Archive of SID

جغرافیا و توسعه شماره ۴۶ بهار ۱۳۹۶
وصول مقاله : ۱۳۹۵/۰۱/۱۶
تأیید نهایی : ۱۳۹۵/۰۹/۲۸
صفحات : ۶۰-۴۳

ارزیابی و تحلیل تغییرات هندسی نیمرخ طولی و عرضی رودخانه‌ی قره سو طیّ سال‌های ۱۳۳۴-۱۳۹۳

دکتر محمد شریفی پیچون*[۱]، فاطمه پرنون[۲]

چکیده

پلان هر رودخانه، معرّف بسیاری از ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و دینامیکی آن رودخانه است. شکل نیمرخ طولی و عرضی رود و مخصوصاً درجه تقعّر آن به عوامل مختلفی ازجمله تمرکز دبی جمع شده از شبکه‌های زهکشی به مجرای اصلی رود، میزان فرسایش رسوب در امتداد مجرا، سنگ‌شناسی، توپوگرافی و ویژگی‌های تکتونیکی حوضه بستگی دارد. طبیعی است که با تغییر در این شرایط، پلان رودخانه تغییر پیدا می‌کند. هدف از این پژوهش بررسی و تحلیل تغییرات ژئومورفیک نیمرخ‌های طولی و عرضی رودخانه‌ی قره‌سو طیّ بازه‌ی زمانی ۱۳۳۴-۱۳۹۳ بوده که با توجه به طویل بودن (حدود ۴۰۰ کیلومتر)، رودخانه به ۵ بازه تقسیم شده و سپس برای رسم مقاطع طولی رودخانه از تصویر ماهواره‌ای PAN IRS، مدل ارتفاعی (DEM) نقشه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه و نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که رودخانه‌ی قره‌سو یک نیمرخ طولی نسبتاً منظم و یکنواخت با پیچ و خم‌های متعددی را می‌پیماید که شکل کلی آن مقعّر بوده و به سمت پایین‌دست انحراف بیشتری نسبت به خاستگاه اولیه پیدا کرده است به گونه‌ای که میزان انحراف آن در بازه‌ی پنجم به حدود ۵۰ درجه می‌رسد. از نظر نیمرخ عرضی نیز رودخانه طیّ ۶۰ سال اخیر روند کاهشی داشته است. در طیّ این دوره‌ی زمانی بیشترین تغییر در نیمرخ عرضی در بازه‌ی دو و پنج بوده و کمترین تغییر در نیمرخ عرضی در بازه‌ی یک اتفاق افتاده است. نتایج حاکی از تمایل رودخانه به افزایش رسوب‌گذاری و کاهش فرسایش در بیشتر بخش‌ها بوده که این امر نشان‌دهنده‌ی استقرار شرایط تعادل پایدار بر رودخانه است.

کلیدواژه‌ها: رودخانه‌ی قره‌سو، ژئومورفولوژی رودخانه، نیمرخ طولی، نیمرخ عرضی، تغییرات هندسی.

۱- استادیار جغرافیا، دانشگاه یزد *
۲- کارشناسی ارشد هیدروژئومورفولوژی، دانشگاه یزد

mscharifi@ yazd.ac.ir
f.parnoon12@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از جسارت‌های مهم مورد مطالعه در ژئومورفولوژی رودخانه، پلان رودخانه است. پلان هر رودخانه، معرف بسیاری از ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و دینامیکی آن است *(یمانی و همکاران، ۱۳۹۴:۱۳۷)* پلان‌ها یا الگوی رودخانه به سه نوع اصلی مستقیم، مئاندری و شریانی تقسیم می‌شود *(Ribolin & Pagnolo, 2007: 253)*.

شکل نیمرخ طولی رود و مخصوصاً درجه تقعّر آن به عوامل مختلفی از جمله تمرکز دبی جمع شده از شبکه‌های زهکشی به مجرای اصلی رود، میزان فرسایش رسوب در امتداد مجرا، سنگ‌شناسی، ناهمواری و ویژگی‌های تکتونیکی حوضه بستگی دارد *(اسماعیلی، ۱۳۸۵:۲۸)* به دلیل فرسایش کناری و جابجایی مرزهای رودخانه، هر ساله سطح زیادی از اراضی مسکونی و تأسیسات ساحلی در معرض نابودی و تخریب قرار می‌گیرند *(رنگزن و همکاران، ۱۳۸۷:۱)*.

شوم (۱۹۸۴) تغییر شکل نیمرخ طولی و عرضی بستر رودخانه، تغییر شیب دره و بستر، تغییر پهنا و عمق بستر، تغییر دشت سیلابی به پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع، تغییرات در میزان و محل حفر قائم، محل و مقدار رسوب‌گذاری رودخانه، انفصال، انقطاع و تغییر مکان جانبی و ناگهانی رودخانه‌ها را از ویژگی‌های رودخانه‌هایی می‌داند که تحت تأثیر فعالیّت‌های نو زمین‌ساخت قرار می‌گیرند *(Schumm, 1984: 251)*. از آنجا که هر تغییری در رودخانه‌ها در نیمرخ طولی و عرضی آنها منعکس می‌شود، ترسیم نیمرخ طولی اطلاعات مهمی را ارائه می‌دهد که بر این اساس درگذشته و هم اکنون مطالعات زیادی در خصوص نحوه‌ی استخراج نیمرخ‌های طولی و عرضی و تحلیل آنها صورت گرفته است. هر یک از این محققان از دیدگاه خاص خود و با هدفی که از مطالعه داشته‌اند تغییرات نیمرخ‌ها را تفسیر نموده‌اند.

رینفلدز و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل ارتفاعی رقومی (DEM) قدرت رود را در مجراهای رودخانه‌ای به صورت پیوسته محاسبه و بدین‌طریق چهارچوبی برای ارائه‌ی مدل‌های مفهومی و تجربی بین گرادیان مجرا، قدرت رود، شکل و دینامیک رودخانه‌ای فراهم نمودند *(Reinfelds, 2004: 403)*.

هایاکاوا و اگوچی (۲۰۰۶) با استفاده از مدل ارتفاعی DEM و GIS به تشخیص نقاط شکست شیب در رودخانه‌های کوهستانی ژاپن پرداخته و به این نتیجه رسیدند که شیب رودخانه و وسعت حوضه‌ی زهکشی فاکتورهای اساسی در تشخیص هیدرولیک رودخانه و نیروی فرسایشی بر روی سنگ بستر رودخانه هستند که بطور مستقیم دبی آب و فشار برشی را نشان می‌دهند *(Hayakawa & Oguchi, 2006: 90)*.

گریگوری (۲۰۰۶) به بررسی نقش مستقیم و غیر مستقیم انسان در تغییر مجرای رودخانه پرداخته و بیان می‌دارد که تغییر در مجاری رودخانه‌ای توسط انسان،بیشتر تغییر در مقطع عرضی به صورت افزایش یا کاهش عرض‌مجرا می‌باشد*(Gregory, 2006: 172)*.

گابریل (۲۰۰۹) بر اساس مشخصه‌های هندسی، تعداد سدهای میان کانالی، میزان دبی جریان و آورد رسوب و غیره تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ها را بررسی کرده است *(Gabrielle, 2009: 375)*.

ربلو و همکاران به مدیریت منابع آب و چالش‌های تالاب منطقهٔ نیجر در مالی و دشت سیلابیلوبو در اتریش پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که عدم شناخت از اکوسیستم تالاب مانع مدیریت یکپارچه شده است *(Rebelo etal,2013: 58)*. ارتگا و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی فعالیّت‌های انسانی اخیر و تغییر در دینامیک و مورفولوژی رودخانه‌های موقتی در دو حوضه در اسپانیا پرداختند *(Ortega, 2014: 713)*.

آبیت (۲۰۱۵) نشان داد که گسترش شهرنشینی به افزایش سطوح غیر قابل نفوذ و در نتیجه گسترش

www.SID.ir

Archive of SID

رواناب منجر شده که به نوبه‌ی خود می‌تواند قدرتی برای تغییر ویژگی‌های کانال رودخانه باشد. وجود پروژه‌های آبی و یا معادن شن و ماسه ممکن است منجر به افزایش یا کاهش ظرفیت حمل و انتقال رودخانه شده و در نتیجه فرسایش و رسوب‌گذاری را سبب شود که خود می‌تواند مورفولوژی رودخانه و دشت‌های آبرفت را تغییر دهد(*Abate, 2015: 152*).

در ارتباط با رودخانه‌های ایران نیز مطالعات مختلفی صورت گرفته که می‌توان به برآورد دبی‌های سیلابی براساس‌خصوصیات‌هندسی وهیدرولیکی‌مقاطع‌رودخانه *(نجفی، ۱۳۸۴: ۱۱۱)*، مطالعه‌ی اشکال رودخانه‌ای در رودخانه‌های حوضه‌ی شمالی البرز مرکزی *(حسین‌زاده و همکاران،۱۳۸۵:۷۸)* عوامل مؤثر بر انتقال رسوب در شرایط سیلابی *(اسماعیلی، ۱۳۸۶:۵)* و هیدرودینامیک رودخانه‌های تالار و بابل و نقش آن در ناپایداری و تغییر مشخصات هندسی آن *(یمانی، ۱۳۸۵: ۱۵)* اشاره کرد. بعلاوه، واعظی‌پور و همکاران (۱۳۸۹) تغییرات مورفولوژی رودخانه‌ی سیستان را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که عوامل اصلی در ایجاد تغییر مورفولوژی رودخانه شامل عوامل طبیعی و عوامل ناشی از دخالت انسان است.

نوحه‌گر و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی به تغییرات ژئومورفیک‌نیمرخ‌طولی و عرضی علیای رودخانه‌میناب (از سد تا پل میناب) پرداختند. آنها، برای انجام این پژوهش رودخانه را به سه بخش با بستر تنگ و عمیق، بستر عریض با عمق کم و بستر تنگ با عمق متوسط تقسیم نمودند *(نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۳۷)*.

جعفربیگلو و همکاران (۱۳۹۰) تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان غرب در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۱ را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش آنها حاکی از آن است که طیّ دوره‌ی زمانی ۳۷ ساله، نو زمین ساخت عامل اصلی تغییرات رودخانه‌ی گیلان غرب بوده است *(جعفربیگلو و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۲)*.

مقصودی و همکاران (۱۳۸۹) روند تغییرات الگوی مورفولوژیکی رودخانه‌ی خرم‌آباد را با استفاده از GIS، RS و عکس‌هایی‌هوایی در بازه‌ی زمانی۱۳۳۴تا ۱۳۸۴ بررسی کردند. پژوهشی تحلیل الگوهای متفاوت رودخانه‌ی شهر چای ارومیه را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که برای بررسی دلیل‌پیچانرودی یک رودخانه باید مورفولوژی منطقه و عوامل مؤثر در تغییر الگو مورد توجه قرار بگیرد. از نظر ایشان، رودخانه‌ی شهرچای یک رودخانه‌ی مآندری بوده و نحوه‌ی شکل‌گیری پیچان‌ها در بازه‌ی کوهستانی و بازه‌ی ساحلی با یکدیگر متفاوت می‌باشد. در بخش ساحلی، آزادی‌عمل رودخانه بیشتر بوده ولی در بازه‌ی کوهستانی رودخانه توسط دره محاط گشته و آزادی عمل رودخانه محدود شده است *(مقصودی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲۷۵)*.

حسینی (۱۳۹۴) در بررسی روند تغییرات الگوی مورفولوژی رودخانه زنجان رود به روش مقایسه زمانی و مکانی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به این نتیجه رسید که آبراهه‌ی زنجان رود در محدوده‌ی مورد مطالعه روند پایداری است و میزان پایداری در بازه‌ی دوم بیشتر از بازه‌ی اول و سوم است و بازه‌ی سوم هنوز نسبتاً ناپایدار است. یمانی و همکاران، به بررسی‌روند تغییرات‌مورفولوژیکی الگوی آبراهه‌ی‌بابل‌رود طریق نیمرخ‌های متساوی (ترانسکت) پرداختند و نتیجه گرفتند که الگوی رودخانه در سه دوره‌ی زمانی در محدوده‌ی مورد مطالعه نسبتاً ناپایدار بوده و روند پسروی داشته است. بیشترین تغییرات در بازه‌ی دوم رخ داده است و دلیل عمده‌ی آن جابجایی خط‌القعر تأثیر عوامل طبیعی است *(یمانی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۳۷)*.

مقصودی و همکاران(۱۳۹۴) به بررسی تأثیر لیتولوژی و تکتونیک بر نیمرخ طولی رودخانه اوجان‌جای با استفاده از شاخص‌های تکتونیکی و منحنی بی‌بعد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نیمرخ طولی

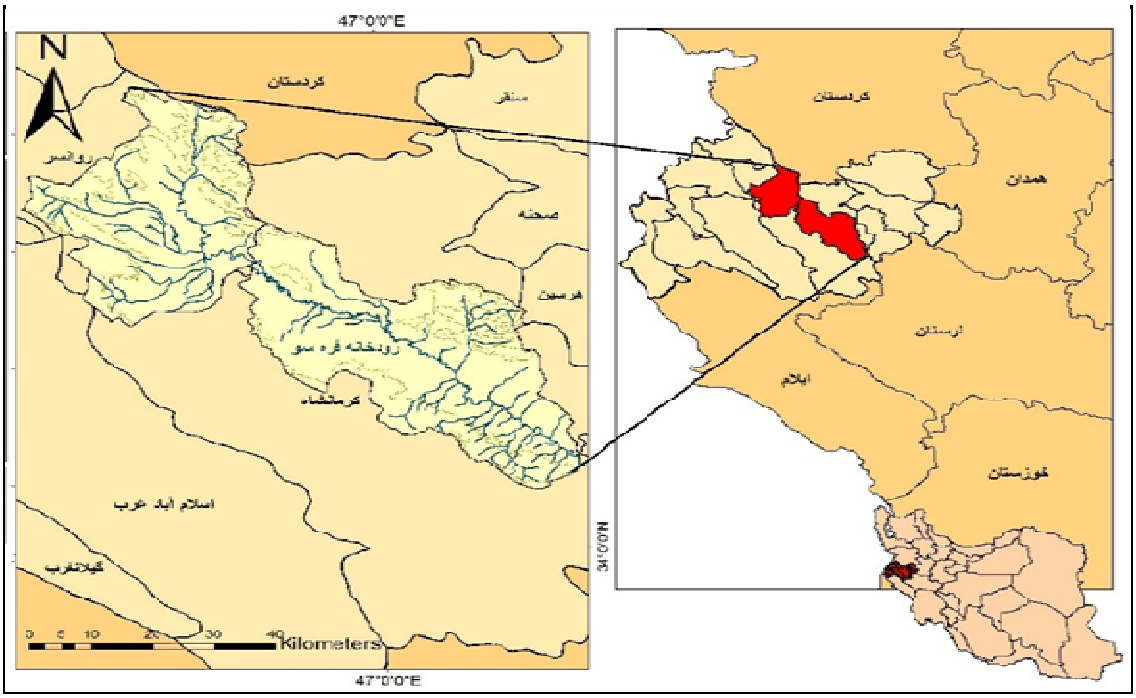
www.SID.ir

Archive of SID

رودخانه‌ی اوجان‌چای با توجه به موقعیت آن در کنار توده‌ی آتشفشانی سهند هر دو عامل به نوعی آثار خود را بر نیمرخ رودخانه به‌جای گذاشته‌اند *(مقصودی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰۴)*. با این وجود، هدف تمامی محققان شناسایی رفتار رود به‌منظور کمک به مدیران جهت ارزیابی و درک رود و مدیریت آن بوده است. شایان ذکر است که پلان رودخانه و نیمرخ عرضی بر افت انرژی ناشی از غیر یکنواختی جریان رودهای طبیعی تأثیر می‌گذارد. همچنین فرایند جریان، شکل بستر و مقاومت به جریان با تغییر عرض رود تغییر می‌کند. با توجه به اینکه بستر رود (نیمرخ عرضی و طولی) در کنش متقابل جریان عادی آب و رسوب در طول سال‌های متمادی می‌باشد، با هر گونه تغییر در این بستر می‌توان شاهد تغییرات در مورفومتری رود بود. هدف این پژوهش نیز بررسی و تحلیل تغییرات ژئومورفیک‌نیمرخ‌های طولی و عرضی رودخانه‌ی‌قره‌سو از سرچشمه سراب روانسر تا پیوستن به گامسیاب در طیّ دوره‌های زمانی ۱۳۳۴و ۱۳۹۳ می‌باشد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

رودخانه‌ی قره‌سو با مختصات‌جغرافیایی ″۳۰ ′۰ °۳۴ تا ′۵۴ °۳۴ عرض شمالی و ′ ۲۲ °۴۶ تا ′۲۲ °۴۷ طول شرقی در استان کرمانشاه و در غرب ایران، واقع شده است. این حوضه از زیرشاخه‌های مهم رودخانه‌ی کرخه است و در شمال غربی آن قرار دارد. مساحت آن ۵۲۷۸ کیلومتر مربع و حداکثر و حداقل ارتفاع آن به ترتیب ۳۳۶۰ و ۱۲۷۰ متر است. متوسط بارندگی سالیانه این حوضه بسیار متغیّر و بین ۳۰۰ تا ۸۰۰ میلی‌متر است. سه رودخانه اصلی مرگ، قره‌سو و رازآور در این حوضه جریان دارد (شکل شماره ا).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده‌ی مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

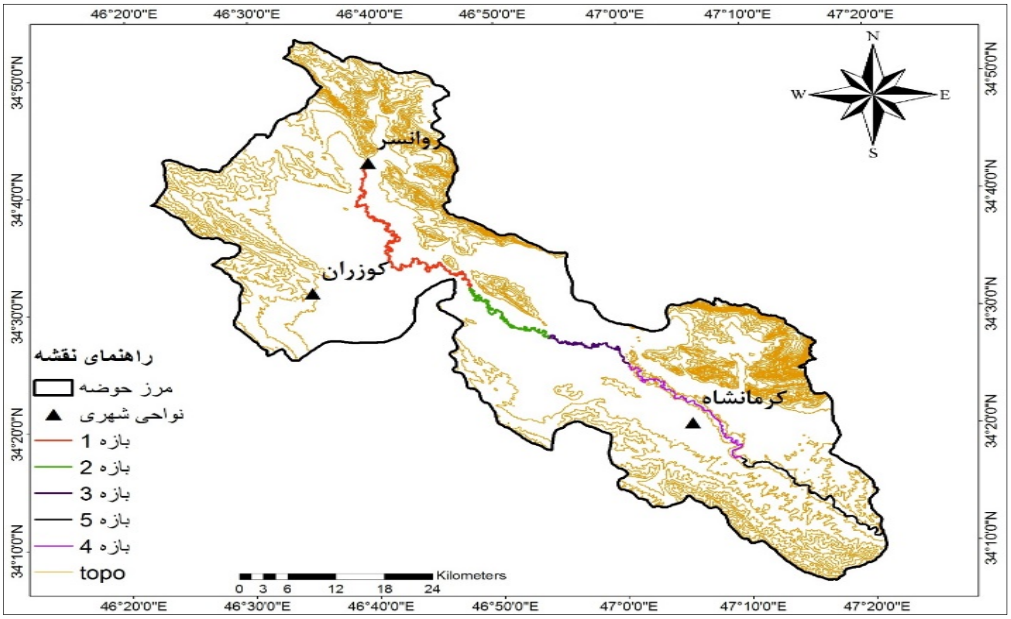
در این پژوهش برای بررسی مورفولوژی و نیمرخ رودخانه و تغییرات طولی و عرضی بخش‌های مختلف آن طیّ یک دوره‌ی زمانی ۶۰ ساله، در ابتدا به جمع‌آوری‌داده‌ها و اطلاعات موردنیاز شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۳۴، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۴استفاده شده است. این تصاویر اسکن شده و سپس در نرم‌افزار ArcGIS با سیستم تصویر (UTM-WGS84) ژئورفرنس و سپس رودخانه با دقت بالا رقومی گردیده است. در بررسی ژئومورفولوژی رودخانه درسال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ از تصاویر ماهواره‌ای PAN irs استفاده شده است. پس از ژئورفرنس کردن داده‌ها، محدوده‌ی حوضه با استفاده از لایه‌ی shp آن در محیط ENVI بریده شده و محدوده‌ی حوضه از تصاویر اولیه جدا و سپس جهت سنجش دقت محدوده بریده شده با موقعیت منطقه با نرم‌افزار Google Earth انطباق داده شد. پس از تهیه‌ی بازه‌ی رودخانه درطول دو دوره‌ی مورد بررسی، مسیر مورد نظر برحسب ویژگی‌های هندسی و عوامل ژئومورفولوژیکی به پنج بازه تقسیم و سپس به مطالعه و اندازه‌گیری نیمرخ‌های طولی و عرضی در بخش‌های مختلف‌رودخانه (بازه‌های پنج‌گانه) در نرم‌افزارArcGIS اقدام گردید. همچنین، برای ترسم مقاطع طولی و عرضی رودخانه در شرایط کنونی از مدل ارتفاعی (DEM) نقشه‌ی توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ منطقه و نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. در ادامه، با بازدید میدانی از منطقه، به بررسی، ارزیابی و تحلیل داده‌ها و تغییرات رودخانه تحت تأثیر عملکردهای انسانی، بویژه تغییر کاربری‌ها، پرداخته شد. بدین ترتیب، شکل نیمرخ‌های طولی و عرضی هر یک از بازه‌ها ترسیم گردید تا مقدار تغییرات بر حسب شکل در طول دوره‌ی ۶۰ ساله نشان داده شود. برای این منظور، ابتدا داده‌های لازم برای هر نیمرخ طولی از نقشه‌های‌توپوگرافی به‌مقیاس۱/۵۰۰۰۰ با منحنی‌های میزان به فواصل بیست متری استخراج و مسافت طولی مسیر جریان رودخانه (X) از بین منحنی‌های میزان با ارتفاع مربوطه (Y) اندازه گیری شد. این اندازه گیری‌ها به صورت نسبی از ارتفاع صفر حوضه تا ارتفاع مقرر شده صورت گرفته و با استفاده از داده‌های نسبت ارتفاع و طول دره، نموداری جهت نمایش میزان انحنای‌دره‌ها در ارتفاعات مختلف ترسیم شده است.

بحث و نتایج

پس از ترسیم نیمرخ طولی رودخانه با استفاده از نقشه‌ها در GIS، با توجه به طولانی بودن مسیر رودخانه، جهت تحلیل بهتر و دقیق تر، مسیر رودخانه بر روی نقشه زمین شناسی و توپوگرافی منطقه هم پوشانی شده و به کمک این دو پارامتر، و نیز بر اساس فرم نیمرخ طولی رودخانه و نقاط عطفی که در انحنای مسیر اولیه‌ی رودخانه صورت‌گرفته است، مسیر رودخانه به ۵ بازه تقسیم شده است(شکل شماره ۲). سپس، هر یک از این بازه‌ها به شکل جزئی و مفصل مورد بررسی قرار گرفته و نیمرخ طولی و عرضی آنها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در زیر (شکل ۲) بازه‌های پنج گانه با استفاده از رنگ‌های مختلف آورده شده و در ادامه بطور مفصل مورد بحث قرار گرفته‌اند:

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲: تقسیم‌بندی رودخانه قره‌سو به ۵ بازه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

بازه‌ی اول رودخانه

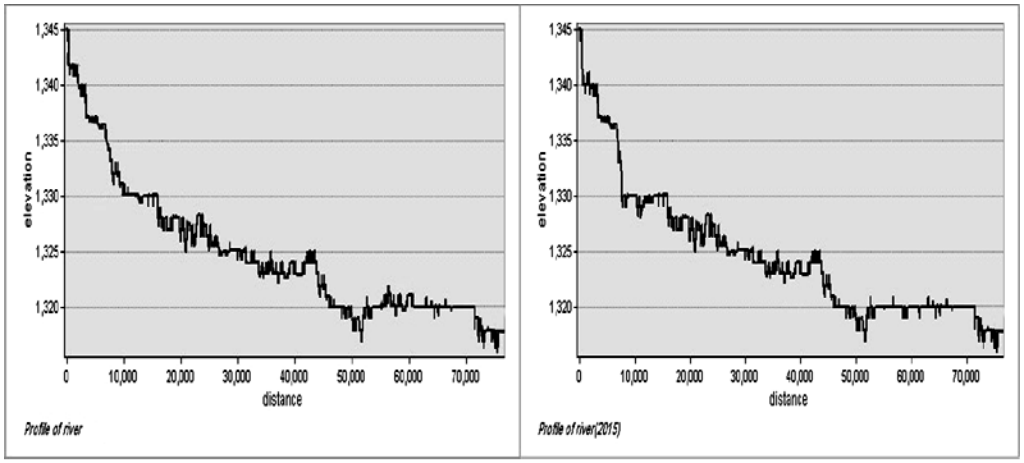
محدوده‌ی بازه‌ی اول خاستگاه اولیه رودخانه بوده که از سرچشمه رودخانه‌ی روانسر(۰۰ ′۴۳ °۳۴ شمالی و ″۳۸ ′۳۹ °۴۶ شرقی) تا بطور تقریبی محل خروج از دشت روانسر- سنجابی(۰۶ ′۳۲ °۳۴ شمالی و ″۳۹ ′۴۷ °۴۶ شرقی) گسترش دارد. از نظر زمین شناسی این بازه به صورت پادگانه‌های جوان بوده که جنس آبرفت‌های آن اغلب از گراول و رسوبات آبرفتی است که دارای فرسایش پذیری بالا و نفوذپذیری کم هستند. اراضی این دشت بر اساس گروه هیدرولوژیکی خاک‌ها به دلیل رسوب نهشته در طول زمان در قسمت سطحی دارای جنسی با نفوذپذیری کم بوده که اکثراً نیز رسی با لایه‌ی سخت نفوذناپذیر سطحی می‌باشند. این بازه در محدوده‌ای با شیب ۰ تا ۴ درجه قرار داشته و تنها قسمت بالادست رود در محدوده‌ی شهر روانسر، از شیب ۴ تا ۸ درجه مساحتی را در بر گرفته است.

بررسی نیمرخ‌های طولی و عرضی بازه‌ی اول رودخانه

با ترسیم و نمایش پروفیل طولی بازه‌ی اول رودخانه در دو دوره‌ی زمانی سال ۱۳۳۴ و سال ۱۳۹۳ قابل مشاهده است که این نیمرخ رفته رفته مضرّس‌تر شده است. این امر به معنی طیّ کردن روال مضرّس ارتفاعی و پر پیچ و خم‌تر شدن رودخانه طیّ این دوره‌ی زمانی است. از آن نظر، می‌توان بیان داشت که روند فرسایش شدیدتری در این نیمرخ نسبت به سال ۱۳۹۳ وجود دارد(شکل۳). در نیمرخ سال ۱۳۹۳ رسوب‌گذاری رودخانه سبب شده است که پروفیل ملایمتر و تغییرات شیب نسبت به ارتفاع به خصوص در بخش انتهایی نیمرخ ترسیم شده کمتر باشد. انحراف انتهای مسیر این بازه نسبت به خاستگاه اولیه‌ی رودخانه در جهت شمال، ۱۰ درجه می‌باشد که به‌دلیل ایجاد تقعّر و انحراف مسیر جریان به تدریج به سمت شرق ایجاد شده است.

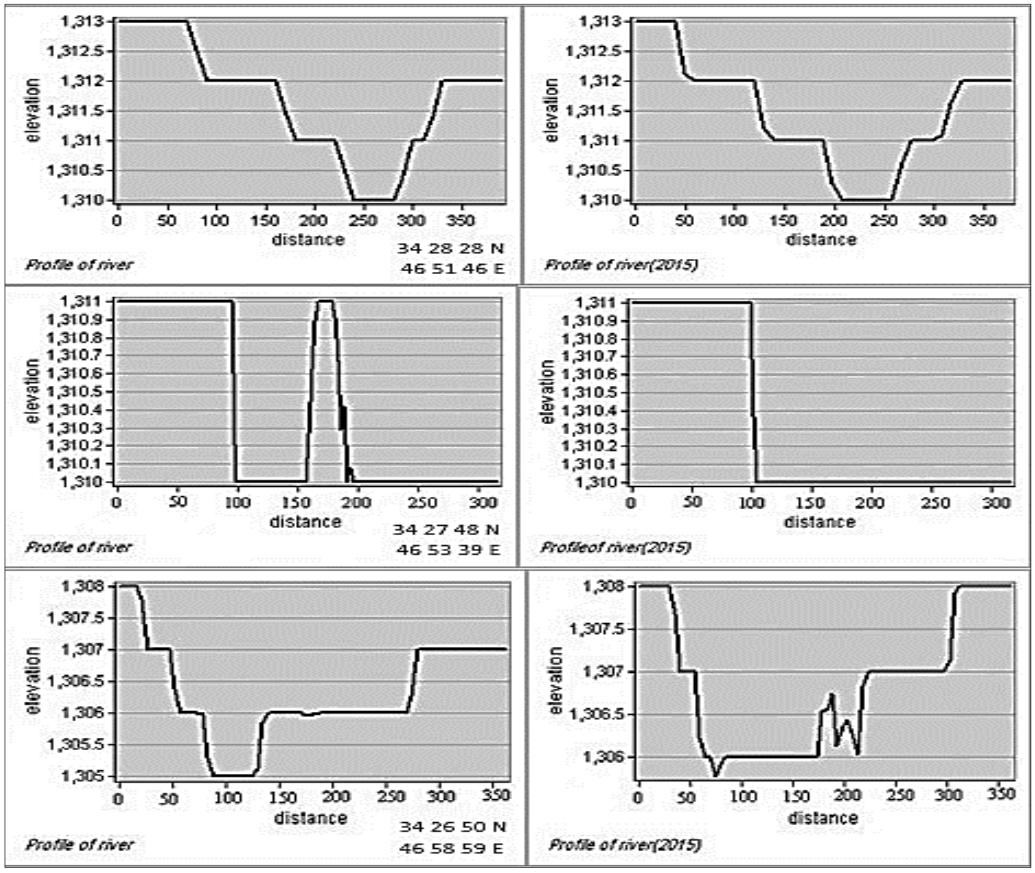
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: پروفیل طولی بازه‌ی اول رودخانه‌ی قره‌سو (سال ۱۳۳۴سمت چپ و۱۳۹۳ سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴



شکل ۴: پروفیل عرضی بازه‌ی اول رودخانه‌ی قره‌سو (سال ۱۳۳۴ سمت چپ و۱۳۹۳ سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

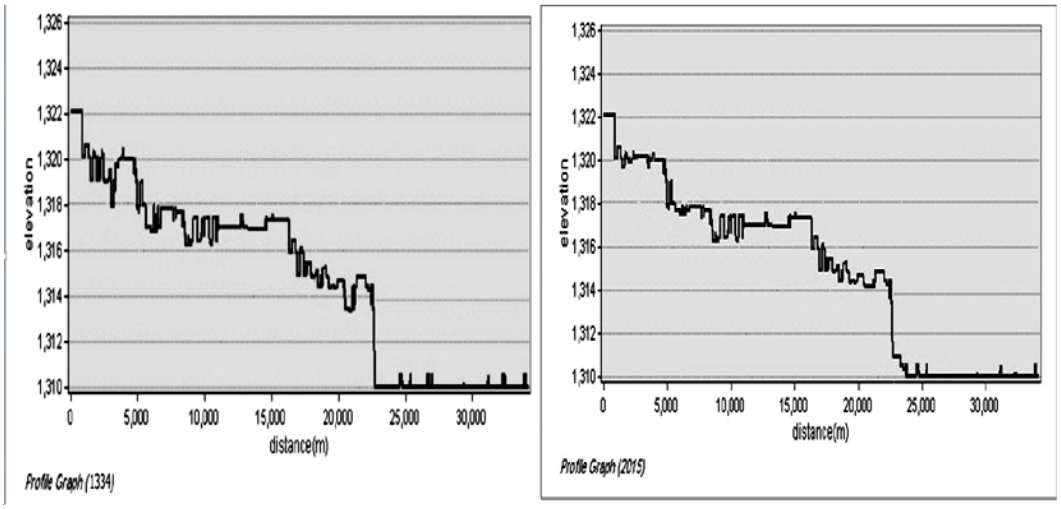
بررسی نیمرخ‌های عرضی نیز حاکی از افزایش فرسایش به جای‌گذاری رسوب در کناره‌ها و کاهش فرسایش و کندوکاو در نیمرخ‌های ترسیم شده می‌باشد(شکل ۴). عرض متوسط بستر رودخانه در این بازه درسال ۱۳۳۴، ۲۰/۴ متر و در سال ۱۳۹۳ حدود ۱۹ /۹ متر بوده که روند کاهشی را طیّ کرده است.

بازه‌ی دوم

این بازه از انتهای دشت روانسر به مختصات جغرافیایی۰۶ ′۳۲ °۳۴ شمالی و ″۳۹ ′۴۷ °۴۶ شرقی به سمت دشت سنجابی با مختصات(″۴۱ ′۲۷ °۳۴ شمالی و ″۵۲ ′۵۳ °۴۶ شرقی گسترش پیدا کرده است. شیب طی شده توسط این بازه ۰ تا ۴ درجه است. قسمت انتهایی این بازه به صورت یکنواخت از ارتفاع ۱۳۱۰ متر عبور می‌کند. این بازه اغلب از میان مخروط افکنه‌های دامنه‌ای و پادگانه‌های دوران چهارم که از آبرفت‌های گراولی تشکیل‌شده است، عبور می‌نماید.

بررسی پروفیل‌های طولی و عرضی بازه‌ی دوم

این امر بیانگر این نکته است که بازه‌ی دوم رودخانه در این دوره‌ی زمانی دارای نابرابری‌های بیشتری از لحاظ فرسایش و رسوبگذاری بوده است. بدین معنی که در برخی بخش‌های رودخانه عمل کاوش و در برخی قسمت‌های رودخانه رسوب‌گذاری صورت می‌گرفته است. با این وجود، عمل کاوش نسبت به رسوب‌گذاری بیشتر بوده است. نیمرخ طولی سال ۱۳۹۳ نشان-دهنده‌ی متعادل‌سازی نابرابری‌های نیمرخ و حرکت رودخانه به سمت تعادل می‌باشد. در بخش انتهایی نیمرخ بازه‌ی دوم به وضوح می‌توان شاهد این مطلب بود. این بازه نسبت به سرچشمه‌ی اولیه رودخانه در سراب روانسر انحرافی ۱۴ درجه را پیدا نموده که نسبت به بازه‌ی اول انحراف ۴ درجه افزایش را نشان می‌دهد (شکل ۵).

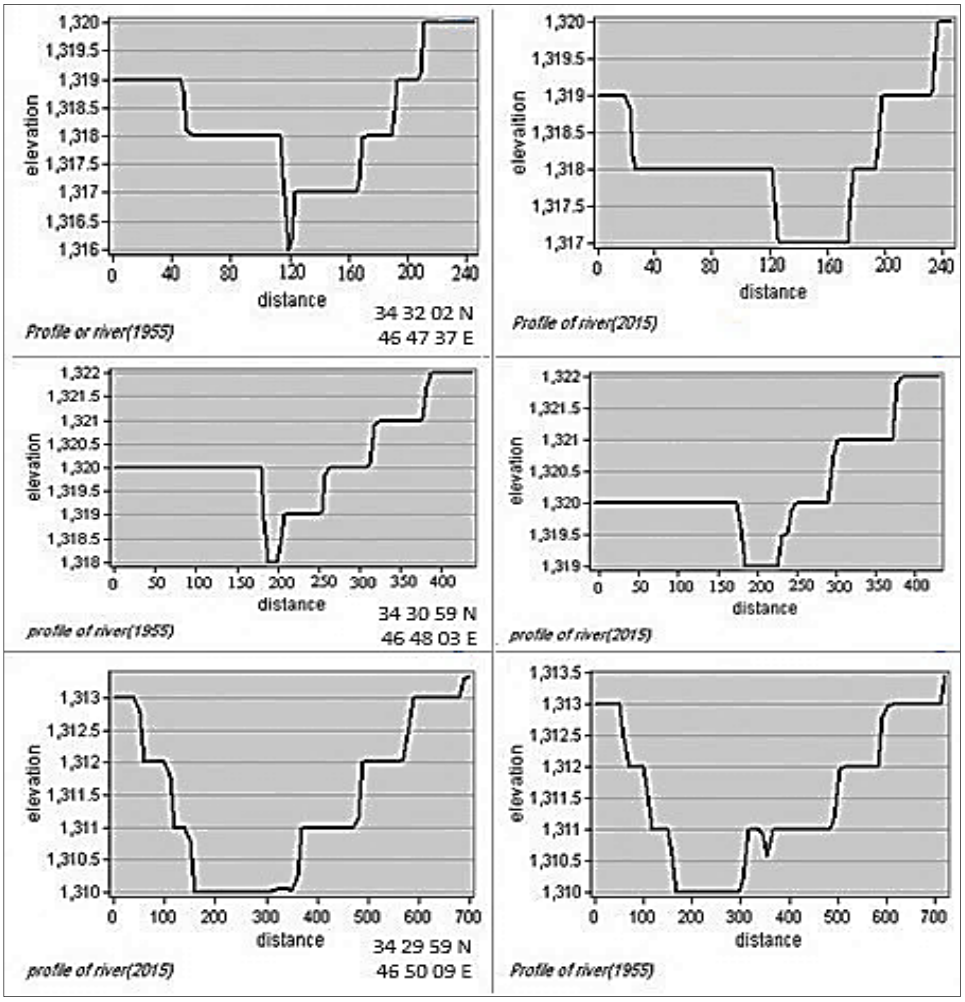


شکل ۵: پروفیل طولی بازه‌ی دوم رودخانه‌ی قره‌سو (و ۱۳۳۴سمت چپ و ۱۳۹۳سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶: نیمرخ‌های عرضی بازه‌ی دوم رودخانه‌ی قره‌سو (سمت راست۱۳۹۳ و سمت چپ۱۳۳۴)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

در بررسی نیمرخ‌های عرضی بازه‌ی دوم مشاهده گردید که در بستر و سواحل دو طرف رودخانه در سال ۱۳۳۴ فرسایش کاوشی حاکم بوده اما در سال ۱۳۹۳ عمل رسوب‌گذاری و پرشدگی کناره‌ها و بستر رودخانه غالب بوده است. بر این اساس، متوسط عرض بستر در سال ۱۳۳۴ ۲۰/۶ متر بوده است که این مقدار در سال ۱۳۹۳ به ۱۵/۷ متر کاهش پیدا کرده است. همچنین با توجه به کاهش شیب پروفیل طولی، قدرت رودخانه نسبت به نقطه‌ی ابتدایی دوره‌ی مورد مطالعه کاسته شده و رودخانه روند متعادلی را در برابر نمودن بخش‌های مختلف نیمرخ به خود گرفته و به رسوب‌گذاری در حواشی و بستر و بر جای‌گذاری بار رسوبی پرداخته است(شکل ۶).

بازه‌ی سوم رودخانه

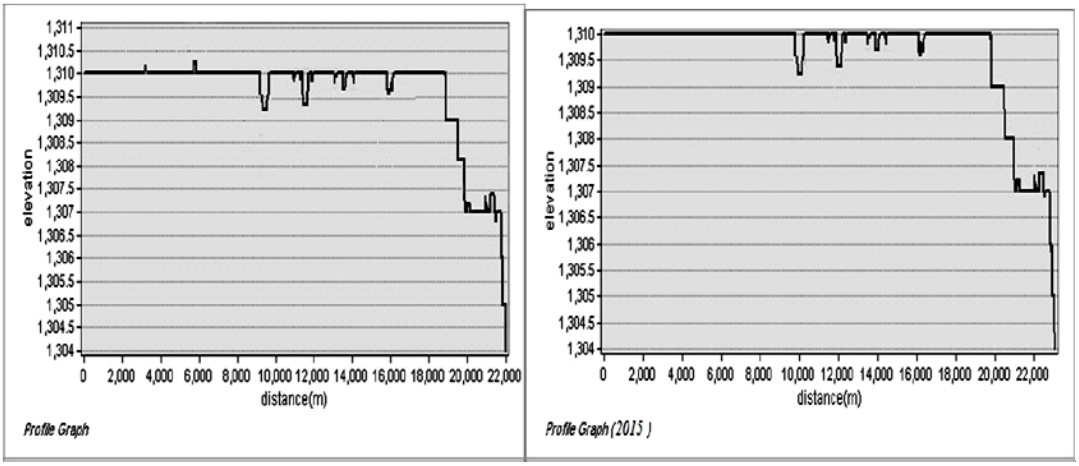
بازه‌ی سوم رودخانه‌ی قره‌سو در این پژوهش از مختصات ″۴۱ ′۲۷ °۳۴ شمالی و ″۵۲ ′۵۳ °۴۶ شرقی تا مختصات ″۲۱ ′۲۵ °۳۴ شمالی و ″۲۹ ′۰۰ °۴۷ شرقی گسترش داشته و از دشت سراب نیلوفر عبور می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی پروفیل‌های طولی و عرضی بازه‌ی سوم رودخانه‌ی قره‌سو

برای بررسی سمت و سوی حرکت رودخانه و ارزیابی میزان تغییرات آن به ترسیم و بررسی پروفیل‌های طولی و عرضی رودخانه در این بازه، همانند بازه‌های پیش پرداخته شده است. این بازه نسبت به خاستگاه اولیه رودخانه ۲۰ درجه انحراف پیدا کرده است. با توجه به روند مقعّر طیّ شده، زاویه‌ی انحراف در هر بازه به سمت پایاب مسیر، سیر افزایشی را طیّ کرده است. در این بازه به دلیل فعالیّت‌های انسانی، ساخت و ساز و ایجاد کانالی انحرافی، میزان زاویه‌ی انحراف نسبت به بازه‌های پیش مقدار بیشتری را نشان می‌دهد البته وجود فعالیّت گسل‌های موجد در بخش میانی مسیر رودخانه‌ی قره‌سو و نیز در شمال غربی و جنوب شرقی حوضه‌ی رودخانه‌ی قره‌سو در این مورد بی‌تأثیر نیست. در واقع، فعالیّت گسل‌ها در این بخش سبب تغییر زاویه‌ی انحراف مسیر رودخانه نسبت به خاستگاه اولیه و ایجاد تحدّب در آن شده است (شکل ۷).



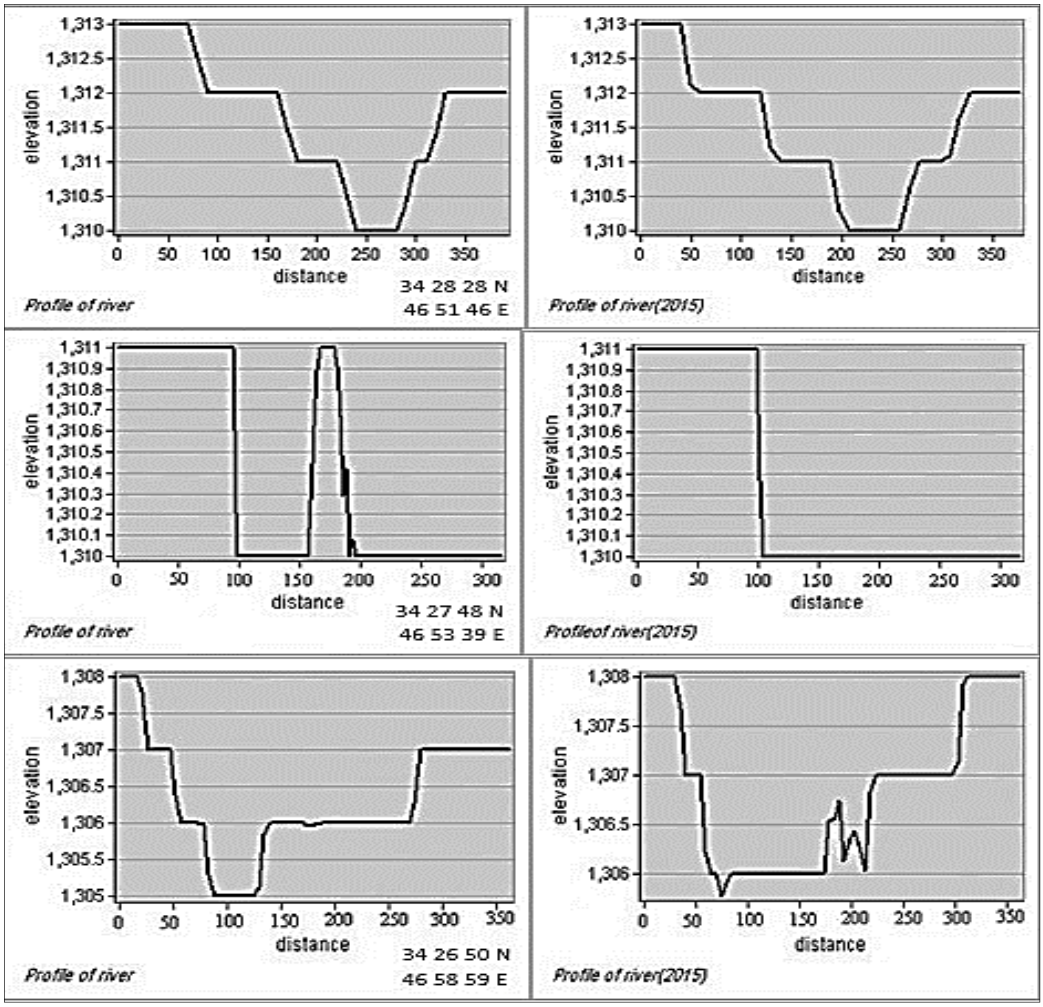
شکل ۷: پروفیل طولی بازه‌ی سوم رودخانه‌ی قره‌سو (سمت راست۱۳۹۳ و سمت چپ ۱۳۳۴)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

برجستگی‌های مشاهده شده در ابتدای نیمرخ طولی بازه ترسیم شده در سال ۱۳۳۴ تحت تاثیر فرسایش از بین رفته و نیمرخ همانند بازه‌های پیش به سمت ایجاد تعادل از طریق برقراری تعادل میان برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های نیمرخ پیش رفته است. بنابراین در این نیمرخ نیز شاهد ایجاد رسوب‌گذاری در قسمت‌های فرسایش‌یافته‌ی پیشین و فرسایش در بخش‌های پر شده قبلی بوده و بنابراین می‌توان گفت که رودخانه متمایل به‌حالت تعادل‌بوده که در چرخه‌ی فرسایشی دیویس به‌نام مرحله‌ی‌پیری شناخته می‌شود (شکل ۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸: نیمرخ‌های عرضی بازه‌ی سوم روخانه‌ی قره‌سو (سمت راست۱۳۹۳ و سمت چپ ۱۳۳۴)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

در بررسی نیمرخ‌های عرضی بازه‌ی سوم رودخانه قره‌سو می‌توان به وضوح مشاهده نمود که نیمرخ رودخانه به سمت u شکل شدن در محدوده‌ی زمانی ۶۰ ساله گرایش‌یافته است و از تندی شیب دیواره‌های آن کاسته شده است.

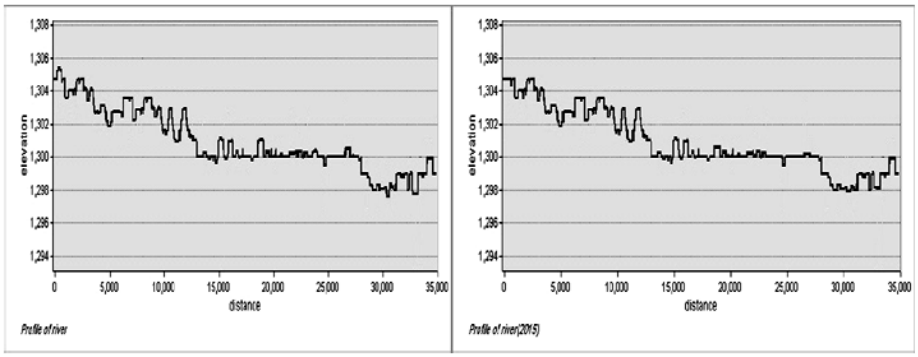
بازه‌ی چهارم

این بازه محدوده‌ی دشت کرمانشاه را در بر می‌گیرد که محدوده‌ی شهر نیز در آن استقرار پیدا کرده است.

مختصات این بازه در آغاز مسیر ″۲۱ ′۲۵ °۳۴ شمالی و ″۲۹ ′۰۰ °۴۷ شرقی و در انتها ″۱۳ ′۱۷ °۳۴ شمالی و ″۲۲ ′۰۹ °۴۷ شرقی می‌باشد. از آنجا که کلان شهر کرمانشاه در داخل این بازه قرار گرفته است و تغییرات طولی و عرضی بر شهر اثرگذار است، از این رو، این بازه از اهمیّت بسیار بالایی جهت مطالعه،برنامه‌ریزی و مدیریت برخوردار است (شکل ۹).

www.SID.ir

Archive of SID

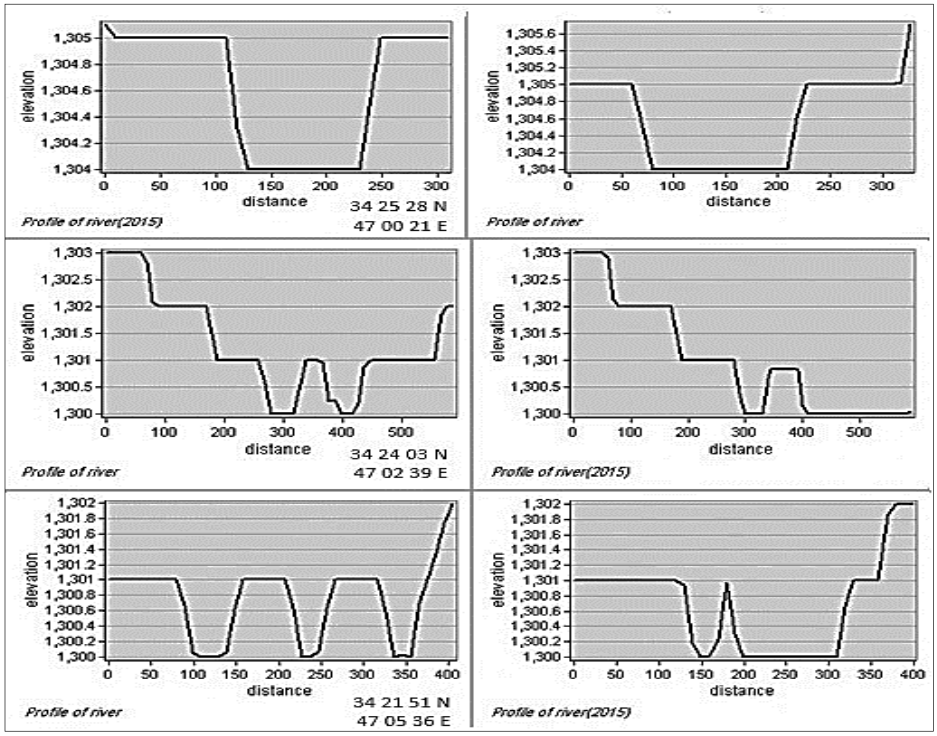


شکل ۹: پروفیل طولی بازه‌ی چهارم رودخانه‌ی قره‌سو (سمت چپ ۱۳۳۴ و۱۳۹۳ سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

بررسی پروفیل‌طولی و عرضی بازه‌ی‌چهارم‌رودخانه‌ی قره‌سو

در پروفیل طولی این بازه مشاهده می‌شود که از ارتفاع بخش انتهایی در برخی قسمت‌ها کاسته شده و به نوعی رودخانه به کاوش در بخش‌های مرتفع‌تر و رسوب‌گذاری در بخش‌های فرسایش یافته پرداخته است. نیمرخ‌های عرضی ترسیم شده برای این بازه نیز به نوعی گویای این مطلب است که پروفیل رودخانه از حالت شیب‌دار و مضرس به سمت حالت متعادل‌تر، با پرکردن و رسوب‌گذاری کناره‌ها در بخش‌های فرسایش یافته و کاوش ملایم بخش‌های پر شیب‌تر و تمایل شکل به حالت u شکل پیش می‌رود. عرض متوسط بستر رودخانه در سال ۱۳۳۴ حدود ۱۸ متر بوده که نسبت به سال ۱۳۹۳ که حدود ۱۶ متر بوده است، کاهش پیدا کرده‌است. همچنین، زاویه‌ی انحراف این بازه نسبت به سرچشمه رودخانه در حدود ۲۹ درجه می‌باشد (شکل۱۰).



شکل ۱۰: نیمرخ عرضی بازه‌ی چهارم رودخانه‌ی قره‌سو (سمت چپ ۱۳۳۴ و۱۳۹۳ سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

www.SID.ir

Archive of SID

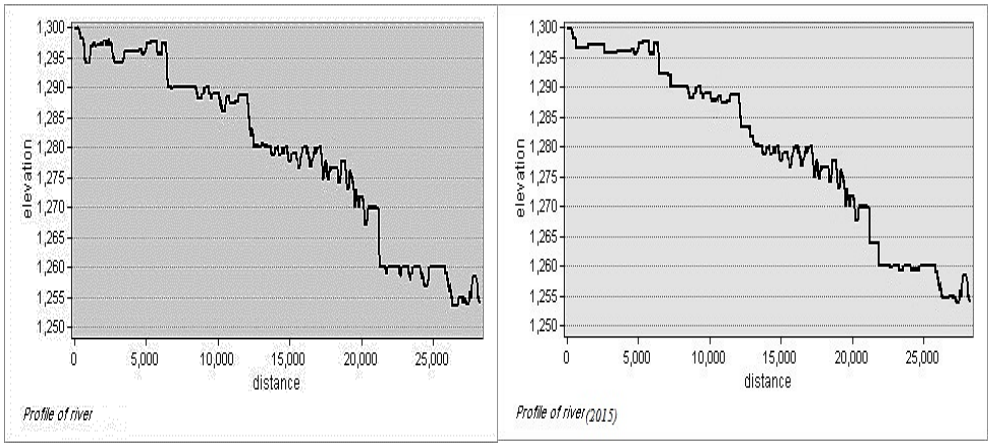
بازه‌ی پنجم

این بازه انتهای دشت کرمانشاه(که شهر کرمانشاه در آن واقع شده است) تا رسیدن به توپوگرافی مرتفع، جایی که در آن به رودخانه گاماسیاب می ریزد، در برمی‌گیرد. ابتدای مسیر به مختصات ″۱۳ ′۱۷ °۳۴ شمالی و ″۲۲ ′۰۹ °۴۷ شرقی و انتهای این بازه به مختصات ″۳۷ ′۲۰ °۴۷ شمالی و ″۳۸ ′۱۰ °۳۴ شرقی می‌باشد. بخشی از شهر کرمانشاه در ابتدای این بازه واقع شده است (شکل۱۱).

بررسی پروفیل‌های طولی و عرضی بازه‌ی پنجم رودخانه‌ی قره‌سو

بررسی پروفیل‌های طولی رودخانه در این بازه حاکی از غلبه‌ی فرایند رسوب‌گذاری نسبت به فرایند فرسایشی و تمایل رودخانه به حالت پیری است.

در انتهای این بازه رودخانه نسبت به جهت شمال ۸۰ درجه انحراف پیدا کرده است. بیشترین درجه انحراف نسبت به خاستگاه اولیه‌ی رودخانه دراین بازه وجود دارد. این مسأله با توجه به شکل نیمرخ‌های طولی و حالت تقعّر رودخانه به سمت بالادست و نیز بر حسب اینکه این بخش در بخش انتهایی رودخانه قره‌سو و خروجی حوضه قرار گرفته است، منطقی و طبیعی می باشد. زاویه‌ی انحراف نیز در این بازه به بیشترین مقدار خود رسیده است و مقدار آن ۴۱ درجه می‌باشد. این بازه همچنان تحت تأثیر ارتفاعات اطراف خود به صورت محدود و محصور عمل نموده و انحراف مسیر بر اثر انحصار مسیر توسط انحرافات و جنس سخت زمین در این بازه از سایر بازه‌ها بیش‌تر می‌باشد (شکل ۱۰).

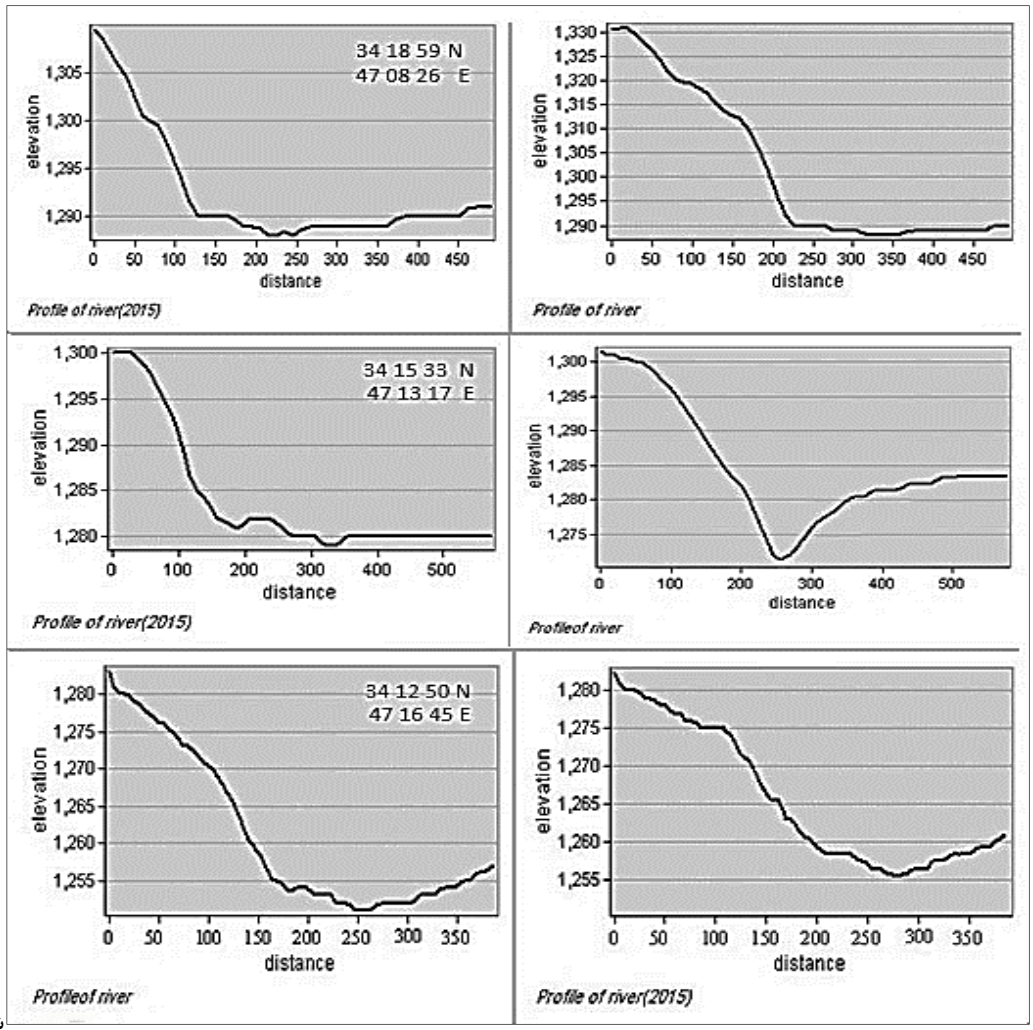


شکل ۱۱: پروفیل طولی بازه پنجم رودخانه قره‌سو (سمت چپ۱۳۳۴ و سمت راست۱۳۹۳)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲: **نیمرخ‌های عرضی بازه‌ی پنجم رودخانه‌ی قره‌سو (سمت چپ ۱۳۳۴ و سمت راست ۱۳۹۳)**

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

همان‌طورکه شکل پروفیل‌های عرضی ترسیم شده برای دو دوره‌ی زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد (شکل ۱۲) رودخانه در این بازه در طیّ حدود ۶۰ سال پیش متمایل به رسوب‌گذاری بوده است. به این دلیل که این بازه از رودخانه از میان ارتفاعات نسبتاً بلند اطراف‌خود عبور نموده،بنابراین نیمرخ‌های عرضی این بازه در سال ۱۳۳۴ بیشتر به حالت V شکل بوده است. اما بررسی تصاویر رودخانه در سال ۱۳۹۳ نشان می‌دهد که فعالیّت رودخانه در این بخش کمتر شده و روند تکامل در مسیر رودخانه سبب ایجاد شکل u در مسیر رودخانه شده است. ارزیابی‌ها حاکی از آن است که متوسط عرض بستر در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۳۴ کاهش ۳ درصدی به همراه داشته است.

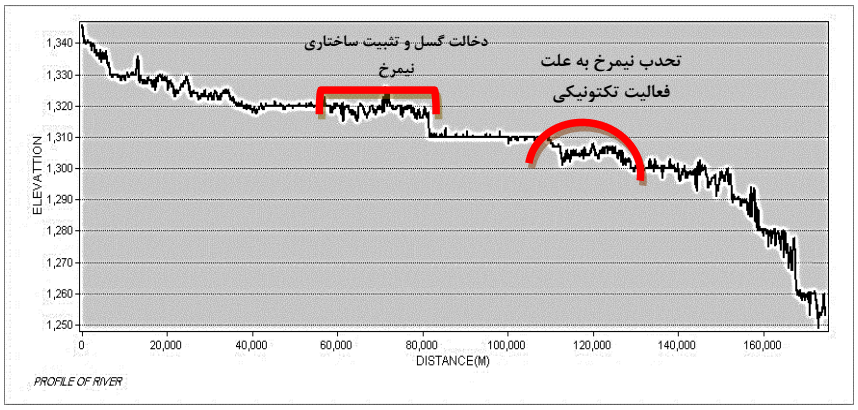
بررسی نیمرخ‌های‌عرضی و طولی رودخانه قره‌سو

بطور کلی، نیمرخ طولی رودخانه روند نسبتاً منظمی را طیّ می‌کند. با این وجود تمام بازه‌های آن دارای قسمت‌های مقعّر و محدّب بوده که نشان‌دهنده‌ی فرسایش در قسمت‌های محدّب و رسوب‌گذاری در بخش‌های مقعّر است. از نظر زمین‌شناسی وجود یک

www.SID.ir

Archive of SID

گسل که ازقسمت میانی رودخانه عبور می‌کند موجب تثبیت بیشتر بستر نسبت به سایر بخش‌ها شده است. در بخشی از مسیر رودخانه که از شهر کرمانشاه عبور می‌کند، بویژه در بخش‌های بالا دست و پایین دست شهر، رودخانه به‌دلایل ایجاد کانال‌های انحرافی جهت امور کشاورزی یا مصارف دیگر تثبیت شده و نیمرخ طولی آن طیّ بازه‌ی زمانی مطالعه شده عمدتاً بدون تغییر باقی مانده است. در بخش انتهایی نیمرخ نیز حالت برخاستگی و تحدّب به وضوح دیده می‌شود که این امر بیانگر وجود فعالیّت‌های تکتونیکی در منطقه است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳: نیمرخ طولی رودخانه قره سو در سال ۱۳۹۳

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۴

نیمرخ کلی مجرای رودخانه‌ی قره‌سو از سرچشمه تا دهانه به شکل مقعّر می‌باشد هر چند که در بخش‌های پایین‌دست و در بازه‌ی پنجم تغییر شکل پیدا کرده به شکل محدّب درمی‌آید. از نقطه نظر اصول ژئومورفولوژیک، نیمرخ مقعّر در بخش‌های بالای مجرای رود بر نزدیکی آن به یک وضعیت مدرج دلالت می‌نماید.چنین‌حالتی حاکی از وجود تراز بین نیروهای به حرکت درآورنده‌ی آب و رسوب در سیستم با وضعیت هندسی مجراست. در این شرایط، در هر لحظه امکان دارد در هر قسمتی از مجرا چنانچه ورودی آب و رسوب معادل بازده آن در دوره‌ی زمانی معین باشد، حالت پایدار پدید آید. چنین حالت پایداری مربوط به زمان خاصی نیست، بلکه در هر موقع و در هر محلی در امتداد نیمرخ رود ممکن است شرایط حالت پایدار پدید آید. با وجود این، اغلب بدون تغییرات اقلیمی یا تغییرات در ساختار زمین‌شناسی، نیمرخ طولی رود نیز بیشتر و بیشتر به حالت پایدار نزدیک می‌شود. نیمرخ رودخانه‌ی قره‌سو نیز از سال ۱۳۳۴ تاکنون تقعّر نسبتاً منظمی به سمت دهانه را به نمایش گذاشته و به حالت پایدار نزدیک‌تر شده است. در واقع رودخانه در بخش‌های محدّب به فرسایش و در بخش‌های مقعّر به‌رسوب‌گذاری پرداخته و به این ترتیب به یکسان‌سازی و پایداری بستر افزوده است. در مرحله‌ی تعادل رودخانه میان نیروهای فرسایشی و انباشتی تعادل برقرار بوده و رودخانه تنها به حمل و انتقال‌رسوب‌های موجود در داخل کانال‌رود می‌پردازد.

رودخانه‌ی قره‌سو در طول دوره‌ی مطالعه بیشتر به رسوب‌گذاری پرداخته و این امر ناشی از عوامل مختلفی همچون کاهش دبی، فرسایش رودخانه و افزایش بار محیط زیستی به دلیل برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه بوده است. اما این امر خود می‌تواند بیانگر مرحله‌ی پیری رودخانه و تمایل به تعادل میان نیروهای کاوشی از یک سو و انباشتی از

www.SID.ir

Archive of SID

سوی دیگر باشد. رودخانه‌ی قره‌سو در دشت آبرفتی با شیب کم بستر و مسیر پرپیچ و خم (مآندری) جریان دارد. اختلاف ارتفاع اراضی دشت در مسیر رودخانه بسیار کم بوده است و بنابراین رودخانه تشکیل مآندرهای فراوانی را داده است. حرکت مآندری رودخانه سبب ایجاد اشکال خاص شامل دریاچه‌های شاخ گاوی یا نعل‌اسبی، خاکریزهای طبیعی کروس‌ها (کانال‌هایی که خاکریزهای طبیعی را بریده‌اند) گردیده است. یکی از عواملی که تکامل رودخانه و تغییرات آن را به نمایش می‌گذارد، پادگانه‌های رودخانه‌ای می‌باشد.درحاشیه‌ی رودخانه‌ی قره‌سو پادگانه‌هایی دیده وجود دارد که با استفاده از بررسی‌های میدانی و نقشه DEM ۱۰ متر منطقه‌ی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. هر چند که در اکثر بخش‌های رودخانه این پادگانه‌ها زیر آبرفت‌ها مدفون شده یا تحت‌فرسایش کاوشی از بین رفته و تنها در بخش‌های کمی از رودخانه قابل مشاهده‌اند. نیمرخ عرضی رودخانه نیز بطور کلی روند کاهشی را در طول دو دوره‌ی زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد. میزان تغییرات در بازه‌های میانی رودخانه، بویژه بازه‌ی دوم و پنجم زیاد و در بازه‌ی یک به کمترین مقدار رسیده است (جدول ۱). این امر به دلیل کاهش دبی به دلیل کاهش بارش، ایجاد کانال در مسیرهای رودخانه برای مصارف کشاورزی، ایجاد چاه‌ها و افت آب‌های زیر زمینی بوده است. از این رو رودخانه در طول مسیر خود به جای فرسایش، حتی در بخش‌های بالا دست، به رسوبگذاری پرداخته است. هر چند که میزان تغییر در نیمرخ طولی در بخش‌های بالادست بسیارکمتر بوده و درحدود یک‌متر است (جدول۱).

جدول۱: نمایش تغییرات متوسط رودخانه و زاویه‌ی انحراف در بازه‌های پنج گانه طیّ ۱۳۳۴-۱۳۹۳

بازه	عرض متوسط بستر (متر) در سال ۱۳۳۴	عرض متوسط بستر (متر) در سال ۱۳۹۳	زاویه انحراف رودخانه (درجه)
۱	۲۰/۴	۱۹/۹	۱۰
۲	۲۰/۶	۱۵	۱۴
۳	۲۲	۱۸	۲۰
۴	۱۸	۱۶	۲۹
۵	۲۷	۲۴	۴۹

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۴

نتیجه

رودخانه‌ی قره‌سو در یک دشت کم‌شیب و آبرفتی جریان دارد. رودخانه‌هایی که بر روی لیتولوژی سست جریان دارند و فعالیّت تکتونیکی کمتری را تجربه کرده‌اند، دارای نیمرخی با تقعّر بالا و شیب کم بوده و در مسیر آنها به دلیل لیتولوژی سست، پیچ و خم‌های زیادی ایجاد می‌شود. همانطورکه در نیمرخ‌های ترسیم شده برای بازه‌های پنج‌گانه‌ی رودخانه مشاهده می‌گردد، نیمرخ‌ها در چهار بازه‌ی اولی کاملاً حالت تقعّر به خود گرفته است. در بازه‌ی میانی نیمرخ به دلیل عبور یک گسل، بریدگی و یکنواختی با حالت تحدب در نیمرخ مشاهده می‌شود که این موضوع با همپوشی با نقشه‌ی زمین‌شناسی و نقشه‌ی گسل‌های منطقه‌ی موردمطالعه به‌وضوح چنین‌تحرکات‌ساختاری را نشان می‌دهد. همچنین، نیمرخ‌های طولی ترسیم شده برای بازه‌های مختلف در دوره‌ی مطالعاتی (۱۳۹۳-۱۳۳۴) حاکی از تمایل رودخانه به افزایش رسوب‌گذاری و کاهش فرسایش می‌باشد. نیمرخ

www.SID.ir

Archive of SID

رودخانه نیز دارای حالت تقعّر به سمت بالادست بوده که حرکت‌تدریجی رودخانه به‌سمت پیری و دست‌یابی به تعادل را نمایان می‌سازد. نیمرخ‌های عرضی تمام بازه‌ها نیز تمایل رودخانه به برابرسازی و تعادل را به نمایش می‌گذارد بطوری‌که در اکثر بخش‌ها حالت تقارن نیمرخ نسبت به سال ۱۳۳۴ حفظ شده است. در بخش‌های مقعّر از سال ۱۳۳۴ تا حال حاضر رسوب‌گذاری و در بخش‌های محدّب فرسایش رخ داده است. نیمرخ بازه‌ی بالادست رودخانه در مسیری با ارتفاع ۱۴۰۰متر جریان یافته است و شیب ۱ تا ۸ درجه را پشت سر می‌گذارد. اما همانطور که از شکل نیمرخ طولی بازه‌های پنج‌گانه مشاهده می‌شود شیب کانال رودخانه به تدریج به سمت پایین‌دست کاهش پیدا می‌کند. همچنین مقایسه‌ی عرض رودخانه در دو دوره‌ی زمانی نشان می‌دهد که در تمامی بازه‌ها عرض رودخانه از دوره‌ی اول به دوره‌ی دوم کاهش یافته است. اما، در بازه‌ی یک کمترین تغییرات عرض را شاهده بوده‌ایم و بازه‌های ۲ و ۵ بیشترین تغییرات را داشته‌اند.

منابع

- اسماعیلی،رضا(۱۳۸۵).تحلیل‌ژئومورفولوژی‌رودخانه‌ای حوضه‌ی آبریز لاویج رود با تأکید بر استیل رود، پایان‌نامه دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی. دانشگاه تبریز.
- اسماعیلی، کاظم؛ محمود شفاعی‌بجستان؛سیدمحمود کاشفی‌پور (۱۳۸۶). بررسی آزمایشگاهی عوامل مؤثر بر انتقال رسوب در شرایط سیلاب طغیان، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. شماره ۲. پاییز۱۳۸۶.
- جعفربیگلو، منصور؛ باقر سیدلشکری؛ سعید نگهبان؛ طاهر صفرراد (۱۳۹۰). بررسی تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفیکی رودخانه‌ی گیلان غرب در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۱، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی. شماره ۲. صفحات ۱۰۲-۸۷.
- حسین‌زاده، محمدمهدی؛ رضا اسماعیلی؛ صدرالدین متولی(۱۳۸۵).شناسایی اشکال ژئومورفیک‌رودخانه‌ای بخش اول: مروری بر اشکال بستری (مطالعه موردی: رودخانه‌های حوضه‌های شمالی البرز مرکزی-چالوس تا تالار)، مجله سرزمین. شماره ۱۱. صفحات ۹۰-۷۸ .
- حسینی، سیدجواد (۱۳۹۴). بررسی عوامل مؤثر در تکامل پیچانرودی زنجان‌رود و پهنه‌بندی پایداری پادگانه‌های آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. دانشکده جغرافیا.
- رنگزن،کاظم؛بهرام صالحی؛ پروین سلحشوری (۱۳۸۷). بررسی تغییرات منطقه‌ی پایین دست کرخه قبل و بعد از ساخت سد با استفاده از تصاویر چند زمانه LandSat اولین همایش ئوماتیک ایران. صفحات ۱۱-۱.
- مقصودی،مهران؛ سیامک شرفی؛یاسر مقامی (۱۳۸۹). روند تغییرات الگوی مورفولوژیکی رودخانه‌خرم‌آباد با استفاده از RS، GIS و Auto Cad برنامه‌ریزی و آمایش فضا. صفحات ۲۹۴-۲۷۵.
- مقصودی، مهران؛ اصغر نویدفر؛ محمد قنبری؛ علی رضایی(۱۳۹۴).تحلیل کمّی تأثیرلیتولوزژی وتکتونیک بر نیمرخ‌طولی رودخانه‌مطالعه‌موردی:رودخانه ارجان-چای، مجله پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی. سال چهارم. شماره ۱. تابستان ۱۳۹۴. صفحات ۱۱۷-۱۰۴.
- نجفی، محمدرضا؛ محمدجعفر جمیری (۱۳۸۴). برآورد دبی‌های سیلابی بر اساس خصوصیات هندسی و هیدرولیکی مقاطع رودخانه، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره ۲۴. پاییز ۱۳۸۴.
- نوحه‌گر، احمد؛ محمدمهدی حسین‌زاده؛ طاهره افشار (۱۳۸۹). تغییرات ژئومورفولوژیک نیمرخ طولی و عرضی علیای رودخانه میناب (از سد تا پل‌میناب، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران. سال هشتم. شماره ۲۴.
- واعظی‌پور، حسین‌علی؛ مهدی اژدری‌مقدم؛ ناصر طالب‌بیدختی (۱۳۸۹). بررسی تغییرات مورفولوژی رودخانه سیستان، دومین کنفرانس سراسری مدیریت جامع منابع آب کرمان. دانشگاه شهید باهنر کرمان. انجمن مهندسی آبیاری و آب.

www.SID.ir

Archive of SID

- یمانی، مجتبی؛ محمدمهدی حسین‌زاده؛ احمد نوحه‌گر (۱۳۸۵). هیدرودینامیک رودخانه‌های تالار و بابل و نقش آن در ناپایداری و تغییر مشخّصات هندسی آنها، پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۵.
- یمانی،مجتبی؛ابوالقاسم گورابی؛زهرا عابدینی (۱۳۹۴). تحلیل روند تغییرات مورفولوژیکی الگوی آبراهه بابلرود از طریق نیمرخ‌های متساوی البعد(ترانسکت)، فصلنامه هیدروژئومورفولوژی.شماره۳. تابستان ۱۳۹۴. صفحات ۱۵۷-۱۳۷.
- Abate,Mengiste., Nyssen, Jan., Steenhuis, Tammo S., Moges, Michael M., Tilahum, Seifu A., Enku, Temesgen., Adgo, Enyew (2015). Morphological changes of Gumara River channel over 50 years, upper Blue Nile basin, Ethiopia, Journal of Hydrology 525, 152-16.
- Ortega, J. A., Razola, L., & Garzón, G (2014) Recent human impacts and change in dynamics and morphology of ephemeral rivers. Natural Hazards & Earth System Sciences.14:713-730
- Rebelo, L. M., Johnston, R., Hein, T., Weigelhofer, G., D'Haeyer, T., Kona, B., & Cools, J (2013). Challenges to the integration of wetlands into IWRM: The case of the Inner Niger Delta (Mali) and the Lobar Floodplain (Austria). Environmental Science & Policy, 34, 58-68.
- Ribolin, A., Pagnolo, M (2007). Drainage Network Geometry versus Tectonics in the Argentera Massif (French- Italian Alps), Geomorphology, Vol. 93, No.3-4, PP: 253-266.
- Schumm, S.A (1984). Channel Morphology. Symposium on River Meandering–June 1984, Colorado State University, Fort Collins Colorado, PP: 250-260.
- Gabrielle, CL., David and et al (2009). The impacts of ski slope development on stream channel morphology in white river national Forest, Colorado, USA- Journal home page, Geomorphology, 375-388.
- Gregory, K. J (2006). The Human Role in Changing River Channels, Journal of Geomorphology 79, P: 172.
- Hayakawa, Y.S. and Oguchi, T (2006). DEM-based Identification of Fluvial Knick Zones and its Application to Japanese Mountain rivers, Journal of Geomorphology, 78, P:90.
- Reinfelds, I., Cohen, T., Batten, P. and Brierley,G. (2004). Assessment of Downstream Trends in Channel Gradient, Total and Specific Stream Power: A GIS Approach", Geomorphology, 60, P:403.

www.SID.ir