نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۲، شماره ۶۳، بهار ۱۳۹۷، صفحات ۲۴۰-۲۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۳/۰۶

بررسی روند تغییرات زوایه مرکزی و شعاع مرکزی در مئاندرهای رودخانه گاماسیاب با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

سمیه سلطانی گردفرامرزی [۱]

سمیه عسگری ورزیده [۲]

مهدی تازه [۳]

چکیده

اکثر سازه‌های آبی مانند سدها، پل‌ها و ایستگاه‌های پمپاژ در کنار رودخانه‌ها ساخته شده و تحت تاثیر تغییرات موفولوژیکی رودخانه قرار می‌گیرند. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند در افزایش دقت بررسی این تغییرات موثر باشد. در این پژوهش، مورفولوژی قسمتی از رودخانه گاماسیاب در استان همدان به طول ۵۰ کیلومتر در شهرستان نهاوند بررسی‌شده است. بدین منظور تصاویر سنجده TM و ETM ماهواره‌ی لندست در سه دوره زمانی ۱۹۹۰.۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ مسیر رودخانه، در محیط نرم‌افزار ARCGIS رقومی شد. سپس در محیط نرم‌افزار AUTO CAD، برخی پارامترهای هندسی رودخانه مانند زاویه مرکزی، شعاع دایره مماس بر قوس‌ها، طول رودخانه و تعداد قوسها برای بررسی تغییرات با روش برازش دایره‌های مماس بر قوس رودخانه اندازه‌گیری گردید. سپس با نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل آماری بر روی مقادیر پارامترهای هندسی صورت گرفت. بررسی مقادیر پارامترهای هندسی به‌دست‌آمده گویای آن است که با افزایش تعداد مئاندر از ۱۵ عدد در سال ۱۹۹۰ به ۴۰ عدد در سال ۲۰۱۳ تغییرات

[۱]. استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان (نویسنده مسئول) Email: ssoltani@ardakan.ac.ir

[۲]. دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه اردکان

[۳]. استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

مورفولوژی قابل‌توجه‌ی در این بازه از مسیر رودخانه دیده شده و طول رودخانه از حدود ۵۱ کیلومتر به حدود ۶۰ کیلومتر افزایش یافته است. همچنین با توجه به روند افزایشی شعاع پیچان‌رودها از سال ۱۹۹۰ نسبت به سال ۲۰۱۳ (از ۲۰۳/۷ به ۵۹۳/۱ متر) و افزایش زاویه مرکزی از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۳ از حدود ۵۸ درجه به ۶۲/۵ درجه، شکل رودخانه به صورت خم‌دار توسعه یافته تبدیل شده است.

واژگان کلیدی: مورفولوژی رودخانه، مئاندر، زاویه مرکزی، طول رودخانه، شعاع.

مقدمه

مورفولوژی رودخانه علم شناخت سیستم رودخانه از نظر شکل و فرم کلی، ابعاد و ویژگی‌های هندسه هیدرولیکی، جهت و نیمرخ طولی بستر و نیز و مکانیزم تغییرات آن می‌باشد. بررسی مورفولوژی برای درک شرایط فعلی و پتانسیل تغییرات احتمالی رودخانه در آینده ضرورت دارد و شاید تنها از این طریق است که می‌توان رفتار طبیعی رودخانه را نسبت به تغییرات طبیعی و یا اقدامات ناشی از اجرای طرح‌های مختلف مهندسی رودخانه پیش‌بینی نمود. لئوپلد و ولمن[1] (۱۹۶۰: ۷۷۰) بر اساس تجربیات خود و دیگران، عوامل مؤثر در تغییرات مورفولوژی رودخانه را بده جریان، بار رسوبی، شیب طولی، وضیعت و شرایط زمین‌شناسی بستر (کانال آبراهه)، مقاومت جداره و کف بستر در مقابل جریان، پوشش گیاهی و عوامل انسانی مانند اقدامات و سازه‌های دست‌ساخت می‌داند. رودخانه طبیعی تحت تأثیر عوامل و متغیرهای مختلف همواره ازنظر ابعاد، شکل، راستا و الگو یا پلان در تغییر و تحول است. تغییرپذیری رودخانه در کوتاه مدت ممکن است تدریجی و پیوسته ولی در دراز مدت یا تحت شرایط خاص ناپیوسته و ناگهانی باشد (ریماندو[2] و همکاران، ۲۰۰۵). امروزه بررسی تغییر کاربری اراضی، پوشش گیاهی و تحول مورفولوژیکی رودخانه‌ها در علوم مهندسی رودخانه با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS از اهمیت بسزایی

[1] Leopold and Wolman
[2] Remondo

برخوردار است. در ایران برای مثال ارشد و همکاران (۱۳۸۶: ۱۸۵) روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه کارون در بازه گتوند تا ایستگاه فارسیاب بر اساس چهار سری تصویر ماهواره‌ای در بازه زمانی ۱۳۸۲– ۱۳۶۹ مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان داد که خصوصیات قوس‌ها در طول رودخانه در حال تغییر بوده و مقدار جابه‌جایی عرضی قوس‌ها در مناطقی به ۱۹۵۰ متر در طول ۱۳ سال رسید. یمانی و شرفی (۱۳۹۱: ۱۷) نشان دادند که تغییرات مورفولوژی و فرسایش کناری رودخانه هررود از بالادست به طرف پایین دست کاهش یافته است. همچنین ساختمان زمین شناسی و لیتولوژی بستر و کناره رودخانه، مهمترین عوامل تغییر پایداری بستر به شمار می روند. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۱ :۱۲۵) الگوی هندسی رودخانه قزل اوزن را با استفاده از تحلیل هندسه فرکتال بررسی کردند. نتایج حاکی از تغییرات زیاد در بازه شریانی و تغییرات کم در بازه کوهستانی رودخانه بود. یوسفی و همکاران (۱۳۹۲: ۸۷) به‌منظور بررسی تغییرات برخی از پارامترهای مئاندر در رودخانه کارون با استفاده از تصاویر ماهواره لندست، پارامترهای مورفولوژیکی ۲۰ مئاندر در بازه‌ای به طول ۱۲۸ کیلومتر رودخانه کارون را پس از تهیه نقشه کاربری اراضی برای هر دوره تعیین کردند. محمدی و سیف (۱۳۹۳: ۶۱) روند تغییرات رخساره‌های ژئومورفولوژی مخروطه دلتایی زاینده رود را با استفاده از سنجش از دور بررسی کردند. بیاتی خطیبی (۶۳:۱۳۹۳) تغییرات پیچان رود آجی چای در پهنه سیلاب دشت را مورد بررسی قرار داد. نتایج او نشان داد که زمان لازم برای جابجایی کامل در بخش‌های رودخانه متفاوت است و میزان سینوزیته در طول مسیر با زمان تغییر کرده است. رضایی مقدم و پیروزی نژاد (۱۳۹۳: ۱۱۲) از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به منظور تعیین جابجایی مسیر رودخانه استفاده کردند. نتایج نشان داد که سطوح فرسایش یافته در رودخانه بیشتر از سطوح رسوب‌گذاری شده می‌باشد. پیروان و همکاران (۱۵۲:۱۳۹۵) رودخانه قزل اوزن سفلی را از نظر مورفولوژیکی طبقه بندی کرده و روند تغییرات آن را در طی دوره ۳۷ ساله بررسی کردند. نتایج نشان داد که غالب ترین حالت فرسایش در انحناهای مئاندر حالت توسعه یافتگی است که حدود ۵۶ درصد کل فرسایش در این رودخانه است. جواهری طهرانی و همکاران (۱۳۹۵: ۲۶) ریخت‌شناسی پیچان رودهای رودخانه زاینده‌رود در پایین دست سد

زاینده رود را با تکنیک‌های RS و GIS مطالعه کرده و افزایش ضریب خمیدگی و کاهش شعاع قوس‌های رودخانه و طول موج پیچش‌ها بدلیل تصرف در حریم رودخانه را گزارش کردند. رشیدی و همکاران (۴۳:۱۳۹۵) تغییرات ژئومورفولوژی بستر رودخانه کارون و علل آن از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۹۱ را مطالعه نمودند. نتایج حاکی از تغییرات چشمگیر در مورفولوژی رودخانه از جمله عرض، مئاندرها و ایجاد جزایر رسوبی بدلیل کاهش دبی، ساخت پل‌های متعدد در مسیر، عوامل زمین شناسی و پوشش گیاهی بوده است. بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد بررسی مورفولوژی رودخانه در سایر کشورها نیز از اهمیت خاصی برخوردار بوده است. از جمله گاسوامی[1] و همکاران (۱۹۹۹: ۲۳۰) با بررسی تغییرات کانال رودخانه آسام در هند تغییرات متوالی در وضعیت و موقعیت خطوط ساحلی را نتیجه‌ای از فرسایش کناره‌ای می‌دانند. هم چنین وینترباتوم[2] (۲۰۰۰: ۲۰۱) تغییرات کانال رودخانه‌های تی و تومل ر ا در اسکاتلند در شرایط کوتاه و میان مدت با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی بررسی کرد و نتیجه گرفت در شرایط میان مدت میانگین عرض کانال رودخانه‌ها و در شرایط کوتاه مدت روند تغییر شکل رودخانه‌ها کاهش یافته است. تایمر[3] (۲۰۰۳: ۲۲۰۰) با بررسی روش‌های کنترل تغییرات رودخانه‌های پیچان‌رودی، نتیجه گرفت که پیچانرودی شدن رودخانه به شدت تحت تاثیر موقعیت گسل‌ها و فرونشت‌های غیر عادی است. الرو[4] (۲۰۱۰: ۲۵۲) در مطالعه‌ای بر روی رودخانه ابرو در اسپانیا به بررسی تغییرات مورفولوژیکی و مهاجرت رودخانه طی ۸۰ سال پرداخت. نتایج مطالعهٔ وی نشان داد که در طول دوره مورد مطالعه این رودخانه تغییرات زیادی کرده و در برخی مناطق، رودخانه تا بیشتر از ۷ کیلومتر جابه‌جا شده است. کریکی و همکاران (۲۰۱۵ :۱۱۰۷) تغییرات مورفولوژیکی رودخانه تارو در ایتالیا در دو قرن اخیر را بررسی کرده و نشان دادند بیشترین تغییرات را انسان برای مقاصد کشاورزی و صنعتی، ساخت پل‌های متعدد و ساحل‌سازی ایجاد کرده است. با توجه به تحقیقات انجام شده، مسئله اصلی این پژوهش بررسی تغییرات

[1] Goswami
[2] Winterbottom
[3] Timar
[4] Ollero

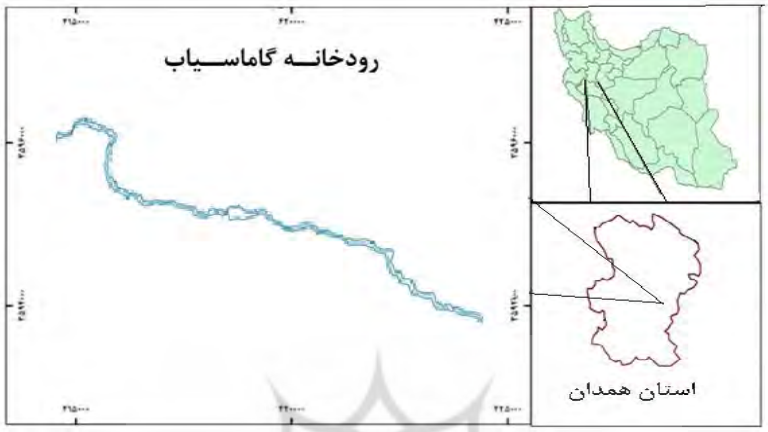
رودخانه گاماسیاب است که در سال‌های گذشته راه‌های ارتباطی، اراضی زارعی و به‌طور خلاصه سازه‌های انسانی را در کناره‌های رودخانه مورد تهدید قرار داده است. بنابراین هدف آن است تا تغییرات مورفولوژی بخشی از رودخانه گاماسیاب از نقطه نظر شعاع و زاویه مرکزی و تعداد قوسها در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۳ مورد مطالعه قرار گیرد و میزان توسعه یافتگی پیچانرودها بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

رودخانه گاماسیاب یکی از سرشاخه‌های اصلی رود کرخه در غرب کشور در محدوده استان همدان و شهرستان نهاوند انتخاب گردید (شکل ۱). حوضه مورد مطالعه در مختصات ۵۷ و ۳۳ تا ۲۷ و ۳۴ درجه عرض جغرافیایی و ۵۳ و ۴۷ تا ۳۷ و ۴۸ درجه طول شرقی واقع‌شده است. مساحت حوضه ۱۷۰۶/۷ کیلومترمربع بوده و مرتفع‌ترین قله در محدوده موردمطالعه، ورخاش کوه در رشته‌کوه گرین به ارتفاع ۳۶۳۹ متر و کمترین ارتفاع در خروجی رود گاماسیاب از حوضه موردمطالعه با ۱۴۲۰ متر ارتفاع قرار دارد. رودخانه گاماسیاب در این حوضه از ارتفاعات واقع در خط‌الرأس‌های کره گرین از رشته زاگرس سرچشمه گرفته و پس از ورود به دشت نهاوند (به مساحت ۸۳۹/۳۲ کیلومترمربع) و عبور از کناره شهر نهاوند، سرشاخه‌های دیگری از ملایر (رود خرم‌آباد)، تویسرکان (قلقل رود) و کنگاور (خرم رود) دریافت می‌کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱. موقعیت رودخانه گاماسیاب در غرب کشور

این پژوهش به بررسی مشخصات برخی پارامترهای هندسی قسمتی از رودخانهٔ گاماسیاب با استفاده از داده‌های سنجش از دور و نرم افزار GIS پرداخته است. با توجه به عدم دسترسی به سایر داده‌ها نظیر عکس‌های هوایی، از داده‌های ماهواره‌ای لندست که تا سال ۲۰۱۳ در دسترس بود، استفاده شده است. تصاویر سنجنده TM و ETM به شماره ۱۹۹۰۰۹۰۷ با قدرت تفکیک ۲۸/۵ متر بدین منظور بررسی شدند. اطلاعات مکانی لازم در مورد رودخانه مذکور، پس از انجام تصحیحات لازم به روی عکس هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، با استفاده از نرم‌افزارهایی همچون ENVI و ARCGIS استخراج می‌گردد. این تصحیحات به طور خلاصه شامل: ترکیب باندها، برش ترکیب رنگی و تعیین مرز، نسبت گیری باندها، برش نهایی تصاویر به وسیله مرز، وکتور کردن تصاویر، فیلتر بارز کردن تصاویر، دیجیت کردن و در نهایت تغییر فرمت آن به نرم افزار اتوکد می‌باشد که مرحله به مرحله انجام گردید. هرچند از شرح کامل مراحل در اینجا صرفنظر شده است.

پارامترهای هندسی رودخانه گاماسیاب و نحوه محاسبه آن‌ها با نرم‌افزار اتوکد

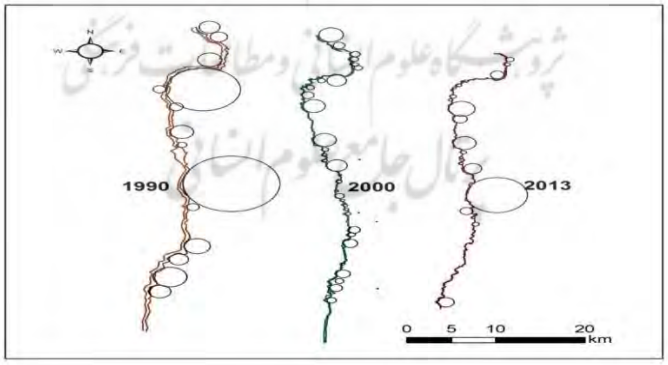
اغلب تحقیقات در زمینه مورفولوژی بر رودخانه‌های با الگوی پیچان‌رود بدلیل فراوانی این الگو نسبت به دیگر الگوها صورت می‌گیرد. جهت توصیف الگوی پیچان‌رودها یکسری

پارامترهای هندسی مرتبط با پلان رودخانه تعریف می‌شود که با تجزیه و تحلیل فراوانی و اندازه آن‌ها در طول رودخانه در زمآن‌های مختلف روند تغییرات رودخانه در ابعاد مکان و زمان قابل بررسی است. پارامترهای هندسی مورد مطالعه در این تحقیق شامل شعاع‌مرکزی، زاویه مرکزی، طول رودخانه و تعداد قوس‌ها می‌باشد.

زاویه مرکزی و شعاع پیچان‌رودها

چم قسمتی از رودخانه است که از دو خم متوالی و معکوس که به‌هم متصل شده‌اند، تشکیل می‌گردد. برای تعیین ابعاد خم و چم در رودخانه ابتدا محور رودخانه ترسیم شده ودوایری بر بازه‌های منحنی رودخانه مماس می‌شود. زاویه مرکزی و شعاع این دوایر به عنوان زاویه مرکزی و شعاع پیچانرود خوانده می‌شود. تعداد قوس‌ها نیز برابر است با تعداد دایره‌های مماس در مسیر طولی رودخانه.

تغییرات ایجاد شده در مسیر رودخانه با الگوی پیچش‌ها و دایره‌های مماس بر آن‌ها، پس از رقومی کردن مسیر رودخانه از روی تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی برای هر دوره در محیط نرم افزاری ARC GIS بدست آمده که شکل (۲) موقعیت دایره‌های مماس بر مسیر رودخانه در دوره زمانی مورد نظر را در نرم افزار اتوکد نشان می‌دهد. در نهایت با نرم افزار آماری SPSS پارامترهای بدست آمده در نرم افزار اتوکد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.



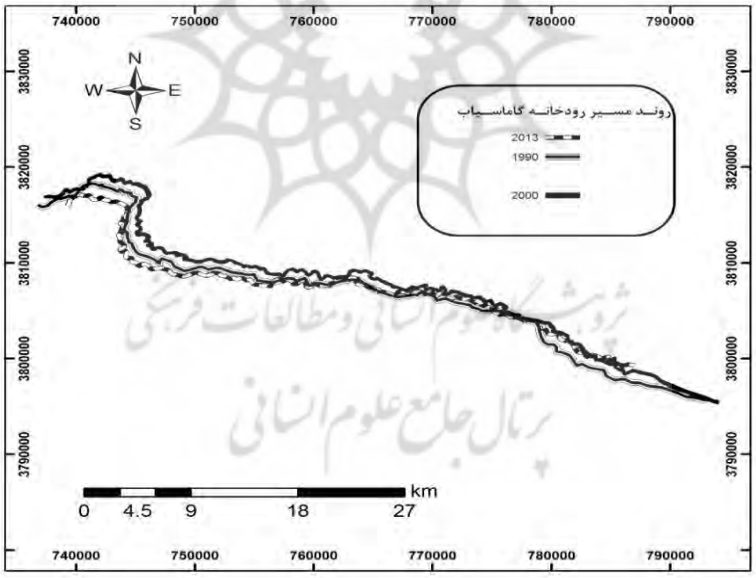
شکل ۲. موقعیت دایره‌های مماس بر مسیر رودخانه در سه دوره زمانی مورد نظر

یافت‌ها و بحث

پس از رقومی کردن مسیر رودخانه از روی تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی برای هر دوره در محیط نرم‌افزارهای Arc GIS و ENVI مسیر رودخانه به دست آمد که در شکل (۳) نشان داده شده است. پردازش تصاویر حاکی از آن است که به‌صورت ظاهری مورفولوژی رودخانه در سه دوره زمانی تغییر کرده است و جابجایی‌های متعددی را متحمل شده است. پارامترهای هندسی مورداستفاده برای بررسی تغییرات شامل شعاع‌مرکزی، زاویه مرکزی، طول رودخانه و تعداد قوس‌ها که پس از محاسبه در محیط نرم‌افزار اتوکد، تجزیه وتحلیل شده و نتایج آن‌ها در جدول‌های (۱) تا (۳) در سه دورهٔ زمانی آمده است. نتایج پردازش تصاویر ماهواره‌ای و پارامترهای هندسی به‌دست‌آمده دربازهٔ موردمطالعه از رودخانهٔ‌گاماسیاب نشان می‌دهد که مورفولوژی رودخانه در سه دوره تغییر کرده است. اما میزان تغییرات در سال ۲۰۱۳ بیش از سال‌های ۲۰۰۰ و ۱۹۹۰ بوده است. میانگین پارامترهای اندازه گیری شده در جدول (۴) ارائه شده است. بر اساس داده‌های این جداول، میانگین شعاع قوس‌ها از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ از عدد ۲۰۳ به حدود ۵۹۳ متر رسیده که روند افزایشی داشته است. علت این افزایش را می توان تغییر الگوی رودخانه به سمت پیچان-رودی دانست. با توجه به بازدیدهای میدانی که در طول قسمتی از سواحل رودخانه انجام گردید، دلیل عمده تغییر الگوی این رودخانه عدم پوشش گیاهی مناسب در سواحل و فرسایش کناری رودخانه و همچنین تصرف در بخشی از سواحل آن است که منجر به فرسایش بخش بیرونی و رسوبگذاری در بخش داخلی خم‌ها شده که با گذشت زمان تشدید شده و الگوی رودخانه به سمت پیچانرودی شدن پیش رفته است.

از طرفی دیگر همچنین میانگین زاویه مرکزی قوس‌ها از حدود ۵۸ درجه در سال ۱۹۹۰ به ۶۲/۵ درجه تغییر کرده است. با توجه به افزایش شعاع قوسها و تعداد آن‌ها انتظار می‌رود طول رودخانه بیشتر شود که نتایج بدست آمده، آن را تائید می‌کند. چراکه طول رودخانه از ۵۱ کیلومتر در طول ۳۰ سال حدود ۶۰ کیلومتر افزایش یافته است. میزان رشد پیچش قوس‌ها بر اساس زوایه مرکزی در سه دوره زمانی در جدول (۵) نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۰ بیش از ۱۶ درصد از مسیر رودخانه، ۳۳ درصد آن در سال ۲۰۰۰ و حدود ۱۰ درصد

آن در سال ۲۰۱۳ بصورت شبه خم‌دار بوده است. در حالیکه در سال ۱۹۹۰ حدود ۸۳ درصد رودخانه به شکل خم‌دار توسعه نیافته، در سال ۲۰۰۰ حدود ۵۰ درصد و در سال ۲۰۱۳ این عدد به حدود ۸۰ درصد رسیده است. نتایج تغییرات زاویه مرکزی پیچ‌ها نیز نشان می‌دهد که تمایل رودخانه به سمت تبدیل بازه‌های مستقیم به پیچانرود بوده است. میزان رشد پیچش قوس‌ها بر اساس زاویه مرکزی نشان داد که در سال ۱۹۹۰ خم‌دار توسعه یافته در مسیر رودخانه وجود نداشته و در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ به ترتیب به عدد ۱۶/۷ درصد و حدود ۱۰ درصد به ترتیب رسیده است. البته در طول ۳۰ سال بررسی تغییرات رودخانه، خم‌دار بیش از حد توسعه یافته و شکل شاخ گاوی در بازه مورد نظر وجود نداشته است چرا که مشاهده الگوهای خم‌دار بیش از حد توسعه یافته و شکل شاخ گاوی به مطالعه طولانی تر از نظر زمانی نیاز دارد.



شکل ۳. مسیر رودخانه گاماسیاب در سه دوره زمانی

جدول ۱. نتایج تجزیه وتحلیل آماری پارامترهای هندسی قوس‌های رودخانه گاماسیاب سال ۱۹۹۰ میلادی

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی
شعاع مرکزی (متر)	۲۰۳/۷	۱۰۲۸	۵/۰۴	۲۲۷۱	۴۹۴۷	۱/۸۶	۱/۷۱
زاویه مرکزی (متر)	۵۸/۱۷	۱۴/۴۱	۴/۰۴	۳۹	۸۱	۰/۴	۰/۵۲

جدول ۲. نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری پارامترهای هندسی قوس‌های رودخانه گاماسیاب سال ۲۰۰۰ میلادی

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی
شعاع مرکزی (متر)	۵۷۹	۳۸۵/۶	۰/۶۶	۱۰۲	۱۴۷۳	-۰/۹	-۰/۰۷
زاویه مرکزی (متر)	۶۰/۱	۲۴/۶	۵/۰۲	۱۰	۹۵	۰/۴	-۰/۸

جدول ۳. نتایج تجزیه وتحلیل آماری پارامترهای هندسی قوس های رودخانه گاماسیاب سال ۲۰۱۳میلادی

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی
شعاع مرکزی (متر)	۵۹۳/۱	۵۸۹/۸	۰/۹۹	۱۳/۱	۳۴۴۷	۲/۹	۱۳/۱
زاویه مرکزی (متر)	۶۲/۵	۱۶/۸	۰/۲۶	۳۰	۹۷	-۰/۶	-۰/۶۶

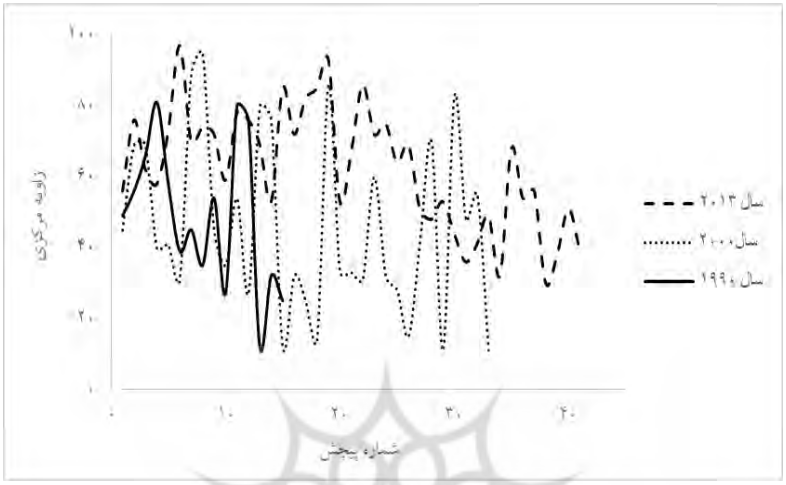
جدول ٤. میانگین پارامترهای هندسی مورد اندازه‌گیری

سال‌های بررسی	شعاع مرکزی (متر)	زاویه مرکزی (درجه)	طول رودخانه (کیلومتر)	تعداد قوس
۱۹۹۰	۲۰۳/۷	۵۸/۱۷	۵۱	۱۵
۲۰۰۰	۵۷۹	۶۰/۱	۵۵/۷۷	۳۱
۲۰۱۳	۵۹۳/۱	۶۲/۵	۵۹/۹۰	۴۰

جدول ۵. میزان رشد پیچش قوس‌ها بر اساس زوایه مرکزی در سه دوره زمانی

شکل رودخانه	زاویه مرکزی خم (درجه)	درصد فراوانی		
		۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۳
شبه خم‌دار	۰-۴۱	۱۶/۶	۳۳/۳۳	۹/۷۵
خم‌دار توسعه‌نیافته	۴۱-۸۵	۸۳/۴	۵۰/۰۶	۸۰/۴
خم‌دار توسعه‌یافته	۸۵-۱۵۸	۰	۱۶/۷	۹/۸۵
خم‌دار بیش‌ازحد توسعه‌یافته	۱۵۸-۲۹۶	۰	۰	۰
شاخ گاوی	>۲۹۶	۰	۰	۰

شکل (۴) مقادیر زاویه مرکزی قوس‌های رودخانه در سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳ را نشان می‌دهد. همانطور که از شکل مشخص است با افزایش شعاع و زاویه مرکزی قوس‌ها تعداد پیچ‌ها نیز افزایش یافته و از ۱۵ عدد در سال ۱۹۹۰ به ۳۱ عدد در سال ۲۰۰۰ و به۴۱ عدد در سال ۲۰۱۳ رسیده است. با توجه به بازدیدهای میدانی انجام شده و تصاویر گوگل ارث، دلیل افزایش تعداد قوس‌ها در طی ۳۰ سال در این رودخانه تغییر کاربری اراضی اطراف رودخانه و دخل و تصرف در بستر رودخانه خصوصاً در نواحی شهری و روستایی است.



شکل ٤. مقادیر زاویه مرکزی قوس‌های رودخانه گاماسیاب در هر سه دورهٔ زمانی

نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که در سه دورهٔ زمانی مورد پژوهش تغییرات چشمگیری در رودخانه دیده می‌شود؛ به‌طوری‌که میزان تغییرات ایجاد شده در ابتدای این بازه کمتر از انتهای بازه زمانی مورد نظر دیده می‌شود. تغییرات طول رودخانه از ۵۱ کیلومتر در سال ۱۹۹۰ به ۵۵/۷ کیلومتر در سال ۲۰۰۰ و به ۵۹/۹ کیلومتر در سال ۲۰۱۳ رسیده است. افزایش طول رودخانه از سال ۱۹۹۰ نسبت به سال ۲۰۱۳، و در نتیجه آن کاهش شیب بستر، تغییر کاربری اراضی،احتمالاً وجود سازندهای فرسایش پذیر می‌تواند از علل ناپایداری رودخانه باشد. بررسی پارامترهای هندسی به‌دست‌آمده نیز گویای آن است که با افزایش تعداد مئاندر از سال ۱۹۹۰ آن تا سال ۲۰۱۳ تغییرات مورفولوژی قابل‌توجه‌ی در این بازه از مسیر رودخانه دیده می‌شود. به‌گونه‌ای که با توجه به روند افزایشی شعاع پیچان‌رودها و زاویه مرکزی از سال ۱۹۹۰ نسبت به سال ۲۰۱۳ رودخانه به حالت پیچان‌رودی درآمده است و یا اینکه پیچانرودها توسعه یافته‌اند. رضایی مقدم و پیروزی نژاد (۱۳۹۲) تغییرات بخشی از رودخانه گاماسیاب را طی سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۹ بررسی کردند و گزارش کردند که سطوح فرسایش یافته رودخانه بیشتر از سطوح رسوبگذاری بوده است که بدلیل تغییر

مسیر و جابجایی رودخانه گاماسیاب اتفاق افتاده است که نتایج این تحقیق دستآورد آن‌ها را تاکید می‌کند. بررسی تصاویر و نقشه‌ها و بازدیدهای میدانی در بخش‌هایی از رودخانه نشان می‌دهد که تصرف در حریم رودخانه و پوشش گیاهی نامناسب در سواحل آن باعث افزایش فرسایش کناری و تغییر الگوی رودخانه به پیچانرودی شده است. هرچند فرآیند فرسایش و رسوبگذاری بصورت طبیعی در رودخانه‌ها اتفاق افتاده و با دخالت‌های بشر تشدید می‌شود. از طرفی می‌توان نتیجه گرفت که تصاویر ماهواره‌ای TM دارای قابلیت مناسبی برای بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه¬های در ابعاد و اندازه گاماسیاب هستند را دارد. زیرا تصاویر ماهواره‌ای به دلیل بالاتر بودن تفکیک طیفی (تعداد باندهای بیشتر) در بعضی مواقع قابلیت بیشتری بر خودار هستند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- ارشد، صالح؛ مرید، سعید؛ میرابوالقاسمی، هادی (۱۳۸۶)،« بررسی روند تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها با استفاده از سنجش از دور: مطالعه موردی رودخانه کارون از گتوند تا فارسیات (۸۲-۱۳۶۹)»، ***علوم کشاورزی و منابع طبیعی***، دوره ۱۴، شماره ۶، ص ۱۸۰-۱۹۴.
- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۹۳)،« بررسی تغییرات پیچان رود آجی چای در پهنه سیلاب دشت»، ***نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی***، دوره ۱۸، شماره ۴۹، ص ۷۹-۵۵.
- پیروان، حمیدرضا؛ جعفری اردکانی، علی؛ شریعت جعفری، محسن (۱۳۹۵)، «طبقه بندی مورفولوژیکی رودخانه قزل اوزن سفلی و روند تغییرات آن»، ***نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز***، جلد ۸، شماره ۲، ص ۱۵۲-۱۶۴.
- جواهری طهرانی، محسن؛ موسوی، سید فرهاد؛ حسینی، خسرو (۱۳۹۵)، « مطالعه ریخت شناسی پیچان رودها با جریان کنترل شده با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS (مطالعه موردی: رودخانه زاینده رود در پایین دست سد زاینده رود) »، ***نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)*** سال بیستم، شماره هفتادو هفتم، ص ۲۵-۴۴.
- رشیدی، مریم؛ حسین زاده، رضا؛ سپهر، عادل؛ زارعی، حیدر؛ خانه باد، محمد (۱۳۹۵)، « مطالعه تغییرات مورفولوژی بستر رودخانه کارون و علل آن از سال ۱۹۵۴ تا ۲۰۱۱ (۱۳۳۴ تا ۱۳۹۱) »، ***نشریه پژوهش های ژئومورفولوژی کمی***، سال پنجم، شماره یک، ص ۴۳-۵۹.
- 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، ص ۱۳۹-۱۱۹.
- رضایی مقدم، محمدحسین؛ پیروزی نژاد، نوشین (۱۳۹۳)، « بررسی تغییرات مجرا و فرسایش کنارهه¬ای در رودخانه گاماسیاب از سال ۱۳۸۹تا ۱۳۳۴»، ***نشریه جغرافیا و برنامه¬ریزی***، دوره ۱۸، شماره۴۷، ص ۱۲۲-۱۰۹.

- محمدی، ملیحه؛ سیف، عبدالله (۱۳۹۳)، « بررسی روند تغییرات رخساره‌های ژئومورفولوژی مخروطه دلتایی زاینده رود را با استفاده از سنجش از دور»، ***کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی***، سال ۵، شماره ۱، ص ۴۵-۵۹.
- یمانی، مجتبی؛ شرفی، سیامک (۱۳۹۱)، « ژئومورفولوژی و عوامل موثر در فرسایش کناری رودخانه‌ی هررود در استان لرستان»، ***مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی***، شماره ۴۵، ص ۳۲-۱۵.
- یوسفی، صالح؛ وفاخواه، مهدی؛ میرزایی، سمیه؛ توانگر، شهلا (۱۳۹۲)، « تغییرات برخی از پارامترهای مورفولوژیکی رودخانه کارون با استفاده از سنجش از دور (سال‌های ۱۳۸۴ و۱۳۶۸)»، ***سنجش از دور و GIS ایران***، شماره یک. ص۹۶-۸۵.

- Clerici, A., Perego, S., Chelli, A., Tellini, C. (2015), "Morphological changes of the floodplain reach of the Taro River (Northern Italy) in the last two centuries", ***Journal of Hydrology***, 527, 1106-1122.
- Goswami, U., Sarma, J. N., Patgiri, A. D. (1999), "River channel changes of the Subansiri in Assam, India", ***Geomorphology***, 30(3), 227-244.
- Leopold, L. B., Wolman, M. G. (1960), "***River meanders***", Geological Society of America Bulletin, 71(6), 769-793.
- Timár, G. (2003), "Controls on channel sinuosity changes: a case study of the Tisza River, the Great Hungarian Plain", ***Quaternary Science Reviews***, 22(20), 2199-2207.
- Ollero, A. (2010), "Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain", ***Geomorphology***, 117(3), 247-260.
- Remondo, J., Soto, J., González-Díez, A., de Terán, J. R. D., Cendrero, A. (2005), "Human impact on geomorphic processes and hazards in mountain areas in northern Spain", ***Geomorphology***, 66(1), 69-84.

– Winterbottom, S. J. (2000), "Medium and short-term channel planform changes on the Rivers Tay and Tummel, Scotland", ***Geomorphology***, 34(3), 195-208.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی