پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال چهاردهم، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۴
صص. ۱۷۶-۱۵۵

ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه ویهج در محدوده شهری قروه با استفاده از شاخصIHG

علی عبدالملکی* – دانشجوی مقطع دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا. دانشگاه رازی کرمانشاه.
پیمان کریمی سلطانی – مدرس دانشگاه فرهنگیان و عضو هیئت علمی.

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۱۰/۲۱ تائید نهایی: ۱۴۰۴/۰۳/۱۰

چکیده

تغییر و دگرگونی جزء صفات دائمی رودخانه‌ها است که بر اساس نوع استفاده و دخالت در آن می‌تواند موجب تغییراتی در کانال رود و حاشیه آن گردد. در پژوهش حاضر، کیفیت هیدروژئومورفولوژی رودخانه ویهج در بازه شهری قروه (ابتدای بازه شهری قروه تا روستای ویهج به طول ۸ کیلومتر) مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از شاخص هیدروژئومورفولوژیکی IHG در طول مسیر اصلی رودخانه، به هفت (بازه) تقسیم و مقدار این شاخص برای هر بازه تعیین گردید. شاخص IHG تعداد ۹ پارامتر را در سه گروه (کیفیت عملکرد رودخانه، مورفولوژی آبراهه، پوشش گیاهی کنار رود) ارزیابی می‌کند. مقدار هر پارامتر بین ۱ تا ۱۰، متناسب با وضعیت طبیعی و عملکرد حوزه رودخانه قرار دارد. بر اساس نتایج، بازه‌های شماره ۱ و ۵ دارای وضعیت ضعیف، بازه‌های شماره ۶ و ۷ دارای وضعیت خوب و بازه‌های شماره ۲، ۳ و ۴ به دلیل دخالت‌های انسانی (از جمله تغییر در الگوی مورفولوژی، ایجاد سازه‌های مهندسی در بستر رودخانه، قطع پیوستگی آبراهه اصلی، ساخت‌وساز در سیلاب‌دشت و تغییر کاربری محدوده سیلاب‌دشت رودخانه به کاربری مسکونی و زراعی)، از کیفیت خیلی ضعیف برخوردار هستند. همچنین، کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شهری رودخانه به دلیل گسترش فضای شهری و سکونتگاهی، استخراج بی‌رویه شن و ماسه، بیشترین اثرات منفی را دارد.

واژگان کلیدی: شاخص هیدروژئومورفولوژیک (IHG)، مورفولوژی رودخانه، توسعه شهری، شهر قروه، رودخانه ویهج

---

* نویسنده مسئول: E-mail: a.abdolmaleki@razi.ac.ir

مقدمه

اصطلاح هیدروژئومورفولوژی، تغییرات در رژیم رودخانه، حمل رسوب، مورفولوژی رودخانه، تغییرات جانبی مجرا را مورد توجه قرار می‌دهد که در مطالعات هیدرولوژی، ژئومورفولوژی و اکولوژی کاربرد داشته و فرایندهای طبیعی را در اقدامات و استراتژی‌های مربوط به مدیریت رودخانه در بر می‌گیرد (لارج و نیوسون[1]، ۲۰۰۶. رینالدی و سورین[2]، ۲۰۰۳). رودخانه‌ها از مهم‌ترین عوامل مؤثر در فرایندهای ژئوموفولوژیک زمین و چرخهٔ فرسایش هستند (شایان و همکاران، ۱۳۹۶). مداخلات انسانی به طور غیرمستقیم فرایندهای ژئومورفیکی مانند انتقال رسوب، فرسایش و رسوب‌گذاری در امتداد رودخانه‌ها را تغییر می‌دهد (رجبی و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۵۸) و توزیع مکانی و سرعت این فرایندها، تغییرات عمیقی را در مورفولوژی رودخانه ایجاد می‌کند (ایوب زاده و همکاران، ۱۴۰۱). گسترش سکونتگاه‌های انسانی در قالب افزایش ساخت‌وسازها و دامنه نفوذ انسان و بهره‌برداری هر چه بیشتر از طبیعت موجب تخریب محیط طبیعی و برهم‌خوردن اکوسیستم طبیعی می‌شود. برهم‌خوردن تعادل اکوسیستم آن هم در این زمان کم، خود ناپایداری منابع آب را تشدید کرده و اکولوژی گیاهی، جانوری و در نهایت انسانی در حوزه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (اصغری سراسکانرود، ۱۳۹۶: ۱۱۷). در این صورت با این روند گسترش سکونتگاه‌ها و تغییرات کاربری زمین و افزایش دخالت‌های انسانی، پایداری محیطی با آسیب جدی مواجه خواهد شد (رحمانی فضلی و صالحیان بادی، ۱۳۹۵). حدود ۵۰ درصد از سطح زمین در اثر تلاش انسان تغییریافته است (هوک[3] و همکاران، ۲۰۱۲. رودز[4] و همکاران، ۲۰۱۶ و بیسواس[5] و همکاران، ۲۰۲۱). همواره زندگی بشر در کناره رودخانه‌ها، تغییرات زیادی در بستر و کناره رودخانه‌ها ایجاد کرده و آسیب‌های زیادی بر اکوسیستم، ظرفیت آبگذری و شرایط تعادل ژئومورفولوژیکی وارد کرده است که این آسیب‌ها مشکلات فراوانی را نیز برای خود بشر به وجود آورده است (پور طبری و همکاران، ۱۳۹۶: ۲). توسعه مناطق مسکونی در اطراف سامانه‌های رودخانه‌ای نقش زیادی در کنترل ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ها، به‌ویژه باریک شدن رودخانه‌ها ایفا کرده است (یوسفی و همکاران، ۲۰۱۹: ۴). پیامدهای مستقیم نقش انسان که در آن فعالیت انسانی از طریق کارهای مهندسی از جمله کانال‌سازی، سدسازی، انحراف و کالورت سازی بر آبراهه رودخانه تأثیر می‌گذارد، مدت‌هاست که شناخته شده است (گریگوری[6]، ۲۰۰۶). پایداری رودخانه و واکنش به شرایط محیطی در حال تغییر به‌شدت به ویژگی مکانی و موضعی (نوع کانال و درجات آزادی؛ ماهیت رسوبات، رژیم‌های هیدرولوژیکی و پوشش گیاهی؛ محدودیت‌های انسانی؛ و مداخلات طبیعی و انسانی گذشته) وابسته است (بافینگتون[7]، ۲۰۱۲). برای جلوگیری از تخریب رودخانه‌ها و اکوسیستم‌های آبی نیاز است که چاره‌اندیشی شود و رویکردی برای حفاظت از محیط و عملکرد طبیعی رودخانه‌ها اتخاذ شود. رویکردهایی که در کشورهای پیشرو در زمینه احیاء رودخانه‌ها در نظر گرفته می‌شود همگی بروی حداکثر تلاش برای بازگشت به وضعیت قبل از دست‌کاری رودخانه است (غفورپورعنبران و همکاران، ۱۴۰۲). درک تغییرپذیری هیدروژئومورفیک در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای برای تدبیر و ارائه راهکار مؤثر برای حفاظت و بازیابی سامانه‌های رودخانه‌ای مهم و ضروری است (مونتگومری و بولتون[8]، ۲۰۰۳). دینامیک و پویایی-هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه عامل کلیدی در سامانه‌های رودخانه‌ای است. این نه‌تنها از نظر عملکردی، بلکه از نظر ارزش اکولوژیکی، چشم‌انداز و زیست‌محیطی سامانه‌ها نیز حائز اهمیت است (اولرو اوجدا[9] و همکاران، ۲۰۱۱). از اوایل دهه

---

[1] Large &Newson
[2] Rinaldi &Surian
[3] Hooke
[4] Rhoads
[5] Biswas
[6] Gregory
[7] Buffington
[8] Montgomery & Bolton
[9] Ollero Ojeda

۱۹۸۰، طیف گسترده‌ای از روش‌های ارزیابی با تفاوت‌های قابل‌توجه در اهداف، مقیاس‌های فضایی، کاربرد، رویکردها، شرایط مرجع و غیره توسعه‌یافته است (خالقی و همکاران، ۱۴۰۰). روش‌های ارزیابی هیدرومورفولوژیکی به ۵ دسته تقسیم می‌شوند: ۱- ارزیابی زیستگاه طبیعی (لورنز[۱]،۲۰۰۶). ۲- ارزیابی روش هیدرولوژیکی[۲] (مارتینز سانتا ماریا و فرناندز یوست[۳]، ۲۰۰۹).۳- ارزیابی مورفولوژیکی[۴] (رینالدی و همکاران، ۲۰۱۳). ۴- ارزیابی زیستگاه اطراف رودخانه[۵] (گونزالس دلتاناگو و گارسیا دی جالون[۶]، ۲۰۱۱). ۵- ارزیابی تداوم و استمرار حیات ماهی‌ها (بورن[۷] و همکاران، ۲۰۱۱). روش‌های ارزیابی مورفولوژیکی با روش‌های ارزیابی زیستگاه طبیعی متفاوت است؛ زیرا دیدگاه ژئومورفولوژیکی گسترده‌تری دارند و به فرایندهای فیزیکی (مانند تداوم هیدرولوژیکی و رسوب، انتقال رسوب، فرسایش، تنظیم کانال) و تغییرات ناشی از فشارهای انسانی توجه بیشتری می‌کنند و معمولاً در مقیاس‌های بازه و حوزه استفاده می‌شوند. همچنین روش‌های مورفولوژیکی فرایندگرا هستند و به‌طورکلی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه را در مقیاس زمانی بیشتر ارزیابی می‌کنند (رینالدی[۸] و همکاران، ۲۰۱۳).

شاخص ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی (IHG[۹]) برای اجرای دستورالعمل $EU/۶۰/۲۰۰۰$ برای کاهش نابودی سامانه‌های رودخانه‌ای، شناسایی، درک و حل یا کاهش مشکلات زیست‌محیطی این سامانه‌ها، بهبود و حفظ عملکرد و طبیعی بودن آنها، تأیید و تشخیص ارزش هیدروژئومورفولوژیکی آنها، برای افزایش آگاهی در جامعه استفاده می‌شود. **این شاخص** در بیش از ۴۰۰ رودخانه و بازه‌های رودخانه مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین توسط گروه‌های تحقیق دیگری مورد توجه و استفاده قرار گرفته است: از جمله (رینالدی و همکاران، ۲۰۱۰. آلوارز و همکاران، ۲۰۱۰ و راون[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۰). تجربیات به‌دست‌آمده از این کاربردها باعث شده تا نویسندگان برخی تغییرات روش‌شناختی را در این شاخص ارائه دهند. این تغییرات شامل ارزیابی تأثیرات انسانی بیشتر و اصلاح برخی امتیازات است. همچنین ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود، کریدورها نیز بازسازی شده است (اولرو اوجدا، ۲۰۱۱). تحقیق دیگری توسط (اولرو اوجدا، ۲۰۱۵)، بروی رودخانه البرو و انشعابات آن در اسپانیا بر اساس روش IHG انجام شده است. نتایج این مطالعه ارائه مروری بر برخی از مشکلات جاری برای جریان‌های شمال شرقی شبه‌جزیره ایبری، بررسی پروژه‌های مختلف ژئومورفیک و مدیریت رودخانه، ارائه پیشنهادها و استراتژی‌های مدیریتی برای پروژه‌های آتی به‌ویژه در ارتباط با مفاهیم اصلی رویکرد قلمرو رودخانه‌ای است. همچنین (باربوزا[۱۱] و همکاران، ۲۰۲۰)، در مقاله‌ای کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه اوتکابامبا[۱۲]، واقع در حوزه آمازون، را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که رودخانه اوتکابامبا تحت‌تأثیر اثرات مهم دخالت‌های انسانی که شرایط هیدروژئومورفولوژیکی را تغییر می‌دهد، با آسیب بیشتری، آنها به منبع رودخانه در قسمت خروجی آسیب می‌رساند. تحقیق دیگری توسط (باربوزا و همکاران، ۲۰۲۰)، با عنوان کاربری اراضی موجود و کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه

[1] Lorenz
[2] Hydrological assessment
[3] Martínez Santa-María & Fernández Yuste
[4] Morphological assessment
[5] Riparian assessment
[6] González Del Tánago & García De Jalón
[7] Bourne
[8] Rianldi
[9] Hydro-Geomorphological Index
[10] Raven
[11] Barboza
[12] Utcubamba River

سن‌آنتونیو انجام‌گرفته است آنان به ارزیابی کاربری اراضی موجود و کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی در رودخانه سان آنتونیو[1]، واقع در استان‌های چچاپویاس[2] و رودریگز دو مندوزا[3] در بخش آمازون[4] (پرو) پرداختند.

در ایران ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی رودخانه توسط پژوهشگرانی از جمله کرم و ایلانلو (۱۳۹۹)، خالقی و همکاران (۱۴۰۰)، با استفاده از روش کیفیت مورفولوژیکی رودخانه (MQI) و بررسی خصوصیات هیدروژئومورفولوژی رودخانه توسط احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۶)، غفورپورعنبران (۱۳۹۴) صورت‌گرفته است.

باتوجه‌به اینکه در اکثر تحقیقات داخل کشور، شرایط و کیفیت هیدرومورفولوژیکی رودخانه با استفاده از روش‌هایی همچون روش MQI مورد بررسی قرار گرفته، لزوم استفاده از سایر روش‌های هیدرومورفولوژیکی جهت ارزیابی شرایط و کیفیت هیدرولوژیکی، مورفولوژیکی و اکولوژیکی رودخانه ضروری به نظر می‌رسد. به همین دلیل، در تحقیق حاضر سعی بر آن است که روش IHG که شرایط مورفولوژی، هیدرولوژیکی و اکولوژی را به‌صورت یکپارچه و جامع در نظر می‌گیرد، به‌عنوان روش تحلیلی تحقیق به کار گرفته شود.

در سال‌های اخیر، به دلیل گسترش شهرنشینی، تجاوز به حریم رودخانه، ساماندهی رودخانه با روش‌های سنتی مهندسی از جمله آبراهه سازی و مستقیم کردن رودخانه، تغییر کاربری اراضی، برداشت شن و ماسه از رودخانه و...آسیب‌های جدی را بر اکوسیستم رودخانه ویهج وارد کرده است. کاهش مقطع جریان، کاهش زمان تمرکز حوزه، افزایش حجم رواناب و سیلاب، ازبین‌رفتن محیط اکولوژیکی موجود در آب رودخانه از جمله مواردی هستند که ناشی از استفاده غیراصولی انسان‌ها از محیط طبیعی و سامانه رودخانه (حوضه و کانال رود) است. همه این عوامل، بر شرایط هیدرومورفولوژی رودخانه و عملکرد طبیعی آن تأثیر می‌گذارد و بنابراین نیاز به ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه ویهج احساس می‌شود.

باتوجه‌به توضیحات فوق، هدف تحقیق حاضر، ارزیابی و تحلیل تأثیر دخالت‌های انسانی بر شرایط هیدروژئومورفولوژی رودخانه اعم از شرایط مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی، اکولوژی و پوشش گیاهی حاشیه رود و شناسایی بازه‌های آسیب‌پذیر و ارائه راهکارهایی جهت ساماندهی و احیای رودخانه است؛ بنابراین، در این پژوهش ارزیابی شرایط هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه ویهج در بازه‌های شهری تا روستای ویهج با استفاده از شاخص هیدروژئومورفولوژیکی IHG بررسی می‌شود. در نهایت، نتایج این تحقیقات می‌تواند برای مدیریت رودخانه در زمینه احیا و ساماندهی، طرح‌ها و پروژه‌های مهندسی مفید واقع شده و مشارکت هر چه بیشتر ژئومورفولوژیست‌ها را در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی محیطی به دنبال داشته باشد.

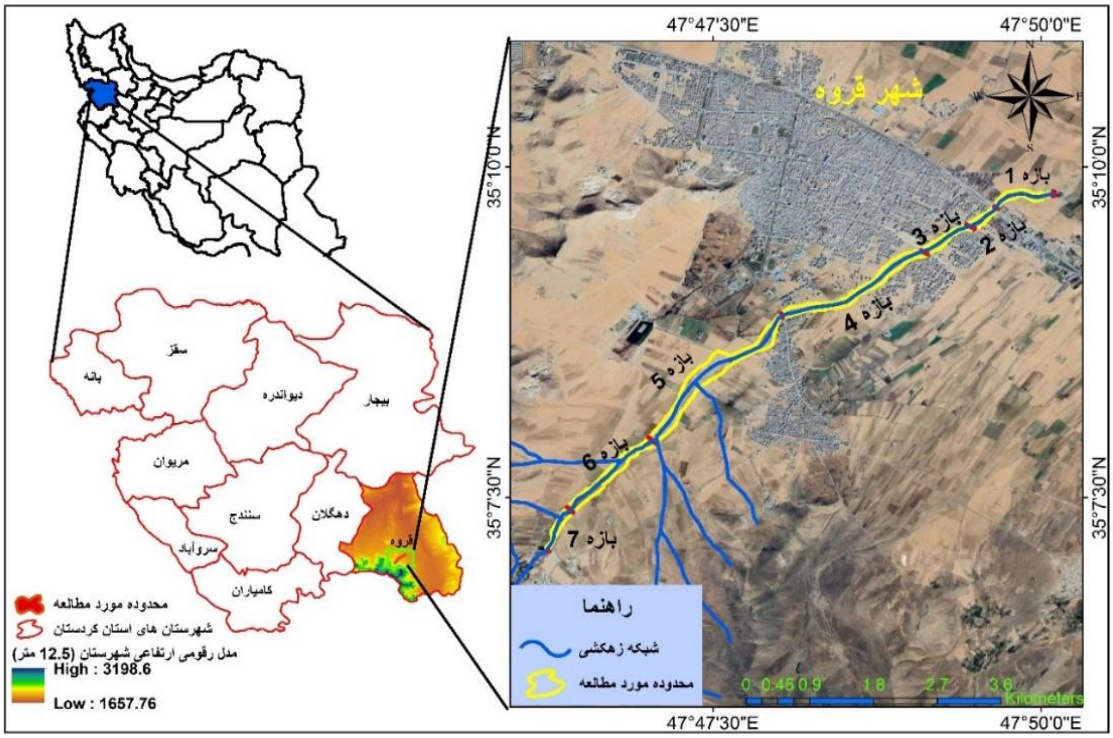
روش تحقیق

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

شهرستان قروه ما بین عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی تا ۳۵ درجه و ۱۹ دقیقه و ۴۵ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۵ دقیقه و ۱۵ثانیه شرقی تا ۴۷ درجه و ۵۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه شرقی، وسعت حدود ۲۴۸۰ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است. این شهرستان در جنوب شرقی استان کردستان قرار گرفته است که از شمال به بیجار ، از شرق به همدان ، از جنوب به کرمانشاه و از غرب به دهگلان محدود شده است. این شهرستان در یک دشت تراکمی و در پایین دست مخروط‌افکنه‌های حاصل از ارتفاعات خود بنا شده است. دشت قروه در ارتفاع ۱۹۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. ارتفاع زیاد آب و هوای خاصّی را در منطقه ایجاد کرده است که دارای زمستان بسیار سرد با برف‌های سنگین و تابستان نسبتاً خنک با وزش بادی همیشگی است. به علت گرم و خشک بودن، میزان رطوبت هوا کمتر و باران‌های بهارو پائیز متوسط است. میزان بارندگی متوسط سالیانه آن حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. با توجه به شکل شماره

[1] San Antonio River
[2] Chachapoyas
[3] Rodríguez de Mendoza
[4] Amazonas

(۱)، منطقه‌ی مورد مطالعه یکی از زیرحوضه‌های، حوضه‌ی قزل‌اوزن در شرق و جنوب استان کردستان است که بین عرض جغرافیایی ″۳۰ ′۷ °۳۵ تا ′۱۰ °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی ″۳۰′۴۷ °۴۷ تا ′۵۰ °۴۷ شرقی قرار گرفته است. شاخه‌ی اصلی این زیر حوضه رودخانه‌ی ویهج است که از ارتفاعات جنوب و جنوب‌شرق قروه سرچشمه می‌گیرد و به رودخانه‌ی شور می‌پیوندد. توپوگرافی مناسب دشت و عبور جاده ارتباطی همدان–سنندج سبب توسعه‌ی سریع شهر به سمت رودخانه ویهج گردیده و این امر باعث تغییر و تحولات بسیاری بروی رودخانه شده است.



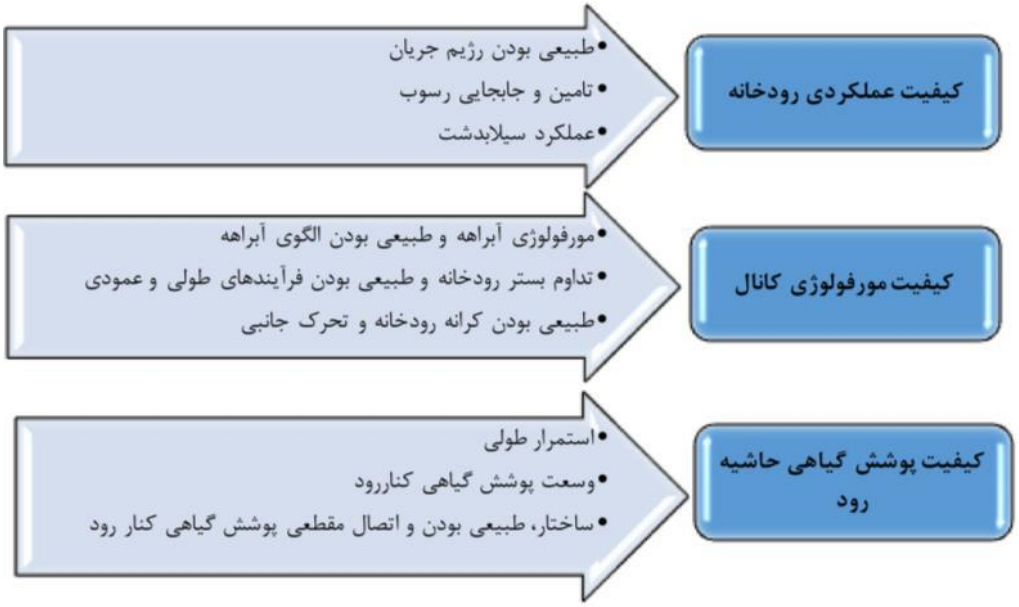
شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده و روش کار

این پژوهش باتوجه‌به شناسایی بازه‌های آسیب‌پذیر بر اساس ویژگی‌های هیدرولوژیکی، مورفولوژیکی و اکولوژیکی، و از طرف دیگر به دلیل بررسی تأثیر دخالت‌های انسانی بر ویژگی هیدروژئومورفولوژی رودخانه در محدوده‌های شهری و کاربرد نتایج حاصله در حوضه‌های مدیریت شهری و ارائه راهکار مدیریتی جهت احیا و ساماندهی رودخانه، جنبه کاربردی دارد. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، مدل ارتفاعی رقومی (DEM) ۱۲/۵ متر و تصاویر Google Earth است. به‌منظور تکمیل فرایند تجزیه‌وتحلیل تحقیق، بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه صورت‌گرفته است. برای برداشت پارامترهای از جمله عرض و عمق رودخانه از شاخص نقشه‌برداری و برای برداشت مختصات نقاط از دستگاه GPS استفاده گردید. در نهایت جهت دستیابی به اهداف تحقیق، ارزیابی و تحلیل هیدرومورفولوژیک رودخانه ویهج با استفاده از شاخص هیدروژئومورفولوژیکی (IHG) انجام شده است. شناسائی منطقه مورد مطالعه و روش ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی در بخش‌های زیر شرح داده شده است.

شاخص هیدروژئومورفولوژیکی

شاخص IHG[۱] در مطالعات رودخانه شامل ۹ پارامتر است (باتوجه‌به شکل شماره ۲، فلوچارت شاخص IHG) که مطابق جدول ۱ در سه گروه قرار می‌گیرند: ۱-کیفیت عملکرد سامانه رودخانه‌ای، ۲-کیفیت مورفولوژی آبراهه و ۳-کیفیت پوشش گیاهی کنار رود. نمره‌دهی هر پارامتر، متناسب با وضعیت طبیعی و عملکرد سامانه رودخانه، در دامنه ۱ تا ۱۰ قرار دارد. مقدار حداکثر ۱۰ نشانگر عملکرد کاملاً طبیعی رودخانه یا وجود اثرات ناچیزی است که بر طبیعی بودن سامانه رودخانه تأثیر نگذارد. گرچه، پس از ارزیابی تأثیرات و فشارها، بر اساس معیارهای مختلف امتیاز از این مقدار اولیه کسر می‌شود. بر اساس جدول ۱، ارزیابی کامل هیدروژئومورفولوژیکی با شاخص IHG، از مجموع نمرات ۹ پارامتر انجام می‌شود. بالاترین امتیاز ممکن ۹۰ امتیاز است. کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی در امتیاز بین ۷۵ و ۹۰ بسیار مناسب؛ از ۶۰ تا ۷۴ خوب؛ از ۴۲ تا ۵۹ متوسط؛ از ۲۱ تا ۴۱ ضعیف؛ و از ۰ تا ۲۰ امتیاز بسیار بد در نظر گرفته می‌شود. بااین‌حال، این شاخص همچنین می‌تواند برای ارزیابی کیفیت سامانه بر اساس یک گروه واحد از پارامترها استفاده شود: عملکرد، کیفیت بستر رود، کیفیت پوشش گیاهی کنار رود. در چنین مواردی، فقط مقادیر ۳ پارامتر موجود در هر یک از این گروه‌ها با حداکثر ۳۰ امتیاز اضافه می‌شود. شرح جزئی پارامترها و روش امتیازدهی برای هر یک از سه گروه در جدول شماره (۱)، ارائه شده است. برای استفاده از شاخص IHG ، مسیر رودخانه مورد ارزیابی باید به‌صورت طولی در بازه‌ها تقسیم شود. بر همین اساس با استفاده از تصاویر گوگل ارث، بازدیدهای میدانی، نقشه‌های توپوگرافی امتیازات لازم برای مسیل‌ها مورد مطالعه با توجه به نمرات شاخص ارزیابی که توسط (اولرو و همکاران، ۲۰۱۱)، ارائه شده است در نظر گرفته شده است. نتایج بازه‌بندی رودخانه در بخش بعدی آمده است.



شکل ۲. پارامترهای شاخص ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی (IHG) (ماخذ: اولرو و همکاران، ۲۰۱۱).

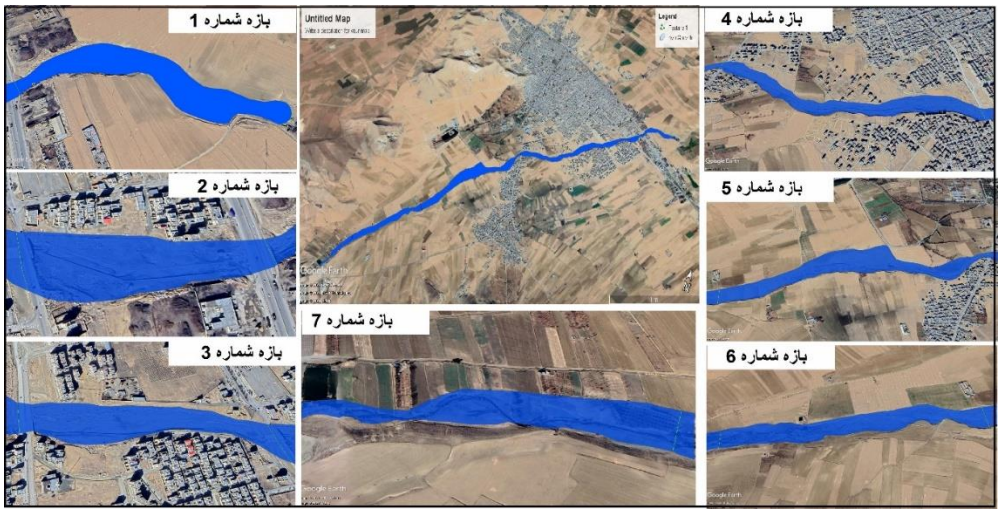
[۱] Hydro-Geomorphological Index

جدول ۱: نمرات کل و جزئی برای هر بخش از شاخص های IHG و کلاس های کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی (Ollero et al, 2011)

کیفیت عملکردی		کیفیت مورفولوژیکی		کیفیت پوشش گیاهی حاشیه رود		مجموع شاخص هیدروژئومورفولوژی (IHG)	
۳۰-۲۵	خیلی خوب	۳۰-۲۵	خیلی خوب	۳۰-۲۵	خیلی خوب	۹۰-۷۵	خیلی خوب
۲۴-۲۰	خوب	۲۴-۲۰	خوب	۲۴-۲۰	خوب	۷۴-۶۰	خوب
۱۹-۱۴	متوسط	۱۹-۱۴	متوسط	۱۹-۱۴	متوسط	۵۹-۴۲	متوسط
۱۳-۷	ضعیف	۱۳-۷	ضعیف	۱۳-۷	ضعیف	۴۱-۲۱	ضعیف
۶-۰	خیلی بد	۶-۰	خیلی بد	۶-۰	خیلی بد	۲۰-۰	خیلی بد

بازه‌بندی رودخانه ویهج

شاخص IHG به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژیک سامانه‌های رودخانه‌ای ارائه شده است. این شاخص بر اساس فشارهای انسان‌ساخت و تأثیرات بر عناصر هیدروژئومورفولوژیکی، فرایندها و عملکردهای سامانه رودخانه است. در تحقیق حاضر، مجرای مطالعاتی رودخانه ویهج از بازه‌های شهری رودخانه تا روستای ویهج به طول تقریبی ۸ کیلومتر، بر اساس ویژگی‌های مورفولوژی، اثرات انسان‌ساخت، عرض سیلاب‌دشت، هیدرولوژی و با توجه به شرایط یکسانی که در بازه‌ها وجود داشته به هفت بازه تقسیم شده است (شکل شماره ۳). سپس، شاخص هیدروژئومورفولوژی (IHG) برای هفت بازه مدنظر بر اساس مشاهدات میدانی، تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و مستندات موجود، توسط کارشناس ژئومورفولوژیست ارزیابی شده است. در ابتدا، وضعیت و ویژگی بازه‌ها شرح داده شده است سپس کیفیت عملکردی، کیفیت مورفولوژی و کیفیت پوشش گیاهی حاشیه رود بررسی و امتیازدهی شده و در نهایت، مجموع امتیازات بخش‌های قبل، به‌عنوان کیفیت هیدروژئومورفولوژی در نظر گرفته شده است.



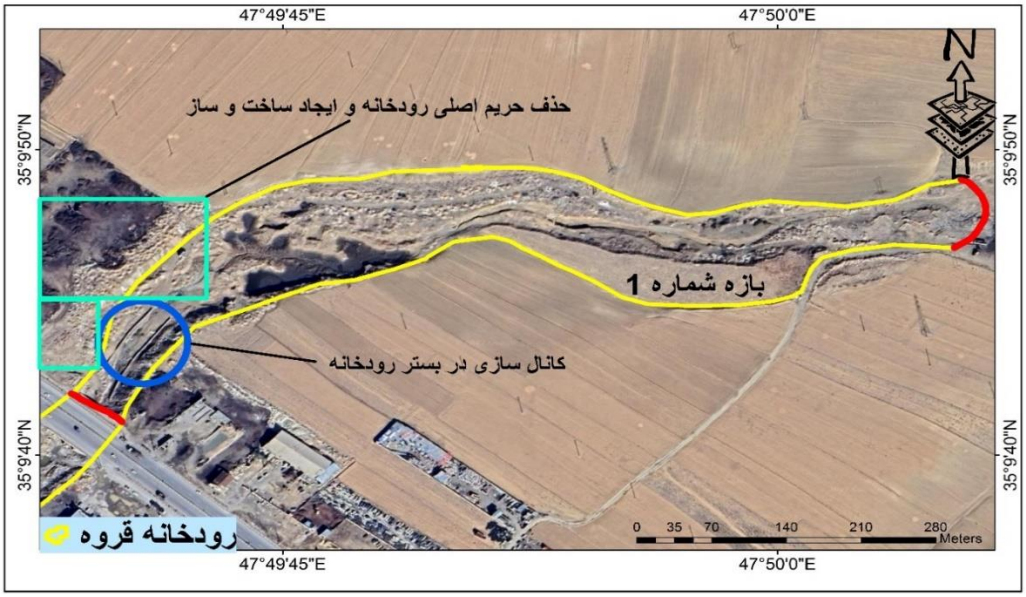
شکل شماره ۳. موقعیت بازه‌های محدوده شهری رودخانه ویهج، از بازه شهری تا پل روستای ویهج

یافته‌های تحقیق

ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه‌ها

بازه شماره ۱: با توجه به شکل شماره (۴)، این بازه انتهای ترین و پایین ترین بازه در حوضه آبریز مورد مطالعه، بطول ۷۷۲ متر است. از پل (جاده اصلی اتوبان سنندج–همدان) بطرف شمال شمال شرقی ما بین اراضی کشاورزی شهرستان ادامه

داشته تا اینکه به رودخانه اصلی شهرستان می‌پیوندد. کرانه راست آبراهه توسط عوارض انسان ساخت و بافت سکونتگاهی محدوده شده است. در این بازه عوارض و دخالت های انسانی به صورت مستقیم در بازه، کاملاً مشهود است، از عوارض و فعالیت های انسان ساخت می‌توان به، ایجاد انبارهای (پوکه معدنی) برای خرید و فروش در کرانه راست رودخانه، استفاده از هر دو کرانه رودخانه برای زمین‌های کشاورزی بدون توجه به محدوده سیلابدشت و همچنین ریختن نخاله‌های ساختمانی در این بازه اشاره داشت. این بازه از رودخانه به لحاظ کیفیت عملکردی، به دلیل انجام فعالیت های انسانی از جمله احداث شهرک‌های مسکونی در بالادست جریان، مستقیم نمودن آبراهه بوسیله کانال سازی در بستر رودخانه، تغییر کاربری و گسترش سکونتگاه در محدوده عملکردی، ایجاد پروژه‌های آبخیزداری در بالادست جریان و پل‌های ارتباطی، رژیم فصلی جریان را تغییر داده است. از طرفی به دلیل عوارض و تأسیسات شهری و انسان ساخت، قطع ارتباط آبراهه با دره و سیلاب دشت در بازه مشهود است. وجود کانال (کانال سازی)، در بستر و ایجاد پل ارتباطی به عنوان موانع انسان ساخت هستند که فرایندهای طولی، عمودی و رفتار هیدرولوژیکی رودخانه را تحت تأثیر قرار داده است و موجب انقطاع تداوم طولی رودخانه شده است.



شکل شماره ۴. بازه شماره ۱ رودخانه ویهج

گسترش فضای کالبدی شهری و تجاوز به حریم رودخانه، ویژگی طبیعی بودن آبراهه و تحرک جانبی را تغییریافته است که تعادل فرایند فرسایش و رسوب آبراهه را نیز مختل کرده است. از نظر کیفیت پوشش گیاهی، در هر دو کرانه رودخانه زمین‌های کشاورزی وجود داشته. بر اساس توضیحات فوق امتیازدهی شاخص IHG نتایج این شاخص حاکی از آن است که در بازه شمارهٔ ۱ کیفیت عملکردی با امتیاز کلی 8 از وضعیت ضعیف، کیفیت مورفولوژی با امتیاز کلی 7 از وضعیت ضعیف و پوشش گیاهی با امتیاز ۲۰ از وضعیت خوب برخوردار است (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۱

	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	۲	۸	ضعیف
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۳		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۳		
	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۳	۷	ضعیف

ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۳		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۱		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۸	۲۰	خوب
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۸		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۴		

بازه شماره ۲: با توجه به (شکل شماره ۵)، این بازه از پل (اتوبان سنندج–تهران)، تا پل شریعتی را در برمی‌گیرد. کرانه چپ رودخانه توسط عوارض انسان ساخت و بافت سکونتگاهی محدوده شده است. در این بازه حریم رودخانه و دشت سیلابی بصورت کامل توسط بافت مسکونی احاطه شده است و بستر رودخانه توسط کانال سازی مستقیم گردیده و مورفولوژی بستر کاملا از بین رفته است. این بازه از رودخانه به لحاظ کیفیت عملکردی، به دلیل انجام فعالیت های انسانی از جمله احداث شهرک‌های مسکونی در بالادست جریان، مستقیم نمودن آبراهه بوسیله کانال سازی در بستر رودخانه، تغییر کاربری و گسترش سکونتگاه در محدوده عملکردی، رژیم فصلی جریان را تغییر داده است. از طرفی به دلیل عوارض و تأسیسات شهری و انسان ساخت، قطع ارتباط آبراهه با دره و سیلاب دشت در بازه مشهود است.

شکل شماره ۵. بازه شماره ۲ رودخانه

ایجاد موانع و کانال در امتداد بازه و وجود پل، تداوم طولی و عمودی آبراهه را تحت‌تأثیر قرار داده است و موجب انقطاع در تداوم آبراهه شده است. در کرانه سمت چپ آبراهه، در اثر گسترش فضای کالبدی و انسان‌ساخت و تجاوز به بستر و حریم رودخانه به طور ناپیوسته، کرانه آبراهه به‌صورت مصنوعی تغییریافته است. این عناصر مصنوعی، مورفولوژی طبیعی آبراهه را تحت‌تأثیر قرار داده و از طرفی تعادل بین فرایند فرسایش و رسوب‌گذاری آبراهه را مختل کرده است. محدوده سیلاب‌دشت در این بازه به‌صورت کامل به‌عنوان محل دپو کردن نخاله‌های ساختمانی و ساختن واحدهای مسکونی مورد استفاده قرار گرفته است (شکل شماره ۶). بر اساس جدول شماره ۳، کیفیت عملکردی و پوشش گیاهی و کیفیت مورفولوژی رودخانه بازه شماره ۲، از وضعیت خیلی بد و کیفیت عملکردی کانال از وضعیت ضعیف برخوردار است.

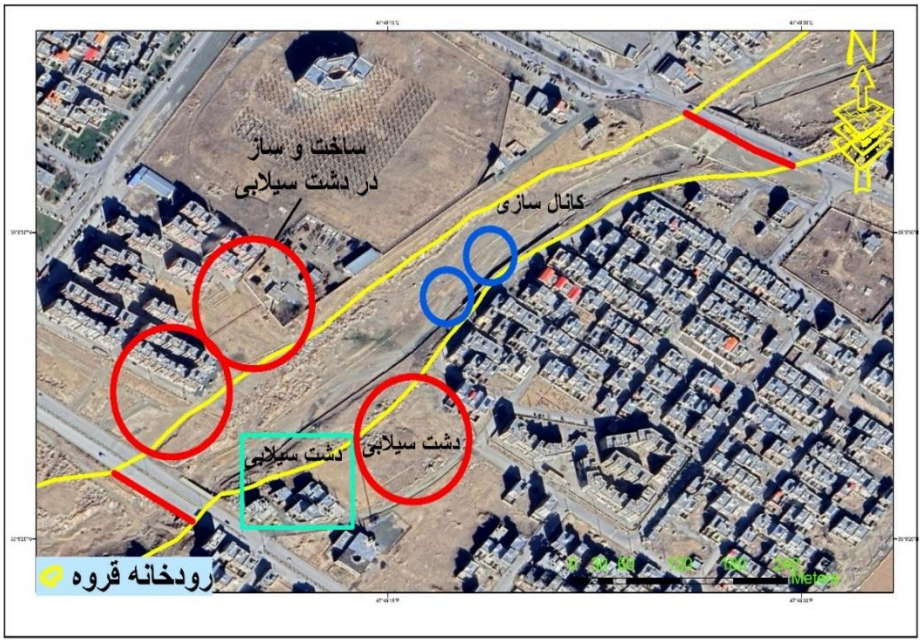
شکل شماره ۶. تخلیه نخاله های ساختمانی در بستر اصلی رودخانه

جدول شماره ۳: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۲

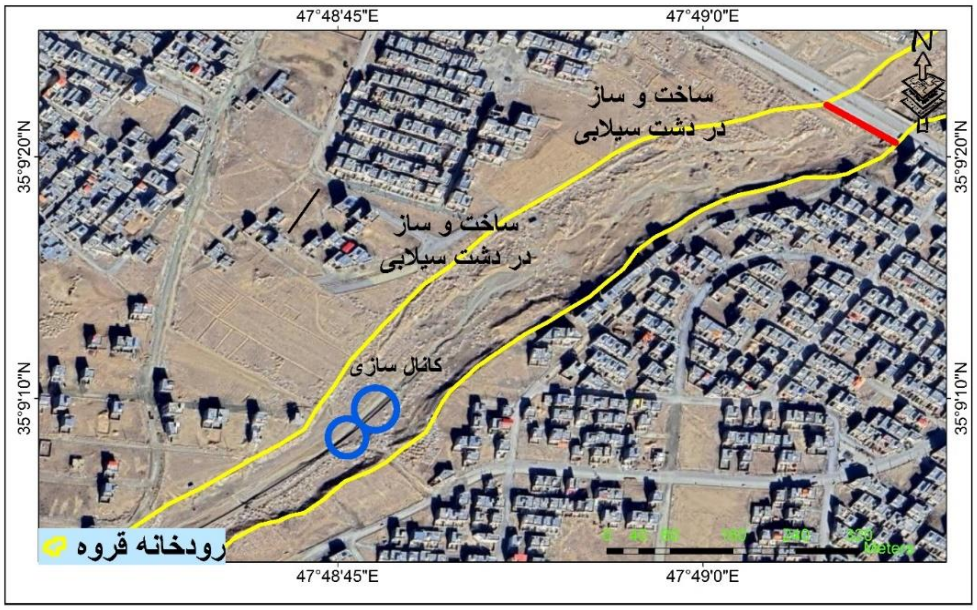
	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	۲	۷	ضعیف
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۱		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۴		
ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۲	۵	خیلی بد
	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۲		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۱		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۰	۰	خیلی بد
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۰		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۰		

بازه شماره ۳ و ۴. مجرای رودخانه در ابتدای ورود به بازه شماره ۳ دارای مورفولوژی سینوسی است که به تدریج با ورود به بازه شماره ۳ و احاطه شدن هر دو کرانه توسط عوارض انسان ساخت و کانال سازی در بستر رودخانه کاملا تغییرات چشم‌گیری نسبت به بالادست و پایین دست خود داشته و می‌توان گفت که بیشترین تغییرات در این دو بازه وجود داشته است. کناره‌های این دو بازه توسط دیواره‌های انسان ساخت تثبیت شده است. به‌طوری که مورفولوژی طبیعی آبراهه دستخوش تغییرات شده و ایجاد دیواره در امتداد بازه، به عنوان موانع ثابت که مستقیماً به آبراهه غالب است منجر به کاهش و محدودیت عملکرد طبیعی سیلاب‌دشت می‌شود. بررسی روند تغییرات مورفولوژی بر اساس تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات تدریجی در مورفولوژی و الگوی رودخانه را نشان می‌دهد که ناشی از گسترش فعالیت‌های انسانی و ایجاد زیرساخت‌ها و عملیات عمرانی در بازه است. در سیلاب‌دشت کاربری‌های انسان‌ساخت گسترش یافته است که عملکرد طبیعی آن را کاهش می‌دهد و به دلیل آبراهه سازی از آبراهه دور نگه داشته شده است. این تغییرات، عملکرد طبیعی سیلاب‌دشت همچون اتلاف انرژی سیلاب و پراکندگی سیلاب را نیز مختل کرده است. دخالت‌های انسانی در این بازه، عملکرد طبیعی جریان و رسوب را مختل کرده و از سویی هیچ گونه ارتباطی با سیلاب‌دشت و اراضی پیرامون وجود ندارد. این امر فرایند حمل و جابه‌جایی رسوب و فرسایش را نیز مختل کرده است. در این بازه‌ها رودخانه کاملاً مستقیم سازی شده است یا در کنار کرانه‌ها (استحکامات ساختمان‌ها، راه‌های ارتباطی، دیواره‌های حفاظتی)، به‌طور ناپیوسته وجود دارد و حرکت جانبی کرانه را مختل کرده است. به لحاظ کیفیت مورفولوژیکی، مسیر آبراهه با هجوم هر دو ساحل تغییریافته

و عرض طبیعی آن کاهش یافته است. محدوده سیلاب‌دشت کاملاً توسط عوارض انسان‌ساخت احاطه شده است و محدوده‌های رسوب با تغییر کاربری به زمین‌های کشاورزی تبدیل گردیده. گسترش فضای کالبدی شهر و تجاوز به حریم رودخانه، ویژگی طبیعی بودن آبراهه و تحرک جانبی را تغییر داده است که تعادل فرایند فرسایش و رسوب آبراهه را نیز مختل کرده است (شکل‌های شماره ۷، ۸ و۹). احداث پروژه آبخیزداری سیل‌بند، برداشت شن و ماسه و ایجاد گوال‌های در سطح بستر رودخانه در بالادست این دو بازه و سایر نگهدارنده‌های رسوب، انسان‌ساخت که قابلیت حفظ و نگهداری رسوب را به ویژه در بالادست بازه دارند، فرایند حمل و حفر رسوب را در طی حوزه و بازه موردنظر مختل کرده است و محدودیت عملکردی را برای حوزه و بازه به همراه داشته است (شکل شماره ۱۰). فعالیت برداشت شن و ماسه و ایجاد تغییرات بسیار زیاد موجب شکل‌گیری بستر منقطع و نابسامان شده است که شرایط اکولوژی و زیست‌محیطی رودخانه را تحت‌تاثیر قرار داده است. در بازه شماره ۳ به دلیل دخالت‌های شدید انسانی، پوشش گیاهی وجود ندارد. پوشش گیاهی به صورت اراضی زراعی در ابتدای بازه شماره ۴ قابل مشاهده است. نتایج شاخص IHG برای بازه شماره ۳ و ۴، حاکی از وضعیت خیلی بد به لحاظ کیفیت عملکردی، مورفولوژی و پوشش گیاهی است.



شکل شماره ۷. بازه شماره ۳ رودخانه



شکل شماره ۸. بازه شماره ۴ رودخانه

شکل شماره ۹. بازه شماره ۳ و ۴ رودخانه

شکل ۱۰. احداث پروژه آبخیزداری سیل بند، برداشت شن و ماسه و ایجاد خندق در سطح بستر رودخانه

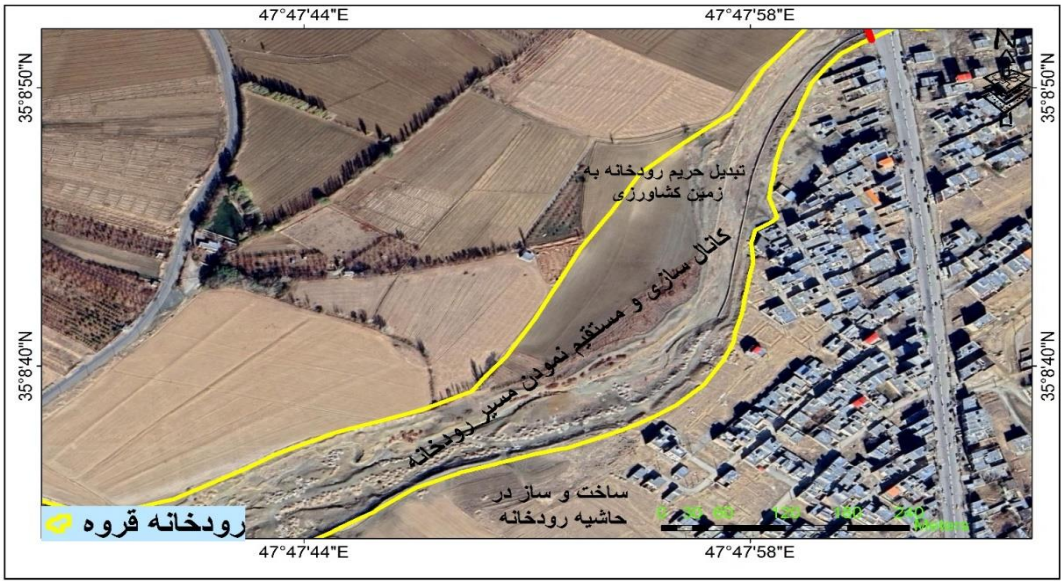
جدول ۴: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۳

	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	۲	۵	خیلی بد
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۲		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۱		
ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۲	۵	خیلی بد
	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۲		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۱		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۱	۳	خیلی بد
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۱		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۱		

جدول ۵: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۴

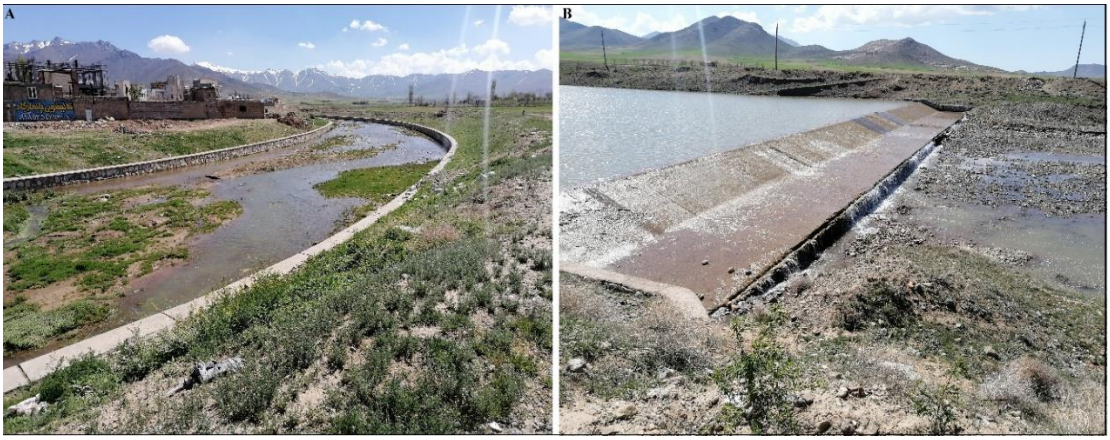
	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	۲	۵	خیلی بد
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۲		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۱		
ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۲	۵	خیلی بد
	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۲		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۱		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۲	۶	خیلی بد
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۳		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۱		

بازه شماره ۵. در ابتدای این بازه ناحیه متصل شهری قلعه در سمت راست کرانه رودخانه قرار گرفته و با گسترش جمعیت و ساخت و ساز در این کرانه محدوده سیلاب‌دشت توسط بافت مسکونی اشغال گردیده و سیلاب‌دشت کرانه چپ آبراهه نیز توسط تغییرات کاربری ایجاد شده به زمین‌های زراعی تغییر یافته‌اند (شکل شماره ۱۱).

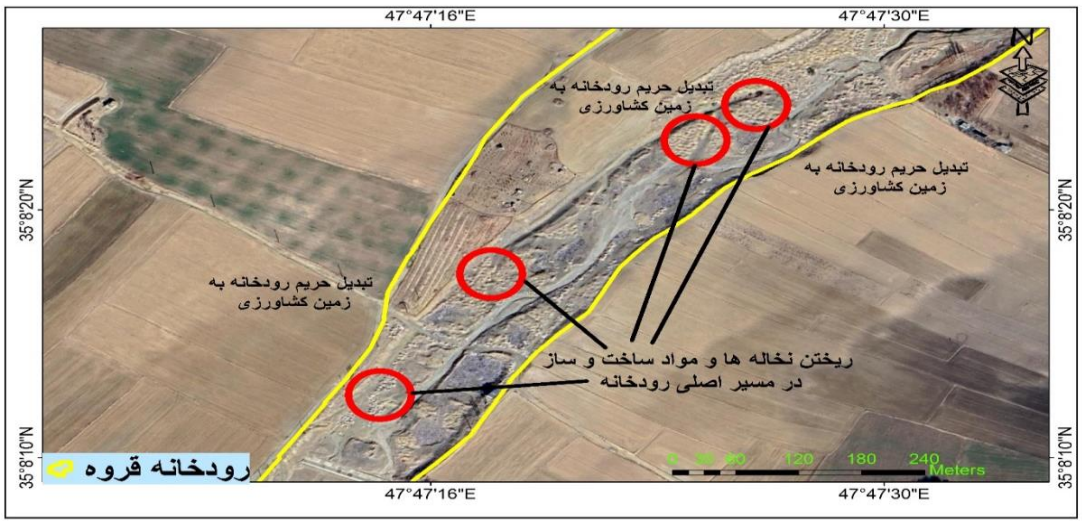


شکل ۱۱. بازه شماره ۵ رودخانه

جریان آبراهه در ابتدای بازه به‌صورت (مئاندر) بوده که به‌وسیله کانال‌سازی در بستر آبراهه در این قسمت باعث جلوگیری از عملکرد طبیعی و فرسایش کناره‌ها توسط آبراهه اصلی و ایجاد مئاندر شده است (شکل شماره ۱۲). در این محدوده مورفولوژی رودخانه در اثر ایجاد پروژه آبخیزداری (سیل‌بند)، برداشت بی‌رویه شن و ماسه و ریختن نخاله‌های ساختمانی، دستخوش تغییرات زیادی شده است. به‌طوری‌که برداشت شن و ماسه و پیشروی آن به سمت دیواره‌های رودخانه می تواند فرسایش کناره رودخانه را تشدید کند. مواد تشکیل‌دهنده بستر و کناره‌ها عمدتاً دارای بافت درشت‌دانه و غیرچسبنده بوده و با تشکیل لایه محافظ سطحی (لایه جوشنی) تمایل به تخریب و فرسایش کناره‌ها افزایش می‌یابد. تغییرات مورفولوژی مصنوعی و تغییرات مستقیم انسانی در مورفولوژی آبراهه تغییراتی ایجاد کرده است. تغییرات گذشته و تدریجی را می‌توان در بازه از نظر مورفولوژی، شکل آبراهه، جریان و رسوب به دلیل فعالیت‌های انسانی به‌خصوص پروژه‌های آبخیزداری، برداشت شن و ماسه و تأثیر زیرساخت‌ها مشاهده نمود. این تغییر باعث اختلال در عملکرد طبیعی جریان و رسوب در بازه مذکور شده است (شکل شماره ۱۳).



شکل ۱۲. کانال کشی در بستر آبراهه اصلی از عملکرد طبیعی و فرسایش کناره ها توسط آبراهه جلوگیری کرده و از ایجاد پیچ و خم (مئاندر)، جلوگیری کرده است.



شکل شماره ۱۳. بازه شماره ۵ رودخانه

جدول ۶: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۵

	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	۳	۱۰	ضعیف
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۳		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۴		
ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۳	۱۱	ضعیف
	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۴		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۴		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۷	۱۷	متوسط
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۵		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۵		

بازه شماره ۶ و ۷. بازه‌های مذکور در بالادست حوضه آبخیز قرار داشته و باتوجه‌به نزدیکی به ارتفاعات حوضه، عدم توسعه شهرنشینی و دخالت‌های انسانی در حال حاضر، نسبت به سایر بازه‌ها کمتر مورد تغییر قرار گرفته‌اند. در بازه‌های مذکور در سطح بستر، فرایند جریان و رسوب عملکرد طبیعی برقرار بوده و باتوجه‌به تغییرات اقلیمی و کم‌شدن بارندگی‌ها در سال‌های اخیر که باعث کم‌شدن حجم روان آب در بستر رودخانه گردیده محدوده سیلاب‌دشت باتوجه‌به وجود خاک حاصلخیز به زمین‌های زراعی و باغی تبدیل شده است (شکل‌های شماره ۱۴ و ۱۵).

شکل ۱۴. تبدیل منطقه کنار رودخانه و سیلابدشت به زمین کشاورزی

جدول ۷: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۶

	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	۸	۲۰	خوب
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۸		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۴		
ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۸	۲۱	خوب
	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۸		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۵		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۸	۱۹	متوسط
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۸		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۳		

شکل ۱۵. بازه شماره ۷ رودخانه

جدول ۸: ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه شماره ۷

	پارامترها	امتیاز	امتیاز کلی	کیفیت بازه
ارزیابی کیفیت عملکردی رودخانه	طبیعی بودن رژیم جریان	8	۲۰	خوب
	تأمین و جابه‌جایی رسوب	۸		
	عملکرد سیلاب‌دشت	۴		
ارزیابی کیفیت مورفولوژی رودخانه	مورفولوژی آبراهه و طبیعی بودن الگوی آبراهه	۸	۲۰	خوب
	تداوم بستر رودخانه و طبیعی بودن فرایندهای طولی و عمودی	۷		
	طبیعی بودن کرانه رودخانه و تحرک جانبی	۵		
ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کنار رود رودخانه	استمرار طولی	۸	۲۰	خوب
	وسعت پوشش گیاهی کنار رود	۸		
	ساختار، طبیعی بودن و پیوستگی مقطعی پوشش گیاهی کنار رود	۴		

بر اساس سه معیار کیفیت هیدروژئومورفولوژی (IHG)، شامل کیفیت عملکردی، مورفولوژی و پوشش گیاهی حاشیه رود، بازه‌های شماره ۱ و ۵ دارای وضعیت ضعیف، بازه‌های شماره ۶ و ۷ دارای وضعیت خوب و بازه‌های شماره ۲، ۳ و ۴ که کاملاً توسط پروژه‌های توسعه شهری و ایجاد ساخت‌وساز احاطه گردیده از کیفیت خیلی بد برخوردار است (جدول شماره ۹). این وضعیت نشان می‌دهد که در بازه‌های میانی، کیفیت هیدروژئومورفولوژی رودخانه از حالت طبیعی خارج شده است و مورد دخل‌وتصرف انسانی شدیدی قرار گرفته است که تغییرات قابل‌توجه و نیاز به تلاش مداخله‌ای دارد. در این بازه‌های شهری، فعالیت‌های مدیریتی و توسعه شهری به‌صورت دخل‌وتصرف در بستر و حریم مسیل‌ها، ساخت‌وساز، ایجاد سطوح نفوذناپذیر، مستقیم سازی رودخانه، تغییر ابعاد کانال، تثبیت کانال و کرانه رود پیامدی‌هایی همچون کاهش مقطع جریان، کاهش زمان تمرکز حوزه، افزایش حجم رواناب و سیلاب را به دنبال دارد. از این نظر، مداخلات انسانی در مجرای اصلی و ناحیه ساحل رودخانه بیشترین تأثیر را بر عملکرد طبیعی سامانه، کاهش کیفیت عملکردی هم از لحاظ کاهش جریان آب رودخانه و هم به لحاظ تأمین و جابه‌جایی رسوب، مورفولوژی و پوشش گیاهی رودخانه گذاشته است. به‌طوری‌که توسعه فضای شهری به‌عنوان تغییری که به رودخانه تحمیل شده است موجب پاسخ متفاوت رودخانه، برهم‌زدن تعادل رودخانه و عملکرد طبیعی آن شده است در نهایت ماهیت سامانه هیدروژئومورفولوژی رودخانه دچار تغییروتحول شده است و شرایط پایداری رودخانه به مخاطره افتاده به‌نحوی‌که رودخانه ویهج در بازه‌های مورد مطالعه وضعیت ناپایداری برخوردار است. بازه‌های ۶ و ۷ دارای کیفیت خوب هستند که عدم حضور و نبود ساخت‌وسازهای انسانی در بالادست حوضه را نشان می‌دهد و رودخانه عملکرد طبیعی خود را دارا بوده. اما در پایین‌دست به دلیل حضور و دخالت‌های انسان، رودخانه از حالت طبیعی خارج شده و در دوره‌های بازگشت و یا بارندگی‌های شدید و رگباری می‌تواند به بافت‌های مسکونی خسارت وارد کرده و ضررهای مالی و جانی به همراه داشته باشد.

جدول ۹. ارزیابی نهایی کیفیت هیدروژئومورفولوژی بازه های رودخانه ویهج

شماره بازه‌ها	امتیاز نهایی شاخص هیدروژئومورفولوژی (IHG)	کیفیت هیدروئومورفولوژی (IHG)
۱	۳۵	ضعیف
۲	۱۲	خیلی بد
۳	۱۳	خیلی بد
۴	۱۶	خیلی بد
۵	۳۸	ضعیف
۶	۶۰	خوب

۷	۶۰	خوب

بحث

در این تحقیق، شرایط هیدرومورفولوژیک رودخانه قروه در محدوده شهری تا روستای ویهج با استفاده از شاخص هیدروژئومورفولوژی رودخانه (IHG) مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس نتایج سه پارامتر کیفیت عملکردی رودخانه، کیفیت مورفولوژیکی و پوشش گیاهی حاشیه رودخانه، شاخص هیدروژئومورفولوژیکی (IHG)، می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل دخالت‌ها و فعالیت‌های انسانی از جمله گسترش فضای کالبدی شهری و ساخت‌وسازها در حاشیه رودخانه، احداث سازه‌ها و تقاطع‌های عرضی (سد، پل)، ایجاد سطوح غیرقابل‌نفوذ، مستقیم نمودن رودخانه، تغییر ابعاد کانال، تثبیت کانال و حاشیه رودخانه، برداشت شن و ماسه دستخوش تغییرات شدیدی در شرایط عملکردی، مورفولوژیکی و پوشش گیاهی شده است که این نتایج با مطالعات غفورپور عنبران و همکاران (۱۴۰۱) و کرم و همکاران (۱۴۰۰) مشابهت دارد. به‌طورکلی می‌توان گفت که شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه در وضعیت نامناسبی قرار دارد. به‌گونه‌ای که مداخلات انسانی باعث ناپایداری رودخانه به ویژه شرایط مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی و اکولوژیکی آن شده و عملکرد طبیعی رودخانه را مختل کرده است. این نتایج با پژوهش‌های خالقی و همکاران (۲۰۲۱)، اولرو و همکاران (۲۰۱۱) و شایان و همکاران (۲۰۱۷) از لحاظ دقت و نتایج بدست آمده مطابقت دارد. ثابت است که اکثر آنها در مورد نقش شاخص‌های هیدروژئومورفولوژیکی در پیدایش و تغییرات فرآیندهای ژئومورفولوژی رودخانه تحقیق کرده‌اند و نتایج مشابهی به دست آورده‌اند. شاخص ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی (IHG) برای اجرای دستورالعمل[۱] EU/۶۰/۲۰۰۰ (در سال ۲۰۰۰، اتحادیه اروپا دستورالعملی را در زمینه آب موسوم به دستورالعمل چارچوبی آب صادر کرد که آخرین تحول و توسعه در عرصه قاعده گذاری این سازمان در حوزه سیاست آب بوده و رویکردی کلی و چارچوبی را جهت مدیریت منابع آب و مقابله با مسائل مربوط به محیط زیست آبی شامل می شود. طبق دستورالعمل چارچوب آب اتحادیه اروپا، برای دستیابی رودخانه‌ها به وضعیت اکولوژیکی مناسب، نیاز به یک روش ارزیابی وجود دارد که نه تنها طبقه‌بندی رودخانه بر اساس کیفیت هیدرومورفولوژیکی آن را امکان‌پذیر سازد، بلکه تشخیص دقیق آن دسته از ویژگی‌های هیدرومورفولوژیکی اکوسیستم رودخانه که باید در یک مکان معین بهبود یابد را نیز فراهم سازد از این رو شاخص‌های از جمله شاخص هیدروژئومورفولوژیکی (IHG) بعنوان یک ارزیابی جامع و فرآیند محور ارائه گردیده). برای کاهش نابودی سامانه‌های رودخانه‌ای، شناسایی، درک و حل یا کاهش مشکلات زیست محیطی این سامانه‌ها، بهبود و حفظ عملکرد و طبیعی بودن آنها، تایید و تشخیص ارزش هیدروژئومورفولوژیکی آنها، برای افزایش آگاهی در جامعه استفاده می‌شود. مزیت مهم این شاخص ارزیابی بیشتر تأثیرات انسانی و لزوم توجه به تغییرات ناشی از مداخلات انسانی است. همانطور که اولرو و همکاران بر اساس مطالعه ای برای توضیح و تبیین شاخص ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی (IHG) در سال ۲۰۱۱ این نکته را بیان کردند. با توجه به هدف و موضوع تحقیق حاضر که آنالیز هیدرومورفولوژیکی رودخانه در محدوده شهری است و در این حوضه مستقیم و غیرمستقیم ترین دخالت و تصرف انسان صورت گرفته است، بنابراین روش مورد نظر می‌تواند پاسخگوی اهداف این تحقیق باشد.

نتیجه‌گیری

رودخانه‌ها به‌ندرت در حالت پایدار هستند و تحت‌تأثیر عوامل و متغیرهای مختلف همواره از نظر ابعاد، شکل، راستا و الگو در تغییر هستند. رودخانه ویهج اهمیت و تأثیرات بسیاری در تأمین حق آبه کشاورزی زمین‌های اطراف رودخانه و تغذیه سفره‌های زیرزمینی دارد که طی سال های اخیر در معرض تغییرات زیادی در اثر دخالت های مستقیم و غیرمستقیم

[۱] Water Framework Directive

انسان از جمله گسترش ساخت وساز شهری، عملیات مهندسی و کم عرض کردن مجرای رودخانه قرار گرفته است و شرایط هیدرولوژیکی، مورفولوژیکی و اکوسیستم رودخانه را ناپایدار کرده است.

نتایج ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی از سه پارامتر ارزیابی شده در سامانه رودخانه: ۱- عملکرد رودخانه. ۲- مورفولوژی رودخانه. ۳- پوشش‌گیاهی کنار رودخانه، به تغییرات و فشارهای انسان در قسمت کانال و دشت‌سیلابی عملکرد، متفاوتی را بیان می‌کنند. سامانه رودخانه‌ای بر اساس ویژگی‌های خاص خود به مداخلات انسانی پاسخ‌های متفاوتی را ارائه می‌دهد. کیفیت عملکردی نشان می‌دهد که تغییرات ناشی از اقدامات انسانی از جمله شهرنشینی و ساخت وسازهای خاص در دشت‌سیلابی و بستر رودخانه‌ها، استخراج شن و ماسه، مستقیماً بر بستر رودخانه تأثیر می‌گذارد و کیفیت آن را کاهش داده است.

کیفیت نامناسب مورفولوژیکی می‌تواند ناشی از مداخله انسان از طریق ایجاد زیرساخت‌های عرضی مانند پل‌ها، استخراج، انحرافات و کانال‌ها باشد که باعث ازبین رفتن طبیعت و تنوع پوشش گیاهی و به خطرافتادن پویایی رودخانه‌ها و وضعیت اکولوژیکی کانال شود. کیفیت پوشش گیاهی کنار رود به دلیل آبراهه سازی و گسترش فضای کالبدی شهری باعث تخریب پوشش گیاهی و تنوع زیستی ساکن در آنها می‌شود. جایی که طبیعی بودن پوشش گیاهی ساحلی در اثر همین اقدامات انسانی تغییریافته است و هیچ گونه ارتباطی بین پوشش گیاهی کنار رود و بستر رودخانه وجود ندارد. به طورکلی، بر اساس نتایج سه معیار اصلی کیفیت عملکردی، مورفولوژی و پوشش گیاهی حاشیه رود در شاخص (IHG)، بازه های موردمطالعه رودخانه قروه به دلیل تأثیر مداخلات انسانی، از وضعیت نامناسبی برخوردار است.

مهم ترین تأثیرات و دخالت‌های مستقیم انسانی در حوضه آبریز ویهج، احداث واحدهای مسکونی از طرف ادارات شهرستان، ساخت وساز شهری، برداشت شن و ماسه بیش از توان رودخانه، احداث پروژه سیل‌بند (بدون در نظر گرفتن تغییرات ایجاد شده در رژیم جریان و رسوب و برهم زدن تعادل دینامیکی رودخانه) و گسترش سطوح نفوذناپذیر که اغلب پیامدهای برگشت ناپذیر و گاهی مخرب را به همراه دارد. از طرفی استخراج انبوه و بی رویه شن و ماسه باعث برش جانبی رودخانه و تخریب پایین افتادگی بستر گردیده که بر روی کرانه رودخانه و مناطق تجمع رسوبات طبیعی بستر رودخانه تأثیر نامطلوب بر جای گذاشته است. دشت‌سیلابی مورداستفاده ساخت و ساز مسکونی واقع شده است.

این وضعیت نشان می‌دهد که رودخانه شرایط ناپایداری دارد که این شرایط ناپایدار در اثر دخالت و گسترش فعالیت‌های انسانی و از دست رفتن عملکرد طبیعی رودخانه در مجرای این رودخانه است. بنابراین کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه ویهج در هفت بازه موردمطالعه (بازه‌های شهری قروه تا روستای ویهج) که از بافت سکونتگاهی و شهری قروه عبور می‌کنند، کاملا مورد دخالت‌های انسانی قرار گرفته‌اند و ارزش‌های کیفیت پایین را ارائه می‌دهند. ازدست دادن کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی ارتباط نزدیکی با فشار انسانی ناشی از افزایش کاربری های مصنوعی در کانال و دشت سیلابی دارد، اما همچنین تحت تأثیر تغییرات کاربری زمین در حوضه، مانند افزایش بافت شهری و تأسیسات و تجهیزات آن است. نتایج کلی حاکی از آن است که شاخص (IHG) ابزار مناسبی برای ارزیابی کیفیت هیدروژئومورفولوژیکی رودخانه است. اگرچه نیاز به دانش جامع از سامانه رودخانه دارد، کاربرد در حوضه‌های کوچک امکان پذیر است.

از سوی دیگر، یکی از جنبه های مثبت آن این است که تأثیرات انسانی بر سامانه رودخانه‌ای، کانال و سواحل شناسایی می‌شود. جهت پیشنهاد و ارائه راهکار، انتشار و پیاده‌سازی این روش در سایر بخش‌های رودخانه و زیرحوضه‌ها برای ادامه ارزیابی سامانه‌های رودخانه‌ای و بر اساس این نتایج، شروع به اندیشیدن در مورد مدیریت یکپارچه حوضه آبریز مهم تلقی می‌شود. ارزیابی هیدروژئومورفولوژیکی انجام شده یک ورودی علمی-فنی مهم برای مدیریت یکپارچه منابع آب است. اطلاعات تولید شده با کاربرد شاخص (IHG) امکان طبقه بندی قلمرو رودخانه‌ای و استفاده پایدار از آن، شناسایی پتانسیل‌ها و محدودیت‌های سامانه رودخانه‌ای را مطابق با معیارهای هیدرو ژئومورفولوژیکی فراهم می‌کند.

منابع

- احمدآبادی، ع؛ کیانی، ط؛ و غفورپور عنبران، پ (۱۳۹۶). تحلیل اثرات عملیات آبخیزداری بر روی خصوصیات هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز عنبران چای با استفاده از مدل نیمه توزیعی SWAT، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۲۱، شماره۲، صص ۳۵-۵۵. http://hsmsp.modares.ac.ir/article-21-5891-en.html.
- اصغری سراسکانرود، ص (۱۳۹۶). تحلیل شکل مجرای رودخانه کلقان چای(حد فاصل سد کلقان تا الحاق به رودخانه قرنقو چای) پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، سال ششم، شماره ۲، صص ۱۱۶-۱۳۲.
- ایوب زاده، س.ع؛ طالبی، ز؛ مصطفوی، ح. حسین زاده، م.م. و شفیع زاده، ح. (۱۴۰۱). تحلیل و ارزیابی مورفولوژیک رودخانه مبتنی بر ویژگی‌های مورفولوژیک، سازه‌های مصنوعی و تنظیمات آبراهه (مطالعه موردی: رودخانه تالار– از بالادست تا شیرگاه). فصلنامه علوم محیطی. *https://doi.org/10.48308/envs.2023.1250*
- غفورپورعنبران، پ؛ احمدآبادی، ع؛ قنواتی، ع. و یاسی، م. (۱۴۰۱). تحلیل هیدرومورفولوژیک رودخانه کرج در بازه شهری از بیلقان تا پل راه آهن. جغرافیا و پایداری محیط، ۱۳ (۱)، ۳۹-۲۱. https://doi.org/10.22126/ges.2022.8026.2552.
- خالقی، سم؛ حسین زاده، م. م؛ و هاشمی بوئینی، ز. (۱۴۰۰). ارزیابی و تحلیل شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه حاجی عرب، شهرستان بویین زهرا، جغرافیا و پایداری محیط، دوره ۱۱، شماره ۲، شماره پیاپی ۳۹، صص ۸۹-۷۵. *https://doi.org/10.22126/ges.2021.6392.2381.*
- ایلانلو، م؛ و کرم، ا. (بهار ۱۳۹۹). ارزیابی شرایط هیدرومورفولوژیکی رودخانه جاجرود با استفاده از روش MQI ، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۶، صص ۵۳-۳۵. http://dx.doi.org/10.29252/jgs.20.56.35
- رحمانی فضلی، ع؛ و صالحیان بادی، س. (۱۳۹۵). بررسی پایداری محیطی گسترش سکونتگاه‌های انسانی در حوضه آبریز رودخانه زاینده رود، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره هجدهم، ۱۰۵-۱۲۵. https://doi.org/10.22067/geo.v5i2.55042.
- رجبی، م؛ کرمی، ف؛ و رنجبری، م. (۱۴۰۳). بررسی کیفیت شیمیایی آب رودخانه قرنقوچای هشترود به منظور مصارف بخش‌های کشاورزی و شرب با تاکید بر نقش سازندهای زمین شناس. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال سیزدهم، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۳، صص ۱۷۵-۱۵۷.
- غفورپور عنبران، پ؛ احمدابادی، ع؛ و کیانی، ط. (۱۳۹۴). بررسی اثرات عملیات آبخیزداری بر خصوصیات هیدروژئومورفولوژی حوضه آبریز عنبران چای، پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته ژئومورفولوژی، دانشگاه خوارزمی تهران. *DOI: 10.22126/GES.2022.8026.2552*
- پورطبری، م؛ بنی حبیب، م.ا؛ و نجفی مرغملکی،س. (۱۳۹۶). احیای رودخانه ها، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران. https://civilica.com/l/6739/.
- پاکنژاد، ف؛ قنواتی، ع؛ و احمدآبادی، ع. (۱۴۰۳). پیش‌بینی واکنش‌های هیدرولوژیکی به تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل *HMS-HEC* (مطالعه موردی: حوضه آبریز گرگان رود). پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال سیزدهم، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۳، صص. ۴۹-۱۸.
- شایان، سی؛ شریفی‌کیا، م؛ و ناصری، ن. (۱۳۹۶). تحلیل عوامل مورفولوژیکی در تغییرات الگوی مکانی، فضایی رودخانه الوند. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و دوم، شماره اول،بهار 1396، شماره پیاپی ۱۲۴. http://dx.doi.org/10.18869/acadpub.geores.32.1.24.
- *Alvarez-caber, M. Barquín, J. Juanes, J.A. (2010). Spatial and seasonal variability of macroinvertebrate metrics: Do macroinvertebrate communities track river health? Ecological Indicators, 10(2): 370–379. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.06.018.*
- *Barbour, M. T. Gerritsen J., Snyder B. D. & Stribling J. B. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. Second edition. EPA (841)-B-99-002*

- *U.S.https://www.researchgate.net/publication/313706475_Rapid_bioassessment_protocols_for_use_in_streams_and_wadeable_rivers_Periphyton_benthic_macroinvertebrates_and_fish_2nd_edition*
- *Bourne, C. Kehler D. Wiersma, Y. & Cote, D. (2011). Barriers to fish passage and barriers to fish passage assessments: the impact of assessment methods and assumptions on barrier identification and quantification of watershed connectivity. Aquatic Ecology, 45 (3), 389-403. https://doi.org/10.1007/s10452-011-9362-z.*
- *Biswas, S. Ghosh, S. Halder, R. (2021). Impact of human intervention on assessing downstream channel behaviour of Ichamati River on the lower Gangetic Plain of West Bengal, India. Modeling Earth Systems and Environment, 7(3), pp.1651-1665. DOI:10.1007/s40808-020-00895-7.*
- *Buffington, J.M. (2012). Changes in channel morphology over human time scales [Chapter 32]. In: Church, Michael; Biron, Pascale M.; Roy, Andre G., eds. Gravel-Bed Rivers: Processes, Tools, and Environments. Chichester, UK: Wiley. Pp.435-463. https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/40245.*
- *El Hourani, M. Härtling, J. Broll, G. (2022). Hydromorphological Assessment as a Tool for River Basin Management: Problems with the German Field Survey Method at the Transition of Two Ecoregions. Hydrology 2022, 9(7), 120; https://doi.org/10.3390/hydrology9070120*
- *González Del Tánago, M. & García De Jalón, D. (2011). Riparian Quality Index (RQI): a methodology for characterizing and assessing environmental conditions of riparian zones. Limnetica, 30 (2), 235-254. http://dx.doi.org/10.23818/limn.30.18.*
- *Gregory, K.J. (2006). The human role in changing river channels. Geomorphology, 79(3-4), pp.172-191. http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018.*
- *Hooke, R.L. Martín Duque, J.F. and Pedraza Gilsanz, J.D. (2012). Land transformation by humans: a review. GSA today, 22(12), pp.4-10. http://dx.doi.org/10.1130/GSAT151A.1.*
- *Large, A. R. G. & Newson, M. D. (2006). Natural rivers, 'hydromorphological quality' and river restoration: a challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. Earth Surface Processes and Landforms, (31), 1606-1624. http://dx.doi.org/10.1002/esp.1430.*
- *Martínez Santa-María, C. Fernández Yuste, J. A. (2010). IAHRIS 2.2. Indicators of Hydrologic Alteration in Rivers. User's Manual. Ministry of the Environment – Polytechnic University of Madrid – CEDEX. https://doi.org/10.3390/w12061745.*
- *Montgomery, D.R. and Bolton, S.M. (2003). Hydrogeomorphic variability and river restoration. Strategies for Restoring River Ecosystems: Sources of Variability and Uncertainty in Natural and Managed Systems, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp.39-80. https://doi.org/10.47886/9781888569469.*
- *Newson, M.D. and Large, A.R. (2006). 'Natural'rivers, hydromorphological quality'and river restoration: a challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group, 31(13), pp.1606-1624. http://dx.doi.org/10.1002/esp.1430.*
- *Ojeda, A.O. Ferrer, D.B. Bea, E.D. Mur, D.M. Fabre, M.S. Naverac, V.A. Arnedo, M.T.E. García, D.G. de Matauco, A.I.G. Gil, L.S. and Gil, N.S. (2007). IHG: An index for the hydro geomorphological assessment of fluvial systems. Geographicalia, (52), pp.113-142. https://unizar.academia.edu/AlfredoOllero.*
- *Ollero, A. Granado, D. Acín, V. Gimeno, M. Gonzalo, L.E. Ballarín, D. Díaz, E. Domenech, S. Sánchez, M. Horacio, J. and Mora, D. (2011). The IHG index for hydromorphological quality assessment of rivers and streams: updated version, Limnetica, 30 (2): 255-262. DOI: 10.23818/limn.30.19*
- *Ollero, A. Ibisate, A. Granado, D. and de Asua. R.R. (2015). Channel responses to global change and local impacts: Perspectives and tools for floodplain management, Ebro River and Tributaries, NE Spain. In Geomorphic approaches to integrated floodplain management*

of lowland fluvial systems in North America and Europe (pp. 27-52). Springer, New York, NY. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4939-2380-9_3.

- *Rinaldi, M. Surian, N. Comiti, F. & Bussettini, M. (2012). Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI). Geomorphology, 180-181, 96-108. https://www.researchgate.net/publication/322012176_Guidebook_for_the_evaluation_of_stream_morphological_conditions_by_the_Morphological_Quality_Index_MQI.*
- *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), 96-108. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.09.009.*
- *Raven, P. J. Holmes, N. T. Vaughan, I. P. Dawson, F. H. & Scarlett, P. (2010). Benchmarking habitat quality: observations using River Habitat Survey on near-natural streams and rivers in Northern and Western Europe. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 20: S13–S30. https://doi.org/10.1002/aqc.1103.*
- *Rhoads, B.L. Lewis, Q.W. and Andresen, W. (2016). Historical changes in channel network extent and channel planform in an intensively managed landscape: Natural versus human-induced effects. Geomorphology, 252, pp.17-31. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.04.021.*
- *Rojas Briceño, N.B. Barboza Castillo, E. Gamarra Torres, O.A. Oliva, M. Leiva Tafur, D. Barrena Gurbillón, M.Á. Corroto, F. Salas López, R. and Rascón, J. (2020). Morphometric prioritization, fluvial classification, and hydrogeomorphological quality in high Andean livestock micro-watersheds in northern Peru. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9(5), p.305. https://doi.org/10.3390/ijgi9050305.*