نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۲، شماره ٦٤، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۱۰۱-۸۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۶/۲۱

بررسی پلان قوسی و تنوع در شاخص سینوسی رودخانه کلیبر چای

محمدحسین رضایی مقدم [۱]
محمدرضا نیکجو [۲]
داود مختاری [۳]
احمد فاخری فرد [۴]
دکتر کاظم خوشدل [۵]

چکیده

حوضه کلیبرچای در شمال غربی کشور ایران قرارگرفته است. این پژوهش پلان قوسی رودخانه کلیبرچای (از شهر کلیبر تا روستای جانانلو) را مطالعه نموده است. این محدوده رودخانه کلیبرچای با طول ۷۰ کیلومتر است.کانال در پلان قوسی دارای الگوهای کانال راست، موجی، مئاندری و گیسویی (قیطانی) است. مطالعات پلان قوسی رودخانه در رابطه با فرآیندهای فعال مختلف در کانال رودخانه و ارتباط متقابل بین پارامترهای هیدرولوژیکی و مواد رودخانه را نشان می‌دهد. تغییرات پیوسته در شاخص سینوسی در کانال نشانه‌هایی از تغییر در رفتار رودخانه است. برای انجام این پژوهش از تصاویر Google earth و DEM ده متری منطقه استفاده شد. جهت سهولت در مطالعه، رودخانه به چهار بازه تقسیم گردید. در بازه بندی رودخانه شرایط توپوگرافیک و نظر کارشناسی نگارندگان در نظر گرفته شد . شاخص سینوسی رودخانه در چهار بازه به‌وسیله نرم‌افزار

۱ـ استاد و عضو هیئت‌علمی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲ـ دانشیار و عضو هیئت‌علمی فقید دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۳ـ استاد و عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز، ایران
۴- استاد و عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز، ایران
۵- دانش آموخته دکتری دانشگاه تبریز، تبریز، ایران(نویسنده مسئول)
Email: khoshdel@tabrizu.ac.ir

Arc GIS طبق فرمول $\frac{CL}{AL}$ =TSIمحاسبه گردید. در فرمول ذکرشده TCI شاخص سینوسی توپوگرافیک، CLطول کانال رودخانه و AL طول هوایی ابتدا و انتهای کانال است. بیشترین شاخص سینوسی برای امتداد رودخانه رودخانه کلیبرچای حدود ۱ تا ۱/۳ است و نشان می‌دهد بیش از ۷۰ درصد رودخانه در گروه مئاندری قرار می‌گیرند. فرسایش و فرآیندهای رسوبی به علت مئاندری بودن رودخانه با سیل‌های بهاری و پاییزی منطقه رخ می‌دهد. تنوع در نوع مواد و اندازه باعث فرسایش و افتادن کناره که منجر به تغییرات در کانال‌ها و پیچش‌ها در شاخص سینوسی می‌شود. مطالعه شاخص سینوسی و شناسایی الگوی رودخانه‌ها باعث سهولت در برنامه‌ریزی می‌گردد .

واژگان کلیدی: مئاندر، شاخص سینوسی، کلیبرچای، پلان، GIS.

مقدمه

جریان رودخانه‌ها در طبیعت فوق‌العاده پیچیده است. رودخانه‌ها برای پوشش گیاهی طبیعی، حیوانات، موجودات زنده و جوامع انسانی سودمند هستند. رودخانه امکان آب آشامیدنی و آبیاری مزارع کشاورزی را فراهم می‌کند. رودخانه‌ها به‌عنوان کنده‌کار فعال زمین با فرسایش و رسوب مطرح هستند. برخی از اثرات منفی رودخانه‌ها مانند سیل، به‌عنوان یک فاجعه طبیعی تلقی می‌شود. چنین فجایع طبیعی زمانی به نمایش گذاشته می‌شود که رودخانه‌ها، توسط فعالیت‌های انسان‌ساخت با تغییر شکل و پلان قوسی آن‌ها تغییر می‌کنند. قسمت‌های مئاندری و پیچان‌رودی رودخانه‌ها در مقابل سیل آسیب‌پذیر هستند. بنابراین، مطالعات رودخانه، ازنظر ویژگی‌های هیدرولیک، رسوب، نسبت پهنا به عمق، مورفولوژی و پلان قوسی آن بسیار مهم است.با توجه به نظر لئوپولد و ولمن (۱۹۵۷)، الگوی کانال رودخانه به‌عنوان یک نمای پلان، تمایل رودخانه به مئاندری، قیطانی و کانال‌های مستقیم هست. توی در سال ۱۹۸۷ توصیف کرد که علاوه بر تغییراتی که در مقطع کانال جریان و شیب رخ می‌دهد، الگوهای خاص پلان در مسیرها تغییر می‌کند. اغلب الگوی قیطانی و مئاندری در طبیعت قابل‌شناسایی است. بازه‌های مستقیم طولانی در مسیر جریان طبیعی رودخانه رایج نیست. همه این الگوها بازتابی از تخلیه آب، رسوب، شیب کانال و سطح مقطع است. به نظر شیوم (۱۹۷۲) افزایش در سینوسی رودخانه به‌طورکلی با افزایش شیب دره و

شیب کانال رخ می‌دهد. شیوم (۱۹۷۷) مشاهده کرد که، نسبت بار بستر به بار کل، یک تأثیر عمده‌ای بر ماهیت کانال آبرفتی دارد. تنوع در نوع مواد و اندازه باعث فرسایش و افتادن کناره که منجر به تغییرات در کانال‌ها و پیچش‌ها در شاخص سینوسی می‌شود (جگدیش و همکاران، ۲۰۱۶). کاوش‌های آبرفتی از کناره‌های مسئول اصلی فرسایش کانال و تغییرات در مکان‌های کانال هستند که یکی از علل گوناگونی در شاخص سینوسی کانال است (ساپکال ۲۰۰۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۴). بر این اساس مواد بستر، ویژگی‌های شیب، مورفولوژی رودخانه، شکل و پلان قوسی، رودخانه‌ها به انواع مختلف تقسیم می‌شوند.به نظر روزگن (۱۹۹۴) ۷ دسته عمده نوع جریان وجود دارد که هر طبقه‌بندی با تأثیر مواد کانال از سنگ‌بستر، نسبت گل‌ولای به خاک رس در امتداد یک پیوستاران محدوده شیب مشخص می‌شود. گسترش کانال‌های مئاندری وقتی رخ می‌دهد که کناره خارجی بیش‌ازپیش از کناره مخالف عقب‌نشینی کند. آبراهه‌های ناپایدار به تغییرات خارجی مانند بار رسوبی یا مقدار تخلیه رسوب واکنش نشان می‌دهد. رضایی مقدم و خوشدل (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای بررسی پیچ‌وخم‌های اهر چای، علت اصلی تغییرات بستر طی دهه‌های اخیر را تعرض افراد بومی به حریم رودخانه بیان می‌کنند. به‌طورکلی رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند ویژگی‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژیکی، و نحوه بهره‌برداری از آن‌ها در معرض تغییر و تحول هستند (فاطمی عقدا و همکاران،۱۳۸۰). تغییرات رودخانه‌ای به‌صورت فرسایش یا رسوب‌گذاری در بستر، تخریب دیواره‌ها تغییر راستای، جریان، تغییر و جابجایی مئاندرها و تغییر در فرم رودخانه نمودار می‌شوند (فروغی و همکاران، ۱۳۸۰). مئاندرها در دینامیک رودخانه و تغییرات دبی، سیل و ناپایداری بستر تأثیر دارند (یمانی و حسین زاده ،۱۳۸۳). مئاندرها دارای حرکات عرضی و طولی هستند که این حرکت باعث ایجاد تغییرات در مسیر رودخانه و موجب فرسایش در کنار و در کف بستر رودخانه می‌شوند (رضائی مقدم و خوشدل، ۱۳۸۵). تغییرات مورفولوژیکی رودخانه آجی چای در بازه زمانی و مکانی موردمطالعه بیشتر متأثر از عوامل طبیعی از قبیل کاهش قدرت جریان به علت کاهش میانگین سالانه دبی آب و رسوب، انباشت رسوب و لیتولوژی سست بوده است (رضائی مقدم و همکاران، ۱۳۹۲). به نظر عاشوری و همکاران، (۱۳۹۲)، با احداث

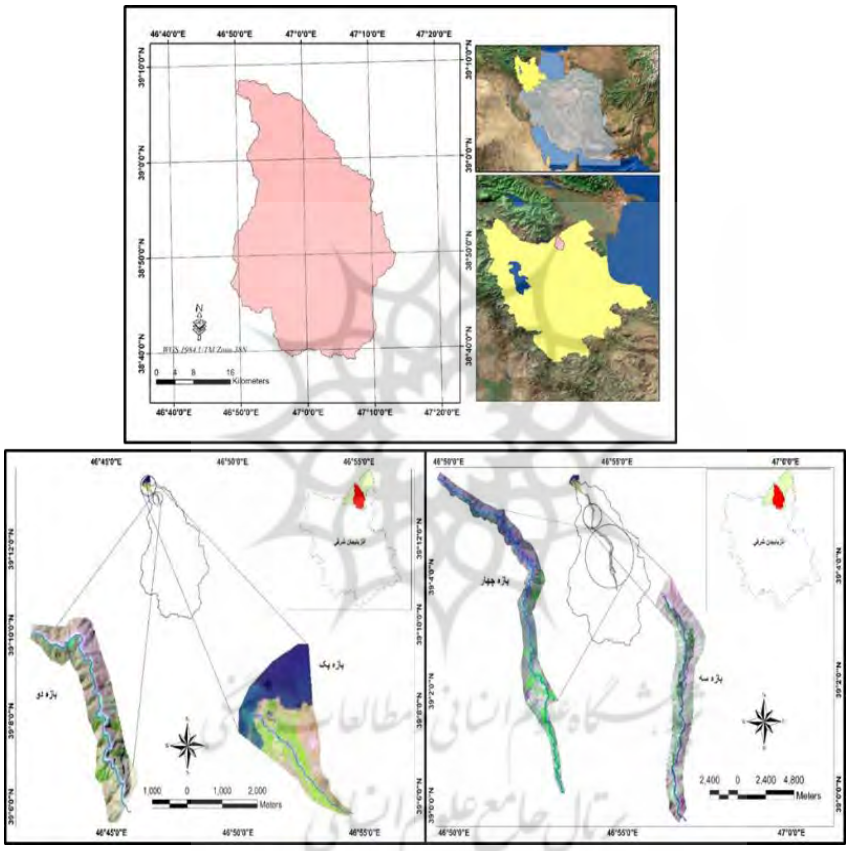
سد درروی رودخانه‌ها الگوهای شریانی به الگوی مئاندری تبدیل و الگوهای مئاندری ازلحاظ کمی بیشتر و ازلحاظ ابعاد کوچک‌تر می‌شوند. اکثر قطع‌شدگی‌ها و تغییرات مجرای اهر چای در دشت ازومدل ورزقان با وقوع سیل‌های بزرگ به وقوع پیوسته است. (خوشدل و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۱). فرسایش کناری در رودخانه‌ها هرساله خسارات زیادی را به زمین‌های کشاورزی، ساختمان‌ها، سازه‌های جاده‌ای کنار رودخانه‌ها، و پل‌ها وارد می‌کند و به‌علاوه باعث انتقال مقادیر قابل‌توجهی رسوب به مخازن سدها می‌شود (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۲: ۲۲۷). دانشمندان زیادی در نقاط مختلف دنیا با توجه به هدفی که داشتند درزمینه‌ی تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ای و عوامل تغییر کرانه‌های آن را موردمطالعه قرار داده‌اند. به نظر خالقی و همکاران (۱۳۹۵) یکی از دلایل فرسایش دامنه های لیقوان و غلبه رسوب گذاری در دره لیقوان (تغییر پلان رودخانه)، افزایش بارش دهه های اخیر می‌باشد. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) الگوی هندسی رودخانه قزل اوزن را با استفاده از تحلیل هندسه فراکتال مورد مطالعه قرار داده اند نتایج این تحقیق نشان داد که بازه اول (بازه شریانی) بیشترین میزان تغییرات در سال های مورد بررسی را داشته و بازه دوم (بازه کوهستانی) کمترین میزان تغییرات را داشته است و بازه سوم (بازه نیمه-کوهستانی) حالت بینابنی داشته است.پیتر (۱۹۷۴)، نالدر (۱۹۹۷) جریان مئاندری رودخانه به جریان رودخانه مربوط نیست بلکه اندازه دبی جریان، رسوبات بستر، اندازه و نوع رسوبات، عمق، عرض، شدت‌جریان و کیفیت آب موجود در آن مؤثر هستند. کاوش‌های آبرفتی از کناره‌های مسئول اصلی فرسایش کانال و تغییرات در مکان‌های کانال هستند (ساپکال ۲۰۰۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۴) که یکی از علل گوناگونی در شاخص سینوسی کانال است. بر اساس مواد بستر، ویژگی‌های شیب، مورفولوژی رودخانه، شکل و پلان قوسی؛ رودخانه‌ها به انواع مختلف تقسیم می‌شوند.به نظر روزگن (۱۹۹۴) نوع جریان در خندقی شدن، شیب، نسبت عرض به عمق و سینوسی در اراضی مختلف تأثیر دارد . شکل رودخانه‌ها در کیفیت فرسایش و تغییرات کناری تأثیر دارد. بستر رودخانه در منطقه شکل متنوعی دارد. رودخانه کلیبر در مسیر خود از پیچان‌های دره‌ای و دشتی می‌گذرد. در این شرایط باعث تخریب کناره‌ها (که عمدتاً زمین‌های کشاورزی است) می‌شود. وجود چنین مسائلی ضرورت مطالعه نحوه تغییر و

تحول رودخانه‌ها و جابجایی جانبی آن‌ها را توجیه می‌کند. بنابراین هدف این پژوهش شناسایی شکل رودخانه در منطقه است. با شناسایی شکل رودخانه می‌توان به برنامه‌ریزی جهت کنترل ریسک فرسایش کناری کمک کرد. برای این منظور از مدل TCI به‌وسیله GIS جهت بررسی و تحلیل شکل رودخانه استفاده گردید. در سال‌های اخیر در بین پژوهش‌های صورت گرفته گرایش زیادی به سمت استفاده از انواع فن‌های جدید به جهت حل مسائل و مشکلات انسانی وجود داشته است. سیستم اطلاعات جغرافیایی و علم سنجش‌ازدور ازجمله این موارد هستند که می‌توانند برای تعیین وضعیت فرسایش کناره ای و تغییرات رودخانه کمک کنند. این ها فن‌های مبتنی بر کامپیوتر هستند که تحلیل ها را با نتایج قدرتمندی اجرا می‌کنند.مدل تحلیلی ارائه‌شده برای شبیه‌سازی تعدیل عرض در کانال‌های مئاندری از مواد غیر منسجم بانک ناشی از فرسایش از دو فرایند تعاملی است: فرسایش پایه و فروریختن کناره. این پژوهش برای محاسبه شاخص سینوسی رودخانه رودخانه کلیبرچای صورت گرفته است. رودخانه کلیبر در مسیر شمال جاری و پس از عبور از چهر بازه متفاوت به رود ارس می‌ریزد. منطقه سمت چپ و راست در بازه‌های ۲ و ۴ دامنه بسیار تند و در بازه‌های ۱ و ۳ کم شیب و هموار است. برخی از قسمت‌های بستر رودخانه دارای پیچ‌وخم زیاد است. شیب کانال، ناهمواری، اندازه مواد بستر رودخانه و فرآیندهای فرسایشی برای افزایش عرض کانال در برخی از نقاط منجر شده است و باعث تأثیر در فرم کانال و پلان شده است.

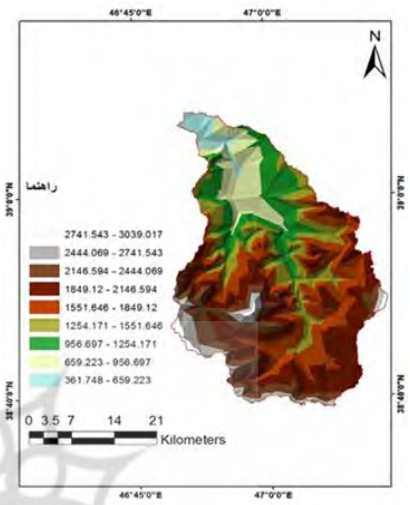
موقعیت منطقه موردمطالعه

رودخانه کلیبرچای رودخانه اصلی حوضه رودخانه کلیبرچای و از زیر حوضه‌های رودخانه ارس است. رودخانه کلیبرچای یکی از رودخانه‌های دائمی در استان آذربایجان شرقی است. این حوضه در بین طول‌های جغرافیایی '۴۸ °۴۶ تا '۱۳ °۴۷و عرض‌های جغرافیایی '۳۹ °۳۸ تا '۰۸ °۳۹قرارگرفته است (شکل شماره ۱). رودخانه کلیبرچای و شعبات آن از ارتفاعات قره داغ سرچشمه می‌گیرند. این رودخانه پس از عبور از شهر کلیبر در جهت

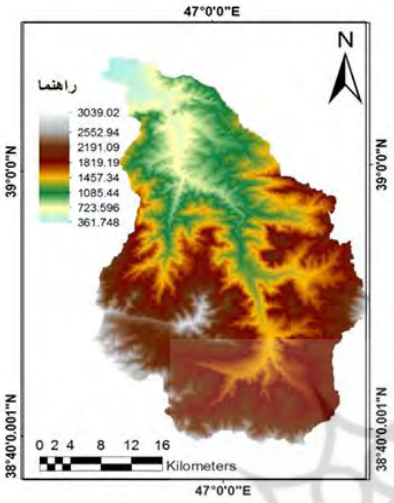
شمالی حرکت و به رودخانه ارس می‌ریزد. طول رودخانه کلیبرچای ۷۰ کیلومتر و سطح حوضه آبریز آن حدود ۱۲۵۰ کیلومترمربع است.



شکل شماره ۱: موقعیت منطقه موردمطالعه و بازه‌های چهارگانه



شکل شماره ۲ TIN :منطقه موردمطالعه



شکل شماره۳DEM :منطقه موردمطالعه

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از تصاویر Google earth و DEM ده متری منطقه استفاده شد. تصویر محدوده موردمطالعه با تفکیک نیم متری به‌وسیله نرم‌افزار Sad planet دانلود گردید. تصاویر گوگل ارث و DEM برای مشاهده از الگوهای کانال و محاسبه شاخص سینوسیته استفاده شد. جهت سهولت در مطالعه رودخانه کلیبر به طول ۷۰ کیلومتر به چهار بازه ۱، ۲، ۳ و ۴ تقسیم گردید (شکل شماره ۱). در بازه بندی رودخانه شرایط توپوگرافیک در نظر گرفته شد. بازه‌های ۱ و ۳ شرایط توپوگرافی دشتی و بازه‌های ۲و۴ توپوگرافی کوهستانی دارد. با توجه به طول رودخانه، بازه یک به۸ بخش، بازه دو به ۱۰ بخش، بازه سه به ۸ بخش و بازه ۴ به ۱۵ بخش مساوی تقسیم گردید. تجزیه‌وتحلیل، اندازه‌گیری طول کانال، طول حوضه با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS طبق فرمول $\frac{CL}{AL}$ =TSI محاسبه گردید. در فرمول ذکرشده TCI شاخص سینوسی توپوگرافیک، CL طول کانال رودخانه و AL طول هوایی ابتدا و انتهای کانال است. که در آن TSI شاخص سینوسیته توپوگرافیک،CL

طول کانال رودخانه و AL طول هوایی شروع و انتهای کانال است. این بدان معناست که شاخص سینوسیته را می‌توان به‌عنوان نسبت طول کانال به طول محور دره (برایس[1]، ۱۹۶۴) محاسبه کرد. لئوپولد[2] و ولمن[3] (۱۳۵۷) سینوسیته رودخانه را از نسبت طول رودخانه در خط القعر دره به طول محور ابتدا و انتهای رودخانه می‌داند. داده‌های ویژگی رودخانه با استفاده از تصاویر سنجش‌ازدور و مدل رقومی ارتفاعی تولید شد. شاخص سینوسیته نسبت طول کانال به طول محور پرپیچ‌وخم کمربند است. با توجه به نظر برایس پلان رودخانه‌های به سه دسته تقسیم می‌شوند . الف) شاخص سینوسیته زیر ۱ الگوی مستقیم ب) شاخص بین ۱/۰۵ تا ۱/۳ پیچان‌رود ج) شاخص۱/۳ و یا بالاتر ب به‌عنوان مئاندر.

یافته‌ها و بحث

تنوع ناهمواری باعث تنوع پلان رودخانه‌ها می‌گردد. تنوع پلان رودخانه باعث اختلاف فرسایش در انواع شکل و پلان رودخانه می‌شود. رودخانه در پلان‌های سینوسی قدرت فرسایش بیشتری دارند. مخصوصاً در قسمت مقعر پلان‌های سینوسی که با کناره‌ها تماس پیدا می‌کنند مواد را از بستر جدا و با خود با عنوان رسوب حمل می‌کنند. اندازه و نوع مواد بستر و کناره‌ها در فرسایش و رسوب در کانال رودخانه‌ها موثر است. طول دوره‌های خشک و مرطوب در فرسایش کناری رودخانه سهم به سزایی دارند . شناسایی اشکال رودخانه‌ها در برنامه‌ریزی و نگهداری مناطق اطراف رودخانه و مراقبت از بستر آن‌ها، ما را یاری می‌نماید. برای تجزیه‌وتحلیل با فرمول TCI پلان سینوسی رودخانه محاسبه گردید. در جدول ارزش تحلیل سینوسیته رودخانه (جدول شماره ۲) محاسبه و اعداد و ارقام جهت تحلیل آماده گردید .

1 . Brice
2 . Leopold
3 . Wolman

جدول شماره۱ : جمع‌بندی نتایج سینوسیته بازه‌ها

معیار الگوها / بازه	کمتر از۱	بین ۱ تا ۱.۳	۱.۳ به بالا
بازه یک	۰	۸	۰
بازه ۲	۰	۴	۶
بازه ۳	۰	۸	۰
بازه ۴	۰	۵	۱۰
درصد	۰	۷۰ درصد	۳۰ درصد

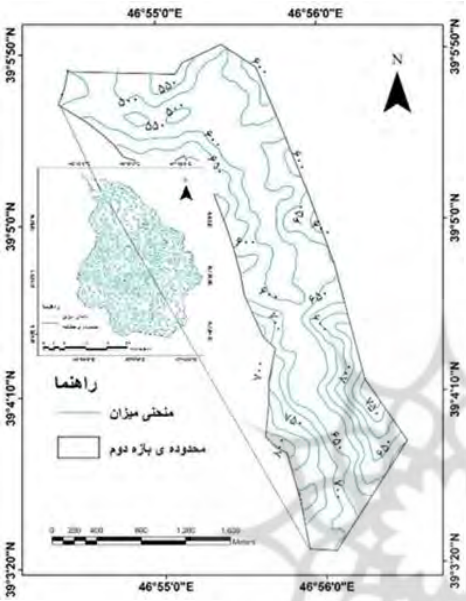
جدول شماره ۲: ارزش تجزیه‌وتحلیل سینوسیته از طول رودخانه برای بخش‌های بازه‌های رودخانه کلیبرچای

بازه ۱			بازه ۲			
بخش	طول رودخانه به متر	طول مستقیم ابتدا و انتها، به متر	سینوسیته	بخش	طول رودخانه به متر	طول مستقیم ابتدا و انتها، به متر	سینوسیته
بخش ۱	۱۰۳۷/٦	۸۳۳/۷	۱/۲٤	بخش ۱	۷۲۳/۷	٦۷۹	۱/۰۷
بخش ۲	۱۰۳۷/٦	۸۲۳/۸	۱/۲٦	بخش ۲	۷۲۳/۷	۵۷٤	۱/۲٦
بخش ۳	۱۰۳۷/٦	۹۱٦	۱/۱۳	بخش ۳	۷۲۳/۷	۳۹۳/٦	۱/۸٤
بخش ٤	۱۰۳۷/٦	۹٤۱	۱/۰۷	بخش ٤	۷۲۳/۷	۵۲٤/۳	۱/۳۸
بخش ۵	۱۰۳۷/٦	۹۵۸/۵	۱/۰۸	بخش ۵	۷۲۳/۷	۵۳۵	۱/۳۵
بخش ٦	۱۰۳۷/٦	۹۸۹	۱/۰۵	بخش ٦	۷۲۳/۷	٤۷۳	۱/۵۳
بخش ۷	۱۰۳۷/٦	۹۹۲	۱/۰۵	بخش ۷	۷۲۳/۷	۵٦٦/۷	۱/۲۸
بخش ۸	۱۰۳۷/٦	۹۷۲	۱/۰۷	بخش ۸	۷۲۳/۷	٤۲۸/٤	۱/٦۹
				بخش ۹	۷۲۳/۷	٦۱٤/٤	۱/۱۸
				بخش ۱۰	۷۲۳/۷	٦۳۱/۸	۱/۱۵
بازه ۳				بازه ٤			
بخش	طول رودخانه به متر	طول مستقیم ابتدا و انتها،	سینوسیته	بخش	طول رودخانه به متر	طول مستقیم ابتدا و انتها،	سینوسیته

		به متر			به متر		
بخش ۱	۱۱۰۶/۵	۵۹۶	۱/۱۷	بخش ۱	۱۶۸۳	۱۴۶۰	۱/۱۵
بخش ۲	۱۱۰۶/۵	۹۹۸/۳	۱/۱۱	بخش ۲	۱۶۸۳	۱۳۳۲	۱/۲۶
بخش ۳	۱۱۰۶/۵	۹۸۷/۶	۱/۱۲	بخش ۳	۱۶۸۳	۱۱۳۵/۵	۱/۴۸
بخش ۴	۱۱۰۶/۵	۱۰۰۶/۵	۱/۱	بخش ۴	۱۶۸۳	۱۲۳۶	۱/۳۶
بخش ۵	۱۱۰۶/۵	۸۹۶/۷	۱/۲۴	بخش ۵	۱۶۸۳	۹۷۸/۳	۱/۷۲
بخش ۶	۱۱۰۶/۵	۱۰۰۲	۱/۱	بخش ۶	۱۶۸۳	۸۸۳/۳	۱/۹
بخش ۷	۱۱۰۶/۵	۸۹۴	۱/۱۲	بخش ۷	۱۶۸۳	۹۱۷/۵	۲/۰۵
بخش ۸	۱۱۰۶/۵	۹۴۱	۱/۱۸	بخش ۸	۱۶۸۳	۱۱۱۵/۲	۱/۵
				بخش ۹	۱۶۸۳	۷۹۲/۳	۲/۱۲
				بخش ۱۰	۱۶۸۳	۱۰۲۰/۵	۱/۶۵
				بخش ۱۱	۱۶۸۳	۱۱۸۰/۸	۱/۴۳
				بخش ۱۲	۱۶۸۳	۱۲۶۷/۵	۱/۳۳
				بخش ۱۳	۱۶۸۳	۱۳۳۷	۱/۲۶
				بخش ۱۴	۱۶۸۳	۱۱۹۷	۱/۴۱
				بخش ۱۵	۱۶۸۳	۱۳۹۷/۸	۱/۲

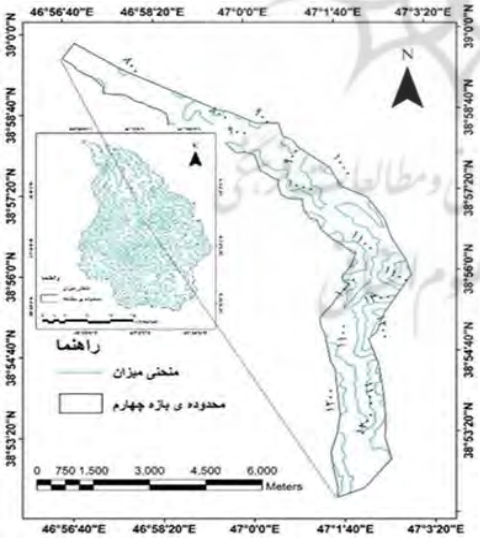
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نقشه شماره ٤: نقشه توپوگرافی منطقه در بازه یک

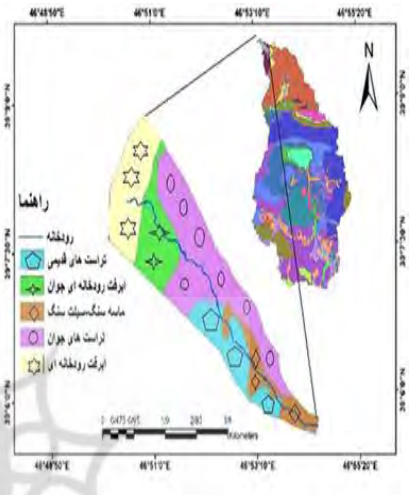


نقشه شماره ٥: نقشه توپوگرافی منطقه در بازه دو

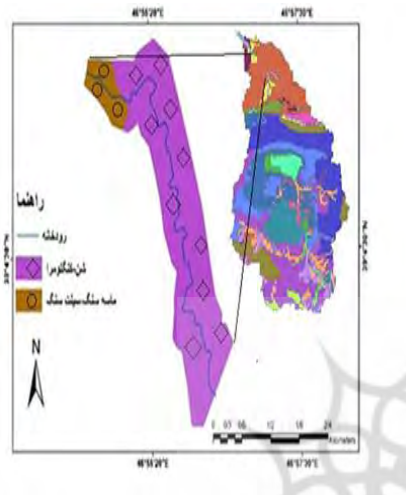
شکل شماره ٦: نقشه توپوگرافی منطقه بازه سه



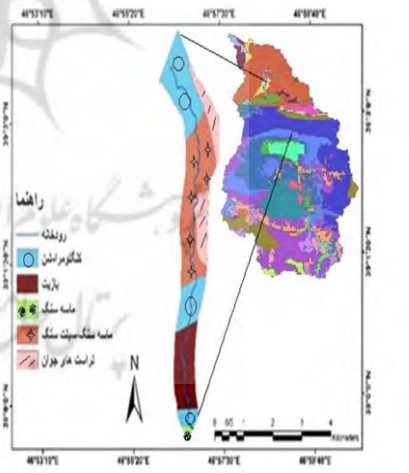
شکل شماره ۷: نقشه توپوگرافی منطقه بازه چهار



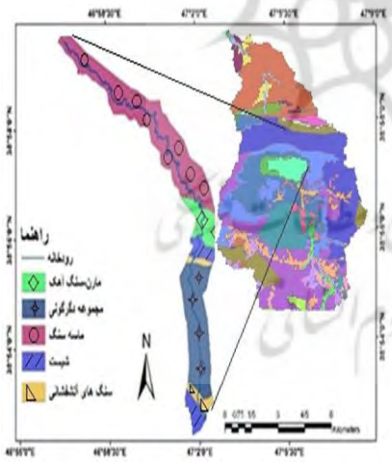
نقشه شماره ۸: نقشه لیتولوژی منطقه در بازه یک



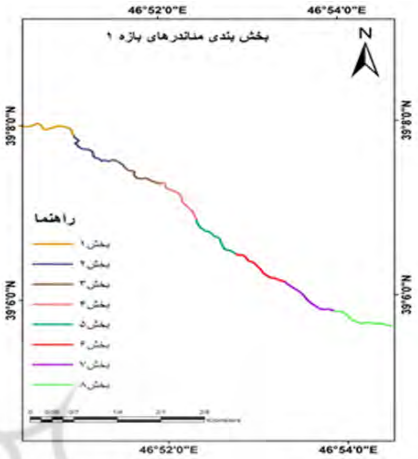
نقشه شماره ۹: نقشه لیتولوژی منطقه در بازه دو



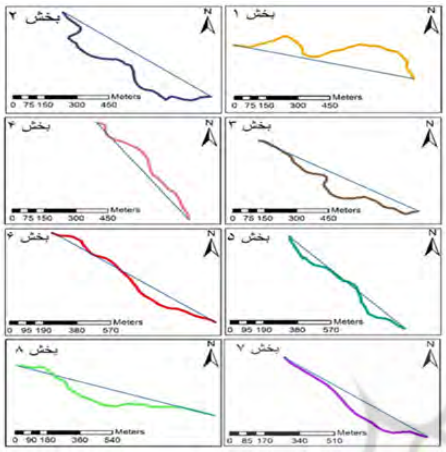
شکل شماره ۱۰: نقشه لیتولوژی منطقه بازه سه



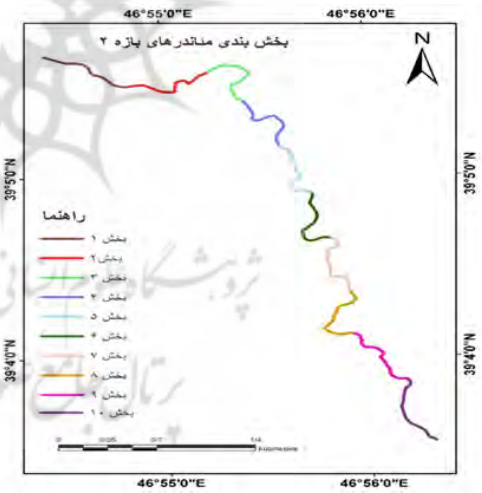
شکل شماره ۱۱: نقشه لیتولوژی بازه چهار



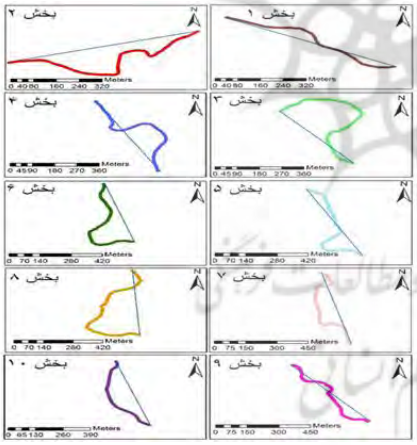
شکل شماره ۱۲: بخش‌بندی مئاندرهای رودخانه در بازه ۱



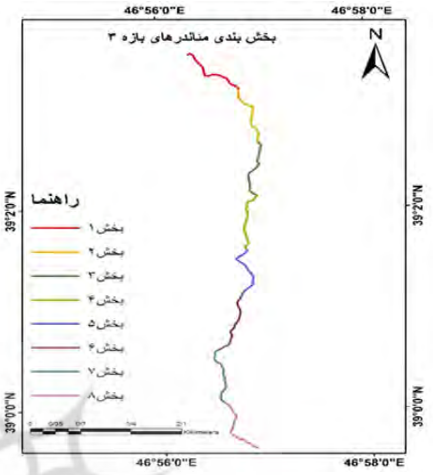
شکل شماره ۱۳ : شماتیک محاسبه مئاندرهای رودخانه در بازه ۱



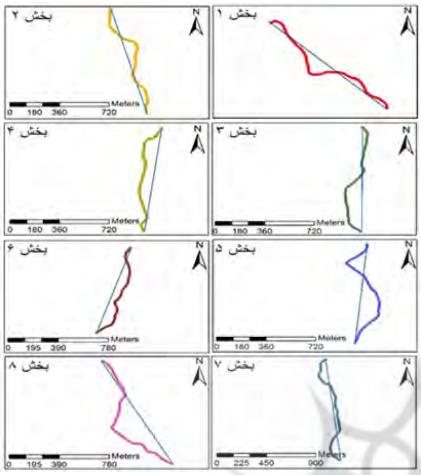
شکل شماره ۱۲ : بخش‌بندی مئاندر های رودخانه در بازه۲



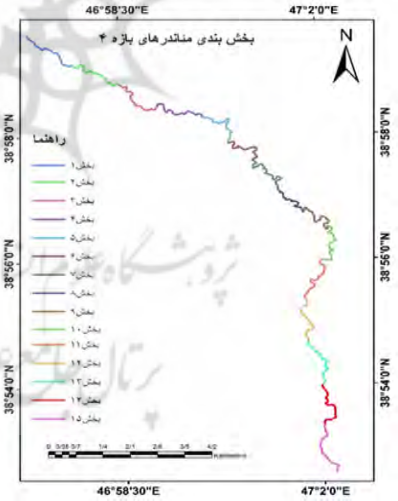
شکل شماره ۱۳ : شماتیک محاسبه مئاندرهای رودخانه در بازه ۲



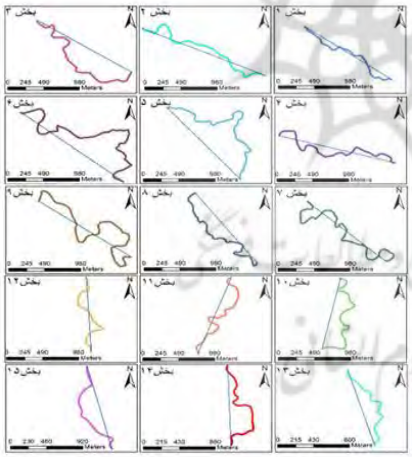
شکل شماره ١٦ : بخش‌بندی مئاندر های رودخانه در بازه ۳



شکل شماره ۱۷ : شماتیک محاسبه مئاندرهای رودخانه در بازه ۳



شکل شماره ۱۸ : بخش‌بندی مئاندر های رودخانه در بازه ٤



شکل شماره ۱۹ : شماتیک محاسبه مئاندرهای رودخانه در بازه ٤

تحلیل‌های آماری صورت گرفته بر روی بخش‌ها، ازنظر شکل پلان رودخانه، در جدول ۱، ۲، ۳و نقشه شکل‌های ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸و ۱۹ است. طبق اطلاعات جدول و شکل‌های رودخانه کلیبر بازه‌ها، ازلحاظ پلان قوسی شکل متفاوتی دارند . این شرایط از اختلاف لیتولوژی، شکل بستر، میزان دبی، رسوب، نیمرخ عرضی بستر و شیب رودخانه ناشی می‌شود . با توجه به جدول شماره ۳ در بازه یک۸ مورد، بازه دو ۴مورد، در بازه سه ۸ مورد و در بازه چهارم ۵ مورد در بین سینوسی ۱ تا ۱/۳ قرارگرفته است. نشان می‌دهد رودخانه در کل حالت پیچان‌رود دارد. البته حالت پیچان‌رودی بازه‌های یک و سه بیشتر از دو و چهار است. درواقع تمام نمونه‌های بازه یک و سه در الگوی پیچان‌رود قرار می‌گیرند. بازه‌های دو و چهار بیشترین درصدشان در الگوی مئاندری قرار می‌گیرند. ۲۵ مورد از کل رودخانه در پیچان‌رودی قرارگرفته است. ۱۶ نمونه از کل رودخانه در گروه مئاندری قرار دارد (شکل ۵). به بیشترین شاخص سینوسی ۱ تا ۱/۳قرار می‌گیرد. پیچش رودخانه در بازه دو و چهار بیشتر از بازه یک و سه رودخانه است. مسیر عبور رودخانه در بازه یک و سه آبرفتی است . شیب آن در این بازه‌ها به ترتیب ۰/۸ در صد و۰/۹ درصد است. مسیر بازه‌های دو و چهار کوهستانی و شیب آن به ترتیب ۱/۴ درصد و ۱/۳ درصد است. دلیل آن عبور رودخانه از منطقه کوهستانی است. بیشتر مواد رسوبی در بازه‌های چهارگانه به‌طرف پایین‌دست نقل‌مکان می‌کند و باعث تغییرات کناری و کف بستر منجر می‌شود. (شکل ۸). در بازه سه و چهار رودخانه بار زیادی از سنگریزه، شن، شن و ماسه، به‌عنوان بار بستر حمل می‌کند.هم‌زمانی در فرسایش و رسوب باعث افزایش جابجایی کانال و سینوسی آن می‌گردد (شکل۱۴).قسمت‌هایی از کانال رودخانه که مستقیم هستند نشانه‌هایی از فرسایش عمقی دیده می‌شود و سرعت رودخانه بیشتر در این بخش دیده می‌شود (شکل ۶). به‌طورکلی بستر بسیاری از رودخانه‌ها به‌وسیله تجربه‌های خشن مانند سیل و مهاجرت کانال به‌صورت گسترده تخریب می‌شوند. توسعه کانال‌های غیرمستقیم به‌عنوان یک نتیجه، از عقب‌نشینی کناری رخ می‌دهد (نانسون[1] ، ۱۹۸۳، پیزوتو[2]، ۱۹۹۴،

[1] . Nanson
[2] . Pizzuto

اسک[1]، ۱۹۹۸). تخریب کانال ازنظر فرسایش محل با توجه به انرژی رودخانه و نیروهای فرسایشی صورت می‌گیرد و توزیع اندازه دانه و نوع مواد کناری در تخریب بستر تأثیر دارد (شکل ۸).تخریب کناری و حمل مواد بستر به‌وسیله انسجام و عدم انسجام مواد بستر و کناره‌ها کنترل می‌شود (اسک، ۱۹۹۸). افزایش فرسایش‌پذیری بستر ممکن است به دلیل فرآیند هوازدگی، تورم و انقباض خاک و اثرات رطوبت و خشکی در طول دوره فرسایش باشد (پیزوتو[2] ۱۳۹۴). با توجه به تحقیق استولوم، الگوی پیچ‌وخم رودخانه‌ها با پلان قوسی رودخانه مکرر با خودتنظیمی تغییر می‌یابد. این نشان می‌دهد که بلندترین سطح فرایندها به‌وسیله خود سازمان از فرایندهای فیزیکی فرسایش و رسوب در سیستم شکل می‌گیرند (استولوم[3]، ۱۹۹۸).چنین فرآیندهای عملیاتی و مشکلات نیز در بستر رودخانه کلیبر رخ می‌دهد شاخص سینوسی در بازه‌های دو و چهار رودخانه زیاد است. شاخص سینوسی کمتر از یک در هیچ‌کدام از بازه‌ها نیست. به نظر نالدر برخی از ساختار رودخانه شدت‌جریان در مجراهای مئاندری را نشان می‌دهد. نابرابری‌های پلان رودخانه نشان از تفاوت دبی، اندازه جریان و اشکال جریان در مجراها است. حمل مقدار زیاد رسوب معلق با درجه شکل سینوسی رودخانه ارتباط دارد و تخلیه رسوب به کم بودن عمق رودخانه مربوط می‌شود. بار رسوبی و توزیع اندازه ذرات در شکل کانال موثر است. به‌طورکلی الگوی کانال رودخانه تقریباً محدب، مئاندری و قیطانی در نظر گرفته می‌شود . این موضوع نشان می‌دهد که در طبیعت به‌هیچ‌عنوان رودخانه‌ای به‌صورت خط مستقیم وجود ندارد. . بازه‌های دو و چهار رودخانه کلیبر مقداری آبرفت درروی سنگ‌بستر (رسوبی و آتش‌فشانی) (شکل ۵) و در بازه‌های یک و سه درروی آبرفت (شکل ۶) است. ناهمگنی اندازه مواد بستر باعث فرسایش و رسوب در بستر رودخانه کلیبر می‌شود. اندازه بزرگ پرپیچ و مئاندر به علت فرسایش و فرآیندهای رسوبی با سیل‌های بهاری و پاییزی منطقه رخ دهد.

1 . ASCE
2 . Pizzuto
3. Stolum

شکل ۲۰: نمونه‌ای از مئاندر های رودخانه منطقه

شکل ۲۱: فرسایش عمقی و کناری در رودخانه‌های مستقیم

شکل ۲۲: هم‌زمانی در فرسایش و رسوب باعث جابه‌جایی و افزایش سینوسی می‌شود .

شکل ۲۳: توزیع اندازه دانه و نوع مواد در بستر رودخانه

نتیجه‌گیری

رودخانه به لحاظ پویایی درصدد رسیدن به یک تعادل پایدار است. در حالت تعادل معمولاً فرسایش در یک بازه در بالادست رودخانه تقریباً با میزان رسوب‌گذاری در بازه

دیگری در پایین‌دست برابری می‌کند. حتی اگر به رودخانه‌هایی که ظاهراً پایدار به نظر می‌رسند نیز دقت گردد تغییرات مسیر رودخانه در دوره زمانی بلندمدت قابل‌مشاهده خواهد بود. اگر دخالت‌ها و فعالیت‌های انسانی این تعادل را بر هم زند باعث افزایش نرخ فرسایش در رودخانه خواهد شد و منافع سایر انسان‌ها و حیات جانوری رودخانه را به مخاطره خواهد انداخت. رودخانه قادر به تخریب اراضی ارزشمند کشاورزی، جاده‌ها و سایر سازه‌های احداث‌شده در حاشیه آن خواهد بود. دیواره و کرانه تمامی رودخانه‌ها درجه‌ای از فرسایش‌پذیری را دارا هستند. چون فرسایش امری کاملاً طبیعی است. این عقیده که بتوان فرسایش کناری را به‌طور کامل مهار نمود تا حدودی غیرواقع بینانه است . سیلاب‌های بزرگ با دبی‌های بالا قادر به تغییر خط کرانه رودخانه هستند. لذا در مدیریت سواحل رودخانه بحث بر سر عدم وقوع فرسایش نیست بلکه آنچه اهمیت دارد شناخت میزان ،شدت و محل‌های فرسایش است. بنابراین درک رفتار رودخانه در برابر تغییرات هیدرولیکی، هیدرولوژیکی و نیز تغییراتی که در بالادست و در سطح حوزه آبخیز رودخانه روی می‌دهند ضروری است. جابه‌جایی قوس بستر از خصوصیت‌های بارز مجاری مئاندری است. این جابه‌جایی بـه دلیل تخریب و انتقال مواد از کناره‌های کاو و برجای گذاشتن آن‌ها در کناره‌های کوژ است. درنتیجه‌ی این سازوکار، کناره‌های کاو در مئاندرها معمولاً به شکل قائم درمی‌آیند و کناره‌های کوژ هم به‌صورت دشـت سیلابی در داخـل بسـتر توسعه می‌یابند(هیکن[1]، ۱۹۷۴ :۴۳۲ و گریگوری[2]، ۱۹۷۷). برای این منظور ۴۱ مورد از قسمت‌های رودخانه با شاخص سینوسی محاسبه شد. در بازه یک۸، بازه دو ۴، در بازه سه ۸ و در بازه چهارم ۵ مورد در بین سینوسی ۱ تا ۱/۳ قرارگرفته است. طبق اهدافی که در پژوهش مدنظر بود ۲۵ مورد از کل رودخانه در پیچان‌رودی قرارگرفته است. این اعداد نشان می‌دهد رودخانه در کل حالت پیچان‌رود دارد. البته حالت پیچان‌رود در بازه‌های یک و سه بیشتر از بازه‌های دو و چهار است. درواقع تمام نمونه‌های بازه یک و سه در الگوی پیچان‌رود قرار می‌گیرند. عمل مئاندری شدن باعث افزایش طول آبراهه و درنتیجه استهلاک انرژی جریان در مسیری طولانی‌تر می‌گردد. قوس‌های ایجادشده در یک پیچ

[1] . Hickin
[2] . Gregory

رودخانه ممکن است به‌قدری تند گردد که قوس قبلی را قطع کرده و باعث ایجاد مناطق حائل کوچکی در بین قوس قدیم و جدید گردد که با وقوع سیلاب بعدی این منطقه به زیرآب رفته و یا شسته شود و نهایتاً مسیری جدیدتر و مستقیم تشکیل گردد. قسمت‌های محاسبه‌شده بازه‌های دو و چهاردر الگوی مئاندری قرار می‌گیرند. یعنی سینوسیته آن‌ها بیشتر از ۱/۳ است. ۱۶ نمونه از کل رودخانه در گروه مئاندری قرار دارد. پیچش رودخانه در بازه دو و چهار بیشتر از بازه یک و سه ی امتداد رودخانه است. پیچان بودن رودخانه باعث افزایش فرسایش در کناره‌ها و بستر رودخانه شده است. مسیر عبور رودخانه در بازه یک و سه آبرفتی است و شیب آن در این بازه‌ها به ترتیب ۰/۸ در صد و ۰/۹درصد است. مسیر بازه‌های دو و چهار کوهستانی و شیب آن به ترتیب ۱/۴ درصد و ۱/۳ درصد است و دلیل تفاوت شیب عبور رودخانه از مسیرهای توپوگرافی مختلف است. این مقدار شیب هم در بالا رفتن میزان فرسایش کناره‌ها و بستر رودخانه کمک می‌کند. شرایط و شکل دیواره جزء کوچکی از مشکل فرسایش و تخریب است. عوامل مختلف دیگری ممکن است بحث پایداری و استحکام دیواره‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. هرگونه تغییری در کاربری اراضی بالادست که منجر به تغییر شرایط جریان و افزایش سرعت جریان ورودی و لزوماً افزایش انرژی جریان در رودخانه گردد باعث فرسایش دیواره‌هایی خواهند شد که در شرایط قبلی جریان پایدار بوده‌اند. از عوامل بسیار موثر در بحث فرسایش کناری، مسئله پوشش گیاهی حاشیه رودخانه است به‌طوری‌که تخمین زده می‌شود که گیاهان قادرند مقاومت برشی دیواره‌ها را تا هزاران برابر افزایش دهند. درخت بید به لحاظ شرایط بیولوژیکی و سرعت رشد از متداول‌ترین گیاهان در بحث حفاظت کرانه‌ها است.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع:

-خالقی، سمیه، روستایی، شهرام، خورشیددوست، علی محمد، رضایی مقدم محمدحسین، قربانی محمدعلی، (۱۳۹۵)، قابلیت اتومای سلولی در شبیه‌سازی میزان تحول و فرسایش در سیستم رودخانه‌ای (مطالعه موردی: حوضه آبریز لیقوان)، ***نشریه جغرافیا و برنامه ریزی***، دوره ۲۰، شماره ۵۸، زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۱۳۸-۱۱۹.

-خوشدل، کاظم، رضائی مقدم، محمدحسین، بهبودی، عبدالله، (۱۳۹۳)، مورفومتری مئاندرهای اهر چای در دشت ازومدل ورزقان و پیامدهای ژئومورفولوژیکی طغیان و سرریز شدن آب، ***فضای جغرافیایی***، سال چهاردهم، شماره‌ی۵۴، بهار۹۳،صفحات، ۶۱-۴۷.

-رضایی مقدم، محمدحسین، ثروتی، محمدرضا، اصغری سراسکانرود، صیاد، (۱۳۹۱)، بررسی تغییرات الگوی هندسی رودخانه قزل اوزن با استفاده از تحلیل هندسه فراکتال، ***نشریه جغرافیا و برنامه ریزی***، دوره ۱۶، شماره ۴۰، تابستان ۱۳۹۱، صفحه ۱۳۹-۱۱۹.

-رضـائی مقـدم، محمدحسین، خوشدل، کاظم (۱۳۸۸)، بررسی پیچ‌وخم‌های مئاندر اهر چای در محدوده ازومدل ورزقان، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳۳، صص.۱۰۱-۱۱۲.

-رضائی مقدم، محمدحسین، محمدی فر، عادل، ولی زاده کامران، خلیل، (۱۳۹۲)، بررسی کمّی پیچان‌رودهای رودخانه آجی چای در محدوده خواجه تا ونیار، ***نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی***، سال ۱۷،شماره ۴۴،صص۱۷۸-۱۶۱.

-سازمان جغرافِیایی نیروهای مسلح، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه.

-عاشوری، محمد، رضایی مقدم، محمدحسین، پیری، زهرا، (۱۳۹۲)، بررسی تغییرات بستر رودخانه پیش و پس از احداث سد با استفاده از HEC RASوGIS (مطالعه - موردی پایین‌دست سد ستارخان اهر)، ***پژوهش‌های جغرافیای طبیعی***، سال ۴۵، شماره۱،بهار ۹۲، صص ۸۷-۱۰۰.

-فاطمی عقدا، سید محمود. فرج اله فیاضی، داریوش علی پور، (۱۳۸۰)، بررسی زمین‌شناسی مهندسی از رودخانه کرخه (روستای عبدالخان تا الهایی)، ***نشریه علوم دانشگاه تربیت‌معلم***، جلد ۱، شماره ۳ و ۴ پاییز و زمستان ۱۳۸۰.

-یمانی، مجتبی، حسین زاده، مهدی، (۱۳۸۳)، بررسی الگوی پیچان‌رودی رودخانه تالار با استفاده از شاخص‌های ضریب خمیدگی و زاویه مرکزی، ***فصلنامه تحقیقات جغرافیایی***، شماره ۷۳، تابستان ۸۳، صص۱۴۴-۱۵۴.

- Brice, J. C., (1964); Channel Patterns and Terraces of the Loup Rivers in Nebraska ; Physiographic and Hydraulic Studies of Rivers; Geological Survey Professional Paper 422-D, 1964.
- Gregory, K. J & Hoque, N., 1977, ***River Channel Changes***, John Wiley &Sons, New York .
- Hickin, E. J., 1974,The Development of Meanders in Natural River Channels**, *American Journal of Science***, Vol. 247, No. 4,PP. 414-442.
- Leopold, L. B., and Wolman, M. G., (1957); River channel patterns braided, meandering, and straight : U.S. Geol. Survey Prof. Paper 282-B, 85, 1957.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G., Miller, J.P., ***Fluvial Processes in Geomorphology***, Freeman, San Francisco, 522 pp., 1964.
- Nanson, G. C., and Hickin, E. J., "Channel migration and incision on the Beatton River." ***J. Hydr. Engrg***., ASCE, 109, pp 327-337, 1983.
- Rosgen, D.L., A classification of natural rivers . Catena, 22(3), pp.169-199. 1994.
- Sapkale, J.B., Brick kilns of Umbraj and its impact on the lower reaches of river Tarali ,***International Journal of Environment and Development, vo***l. 7, No.1, pp 23-33, 2010.
- Sapkale, J.B., Human Interferences and Variations in Sinuosity Index of Tarali Channel, Maharashtra, India , Paripex, ***Indian Journal of Research***, Vol. 3, Issue 5, pp 36-37, 2014.
- Schumm, S. A., Geologic implications of river pattern variability (abs.): American Association, ***Petroleum Geologists Bull***., Vol. 56, no. 3, p. 652, 1972.
- Schumm, S., The Fluvial System . Wey, New York, 338 pp., 1977.

Toy, T.J. and Hadley R.F; ***Geomorphology and reclamation of disturbed lands*** ,Academic Press Inc. London; Pg. 120-121., 1987.