Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۶، بهار ۹۹

ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با استفاده از روش MQI

دریافت مقاله: ۹۷/۲/۲۸ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۷/۶

صفحات: ۵۳-۳۵

مریم ایلانلو: استادیار گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، ماهشهر، ایران.[۱]
Email: m.ilanlou@mhriau.ac.ir
امیر کرم: دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
Email: aa_karam@yahoo.com

چکیده

تخریب رودخانه‌ها و در پی آن ضرورت بازسازی آن‌ها، در سراسر جهان از مسائل مهم شناخته شده می‌باشد. با این حال، روش‌های مناسب برای ارزیابی تغییرات مورفولوژیکی (شکل‌شناسی) که مرتبط با این عمل آن‌هاست و همچنین شناخت میزان تأثیر عوامل مورفولوژی برای مداخله در کار بازسازی رودخانه ها، همچنان در حال بررسی می‌باشد. منطقه جاجرود و سد لتیان در شمال شرق تهران به دلیل آب و هوای مطبوعی که دارد همیشه مورد توجه طبیعت‌گردان و علاقه‌مندان به طبیعت بوده و هست. به همین دلیل در طی دهه های اخیر به شدت بستر رودخانه جاجرود و حواشی آن مورد دستکاری انسان قرار گرفته است. از این رو مطالعه روند تغییرات هیدرومورفولوژیکی این رودخانه بسیار ضروری می‌باشد. هدف از این پژوهش ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی بخشی از رودخانه جاجرود با استفاده از روش MQI می‌باشد. بر همین اساس تصاویر ماهواره ای سال ۲۰۱۸ لندست ۸ و سال ۱۹۷۶ لندست ۴ از منطقه تهیه گردید و بازدیدهای میدانی چندی صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که تمامی بازه‌های منطقه از لحاظ روش MQI در شرایط ضعیف و خیلی ضعیف قرار گرفته‌اند که این مسائل ناشی از قطع درختان به منظور ایجاد ساخت و سازهای انسانی، برداشت شن و ماسه، ایجاد تفرجگاه های متعدد در حواشی رودخانه و تغییر الگوی رودخانه می‌باشد.

کلید واژگان: ژئومورفولوژی رودخانه ای، کیفیت مورفولوژیکی، هیدرومورفولوژی، MQI، بازه، جاجرود

۱- نویسنده مسئول: ، خوزستان، ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر ، گروه جغرافیا.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

مقدمه

ژئومورفولوژی به عنوان رشته ای از علوم زمین با ماهیت زمین‌شناسی، مهندسی هیدرولوژی و فیزیک با رویکرد تمرکز بر روی فرآیندهای تولید، حرکت و ذخیره‌سازی رسوب‌ها در روی عوارض و خصیصه‌سازی آن‌ها با رشته‌های علوم‌طبیعی فرق دارد(مقصودی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲). آنالیز ژئومورفولوژیکی به معنای اندازه گیری هندسه سه‌بعدی لندفرم‌ها است(یزدان پناه اسرمی ،۱۳۹۱: ۲۸). امروزه ژئومورفولوژی رودخانه‌ها به عرصه‌ی جدیدی وارد شده و به عنوان پایه‌ای برای مطالعه تغییرات محیطی درآمده که برای مدیریت مجراهای رودخانه‌ها به کار می‌رود(یمانی و همکاران، ۱۳۹۴: ۲).

رودخانه‌ها به طور کلی اکوسیستم‌های متنوعی هستند که با ناهمگونی قابل‌توجهی در زیستگاه مشخص می‌شوند این ناهمگونی‌ها به فعالیت فرآیندهای ژئومورفیک (زمین‌ریختی) رودخانه بستگی دارد(Chone and Biron, 2016: 528). در عین‌حال، رودخانه‌ها تحت تأثیر شدید فعالیت‌های انسانی بوده و به طور کلی تحت تاثیر عوامل چندگانه تنش‌زا از جمله آلودگی آب، تغییرات هیدرومورفولوژیکی، تغییر کاربری زمین و گونه‌های مهاجم قرار دارند(Tockner et al, 2010: 136). کانال رودها در واکنش به تغییرات رژیم هیدرولوژیکی و بار رسوب، مورفولوژی بستر خود را دائماً تغییر می‌دهند. دخالت های انسانی در مقدار آب و رسوب رودها باعث می شود کانال رودخانه‌ها در مقیاس زمانی و مکانی به شدت دگرگون شود(Whitlow et al., 1989).

بسیاری از رودخانه‌های اروپایی دچار انواع مختلفی از دست کاری های انسان در محدوده خود شده‌اند که مورفولوژی آن‌ها را دگرگون کرده و فرآیندهای هیدرولوژیکی آن‌ها را تغییر داده است. در سال‌های اخیر، با توجه به اثرات شدید انسانی در تغییرات بستر رودخانه‌ها، به ابزاری برای ارزیابی شرایط محیط‌زیست، مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و سطح تغییرات با توجه به شرایط طبیعی رودخانه‌ها نیاز می‌باشد (Rigon et al, 2013: 48). تلفیق اطلاعات در مورد هیدرولوژی و ژئومورفولوژی رودخانه‌ها(که هیدرومورفولوژی نامیده می-شود) با هدف ارتقاء مدیریت رودخانه، در سال‌های اخیر افزایش قابل توجهی داشته است. در کشورهای اروپایی، این فرآیند با اجرای دستورالعمل چارچوب آب اتحادیه اروپا[۲] تسریع شده است، که هیدرومورفولوژی را به عنوان یک جزء مهم در حمایت از ارزیابی و مدیریت یکپارچه اکوسیستم های رودخانه ها به رسمیت می‌شناسد. پیرو معرفی WFD، روش‌شناسی‌های متعددی برای ارزیابی و نظارت بر هیدرومورفولوژی رودخانه ها پیشنهاد شده اند که به لحاظ مفاهیم، اهداف، مقیاس های فضایی، داده های جمع آوری شده و بنابراین کاربردشان بطور گسترده‌ای متنوع‌اند(Rinaldi et al, 2017: 363). به تازگی، پیشرفت های روز افزونی در روش های جدید رخ داده که شامل چندین مقیاس، شامل الگوهای فضا-زمانی فعلی مورفولوژیکی در محدوده حرکتی رودخانه‌های تاریخی و درکل حوضه رودخانه‌ها هستند و توجه بیشتری به روند زمین شناسی در مقیاس های چندگانه فضا-زمانی دارند (Ollero Ojeda et al, 2007) در فرانسه، روش Syrah (Chandesris et al, 2008) و در ایتالیا روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی[۳] (Rinaldi et al.2013) از این منطق پیروی می کنند. جدیدترین طبقه‌بندی رودخانه ها، شاخص کیفیت مورفولوژیکی است که توسط رینالد

---

۲ -((WFD) کمیسیون اروپایی، ۲۰۰۰)

3 - MQI

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

و همکارانش در سال ۲۰۱۳ صورت گرفته است. شاخص کیفیت مورفولوژیکی در اصل برای کاربرد در ایتالیا، یعنی برای پوشش بازه کاملی از شرایط فیزیکی، انواع مورفولوژیکی، درجه تغییرات مصنوعی و مقدار تنظیم های مجرا در این کشور توسعه داده شده است. نسخه اصلی توسط رینالدی و همکاران در سال ۲۰۱۳ آزمایش شد و پس از آن به تعداد زیادی از بسترهای رودخانه در ایتالیا اعمال شد، از آنجا که این شاخص به عنوان روش ارزیابی استاندارد هیدرومورفولوژیکی برای طبقه‌بندی و نظارت WFD تعریف شده بود. بنابراین، در چرخه اول برنامه های مدیریت حوضه رودخانه مورد استفاده قرار گرفت(Rinaldi et al, 2017: 365). پس از رینالدی افراد دیگری نیز با استفاده از روش شاخص کیفیت شاخص کیفیت مورفولوژیکی به ارزیابی هیدرومورفولوژیکی رودخانه پرداختند از جمله: کامپانا[4] و همکاران(۲۰۱۴)، به ارزیابی هیدروموفولوژیکی رودخانه اهر در جنوب تیرول در ایتالیا پرداختند. نتایج این کار نشان می دهد که به منظور دستیابی به تغییرات مربوطه از نظر کیفیت مورفولوژیکی - همانطور که توسط شاخص کیفیت مورفولوژیکی صورت گرفته شده - حذف عناصر مصنوعی، عریض کردن کانال، و بالا بردن بستر رودخانه به اندازه کافی برای ارتقای فرآیندهای حمل و نقل انواع رسوب در یک حد مشخص انجام شود. به این منظور، تحول بستر های قدیمی رودخانه و اقدامات بازسازی هرگز نباید بدون تجزیه و تحلیل دقیق از چگونگی پیشرفت تخریب کانال در طول سال ها انجام شود. باید ارتباط بین تغییرات و تأثیرات مرتبط مشخص شود. بلتی[5] و همکاران(۲۰۱۷)، به بررسی و شناخت ویژگی های طبیعی و هیدرومورفولوژی رودخانه‌ها با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می دهد که ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه اکنون به عنوان یک گام اساسی در ارزیابی شرایط اکولوژیکی رودخانه در نظر گرفته شده است. در واقع، تغییرات هیدرومورفولوژیکی اغلب یکی از علل اصلی تخریب سیستم رودخانه‌هاست و ابزارهای فیزیکی موجود که اغلب نسبت به این تغییرات حساس هستند، از ارتباط بین هیدرومورفولوژی رودخانه و زیستگاه برای درک کامل عاجز مانده‌اند. گولفیری[6] و همکاران(۲۰۱۸)، پژوهش به منظور ارزیابی جامع‌تری از شرایط کریدور رودخانه‌ها (مجموعه فضای متأثر از رودخانه): مقایسه بین شاخص کیفیت مورفولوژیکی (شاخص کیفیت مورفولوژیکی) و سه شاخص زیستی انجام داده اند. نتایج این مطالعه بر اهمیت ارزیابی ابعاد جانبی رودخانه تاکید می کند و نیاز به استفاده از شاخص‌های مقیاس به مانند شاخص کیفیت مورفولوژیکی برای رسیدن به ارزیابی جامع از شرایط رودخانه و اقدامات مدیریت را مناسب‌تر می داند.

در ایران اسماعیلی و ولی خانی (۱۳۹۳)، به ارزیابی و تحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه ی لاویج با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که بازه های ۴ ،۳ ،۱و ۵ به علت دخالت کم عوامل انسانی، امتیاز بیش از ۰/۸۵ کسب نموده و در گروه بسیارخوب طبقه بندی شده اند. بازه ۲ به علت دخالت های انسانی محدود امتیاز ۰/۷۶ کسب نموده و در طبقه خوب قرار گرفت. بازه ۶ به علت دخالت های زیاد انسان مانند معدن شن و ماسه، تغییر شیب، عرض و الگوی کانال و ایجاد سازه های مهندسی مانند آبشارهای کوتاه، کف بند بتونی و ایجاد خاک ریزهای مصنوعی بیشترین تغییرات را

4 Campana
5 Belletti
6 Golfieri

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

تحمل نموده و امتیاز ۰/۲۲ را کسب نموده که در طبقه بد قرارگرفته است. اگرچه این روش در ایتالیا مورد استفاده قرارگرفته است، با وجود این در رودخانه مورد مطالعه به طور مناسبی کیفیت مورفولوژیکی رود را ارزیابی نموده است. لایقی و کرم (۱۳۹۳) به طبقه‌بندی هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با استفاده از مدل روزگن پرداخته اند. محدوده مورد مطالعه آن‌ها رودخانه جاجرود حدفاصل سد لتیان و سد ماملو بوده است. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد بخض اعظم بازه مطالعاتی دارای الگوی DA است و بخش کمی دارای الگوی B با وضعیت بسیار نامطلوبی است. مقصودی و همکاران(۱۳۹۶)به ارزیابی تغییرات الگوی پیچان‌رودی رودخانه مارون و تحلیل هیدروژئومورفولوژی آن پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد با داشتن جهت جریان هر رودخانه ای می توان محدوده مکانی هر مطالعه رودخانه ای را بر اساس یک بازه یا چند بازه مشخص نمود و دلایل مختلف تغییرات در بازه را متناسب به علل تغییر جهت، تجزیه و تحلیل نمود.

در محدوده مورد مطالعه(قسمتی از رودخانه جاجرود) مسائل متعددی سبب اهمیت یافتن مطالعه هیدرومورفولوژی رودخانه شده است برخی از مسائل قابل مطرح دراین محدوده به شرح زیر می باشد.

- تغییرات شدید کاربری پوشش زمین در دهه‌های اخیر و تحولات کالبدی و جمعیتی و...
- وجود اراضی باغی، کشاورزی، مرتعی و چشم اندازهای زیبا در منطقه که سبب جذب گردشگر در منطقه شده و باعث تغییرات در رودخانه و چشم انداز شده است.
- تغییرات طولی، عرضی و جانبی حریم رودخانه و بستر آن در دهه های گذشته به خصوص پس از احداث سد لتیان
- رخداد تغییرات مورفولوژیکی رودخانه در حال حاضر در بخش هایی از رودخانه و احتمال تشدید آن در آینده با توجه به تحولات کالبدی – جمعیتی و گردشگری در آینده.
- برداشت سنگ و شن و ماسه از بستر رودخانه در طی سال‌های اخیر

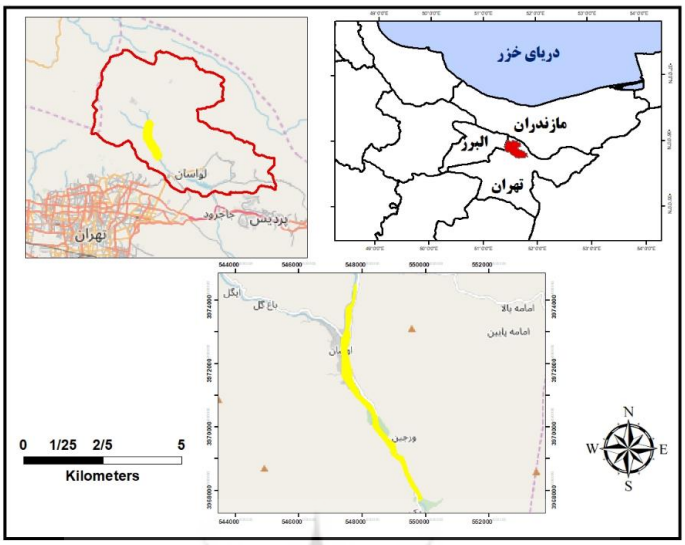
هدف از این پژوهش مطالعه و بررسی میزان تغییرات مورفولوژیکی بستر رودخانه در طی دروه ۴۰ ساله (۱۳۹۶- ۱۳۵۶) با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی در قسمتی از رودخانه جاجرود می باشد.

روش تحقیق

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از رودخانه جاجرود است. که در زیرحوضه لواسانات واقع شده. و از جنوب فشم تا رودک ادامه دارد شکل (۱). طول منطقه مورد مطالعه ۱۰/۲ کیلومتر می‌باشد. رودخانه جاجرود در ۳۰ کیلومتری شمال شرق تهران قرار گرفته که از شمال غرب به طرف جنوب شرق جاری است و از منطقه منشأ (کوه‌های البرز) به ارتفاعات پایین‌تر جریان داشته و وارد سدلتیان می‌شود.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019



شکل(۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش مورد استفاده

هدف از این پژوهش بررسی تغییرات هیدرومورفولوژی قسمتی از رودخانه جاجرود از فشم تا رودک با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی می باشد. در همین راستا نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی، آمار اقلیمی و دبی رودخانه تهیه گردید. سپس تصویر ماهواره ای مربوط به سال ۱۳۵۶ خورشیدی متعلق به لندست ۴ و تصویر ماهواره ای ۱۳۹۶ با قدرت تفکیک ۵ متر از گوگل ارث تهیه گردید. پس از تهیه تصاویر بازه‌بندی بر روی رودخانه صورت گرفت شکل (۳) و رودخانه به ۶ بازه تقسیم گردید. سپس به تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده از طریق مشاهدات میدانی، سنجش از دور و جی ای اس با استفاده از روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی پرداخته شد و کیفت بازه‌هاو میزان تغییرات آن مشخص گردید. شکل(۲) مراحل کار در این پژوهش را نشان می دهد.

شاخص کیفیت مورفولوژیکی، روشی برای ارزیابی کیفیت هیدرومورفولوژیکی رودخانه‌های ایتالیا براساس "دستورالعمل چارچوب آب" است و بخشی از یک روش گسترده تری می‌باشد که ارزیابی، تجزیه و تحلیل و نظارت بر جریان آبها[7] نامیده می‌شود و به دنبال تجزیه و تحلیل یکپارچه مورفولوژیکی است (Campana et al, 2014: 231).

ویژگی های اصلی و نوآورانه شاخص کیفیت مورفولوژیکی به شرح زیر است:

(۱) این روش براساس یک قضاوت تخصصی است (به عنوان مثال، انتخاب متغیرها، شاخص ها، کلاس ها، و نمرات نسبی)، نتیجه دانش خاص و تجربه نویسندگان می‌باشد. این موضوع نشان دهنده استفاده از یک طرح طبقه‌بندی "خاص" و نه "طبیعی" است.

[7]- IDRAIM

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

(۲) این روش برای رعایت الزامات دستورالعمل چارچوب آب طراحی شده است، اما می تواند برای مقاصد دیگر در مدیریت رودخانه استفاده شود.

(۳) از آنجا که این روش باید توسط سازمآن‌های محیط زیست یا آب در سطح ملی استفاده شود، برای استفاده نسبتا ساده طراحی شده و بیش از حد وقت‌گیر نیست. با این حال، کاربرد آن باید توسط افراد آموزش دیده با پیشینه مناسب و مهارت کافی در ژئومورفولوژی رودخانه انجام شود.

(۴) این روش براساس در نظر گرفتن فرآیندها است و نه بر اساس شکل‌های کانال. جنبه هایی مانند تداوم در رسوب و شار چوب، شدت فرسایش، تحرک جانبی و تنظیمات کانال در آن در نظر گرفته شده است.

(۵) مولفه زمان به صراحت با توجه به تجزیه و تحلیل تاریخی تنظیمات کانال که بینش علل و زمان تغییرات و تغییرات ژئومورفیک آینده را فراهم می کند مورد توجه قرار گرفته است. عدم توجه به مولفه زمانی به عنوان یکی از محدودیت‌های عمده بسیاری از دیگر طرح‌های طبقه‌بندی ژئومورفیک به شمار می رود. در این روش، به صراحت شاخص‌های تنظیم کانال در ارزیابی کیفیت مورفولوژیکی رودخانه را در نظر گرفته می شوند.

(۶) شرایط مورفولوژیکی به طور انحصاری با توجه به فرآیندهای فیزیکی بدون استدلال در مورد عواقب آن یا پیامدهای مربوط به وضعیت اکولوژیکی ارزیابی می شود. به این معنی که یک کیفیت مورفولوژیک عالی و سطح بالا لزوما با یک وضعیت اکولوژیکی خوب در ارتباط نیست(Rinaldi at el, 2013:96).شکل(۲).

شکل(۲). مدل مفهومی پژوهش(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

این روش از دو فاز اصلی و چند مرحله فرعی تشکیل شده است. در فاز اول موقعیت عمومی منطقه مورد بررسی قرارگرفته و در فاز دوم با استفاده از شاخص‌های مختلف کیفیت مورفولوژیکی رود مورد ارزیابی قرار می گیرد.

فاز اول

فاز اول این روش شامل چهار مرحله می باشد که عبارتند از :

مرحله اول: در این مرحله ویژگی‌های زمین شناسی، ژئومورفولوژی، آب و هوا و کاربری اراضی کل حوضه آبریز مورد بررسی قرار می‌گیرد که نتیجه ی آن شناسایی واحدهای فیزیوگرافی است(معادل واحد چشم انداز در روش استایل رود بریرلی و فریرس، ۲۰۰۵).

مرحلـه دوم: در مرحله دوم، محدودیت جانبی رود با جزئیات بیشتری بررسی شده و سه موقعیت محدود، نسبتاً محدود و نامحدود (از طرفین آزاد) شناسایی می‌شوند. این اصطلاحات درباره دره‌های طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد که بـه صورت جانبی پهنای آن‌ها بـه دامنه‌هـا یـا تراس‌های قدیمی محدود می‌شود. در حالی که عوامل مصنوعی (محافظ کرانه رود، سنگچین‌ها و مناطق شهری) بـه عنوان عوامل محدودکننده در نظر گرفته نمی‌شوند. محدودیت‌های جانبی بـا اندازه‌گیری «درجه محدودیت» یعنی درصدی از کرانه‌ها کـه بـا دامنه‌ها یـا تراس‌های قـدیمی در تماس بـوده و بـه طور مستقیم در تماس بـا دشت سیلابی نیستند و «شاخص محدودیت» نسبت بین عرض دشت آبرفتی و عرض کانال، تعریف می‌شوند.جدول(۱).

جدول (۱). تعریف پارامترها، روش های ارزیابی و محدوده کاربرد هر یک از شاخص های ارزیابی

شاخص‌ها و پارامترهای ارزیابی	روش های ارزیابی
F1 -پیوستگی طولی در شار رسوب و چوب، وجود سازه‌های عرضی (سدهای سیم و توری، سدهای کنترلی، پل‌ها و...) که به صورت بالقوه ممکن است شار طبیعی رسوب و چوب را در امتداد رود تغییر دهد.	سنجش از دور یا پایگاه داده مداخلات سازه های عرضی؛ بررسی میدانی؛ ارزیابی گیرش رسوب به صورت جزیی یا کلی (کیفی)
F2 - وجود یک دشت سیلابی جدید، عرض و طول یک دشت سیلابی جدید	سنجش از دور وGIS : اندازه گیری از بخش طولی و عرضی(رود) بررسی میدانی؛ شناسایی/، بررسی دشت سیلابی جدید(کیفی)
F3 - پیوستگی رودخانه و دامنه و وجود عناصر قطع کننده (مثلاً جاده ها)در حریم ۵۰متری از رودخانه	سنجش از دور وGIS : اندازه گیری طول عناصر قطع کننده(کمی)، بررسی میدانی، بررسی عناصر قطع کننده(کیفی)
F4- فرایندهای پسروی کرانه، وجود یا عدم وجود پسروی کرانه	سنجش از دور / ویا بررسی میدانی؛ شناسایی کناره های در حال فرسایش (کیفی)
F5 - عرض و طول کریدور فرسایش پذیر یعنی محدوده بدون سازه های مرتبط (مثلاً محافظ های کرانه و خاکریزها) یا زیرساخت ها مانند جاده ها و خانه ها	سنجش از دور وGIS : اندازه گیری از عرض و طول (کمی)
F6 - پیکربندی بستر مرتبط با شیب دره (یعنی کاسکاد، سکو، چالاب و...) شناسایی پیکربندی بستر در مورد وجود ساختارهای عرضی و مقایسه با پیکر بندی مورد انتظار بر اساس شیب دره	نقشه های توپوگرافی : میانگین شیب دره(کمی) بررسی میدانی: شناسایی پیکر بندی بستر(کیفی)
F7- اشکال و فرآیندهای خاص الگوی کانال: درصد طول مسیر با تغییرات طبیعی و ناهمگنی اشکال مورد انتظار برای آن نوع رود که به	سنجش از دور وGIS : شناسایی و اندازه گیری از طول بخش های تغییریافته(کمی)

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

وسیله عوامل انسانی ایجاد شده است.	بررسی میدانی: شناسایی / کنترل(کیفی)
F8- وجود اشکال رودخانه‌ای نمونه در دشت آبرفتی، وجود/عدم وجود اشکال رودخانه در دشت آبرفتی (به عنوان مثال: دریاچه نعلی شکل ،کانال های ثانویه)	سنجش از دور یا بررسی میدانی: شناسایی کنترل اشکال رودخانه(کیفی)
F9- تغییرپذیری مقطع عرضی: درصد طول بازه با تغییرات طبیعی ناهمگن مقاطع عرضی مورد انتظار برای آن نوع رودخانه که به وسیله عوامل انسانی ایجاد شده است.	بررسی میدانی: شناسایی/ کنترل (کیفی) سنجش از دور وGIS : شناسایی و اندازه گیری از طول قسمت های تغییریافته(کمی)
F10 - ساختار بستر کانال: وجود یا عدم وجود تغییرات رسوبات بستر(بستر زره مانند، فراوانی رسوبات ریزدانه، رخنمون سنگ بستری، بستر سنگ چین)	بررسی میدانی: ارزیابی بصری(کیفی)
F11- وجود چوب های بزرگ در کانال: وجود و یا عدم وجود چوب های بزرگ	بررسی میدانی: ارزیابی بصری(کیفی)
F12- محدوده ی گیاهان عملکردی: میانگین عرض (یا سطح گسترش) گیاهان در کریدور رودخانه که بالقوه با فرایندهای رودخانه‌ای ارتباط دارد	سنجش از دور وGIS : شناسایی و اندازه گیری عرض متوسط پوشش گیاهی خودرو (کمی)
F13- گسترش خطی پوشش گیاهی عملکردی: امتداد پوشش گیاهی طبیعی در امتداد کرانه های متصل به کانال	سنجش از دور وGIS : شناسایی و اندازه گیری امتداد طولی پوشش گیاهی در حاشیه رود(کمی)
A1 - تغییرات در بالادست جریان رود: مقدار تغییرات در دبی که به علت مداخلات در بالادست رود رخ داده است (سدها، بندهای انحرافی.)	داده های هیدرولوژیکی: ارزیابی افزایش/کاهش دبی که به علت مداخلات ایجاد شده است (کمی) در صورت فقدان داده های موجود ارزیابی براساس مداخلات موجود و کاربرد آن می باشد(کیفی)
A2- تغییر در بالادست دبی رسوب: وجود، نوع و مکان(مساحت زهکشی) سازه های مرتبط که موجب گیر افتادن بار بستر می شود(سد، بند تنظیمی، سد کوچک)	سنجش از دور و GISیا پایگاه داده مداخلات ، شناسایی ساختارها و مساحت زهکشی مربوطه(کمی)
A3 - تغییر جریان در بازه: مقدار تغییرات دبی که به وسیله مداخلات انسانی در بازه ایجاد شده است	مراجعه کنید به A1
A4 - تغییر دبی رسوب در بازه: تیپولوژی و تراکم فضایی سازه های گیرنده ی بار بستر در امتداد بازه. (بند تنظیمی، سد کوچک)	سنجش از راه دور، GISو پایگاه داده مداخلات: شناسایی نوع سازه‌ها(کمی)
A5 - سازه های عرضی: تراکم فضایی سازه های عرضی(پل ها، پایاب ها، پل آب گذر	سنجش از راه دور، GISو پایگاه داده مداخلات: شناسایی و تعداد سازه‌ها(کمی)
A6 - محافظت کناره: طول کرانه های محافظت شده(دیوارها، پوشش های سنگی، تور سنگی یا گابیون، سازه آبشکن، کارهای زیست مهندسی)	سنجش از راه دور، GISو پایگاه داده مداخلات: طول سازه‌ها(کمی)
A7 - خاکریز های مصنوعی: طول و فاصله کانال از خاکریزهای مصنوعی	سنجش از راه دور، GISو پایگاه داده مداخلات: شناسایی طول و فاصله سازه‌ها(کمی)
A8- تغییرات مصنوعی در مسیر رودخانه: درصد طول بازه با تغییرات مصنوعی مسیر رود به صورت مستند(قطع شدگی مئاندر، اشغال مجدد کانال رود)	اطلاعات تاریخی و کتابخانه ای و یا پایگاه داده از مداخلات انسانی(کمی)
A9- سایر سازه های تثبیت کننده بستر: وجود، تراکم فضایی و تیپولوژی سایر سازه های تثبیت کننده بستر(کف بند و رمپ)	سنجش از راه دور، GISو پایگاه داده مداخلات: شناسایی تعداد و طول سازه‌ها(کمی)
A10- جابجایی رسوبات: وجود و شدت نسبی فعالیت های معادن رسوب قدیمی(از دهه ی ۱۹۵۰با تمرکز در طی ۲۰سال اخیر)	پایگاه داده مداخلات و یا اطلاعات فراهم شده توسط ادارات دولتی: برداشت میدانی و یا

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

	سنجش از دور: شواهد غیرمستقیم(کیفی)
A11- جابجایی چوب: وجود و شدت نسبی (ناقص یا کامل) جابجایی چوب از کانال در طول ۲۰ساله گذشته	پایگاه داده مداخلات و یا اطلاعات فراهم آمده توسط ادارات دولتی؛ برداشت میدانی: شواهد بیشتر(کیفی)
A12- مدیریت پوشش گیاهی: وجود و شدت نسبی قطع (انتخابی یا کلی) گیاهان ری پارین(حاشیه رود) که طی ۲۰سال اخیر انجام شده	پایگاه داده مداخلات و یا اطلاعات فراهم آمده توسط ادارات دولتی؛ برداشت میدانی: شواهد بیشتر(کیفی)
CA1- تعدیل الگوی کانال: تغییرات در الگوی کانال از دهه ی ۱۹۵۰براساس تغییرات شاخص های سینوسی و شریانی و آناستوموسینگ	سنجش از راه دور و GIS(کمی)
CA2- تعدیل عرض کانال: تغییرات در پهنای کانال از دهه ۱۹۵۰	سنجش از راه دور و GIS(کمی)
CA3- تعدیل سطح اساس بستر: تغییرات سطح اساس بستر طی ۱۰۰ سال گذشته	مقطع عرضی یا پروفیل طولی(چنانچه قابل دسترس باشد)؛ برداشت میدانی: نشانه های از حفر یا رسوبگذاری (به صورت کیفی یا کمی)

مأخذ(Rinaldi at el, 2012).

مرحله سوم : در این مرحله مورفولوژی کانال بر اساس محدودیت کانال و الگوی پلانیمتری رود به هفت طبقه‌ی مستقیم، سینوسی، پیچان رودی، تک کانالی، شریانی سرگردان، شریانی و آناستوموسینگ تقسیم می‌شوند. برای کسب جزئیات بیشتر در این مرحله می‌توان برای محدوده تک کانالی از روش پیکربندی بستر رود استفاده نمود.

مرحله چهارم: با توجه به وجود ناپیوستگی‌ها در کانال رود مانند ناپیوستگی‌های هیدرولوژیکی، زیرشاخه‌های رود، سدها(شیب بستر) خصوصاً برای بازه‌های محدود، تغییرات مرتبط با عرض کانال، پهنای دشت آبرفتی و بار رسوب رودخانه به بازه‌های نسبتاً همگن تقسیم‌بندی می‌شود. این بازه‌ها معمولاً به طول چند کیلومتر نشان دهنده‌ی واحدهای اولیه برای ارزیابی شرایط مورفولوژیک می‌باشند(اسماعیلی و ولی خانی، ۱۳۹۳: ۴۰-۴۱).

در اختلالات هیدرولوژیکی طبیعی یا مصنوعی تداوم تغییرات قابل توجهی در تخلیه یا انتقال رسوبات می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. اختلالات مصنوعی عمدتا با ساخت سدها شناسایی می‌شوند. به طور مشابه، سدهای تنظیمی یا ساختارهای انحرافی به طور معمول به عنوان محدودیت دسترسی در نظر گرفته می‌شود.

فاز دوم : ساختار و شاخص‌های ارزیابی

برای ارزیابی کیفیت مورفولوژیک بازه‌های رودخانه‌ای سه جنبه زیر مورد توجه بوده است:

- پیوستگی فرایندهای رودخانه‌ای، شامل پیوستگی طولی و عرضی
- شرایط مورفولوژیکی کانال شامل الگوی کانال، شکل مقطع عرضی و رسوبات بستر
- پوشش گیاهی

این جنبه‌ها در قالب سه مؤلفه‌ی ۱. عملکردهای ژئومورفولوژیکی فرآیندها و اشکال رودخانه‌ای(F)، ۲. ساختارهای مصنوعی (A) و ۳. تعدیل‌های کانال(CA) مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

مجموعه ی ۲۸ شاخص مورد استفاده در روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی به صورت شماتیک در جدول ۱ نشان داده شده است. که شامل جنبه ها در (سطرها) و مؤلفه‌ها در(ستون‌ها) می شود. به هر شاخص مطابق سه درجه‌ی تغییر امتیاز داده می‌شود: "A به شرایط مختل‌نشده یا تغییرات ناچیز مربوط می‌شود؛ "B به تغییرات متوسط؛ و "C به شرایط بسیار تغییریافته مربوط است. شاخص کیفیت مورفولوژیکی در بازه‌ای از ۰ (کیفیت بد) تا ۱ (کیفیت خوب، نبود تغییرات) متغیر است و پیرو WFD، پنج طبقه‌ی کیفیت مورفولوژیکی به صورت کمی تعریف می‌شود. علاوه بر ارزش ترکیبی شاخص کیفیت مورفولوژیکی، می‌توان ۱۱ زیرشاخص را که بیانگر شرایط عناصر خاص هستند (مانند مصنوعی بودن، تداوم طولی و جانبی، پوشش گیاهی) محاسبه کرده و می‌تواند برای شناسایی انواع اصلی تغییر در یک بستر رودخانه مورد استفاده واقع شوند (Golfieri et al,2018: 526).

برای هر شاخص، امتیازی اختصاص داده می‌شود. پس از امتیاز دهی شاخص‌ها با استفاده از رابطه(۱) شاخص تغییرات مورفولوژیکی[8] محاسبه می گردد.

$$MAI = S_{tot}/S_{max}$$ رابطه(۱)

که S_{max} حداکثر انحراف ممکن برای توپوگرافی جریان داده شده است (مربوط به مجموع نمرات کلاس C برای تمام سوالات مربوط به مورد مطالعه). و S_{tot} مجموع امتیازات می‌باشد. بنابراین چنین شاخصی دارای دامنه‌ای از حداقل ۰ (بدون تغییر) تا حداکثر ۱ (حداکثر تغییر) است.

سپس شاخص کیفیت مورفولوژیکی به عنوان مکمل نسبت به پیشین تعریف می شود، براساس رابطه(۲):

$$MQI = 1 - MAI$$ رابطه(۲)

این شاخص، بر خلاف MAI، در مورد حداکثر تغییرات مقدار ۰ را در نظر می گیرد و مقدار ۱ در شرایط مرجع (مربوط به حداکثر قابلیت، حداقل دستکاری مصنوعی و حداقل تغییرات کانال) است. بر اساس این شاخص، پنج کلاس از کیفیت مورفولوژیکی عبارتند از:

بسیار خوب یا زیاد: $0.85 \leq MQI \leq 1$

خوب $0.7 \leq MQI < 0.85$

متوسط $0.5 \leq MQI < 0.7$

ضعیف $0.3 \leq MQI < 0.5$

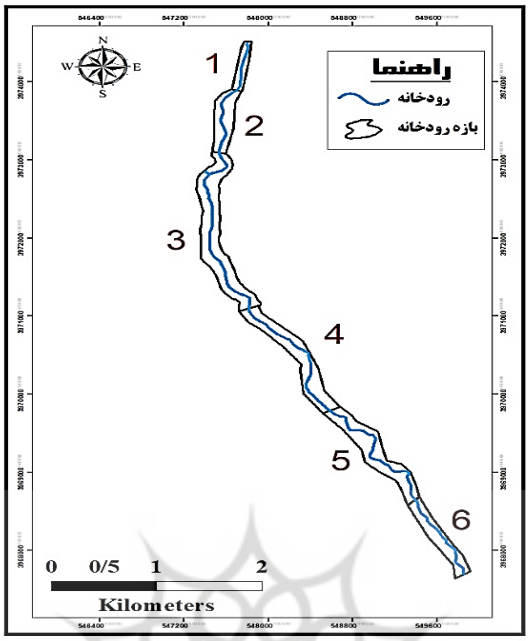
خیلی ضعیف یا بد $0 \leq MQI < 0.3$ (Rinaldi at el, 2012:29).

نتایج

همانطور که پیشتر ذکر شد منطقه موردمطالعه به ۶ بازه تقسیم گردید شکل (۳) و پس از اجرای روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی نتایجی در شکل(۳) حاصل گردید که عبارتند از:

[8]- MAI

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019



شکل(۳). بازه‌های رودخانه(نگارندگان، ۱۳۹۷)

بازه۱

این بازه دارای الگوی مارپیچی منظمی می‌باشد. بستر این بازه نیز پوشیده از ریگ، قلوه‌سنگ‌های بزرگ است که در کناره رودخانه نیز مشاهده می شوند. در بعضی از قسمت‌های این بازه رودخانه با حاشیه رود در تماس می‌باشد. در این بازه قطع درختان به منظور بهره‌برداری های ورزشی و تفریحی بیشتر از بازه‌های دیگر مشاهده می شود شکل (۴). خصوصیات، امتیاز شاخص کیفیت مورفولوژیکی، و وضعیت مورفولوژیکی بازه‌هادر جدول (۲) ارائه شده است.

شکل(۴). تخریب پوشش گیاهی ، وجود موانع طولی و جانبی و تغییر مسیر رود خانه در بازه ۱

قرار گرفتن درختان و گیاهان نیز در بعضی قسمت‌های این بازه ملاحظه می‌شود. مورفولوژی آن سکو و خیزآب است. ارتفاع این بازه در حدود ۱۸۰۰ متر می‌باشد. شیب آن برابر با ۵/۱ درصد می‌باشد. عرض این بازه بیشتر از بازه‌های دیگر و بین ۶/۸ تا ۱۰/۵ متر متغیر می‌باشد. در این بازه سازه‌های عرضی کمتری دیده می شود. در

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

اطراف رودخانه نیز انواع خاکریزها و ریزش‌ها مشاهده می‌شوند که در برخی از مناطق محافظ کناره رودخانه نیز تخریب شده است. با توجه به مجموع شرایط بررسی شده MQI آن برابر با ۰/۲۸ می‌باشد که در شرایط خیلی ضعیف قرار گرفته است. این بازه تغییرات زیادی را داشته و شاخص تعدیلی C آن دارای حداکثر امتیاز می‌باشد شکل(۴).

بازه۲

بستر این بازه نیز پوشیده از قلوه سنگ و شن و ریگ و عرض آن از ۰/۵ تا ۱۲/۵ متر متغیر می‌باشد. الگوی آن سینوسیته نامنظم است. در بسیاری از قسمت‌های کانال موانع چوبی مشاهده می شود. رسوب‌گذاری در بخش‌های محدب رود بیشتر مشاهده می شود. مورفولوژی آن از نوع خیزآب و در بعضی قسمت های بازه موانع حالت سنگ چین یافته‌اند که موجب محصور شدن آب شده است. در اطراف این بازه نیز تخریب پوشش به منظور ایجاد ساخت و سازهای مسکونی و ویلائی به چشم می‌خورد. MQI آن برابر با ۰/۴۸ می‌باشد و در وضعیت ضعیف قرار دارد. بدین ترتیب تغییرات در این بازه زیاد بوده است اشکال (۵ و ۶).

شکل(۵). الف. رسوب‌گذاری در کنار رود. ب. خیزآب‌ها ج. وجود موانع چوب در درون کانال در بازه ۲

شکل(۶). تخریب پوشش‌گیاهی به منظور ایجاد استخر و زمین‌های ورزشی و سنگ‌چین در بستر رودخانه در بازه ۲

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

بازه ۳

بستر بازه نیز پوشیده از قلوه سنگ، ریگ و شن است. در دو طرف این بازه به دلیل ایجاد مناطق مسکونی پوشش‌گیاهی تخریب شده است. الگوی این بازه سینوسیته منظم و مورفولوژی آن خیزآب و تندآب می‌باشد. در بعضی مناطق با ایجاد سنگ‌چین در بستر رودخانه آبشارهای مصنوعی ایجاد شده است. موانع طولی و جانبی زیادی در درون کانال مشاهده می شود شکل (۷). در این بازه یک شاخه از رود نیز به آن اضافه می‌شود که در محل اتصال این دو شاخه موانع شنی طولی مشاهده می‌شود و سبب الگوی شریانی در قسمتی از این بازه شده است. همچنین چندین حرکت توده‌ای از نوع ریزش و لغزش در کناره رود مشاهده می شود شکل (۸). این بازه دارای بیشترین امتیاز از شاخص عملکردی ژئومورفولوژیکی دارا می‌باشد. میزان MQI آن برابر با ۰/۳۲ است. بدین ترتیب در شرایط ضعیف قرار دارد و تغییرات زیادی داشته است شکل(۹).

شکل(۷). وجود موانع طولی و جانبی در درون کانال در بازه ۳

شکل(۸). وقوع حرکات توده‌ای در کناره رود در بازه ۳ **شکل(۹). سنگ‌چین و ایجاد تندآب‌های مصنوعی در بازه ۳**

بازه ۴

در این بازه بستر پوشیده از شن و ماسه بوده و تعداد قلوه‌سنگ‌های بزرگ در این بازه کمتر به چشم می خورد. الگوی این بازه شریانی و مورفولوژی بستر نیز خیزآب می‌باشد شکل(۱۰). در درون کانال انواع موانع طولی و جانبی مشاهده می‌شود. در دو طرف این بازه نیز تخریب پوشش‌گیاهی به منظور ایجاد تفریگاه‌ها و مناطق ویلائی مشاهده می‌شود البته لازم به ذکر است که در انتهای این بازه به دلیل وجود دامنه‌های ناپایدار و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه تعداد ساخت و سازهای انسانی کمتر می‌شود. در بعضی از قسمت‌های این

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

بازه بستر مصنوعی توسط انسان ساخته شده است که سبب ایجاد تندآب‌ها در بازه شده است شکل(۱۰). میزان MQI آن برابر با ۰/۱ و به عبارتی در وضعیت خیلی ضعیف قرار دارد و بیشترین تغییرات را داشته است. هر سه شاخص در این بازه حداکثر امتیاز را کسب کرده اند.

شکل(۱۰). ایجاد بستر مصنوعی و پیدایش تندآب و همچنین وجود موانع طولی متعدد در درون کانال در بازه ۴

بازه ۵

این بازه از نوع نسبتا نامحدود و دارای الگوی مئاندرهای خندقی می‌باشد. بستر در اینجا بیشتر سنگلاخی و شیب رودخانه افزایش یافته است. ساخت و ساز در اطراف رودخانه به دلیل وجود دامنه های پرشیب کاهش یافته و این بازه از نوع محدود می‌باشد. عرض آن از ۳ تا ۱۲ متر متغیر می‌باشد. در این بازه دامنه های ناپایدار از جمله زمین لغزش منطقه حاجی آباد در حاشیه رودخانه مشاهده می شود. به لحاظ مورفولوژی در این بازه تنوع بیشتری به چشم می‌خورد. مورفولوژی آن دارای سکو- چالاب- خیزآب، تندآب و کاسکاد است. انواع موانع جانبی و طولی در درون کانال مشاهده می شود. همین رخنمون های سنگی در درون کانال و کناره آن به طور متعدد دیده می شود.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

شکل(۱۱). رسوب‌گذاری و فرسایش در بازه ۴

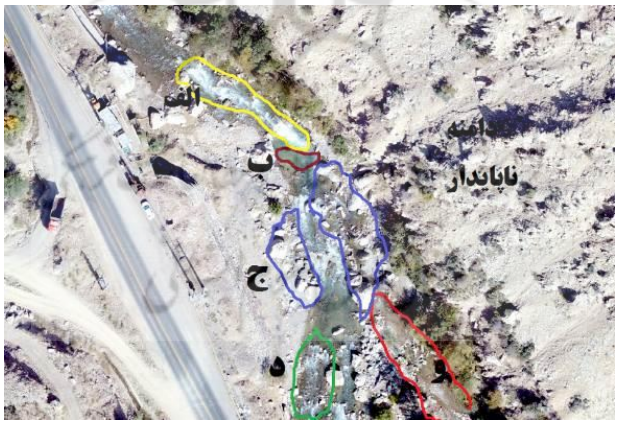
ارتفاع در این قسمت به ۱۷۰۰ متر می رسد. میزان پوشش‌گیاهی در این بازه به طور چشمگیری کاهش یافته است. در مناطقی که پوشش‌گیاهی وجود دارد ساخت و سازه‌های انسانی نیز در منطقه مشاهده می‌شود. همانطور که شکل(۱۱) نشان می‌دهد در بیشتر قسمت‌های این بازه دامنه‌های ناپایدار و پرشیب در حاشیه رودخانه قرار دارند. میزان MQI این بازه برابر با ۰/۲۱ می‌باشد. بدین ترتیب در شرایط خیلی ضعیف قرار دارد و میزان تغییرات در این بازه نیز خیلی زیاد است.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

شکل(۱۲). وجود دامنه‌های ناپایدار در حاشیه رودخانه در بازه ۵

بازه ۶

این بازه نیز به مانند بازه ۵ دارای بستری سنگلاخی است و به لحاظ مورفولوژی دارای تنوع زیادی از جمله وجود سکو، خیزآب، چالاب و تنداب می‌باشد شکل(۱۲). در قسمت اولیه بازه شیب حاشیه رود از یکطرف بسیار زیاد و ناپایداری دامنه به وضوح دیده می شود. به همین دلیل ساخت و سازه‌های انسانی کمتر مشاهده می‌شود در حالی که در قسمت جنوبی بازه با کاهش ارتفاع، کاهش شیب و افزایش پوشش گیاهی نیز ساخت و سازهای انسانی و بهره برداری از آن نیز افزایش یافته است. الگوی این بازه سینوسی نامنظم می‌باشد. میزان MQI این بازه برابر با ۰/۲ و در وضعیت خیلی ضعیف قرار دارد. بدین ترتیب تغییرات در این بازه نیز بسیار زیاد بوده است شکل(۱۳).



شکل(۱۳). الف)سکوهای پله ای ب)چالاب، ج)رخنمون های سنگی، د)خیزآب. و)دو کانال شدن رودخانه به دلیل موانع طولی در بازه ۶

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

جدول(۲). خصوصیات و وضعیت بازه‌ها

بازه	الگو	ویژگی ها	امتیاز MQI	وضعیت مورفولوژیکی
۱	مارپیچی منظمی	محدود، عرض بین ۶/۸ تا ۱۰/۵متر، قطع درختان در اطراف رودخانه به منظور بهره برداری انسانی، مورفولوژی آن سکو و خیزآب، نیز انواع خاکریزها و ریزش ها	۰/۲۸	خیلی ضعیف
۲	سینوسیته نامنظم	نیمه محدود، مورفولوژی خیزآب، وجود ساخت و ساز های متعدد در حاشیه رودخانه، وجود موانع چوبی در داخل بستر رودخانه	۰/۴۸	ضعیف
۳	سینوسیته منظم	نیمه محدود، وجود موانع متعدد طولی وجانبی، وجود انواع ریزش و لغزش در کناره رودخانه، قطع درختان در حاشیه رودخانه، دستکاری در بستر رودخانه و ایجاد آبشارهای مصنوعی. وجود موانع چوبی متعدد در بستر رودخانه، مورفولوژی خیزآب و تندآب	۰/۳۲	ضعیف
۴	شریانی	نیمه محدود، مورفولوژی خیزآب و تندآب، وجود انواع موانع طولی و جانبی، برداشت شن و ماسه، ایجاد بستر مصنوعی، قطع درختان، وجود دامنه های ناپایدار.	۰/۱	خیلی ضعیف
۵	مئاندرهای خندقی	نامحدود، افزایش شیب رودخانه و کاهش ساخت و ساز در اطراف رودخانه، تنوع مورفولوژی رودخانه، وجود دامنه های ناپایدار در اطراف رودخانه. کاهش چشمگیر پوشش گیاهی	۰/۲۱	خیلی ضعیف
۶	سینوسی نامنظم	نامحدود، تنوع زیاد مورفولوژی رودخانه، شیب زیاد رودخانه و حاشیه رودخانه، وجود موانع طولی و جانبی در بستر رودخانه	۰/۲۵	خیلی ضعیف

(مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷)

نتیجه گیری

منطقه مورد مطالعه به دلیل برخورداری از موقعیت کوهستانی، اقلیم مناسب، وجود رودخانه، نزدیکی به شهر تهران به عنوان یک منطقه تفریحی و توریستی شناخته شده و همین امر سبب ساخت و سازهای مجاز و غیر مجاز بسیاری در اطراف رودخانه، دستکاری بستر رودخانه، آلودگی رودخانه، برداشت شن و ماسه و .... در این منطقه شده است. تغییراتی که در بستر رودخانه جاجرود بخاطر این برداشت‌های غیر قانونی صورت گرفته در زمان بارندگی به حواشی این رودخانه آسیب‌هایی جدی وارد کرده است. در بازه‌های شمالی منطقه به دلیل شیب کمتر دامنه‌ها و فاصله بستر رودخانه با دامنه اصلی کوه فعالیت‌ها و ساخت و سازهای انسانی در منطقه بیشتر به چشم می‌خورد در حالی که قسمت‌های جنوبی منطقه به دلیل شیب تند دامنه‌ها، و وجود حرکات دامنه‌ای متعدد ساخت و سازهای انسانی هم کمتر شده است. تمامی این عوامل باعث گردید که تمام بازه‌های مورد مطالعه به لحاظ شاخص MQI در وضعیت ضعیف و خیلی ضعیف قرار دارند.

ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه اکنون به عنوان یک گام اساسی در ارزیابی شرایط اکولوژیکی رودخانه در نظر گرفته شده است. این نوع ارزیابی نیازمند شناخت فرآیند و ارائه یک ارزیابی کلی از شرایط رودخانه است. روش شاخص کیفیت مورفولوژیکی روش مناسبی برای بررسی شرایط بستر رودخانه‌ها می‌باشد. مقیاس فضایی کاربرد شاخص کیفیت مورفولوژیکی، بستر رودخانه است و شرایط کل کریدور رودخانه (مثلا مجرای فعال و سیلاب‌دشت‌های مجاور/ پادگانه‌های جدید) در ارزیابی در نظر گرفته می‌شوند. علاوه بر این، در رویکرد سلسله‌مراتبی اتخاذ شده این روش ، عناصر در مقیاس حوضه آبریز (به عنوان مثال شار رسوب) و

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

مقیاس محل (به عنوان مثال شرایط زیرلایه) نیز در نظر گرفته شده است. از مهمترین مسائل در به کارگیری این روش سطح تخصص محقق می‌باشد. زیرا برخورداری از دانش تخصصی از مفاهیم ژئومورفیک رودخانه ای برای کاربرد شاخص کیفیت مورفولوژیکی لازم و ضروری است.

در آخر باید ذکر کرد با توجه به اینکه بررسی مسیر رودخانه‌ها یکی از مهم ترین مسائل هیدرومورفولوژی است، یافته های حاصل از این تحقیق می‌تواند در رابطه با نحوه دخل و تصرف در محیط‌های رودخانه‌ای، اقدامات ناشی از اجرای طرح های اصلاح مسیر، تثبیت کناره ها، اقدامات مهندسی بستر رودخانه‌ها و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها و مدیریت بهینه رودخانه مفید واقع شود.

منابع

اسماعیلی، رضا، ولی خانی، ساره، (۱۳۹۳)، **ارزیابی و تحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه ی لاویج با استفاده از شاخص کیفیت مورفولوژیکی**، پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، **۲ (۴): ۳۷-۵۳.**

لایقی، صدیقه، کرم، امیر، (۱۳۹۳)، **طبقه‌بندی هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با مدل روزگن**، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، **۳ (۳):۱۴۳-۱۳۰.**

مقصودی، مهران، زمان زاده، سید محمد، یمانی، مجتبی، حاجی زاده، عبدالحسین، (۱۳۹۶)، **ارزیابی تغییرات الگوی پیچان رودی رودخانه مارون و تحلیل هیدروژئومورفولوژی منطقه موردی: رودخانه مارون(از سرچشمه تا ورودی آن به رودخانه جراحی)**، فصل نامه جغرافیای طبیعی،**۱۰ (۳۵): ۱-۲۸.**

یزدان پناه اسرمی، مهدی،(۱۳۹۱)، **آشکار سازی تغییرات هندسی رودخانه قمرود از سد کوچری تا سد پانزده خرداد**. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، به راهنمائی دکتر ابراهیم مقیمی.

یمانی، مجتبی، مقصودی، مهران، محمد خان، شیرین، مرادی، انوار، (۱۳۹۴)، **طبقه بندی مورفولوژیکی آبراهه رودخانه تلوار بر اساس روش رزگن و کارایی آن (حدفاصل روستای کچی گرد تا حسن خان)**، پژوهش های دانش زمین، **۶ (۳۲) : ۱-۱۸.**

Antonelli, C., Provansal, M., Vella, C., (2004), **Recent Morphological Channel Changes in a Deltaic Environment the Case of the Rhone River, France,** Journal Geomorphology, **Vol. (57):** 385-402.

Belletti, Barbara, Rinaldi, Massimo, Bussettini, Martina, Comiti, Francesco, M. Gurnell, Angela, Mao, Luca, Nardi, Laura, Vezza, Paolo.2017, **Characterising physical habitats and fluvial hydromorphology: A new system for the survey and classification of river geomorphic units**, Journal Geomorphology, Vol **(283):** 143–157

Campana, Daniela, Marchese, Enrico, I, Joshua. Theule, Comiti, Francesco, (2014), **Channel degradation and restoration of an Alpine river and related morphological changes**, Journal Geomorphology, **(221):** 230–241.

Chandesris, A., Mengin, N., Malavoi, J.R., Souchon, Y., Pella, H., Wasson, J.G., (2008). **Systeme Relationelle d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau. Principes et methods**, Cemagref, Lyon. **3(1):**55-72.

Choné, G., Biron, P.M., 2016. **Assessing the relationship between river mobility and habitat**. River Res. Appl. **32**, 528–539

Gregory, K.J. (2006), **the human role in changing river channels,** Journal of Geomorphology, **(79):**172-191.

Downloaded from jgs.khu.ac.ir at 12:29 IRDT on Saturday July 20th 2019

Golfieria, Bruno, Suriana, Nicola, Hardersen, Sönke, (2018), **towards a more comprehensive assessment of river corridor conditions: A comparison between the Morphological Quality Index and three biotic indices**, journal Ecological Indicators, **(84):** 525–534.

Gurnell, A.M, Rinaldi, M. Buijse, A.D, Brierley, G, Piegay, H. 2016, **Hydromorphological frameworks: emerging trajectories**. Aquat. Sci. **(78):** 135- 138.

Gurnell, A.M., Rinaldi, M., Belletti, B., Bizzi, S., Blamauer, B., Braca, G., Buijse, A.D., Bussettini, M., Camenen, B., Comiti, F., Demarchi, L., García De Jalón, D., González Del Tánago, M., Grabowski, R., Gunn, I., Habersack, H., Hendriks, D., Henshaw, A., Klösch, M., Lastoria, B., Latapie, A., Marcinkowski, P., Martínez Fernández, V., Mosselman, E., Mountford, J.O., Nardi, L., Okruszko, T., O'Hare, M.T., Palma, M., Percopo, C., Surian, N., van de Bund, W., Weissteiner, C., Ziliani, L., 2016. **A multiscale hierarchical framework for developing understanding of river behaviour to support river management.** Aquat. Sci. **78 (1):**1–16.

Ollero Ojeda, A., Ballarin Ferrer, D., Diaz Bea, E., Mora Mur, D., Sanchez Fabre, M., Acin Naverac, V., Echeverria Arnedo, M.T., Granado Garcia, D., Gonzales, Ibizate, de Matauco, A., Sanchez Gil, L., Sanchez Gil, N., 2007. **UN indice hydrogeomorphologico (IHG) para la evaluacion Del estado ecologico de sistemas fluviales**. Geographicalia, **52(3):** 113–14

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M., (2013). **A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams**: The Morphological Quality Index (MQI) Geomorphology 180–181, 96–108.

Rinaldi, M. Belletti, B, Bussettini, M, Comiti, F. Golfieri, B., Lastoria, B. Marchese, E. Nardi, L, Surian, N. (2017), **New tools for the hydromorphological assessment and monitoring of European streams,** Journal of Environmental Management, **202(1),** 363- 378.

Rigon, E. Moretto, J. Delai, F. Picco, L. Ravazzolo, D. Rainato, R. Lenzi, M.A. (2013), **Application of the new Morphological Quality Index in the Cordevole river (BL, Italy**), Journal of Agricultural Engineering 2013; volume XLIV(s2): **(9):** 46- 51.

Tockner, K, Pusch, M, Borchardt, D, Lorange, M.S, (2010), **multiple stressors in coupled river-floodplain ecosystems.** Freshw.Biol. **(55):** 135-151.

Thorne, C.R. (1999). **Stream reconnaissance handbook: Geomorphological investigation and analysis of river channels**, John Wiley sons, Chichester.

Wang, J., Ishidaira, H., (2012), **Effects of Climate Change and Human Activities on in Flowing to the Hoban Reservoir in the Red River Basin**, the 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modeling, China.