پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال نهم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۹
صص. ۸۵-۶۷

ارزیابی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

نازیلا یعقوب نژاد اصل- دانشجوی دکتری مخاطرات ژئومورفولوژیک، دانشگاه محقق اردبیلی.
فریبا اسفندیاری داراباد *- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.
صیاد اصغری سراسکانرود - دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی.
امیر کرم - دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیائی، دانشگاه خوارزمی.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲ تائید نهایی: ۱۳۹۸/۱۱/۱۰

چکیده

رودخانه طالقان یکی از منابع مهم آب در آبیاری محصولات کشاورزی دشت قزوین محسوب می‌شود. احداث سد طالقان، استقرار جمعیت در حاشیه این رودخانه و تغییر کاربری زمین باعث شده تا بازه‌هایی از این رودخانه دچار تغییراتی شود؛ به‌طوری‌که هیچ‌گونه آگاهی از وضعیت مورفولوژیک این رودخانه وجود ندارد تا بتوان با آگاهی از آن نسبت به احیاء این رودخانه اقدام نمود. این تحقیق به ارزیابی ژئومورفیک رودخانه طالقان در بازه‌های زمانی (۲۰۱۶-۲۰۰۶) می‌پردازد. برای این منظور از ۳۲ شاخص تحت عنوان اندیکاتورهای فشار (PI) و تغییر/روند تعدیل کانال (AI) در شش بازه از رودخانه طالقان در قالب روش rMQI استفاده شد. مطالعات انجام‌شده برای سال ۲۰۰۶ نشان داد که بازه‌های ۲، ۵ و ۶ دارای کیفیت بسیار ضعیف و بازه‌های ۱، ۳ و ۴ دارای کیفیت متوسط هستند. درحالی‌که در سال ۲۰۱۶ بازه‌های ۱، ۲، ۴، ۵ و ۶ کیفیت بسیار ضعیفی دارند و بازه ۳ رودخانه دارای کیفیت ضعیف ازلحاظ کیفیت مورفولوژیک هست. نتیجه این پژوهش نشان داد که رودخانه طالقان در تمامی بازه‌ها اصلاً وضعیت خوبی ندارد که این نشان‌دهنده وضعیت بد و بحرانی این رودخانه است. با توجه به تغییرات کاربری اراضی گسترده که در کرانه‌های این رودخانه رخ‌داده است، به نظر می‌رسد راه‌کارهایی از قبیل جلوگیری از تخریب کاربری اراضی در بالادست حوضه و حافظت از پوشش گیاهی طبیعی و توسعه آن از بهترین راه‌کارها باشد. ضمناًبرای جلوگیری از فرسایش کناری رودخانه، انجام عملیات مهندسی و مدیریت آبخیزداری توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: اندیکاتورهای فشار (PI)، اندیکاتورهای تغییر/روند تعدیل کانال (AI)، بازه، هیدرومورفولوژی، رودخانه طالقان.

* نویسنده مسئول: E-mail: fariba.darabad@gmail.com

مقدمه

رودخانه‌ها شریان‌های حیاتی زمین هستند؛ اما عواملی مانند تصرف حریم رودخانه، سدسازی، بهره‌برداری از مصالح شن و ماسه از حریم و بستر رودخانه‌ها و تأمین نشدن حقابه زیست‌محیطی، برخی از عوامل تهدید این شریان‌های حیاتی است. یکی از مهم‌ترین مسائل در مدیریت حوضه‌های آبخیز، ارزیابی تأثیر عوامل طبیعی و انسانی بر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بستر رودخانه‌ها است. امروزه به دلیل رشد روزافزون جمعیت و توسعه سریع زندگی شهری و روستایی در اراضی حاشیه رودخانه‌ها، توسعه صنایع و هم‌چنین علاقه‌مندی طیف وسیعی از مردم به داشتن ویلا در کنار رودخانه‌ها تجاوزهای گوناگون و وسیعی به محدوده بستر و حریم فیزیکی آبراهه‌ها صورت گرفته است؛ بنابراین، روند تجاوز به بستر و حریم رودخانه‌ها و دخل و تصرف غیرمجاز در آن‌ها افزایش‌یافته است (اکبری، ۱۳۹۴، ۱۶۲). در این میان اثر فعالیت‌های انسان از طریق تغییر کاربری زمین بر روی متغیرهای مانند تبخیر و تعرق، نفوذ و رواناب چشمگیر است (یین و همکاران[1]، ۲۰۱۶، ۲). تأثیر این تغییرات طبیعی و انسانی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک رو به افزایش است که این منجر به آسیب‌پذیری فرآیندهای هیدرولوژیکی رودخانه‌ها و منابع آبی می‌شود. ازاین‌رو، با آگاهی از تغییرات کمی و کیفی ژئومورفولوژیکی رودخانه و نیز نحوه اثرپذیری آن از عوامل محیطی می‌توان در مواجهه با چالش و مخاطرات احتمالی بهترین راه‌حل‌ها را اتخاذ نمود.

یکی از راهکارهای سریع جهت درک عملکرد رودخانه، استفاده ازروش‌های طبقه‌بندی رود است. طبقه‌بندی رودها می‌تواند واکنش کانال‌ها را در بازه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار دهد تا خطرات ناشی از فرآیندهای رودخانه‌ای را به حداقل برساند (اسماعیلی و ولی خانی، ۱۳۹۳).

پایه و اساس روش rMQI مدل MQI است که توسط رینالدی و همکارانش (۲۰۱۳) در مورد طبقه‌بندی رودخانه‌های کشور ایتالیا ارائه‌شده است (اسماعیلی و ولی خانی، ۱۳۹۳)؛اما در سال (۲۰۱۵)، ناردی[2] و همکاران (۲۰۱۵)، از روش MQIm[3] به‌جای روش MQI برای ارزیابی رودخانه‌های اروپا استفاده کردند. این روش یک ابزار به خصوصی است که برای مانیتورینگ گرایش شرایط مورفولوژیکالی[4] (افزایش یا زوال[5]) در کوتاه‌مدت به کار می‌رودو مخصوصاً برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مداخلات[6]، شامل اقدامات بازسازی[7] مناسب است. ایشان از دو شاخص که شامل اقدامات بازسازی و تحلیل پاسخ هیدرومورفولوژیکالی به اقدامات مختلف ترمیم[8] استفاده کردند. کاربرد شاخص‌ها برای مطالعات موردی نیازمند فاز اول از حداقل تعریف[9] بر طبق فرآیند تعریف‌شده توسط رینالدی و همکاران (۲۰۱۳)که تماماً شامل اصلاحات چند – مقیاس[10]، چارچوب تعریف‌شده بر طبق کار (گارنل[11] و همکاران، ۲۰۱۴) است. این از تعریف واحدهای چشم‌انداز اصلی و بخش‌ها[12] در مقیاس حوضه آبخیز و تعریف بازه‌هایی است که فقط داخل رودخانه کاربرد دارد (مانند بازسازی انجام‌شده) تشکیل‌شده است. بخش نیازمند جمع‌آوری و تحلیل زمین‌شناسی، کاربری زمین، مدل‌های رقومی ارتفاعی[13] موجود و تصاویر ماهواره‌ای است. روش‌های MQI و MQIm در مقیاس بازه با به‌کارگیری مجموعه‌ای از فنون سنجش‌ازدور، تحلیل‌های جی‌آی‌اس و مشاهدات میدانی انجام می‌شود. برای هر محدوده موردمطالعه، MQI برای بازسازی بازه در برابر

1- Yin
2- Nardi
3- Morphological Quality Index for monitoring (MQIm)
4- Tendency of morphological conditions
5- Enhancement or Deterioration
6- Environmental impact assessment of interventions
7- Restoration measures
8-Analyzing the hydromorphological response to various restoration measures
9- Minimum Delineation
10- Multi-Scale
11- Gurnell
12- Segments
13- DEM

مجاورت[۱]، بازه تخریب‌شده[۲] به کار می‌رود. زمان‌بندی‌های بین قبل و بعد از بازسازی باتوجه به شرایط قبل از تاریخ بازسازی متغیر است. تا این‌که در سال ۲۰۱۵، روش rMQI به‌منظور ارزیابی از کیفیت مورفولوژیکی رودخانه‌ها توسط زاهاریا[۳] و همکاران (۲۰۱۵) ارائه گردید. این روش با به‌کارگیری و اندازه‌گیری مجموعه‌ای از شاخص‌ها تحت عنوان اندیکاتورهای فشار (PI) و تغییر/روند تعدیل کانال (AI) به بررسی وضعیت کیفی رودخانه‌ها می‌پردازد. این روش یکی از جدیدترین روش‌های طبقه‌بندی رود است که توسط زاهاریا و همکارانش (۲۰۱۵) درمورد رودخانه‌های کشور رومانی ارائه گردیده است (منبع نگارندگان: ۱۳۹۶). در این روش برای اندازه‌گیری اندیکاتورهای مرتبط با فشار (PI) از مفاهیم پیوستگی طولی[۴]، پیوستگی جانبی[۵]، لایه پوششی ساخته‌شده برای کرانه‌ها[۶] و اثرات مختلف[۷]استفاده‌شده است که منظور از پیوستگی طولی مسیر طبیعی رودخانه است که هیچ‌گونه مداخله انسانی در آن صورت نگرفته باشد، پیوستگی جانبی، عرض بستر رودخانه است که دست‌کاری شده باشد، لایه پوششی ساخته‌شده برای کرانه‌ها که اقدامات انجام‌شده در کرانه رودخانه را گویند و اثرات مختلف که فعالیت‌های متنوع انسانی را دربرمی‌گیرد که در تغییر کیفیت مورفولوژیکی رودخانه مؤثر است. برای اندازه‌گیری اندیکاتورهای مرتبط با تغییر/روند تعدیل کانال (AI) مفاهیم طولی و جانبی، عمودی[۸]، داخل دره‌های آبرفتی[۹]، داخل کریدور فرسایشی[۱۰]، داخل کانال رودخانه[۱۱] و اتصال با دشت سیلابی[۱۲]مطرح‌شده است. در اینجا منظور از طولی و جانبی اندازه‌گیری خصوصیات مقاطع عرضی در طول رودخانه است، مفهوم عمودی، اندازه‌گیری آن دسته از خصوصیاتی است که به‌طور عمودی مانند اندیکاتورهای مساحت مقطع عرضی و بیشینه عمق رودخانه اندازه‌گیری می‌شوند. داخل دره‌های آبرفتی، منظور آن دسته از لندفرم‌هایی است که در داخل دره وجود دارند که باید اندازه‌گیری شوند. منظور از داخل کریدور فرسایشی آن دسته از عوارض رودخانه‌ای است که یا حاصل فرآیندهای فرسایشی است و یا منجر به ایجاد فرسایش کناره‌ای می‌شوند. مفهوم دیگر در این رابطه، داخل کانال رودخانه است که منظور تجمع بعضی از بقایای گیاهی و درختی در داخل کانال رودخانه است و منظور از اتصال با دشت سیلابی آن دسته از لندفرم‌هایی است که در اثر فرآیندهای رودخانه‌ای مانند سیل و تغییر و تحول مئآندرها رخ می‌دهند.

تاکنون مطالعات بی‌شماری در زمینه مطالعات مربوط به رودخانه انجام شده است که می‌توان به تحقیقات ساربن و رادولسکو[۱۳] (۲۰۰۴) اشاره کرد که پنج اندیکاتور مربوط به فشار را (برای مثال، عملیات مربوط به احداث سازه‌ها بر روی پیوستگی طولی و پیوستگی جانبی رودخانه، احداث مخازن و سدها، کانالیزه کردن رودخانه برای اهداف ناوبری و دیگر مداخلات) به‌منظور بازسازی و احیای رودخانه زاگرب در کرواسی بررسی کردند. جیمز و مارکوس[۱۴] (۲۰۰۶) به نقش انسان در تغییر سیستم‌های رودخانه‌ای اشاره کردند و به معرفی مدل‌های جدید در این زمینه پرداختند. پالوی و همکاران[۱۵] (۲۰۱۱) فرآیندهای غالب و ژئومورفیک بر مناطق ساحلی کلرادو را با استفاده از پارامترهایی مانند ارتفاع، مساحت زه‌کش برای بررسی حوضه و از پارامترهای هندسه دره، گرادیان شیب و عرض کانال برای مقیاس بازه‌ها و روش آزمون سه پارامتر

1- Adjacent
2- Degraded Reach
3- Zaharia
4- Longitudinal continuity
5- Lateral continuity
6- Riverbed substrate
7- Various impacts
8- Vertical
9- Within the valley
10- Within the erodible corridor
11- Within the river channel
12- Connectivity with the floodplain
13- Şerban and Rădulescu
14- James and Marcus
15- Polvi

کنترل کردند. جدیدترین طبقه‌بندی توسط رینالدی و همکارانش (۲۰۱۳) در مورد شاخص کیفیت مورفولوژیکی (MQI)[1] رود در کشور ایتالیا ارائه‌شده که به تجزیه‌وتحلیل هیدرومورفولوژیکی رودخانه می‌پردازد و پس‌ازآن تحقیقات مختلفی به‌ویژه در کشورهای اروپایی با استفاده از این روش انجام شد. اسکورپیو[2] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی این نکته پرداخته‌اند که کیفیت مورفولوژی رودخانه‌ها و تغییرات مورفولوژی ۵۰ سال گذشته بر کیفیت زیستگاه‌ها تأثیرگذار است و عوامل مختلف مورفولوژیکی اثرات متقابل بر جوامع بیولوژیکی اکوسیستم‌های آب‌های شیرین اروپا دارد و مداخلات انسانی منجر به تغییرات سریع و شدید مورفولوژی کانال می‌شود و اثرات منفی خواهد داشت. گالی[3] و همکاران (۲۰۱۵) از پروتکل (RoHYMO) استفاده کردند و رودخانه پروت[4] در کشور رومانی را به پنج کلاس وضعیت (از خیلی خوب تا بد) تقسیم‌بندی نمودند. زاهاریا و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از شاخص‌های فشار و تغییر، کیفیت مورفولوژیکی رودخانه پراهوآ در کشور رومانی را ارزیابی کرده‌اند. موسی[5](۲۰۱۶) ژئومورفولوژی رودخانه آتچافلایا در لویزیانا را مطالعه کرد. وی از اندازه‌گیری دبی سریع و هندسه داده‌ها استفاده کرد. رینالدی و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی رودخانه‌هایی که در منطقه اروپا جریان دارند به این نتیجه رسیدند که برای طبقه‌بندی و نظارت بر وضعیت جریان‌ها و برای حمایت از اقدامات پایدار مدیریتی، ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی ضروری به نظر می‌رسد و شاخص کیفیت موفولوژیکی می‌تواند به‌طور مؤثر پروژه‌های ترمیم و ارزیابی اثرات دیگر را ارائه دهد و درک صحیحی از شرایط رودخانه و علل تغییرات و همچنین مداخلات انسان ارائه دهد.

نوحه‌گر و محمودی (۱۳۸۲) بیان کرده‌اند که برداشت شن و ماسه باعث ایجاد نابسامانی‌هایی در شکل ظاهری رودخانه میناب شده است. حسین زاده و همکاران (۱۳۸۴) طبقه‌بندی محدوده جلگه‌ای رودخانه‌های بابل و تالار را با استفاده از روش رزگن انجام داده‌اند. اسماعیلی (۱۳۸۵) با روش استیل رود- ارتباط طولی بازه‌ها و واکنش کانال رود را در جریان‌های سیلابی مورداستفاده قرار داده و پارامترهای ژئومورفیک را شناسایی کرده است. طالبی و بایزیدی (۱۳۸۷) به بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه سبز کوه با استفاده از طبقه‌بندی رزگن در دو سطح پرداخته‌اند. مرشدی و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی نقش ساختارهای زمین‌شناسی در تغییرات ژئومورفولوژی رودخانه کارون (دشت خوزستان) به این نتیجه رسیدند که عوامل زمین‌شناسی به‌خصوص امتداد، جهت طاقدیس‌ها و مقاومت سازندها از عوامل اصلی مهاجرت و تغییرات مئآندرهای رودخانه است.علایی طالقانی و همکاران (۱۳۹۲) به ارزیابی نقش انسان در فرسایش کناره‌ای و گسترش جانبی مئآندرهای رودخانه گاماسیاب در دشت بیستون پرداختند. یمانی و تورانی (۱۳۹۳) با استفاده از مدل رزگن به ارزیابی ژئومورفولوژیکی رودخانه طالقان در بازه پل گلنیک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که الگوی رودخانه در بالادست پل‌های شهرک، دارای الگوی چند شاخه‌ای بوده و با شکل کلی تک آبراهه‌ای متمرکز است. اسماعیلی و ولی خانی (۱۳۹۳) با به روش شاخص کیفیت مورفولوژی رودخانه شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه لاویج را ارزیابی نمودند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که بازه‌های ۱، ۳، ۴، ۵ و ۶ به علت دخالت کم عوامل انسانی در گروه بسیار خوب و خوب طبقه‌بندی‌شده‌اند. پرنون (۱۳۹۴) بررسی ژئومورفولوژیکی رودخانه قره‌سو را با تأکید بر مدیریت رودخانه در دو دوره ۱۳۳۴ و ۱۳۹۳ در پنج بازه انجام داده است، یافته‌ها حاکی از آن است که در بازه اول و سوم پارامترهای ژئومورفیک افزایش‌یافته که نشان‌دهنده ناپایداری رودخانه و در بازه دوم و چهارم و پنجم کاهش‌یافته است که بیانگر پایداری رودخانه است. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در تحقیقی با عنوان بررسی الگوهای رودخانه‌ای مئآندری، شریانی و آنابرنچینگ با استفاده از شاخص‌های شریانی و خمیدگی در رودخانه گاماسیاب به بررسی تغییرات این رودخانه پرداخته‌اند و نتیجه‌گیری کردند که به دلیل وقوع اولشن‌ها رودخانه از حالت مئآندری به الگوی رودخانه‌ای با مجاری به‌هم‌پیوسته تبدیل‌شده است.

---

[1]- Morphological Quality Index
[2]- Scorpio
[3]- Gălie
[4]- Prut River
[5]- Mossa

اسدی و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به بررسی تغییرات بستر رودخانه تالار پرداختند. ایشان با تعیین بازه‌ای به طول ۱۲ کیلومتر و با استفاده از مدل هک-رس[1] و آمار ایستگاه‌های هیدرومتری دریافتند که بیشترین تغییرات در محدوده میانی بازه موردمطالعه رخداده است و ابتدای بازه به طول حدود ۱۰۰۰ متر با داشتن شیب ملایم، پایدار است.

رودخانه طالقان به‌عنوان یکی از این حوضه‌های کوهستانی و به لحاظ قرارگیری در مجاورت استان البرز و سد طالقان و نیز به دلیل استقرار مناطق مسکونی زیاد در حاشیه رودخانه، یکی از رودخانه‌های مهم کشور محسوب می‌شود (نور و همکاران، ۲۰۱۴، ۱۱؛ یمانی و تورانی، ۱۳۹۳، ۱). این رودخانه یکی از منابع مهم آب در آبیاری محصولات کشاورزی دشت قزوین محسوب می‌شود. احداث سد طالقان و نیز احداث جاده‌های جدید، استقرار جمعیت در حاشیه رودخانه طالقان، تغییر کاربری زمین باعث شده تا بازه‌هایی از این رودخانه دچار تغییراتی شود. اگر این عوامل شناسایی و ارزیابی جامع نشوند می‌تواند به مخاطراتی برای منطقه تبدیل شود.

همان‌طور که پیشینه تحقیق نشان می‌دهد درزمینه مطالعات مربوط به بررسی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه‌ها در ایران خلأهایی وجود دارد. برای مثال، هنوز هیچ‌گونه مطالعه‌ای از وضعیت کیفیت مورفولوژیک رودخانه‌هاانجام نگرفته تا بتوان با آگاهی از آن نسبت به احیاء رودخانه‌ها اقدام نمود و یا این‌که این مطالعات به میزان اندک انجام‌گرفته است. برای رسیدن به هدف فوق رودخانه طالقان به‌عنوان نمونه موردمطالعه انتخاب‌شده است. روش مطالعه این رودخانه روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI)[2] است تا از طریق آن به ارزیابی کیفیت مورفولوژیک این رودخانه پرداخته شود. روش مذکور روشی جدید است که تاکنون برای مطالعه کیفیت مورفولوژیکی رودخانه‌های کشور ایران استفاده‌نشده است.

روش تحقیق

در این تحقیق شش بازه با استفاده از مشاهدات میدانی و تصویر ماهواره‌ای تعیین گردید (شکل ۲). نمونه‌برداری از بازه‌های رودخانه‌ای بر اساس تأثیر عوامل انسانی بر تغییرات رودخانه بود. معیار انتخاب بازه‌ها بر اساس شاخص‌های مساحت حوضه بالادست مخزن، مداخلات در بالا رود، تعداد پل‌ها (کیلومتر)، طول سواحل حفاظت‌شده، طول سنگ‌چین‌ها، کاربری ارضی، حذف پوشش گیاهی ساحلی، جنگل‌زدایی، ساخت‌وسازهای غیرمجاز در حریم رودخانه، طول‌موج مئآندر، طول جهت جریان، ضریب سینوسی، دامنه، شعاع قوس خمیدگی (r_c)، عرض کانال (w)،نسبت شعاع و پهنا (r/w)، مساحت مقطع عرضی، حداکثر عمق، نسبت عرض به میانگین عمق، اتصال با تراس‌ها، حرکت مهاجرت جانبی مئآندر، دالان‌های بالقوه فرسایشی (فرسایش کناره‌ای) هستند. ازآنجایی‌که اندازه‌گیری شاخص‌های بیشینه عمق رودخانه و متوسط عمق رودخانه به‌صورت میدانی با صرف وقت و زمان و هزینه زیاد و ابزارهای مخصوص همراه بود و نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس کمتر از ۱:۵۰۰۰ رودخانه نیز برای شاخص‌های بیشینه عمق رودخانه و متوسط عمق رودخانه برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ موجود نبود، لذا از داده‌ها و اطلاعات مربوط به عمق رودخانه مستخرج از ایستگاه‌های هیدرومتری محدوده موردمطالعه که به صورت نقاط شیپ فایل[3] بودند استفاده گردید و با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ برای این نقاط اقدام به تعیین بیشینه عمق رودخانه و متوسط عمق رودخانه گردید. آمار و اطلاعات مربوط به سیل‌های منطقه نیز از گزارش‌های سازمان آب منطقه‌ای استان البرز (سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۶) به دست آمد. از اسناد کتابخانه‌ای نیز به‌منظور مطالعه پیشینه تحقیق و مطالعه روش rMQI استفاده گردید.

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) است. بدین گونه که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در دو بازه زمانی (۲۰۰۶ ă ۲۰۱۶) و مشاهدات میدانی شاخص‌های مربوط به اندیکاتورهای

---

[1]- HEC-RAS

[2]- Revisited Morphological Quality Index (rMQI)

[1]- Shape file

فشار (PI) و اندیکاتورهای تغییر/روند تعدیل کانال (AI) شناسایی شدند. (جدول ۱). بعد از آن، اقدام به اندازه‌گیری و محاسبه این شاخص‌ها شد. سپس، اقدام به امتیازدهی آن‌ها با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) شد. در نهایت، وضعیت کیفیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI) به دست آمد.

الف- داده‌ها

در این پژوهش برای ارزیابی کیفیت مورفولوژیک بستر رودخانه طالقان در طی دوره زمانی (۲۰۰۶ – ۲۰۱۶) از داده‌های زیر استفاده‌شده است: ۱- اسناد کتابخانه‌ای، ۲- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ (اخذشده از سازمان جغرافیایی وزارت دفاع برای سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹)، ۳- نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ (اخذشده از سازمان زمین‌شناسی ایران برای سال ۱۳۳۸)، ۴- نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ (اخذشده از سازمان زمین‌شناسی ایران (۱۹۸۵))، ۵- نقشه زمین‌شناسی رقومی شده ۱:۱۰۰۰۰۰ (اخذشده از سازمان زمین‌شناسی ایران، ۱۳۹۴)، ۶- مدل رقومی ارتفاع با قدرت تفکیک ۳۰ متر (اخذشده از سازمان نقشه‌برداری کشور (۱۳۸۵))، ۷- تصویر ماهواره‌ای IRS (اخذشده از سازمان جغرافیایی وزارت دفاع (۲۰۰۶))، ۸- تصاویر ماهواره‌ای IRS (اخذشده از سازمان جغرافیایی وزارت دفاع (۲۰۱۶))، ۹- تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ (سنجنده OLITIRS) (اخذشده از سایت USGS (۲۰۱۶)).

ب- روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده

زاهاریا و همکاران (۲۰۱۵) برای تحلیل کیفیت مورفولوژیکی بخش پایینی رودخانه پراهوا در رومانی از یک پروتکل چند – فاز[1] منطبق با داده‌های شکل (۱) استفاده نمودند. ابتدا اندیکاتورهای[2] مربوط به فشارها[3] و تغییرات[4] انتخاب می‌شوند؛ سپس برای هر شاخص انتخاب‌شده، کلاس تغییرات[5] تعریف می‌شود و آن‌ها را در برابر شرایط دست‌نخورده[6] مطابقت می‌دهند. پایه و اساس روش rMQI مبتنی بر روش قضاوت کارشناسان خبره MQI ارائه‌شده توسط رینالدی و همکاران(۲۰۱۳) است. این روش بیانگر نبود تغییرات، تغییرات شدید و تغییرات قابل‌توجه است. سرانجام، با تعیین امتیاز برای هر کلاس تغییر، سطح فشار و تغییر ارزیابی شد. (برای مثال، ۰ برای فقدان تغییر و حداکثر امتیاز برای تغییر مهم). برای تعیین درجه تغییر سه شاخص استفاده می‌شود که عبارت از ۱- شاخص سطح فشار[7]، ۲- شاخص سطح تغییر[8]، ۳- شاخص جهانی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه[9] هستند (برای مثال، MQI بازبینی‌شده که اساساً اینجا rMQI نامیده می‌شود). شاخص فشار بر اساس اندیکاتورهای فشار است. شاخص تغییر بر اساس اندیکاتورهای مربوط به تعدیل‌های کانال[10] و عملکرد مئاندر شدگی[11] است. هدف از روش rMQI، ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه بر اساس استفاده از

1- Multi-phase protocol
2- Indicators
3- Pressures
4- Alterations
5- Changes
6- Undisturbed
7- Index of the level of pressure
8- Index of the level of alteration
9- Index of global river morphological quality
10- Channel adjustments
11- Meandering functionality

اندیکاتورهای فشار و تغییر است. روش rMQI بر اساس ۱۲ شاخص فشارهای انسانی[۱]، ۱۰ شاخص از تعدیل فرم کانال[۲] و ۱۱ شاخص عملکرد مئاندر شدگی است. روشrMQI یک سیستم امتیازدهی است که به‌وسیله آن می‌توان به کمی سازی تغییرات دست زد و آن زمانی است که با شرایط مرجع[۳] مقایسه شود. با استفاده از این روش می‌توان به طبقه‌بندی بازه‌های رودخانه‌ای به‌صورت وضعیت بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و بسیار بد ناشی از اعمال انسانی و طبیعی پرداخت. در این روش به هر شاخصی امتیازی تعلق می‌گیرد: (۰) فقدان تغییر[۴] و (۹) بیشترین امتیاز برای تغییرات بسیار مهم[۵] است (جدول ۱). امتیاز نهایی هر اندیکاتور در عدد ۱۰۰ ضرب و سپس تقسیم بر مجموع بیشترین امتیاز برای هر اندیکاتور می‌شود. در نهایت با محاسبه میانگین اندیکاتورها وضعیت کیفیت مورفولوژیکی رودخانهبه دست می‌آیدکه به صورت درصد بیان می‌شود. روش rMQI پنج کلاس کیفیت مورفولوژیکی رانشان می‌دهد (با توجه به روش پذیرفته‌شده رینالدی و همکاران، ۲۰۱۳). بدین ترتیب، اگر rMQI= (۰ – ۱۴٪) باشد، بیانگر وضعیت کیفی بسیار خوب است، اگر rMQI= (۱۵٪ – ۲۹٪) باشد، نشان‌دهنده وضعیت کیفی خوب، اگر rMQI= (۳۰٪– ۴۹٪) باشد، کیفیت مورفولوژیکی رودخانه متوسط و اگر rMQI= (۵۰٪– ۶۹٪) باشد، نشان‌دهنده وضعیت کیفی ضعیف و اگر rMQI = (۷۰٪– ۱۰۰٪) باشد، نشان‌دهنده وضعیت کیفی بسیار ضعیف رودخانه است (زاهاریا، ۲۰۱۵).

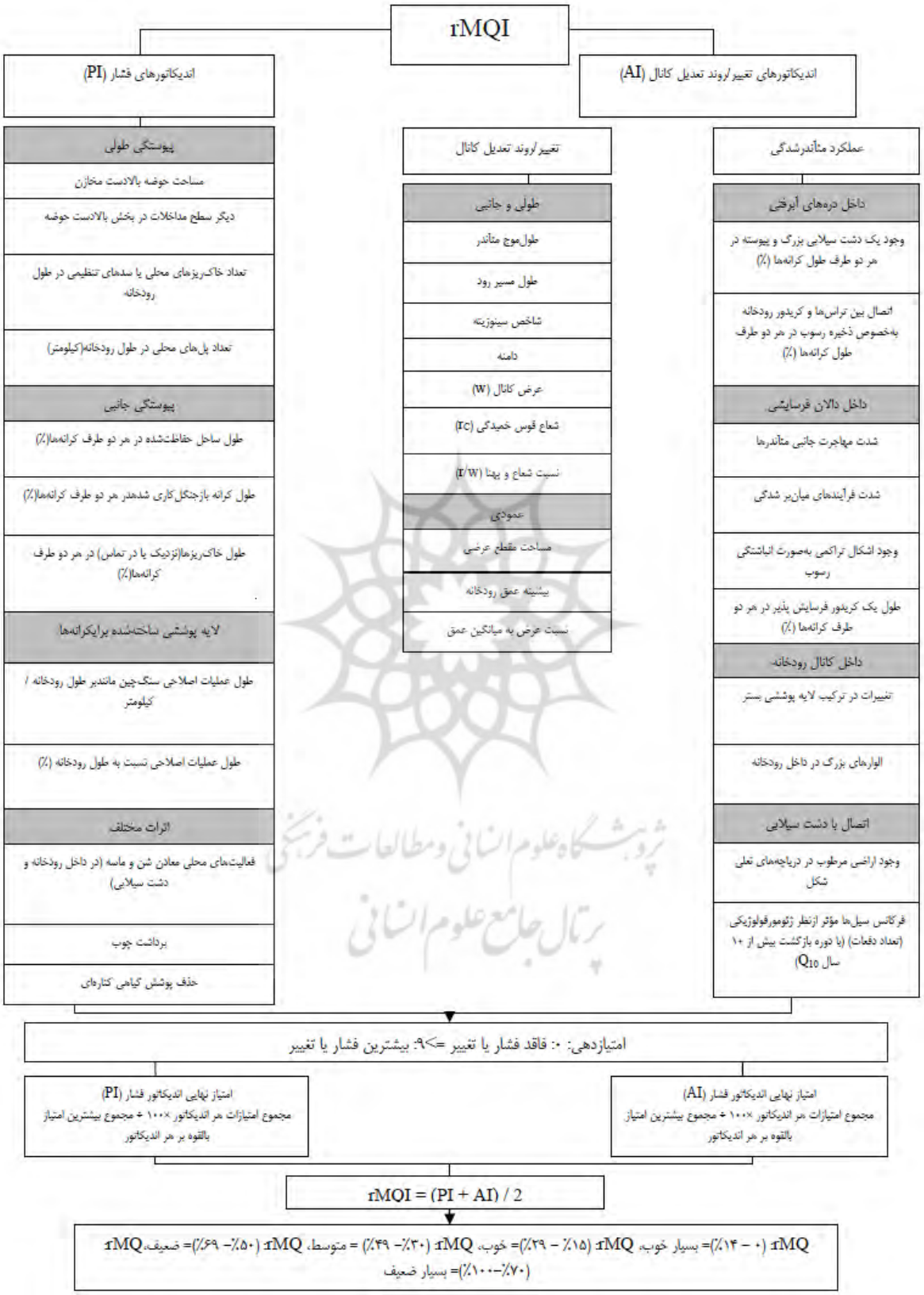
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[12]- Human pressures
[13]- Channel form adjustments
[14]- Reference conditions
[15]- No Pressure or alteration
[16]- Intense Pressure or alteration

جدول ۱: اندیکاتورها، دامنه و نحوه امتیازدهی به آن‌ها (مآخذ: زاهاریا و همکاران، ۲۰۱۵)

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

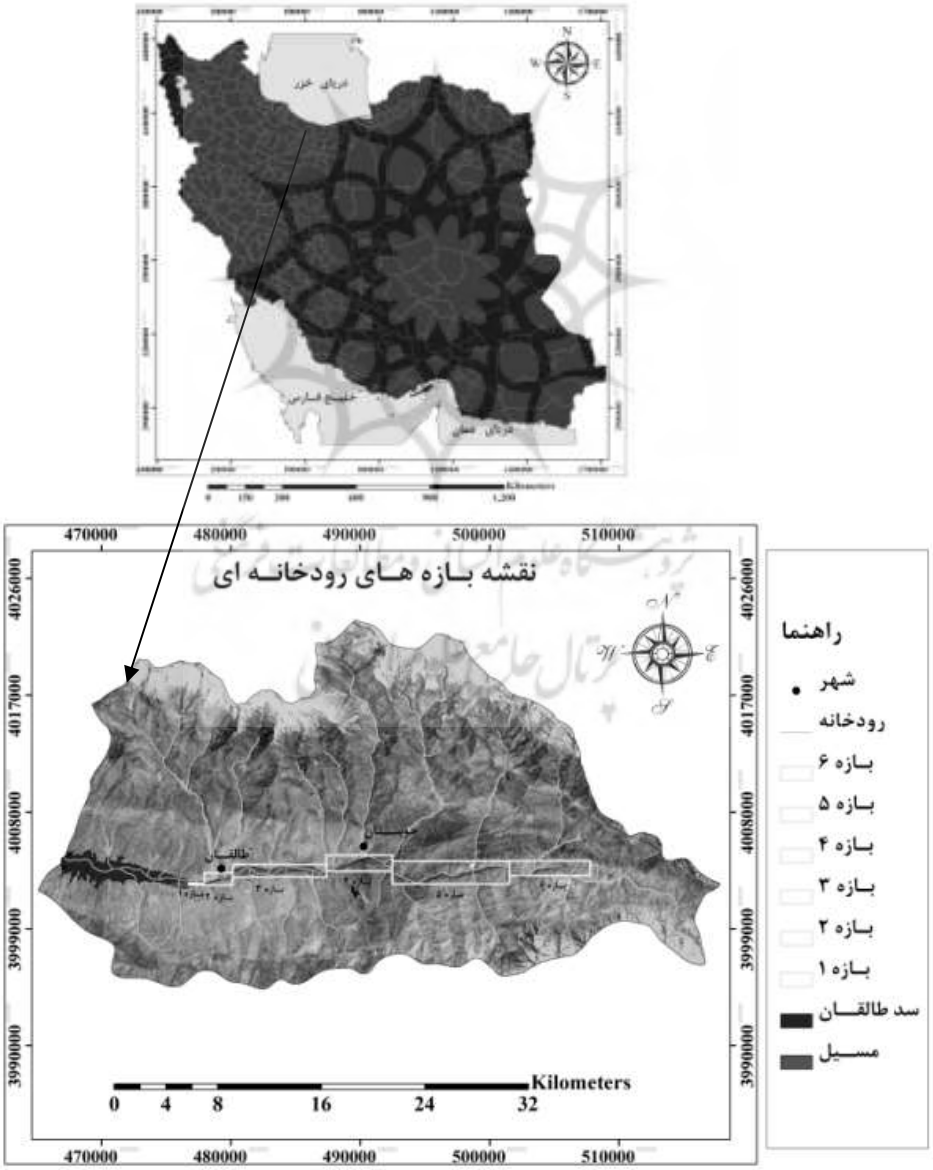
A: فقدان، M: متوسط، I: شدید، NC: بدون تغییر، C: تغییر، T: روند، NT: بدون روند، P: وجود



شکل ۱: روش کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده (rMQI): مآخذ: زاهاریا و همکاران، ۲۰۱۵

موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه

حوضه آبریز طالقان در غرب تهران واقع است. این حوضه در عرض جغرافیایی "۳۰′۰۰°۳۶ تا "۱۵′۱۵°۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ′۳۰°۵۰ تا "۱۲′۱۵°۵۱ شرقی واقع‌شده است. شکل (۲) موقعیت حوضه آبریز طالقان را به همراه بازه‌های مطالعه شده نشان می‌دهد. ازلحاظ توپوگرافی، ارتفاع محدوده موردمطالعه بین ۱۶۹۲ متر در نواحی دره‌ای و ۴۳۱۲ متر در نواحی کوهستانی متغیر است. حداقل شیب با میزان کمتر از ۱۰ درجه برای نواحی دره‌ای و بیشترین میزان شیب با مقدار ۶۱/۸۳ درجه مرتبط با نواحی کوهستانی است. ازلحاظ زمین‌شناسی، اغلب رسوبات محدوده موردمطالعه متشکل از رسوبات آبرفتی پلیئستوسن اخیر و سنگ‌های آتش‌فشانی ائوسن است. رسوبات آبرفتی مرتبط با نواحی دره‌ای و سنگ‌های آتش‌فشانی مرتبط با نواحی کوهستانی هستند. رودخانه طالقان با طول ۵۲ کیلومتر از گردنه عسلک در غرب کندوان سرچشمه می گیرد، و به سمت غرب جریان می یابد. بعد از دریافت شاخه های متعدد سرانجام به رودخانه الموت می پیوندد و پس از آن با رودخانه شاهرود به دریاچه سد سفید رود می ریزد. حوضه آبریز طالقان متشکل از ۲۱ زیر حوضه است.



شکل ۲: موقعیت محدوده موردمطالعه و بازه‌ها بر روی تصویر لندست ۸ سال ۲۰۱۶ (مآخذ: سایت USGS)

بحث و یافته‌ها

در ابتدا، با استفاده از مشاهدات میدانی و تصاویر ماهواره‌ای IRS، اندیکاتورهای موجود در جدول (۱) و شکل (۲) برای هر بازه برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ شناسایی شدند. سپس، اقدام به اندازه‌گیری، محاسبه و امتیازدهی به داده‌ها با استفاده از روش rMQI شد (مطابق با جدول ۱). در آخر، وضعیت بازه‌های بستر رودخانه طالقان با استفاده از فرمول موجود در شکل (۱) برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ به دست آمد جدول (۲).

جدول ۲: ارزیابی شاخص کیفیت مورفولوژیکی رودخانه طالقان(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

بازه	نام بازه	وضعیت کیفیت مورفولوژیک رود (سال ۲۰۰۶)	درصد	بازه	نام بازه	وضعیت کیفیت مورفولوژیک رود (سال ۲۰۱۶)	درصد
۱	نام بازه	متوسط	۵۱/۰۸	۱	نام بازه	متوسط	۷۶/۵۶
۲	در یا چه سد طالقان تا روستای گلینک	بسیار ضعیف	۷۲/۵۳	۲	در یا چه سد طالقان تا روستای گلینک	بسیار ضعیف	۸۵/۲۵
۳	روستای گلینک تا پل جزن (پل چوبی)	متوسط	۶۱/۶۴	۳	روستای گلینک تا پل جزن (پل چوبی)	متوسط	۶۴/۰۵
۴	پل جزن تا پل وشته	متوسط	۶۲/۲۴	۴	پل جزن تا پل وشته	متوسط	۸۴/۰۵
۵	پل و شته تا پل جوستان (دیزه رو)	بسیار ضعیف	۹۱/۹۲	۵	پل و شته تا پل جوستان (دیزه رو)	بسیار ضعیف	۹۰/۱۲
۶	پل جوستان تا پل لاله	بسیار ضعیف	۹۰/۴۲	۶	پل جوستان تا پل لاله	بسیار ضعیف	۱۰۰

با توجه به جدول (۲))، شاخص کیفیت مورفولوژیک رود برای بازه اول ۵۱/۰۸٪ تعیین شد که این بازه در کلاس مورفولوژیکی متوسط قرار می‌گیرد. برای بازه دوم این شاخص مقدار ۷۲/۵۳ ٪به دست آمد که بدان معناست‌که این بازه با توجه به اجرای روش rMQI در کلاس مورفولوژیکی بسیار ضعیف واقع‌شده است. بازه سوم ازلحاظ کیفیت مورفولوژیک در کلاس متوسط با مقدار ۶۱/۶۴٪ قرارگرفته است. برای بازه چهارم شاخص کیفیت مورفولوژیکی رود مقدار ۶۲/۲۴٪ تعیین شد که این نشان‌دهنده این است که این بازه نیز در کلاس متوسط واقع‌شده است. شاخص کیفیت مورفولوژیک رود برای بازه پنجم ۹۱/۹۲٪ به دست آمد که این نشان می‌دهد که کیفیت مورفولوژیک بستر رودخانه در این بازه بسیار ضعیف است. بازه ششم مانند بازه پنجم نیز در کلاس بسیار ضعیف با مقدار ۹۰/۴۲٪ قرارگرفته است. در کل می‌توان این‌طور استنباط کرد که در سال ۲۰۰۶ بستر رودخانه طالقان ازلحاظ کیفیت مورفولوژیکی وضعیت خوبی ندارد. با مقایسه نتایج برایسال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ می‌توان اظهار داشت که شاخص کیفیت مورفولوژیک رود برای بازه اول ۷۶/۵۶٪ بود که بدان معناست‌این بازه در سال ۲۰۱۶ در کلاس مورفولوژیکی بسیار ضعیف قرارگرفته است؛ یعنی اگر در سال ۲۰۰۶ وضعیت مورفولوژیکی این بازه در کلاس متوسط قرار داشت طی ۱۰ سال وضعیت مورفولوژیکی این بازه بسیار ضعیف برآورد شد که این نشان‌دهنده وضعیت بدتر شدن این بازه از رودخانه است. برای بازه دوم این شاخص مقدار ۸۵/۲۵٪ درآمد که بدان معناست‌که این بازه در کلاس مورفولوژیکی بسیار ضعیف واقع‌شده است. بازه سوم ازلحاظ کیفیت مورفولوژیک در کلاس ضعیف ۶۴/۰۵٪ قرارگرفته است؛ یعنی این‌که طی این ۱۰ سال کیفیت این بازه از رودخانه از وضعیت کیفی متوسط خارج وبه کیفیت ضعیف تبدیل شده است. برای بازه چهارم شاخص کیفیت مورفولوژیکی رود عدد ۸۴/۰۵٪ به دست آمد که این

نشان‌دهنده این است که این بازه نیز در کلاس بسیار ضعیف با توجه به روش rMQI قرارگرفته است. شاخص کیفیت مورفولوژیک رود برای بازه پنجم ۹۰/۱۲٪ به دست آمد که این نشان می‌دهد که وضعیت مورفولوژیک بستر رودخانه در این بازه بسیار ضعیف است. بازه ششم مانند بازه پنجم نیز در کلاس بسیار ضعیف با مقدار ۱۰۰٪ قرارگرفته است. در کل می‌توان این‌طور استنباط کرد که رودخانه طالقان در تمامی بازه‌هااصلاً وضعیت خوبی ندارد و اگر در سال ۲۰۰۶ کیفیت مورفولوژیکی رود برای بعضی از بازه‌ها متوسط بود اما در سال ۲۰۱۶ به کیفیت بسیار ضعیفی تبدیل شده‌اند و این کیفیت بسیار ضعیف نه‌تنها در کیفیت آب آشامیدنی تأثیر خواهد گذاشت بلکه ازلحاظ زیست‌محیطی نیز باعث ایجاد بحران‌های مورفولوژیکی مانند فرسایش خاک و رسوب‌گذاری بیشتر در مخزن سد خواهد شد و از همه مهم‌تر این رودخانه در شرف نابودی است که این می‌تواند باعث تخریب محیط‌زیست و به خطر افتادن حیات گونه‌های زیستی موجود در منطقه طالقان شود.

بررسی علل وضعیت ضعیف کیفیت مورفولوژیکی بستر رودخانه طالقان

بازه اول

نتایج برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ در بازه اول نشان داد که در حیطه اندیکاتورهای فشار (PI) دیگر سطح مداخلات در بخش بالادست حوضه برای سال ۲۰۰۶ متوسط برآورد شد که در سال ۲۰۱۶ این مداخلات شدید تشخیص داده شد. با توجه به مشاهدات میدانی و بررسی‌های تصاویر ماهواره‌ای معلوم شد که در سال ۲۰۰۶ برای بازه اول تعداد ۱ پل وجود داشت اما در سال ۲۰۱۶ به تعداد پل‌های موجود در این بازه افزوده شد و به تعداد ۲ پل رسید. در سال ۲۰۰۶ مقدار برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در حد متوسط بود که در سال ۲۰۱۶ به دلیل تخریب پوشش گیاهی بومی منطقه برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی به درجهشدید رسید. در حیطه اندیکاتورهای تغییرات (AI) نتایج بسیار قابل‌توجه بود. به‌طوری‌که نسبت شعاع بر عرض کانال طی ۱۰ سال ۴/۳ محاسبه شد که این بیانگر جابه‌جایی زیاد بستر این رودخانه است. اتصال بین تراس‌های رودخانه‌ای در هر دو طرف طول کرانه‌ها در سال ۲۰۰۶، ۱۵/۰۹٪ بود که در سال ۲۰۱۶ به ۴/۶۴٪رسید که این نشان‌دهنده تخریب بیشتر این پادگانه‌هادرنتیجه تغییرات کاربری ارضی بوده است. علاوه بر این،شدت مهاجرت جانبی مئاندرها طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ در حدود ۴۰ متر اندازه‌گیری شد. مهاجرت جانبی مئاندرها با تخریب زمین‌های اطراف منجر به افزایش فرسایش خاک و رسوب می‌شوند. نتایج این تحقیق برای بازه اول نشان داد که علت واقع‌شدن این بازه در کلاس بسیار ضعیف در اثر مداخلات بیشتر در بالادست حوضه از طریق افزایش تعداد پل‌ها، حذف پوشش گیاهی کناره رودخانه‌ها، تخریب پادگانه‌های رودخانه‌ایکه به‌نوعی دست‌کاری در حریم رودخانه محسوب می‌شود، مهاجرت جانبی مئاندرها باشد. علاوه بر این، سطح شدید مداخلات در بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای نیز به مقدار شدید برآورد شد. بنابراین، می‌توان گفت که احتمالاً این عوامل ازجمله عوامل اصلی هستند که در تخریب این بازه از رودخانه نقش داشته‌اند.

بازه دوم

مطالعات انجام‌شده برای این بازه حاکی از این است که دیگر سطح مداخلات در بخش بالادست حوضه برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ در سطح متوسط بوده است. همچنین در سال ۲۰۰۶ به‌منظور حفاظت از سواحل اقدام به استقرار دیواره‌های سنگچین مانندکرده بودند که مقدار آن در حدود۴/۳۱٪ برآورد شد، اما در سال ۲۰۱۶ اقدام به تخریب این دیواره کردند که مقدار آن در حدود ۲/۸٪ محاسبه شد. در سال ۲۰۰۶ مقدار برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در حد متوسط بود که در سال ۲۰۱۶ به دلیل تخریب پوشش گیاهی بومی منطقه برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی به سطحشدید افزایش یافت. درزمینه نسبت جابه‌جایی می‌توان گفت که این نسبت برای سال ۲۰۰۶ در حدود ۱/۹۴ برآورد شد اما در سال ۲۰۱۶ این نسبت به مقدار ۳/۱۳ افزایش یافت. این بدان معناست که این بازه در سال ۲۰۰۶ در مقایسه با سال ۲۰۱۰۶

جابه‌جایی بستر رودخانه وجود نداشت که در این سال به میزان زیاد یا افزایش‌یافته است. علاوه بر این، اتصال بین تراس‌های رودخانه‌ای در هر دو طرف طول کرانه‌ها در سال ۲۰۰۶، ۹۸٪برآورد شد و در سال ۲۰۱۶ به مقدار ۷۴/۴۵٪ محاسبه شد که این نشان‌دهنده دخل و تصرف در این پادگانه‌ها بوده است. ضمناً شدت مهاجرت جانبی مئاندرها در سال ۲۰۰۶، ۵۵/۵۳ متر برآورد شد؛ اما در سال ۲۰۱۶ بر میزان این شدت افزوده شده، به‌طوری‌ک هدر حدود ۷۰/۹۱ متر شد. در سال‌های ۲۰۰۶ طول یک کریدور فرسایش پذیر در حدود ۳۰٪ محاسبه شد که در سال ۲۰۱۶ از میزان آن کاسته شده و به میزان ۱۶٪/۲۷ کاهش داشت. نتایج تحقیق حاضر برای بازه دوم نشان داد که دست‌کاری در کرانه رودخانه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای و جابه‌جایی شدید بستر رودخانه ازجمله دلایل اصلی کیفیت مورفولوژیک بسیار ضعیف این بازه هستند. شکل (۳) نمونه‌ای از یک فرسایش کناره‌ای را برای بازه دوم نشان می‌دهد.

شکل ۳: فرسایش کناره‌ای و نمایان شدن ریشه درختان (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

بازه سوم

در بازه سوم، طول سواحل حفاظت‌شده در سال ۲۰۰۶ در حدود ۰/۳۴٪ محاسبه شد که در سال ۲۰۱۶ اقدام به توسعه حفاظت از سواحل پرداختند به‌طوری‌که میزان آن در حدود ۰/۴۷٪ برآورد شد. طی این ۱۰ سال نیز برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در حد متوسط بوده است. بررسی نسبت شعاع بر عرض کانال نشان می‌دهد که در سال ۲۰۰۶، میزان جابه‌جایی این بازه از رودخانه در حدود ۳/۲ اندازه‌گیری شد اما در سال ۲۰۱۶ این میزان کمتر و به مقدار ۲/۵۵ کاهش داشته است و این بدان معناست که این بازه جابه‌جایی بستر را اما نه به‌شدت سال ۲۰۰۶ تجربه کرده است. از اندازه‌گیری‌های انجام‌شده با استفاده از مشاهدات میدانی و بررسی‌های میدانی معلوم شد که تراس‌های این بازه تخریب و از بین رفته‌اند؛ به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ اتصال با تراس‌های رودخانه‌ای در حدود ۸/۷۱ ٪ برآورد شد که در سال ۲۰۱۶ در اثر تغییرات کاربری ارضی و تصرف این تراس‌ها به فعالیت‌های زراعی و باغی از بین رفته‌اند. علاوه بر این، مهاجرت جانبی مئاندرها افزایش داشته است به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ در مقایسه با سال ۲۰۱۶ مقدار آن در حدود ۱۲۳/۶۸ متر اندازه‌گیریشد. ضمناًطول یک کریدور فرسایش پذیر در هر دو طرف کرانه‌ها برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ به ترتیب، در حدود ۴۲/۱۷٪ بود و ۴۰/۴۴٪ محاسبه شد. نتایج تحقیق حاضر برای بازه سوم نشان داد که علت کیفیت مورفولوژیک رود

از حالت متوسط در سال ۲۰۰۶ به کیفیت ضعیف در سال ۲۰۱۶ ناشی از عوامل دست‌کاری و تخریب تراس‌هایرودخانه‌ای و مهاجرت جانبی مئآندرها و درنتیجه تخریب بیشتر کرانه این بازه از رودخانه باشد.

بازه چهارم

مطالعات انجام‌شده برای این بازه نشان می‌دهد که در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ دیگر سطح مداخلات در بالادست حوضه در طی این سال‌ها در سطح متوسط بوده است؛ اما میزان برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در طی این سال‌ها در سطح شدید بود. علاوه بر این، در سال ۲۰۰۶ نسبت جابه‌جایی بستر رودخانه در حدود ۲/۴ اندازه‌گیری شد و اما در سال ۲۰۱۶ میزان جابه‌جایی در حدود ۳/۲ برآورد شدکه این بیانگر این واقعیت است که رودخانه در مقایسه با سال ۲۰۰۶ دچار جابه‌جایی شدید بستر شده است. همچنین، در سال ۲۰۰۶ اتصال بین تراس‌های رودخانه‌ای در هر دو طرف کرانه‌ها در حدود ۷۴/۰۶٪ اندازه‌گیری شد که از میزان آن کاسته شده به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۶ در حدود ۶۶/۹۴٪ محاسبه شد و این نشان‌دهنده این است که در این پادگانه‌ها دخل و تصرفی صورت پذیرفته است. در سال ۲۰۰۶ شدت مهاجرت جانبی مئآندرها وجود نداشت اما در سال ۲۰۱۶ شدت این مهاجرت در حدود ۴۴ متر اندازه‌گیری شد و این نیز نشان‌دهنده این واقعیت است که افزایشی در میزان مهاجرت این مئآندرها وجود داشته است. علاوه بر این‌ها، در سال ۲۰۰۶ فرسایش پذیری در هر دو طرف کرانه‌ها وجود نداشت اما در سال ۲۰۱۶ فرسایش پذیری رخ داده است که مقدار آن در حدود ۲۲/۶۹٪ محاسبه شد.نتایج این تحقیق برای بازه چهارم نشان داد که علت کیفیت مورفولوژیک بسیار ضعیف این بازه می‌تواند ناشی از عوامل برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای، جابه‌جایی شدید بستر رودخانه، دخل و تصرف در پادگانه‌های آبرفتی، فرسایشدر قوس‌های مئآندری و افزایش شدت مهاجرت جانبی مئآندرها باشد.

بازه پنجم

مطالعات انجام‌شده برای این بازه نشان می‌دهد که دیگر سطح مداخلات و نیز برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای طی این ۱۰ سال در سطح شدید بوده است. در حیطه اندیکاتورهای تغییر/روند تعدیل کانال (AI)، محاسبه شاخص نسبت شعاع بر عرض کانال نشان داد که در سال ۲۰۰۶ مقدار این شاخص در حدود ۲/۵ بود که در سال ۲۰۱۶مقدار آن ۳/۳ برآورد شد که این نشان‌دهنده افزایش در جابه‌جایی بستر این بازه از رودخانه است. شاخص اتصال بین تراس‌ها و کریدور رودخانه در هر دو طرف طول کرانه‌ها در طی سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ تغییرات زیادی نداشته است، به‌طوری‌که مقدار آن برایسال ۲۰۰۶ در حدود ۱۴/۲۴٪ و در سال ۲۰۱۶ در حدود ۱۴/۲۰٪ برآورد شد. در سال ۲۰۱۶ از شدت مهاجرت جانبی مئاندرها کاسته شده به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ این جابه‌جایی در حدود ۱۰۴/۱۸ متر اندازه‌گیری شد؛ اما در سال ۲۰۱۶ در مقایسه با سال ۲۰۰۶ از میزان این مهاجرت به‌شدت کم شده و به مقدار ۴۰/۵۱ متر کاهش یافت. درزمینه شاخص فرسایش‌پذیری کریدور رودخانه می‌توان گفت ک هدر سال ۲۰۰۶ طول یک کریدور فرسایش پذیر در هر دو طرف کرانه‌ها در حدود ۲۸/۴۳٪ برآورد شد؛ اما در سال ۲۰۱۶ فرسایش‌پذیری افزایش یافته به‌طوری‌که مقدار آن در حدود ۳۳/۹۸٪محاسبه شد. از مطالعات انجام شده برای این بازه می‌توان این‌طور اظهار داشت که علت کیفیت ژئومورفولوژیک بسیار ضعیف این بازهافزایش سطح شدید مداخلات در بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای، جابه‌جایی بستر رودخانه، فرسایش‌پذیری زیاد کریدور رودخانه در این بازه بوده است.

بازه ششم

نتایج این تحقیق برای بازه ششم نشان می‌دهد که دیگر سطح مداخلات برای این بازه طی ۱۰ سال در حد شدید بوده است. به‌طوری‌که برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای نیز طی این مدت شدید برآورد شد. علاوه بر این، در سال ۲۰۰۶ هیچ‌گونه عملیات اصلاحی سنگچین مانند برای این بازه از رودخانه وجود نداشت؛ اما از مشاهدات میدانی که در سال ۲۰۱۶ از این بخش از بازه صورت گرفت وجود یک دیواره سنگچین مانند به طول ۴/۵۴ کیلومتر مشاهده شد. نسبت شعاع بر عرض کانال در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶، به ترتیب، ۲/۴۸ و ۲/۹۶ محاسبه شد. مطالعه این ارقام نشان داد که جابه‌جایی

بستر رودخانه طی این مدت تقریباً زیاد بوده است. شاخص اتصال بین تراس‌ها و کریدور رودخانه در هر دو طرف طول کرانه‌ها تغییرات زیادی نداشته است؛ به‌طوری‌که برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ مقدار آن به ترتیب، در حدود ۲۴/۹۹٪ و ۲۳/۸۴٪ محاسبه شد. در سال ۲۰۱۶ نیز مانند بازه پنجم از شدت مهاجرت جانبی مئاندرها کاسته شده به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ج ابه‌جایی در حدود ۷۶/۶۷ متر اندازه‌گیری شد امادر سال ۲۰۱۶ در مقایسه با سال ۲۰۰۶ از میزان مهاجرت مئاندرکاسته شده به‌طوری‌که در حدود ۳۳/۹۱ متر اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، از میزان فرسایش‌پذیری کریدور رودخانه کاسته شده به‌طوری‌که اندازه‌گیری برای سال ۲۰۰۶رقمی در حدود ۵۳/۶٪ و در سال ۲۰۱۶ رقمی در حدود ۱۴/۳۸٪ را نشان داد؛ اما علل کیفیت ژئومورفولوژیک بسیار ضعیف این بازه را می‌توان ناشی ازعواملی از قبیل افزایش مداخلات در بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در سطح شدید، احداث دیواره سنگچین مانند در این بازه از رودخانه وجابه‌جایی نسبتاً شدید بستر رودخانه دانست.

در کل، از بررسی‌هایی که از رودخانه طالقان با استفاده از مشاهدات میدانی و تصاویر ماهواره‌ای انجام گرفت می‌توان این‌طور استنباط کرد که در سال ۲۰۱۶ در حیطه عوامل انسانی، علاوه بر احداث پل‌ها و عملیات اصلاحی به‌منظور حفاظت از کرانه رودخانه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای بیشترین نقش را در تخریب بازه اول داشته‌اند. لذا عوامل طبیعی بر تخریب بازه اول برای سال ۲۰۱۶ نقشی نداشته‌اند اما در سال ۲۰۰۶ نقش عوامل طبیعی بر تخریب بازه اول اثبات می‌شود. مطالعات انجام‌شده در بازه دوم رودخانه برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ نشان داد که هردو عوامل طبیعی به‌صورت مئاندرشدگی و عوامل انسانی از طریق مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای در تخریب بازه دوم نقش داشته‌اند. بررسی‌های انجام‌شده در بازه سوم رودخانه نشان داد که در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه بیشترین نقش را در تخریب بازه سوم داشته است و عوامل طبیعی نقش زیادی را در تخریب این بازه نداشته‌اند. بررسی‌های انجام‌شده در بازه چهارم رودخانه نشان داد که در سال ۲۰۰۶ اندیکاتور مئاندر شدگی بیشترین نقش را در تخریب این بازه داشته است و عوامل انسانی نقش زیادی در تخریب این بازهنداشته‌اند؛ درحالی‌که در سال ۲۰۱۶، تأثیر اقدامات انسانی به بیشترین میزان خود می‌رسد. مطالعات انجام‌شده در بازه پنجم نشان داد که در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ در زمره عوامل انسانی غلبه با افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای بوده است و در زمره عوامل طبیعی مئاندرشدگی بیشترین نقش را در تخریب بازه پنجم داشته است. مطالعات انجام‌شده در بازه ششم نشان داد که در سال ۲۰۰۶ در حیطه اقدامات انسانی افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، برداشت چوب و حذف پوشش گیاهی کناره‌ای و در زمره عوامل طبیعی، مئاندرشدگی ازجمله دلایل اصلی در تخریب این بازه از رودخانه هستند و در سال ۲۰۱۶ علاوه بر افزایش مداخلات در بخش بالادست حوضه، مئاندرشدگی نیز ازجمله دلایل اصلی بازه ششم رودخانه طالقان محسوب می‌شوند.

تغییرپذیری شاخص‌های مورفولوژیکی رودخانه طالقان

در پژوهش حاضر ۳۲ شاخص تحت عنوان اندیکاتورهای فشار (PI) و تغییر/روند تعدیل کانال (AI) در شش بازه از رودخانه طالقان در قالب روش rMQI اندازه‌گیری، محاسبه و امتیازدهی شدند؛ اما در مورد آن دسته از شاخص‌هایی بحث شد که نقش کلیدی را در تغییرات کیفیت مورفولوژیک رودخانه طالقان داشته‌اند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمامی بازه‌های این رودخانه تغییرات چشمگیری را در شاخص‌های مورفولوژیکی خود داشتند؛ اما این‌که علت این تغییرات چیست، اولا از داخل نتایج این پژوهش به دست آمده و دوم این‌که بررسی این تغییرات موضوعی است که هدف این پژوهش نبوده و نیاز به بررسی‌های بیشتر و تخصصی تر دارد. هدف این پژوهش ارزیابی تأثیر عوامل طبیعی و انسانی بر ویژگی‌های کیفی ژئومورفولوژیک رودخانه طالقان بود که از بین مدل‌های موجود در این زمینه از مدل شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده rMQI برای بررسی این ویژگی‌های کیفی استفاده شد. در راستای مطالعات تغییرات مورفولوژیک رودخانه باید هم عوامل

طبیعی (تکتونیک) را از طریق روش‌های ژئودینامیکی و داده‌های مربوط به آن و هم عوامل انسانی به‌صورت بررسی فرسایش و رسوب‌گذاری از طریق مطالعه سد قبل و بعد از احداث آن بررسی شوند. چنانچه که مقصودی و همکاران (۱۳۸۷) برای بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه تجن از شاخص‌های مورفوتکتونیک و روش ژئودینامیک و داده‌های حاصل از آن استفاده کردند. علاوه بر این، در پژوهش حاضر داده‌ها و اطلاعات قبل از احداث سد وجود نداشت تا بتوان حداقل از طریق آن تغییرات مورفولوژیکی رودخانه طالقان را مخصوصاً در حیطه عوامل انسانی بررسی نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعات انجام‌شده برای سال ۲۰۰۶ نشان داد که بازه‌های ۲، ۵ و ۶ دارای کیفیت بسیار ضعیف و بازه‌های ۱، ۳ و ۴ دارای کیفیت متوسط بوده‌اند. درحالی‌که در سال ۲۰۱۶ بازه‌های ۱، ۲، ۴، ۵ و ۶ کیفیت بسیار ضعیفی دارند و بازه ۳ رودخانه دارای کیفیت ضعیف ازلحاظ کیفیت مورفولوژیک هست. درواقعمی‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که مئاندرشدگی رودخانه، دخالت‌های انسانی در قالب تغییرات مورفولوژیکی شکل رودخانه و تغییرات کاربری اراضی بیشترین نقش را در دارا بودن کیفیت مورفولوژیکی ضعیف و بسیار ضعیف این رودخانه داشته‌اند. در راستای آمایش و بهبود کیفیت مورفولوژیکی این رودخانه پیشنهاد می شود که با توجه به تغییر کاربری اراضی گسترده در بازه‌های اول و دوم اقدام به محافظت از پوشش طبیعی منطقه شود. ضمناً به‌منظور جلوگیری از فرسایش کناری رودخانه اقدامات سازه‌ای و غیر سازه‌ای توصیه می‌شود. در بحث اقدامات سازه‌ای راه‌کارهایی از قبیل جلوگیری از اشغال حریم رودخانه و حفظ و گسترش پوشش طبیعی منطقه جهت جلوگیری از فرسایش کناری باید مدنظر قرار گیرد. در بازه سوم، برای بالادست حوضه، توسعه پوشش طبیعی منطقه و جلوگیری از تخریب کاربری اراضی منطقه و برای پایین‌دست حوضه کاهش مداخلات انسانی توصیه می‌شود. در بازه‌های ۴، ۵ و ۶ جابجایی شدید بستر رودخانه باعث افزایش میزان فرسایش کناری رودخانه درنتیجهٔ آزادی عمل رودخانه در دشت و تغییرات کاربری اراضی بالادست شده است؛ بنابراین، باید در این بازه‌ها اقدامات سازه‌ای جهت کنترل جابجایی رودخانه در بستر فراخ ایجاد گردد.باید توجه داشت که علت اصلی تمامی این موارد تغییر کاربری اراضی منطقه است و تا احیای کاربری اراضی طبیعی منطقه اقدامات سازه‌ای پاسخ مناسبی به رفتار فرسایشی و تخریبی رودخانه خواهند داد. علاوه بر این، مئاندرشدگی رودخانه طالقان بر اساس شرایط طبیعی منطقه نبوده که علت آن مداخلات بیش‌ازحد در حوضه آبریز این رودخانه است و بازه‌های مختلف رودخانه با توجه به میزان تأثیرپذیری از این مداخلات ازیک‌طرف و از طرف دیگر با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی خود بازه‌ها پاسخ‌های متفاوتی از روندهای فرسایش، فرسایش کناری و مئاندرشدگی را از خودشان نشان داده‌اند؛ بنابراین جهت تثبیت رفتار مورفولوژیکی رودخانه و جهت جلوگیری از روند تخریب رودخانه تهیهٔ یک بانک اطلاعاتی از کلیه خصوصیات مورفولوژیکی رودخانه برای هر بازه باید تهیه شود و با استفاده از یک سامانه پایشی به‌روزهرگونه تغییرات در خصوصیات حوضه و زیر حوضه‌ها (عمدتاً تغییر و تخریب کاربری اراضی) ثبت و اقدامات اصلاحی در جهت آن شاخص موردنظر انجام شود. در غیر این صورت، رفتار رودخانه از حالت طبیعی خارج شده و میزان رفتار تخریب رودخانه حالت تصاعدی به خودش خواهد گرفت. روش شاخص کیفیت مورفولوژی بازبینی‌شده رودخانه (rMQI) روشی نسبتاً آسان، دقیق، کم‌هزینه و فاقد صرف وقت و زمان زیاد بوده که در آن تمامی پارامترهایی را که در کیفیت مورفولوژیک رودخانه تأثیر می‌گذارند را بررسی می‌کند. در راستای مطالعات مربوط به ژئومورفولوژی رودخانه‌ای نیز پیشنهادات ذیل ارائه می‌گردد:

۱- استفاده از داده‌های بسیاردقیق‌تر توصیه می شود؛ زیرا برخی از عوارض ژئومورفولوژی رودخانه‌ای مانند تراس‌های رودخانه‌ای به‌قدری کوچک هستند که حتی با تصاویر ماهواره‌ای با رزولشن نسبتاً بالا قابل‌مشاهده و قابل‌اندازه‌گیری نبوده‌اند یا تشخیص این عوارض بر روی این‌گونه تصاویر بسیار سخت و زمان‌بر بود.

۲- احداث سواحل حفاظت‌شده یا حتی عملیات اصلاحی سنگچین مانند در جهت بهبودی رودخانه توصیه نمی‌شود(شکل۴).

شکل ۴: احداث سنگچین‌ها در بازه سوم رودخانه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

سپاس‌گزاری

این پژوهش با همکاری سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و سازمان آب منطقه‌ای استان البرز و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان البرز و سازمان هواشناسی کشور انجام شد. از سازمان جغرافیایی نیروهای وزارت دفاع و سازمان آب منطقه‌ای استان البرز و اداره منابع طبیعی استان البرز و سازمان هواشناسی کشور کمال تشکر و قدرانی را داریم.

منابع

- اسماعیلی، ر.، رضایی مقدم، م. ح، و حسین زاده، م. م.، ۱۳۸۵. طبقه‌بندی انواع رودها بر اساس روش استیل رود، مطالعه موردی: البرز شمالی، حوزه آبریز لاویج رود، محیط جغرافیایی، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱-۱.
- اسماعیلی، ر، و ولی خانی، س.، ۱۳۹۳. ارزیابی و تحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه لاویج با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، دوره ۲، شماره ۴، صص ۵۳- ۳۷.
- اکبری، ا.، ابراهیمی، م.، نژاد سلیمانی، ح، و فیضی زاده، ب.، ۱۳۹۴. ارزیابی دمای سطح زمین در ارتباط با روند تغییرات کاربری ارضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوضه آبخیز طالقان)، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دوره ۲۶، شماره ۴، صص ۱۷۰- ۱۵۱.
- اسدی، ف.، فضل اولی، رامین، و عمادی، ع.، ۱۳۹۶. بررسی تغییرات بستر رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS4.0، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، دوره ۸، شماره ۱۵، صص ۳۵- ۲۵.
- بوستانی، آ، و اسماعیلی، ک.، ۱۳۹۴. مهندسی رودخانه از گذشته تا آینده (بررسی رویکردها و چشم‌انداز)، آب و توسعه پایدار، دوره ۱، شماره ۳، صص ۷۲- ۶۷.
- پرنون، ف.، ۱۳۹۴. بررسی ژئومورفولوژیکی رودخانه قره‌سو با تأکید بر مدیریت رودخانه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه یزد، صص ۲۰۳- ۱.
- حسین زاده، م. م.، اسماعیلی، ر، و متولی، ص.، ۱۳۸۴. بررسی کارایی سیستم طبقه‌بندی روزگن (Rosgen) مطالعه موردی طبقه‌بندی رودخانه‌های بابل و تالار در محدوده جلگه ساحلی دریای خزر، سرزمین، دوره ۲، شماره ۱، صص ۶۶- ۵۳.

- رضایی مقدم، م. ح.، جباری، ا، و پیروزی نژاد، ن.، ۱۳۹۵. بررسی الگوهای رودخانه‌ای مئاندری، شریانی و آنابرنچینگ با استفاده از شاخص‌های شریانی و خمیدگی در رودخانه گاماسیاب، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، دوره ۷، شماره ۱۳، صص ۳۵- ۲۵.
- طالبی، ل، و بایزیدی، ش.، ۱۳۸۷. بررسی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه با استفاده از طبقه‌بندی *eeeee e* (مطالعه موردی رودخانه سبزکوه)، هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، صص ۱۰- ۱.
- علائی طالقانی، م.، حاصلی، ف، و احمدی ملاوردی، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی نقش انسان در فرسایش کناره‌ای و گسترش جانبی مئاندرهای رودخانه گاماسیاب در دشت بیستون، جغرافیا و پایداری محیط، دوره ۳، شماره ۶، صص ۱۲۰- ۱۰۷.
- مرشدی، ج.، علوی پناه، س. ک.، سردشتی، م، و دوستکام، ن.، ۱۳۸۹. نقش ساختارهای زمین‌شناسی در تغییرات ژئومورفولوژی رودخانه کارون (دشت خوزستان)، همایش ژئوماتیک ۸۹، صص: ۱۳- ۱.
- مقصودی، م، و کامرانی دلیر، ح.،۱۳۸۷. ارزیابی نقش تکتونیک فعال در تنظیم کانال رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه تجن)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی (پژوهش‌های جغرافیایی)، دوره ۴۰، شماره ۶۶، صص ۵۵- ۳۷.
- نوحه‌گر، ا، و محمودی، ف.، ۱۳۸۲. بررسی اثرات برداشت مصالح (شن و ماسه) بر شکل بستر و رژیم رودخانه میناب، پژوهش‌های جغرافیایی، دوره ۳۵، شماره ۴۵، صص ۵۸- ۴۵.
- یمانی، م، و تورانی، م.، ۱۳۹۳. طبقه‌بندی ژئومورفولوژیکی الگوی آبراهه طالقان رود در محدوده شهرک طالقان از طریق روش رزگن، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دوره ۴۶، شماره ۲، صص ۱۹۸- ۱۸۳.

- *iiii ,, ,,, Pccccccc V. nnd ddddaaa,, ,,, 0055. sssss ss ttt ff eee ooooodll tttt ss nnnng ii rrrrttt uuyyyyyyyyyyyys in hhe tttt tt rrr aa.... Wkkk aa eeeee e- oooo eeee eessssss pp. 1-...*
- *nnnn,,,, ,,,,, ,, eeennnn ,,, mmm,,,, ,,, nnn ,,,,,, ,,, ,, Gbbb,,,,,, ,, ... nnd ddddkkk,,, 00... A tttt i-eeeeeeeeeeeeee eed iddiooosss ff dddrooo hhhll iii lll rrsssssss nnd oo... .... ee.. , aa tt ,, ff oooommttttt nttt n eeesss RRR eeeeeeeeeeeeennnn t nnn ggeee tt ,, a lll aaiiiiii ii rrjj ttt aaaee-eeeee nnaaaaaaag rrjj)))))))dddd dd hhe uurppnnn oo nnnnnnnn ttt ii n hhe tt h ooooooo oo rr ggeeeee ee rrr nnnn t ggrmmmttt 886666. ... 2- ....*
- *•,,,,,, ,, .. nnd rrr ,,,, , . ,,, 6666. hhe uumnn rll e nn aaaggigg llaaad sssmmm rrrr pppnnnn nnnnnnn nm rrppp.... ooo pppp oooyy,9933-)) . ... 222–111.*
- *•,,,,,, ,,, 2116. hhe ggggggggg ooooo hhhll ggy ff tee hhhhaaaaaaaaaaaa oo ii nnnn: A ii aaaaaaaaasss..... Goooo hhhll ggy2 22222, p.. 1 – 66.*
- *ooo r, ,,, Vaaaaaaa aM,, Tyyyyyyyy ,, .. nnd aaaaa aaaaaaaa 4444. rrrr ll ggy ddd nnnnnnn Tll hhhnn uuu tt ii ssss s eeeddddddddddWWAT. Wtt rr nnd aa dd vvv pppp,,,, ,, ()) , ... 11- ...*
- *rrr ii , ,,, ii aadd, ,,, B,,,,,,,, ,,, ttttt tt F,, ffff ,,,,, ,, ddd rrr eeeeee ,,, 5555. pp ll iiiii ii ff hhe pppp oooaii aal aaa yyyyyyxxx (QQ)) oo uu rppnnn eeee euuii ... D555 nnn rrreeeee ernnnnnnnnn 'llllll ll rrsssssss ss sssss s nnd raaalll aaaee ddd ddddddddds,, ... 333 – 999.*
- *oo,,,, ,, .. , Whh,, ... ddd ee ,,,,,, ,, ,,, 001.. Goooo hhhccddd rrssssss ss nnnn nnnrrll s nn pppnnnnnnnnnnn nnnnC Cll aaarr rr rrr r rr ... ooo pppp oooyy5 55555, p.. 444 – 666.*
- *nnnll ii , ,,, nnnnnnn,,, oo ,,,,, , . nnd Bnnnnnnnnnn,,, 00... A oooooo oor hhe nnnnnnnnnnnnd nnll ssss ss eeeddrooo hhhll ggllll llll ooooff ttll nnnrrr:::: :: e hhhhh hlggilll aaa yyyy nn.. .... yyyy, 00111100- 88)) . ... 66 – 888.*
- *•nnnll ii , ,,, ,,,,,,,,, ,,, Bnnnnnnnnnn,,, ttttt tt F,, ffff ,,,,, ,,, Lttt rr aa ,,, Mrr eeeeeee ,,, rrr ,,, .. ddd uuii nn, ,,, 00... www odl s oor hhe dddrooo hhhggggglll llllll lll nnd nnn oogggguu uuppnnn rrr..... rrrrr rr nnn tMM ggggennn t2 2222)) p p. 333-77..*
- *ooooooo V,, ooy, ,,, ii Fbbbrrr,, ,,, ,,,,,, .. ddd uu,,,,,, , ,, 00... rrrr ooo hhhll ggy ee tt s llllll llll ggy rrrrr rrrrr rrggilll aaa yyyyReeett aaa nnll dd uussssssss ss d rrrrr iiiiiiiiii ii iii ee rrrr aa add pp ll nnnnnnnnn))))) , ... 1 – 33.*

- *bbbbnn, P. ddd ăă uucccç, ,,, 4444. iii tt cc rrrrrrrr frr hhe aaayyyyyyy ddddd vtt rr ooii ss gggggg..... In rr nnnnnnmn ff hhr rr d uu rppnnn oo eeercccn nn ii rrr ooooo ooo,, ... 555- ....*
- *•Ynn ,,, ,,, F,, ooo,,, Y. .. nnd ,,,, ,, Y,, 0066. eeeett ff acdd aaaaaaa rrrrr rrr eeeeeee eee ggss nn uueeeeeeeeff f in a mmm-uuddd ddd mmm-ddddnnnnnnnnnnne nnsssssssss siii aa. Hyrr ll ggd ddd dd hhhSSSSSS SSSSSSSS111,, pp. 133- ....*
- *aaaa,,,, ,, I. ddd ii ,,, .. TTT,, 5555. ggggg rr sssure nnd Aeeeiii nn Iddsssssss ss sssss s rrrrr rrrrr rrgglllll llll :::: :::: :: ddy ff hhe hhhhaaa rrrrr rrr nnn aa. Wtt rr, (()) , ... 1111-9999.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی