شرق جویستان، جنوب اورازان و شمال وشته این محورها را قطع کرده‌اند. شکل شبکه آب‌ها در رشته شمالی عموماً تا ارتفاع ۲۱۰۰ متری به‌صورت موازی است که این منطبق بر سنگ‌های رسوبی و مارنی است، با تغییر جنس زمین‌شناسی به گدازه‌های قلیایی نیز شکل شبکه نیز تغییر یافته به‌طوری که در بعضی نواحی به‌صورت شاخه درختی و در بعضی موارد به‌صورت قائم‌الزاویه‌ای می‌شود (Toorani و Yamani، ۲۰۱۲). در رشته جنوبی شکل بیشتر شبکه‌ها به‌صورت قائم‌الزاویه است، در صورتی که در شیب‌های شمالی به‌صورت موازی در جریان هستند. در برخی قسمت‌ها همانند جویستان و شمال وشته شکل شبکه‌ها نیز به‌صورت شعاعی می‌شود. می‌توان گفت که در ناهمواری‌های شمالی و جنوبی حوزه آبخیز طالقان از ارتفاع ۲۱۰۰ متر به بالا بر تراکم شبکه آبراهه‌ها افزوده می‌شود.

**روش پژوهش:** در این پژوهش از منابع زیر استفاده شده است.

۱- بررسی‌های کتابخانه‌ای: از اسناد کتابخانه‌ای به‌منظور بررسی پیشینه پژوهش استفاده شد.

۲- بررسی‌های میدانی: علت انتخاب رودخانه به شش بازه به این دلیل است یک بازه در ژئومورفولوژی رودخانه‌ای به فاصله‌ای اطلاق می‌شود که در آن فاصله، رودخانه دارای شرایط تقریباً مشابه و متجانسی در فرایندهای هیدرولوژیکی، مورفولوژیکی، زمین‌شناختی، توپوگرافی و رسوب‌شناختی باشد به‌طوری که در آن مسیر در تمامی عوامل مورد نظر تجانس نسبی برقرار باشد. بر این اساس، بعد از بررسی شرایط فوق، رودخانه به شش بازه بر اساس تجانس نسبی در عوامل ذکرشده تقسیم شد.

۳- اندازه‌گیری شاخص‌ها: برای اندازه‌گیری شاخص‌های بیشینه عمق رودخانه و متوسط عمق رودخانه از داده‌ها و اطلاعات مربوط به عمق رودخانه مستخرج از ایستگاه‌های هیدرومتری محدوده مورد مطالعه (سال ۲۰۱۶) استفاده شد، زیرا اندازه‌گیری به‌صورت میدانی با صرف وقت و زمان و هزینه زیاد و

<sup>1</sup> revisited Morphological Quality Index (rMQI)

<sup>2</sup> Multi-phase protocol

<sup>3</sup> Indicators

<sup>4</sup> Pressures

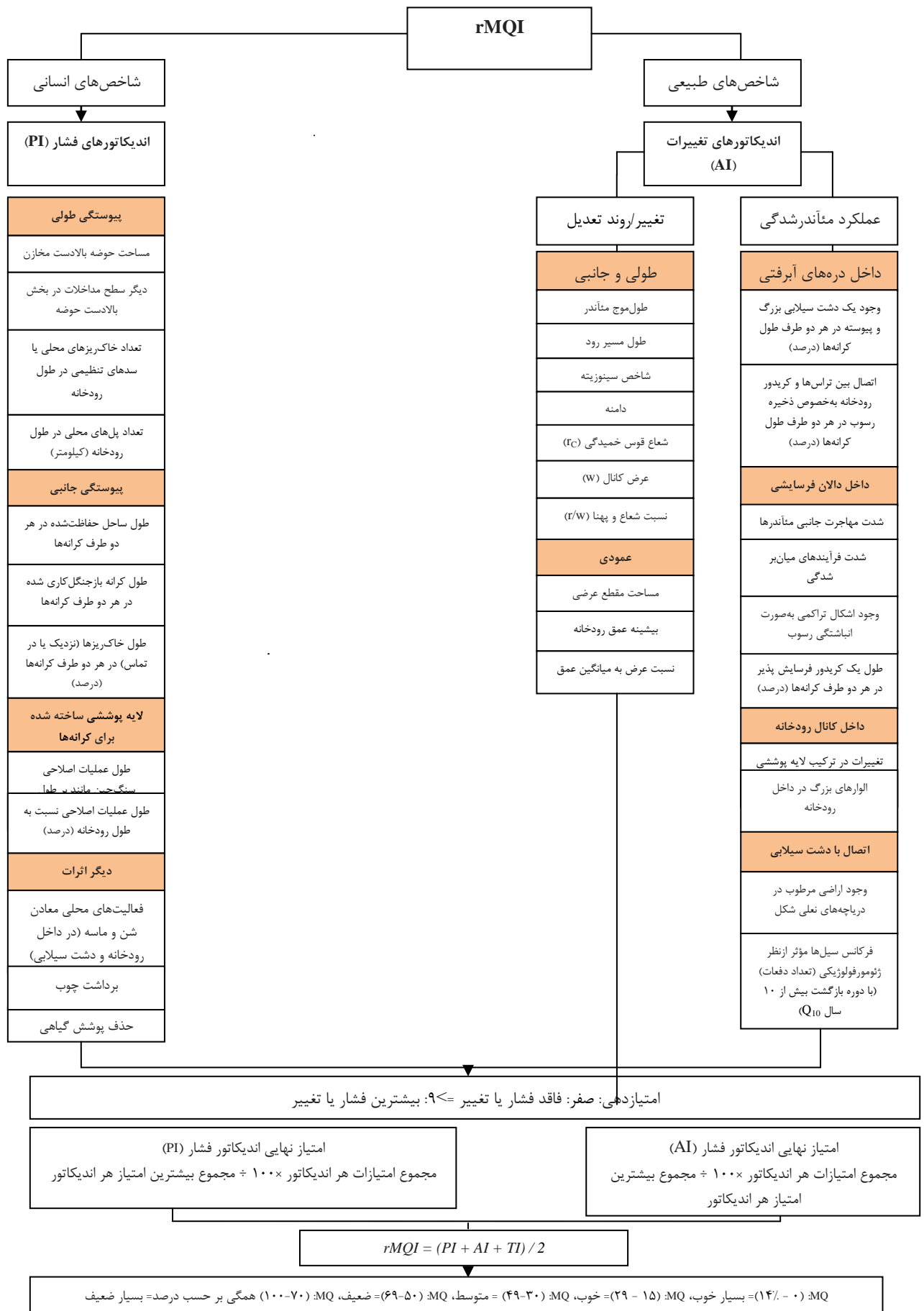
<sup>5</sup> Alterations

<sup>6</sup> Undisturbed

جدول ۱- اندیکاتورها، دامنه و نحوه امتیازدهی به آنها (Zaharia و همکاران، ۲۰۱۵)

امتیاز	دامنه	شاخص‌ها	اندیکاتور
۹-۰	>٪۶۶	مساحت حوضه بالادست مخازن	اندیکاتورهای فشار (PI)
۶-۰	A-M-I	دیگر سطح مداخلات در بخش بالادست حوضه	
۶-۰	>٪۱/۱ -۰	تعداد خاک‌ریزهای محلی یا سدهای تنظیمی در طول رودخانه (کیلومتر)	
۳-۰	>٪۱/۱ -۰	تعداد پل‌های محلی در طول رودخانه (کیلومتر)	
۶-۰	<٪۵ ->٪۳۳	طول ساحل حفاظت‌شده در هر دو طرف کرانه‌ها (درصد)	
۳-۰	<٪۵ ->٪۳۳	طول کرانه بازجنگل کاری شده در هر دو طرف کرانه‌ها	
۶-۰	<٪۱۰ ->٪۵۰	طول خاک‌ریزها (نزدیک یا در تماس) در هر دو طرف کرانه‌ها (درصد)	
۶-۰	>٪۱/۱ -۰	طول عملیات اصلاحی سنگ‌چین‌مانند بر طول رودخانه / کیلومتر	
۳-۰	>٪۱۰ -۰	طول عملیات اصلاحی نسبت به طول رودخانه (درصد)	
۶-۰	A-I	فعالیت‌های محلی معادن شن و ماسه (در داخل رودخانه و دشت سیلابی)	
۵-۰	A-I	برداشت چوب	
۵-۰	A-I	حذف پوشش گیاهی کناره‌ای	
۰	NC- C	طول موج متاندر (متر)	
۰	NC- C	طول مسیر رود (متر)	
۶-۰	NC- C	شاخص سینوزیته	
۶-۰	NC- C	دامنه (متر)	
۶-۰	NC- C	شعاع قوس خمیدگی ( $r_c$ )	
۶-۰	NC- C	عرض کانال ( $w$ ) (متر)	
۶-۰	NC- C	نسبت شعاع بر عرض کانال ( $r_c/w$ )	
۶-۰	T- NT	مساحت مقطع عرضی	اندیکاتورهای تغییر/روند تعدیل کانال (AI)
۶-۰	T- NT	بیشینه عمق ( $cm$ )	
۶-۰	T- NT	نسبت عرض کانال به میانگین عمق	
۵-۰	< ۶۶ -> ۱۰	وجود یک دشت سیلابی بزرگ و پیوسته در هر دو طرف طول کرانه‌ها (درصد)	
۵-۰	< ۹۰ -> ۳۳	اتصال بین تراس‌ها و کریدور رودخانه به‌خصوص ذخیره رسوب در هر دو طرف طول کرانه‌ها (درصد)	
۵-۰	I-A	شدت مهاجرت جانبی متاندرها در یک بازه زمانی معین (متر)	
۶-۰	همان شدت یا شدت >I	شدت فرایندهای میان‌بر شدگی	
۳-۰	I-A	وجود اشکال تراکمی به‌صورت انباشتگی رسوب (متر)	
۶-۰	< ۶۶ -> ۳۳	طول یک کریدور فرسایش‌پذیر در هر دو طرف کرانه‌ها (درصد)	
۵-۰	C تا تغییر به یک ذره با اندازه همان دانه (-C)	تغییرات در ترکیب لایه پوششی بستر	
۳-۰	P-A	الوارهای بزرگ در داخل رودخانه	فرکانس سیل‌های مؤثر از نظر ژئومورفولوژیکی/تعداد دفعات (با دوره بازگشت بیش از ۱۰ سال $Q_{10}$ )
۶-۰	P-A	وجود اراضی مرطوب در دریاچه‌های نعلی شکل	
۶-۰	چندین بار-هرگز		

A: فقدان، M: متوسط، I: شدید، NC: بدون تغییر، C: تغییر، T: روند، NT: بدون روند، P: وجود



شکل ۲- اندیکاتورهای مربوط به روش کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) (Zaharia و همکاران، ۲۰۱۵)

عدد ۱۰۰ ضرب و سپس تقسیم بر مجموع بیشترین امتیاز هر اندیکاتور می‌شود. با محاسبه میانگین اندیکاتورهای فشار (PI) و اندیکاتورهای تغییر کانال (AI) وضعیت کیفیت مورفولوژیکی رودخانه به صورت درصد به دست می‌آید که به شرح جدول ۲ است.

هدف از اجرای روش rMQI، ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه بر اساس اندیکاتورهای موجود در شکل ۲ است. با استفاده از این روش می‌توان بازه‌های رودخانه‌ای را به پنج طبقه وضعیت بسیارخوب، خوب، متوسط، ضعیف و بسیارضعیف طبقه‌بندی کرد. در آخر، امتیاز نهایی هر اندیکاتور در

جدول ۲- طبقه‌بندی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه (Zaharia و همکاران، ۲۰۱۵)

وضعیت کیفیت مورفولوژیکی رودخانه	rMQI (درصد)
بسیارخوب	۱۴ - ۰
خوب	۱۵ - ۲۹
متوسط	۳۰ - ۴۹
ضعیف	۵۰ - ۶۹
بسیار ضعیف	۷۰ - ۱۰۰

### نتایج و بحث

(PI) و تغییرات (AI) امتیازدهی شدند. در نهایت، وضعیت شش بازه رودخانه طالقان در سال ۲۰۱۶ با استفاده از روش کیفیت مورفولوژی بازبینی شده (rMQI) به دست آمد که به صورت جدول ۳ است.

در ابتدا، اقدام به اندازه‌گیری و محاسبه اندیکاتورهای جدول ۱ شد. سپس، با استفاده از روش کیفیت مورفولوژی بازبینی شده (rMQI) اندیکاتورهای فشار

جدول ۳- ارزیابی شاخص کیفیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان

وضعیت کیفیت مورفولوژیک رود	(PI + AI) / 2	(AI)	(PI)	بازه
بسیار ضعیف (rMQI)	۷۶/۵۶	۳۳/۱۳	۱۲۰	۱
بسیار ضعیف	۸۵/۲۵	۶۳/۸۵	۱۰۶/۶۶	۲
ضعیف	۶۴/۰۵	۶۱/۴۴	۶۶/۶۶	۳
بسیار ضعیف	۸۴/۰۵	۶۱/۴۴	۱۰۶/۶۶	۴
بسیار ضعیف	۹۰/۱۲	۶۰/۲۴	۱۲۰	۵

بسیار ضعیف قرار گرفته است. این شاخص برای بازه پنجم ۹۰/۱۲ درصد به دست آمد که این نیز بیانگر این است که وضعیت این بازه از رودخانه بسیار ضعیف است. بازه ششم نیز با کسب مقدار ۱۰۰ درصد نشان داد که مانند بازه‌های پیشین وضعیت بسیار ضعیفی دارد، به عبارت دیگر می‌توان گفت که تمامی بازه‌های رودخانه طالقان وضعیت بسیار ضعیفی دارند و این وضعیت بسیار ضعیف باعث ایجاد بحران‌های مورفولوژیکی و زیست‌محیطی مانند رسوب‌گذاری

با توجه به جدول ۲، شاخص کیفیت مورفولوژیک رود برای بازه اول ۷۶/۵۶ درصد به دست آمد که این بدان معناست که این بازه در وضعیت بسیار ضعیف قرار گرفته است. این شاخص برای بازه دوم با مقدار ۸۵/۲۵ درصد، نشان‌دهنده وضعیت بسیار ضعیف این بازه است. شاخص کیفیت مورفولوژیک رود برای بازه سوم ۶۴/۰۵ درصد به دست آمد که این نیز نشان‌دهنده وضعیت ضعیف این بازه است. در بازه چهارم شاخص کیفیت مورفولوژیکی رود با میزان ۸۴/۰۵ درصد نشان‌دهنده این است که این بازه نیز در طبقه



بیشتر در مخزن سد و نامطلوب شدن کیفیت آب آشامیدنی خواهد شد.

### تحلیل وضعیت مورفولوژیکی بستر رودخانه طالقان

- بازه اول: در این بازه، شاخص دیگر سطح مداخلات در بخش بالادست حوضه شدید برآورد شد. شاخص تخریب پوشش گیاهی بومی منطقه و برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی نیز در حد شدید (۶۲ درصد) ارزیابی شد. شاخص اتصال بین تراس‌های رودخانه‌ای در هر دو طرف طول کرانه‌ها ۴/۶۴ درصد محاسبه شد که این نشان‌دهنده تخریب بیشتر پادگانه‌ها در نتیجه تغییرات کاربری ارضی بوده است. شاخص شدت مهاجرت جانبی متآندر در این بازه در حدود ۴۰ متر اندازه‌گیری شد، بر همین اساس، شدت جابه‌جایی بستر رودخانه در سطح کم تشخیص داده شد، اما مهاجرت جانبی متآندرها با تخریب زمین‌های اطراف منجر به افزایش فرسایش خاک و رسوب‌گذاری بیشتر در سد می‌شوند، بنابراین، می‌توان گفت که علت وضعیت بسیارضعیف این بازه از رودخانه ناشی از تداخل‌های انسانی است که از طریق اقداماتی از قبیل افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای اعمال می‌شود.

- بازه دوم: در این بازه، شاخص طول سواحل حفاظت‌شده در هر دو طرف کرانه‌ها در حدود ۲/۸ درصد محاسبه شد. شاخص تخریب پوشش گیاهی بومی منطقه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی نیز در سطح شدید برآورد شد، به طوری که مقدار تخریب پوشش گیاهی برای این بازه در حدود ۶۰ درصد ارزیابی شد. ۷۴/۴۵ درصد از تراس‌های رودخانه‌ای نیز به دلیل دست‌کاری‌های انسانی دچار تخریب و نابودی شده است که این منجر به افزایش فرسایش و رسوب‌گذاری بیشتر این رودخانه می‌شود. شدت مهاجرت جانبی متآندرها نیز در سطح کم ارزیابی شد، به طوری که مقدار آن در حدود ۷۰/۹۱ متر به دست آمد. اگرچه شدت مهاجرت جانبی متآندرها برای این بازه نیز در حدود کم تشخیص داده شد، اما این جابه‌جایی‌ها با از بین بردن پوشش گیاهی و از بین بردن زمین‌های اطراف آن منجر به تخریب کرانه رودخانه و در صورت پیشروی‌های مکرر منجر به

تخریب زمین‌های کشاورزی و آسیب رسیدن به پی و زیربنای ساختمان‌ها می‌شود. مطالعات انجام‌شده در این بازه نشان می‌دهد که هر دو عوامل طبیعی و تداخل‌های انسانی به صورت متآندرشدگی و مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در تخریب این بازه از رودخانه نقش داشته‌اند.

- بازه سوم: از مشاهدات میدانی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای معلوم شد که اقدام به احداث یک دیواره سنگچین‌مانند به منظور حفاظت از کرانه رودخانه کرده بودند که اندازه طول این دیواره در حدود ۰/۴۷ درصد به دست آمد. با محاسبه میزان فرسایش‌پذیری این بازه در هر دو طرف کرانه‌ها معلوم شد که در حدود ۴۰/۴۴ درصد از مسیر این بازه دچار فرسایش کناره‌ای شده است (شکل ۳). علاوه بر این، از مشاهدات میدانی که از بازه سوم صورت گرفت معلوم شد که تمامی تراس‌های رودخانه‌ای این بازه تخریب شده‌اند که این در اثر تغییرات کاربری ارضی و اختصاص آن‌ها به فعالیت‌های زراعی و باغی بوده است (شکل ۴). با اندازه‌گیری شاخص شدت مهاجرت جانبی متآندرها معلوم شد که شدت مهاجرت جانبی متآندرها نیز در سطح شدید بوده است، به طوری که مقدار آن در حدود ۱۲۳/۶۸ متر به دست آمد. بنابراین، می‌توان این‌طور استنباط کرد که علت وضعیت ضعیف این بازه نیز افزایش تداخل‌های انسانی در بخش بالادست این حوضه است، در این بین، سهم عوامل طبیعی اندک بوده است.

- بازه چهارم: مطالعات مربوط به این بازه، نشان از میزان برداشت شدید چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای دارد که مقدار آن در حدود ۷۳ درصد است. علاوه بر این، نسبت جابه‌جایی بستر رودخانه که مقدار آن نیز در حدود ۳/۲ اندازه‌گیری شد، حکایت از جابه‌جایی شدید بستر در این بازه دارد. دست‌کاری و تخریب تراس‌های رودخانه‌ای نیز در این بازه، شدید برآورد شده است، به طوری که مقدار آن در حدود ۶۶/۹۴ درصد به دست آمده است. شدت مهاجرت جانبی متآندرها نیز کم و در حدود ۴۴ متر بود. از نتایج به دست آمده می‌توان گفت که علت وضعیت بسیار ضعیف این بازه می‌تواند ناشی از افزایش تداخل‌های انسانی به صورت برداشت چوب و حذف

پوشش گیاهی کناره‌ای، تخریب تراس‌های رودخانه‌ای و فرسایش‌پذیری بازه در اثر مهاجرت جانبی مئاندرها

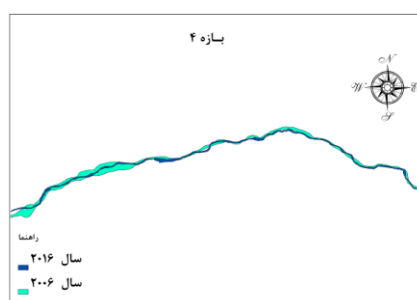
(شکل ۵) باشد.



شکل ۴- اقدامات انجام‌شده در کرانه و بستر رودخانه



شکل ۳- فرسایش کناره‌ای در کرانه رودخانه



شکل ۵- نمونه‌ای از مهاجرت جانبی مئاندرها و جابه‌جایی بستر رودخانه در بازه چهارم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۱۶ با قدرت تفکیک ۲/۵ متر

میدانی که از این بازه صورت گرفت و با مقایسه آن با تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۶ معلوم شد که تقریباً کل پوشش بومی و طبیعی این بازه از بین رفته، اختصاص به فعالیت‌های کشاورزی و باغی یافته است. ضمناً، از بررسی تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۶ معلوم شد که در این سال دیواره‌های سنگچین‌مانند به‌منظور حفاظت از کرانه‌های رودخانه احداث نکرده بودند، اما از بازدیدهای میدانی که از این بخش از بازه صورت گرفت معلوم شد که اقدام به احداث دیواره‌های سنگچین‌مانند کرده بودند که طول آن در حدود ۴/۵۴ متر بود، این خود نشان‌دهنده دست‌کاری در کرانه رودخانه است. از بررسی تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۶ و مشاهدات میدانی معلوم شد که دخل و تصرف‌های زیادی در تراس‌های رودخانه‌ای این بازه نشده، به‌طوری که شاخص اتصال بین تراس‌ها و کریدور رودخانه در هر دو طرف کرانه‌ها در حدود ۲۳/۸۴ درصد به‌دست آمده است. علاوه بر این، میزان مهاجرت جانبی مئاندرها در طی این مدت اندک و در حدود ۳۳/۹۱ متر بوده است، بنابراین، می‌توان این‌طور

بازه پنجم: از مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده برای بازه پنجم می‌توان گفت که شاخص دیگر سطح مداخلات و برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای نیز در سطح شدید (۷۸ درصد) برآورد شد. علاوه بر این، شاخص نسبت شعاع بر عرض کانال که بیانگر میزان جابه‌جایی بستر رودخانه است، در حدود ۳/۳ به‌دست آمد که این بدان معناست که میزان جابه‌جایی بستر بسیار شدید بوده است، اما شدت مهاجرت جانبی مئاندرها در این بازه کم بوده است، به‌طوری که میزان آن در حدود ۴۰/۵۱ متر به‌دست آمده است. می‌توان گفت علت وضعیت بسیار ضعیف این بازه ناشی از تداخل‌های انسانی به‌صورت افزایش مداخلات در بالادست حوضه و برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی است و عوامل طبیعی به‌صورت مئاندرشدگی بیشترین نقش را داشته است.

بازه ششم: مطالعات مربوط به این بازه، نشان می‌دهد که شاخص دیگر سطح مداخلات و برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در سطح شدید (۹۹ درصد) برآورد شده است. با توجه به مشاهدات

استنباط کرد که علت وضعیت بسیار ضعیف این بازه، تداخل‌های انسانی از طریق افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای است و در زمره عوامل طبیعی متآندرشدگی بیشترین نقش را داشته است.

در کل، از بررسی‌های انجام گرفته می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که در بازه اول تداخل‌های انسانی از طریق افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای بیشترین نقش را در تخریب این بازه داشته‌اند. مطالعات انجام‌شده برای دوم نشان داد که تداخل‌های انسانی از طریق مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای از جمله عوامل اصلی در تخریب این بازه از رودخانه هستند و در زمره عوامل طبیعی متآندرشدگی نقش اصلی را به عهده داشته است. پس می‌توان گفت که علت تخریب این بازه از رودخانه، هر دو عوامل طبیعی و انسانی است. مطالعات انجام‌شده برای بازه سوم نشان داد که افزایش مداخلات انسانی در بخش بالادست حوضه باعث تخریب این بازه از رودخانه شده است. نتایج این پژوهش برای بازه چهارم نشان داد که احتمالاً تداخل‌های انسانی از طریق اقداماتی مانند برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای می‌تواند از جمله دلایل اصلی تخریب این بازه از رودخانه باشد. بررسی‌های انجام‌شده برای بازه پنجم نشان داد که احتمالاً هر دو تداخل، انسانی و عوامل طبیعی به‌صورت افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای و متآندرشدگی باعث تخریب این بازه از رودخانه شده باشند. ارزیابی‌های انجام‌شده برای بازه ششم نیز نشان داد که علاوه بر افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای، احداث دیواره‌های سنگچین‌مانند، متآندرشدگی و فرسایش‌پذیری زیاد کریدور رودخانه می‌تواند از دلایل اصلی تخریب این بازه از رودخانه باشند.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به‌منظور ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان از روش شاخص کیفیت

مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) استفاده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بازه‌های اول، دوم، چهارم، پنجم و ششم وضعیت بسیارضعیفی دارند و بازه سوم رودخانه نیز دارای وضعیت ضعیف است. در واقع می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که سهم عوامل طبیعی و انسانی در تخریب بازه‌های این رودخانه در سال‌های مختلف متفاوت بوده است، به‌طوری که در این بین متآندرشدگی رودخانه و تداخل‌های انسانی در قالب تغییرات مورفولوژیکی شکل رودخانه و تغییرات کاربری اراضی بیشترین نقش را داشته‌اند. با توجه به تغییر کاربری اراضی گسترده در محدوده بازه‌های اول و دوم، اقدام عاجل و ضروری محافظت از پوشش گیاهی طبیعی منطقه است. به‌منظور کنترل فرسایش کناری رودخانه اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای پیشنهاد می‌شود. در بحث اقدامات سازه‌ای باید از اشغال حریم رودخانه جلوگیری به‌عمل آورد و به‌منظور جلوگیری از فرسایش کناره‌ای نیز باید از پوشش گیاهی طبیعی منطقه محافظت و حتی اقدام به توسعه آن شود. در بازه سوم تقویت پوشش گیاهی در بالادست حوضه و نیز جلوگیری از تغییر کاربری اراضی منطقه در این بخش می‌تواند تأثیر به‌سزایی را در بهبود کیفیت مورفولوژیکی این بازه از رودخانه داشته باشد. انجام اقدامات سازه‌ای در پایین‌دست تنها زمانی مناسب خواهد بود که میزان تداخل‌های انسانی در این بخش به کمترین مقدار ممکن برسد. در بازه‌های چهارم و پنجم و ششم به‌علت جابه‌جایی شدید بستر رودخانه که باعث افزایش میزان فرسایش کناره‌ای نیز شده است، آزادی عمل رودخانه را در سیلاب دشت به‌همراه داشته، تغییرات کاربری اراضی در بالادست حوضه باعث افزایش این میزان آزادی و به‌تبع آن افزایش میزان فرسایش کناره‌ای شده است. بنابراین، در این سه بازه باید اقدامات سازه‌ای برای کنترل جابه‌جایی رودخانه در بستر خود ایجاد شود. باید توجه داشت که علت اصلی کیفیت مورفولوژیکی بسیار ضعیف رودخانه طالقان تغییر کاربری اراضی منطقه است و اقدامات سازه‌ای تا زمانی که احیای کاربری اراضی طبیعی در منطقه انجام نشده است، پاسخ مناسبی برای کنترل رفتارهای فرسایشی و تخریبی رودخانه خواهد بود. از بررسی‌ها و مطالعات انجام‌گرفته از رودخانه طالقان

رودخانه شود تا اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای مناسب برای کنترل شاخص مورد نظر انجام گیرد. اگر اقدامات مناسب در این زمینه انجام نگیرد رودخانه به رفتار تخریبی خود ادامه خواهد داد.

### سپاسگزاری

از سازمان جغرافیایی وزارت دفاع، سازمان آب منطقه‌ای استان البرز، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان البرز و سازمان هواشناسی کشور که نهایت همکاری را با نویسندگان این پژوهش داشته‌اند، کمال تشکر و قدرانی را داریم.

معلوم شد که مماندرشدگی این رودخانه بر اساس مداخلات بیش از حد در حوزه آبخیز این رودخانه بوده است و بازه‌های مختلف رودخانه از این مداخلات بسیار تأثیر پذیرفته‌اند و با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی که هر بازه داشته، پاسخ‌های متفاوتی را به روندهای فرسایش، فرسایش کناره‌ای و مماندرشدگی داده‌اند، بنابراین پیشنهاد می‌شود که یک بانک اطلاعاتی از تمامی خصوصیات مورفولوژیکی رودخانه در هر بازه به‌منظور مطالعه رفتار مورفولوژیکی آن تهیه شود و با به‌روزرسانی مرتب اطلاعات این بانک اقدام به پایش و نظارت هرگونه تغییر در شاخص‌های مورفولوژیکی این

### منابع مورد استفاده

1. Alam, J.B., M. Uddin, A. Uddin, J. Cacovean, H. Habibur Rahman, M. Banik and N. Yesmin. 2007. Study of morphological change of river old Brahmaputra and its social impacts by remote sensing. *Journal of Geographia Technica*, 2: 1-11.
2. Esmaili, R. and S. Valikhani. 2014. Evaluation and analysis of Lavij River hydromorphological conditions using morphological quality index. *Journal of Geomorphological Researches*, 2: 37-53 (in Persian).
3. Asghari Sareskanroud, S. 2017. Channel form analysis of Kalghan Chi River in mountain interval (between Kalghan Dam to Connection of Garango River). *Journal of Geomorphological Researches*, 6: 37-53 (in Persian).
4. Alae Taleghani, M., F. Haseli and M. Ahmadi. 2013. Assessing human role in lateral erosion and lateral extension of Gamasiab River in Bistoon Plain. *Journal of Geography and Sustainability of Environment*, 3: 107-120 (in Persian).
5. Bravard, J.P., P. Fagot, P. Gadiolet and M. Magne. 1989. Étude de dendrochronologie dans le lit majeur de de l'Ain: la forêt alluviale comme descripteur d'une métamorphose fluviale. *Journal of Revue de Géographie de Lyon*, 64: 213-223.
6. Charlton, R. 2008. *Fundamentals of fluvial geomorphology*. London, Routledge Taylor and Francis Group publication, 224 pages.
7. European Commission. 2015. Directive 2000/60/EC. Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy, available online at: [https://www.researchgate.net/publication/304922114\\_Directive\\_200060EC\\_establishing\\_a\\_framework\\_for\\_community\\_action\\_in\\_the\\_field\\_of\\_water\\_policy](https://www.researchgate.net/publication/304922114_Directive_200060EC_establishing_a_framework_for_community_action_in_the_field_of_water_policy).
8. European Topic Centre on Inland, Coastal and Marine Waters. 2012. Hydromorphological alterations and pressures in European rivers, lakes, transitional and coastal waters, available online at: <https://www.ecologic.eu/11663>.
9. Gălie, A., V. Popescu and C. Moldovan. 2015. Assessment of the ecological status using different quality elements in the Prut River Basin. Work Package 6, South-East Europe Transnational Cooperation Programme, co-funded by the European Regional Development Fund, Pilot Case Studies, 1-35.
10. Karam, A., T. Kiani and S. Layeghi. 2015. Hydrogeomorphological evaluation using Rosgen Classification Method. *Journal Management System*, 3: 11-24 (in Persian).
11. Kiani, T. and M. Pournashir Hir. 2018. Analyzing the hydro-morphological indicators of the Balharoud River with the aim of determining the trend and causes of riverbed change. *Researches in Geographical Sciences*, 18: 111-125 (in Persian).
12. Noor, H., M. Vafakhah, M. Taheriyoun and M. Moghadasi. 2014. Hydrology modelling in Taleghan mountainous watershed using SWAT. *Journal of Water and Land Development*, 20: 11-18.
13. Rigon, E., J. Moretto, R. Rainato, M. Lenzi and A. Zorzi. 2013. Evaluation of the morphological quality index in the Cordevole River (BI, Italy). *Journal of Agricultural Engineering*, 3: 103-113.
14. Rezaei Moghaddam, M.H., I. Jabbari and N. Pirozynezhad. 2016. A Study of meandering, braided and ana branching channel plan forms, using sinuosity and braided indexes in Gamasiab River. *Journal of Watershed Management Research*, 7: 272-283 (in Persian).

15. Rinaldi, M., N. Surian, F. Comiti and M. Bussetini. 2013. A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: the Morphological Quality Index (MQI). *Journal of Geomorphology*, 180-181: 96-108.
16. Şerban, P. and D. Rădulescu. 2004. Abiotic criteria for the heavily modified water bodies designation. In *Proceedings of the 3rd European Conference on River Restoration*, Zagreb, Croatia, 355-365.
17. Shakerizare, H., A. Behnyafar, A. Gorbanishorestan and M. Hashemi. 2014. Studying geomorphological changes of Harirud River and its impact on international border. *Journal of Geography and Sustainability of Environment*, 4: 57-70 (in Persian).
18. Tecuci, I. and M. Moldoveanu. 2014. The assessment of hydromorphological status of Romanian rivers. *Air Water Components, Environment Conference*, 78-85.
19. Yamani, M. and M. Toorani. 2012. Geomorphological classification of Taleghan River pattern in Taleghan Town by Rozgen Method. *Journal of Physical Geography Research*, 46: 183-198 (in Persian).
20. Zaharia, G.I. and G.M.T. Lili. 2015. Using pressure and alteration indicators to assess river morphological quality, case study of the Prahova River (Romania). *Journal of Water*, 7: 2971-2989.
21. Zaharia, L., I.T. Gabriela, O. Cocoş, F.A. Ghiţă and E. Mailat. 2016. Urbanization effects on the river systems in the Bucharest City region (Romania). *Journal of Ecosystem Health and Sustainability*, 2: 1-19.
22. Zaharia., L., I.T. Gabriela, G. Adina Moroşanu, A. Cristina Gălie, M. Moldoveanu, I. Čanjevac, B. Belleudy, M. Plantak Buzjak, N. Bočić, C. Legout, S. Bigot and N. Ciobotaru. 2018. Review of national methodologies for rivers' hydromorphological assessment: a comparative approach in France, Romania and Croatia. *Journal of Environmental Management*, 217: 735-746.