پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هفتم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۷
صص. ۲۱۰-۱۹۳

بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی روی وضعیت ژئومورفولوژیکی رودخانه کر

زرین فروغی *- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
سیاوش شایان- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
پرویز کردوانی- استاد بازنشسته دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۱۹ تائید نهایی: ۱۳۹۷/۰۳/۱۲

چکیده

مطالعه تغییرات زمانی و مکانی کاربری اراضی، اطلاعات مهمی در زمینه تغییرات ژئومورفولوژی مجرای رودخانه فراهم می‌کند؛ لذا در این تحقیق نقش مداخلات انسانی و بخصوص تغییرات کاربری اراضی در وضعیت ژئومورفولوژیکی رودخانه کر (بالادست سد درودزن- استان فارس) به عنوان یکی از مهمترین مناطق کشاورزی و گردشگری و مهمترین منبع آبی شمال استان فارس مورد بررسی قرار گرفته است. مراحل انجام تحقیق بر مبنای آنالیز سنجش‌از دور تغییرات کاربری اراضی و بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی بر منابع زیست‌محیطی و تغییرات ژئومورفولوژی رودخانه با استفاده از روش روزگن است. نتایج روش ارزیابی وضعیت ژئومورفولوژیکی روزگن نشان داد که در طی دوره زمانی مورد مطالعه حداکثر تغییرات ژئومورفولوژیکی در سطح یک و دو روش روزگن مربوط به بازه‌های مکانی شماره یک و دو بوده است و پس از آن به‌ترتیب بازه‌های شماره ۴، ۵ و ۳ در اولویت قرار می‌گیرند. در تمامی بازه‌های مکانی مورد مطالعه به علت فرسایش‌پذیری کرانه‌ها، تغییراتی عرضی و طولی چشم‌گیری رخ داده است و حداکثر تغییرات به ترتیب مربوط به بازه‌های مکانی ۲، ۱، ۳، ۴ و ۵ است. تغییرات عرضی به ترتیب به علت تغییر شیب، رژیم هیدرولوژیکی، بار معلق و بار بستر، تعرض به زمین‌های محدوده حریم رودخانه و وجود سد بوده است.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، روزگن، طبقه بندی رودخانه، رود کر

* نویسنده مسئول: E-mail : Academicproject110@yahoo.com

مقدمه

رودخانه‌ها به‌عنوان مجاری عبور آب بر اساس عوامل متعدد تاریخی، تکتونیکی، لیتولوژی، اقلیمی و انسانی به انواع گوناگون تقسیم می شوند. یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رودخانه‌ها، عامل انسانی است. به طوری که نقش انسان به طور مستقیم از طریق فعالیت‌های مهندسی مثل سد سازی، کانال سازی و به طور غیر مستقیم از طریق کاربری اراضی مانند کشاورزی، خانه‌سازی، و شهرنشینی قابل تجزیه و تحلیل است که باعث تغییر مجرای رودخانه‌ای به صورت عریض شدن، باریک شدن و تغییر شکل و چشم انداز می‌شود (اونق و همکاران، ۱۳۸۷). تغییرات کاربری اراضی مانند معدن‌کاوی، قطع درختان و تخریب جنگل، کشاورزی و شهرنشینی، میزان آب و رسوب ورودی به رودخانه‌ها را تغییر داده و منجر به تغییر وضعیت ژئومورفولوژی قلمرو رودخانه می‌شود. دبی که بیشترین اثر را روی فرسایش، رسوبگذاری، مورفولوژی و شکل مقاطع عرضی را دارد، دبی مقطع پر یا دبی لبریز نامیده می‌شود. این دبی توان لازم برای فرسایش و رسوبگذاری و تغییر وضعیت مورفولوژی مجرا را دارد (خسروی و همکاران، ۱۳۹۵؛ بهرامی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه تغییرات کاربری اراضی بر دبی مقطع پر تأثیرگذار است، بنابراین مطالعه تغییرات زمانی و مکانی کاربری اراضی، اطلاعات مهمی در زمینه تغییرات ژئومورفولوژی مجرای رودخانه فراهم می‌کند؛ بنابراین مبحث تغییرات ناشی از مداخلات انسانی و تأثیرات آن بر ژئومورفولوژی رودخانه حائز اهمیت است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۸). لذا در این تحقیق نقش مداخلات انسانی و بخصوص تغییرات کاربری اراضی در وضعیت ژئومورفولوژی رودخانه کر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ارتباط با موضوع تحقیق، می‌توان به پژوهش‌های داخلی و خارجی در ذیل اشاره نمود:

بهرمند[1] و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از مدل توزیعی Wetspa اثرات کاربری اراضی را بر سیلاب‌های حوضه‌ی هورنارد- مارگسانی اسلواکی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که اجرای سناریوی جنگل‌کاری باعث کاهش ۱۲درصدی دبی پیک می گردد. غفاری[2] و همکاران (۱۹۹۸) اثر تغییر کاربری اراضی بر پاسخ‌های هیدرولوژیکی حوضه‌ی رودخانه زنجانرود را با مدل SWAT بررسی نمودند. نتایج تحقیق نشان‌دهنده‌ی اثر قابل توجه تغییر کاربری اراضی بر جریان رودخانه‌ای و بار آبی حوضه است بطوری که تغییر کاربری اراضی از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۶ منجر به افزایش رواناب سطحی به میزان ۳۳ درصد و کاهش سطح سفره های آب زیرزمینی در حدود ۲۲ درصد شده است. اسماعیلی و حسین‌زاده (۱۳۸۸) به بررسی فرآیندهای تشکیل دهنده موانع طولی در رودخانه های کوهستانی پرداخته و تشکیل موانع طولی و نقش آن در تغییر الگوی کانال رودخانه لاویج را مطالعه نمودند. آن‌ها نشان دادند که موانع طولی در قسمت‌های عریض-کانال رود در جریان‌های کمتر از دبی لبالبی و در نتیجه تغذیه زیاد رسوب و کاهش قدرت رود انباشته شده‌اند. تعداد این موانع در بعضی از بازه ها نشان دهنده تغییر تدریجی الگوی رود از حالت تقریبا مستقیم به الگوی تقریبی شریانی است که نتیجه آن ناپایداری بیشتر کانال است ترابی‌زاده و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیقی با عنوان ارزیابی مورفولوژیکی بازه‌ای از رودخانه زهره با استفاده از طبقه‌بندی روزگن، در دو سطح اول با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و پیمایش میدانی، بازه‌های مورد مطالعه را طبقه‌بندی نمودند. خطیبی و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیقی با عنوان ارزیابی سطوح مختلف طبقه‌بندی رودخانه‌ها و کاربرد آن‌ها برای رودخانه سفیدرود، به تقسیم‌بندی، رودخانه توسط پارامترهایی نظیر کف کنی، شیب، نسبت عرض به عمق و سینوسیتی، که در ابتدا به چندین دسته کلی تقسیم شده و در سطوح بعد با اضافه شدن متغیرهایی مانند پوشش گیاهی و الگوی ته نشینی رسوبات این طبقه‌بندی با جزئیات بیشتری مورد بررسی قرار داند. در ادامه به منظور مطالعه موردی در کشور، خصوصیات مورفولوژیکی رودخانه سفید رود با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های مقاطع عرضی موجود و عکس‌های هوایی استخراج گردید و سپس با استفاده از

[1] Bahremand
[2] Ghafary

سیستم جامع طبقه‌بندی، کلاسه‌بندی این رودخانه صورت پذیرفت. فوهرر[1] و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از GIS توزیع مکانی سناریوهای مختلف کاربری اراضی را مشخص نموده و با مدل SWAT، تاثیر این سناریوها را بر تعادل آبی حوضه‌ی آر پیش‌بینی نمودند. نتایج نشان داد با کاهش سطح جنگل‌ها، تبخیر و تعرق واقعی حوضه کاهش یافته که بخش کمی از آن در تغذیه‌ی آب‌های زیرزمینی شرکت کرده و بخش ا صلی آن به رواناب سطحی و جریان زیرق شری حوضه ا ضافه گردیده باعث افزایش خطر بالقوه سیل در منطقه می گردد. چاپلوت[2] و همکاران (۲۰۰۵) با مدل LISEM در حوضه‌ی رودخانه در لائوس شمالی تاثیر سناریوهای مختلف کاربری اراضی و اقلیم را بر سرعت جریان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند افزایش زراعت در حوضه از ۹ به ۶۵ درصد باعث افزایش سرعت جریان می‌شود در حالی‌که وقتی کاربری ارا ضی فقط جنگل با شد سرعت جریان ب سیار کاهش می یابد. جردن[3] و همکاران (۲۰۰۵) اثرات تغییر کاربری ارا ضی در حو ضه‌ی کالی مجار ستان را بر ر سی نمودند. برای محا سبه‌ی جریان ر سوب از حو ضه به دریاچه بالاتون از مدل فر سایش و ر سوب WATEM/SEDEM ا ستفاده شد. نتایج ن شان داد علی‌رغم اینکه کل ر سوبدهی حو ضه کاهش دا شت ولی ر سوب خروجی به دریاچه افزایش دا شت. دلیل این کار تغییرات الگوی کاربری ارا ضی بود که اجازه داد تا ر سوب بیشتری به سیستم رودخانه ای انتقال یابد. نیل مونرو[4] و همکاران (۲۰۰۸) اثرات تغییر کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۶ را بر فر سایش خاک در ناحیه‌ی تیگرای اتیوپی با مدل USLE بر ر سی نمودند. نتایج ن شان داد بخاطر بهبود شرایط پو شش گیاهی و اجرای سازه‌های حفاظتی، مقدار فر سایش در سال ۲۰۰۶ به میزان ۶۸ در صد مقدار آن در سال ۱۹۷۵ بود. مولر[5] و همکاران (۲۰۰۹) اثر تغییر کاربری اراضی در طی ۵۰ سال گذشته را بر آب و ر سوب با مدل WASA-SED در کاتالونیای اسپانیا بررسی نمودند. با شبیه‌سازی اثرات تغییر کاربری اراضی در ۵۰ سال گذشته، سناریوهای مدل، کاهش تا ۷۵ درصد در ر سوبدهی سالانه را نشان داد، در حالی که رواناب مدل در طی این دوره تقریباً ثابت بود. شارما و تیواری[6] (۲۰۱۰) اثر تغییر کاربری اراضی و پوشش بر پتانسیل فرسایش خاک حوضه در حوضه‌ی میتون هند را با مدل USLE بر ر سی نمودند. نتایج ن شان داد پتان سیل فر سایش خاک حو ضه از ۱۲/۱۱ تن در هکتار در سال ۱۹۸۹ به ۱۳/۲۱ تن در هکتار در سال ۲۰۰۴ افزایش یافته است. آنالیز مکانی مشخص نمود که از بین رفتن قطعات جنگلی در مناطق ن سبتاً م سطح، افزایش زمین‌های بایر در شیب‌های تند، و ت شدید عملیات زراعی در خاک‌های م ستعد فرسایش از عوامل اصلی موثر در افزایش پتانسیل فرسایش خاک حوضه در دوره‌ی مورد مطالعه بودند. نتایج نشان دادند که تغییر کاربری ارا ضی به زراعت مهم‌ترین عامل فر سایش خاک حو ضه بود. لی[7] و همکاران (۲۰۱۴) طی برر سی‌های که صورت دادند اذعان داشتند که کاربری اراضی در حوضه رودخانه داکینگ[8] در طول ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵ تغییر یافته است و تاثیراتی بر حداکثر سیلاب و حجم آن داشته است. به منظور آشکارسازی تاثیرات کاربری اراضی و تحول آن بر ویژگی‌های سیلاب در حوزه آبخیز داکینگ، ۲ زیر حوضه رودخانه را انتخاب کرده و از داده‌های سنجش راه دور کاربری اراضی ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۶ برای تحلیل تحولات کاربری اراضی استفاده کردند و چندین ترکیب از رویداد های بارش باران مشابه و رویداد های سیلاب متناظر را برای نمایش این مساله انتخاب نمودند. نتایج نشان داد حوضه‌های جنگلی و

[1] Fohrer
[2] Chaplot
[3] Jordan
[4] Neil Munro
[5] Muller
[6] Sharma and Tiwari
[7] Li
[8] Daqinghe

شهری افزایش پیدا کرده و حداکثر میزان سیلاب ها و حجم آن‌ها نیز تحت رویداد های بارش مشابه، روند کاهشی داشته است.

تحقیقات فوق اهمیت اثر تغییر کاربری اراضی روی رژیم هیدرولوژیکی، دبی پیک سیلاب و مورفولوژی رودخانه نشان می‌دهد. در این تحقیق نیز از نگاه ژئومورفولوژی از طریق یک روش کاربردی مورفولوژیکی به بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی روی تغییرات مورفولوژیکی پرداخته شده است

شایان ذکر است حوضه مورد مطالعه یکی از مهمترین مناطق کشاورزی و گردشگری و مهمترین منبع آبی شمال استان فارس است که در طی سال‌های اخیر در معرض تغییرات زیادی قرار گرفته است. با وجود شرایط مساعد آب و هوایی و چشم اندازه‌های زیبا، این منطقه با احداث و گسترش راه‌های ارتباطی، افزایش ساختمان سازی، تعرض به حریم رودخانه، تخریب جنگل، عدم رعایت فصل چرا و در نتیجه تخریب مراتع و پوشش گیاهی شاهد تغییراتی بوده که یکی از مهمترین پیامدهای این امر، تغییر در دبی و رسوب ورودی به مجرای رودخانه و تغییرات مورفولوژیکی و اکولوژیکی آن است. لذا در این تحقیق نقش تغییر کاربری‌های مذکور و دخالت‌های انسانی در وضعیت ژئومورفولوژی قلمرو رودخانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

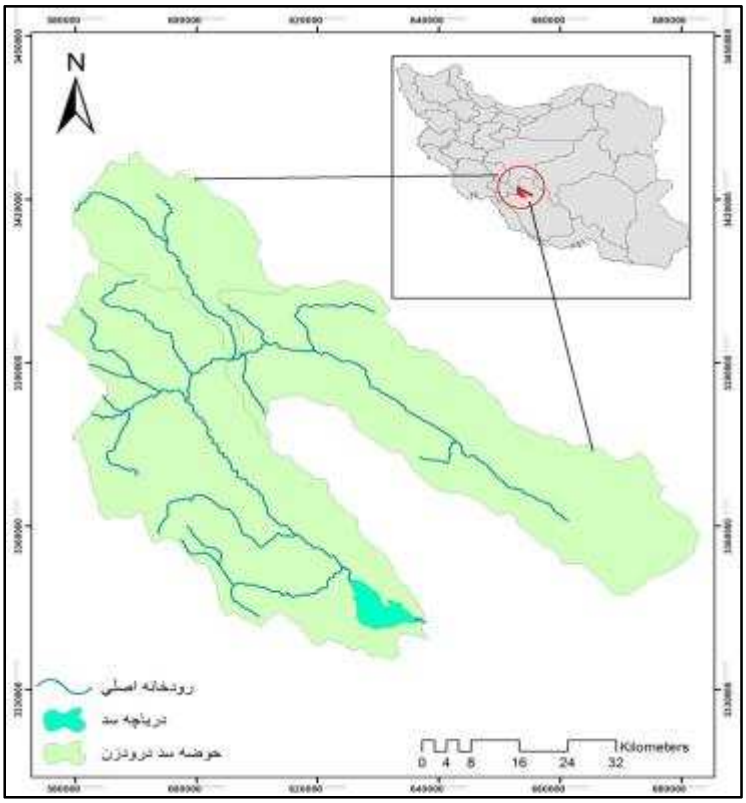
مواد و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

حوضه رودخانه کر (بالادست سد درودزن) با مساحت ۴۳۱۲۹۸ هکتار در استان فارس و در ″۵۱ ′۴۲ °۵۱ الی ″۴۱ ′۵۴ °۵۲ طول شرقی جغرافیائی و از ″۵۱ ′۰۸ °۳۰ الی ″۳۲ ′۵۸ °۳۰ عرض شمالی جغرافیائی واقع شده است. حوزه آبخیز مورد بررسی یکی از سرشاخه‌های مهم دریاچه بختگان بشمار می‌آید. حوضه مورد مطالعه با داشتن شرایط مناسب اقلیمی و خاک و منابع آب، یکی از مراکز مستعد کشاورزی و مرتعی و جنگلی و جاذبه‌های گردشگری هست. کم ارتفاع‌ترین نقطه حوضه با ارتفاع۱۵۸۵ متر و بلندترین نقطه در ارتفاع ۳۷۱۴ متر از سطح دریا واقع شده است. بدین ترتیب اختلاف ارتفاع بین پست‌ترین و بلندترین نقطه حوضه ۲۱۲۹ متر است.

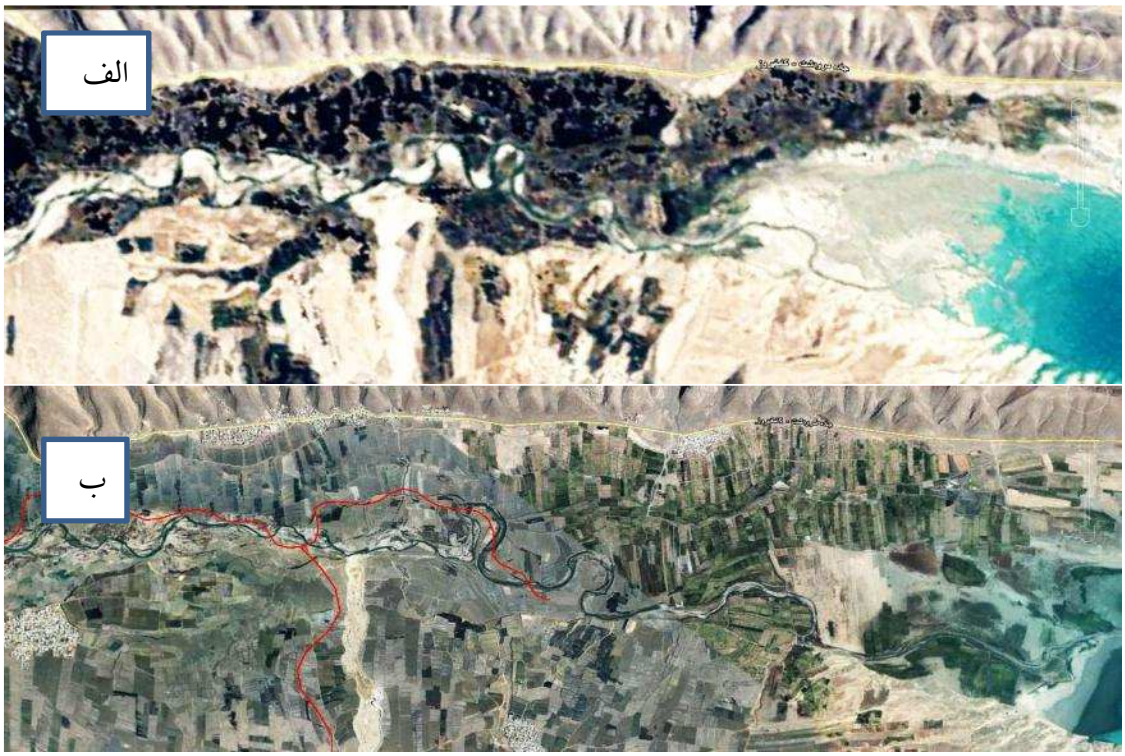
حوضه مورد مطالعه عمدتاً دارای الگوی آبراهه‌ای شاخه درختی و موازی بوده و در بعضی از واحدهای کاری آن به‌ویژه در مناطق کوهستانی فرم پنجه انگشتی نیز مشاهده می‌گردد. همچنین آخرین رتبه آبراهه‌ای حوضه رودخانه کر (بالادست درود زن)، رتبه شش است. در شکل ۱ موقعیت حوضه مورد مطالعه در سطح کشور و استان فارس و شکل ۲ تا ۶ بازه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است.

برای مطالعات محیطی، از نقشه‌های رقومی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه کاربری اراضی و تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی مختلف از سازمان آب منطقه‌ای استان فارس، آمار هوا و اقلیم، هیدرولوژی و گزارش‌های مربوطه محیطی از سازمان منابع طبیعی و سازمان آب منطقه‌ای استان فارس استفاده شده است.

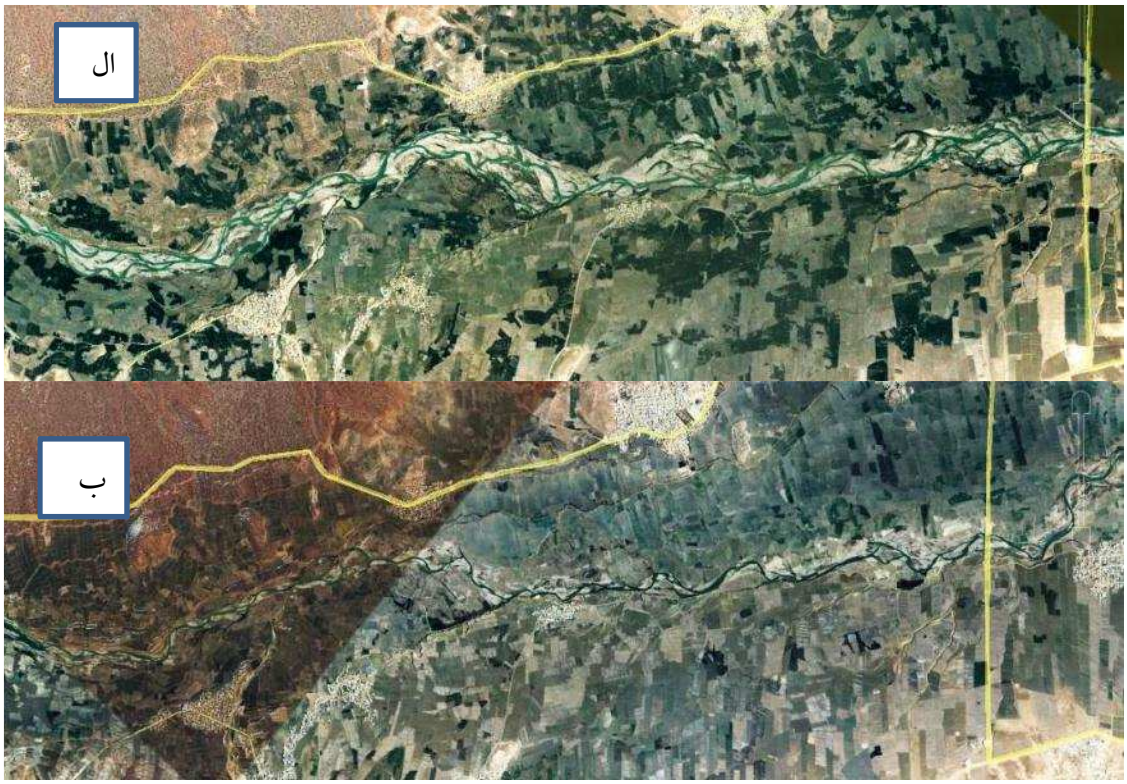


شکل ۱: موقعیت حوضه رودخانه کر (بالادست سد درودزن) در استان فارس و کشور ایران

شکل ۲: بازه اول؛ نمایی از سد درودزن (رودخانه کر) الف) سال ۱۹۹۸؛ ب) سال ۲۰۱۵ (گوگل ارث)

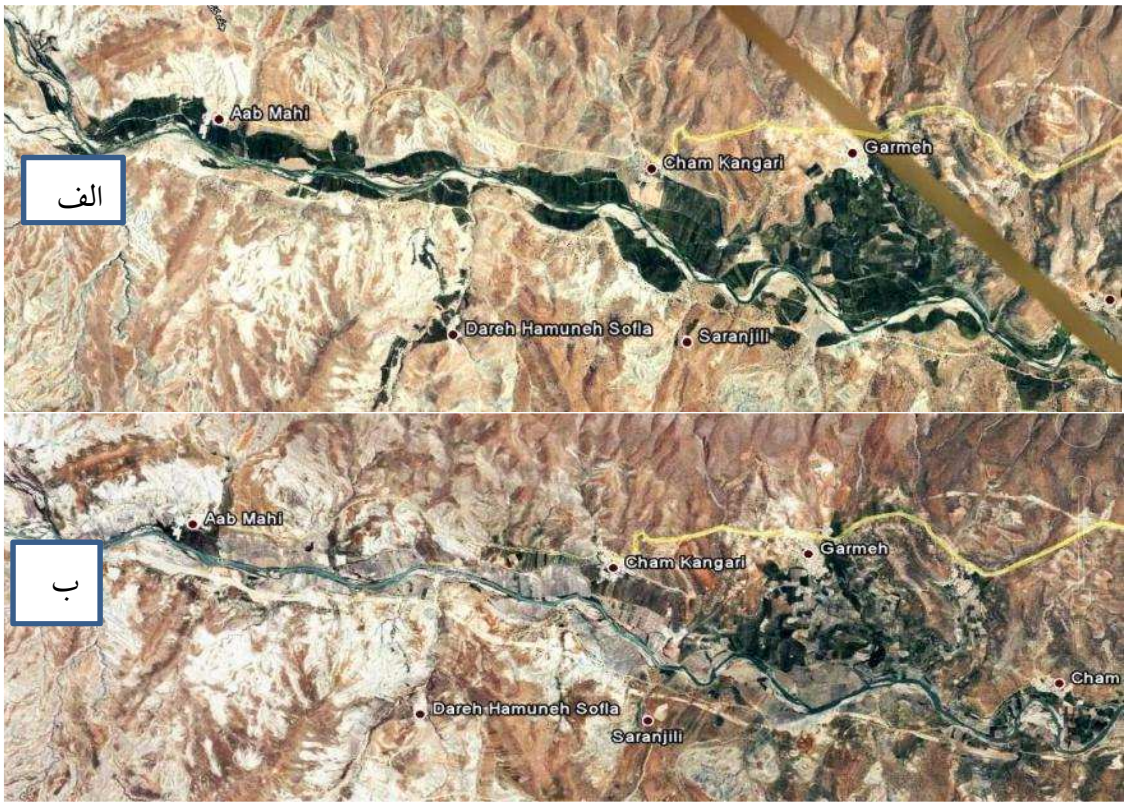


شکل ۳: مقایسه بازه شماره ۲ رودخانه مورد مطالعه در الف) سال ۱۹۹۸؛ ب) سال ۲۰۱۵ (گوگل ارث)



شکل ۴: مقایسه بازه مکانی شماره ۳ رودخانه مورد مطالعه در الف) سال ۱۹۹۸؛ ب) سال ۲۰۱۵ (گوگل ارث)

شکل ۵: مقایسه بازه شماره ۴ رودخانه مورد مطالعه در الف) سال ۱۹۹۸؛ ب) سال ۲۰۱۵ (گوگل ارث)



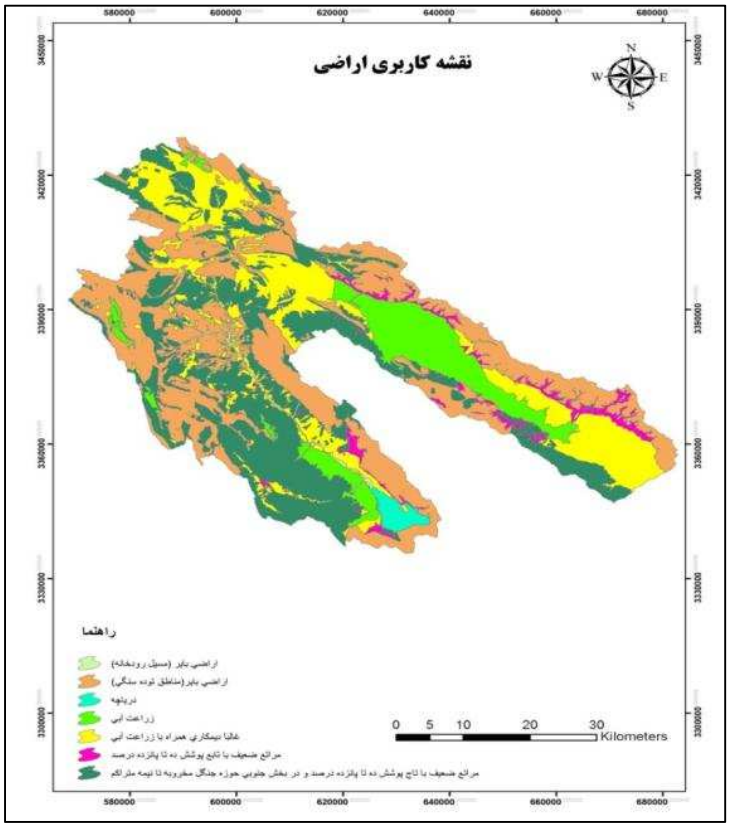
شکل ۶: مقایسه بازه شماره ۵ رودخانه مورد مطالعه در الف) سال ۱۹۹۸؛ ب) سال ۲۰۱۵ (گوگل ارث)

روش تحقیق

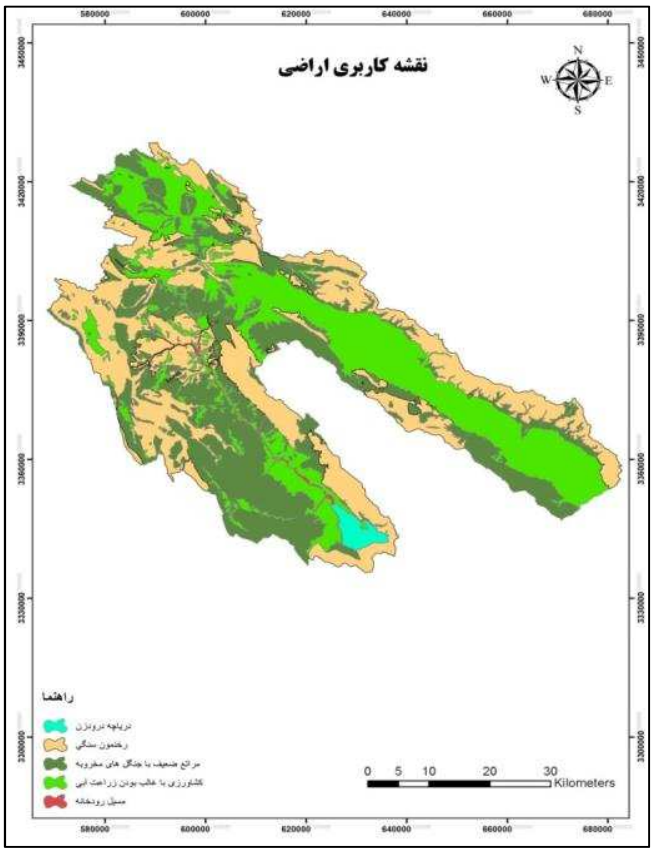
به منظور بررسی تأثیرپذیری هیدرولوژیکی ناشی از تغییر کاربری اراضی در وضعیت گذشته و حال از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS و همچنین به منظور ارزیابی وضعیت فرسایش و رسوب از مدل EPM توسط نویسندگان تحقیق حاضر تجزیه و تحلیل و نتایج آن در منبع (زرین و همکاران، ۱۳۹۶) ارائه شده است. در این تحقیق با استفاده از نتایج منبع مذکور و همچنین، روش مورفولوژیکی روزگن به بررسی اثرات الگوی جریان و رسوب که تحت تاثیر تغییر کاربری واقع شده بودند روی موفولوژی کانال پرداخته می شود. مراحل روش مورفولوژیکی روزگن و مبحث تغییر کاربری اراضی در ادامه ارائه شده است.

بررسی تغییرات کاربری اراضی

از آنجا که هدف این تحقیق برر سی تأثیرپذیری حو ضه رودخانه کر از تغییرات کاربری ارا ضی در طی دهه‌های گذ شته ا ست. دو نقشه کاربری ارا ضی در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۳ حا صل مطالعات بخش خاک شنا سی و هیدرولوژی سازمان منابع طبیعی ا ستان فارس که با ا ستفاده از ت صاویر لند ست به د ست آمده بودند تهیه شدند. نقشه‌های کاربری ابتدا از طریق بصری با تصاویر ماهواره‌ای کنترل گردیدند سپس در این تحقیق مورد ا ستفاده قرار گرفتند. نقشه کاربری ارا ضی در دو بازه زمانی مختلف در شکل‌های ۷ و ۸ و همچنین در جدول ۱ میزان افزایش (+) و کاهش (−) مساحت کاربری‌های از سال ۱۹۹۴ و تا سال ۲۰۱۳ برای زیرحوضه های حوضه رودخانه کر نشان داده شده است.



شکل ۷: نقشه کاربری‌های اراضی سال ۱۳۷۲ حوزه مورد مطالعه (سازمان منابع طبیعی استان فارس)



شکل ۸: نقشه کاربری‌های اراضی سال ۱۳۹۲ حوزه مورد مطالعه (سازمان منابع طبیعی استان فارس)

جدول ۱: میزان افزایش (+) و کاهش (-) مساحت کاربری‌های از سال ۱۳۷۲ و تا سال ۱۳۹۲ برای زیرحوزه‌های حوزه آبخیز کر (هکتار)

واحد هیدرولوژیک	باغ درختکاری	زراعت آبی	زراعت دیم	اراضی بدون پوشش	جنگل	مرتع	سنگلاخ	واحد هیدرولوژیک	باغ درختکاری	زراعت آبی	زراعت دیم	اراضی بدون پوشش	جنگل	مرتع	سنگلاخ
A1	+۲۵	+۱۵	+۱۲۵	−۹۹	−۲۲	−۱۱۸	۰	B3	+۲۷	+۱۸	+۱۰۵	−۹۰	−۲۲	−۱۰۸	+۲
A10	−۴۸	+۱۱۱	+۲۱۴	+۷۶	−۱۲۲	−۱۸۷	۰	B4	−۵۰	−۱۰۵	+۱۵۷	+۲۰	۰	−۵۹	۰
A11	+۲۴	−۲۴	+۳۱۴	۰	−۱۴	−۲۹۸	+۲	B5	+۱۰۴	+۱۲۱	+۷۵	−۱۸	−۴۷	−۲۴۱	+۳
A12	+۱۲	+۴۷	+۲۸۵	−۲۴	−۲۹	−۳۱۲	۰	B6	+۴۱	−۱۰۵	+۲۱۵	−۱۵	−۸۷	−۱۱۵	۰
A13	+۳۶	+۸۸	+۴۲۱	−۸۹	−۴۶	−۳۷۷	+۴	B7	−۴۸	+۹۰	+۲۱۴	+۴۶	−۱۰۱	−۱۶۷	۰
A14	+۲۵	+۱۵	+۱۲۵	−۹۹	−۲۲	−۱۱۸	۰	B8	−۲۵	−۷۵	+۳۱۲	۰	−۲۵	−۱۷۰	۰
A15	−۳۲	+۲۹۹	+۴۱۵	−۱۴۷	−۷۸	−۵۱۰	۰	B9	+۲۱	−۱۵۴	+۴۸۰	۰	−۲۰	−۳۷۰	۰
A16	+۱۲۵	+۱۱۲	+۹۵	−۵۸	−۴۷	−۲۱۱	+۵	C1	+۹۴	−۱۲۴	+۳۱۴	۰	−۱۴	−۱۹۶	+۲
A2	+۴۸	+۲۱۵	+۳۱۲	−۹۸	−۷۴	−۴۹۵	+۸	C10	−۲۲	+۲۷۴	+۳۱۵	−۵۴	−۷۸	−۴۱۰	۰
A3	۰	+۲۵	+۷۸	۰	۰	−۹۸	۰	C11	+۳۶	+۸۰	+۲۲۱	−۷۱	−۴۶	−۳۷۷	+۴
A4	+۱۱۲	−۵۵	+۲۲۱	−۸۴	−۶۷	−۳۰۹	۰	C12	−۳۲	+۲۹۹	+۴۱۵	−۱۴۷	−۷۸	−۵۱۰	۰
A5	−۸۷	−۴۸	+۳۱۵	−۵۵	−۲۰	−۱۹۸	۰	C13	+۴۸	−۱۰۵	+۴۱۵	−۹۵	−۸۷	−۳۴۵	۰
A6	−۵۷	−۱۱۵	+۲۵۷	−۲۰	۰	−۸۹	۰	C14	+۴۵	+۳۵	+۱۰۵	−۶۸	−۲۲	−۱۲۸	۰
A7	+۲۰	−۹۰	+۲۲۰	−۴۷	−۴۵	−۱۵۰	+۷	C15	+۴۰	−۷۰	+۲۱۰	−۶۷	−۷۵	−۱۴۰	+۴
A8	+۴۸	−۱۰۵	+۴۱۵	−۹۵	−۸۷	−۳۴۵	۰	C16	+۱۲۴	+۲۱۷	−۱۱۵	−۵۵	۰	−۱۹۷	+۵

A9	۰	−۵۰	+۱۱۵	−۲۰	۰	−۸۸	۰	C2	+۱۹	+۷۷	+۱۸۵	−۲۴	−۲۹	−۲۱۲	۰							
B1	+۸۷	+۱۸۹	+۲۷۷	−۵۴	−۴۸	−۴۱۵	۰	C3	−۱۰	−۱۵۴	+۳۸۰	۰	۰	−۱۷۰	۰							
B10	۰	−۸۰	+۲۲۰	−۲۰	۰	−۱۸۰	۰	C4	+۴۸	+۱۱۵	+۴۱۲	−۹۸	−۷۴	−۵۰۵	+۱۰							
B11	+۱۰۵	+۲۵۷	−۲۱۵	−۵۵	۰	−۱۷۷	+۵	C5	+۱۵	+۹۵	+۱۴۵	−۹۴	−۲۲	−۱۷۸	۰							
B12	+۲۷	+۱۴۵	+۱۹۵	−۲۳	−۲۱۵	−۹۵	۰	C6	+۳۵	+۷۸	+۵۲۱	−۸۹	−۴۶	−۴۷۷	+۷							
B13	۰	−۲۵۴	+۵۸۰	۰	−۲۰	−۲۷۰	۰	C7	−۶۲	+۲۰۵	+۴۲۵	−۱۰۷	−۸۸	−۵۵۰	۰							
B14	+۵۰	+۱۱۷	۲۱۹	−۱۱۲	−۱۴۱	−۸۰	۰	C8	−۵۰	−۱۰۵	+۳۵۷	−۲۰	۰	−۱۸۹	۰							
B2	−۳۵	−۸۵	+۴۱۲	۰	−۲۵	−۲۸۹	۰	C9	−۸۰	+۴۵	+۲۱۵	−۵۵	−۲۰	−۱۰۸	۰							
حوزه آبخیز	+۸۰۳	+۱۴۸۰	+۱۱۷۲۹	−۲۲۱۴	−۲۱۰۲	−۱۱۳۳۱	+۶۸															

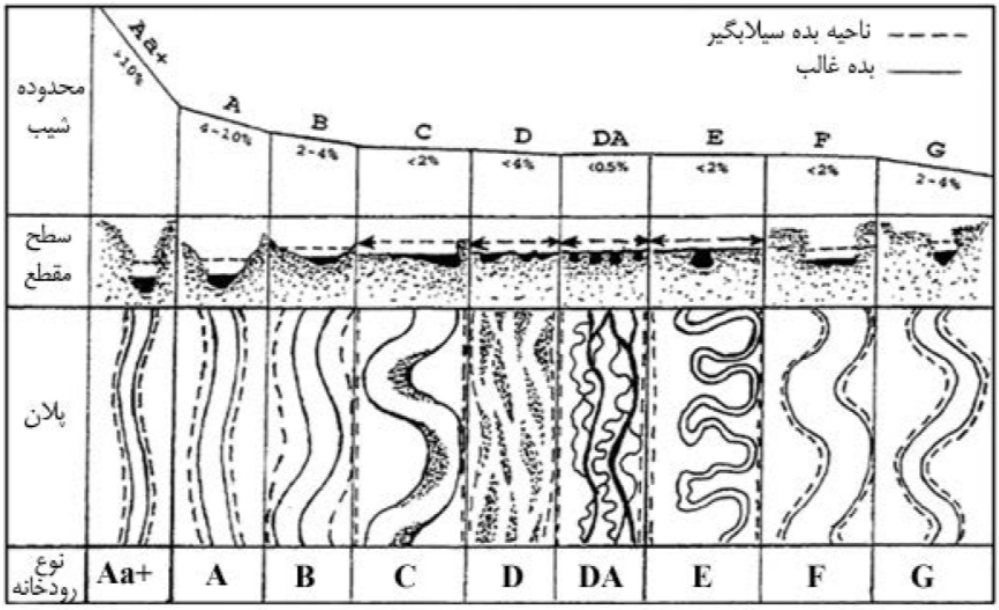
ارزیابی وضعیت و طبقه‌بندی ژئومورفولوژیک رودخانه کر توسط روش روزگن در گذشته و حال (روزگن[1]، ۱۹۹۴)

در این تحقیق به منظور بررسی تاثیر تغییر کاربری روی وضعیت مورفولوژیکی رودخانه از روش کاربردی ژئومورفولوژی روزگن و از طریق روش های سنجش از دور/ GIS و همچنین پیمایش میدانی استفاده شده است. ارزیابی وضعیت و طبقه بندی ژئومورفولوژی (مدل روزگن)، توسط محقق آمریکایی به نام روزگن (۱۹۹۴) به جامعه مهندسی و مدیریت رودخانه ارائه شده است. روزگن منطق ارزیابی وضعیت و طبقه بندی رودخانه ها را از حالت صرفا توصیفی خارج کرده و ضمن بهره‌گیری از مباحث کیفی، معیارهای کمی مهندسی رودخانه را نیز لحاظ نموده است. لذا با این منطق پیش‌بینی رفتار رودخانه‌ها به‌صورت مناسب‌تری امکان‌پذیر خواهد شد. دیوید روزگن با بررسی تعداد بی‌شماری از آبراهه‌های مختلف، شناخت مناسبی از انواع رودخانه‌ها به‌دست آورده و در راستای شناخت رفتار رودخانه‌ها، مراحل تعیین خصوصیات مورفولوژی رودخانه را ارائه نموده است (سبزیوند و همکاران، ۱۳۸۶؛ ترابی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ نشریه شماره ۵۲۹؛ ۱۳۹۱). بر اساس روش روزگن، خصوصیات ژئومورفولوژی رودخانه‌ها در چهار سطح مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد و به ترتیب از سطح یک که شناخت مشخصات کلی و بر مبنای تجزیه سطحی است تا سطح چهار که ارزیابی بسیار دقیق و با جزئیات کامل از ویژگی‌های ژئومورفولوژی رودخانه ارائه می‌دهد انجام می‌شود. با توجه داده ها و اطلاعات موجود، در این تحقیق تمرکز اصلی روی دو سطح اول روش روزگن هست.

سطح یک طبقه‌بندی کلی

خصوصیات ژئومورفولوژی رودخانه را که از تلفیق اطلاعات مربوط به عوارض حوزه آبخیز[2]، لندفرم[3] و ژئومورفولوژی دره به دست می‌آید، بیان می‌کند. در این سطح، ابعاد و الگوها و نیمرخ‌های طولی و عرضی رودخانه‌ها برای ارائه ژئومورفولوژی رودخانه در مقیاس کلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از معیارهای سطح یک از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های زمین ژئومورفولوژی به دست می‌آید. نتیجه طبقه‌بندی رودخانه‌ها در شکل ۹ نشان داده شده است. در این شکل با تعیین محدوده شیب رودخانه با استفاده از نیمرخ طولی آن، نوع رودخانه از نوع A تا نوع G همراه با خصوصیات کلی، شکل سطح مقطع و الگوی سطح جریان مشخص می‌گردد (روزگن، ۱۹۹۴).

1 -Rosgen
2 Basin Relief
3 Land Form

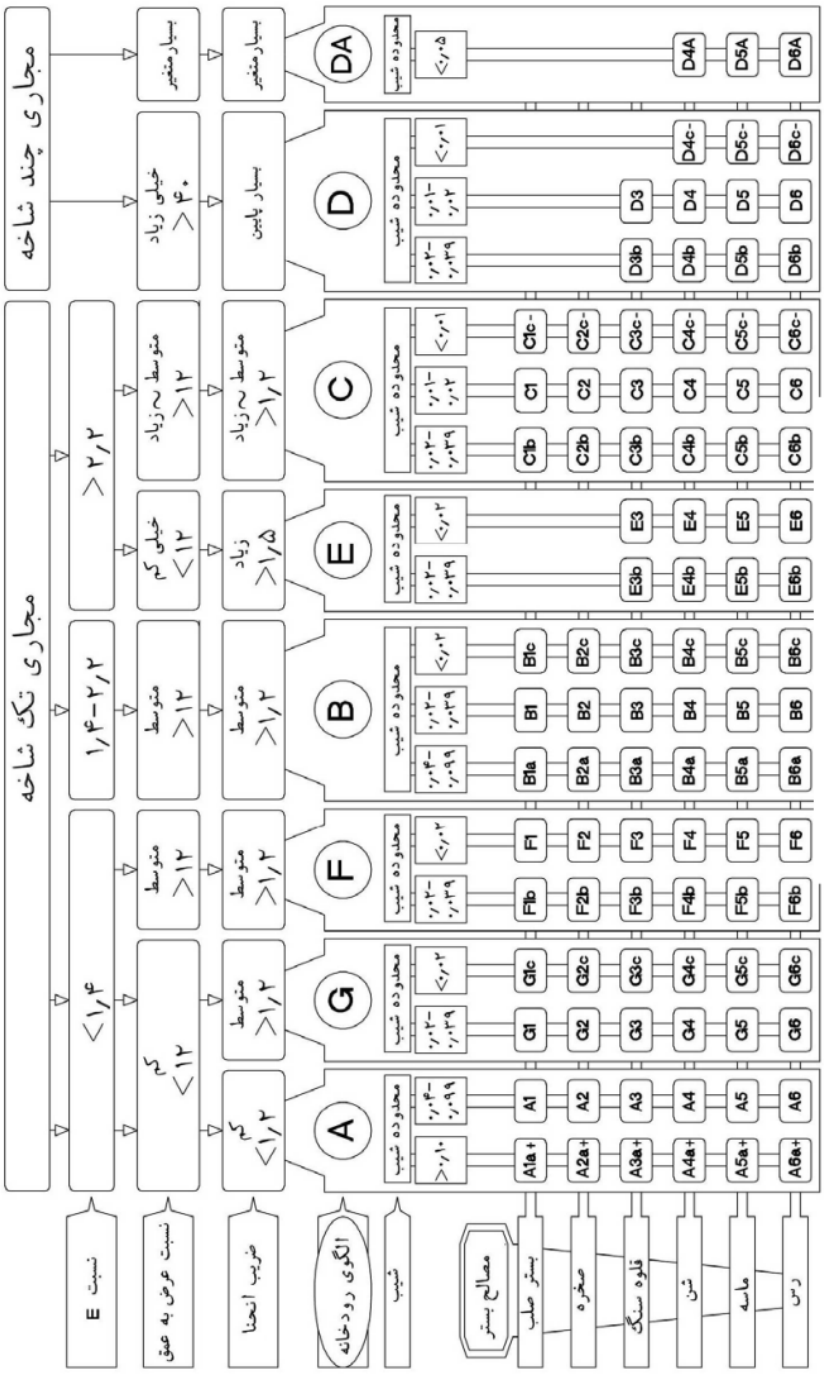


شکل ۹: نمایی از شکل پلان، نیمرخ طولی مقاطع عرضی الگوهای رودخانه (روزگن، **۱۹۹۴**)

سطح دو، طبقه‌بندی توصیفی

دومین سطح از تحلیل ژئومورفولوژی رودخانه و خصوصیات رفتاری آن در روش تجربی روزگن، توصیف ریزتر و دقیق‌تری از کلاس‌بندی رودخانه‌ها را ارائه می‌دهد. در این سطح با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از بررسی‌های میدانی و صحرایی و از جمله شاخص گود افتادگی[1] (نسبت E)، نسبت عرض به عمق و ضریب خمیدگی، وضعیت مصالح بستر، تقسیم‌بندی کامل‌تری از رودخانه‌ها داده می‌شود. بنابراین هر نوعی از رودخانه‌ها که در سطح یک، از انواع A تا G برحسب شیب ارائه شده، بسته به آن‌که مصالح آن از کدام یک از انواع فوق باشد، به دسته ریزتر مطابق با شکل‌های ۱۰ تقسیم می‌گردد و در مجموع در این تقسیم‌بندی ۴۲ نوع رودخانه با ویژگی‌های رفتاری خاص خود ارائه شده است (روزگن، ۱۹۹۴).

1 Entrenchment



شکل ۱۰: کلید تقسیم‌بندی رودخانه‌ها (روش روزگن) (روزگن، ۱۹۹۴)

به منظور ارزیابی تغییرات کیفی وضعیت ژئومورفولوژی حوضه رودخانه کرناشی از تغییرات کاربری توسط روش روزگن، تصاویر ماهواره‌ای (گوگل ارث) برای رودخانه پایین دست حوضه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۹۴ و ۲۰۱۳ میلادی استخراج گردید (شکل‌های ۲ تا ۶). سپس با توجه به وضعیت هیدرولوژیکی (زرین و همکاران، ۱۳۹۶) و ویژگی‌های مورفولوژیکی و پیمایش میدانی (شکل ۱۱)، قلمرو مورد نظر به تعدادی بازه مکانی تفکیک گردید.

نتایج تحقیق

نتایج حاصل از سطح یک روش روزگن

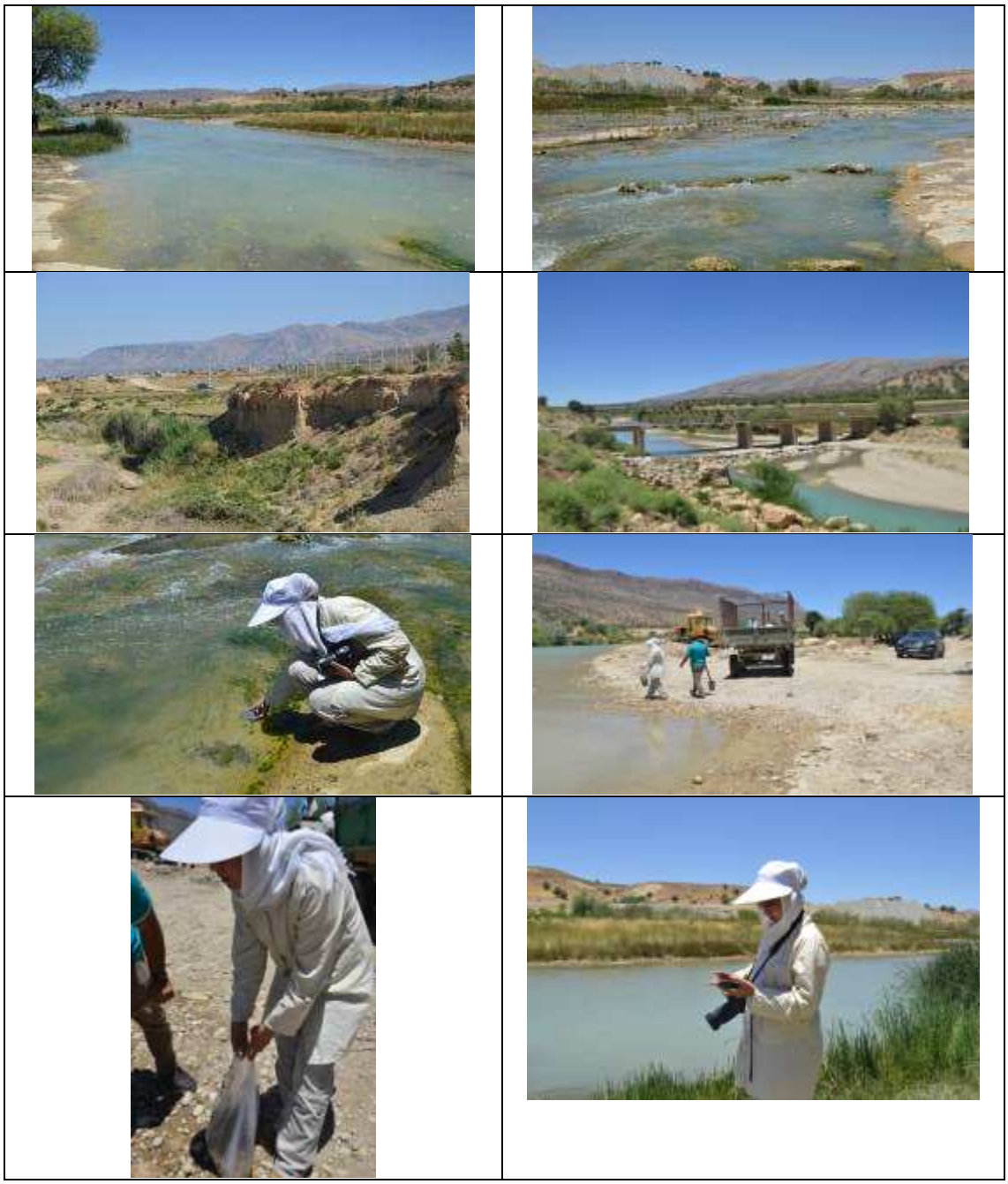
همانطور که اشاره گردید، طبقه‌بندی رودخانه‌ها با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از نیمرخ رودخانه و عوارض دره و شکل سطح مقطع و الگوی پلان به دست می‌آید. تغییرات ژئومورفولوژی کانال ناشی از تغییرات اقلیمی و مداخلات انسانی بخصوص تغییر کاربری اراضی است. نتایج حاصل از سطح یک برای حوضه رودخانه کر در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: خلاصه نتایج معیارهای طبقه‌بندی در سطح یک روش روزگن (روزگن، ۱۹۹۴)

بازه	نوع رودخانه	نسبت گودافتادگی	محدوده شیب آبراهه	نسبت عرض به عمق	ضریب انحنا (سینوسیته)	شکل نواحی / خاک / حالات مختلف بستر	توصیف عمومی
۱	C	<۲/۲	<۰,۰۲	>۱۲	>۱/۴	دره‌های سیلاب دشتی، خاک‌های آبرفتی سیلابدشت با گسترش ملایم به همراه مجرای پیچانرودی مشخص، بستر تلماسه‌ای _ حوضچه‌ای	شیب کم، پیچانرودی، بار رسوبی نقطه‌ای، شکل بستر به‌صورت تلماسه‌ها و حوضچه‌ها، مجاری آبرفتی وسیع، سیلاب دشت مشخص
۲	C	<۲/۲	<۰,۰۲	>۱۲	>۱/۴		
۳	D	متغیر	>۰,۴	>۴۰	متغیر	مجراهای آبرفتی و حالات مختلف رسوب‌گذاری، تطابق دراز مدت، منابع رسوبی فراوان	مجرای شریانی با تپه‌های رسوبی طولی یا عرضی، مجرای بسیار عریض با سواحل فرسایش‌پذیر
۴	F	<۱/۴	<۰,۰۲	>۱۲	>۱/۴	گودافتادگی وسیع در بستر به همراه مصالح هوازده، شیب ملایم با نسبت عرض به عمق بالا، پیچانرودی ناپایدار دراز مدت با نرخ فرسایش کناره بالا، ژئومورفولوژی حوضچه‌ای تلماسه‌ای	مجرای حوضچه‌ای_تلماسه‌ای با سیلابدشت محدود با شیب‌های کم و نسبت عرض به عمق کم با شیب متوسط
۵	E	>۲/۲	<۰,۰۲	<۱۲	>۱/۵	دره‌های وسیع، مصالح آبرفتی، دارای شکل سینوسی وسیع، کناره‌های پایدار حاوی پوشش گیاهی، شکل بستر حوضچه‌ای_ تلماسه‌ای با نسبت عرض به عمق بسیار اندک	شیب کم، جریان حوضچه ای _ تلماسه‌ای پیچانرودی با نسبت عرض به عمق کم و رسوبات اندک، پایدار، عرض چم بالا

* برای بازه شماره یک، محدوده بالادست آن مدنظر است (تا مرز دریاچه)

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود بازه‌های پایین‌دست نسبت به بالادست شیب کمتر، درجه سینوسی (شعاع انحنا) بیشتر و نسبت گودافتادگی بیشتر دارند. همچنین به علت تفاوت شیب بازه‌های بالادست نسبت به بازه پایین‌دست در رودخانه مورد مطالعه، الگوی فرسایش و رسوب نیز متفاوت است. در بازه‌های پایین‌دست به علت کاهش شیب، سرعت جریان کاهش یافته و نسبت رسوبگذاری به فرسایش در بستر جریان بیشتر است. اما به علت افزایش ضریب انحنا در بازه های پایین دست سبب تشدید فرسایش کناری شده است. شایان ذکر است علت کاهش شیب در پایین‌دست و بخصوص بازه‌های ۱ و ۲، احداث سد درودزن و تغییر سطح اساس (افزایش سطح اساس) در پایین‌دست است.



شکل ۱۱: نمایی از چند مقطع و نمونه‌برداری محقق از بازه‌های مورد مطالعه رودخانه کر

سطح دو، طبقه‌بندی توصیفی

دومین سطح از تحلیل ژئومورفولوژی رودخانه و خصوصیات رفتاری آن در روش تجربی روزگن، توصیف ریزتر و دقیق‌تری از وضعیت و کلاس‌بندی رودخانه‌ها را ارائه می‌دهد. در این سطح با در نظر گرفتن اطلاعات حاصل از برر سی‌های میدانی و صحرایی و از جمله و ضعیت م صالح ب ستر، تق سیم‌بندی کامل‌تری از رودخانه داده می شود. نتایج حاصل از این سطح در جداول ۴ و ۵ به‌ترتیب برای دوره‌های زمانی سال ۱۳۹۲ و ۱۳۷۲ ارائه شده است.

جدول ۴: خلاصه معیارهای طبقه‌بندی در سطح ۲ روش روزگن برای سال (۱۳۹۲)

بازه	نوع مجاری	الگو رودخانه	نسبت گودافتادگی	محدوده شیب آبراهه	نسبت عرض به عمق	ضریب انحنا (سینوسیته)	جنس مصالح بستر	نوع رودخانه
۱	تک شاخه	C	>۲/۲	-۰/۰۱ ۰/۰۲	زیاد >۱۲	زیاد ۲/۱-۱/۴	شن- ماسه- رس	C4- C5- C6
۲	تک شاخه	C	>۲/۲	-۰/۰۱ ۰/۰۳	زیاد >۱۲	متوسط ۱/۱-۸/۴	شن-ماسه	C4- C5
۳	چند شاخه	D	متغیر	-۰/۰۲ ۰/۰۳۹	زیاد >۳۰	متوسط <۱/۴	قلوه سنگ - شن- ماسه	D3b- D4b- D5b
۴	تک شاخه	F	<۱/۶	<۰,۰۲	متوسط >۱۲	متوسط >۱/۴	قلوه سنگ- شن	F3- F4
۵	تک شاخه	E	>۲/۸	<۰,۰۲	کم <۱۲	زیاد >۱/۵	قلوه سنگ- شن	E3- E4

جدول ۵: خلاصه معیارهای طبقه‌بندی در سطح ۲ روش روزگن برای سال (۱۳۷۲)

بازه	نوع مجاری	الگو رودخانه	نسبت گودافتادگی	محدوده شیب آبراهه	نسبت عرض به عمق	ضریب انحنا (سینوسیته)	جنس مصالح بستر	نوع رودخانه
۱	تک شاخه	C	<۲/۲	-۰/۰۱ ۰/۰۳	متوسط >۱۲	متوسط ۱/۱-۸/۴	شن- ماسه- رس	C4b- C5b- C6b
۲	تک شاخه	C	<۲/۲	-۰/۰۲ ۰/۰۳۹	متوسط >۱۲	زیاد ۲/۱-۱/۴	شن-ماسه	C4b- C5b
۳	چند شاخه	D	متغیر	-۰/۰۲ ۰/۰۳۹	خیلی زیاد >۴۰	پایین	قلوه سنگ - شن- ماسه	D3b- D4b- D5b
۴	تک شاخه	F	<۱/۴	<۰,۰۲	متوسط >۱۲	متوسط >۱/۲	قلوه سنگ- شن	F3- F4
۵	تک شاخه	E	>۲/۲	<۰,۰۲	خیلی کم <۱۲	زیاد >۱/۵	قلوه سنگ- شن	E3- E4

نتایج جداول فوق در جدول ۶ به منظور ارزیابی کیفی متغیرهای پایداری محیطی رودخانه کر در طی سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ با استفاده از روش روزگن ارائه شده است.

جدول ۶: ارزیابی کیفی تغییر متغیرهای پایداری محیطی رودخانه کر در طی سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ با استفاده روش روزگن

بازه	الگو رودخانه	پایداری کرانه رودخانه	نسبت گودافتادگی	نسبت عرض به عمق	ضریب انحنا (سینوسیته)	گل آلودی	درصد پوشش گیاهی جوامع کنارزی	واحدهای ژئومورفیک و زیستگاه ها	دبی پیک	بار معلق و بار بستر	نوع رودخانه
۱	C	−	+	+	+	+	−	−	+	+	تغییر یافته
۲	C	−	+	+	-	+	−	−	+	+	تغییر یافته
۳	D	o	o	−	+	+	o	−	+	+	تغییر نیافته
۴	F	−	+	o	+	−	−	−	+	+	تغییر نیافته
۵	E	−	+	+	o	−	−	−	+	+	تغییر نیافته

افزایش (+)، کاهش (−) و خنثی (o)

همانظور که در جداول فوق مشاهده می شوند به طور کلی بازه‌های مکانی مورد مطالعه در طی بازه زمانی ذکر شده از لحاظ نوع مجرا و الگوی رودخانه در روش روزگن تغییر نیافته است اما در سایر موارد مانند پایداری رودخانه، نسبت گودافتادگی، نسبت عرض به عمق، ضریب انحنا، گل آلودی، درصد پوشش گیاهی جوامع کنارزی، واحدهای ژئومورفیک و زیستگاه‌ها، دبی پیک، بار معلق و بار بستر و نوع رودخانه تغییرات محسوسی داشته است. همانطور که در جدول ۶ نشان داده شده است، به علت تغییر و افزایش دبی پیک سیلاب و بار معلق و بستر، الگوی فرسایش و رسوبگذاری نیز تغییر یافته است این تغییرات سبب کاهش پایداری کرانه رودخانه، افزایش نسبت گودافتادگی، افزایش ضریب انحنا، افزایش گل آلودگی و به تبع آن‌ها کاهش درصد پوشش گیاهی جوامع کنارزی و کاهش واحدهای ژئومورفیک و زیستگاه‌ها و در آخر تغییر نوع رودخانه شده است.

نتیجه‌گیری

– در این پژوهش، پنج بازه مورد مطالعه در چهار تیپ شامل C، D، F و E به‌ترتیب از پایین‌دست تا بالادست محدوده مورد مطالعه در سطح یک روش روزگن قرار گرفتند.

– همانطور که در جدول ۴ و ۵ مشاهده گردید با توجه به جزئیات برداشت شده از محیط طی عملیات سنجش از راه دور و پیمایش میدانی ۱۴ زیر تیپ از سطح دوم روزگن شناسایی شده است.

– در طی دوره زمانی مورد مطالعه حداکثر تغییرات ژئومورفولوژی در سطح یک و دو روش روزگن مربوط به بازه‌های مکانی شماره ۱ و ۲ بوده است و پس از آن به ترتیب بازه‌های شماره ۴، ۵ و ۳ در الویت قرار می‌گیرند.

– با بررسی وضعیت کرانه‌های رودخانه و تغییرات عرضی در طی دوره زمانی مورد مطالعه از طریق روش سنجش از دور (گوگل ارث) و پیمایش میدانی این نتیجه حاصل شد که در تمامی بازه های مکانی مورد مطالعه به علت فرسایش‌پذیری کرانه‌ها، تغییراتی عرضی و طولی چشم‌گیری رخ داده است و حداکثر تغییرات به ترتیب مربوط به بازه‌های مکانی ۲، ۱، ۳، ۴ و ۵ است. تغییرات عرضی به‌ترتیب به علت تغییر شیب، رژیم هیدرولوژیک، بار معلق و بار بستر، تعرض به زمین‌های محدوده حریم رودخانه و وجود سد بوده است. این عدم تعادل ناشی از تغییرات رژیم هیدرومورفولوژیک سبب نامساعد شدن شرایط محیطی رودخانه و برهم زدن واحدهای ژئومورفیک و زیستگاه های موجودات زنده، کاهش کیفیت و کمیت

آب، کاهش پوشش جوامع کناری، کاهش کیفیت چشم انداز رودخانه از نظر گردشگری و در آخر کاهش راندمان و حجم مخزن سد درودزن شده است.

منابع

- اونق، م. و میرکریمی، س. ح. ۱۳۷۸. هدایت توسعه پایدار استان گلستان (آمایش بستر طبیعی). مجموعه مقالات دومین همایش توانمندی های توسعه استان گلستان، گرگان. ماه خرداد، صفحه ۲۷۵-۲۶۵.
- اسماعیلی، ر. و حسین زاده، م. ۱۳۹۰، تکنیک های میدانی در ژئومورفولوژی رودخانه. چاپ اول، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران. ۲۲۸.
- اسماعیلی، ر. و حسین زاده، م. ۱۳۸۸، بررسی فرایندهای تشکیل دهنده موانع طولی در رودخانه های کوهستانی (مطالعه موردی: البرز شمالی، حوضه آبخیز لاویج رود) پژوهش های جغرافیای طبیعی، شماره۷۱. ۸۵-۷۲.
- بهرامی، س .ع. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات هیدرولوژیک حوضه آبخیز سد بوستان استان گلستان با استفاده از مدل HEC-HMS . پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۶۱ صفحه.
- ترابی‌زاده، ع. بینا، م. شفاهی بجستان، م. (۱۳۸۸)، ارزیابی مورفولوژیکی بازه ای از رودخانه زهره با استفاده از طبقه‌بندی روزگن ، هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ۶ بهمن ماه، ۱۲.
- خطیبی، س. مهدیزاده محلی، س. نژاد نادری، م. خانجانی، م. (۱۳۸۸)، ارزیابی سطوح مختلف طبقه بندی رودخانه‌ها و کاربرد آنها برای رودخانه سفیدرود، هشتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ۶ بهمن ماه، ۱۴.
- خسروی، غ. نوحه گر. ا. ۱۳۹۵. شبیه سازی الگوی جریان و رسوب در یک بازه پیچانرود توسط مدل CCHE2D، مجله پژوهش آب ایران. شهرکرد. شماره ۲، ۱۲۲-۱۱۰.
- فروغی، ز. شایان، س. کردوانی، پ. ۱۳۹۶. تحلیل تاثیر تغییرات کاربریهای اراضی بر تحولات هیدژئومورلوژیک رود کر، فصلنامه مهندسی و مدیریت آبخیزداری.
- سبزیوند، ر، هاشمی آونجی، س. مجدزاده طباطبایی، م. شفاعی بجستان، م. (۱۳۸۶)، "طبقه بندی رودخانه ها از دیدگاه ژئومورفولوژی"، چاپ اول، انتشارات ستاوند یزد، ۸۸.
- نشریه شماره ۵۲۹. ۱۳۹۱. راهنمای مطالعات ریخت شناسی رودخانه، معاونت برنامه ریزی و نظارت ریاست جمهوری.
- *Bahremand, A., Smedth, F., Corluy, J., Liu, Y.B., Poorova, J., Velcicka, L., and Kunikova, E. 2006. Application of Wetspa model for assessing land use impacts on floods in the Margecany- Horanad watershed. Water Science & Technology, 53, P: 37-45.*
- *Ghafary, A. 1998. The effects of land use on river erosion of the Marv Dasht. Art collection and scientific seminar lectures to study methods of the optimum land use, Tehran, watershed management branch, Jihad Sazandegi Ministry.11, jun. P: 324-344.*
- *Fohrer, N., Steiner, N., and Molle. D. 2002. Multidisciplinary trade-off function for land use option in low mountain range area, a modeling approach. Third international Conference on Water Resources and Environment Research, Dresden University of Technology, P: 378-391.*
- *Chaplot, V., Gilbore, G., Marchand, P., and Valentin, C. 2005. Dynamic modeling for linear erosion initiation and development under climate and land use change in Northern Laos. Catena, 63, P: 318-328.*

- *Jordan, G., Van rompaey, A., Szilassi, P., Czillag, G., Mannaerts, Ch., and Woldai, T. 2005. Historical land use changes and their impact on sediment fluxes in the Balaton basin (Hungary). Agriculture, Ecosystems & Environment. 108 (2), P: 119-133.*
- *Li, J., Feng, P., & Chen, F. (2014). Effects of land use change on flood characteristics in mountainous area of Daqinghe watershed, China. Natural hazards, 70(1), 593-607.*
- *Muller, E.N., Francke, T., Batalla, J., and Bronstert, A. 2009. Modeling the effects of land use changes on runoff and sediment yield for meso- scale catchment in the southern Pyrenees. Catena 79, P: 288-296.*
- *Neil Munro, L., Deckers, J., Haile, M., Grove, A.T., Poesen, J., and Nyssen. J. 2008. Soil landscapes, land cover change and erosion features of the Central Plateau region of Tigari, Ethiopia: Photo monitoring with an interval of 30 years. CATENA, 75 (1), P: 55-64.*
- *Rosgen, D., 1994. A classification of natural rivers. Wildland Hydrology, 157649 U. S. Highway 160, Pagosa Springs, CO 81147*
- *Sharma, A., and Tiwari, K.N. 2010. Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed. Environmental Monitoring and Assessment.173 (1-4), P: 789-801.*