نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شماره ۴۷، بهار ۱۳۹۳، صفحات ۱۳۲-۱۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۲/۱۱/۱۱

بررسی تغییرات مجرا و فـرسایش کناره‌ای در رودخانه گاماسیاب از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۹

محمدحسین رضائی مقدم[۱]
نوشین پیروزی‌نژاد[۲]

چکیده

تغییرات مجرای رودخانه، فرسایش کناره‌ای و رسوبگذاری کناره‌ای فرایندهای طبیعی رودخانه‌های آبرفتی هستند. این مقاله با هدف بررسی جابه‌جایی مئاندر و تغییرات الگوی رودخانه و تأثیر آن بر وضعیت فرسایش و رسوبگذاری رودخانه گاماسیاب در استان کرمانشاه انجام شده است. در این مطالعه از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۴، ۱۳۴۸، ۱۳۸۲ و تصاویر ماهواره‌ای IRS سال ۱۳۸۹ با قدرت تفکیک ۵/۸ متر استفاده شده است. با انجام عملیات مختصات‌دار کردن عکس‌های هوایی در نرم‌افزار ARC MAP بر اساس نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ مسیر رودخانه رقومی شده و رودخانه به ۱۲ بازه تقسیم شده است. با انطباق مسیرهای رودخانه برای دوره‌های متوالی مکان‌هایی که جابه‌جایی داشته‌اند شناسایی شده‌اند. با استفاده از نرم‌افزار ARC MAP پلی‌گون‌هایی که نشان‌دهنده اختلاف بین دو موقعیت رودخانه هستند ترسیم شده و مساحت سطوح فرسایشی و رسوبگذاری برای هر طرف از رودخانه به‌طور جداگانه‌ای محاسبه شده است. از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۴۸ مساحت سطوح رسوبگذاری شده در طول رودخانه ۲۵۸/۵ هکتار، از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ این مساحت ۴۰۲/۶ هکتار و از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ مساحت سطوح رسوبگذاری شده ۱۱۲/۹ هکتار بوده است. از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۴۸ مساحت سطوح فرسایش‌یافته ۳۴۷ هکتار، از سال۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ این مساحت ۴۱۴/۷ هکتار و از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ سطوح فرسایش‌یافته ۱۳۸/۲ هکتار بوده است. نتایج نشان داد که سطوح فرسایش‌یافته در رودخانه گاماسیاب بیشتر از سطوح رسوبگذاری شده می‌باشد و این به‌دلیل جابه‌جایی و تغییر مسیر رودخانه می‌باشد به‌طوری که بعضی از قسمت‌های رودخانه بیش از ۴۰۰ متر جابه‌جایی داشته است.

واژگان کلیدی: جابه‌جایی رودخانه، فرسایش کناره‌ای، رسوبگذاری کناره‌ای، تصاویر ماهواره‌ای IRS، رودخانه گاماسیاب.

۱ـ استاد گروه آموزشی ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز. Email:Rezmogh@yahoo.com

۲ـ دانشجوی دکتری جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشگاه تبریز.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تغییرات کانال رودخانه مانند فرسایش کناره‌ای و ایجاد بریدگی‌ها و رسوبگذاری کناره‌ای فرایندهای طبیعی رودخانه هستند که باعث تخریب زمین‌های کشاورزی اطراف و خسارت به تاسیسات انسانی و راه‌ها می‌شود. از سوی دیگر توسعه فعالیت‌های انسانی مانند برداشت شن و ماسه و ایجاد ساخت و ساز در کنار رودخانه و حفاظت از خطوط ساحلی و تغییرات کاربری اراضی باعث تغییر در ماهیت دینامیک و مورفولوژی رودخانه می‌شود (گریگوری[3] ۲۰۰۶: ۱۷۲). فعالیت‌های انسانی مانند تخریب پوشش گیاهی حوضه و برداشت بی‌رویه از آب رودخانه باعث فشار بیشتر بر رودخانه و از بین رفتن منطقه ری‌پرین[4] (منطقه پو شیده از گیاه در کنار رودخانه) و تغییر اکوسیستم رودخانه می‌شود (لی[5] ۲۰۰۷: ۱۸۵). بنابراین فرسایش کناره‌ای و تغییرات کانال رودخانه به‌عنوان یک مسأله اجتماعی محیطی و اقتصادی است که اغلب خسارات جبران‌ناپذیری را به ساکنان و تاسیسات حاشیه رودخانه‌ها وارد می‌سازد (یاو[6]۲۰۰۸: ۹۹). در سراسر دنیا محققان زیادی به بررسی وضعیت فرسایش و رسوب کناره‌ای رودخانه و اهمیت آن در حفاظت از خطوط ساحلی پرداخته‌اند از جمله فولر[7] و همکاران (۲۰۰۳) ، برتولدی[8] و همکاران (۲۰۰۲) جورج[9] و همکاران (۲۰۰۶) و گرین بام[10] (۲۰۰۷) از جمله کسانی هستند که به بررسی مسائل فرسایش کناره‌ای رودخانه پرداخته‌اند به عنوان نمونه گاسوامی[11] و همکاران (۱۹۹۹) به بررسی تغییرات کانال رودخانه در آسام هند پرداخته‌اند. تغییرات متوالی در وضعیت و موقعیت خطوط ساحلی نتیجه‌ای از فرسایش کناره‌ای می‌باشد. این مطالعه بر اساس عکس‌های هوایی سال‌های ۱۹۲۰تا ۱۹۷۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱۹۹۰ انجام شده است. مقدار زمین‌های فرسایش یافته در طول

3- Gregory
4- riparian
5- li
6- yao
7- Fuller
8- Bartholdy
9- Jorge
10- Greenbaum
11- Goswami

Archive of SID

www.SID.ir

دو ساحل ۵۷/۷ کیلومتر بوده است و مقدار سینوسیته از ۱/۵۱ به ۱/۳ کاهش یافته است در حالی که شدت گیسویی شدن از ۰/۷۹ به ۱/۳۲ افزایش پیدا کرده است. هوک[۱۲] (۲۰۰۷) تغییرات کانال رودخانه را در رودخانه‌های مئاندری فعال بررسی کرده و الگوهایی از ناپایداری و مکانیسم تغییرات را با استفاده از ۲۰ سال مانیتورینگ در ۱۰ کمربند متوالی مورد پژوهش قرار داده است. مساحت مناطق فرسایشی و رسوبگذاری شده تعیین، و میزان فرسایش به چند کلاس مشاهده نشده، ثابت، کم، متوسط و شدید و بریده شده دسته‌بندی و تقسیم شده و این شرایط برای هر کمربند تعریف شده است. کامو[۱۳] (۲۰۰۸) به بررسی تغییرات بستر و کناره رودخانه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای SPOT با قدرت تفکیک ۲ متر پرداخته است. در نهایت میزان تغییرات کناره‌ای رودخانه تعیین و سطوح فرسایش کناره‌ای و رسوبگذاری کناره‌ای در ساحل چپ و راست رودخانه به‌دست آمده است. میزان فرسایش کناره‌ای ۰/۸ متر در سال و میزان رسوبگذاری در رودخانه ۰/۴ متر بوده است. در ایران نیز کسانی مانند تلوری (۱۳۷۸)، غفاری و همکاران (۱۳۸۵) نوحه‌گر و همکاران (۱۳۸۲) وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رود و نقش آن را در فرسایش بستر و کناره‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه تغییرات مسیر رودخانه گاماسیاب و مساحت سطوح فرسایشی و رسوبگذاری کناره‌ای در طی ۵۶ سال گذشته با استفاده از عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای استخراج شده است. هدف از این بررسی تعیین میزان جابه‌جایی رودخانه و شناسایی مقدار سطوح فرسایشی و سطوح رسوبگذاری شده در ساحل چپ و راست رودخانه می باشد.

منطقه مورد مطالعه

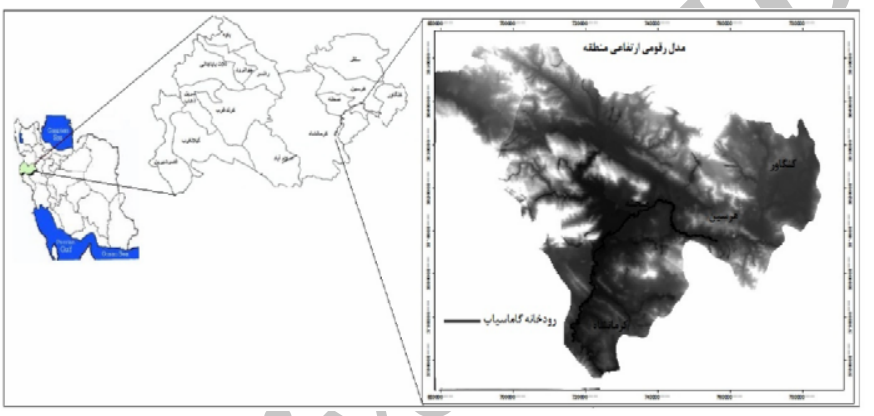
رودخانه گاماسیاب از چشمه‌های آهکی واقع در ۲۱ کیلومتری جنوب شرقی نهاوند واقع در استان همدان از دامنه‌های شمالی ارتفاعات گرین به نام سراب گاماسیاب سرچشمه می گیرد. این رودخانه از سمت نهاوند با جهت شرقی غربی وارد شهرستان‌های کنگاور، هرسین و بیستون کرمانشاه شده و سپس در بیستون با دور زدن کوهستان وارد منطقه فرامان شده و با جهت شمالی جنوبی به مسیر خود ادامه مـی‌دهد و پس از دریافت آب سایر شاخه‌های فرعی

12- Hooke
13- Kummu

Archive of SID

www.SID.ir

و جریانات سطحی حوضه‌های مجاور به قره‌سو می‌پیوندد. گاماسیاب در طول شهرستان خرم‌آباد سیمره نامیده می‌شود و در خوزستان به نام کرخه است. برای انجام این مطالعه یک بازه ۹۰ کیلومتری از رودخانه انتخاب شده است که در طول جغرافیایی "۵۷ '۲۰ °۴۷ الی "۵۵ '۵۹ °۴۷ و عرض جغرافیایی"۳۸ '۱۰ °۳۴ الی "۵۷ '۲۰ °۳۴ قرارگرفته است. شکل زیر موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

برای انجام تحقیق حاضر از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۳۴ با مقیاس۱/۵۵۰۰۰، عکس‌های هوایی سال ۱۳۴۸با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، عکس‌های هوایی سال ۱۳۸۲ با مقیاس۱/۴۰۰۰۰، که از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و سازمان نقشه‌برداری تهیه شده، استفاده شده است. همچنین از باند پانکروماتیک تصاویر ماهواره‌ای IRS۲۰۱۰ مصادف با سال ۱۳۸۹ با قدرت تفکیک ۵/۸ متر استفاده شده است. با اسکن کردن عکس‌های هوایی عملیات مختصات‌دار کردن عکس‌های هوایی[۱۴] انجام شده است. عکس‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ مختصات‌دار شده‌اند در این عملیات از نقاط مشترک در عکس و نقشه توپوگرافی نظیر خطوط جاده‌ای یال‌های کوهستان و شبکه‌های آبراهه‌ای که در

14- Orthophoto

www.SID.ir

طی این مدت تغییری نداشته‌اند استفاده شده است. برای شناخت مسیر دقیق رودخانه در دشت با استفاده از نقاط کنترلی در واحد دشت نظیر آبراهه‌ها و تپه‌های موجود و مرز زمین‌های کشاورزی که ثابت بوده‌اند مسیر رودخانه با دقت تعیین شده است سپس در نرم‌افزار ARC MAP مسیر رودخانه برای سال‌های ۱۳۳۴، ۱۳۴۸، ۱۳۸۲ رقومی شده است. با استفاده از باند پانکروماتیک تصویر ماهواره‌ای IRS با قدرت تفکیک ۵/۸ متر مسیر رودخانه برای سال ۱۳۸۹ رقومی شده است. با استفاده از این داده‌ها، توالی از تغییرات ۵۶ ساله رودخانه مورد مطالعه قرار گرفته است. با رقومی کردن مسیر رودخانه، جزئیات مقدار و موقعیت تغییرات رودخانه آشکار شده است سپس مسیر رودخانه بر اساس تغییرات مورفولوژی رودخانه و انواعی از تغییرات به ۱۲ بازه تقسیم شده تا بتوان میزان تغییرات را در هر بازه به خوبی شناسایی کرد.

پدیده جابه‌جایی و انتقال رودخانه سبب فرسایش در قسمتی از رودخانه و رسوبگذاری در بخش دیگر می‌شود بر همین اساس مساحت سطح فرسایش یافته و سطح رسوبگذاری شده را می‌توان بر اساس جابه‌جایی های مئاندر رودخانه و تغییر خط ساحلی رودخانه تعریف کرد. در این تحقیق مسیر جریان رودخانه برای سال های متوالی بر اساس روش کار یااو (۲۰۰۸) با همدیگر انطباق داده شده‌اند. فاصله بین دو موقعیت رودخانه از طریق پلیگون‌هایی ترسیم و مساحت پلیگون‌های فرسایشی و رسوبگذاری در ساحل چپ و راست رودخانه محاسبه و نمودار سطوح فرسایش یافته و رسوبگذاری شده ترسیم شده است.

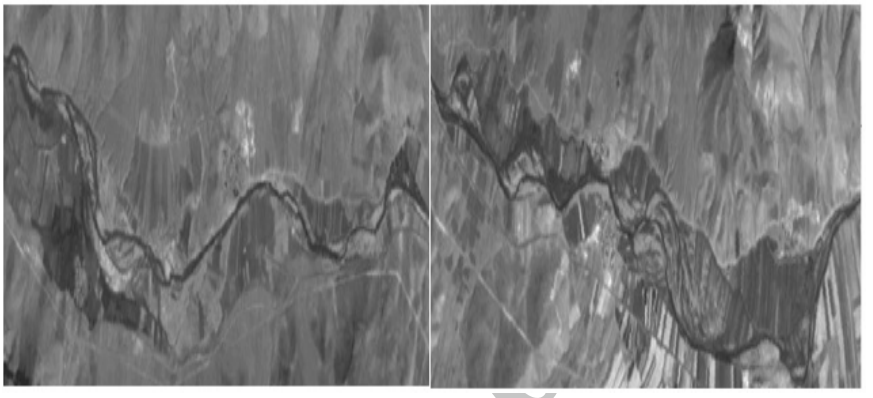
یافته‌ها و بحث

برای بررسی تغییرات رودخانه گاماسیاب مسیر مورد مطالعه به ۱۲ بازه تقسیم شده است. این تقسیم‌بندی بر اساس شرایط مورفولوژی رودخانه، طول رودخانه، جهت شرقی غربی بودن رودخانه و یا شمالی جنوبی بودن آن، تغییرات الگوی رودخانه و جابه‌جایی کانال رودخانه بوده است. تقسیم‌بندی بازه‌ها برای مطالعه دقیق‌تر تغییرات رخ داده در الگوی رودخانه طی ۵۶ سال گذشته بوده است. اشکال ۲ تا ۷ بازه‌های مختلف رودخانه را بر اساس تصاویر ماهواره‌ای ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. بازه‌های ۱و ۲ دارای الگوی رودخانه پیچان با بستر

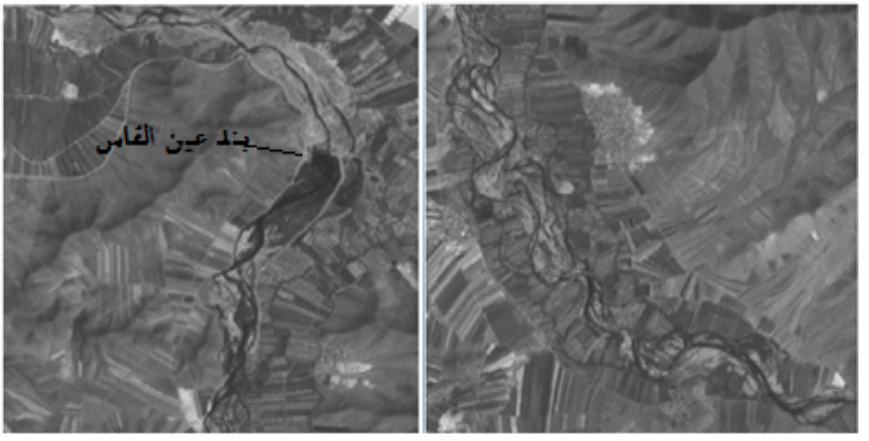
Archive of SID

www.SID.ir

گراولی[۱۵]، بازه ۳ الگوی رودخانه با مجاری به هم پیوسته[۱۶]، بازه‌های ۴،۵،۶ دارای الگوی گیسویی[۱۷] و بازه‌های ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ دارای الگوی مئاندری می‌باشند ولی هر بازه ویژگی خاص خود را دارد و شدت تغییرات آنها بسیار متفاوت است.



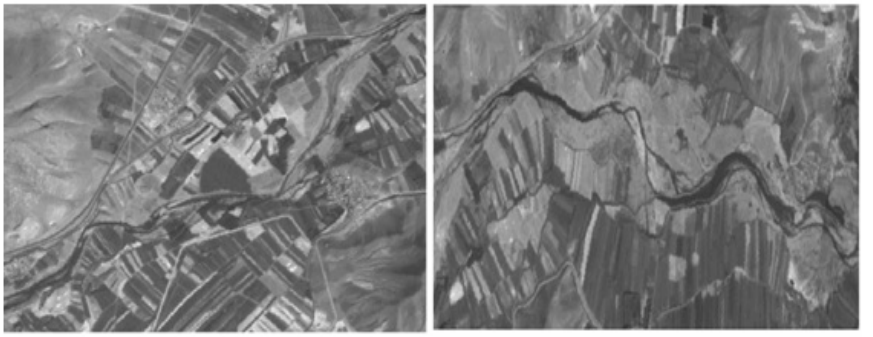
شکل (۲) بازه ۱ و ۲ رودخانه گاماسیاب با الگوی رودخانه پیچان



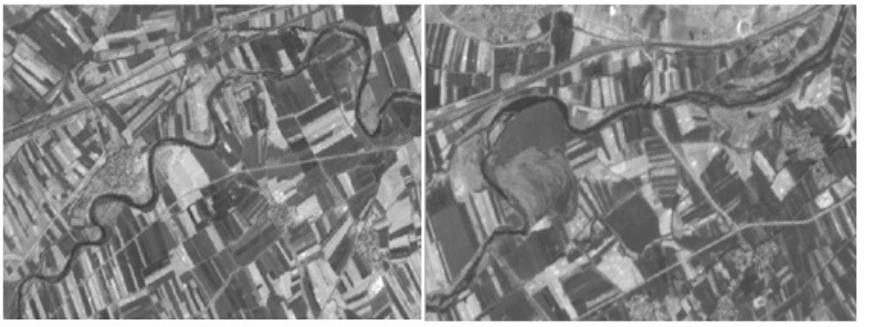
شکل (۳) بازه ۳ و ۴ رودخانه با الگوی رودخانه با مجاری به هم پیوسته و الگوی گیسویی

15- wamdring gravel bed river
16- Anabranching
17- Braided

www.SID.ir



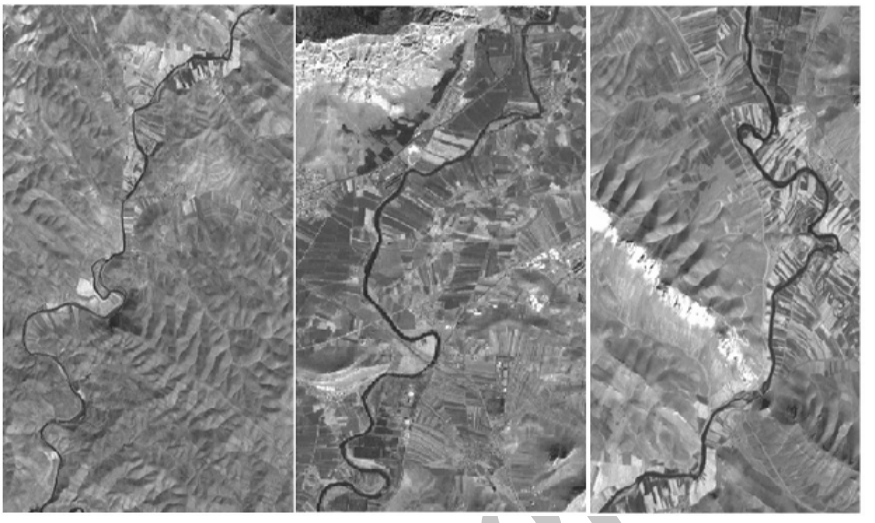
شکل (۴) بازه ۵ و ۶ رودخانه گاماسیاب با الگوی گیسویی و مئاندری



شکل (۵) بازه ۷و ۸ رودخانه گاماسیاب با الگوی مئاندری

شکل (۶) بازه ۹ رودخانه گاماسیاب با الگوی مستقیم و مئاندری

www.SID.ir



شکل (۷) بازه ۱۰، ۱۱ و ۱۲ رودخانه گاماسیاب با الگوی مئاندری

رودخانه گاماسیاب از جمله رودخانه‌هایی است که میزان جابه‌جایی آن خیلی زیاد است. بر اساس تفسیر عکس‌های هـوایی و ماهواره‌ای و رقومی کردن مسیر رودخانه میزان این جابه‌جایی در طول مسیر رودخانه برای دوره‌های مورد مطالعه در نرم‌افزار AutoCAD اندازه‌گیری شده است. مقدار حرکت و جابه‌جایی رودخانه خیلی زیاد بوده است به‌طوری که در برخی مکان‌ها میزان این جابه‌جایی به بیش از ۴۰۰ متر رسیده است به همین دلیل با انطباق لایه‌های رقومی شده برای ۴ دوره مطالعاتی مختصات مکان‌هایی که بیشترین مقدار جابه‌جایی را داشته‌اند در نرم‌افزار ARCMAP شناسایی شده است و مقدار جابه‌جایی مئاندر به متر استخراج شده است. جدول (۲) مکان‌های جابه‌جا شده در طول مسیر رودخانه گاماسیاب را نشان می‌دهد.

مکان‌هایی که بیشترین میزان جابه‌جایی را داشته‌اند با مکان‌هایی که دچار پدیده انتقال[۱۸]، بریدگی[۱۹]، چرخش مئاندر[۲۰] و پدیده دو راسه شدن[۲۱] در طول مسیر رودخانه بوده‌اند

18- Translation
19- neck cutoff
20- rotation

Archive of SID

www.SID.ir

منطبق هستند. با مطالعه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و بررسی توالی تغییرات رودخانه معلوم شد که مسیرهایی از رودخانه که در سال ۱۳۳۴ جز مسیر اصلی رودخانه بوده‌اند با جابه‌جایی رودخانه در سال‌های بعد به شکل بریدگی‌ها و کانال‌های متروک باقی مانده‌اند به عبارت دیگر جابه‌جایی رودخانه باعث ایجاد این بریدگی‌ها شده است. شکل‌های (۸،۹،۱۰و۱۱) جابه‌جایی مسیر رودخانه را در برخی بازه‌ها نشان می‌دهد.

جدول(۲) مختصات و نوع حرکت مکان‌های جابه‌جایی رودخانه گاماسیاب

۱۳۳۴-۳۴۸					۱۳۴۸-۱۳۸۲				
مختصات مکان جابه‌جایی		فاصله	نوع حرکت		مختصات مکان جابه جایی		فاصله	نوع حرکت	
طول	عرض	(m)	بریدگی	انتقال	طول	عرض	(m)	بریدگی	انتقال
۴۷ ۳۴ ۵۱	۳۴ ۲۶ ۵۲	۹۲	×		۴۷ ۳۳ ۱۰	۳۴ ۲۶ ۳۴	۳۲۶	×	
۴۷ ۳۴ ۳۶	۳۴ ۲۶ ۴۹	۱۱۰	×		۴۷ ۳۳ ۲۰	۳۴ ۲۶ ۲۳	۴۴۳	×	
۴۷ ۳۴ ۲۶	۳۴ ۲۶ ۳۹	۱۴۸		×	۴۷ ۲۷ ۵۵	۳۴ ۲۴ ۱۳	۷۹	×	
۴۷ ۳۴ ۲۳	۳۴ ۲۶ ۴۸	۶۲	×		۴۷ ۲۷ ۲۱	۳۴ ۲۳ ۴۶	۵۶	×	
۴۷ ۳۰ ۴۸	۳۴ ۲۵ ۳۶	۱۲۸	×		۴۷ ۲۴ ۵۱	۳۴ ۱۹ ۱۰	۱۴۳	×	
					۴۷ ۲۴ ۳۳	۳۴ ۱۸ ۰۲	۹۷	×	
					۴۷ ۲۴ ۲۵	۳۴ ۱۷ ۵۷	۷۱	×	
					۴۷ ۲۷ ۰۳	۳۴ ۲۳ ۴۲	۵۱	×	
					۴۷ ۲۷ ۰۵	۳۴ ۲۳ ۲۸	۶۲	×	
۱۳۳۴-۳۴۸					۱۳۴۸-۱۳۸۲				
مختصات مکان جابه جایی		فاصله	نوع حرکت		مختصات مکان جابه جایی		فاصله	نوع حرکت	
طول	عرض	(m)	بریدگی	انتقال	طول	عرض	(m)	بریدگی	انتقال
۴۷ ۴۶ ۲۰	۳۴ ۲۲ ۵۸	۷۶	×		۴۷ ۴۶ ۱۸	۳۴ ۲۲ ۴۸	۴۰۸	×	
۴۷ ۴۶ ۳۳	۳۴ ۳۳ ۰۰	۱۳۴		×	۴۷ ۴۶ ۳۸	۳۴ ۲۳ ۰۰	۱۲۲	×	
۴۷ ۴۲ ۳۷	۳۴ ۲۳ ۲۲	۳۸		×	۴۷ ۴۵ ۵۳	۳۴ ۲۳ ۰۴	۱۶۸	×	
۴۷ ۴۰ ۱۰	۳۴ ۲۳ ۵۶	۷۲	×		۴۷ ۴۲ ۴۴	۳۴ ۲۳ ۲۱	۲۵۷		×
۴۷ ۳۹ ۳۱	۳۴ ۴۴ ۲۲	۱۳۴	×		۴۷ ۴۲ ۲۶	۳۴ ۲۳ ۱۹	۲۰۰		×
۴۷ ۳۹ ۴۰	۳۴ ۲۴ ۳۰	۶۳	×		۴۷ ۴۲ ۰۸	۳۴ ۲۳ ۲۴	۱۶۲		×
۴۷ ۳۹ ۳۳	۳۴ ۲۴ ۳۸	۱۲۷	×		۴۷ ۴۰ ۳۶	۳۴ ۲۳ ۵۹	۲۱۳		×
۴۷ ۳۹ ۱۸	۳۴ ۲۵ ۱۰	۹۹		×	۴۷ ۳۹ ۴۲	۳۴ ۲۴ ۲۳	۲۷۴		×
۴۷ ۳۹ ۰۵	۳۴ ۲۵ ۰۳	۳۱	×		۴۷ ۳۹ ۳۳	۳۴ ۲۴ ۴۴	۱۵۹		×

21- Double heading

Archive of SID

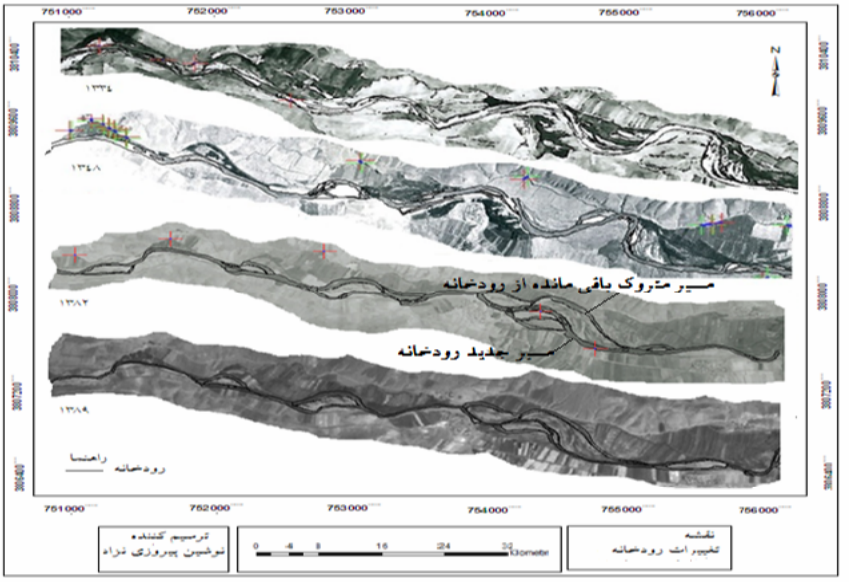
www.SID.ir

×		۱۸۶	۳۴ ۲۵ ۱۶	۴۷ ۳۹ ۱۱		×	۱۴۶	۳۴ ۲۵ ۱۴	۴۷ ۳۹ ۱۲
	×	۱۰۰	۳۴ ۲۵ ۴۰	۴۷ ۳۹ ۰۸		×	۳۰۱	۳۴ ۲۵ ۳۳	۴۷ ۳۹ ۰۳
	×	۱۴۱	۳۴ ۲۶ ۱۸	۴۷ ۳۹ ۱۳		×	۱۱۲	۳۴ ۲۶ ۲۳	۴۷ ۳۹ ۰۵
	×	۱۸۷	۳۴ ۲۶ ۴۵	۴۷ ۳۹ ۳۰		×	۶۵	۳۴ ۲۶ ۴۰	۴۷ ۳۹ ۲۳
	×	۴۲۸	۳۴ ۲۷ ۰۶	۴۷ ۳۹ ۴۱		×	۳۰۱	۳۴ ۲۵ ۳۳	۴۷ ۳۹ ۰۳
	×	۲۴۸	۳۴ ۲۷ ۲۵	۴۷ ۳۹ ۳۲		×	۱۱۲	۳۴ ۲۶ ۲۳	۴۷ ۳۹ ۰۵
	×	۱۴۳	۳۴ ۲۷ ۳۸	۴۷ ۳۹ ۱۰		×	۶۵	۳۴ ۲۶ ۴۰	۴۷ ۳۹ ۲۳
	×	۲۱۷	۳۴ ۲۷ ۴۰	۴۷ ۳۸ ۵۳		×	۳۱۰	۳۴ ۲۶ ۴۲	۴۷ ۳۹ ۳۸
	×	۲۳۸	۳۴ ۲۷ ۴۲	۴۷ ۲۸ ۴۰		×	۱۵۵	۳۴ ۲۷ ۰۲	۴۷ ۳۹ ۴۴
	×	۲۳۳	۳۴ ۲۷ ۵۱	۴۷ ۳۷ ۴۷	×		۱۰۵	۳۴ ۲۷ ۱۲	۴۷ ۳۹ ۵۵
	×	۹۶	۳۴ ۲۷ ۵۸	۴۷ ۳۷ ۳۱	×		۷۸	۳۴ ۲۷ ۴۵	۴۷ ۳۸ ۴۹
	×	۴۳۸	۳۴ ۲۷ ۵۹	۴۷ ۳۷ ۱۲	×		۹۴	۳۴ ۲۷ ۴۵	۴۷ ۳۸ ۱۷
×		۶۲	۳۴ ۲۷ ۳۵	۴۷ ۳۶ ۲۱		×	۱۸۳	۳۴ ۲۷ ۵۳	۴۷ ۳۸ ۱۰
	×	۱۱۲	۳۴ ۲۷ ۲۵	۴۷ ۳۶ ۱۱		×	۴۶	۳۴ ۲۷ ۵۷	۴۷ ۳۷ ۲۶
	×	۱۲۱	۳۴ ۲۷ ۱۳	۴۷ ۳۵ ۳۴	×		۱۴۰	۳۴ ۲۷ ۵۲	۴۷ ۳۶ ۳۶
	×	۷۴	۳۴ ۲۷ ۰۹	۴۷ ۳۵ ۱۴		×	۲۳۵	۳۴ ۲۷ ۳۰	۴۷ ۳۶ ۲۰
	×	۱۶۸	۳۴ ۲۶ ۴۶	۴۷ ۳۴ ۲۹		×	۲۱۱	۳۴ ۲۷ ۲۷	۴۷ ۳۶ ۰۷

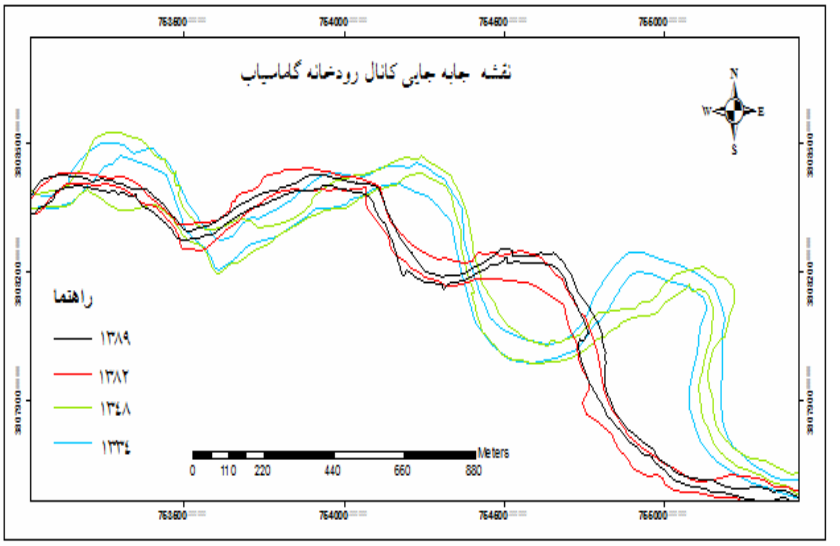
همانطور که در شکل ۸ دیده می‌شود در سال ۱۳۴۸ ارتفاع موج مئاندر بیشتر از ارتفاع موج مئاندر در سال ۱۳۳۴ است و این خود ناشی از عملکرد فرسایش است که باعث تیزتر شدن قله موج شده است. در سال ۱۳۸۲ جابه‌جایی کمربند مئاندر به سمت جنوب منجر به ایجاد پدیده بریدگی در سمت شمال رودخانه شده است و باعث شده است که مسیر قدیمی رودخانه به شکل متروک باقی بماند و رودخانه مسیر تازه‌ای را بپیماید. وقوع این پدیده شرایط را برای ایجاد سطوح فرسایشی فراهم کرده است زیرا رودخانه برای استقرار در مکان جدید بستر خود را فرسایش داده است.

Archive of SID

www.SID.ir

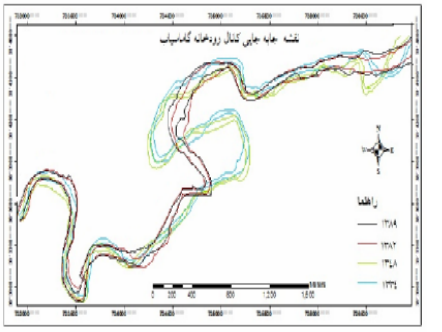


شکل (۸) مسیرهای متفاوت رودخانه از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۹ در بازه ۱ و۲

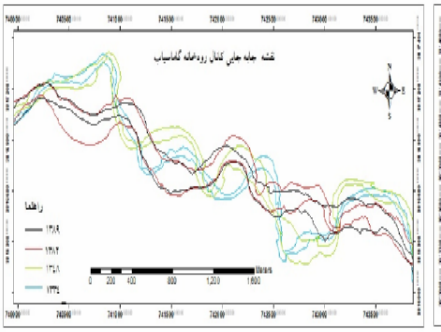


شکل (۹) مسیر رقومی شده بازه ۱و۲ در رودخانه گاماسیاب با حذف کانال‌های فرعی

www.SID.ir



شکل (۱۰) وقوع پدیده بریدگی در بازه ٤ و ٥



شکل (۱۱) وقوع پدیده بریدگی در بازه ٦

با توجه به داده‌های استخراج شده بیشترین میزان جابه‌جایی و مهاجرت در طی سال ۱۳۳۴–۱۳۴۸ مربوط به بازه شماره ۱ تا ۶ می‌باشد که بیشترین مقدار جابه‌جایی رودخانه ۳۱۰ متر می‌باشد که در بازه ۴ رخ داده و باعث ایجاد بریدگی در سمت چپ رودخانه شده است.

در طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ نیز بیشترین میزان جابه‌جایی و مهاجرت در بازه‌های ۱ تا ۶ بوده است به‌طوری که بازه شماره ۶ رودخانه ۴۴۳ متر جابه‌جا شده و منجر به ایجاد پدیده بریدگی در سمت چپ رودخانه شده است. در طی سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ میزان جابه جایی رودخانه به‌دلیل فاصله زمانی کم دو دوره مطالعاتی خیلی زیاد نبوده و تغییرات زیادی در مسیر رودخانه ایجاد نشده است. انطباق مسیرهای موجود برای این ۲ دوره مطالعاتی نشان داد میزان تغییرات و حرکت در طی این ۷ سال به‌طور میانگین در قسمت‌های مختلف رودخانه بین ۱۰ تا ۲۰ متر بوده است.

از دلایل اصلی تغییرات شدید بازه های بالادست رودخانه گاماسیاب می‌توان به عمق کم رودخانه، دبی زیاد، مقادیر بالای رسوبات درشت دانه و مورفولوژی منطقه اشاره کرد. بر اساس بازدیدهای میدانی و اندازه‌گیری عمق رودخانه در سال ۹۱، رودخانه گاماسیاب در بازه‌های بالادست دارای حداکثر عمق ۱ متر می‌باشد که در زمان وقوع سیلاب و دبی‌های پیک لحظه‌ای به راحتی طغیانی شده و رودخانه شرایط لازم را برای تغییر مسیر خود دارد. علاوه بر دبی، شرایط نیمه‌کوهستانی وکوهپایه‌ای حوضه گاماسیاب در بالادست و وجود

Archive of SID

www.SID.ir

مخروطه افکنه‌های با شیب زیاد که مواد رسوبی را به رودخانه انتقال می‌دهند باعث شده است که مقدار مواد رسوبی موجود در بالادست رودخانه بیشتر از ظرفیت حمل رودخانه باشد. مقادیر بالای رسوبات درشت دانه در حد گراول و کوبل باعث شده که رودخانه زمان و قدرت لازم برای فرسایش بستر خود را نداشته باشد و بیشتر توان خود را صرف حمل این رسوبات کند و این مسأله باعث عدم کف کنی رودخانه شده و رودخانه در قسمت‌های بالادست دارای عمق بسیار کمتری نسبت به بازه‌های پایین دست است. عدم کف کنی با توجه به بار کف زیاد رودخانه و دبی زیاد باعث شده است که رودخانه وضعیت ثابت و پایداری نداشته باشد و به راحتی تغییر مسیر دهد.

وقوع بریدگی‌های فراوان و جابه‌جایی‌های زیاد مسیر رودخانه ناشی از دبی‌های فراوان و حرکت رودخانه در سطح است که شرایط را برای تغییرات فراوان فراهم می‌کند اما بازه‌های پایین دست رودخانه دارای عمق خیلی بیشتری هستند. عبور رودخانه از دشت و طولانی بودن مسیر رودخانه باعث شده است که رودخانه مواد درشت دانه را در بالادست به جا گذاشته و مواد ریزدانه را با خود حمل کند و رودخانه در پایین دست فرصت بیشتری را برای حفر بستر خود داشته باشد. در بازه‌های پایین دست در زمان وقوع سیلاب آب در مسیر و کانال خود حرکت می‌کند و فقط در زمان وقوع سیلاب‌های با دوره برگشت زیاد است که می‌تواند شرایط طغیانی را داشته باشد به همین علت بازه‌های پایین دست رودخانه دارای فرسایش کناری هستند و تغییرات رودخانه در حد انتقال و چرخش مئاندر می‌باشد و دچار پدیده جابه‌جایی‌های فراوان نمی‌شوند. بقایای کانال‌های متروکه و بریدگی‌های نعل اسبی ایجاد شده در دشت سیلابی که بر روی عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای به وضوح دیده می‌شود این واقعیت را به اثبات می‌رساند که تغییرات ایجاد شده در بازه‌های بالادست از گذشته‌های دور تاکنون بسیار شدیدتر از بازه‌های پایین دست بوده است.

علاوه بر جابه‌جایی رودخانه تغییرات الگوی رودخانه نیز تأثیر زیادی بر افزایش سطح فرسایش داشته است. تغییر الگوی رودخانه از الگوی تک مجرایی به الگوهای چند مجرایی باعث ایجاد سطح فرسایشی بیشتری شده است. بازه ۱و۲ رودخانه از الگوی ماندری در سال ۱۳۴۸ تبدیل به الگوی رودخانه پیچان با بستر گراولی شده است. الگوی رودخانه با مجاری

Archive of SID

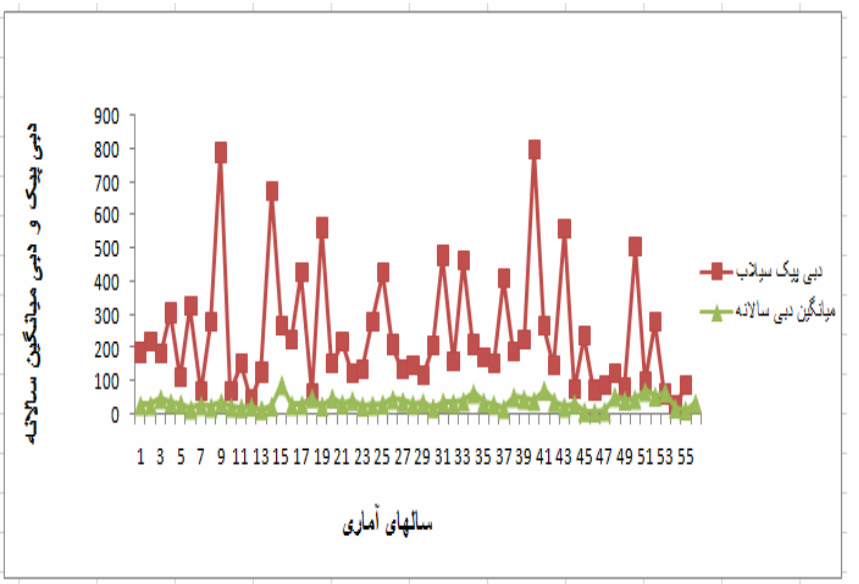
www.SID.ir

به هم پیوسته در بازه ۳ در طی این سال‌ها توسعه بیشتری پیدا کرده است و بازه‌های ۴، ۵ و ۶ رودخانه نیز از الگوی مئاندری در سال ۱۳۴۸ تبدیل به الگوی گیسویی شده‌اند. این تغییرات الگو باعث پخش مجاری رودخانه بر سطح زمین و افزایش عرض بستر رودخانه شده است که در نهایت منجر به افزایش سطح فرسایش شده است.

با توجه به اینکه وقوع پدیده بریدگی، انتقال، جابه‌جایی، چرخش مئاندر رودخانه، دوراسه شدن مئاندر، وقوع اولشن و جابه‌جایی ناگهانی رودخانه مستلزم داشتن دبی زیاد است وقوع دبی‌های پیک لحظه‌ای بالا نسبت به مقدار دبی میانگین باعث شده است که شرایط برای وقوع این پدیده‌ها در طول مسیر رودخانه گاماسیاب به تعداد زیاد فراهم شود. بررسی رودخانه‌های استان مانند رودخانه رازآور، رودخانه مرگ، رودخانه قره‌سو... و سایر رودخانه‌های دیگر به منظور انتخاب مکان مناسب برای بررسی تغییرات رودخانه‌ای قبل از شروع این تحقیق نشان داد که تنها رودخانه گاماسیاب دارای تغییرات جابه‌جایی کانال به این شدت بوده است و حتی رودخانه رازآور به عنوان یکی از رودخانه‌های دائمی استان در طی ۵۶ سال گذشته هیچ‌گونه تغییر مسیری نداشته است. رودخانه گاماسیاب در بازه‌های بالادست خود دارای الگوی رودخانه‌های با مجاری به هم پیوسته و گیسویی است که از خصوصیات این نوع روخانه‌ها داشتن مجاری متعدد با عمق کم است. آمار ایستگاه هیدرومتری دوآب در بالادست منطقه مورد مطالعه نشان داد که میانگین دبی این ایستگاه ۲۳ متر مکعب بر ثانیه است که با توجه به شرایط موفولوژیکی منطقه و عمق کم رودخانه شرایط را برای انتقال و جابه‌جایی رودخانه فراهم می‌کند همچنین آمار ایستگاه هیدرومتری پل چهر که در فاصله ۶۵ کیلومتری از محدوده انتخاب شده قرار گرفته است نشان داد که میانگین دبی ۵۶ ساله این ایستگاه ۳۵ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد اما مقدار دبی پیک لحظه‌ای سیلاب در سال‌های مختلف دامنه و نوسان بسیار زیادی داشته است به‌طوری که از ۲۰۰ متر مکعب بر ثانیه تا ۹۰۰ مترمکعب بر ثانیه مقادیر دبی پیک سیلاب متغیر بوده است و از دلایل اصلی جابه‌جایی زیاد رودخانه گاماسیاب نسبت به سایر رودخانه‌های استان داشتن دبی‌های پیک لحظه‌ای متغیر فراوان بوده است. شکل (۱۲) نمودار مقادیر دبی پیک لحظه‌ای و مقادیر دبی میانگین را در ایستگاه پل چهر نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱۲) مقادیر دبی حداکثر لحظه‌ای و دبی میانگین ایستگاه پل چهر (پیروزی‌نژاد، ۱۳۹۲)

با انطباق مسیر رودخانه در دوره‌های متوالی و رقومی کردن پلی‌گون‌های رسوبگذاری شده و فرسایش یافته در نرم‌افزار ARC MAP در طول مسیر رودخانه مساحت سطوح رسوبگذاری شده و فرسایش یافته در ساحل چپ و راست برای ۴ دوره متوالی اندازه‌گیری شده است. مقادیر به دست آمده در نرم‌افزار Excel وارد شده و نمودارهای مربوطه ترسیم شده است. جدول شماره (۱) این مساحت را برای ساحل چپ و راست رودخانه نشان می‌دهد.

جدول (۱) مقادیر سطوح فرسایش یافته و رسوبگذاری شده (هکتار)

سال	۱۳۳۴-۱۳۴۸				۱۳۴۸-۱۳۸۲				۱۳۸۲-۱۳۸۹			
	رسوب		فرسایش		رسوب		فرسایش		رسوب		فرسایش	
	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ	راست	چپ
۱	۴	۳/۸	۴/۴	۵/۸	۲۶	۱۵	۹/۳	۹/۵	۸	۸/۹	۲	۱/۲
۲	۸/۷	۷/۹	۶/۵	۲/۲	۱۲	۲۷	۱۵	۱۲	۲۱	–	۳	۷/۴
۳	۳۸	۳/۹	۱۰	۳۱	۱۶	۳۶	۳۰	۲۹	۲/۴	۷/۱	۱	–
۴	۶/۲	۱۶	۲۳	۱۳	۳۰	۸/۲	۴۶	۲۳	۱۴		۵/۲	۹/۱

Archive

www.SID.ir

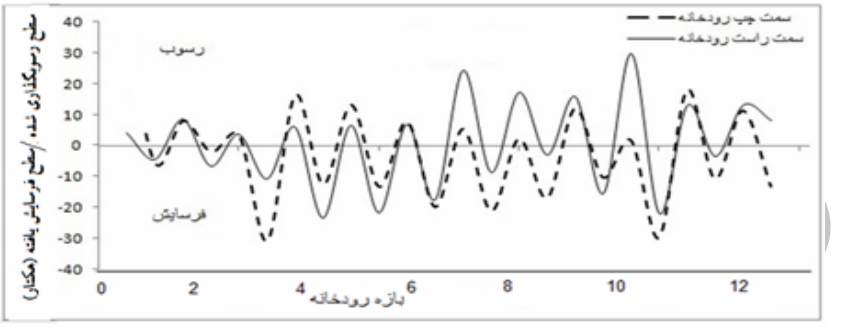
۵	۶/۷	۱۳	۲۲	۱۳	۲۴	۲۰	۳۸	۴/۹	۶/۴	۴/۳	–	۲
۶	۷	۷/۷	۱۷	۱۴	۱۲	۱۲	۱۶	۱۵	–	۱/۵	۳/۵	۳/۱
۷	۲۴	۵/۳	۸/۵	۲۱	۱۷	۲۸	۲۶	۵/۳	–	–	۴/۸	۵/۹
۸	۱۷	۲/۲	۲/۹	۱۷	۳/۲	۷/۸	۱۸	۱	۵	–	۶/۱	۳/۹
۹	۱۶	۱۲	۱۵	۱۰	۶/۴	۱۴	۱۹	۱۰	۵	۰/۴	۴/۷	۴
۱۰	۴/۸	۱/۶	۲۱	۲۹	۱۲	۲۳	۳۰	۱۲	–	۲	۱۶	۶/۷
۱۱	۱۳	۱۷	۳۳	۱	۱۷	۹	۱۸	۱۶	–	۱/۹	۱۲	۵
۱۲	۸/۳	۱۱	۸/۲	۱۲	۱۲	۸/۸	۹	۲۲	۲/۷	۲۰	۸/۶	–

نتایج نشان داد که در طی سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۴۸ مقدار سطوح رسوبگذاری شده در کل مسیر رودخانه ۲۵۸/۵ هکتار و میزان سطوح فرسایش‌یافته ۳۴۷ هکتار بوده است مقدار فرسایش به دلیل جابه جایی و انتقال مئاندر رودخانه در این دوره فراوان بوده است. بر اساس پلی‌گون‌های ترسیم شده بیشترین مقدار فرسایش در ساحل چپ رودخانه بوده است که دلیل آن جابه‌جایی رودخانه و انتقال قوس‌های مئاندر به سمت چپ رودخانه است. ایجاد قوس‌های جدید و وقوع اولشن (جابه‌جایی ناگهانی رودخانه) نیز از دلایل افزایش مساحت سطوح فرسایشی است.

براساس تفسیر عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای در طی سال ۱۳۳۴تا ۱۳۴۸ قوس‌های جدید بیشتری در سمت چپ ایجاد شده است و رودخانه برای استقرار در بستر جدید و تثبیت شرایط جدید محل استقرار خود را فرسایش داده است و مسیر جدیدی را برای خود انتخاب کرده است به همین دلیل می‌توان گفت رودخانه به سمت چپ متمایل شده است و اراضی جدیدی را در سمت چپ به تصاحب خود درآورده است و از طرف دیگر در سمت راست رودخانه اراضی قدیمی‌تر را که بستر رودخانه بوده است به جا گذاشته است. بازه‌های ۴،۵،۶ و ۱۰ رودخانه دارای بیشترین مقدار فرسایش بوده است که در این بازه‌ها در این سال‌ها قوس‌های مئاندر بیشتری ایجاد شده است. شکل (۱۳) وضعیت سطح فرسایش و رسوب را نشان می‌دهد.

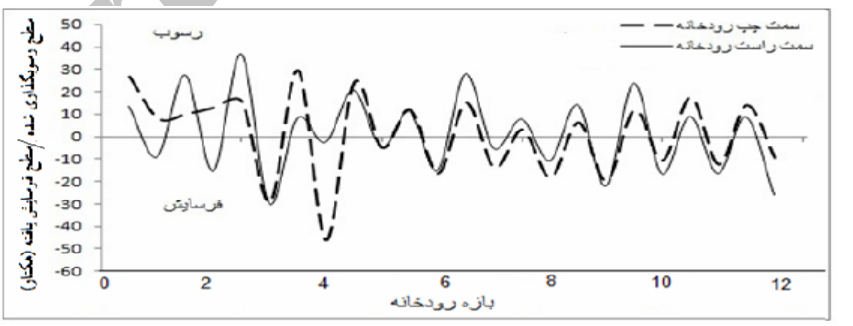
Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱۳) نمودار سطح فرسایش‌یافته و رسوبگذاری شده از سال ۱۳۴۸-۱۳۳۴

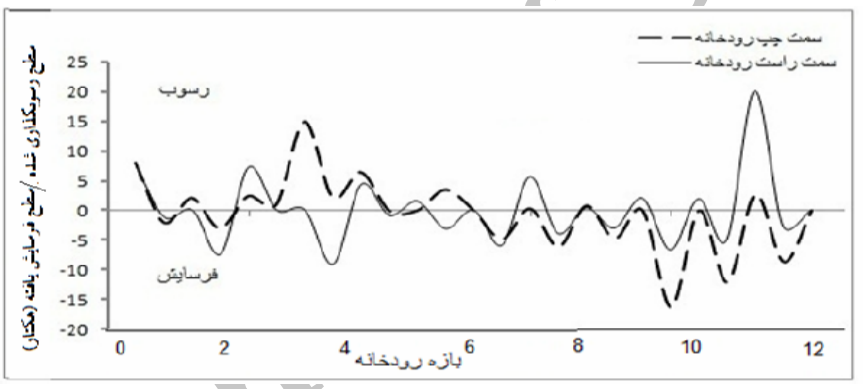
در فاصله سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ میزان سطوح رسوبگذاری شده ۴۰۲/۶ هکتار و مقدار سطوح فرسایش یافته ۴۱۴/۷ هکتار در طول رودخانه بوده است. در طی ۳۴ سال گذشته بیشترین مقدار فرسایش در ساحل چپ رودخانه دیده می‌شود. در این دوره نیز مقدار سطوح فرسایشی بیشتر از سطح رسوبگذاری شده می‌باشد و این نکته بیانگر این است که در رودخانه گاماسیاب عملکرد فرسایش بیشتر از رسوبگذاری است که دلیل آن را می‌توان جابه‌جایی رودخانه و وقوع اولشن دانست. بازه‌های ۵، ۴، ۶، ۷ و ۱۱ بیشترین مقدار فرسایش را داشته اند در طی این دوره بازه های ۴،۵،۶ دچار تغییر الگوی بستر از مئاندری به گیسویی شده اند که باعث افزایش عرض بستر و فرسایش کناری شده است. عرض بستر در این بازه‌ها ۳ تا ۴ برابر شده است که از دلایل افزایش سطح فرسایش نسبت به بازه‌های دیگر است. شکل (۱۴) وضعیت سطح فرسایش و رسوب از سال ۱۳۴۸ تا۱۳۸۲ را نشان می‌دهد.



شکل (۱۴) نمودار سطح فرسایش یافته و رسوبگذاری شده از سال ۱۳۴۸- ۱۳۸۲

www.SID.ir

در طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ مقدار سطح رسوبگذاری شده ۱۱۲/۹ هکتار و مقدار سطح فرسایش یافته ۱۳۸/۲ هکتار بوده است در طی این زمان نیز مقدار سطح فرسایش یافته بیشتر از مقدار سطح رسوبگذاری شده می‌باشد. بازه‌های ۲،۴،۱۰ و بازه ۱۱ بیشترین سطح فرسایش را داشته‌اند که بازه‌های ۲ و ۴ جز بازه‌هایی هستند که دارای الگوی رودخانه‌های با مجاری به هم پیوسته (آنابرنچینگ) و گیسویی هستند. به همین دلیل رودخانه در این بازه‌ها از سطح فرسایشی بیشتری برخوردار بوده است. و بازه‌های ۱۰و۱۱ هم دچار فرسایش کناری بیشتری شده‌اند. شکل (۱۵) وضعیت سطح فرسایش و رسوب را از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد.



شکل (۱۵) نمودار سطح فرسایش یافته و رسوبگذاری شده از سال ۱۳۸۲-۱۳۸۹

با توجه به روند سطح فرسایش و رسوبگذاری در رودخانه گاماسیاب بیشترین میزان فرسایش و رسوب در طی سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ بوده است. فاصله زمانی ۳۴ ساله فرصت مناسبی برای ایجاد تحولات مئاندر رودخانه و ایجاد سطوح فرسایشی و رسوبگذاری است که در طی این زمان ما بیشترین سطح فرسایشی و رسوبگذاری را نسبت به دوره‌های دیگر شاهد هستیم. با توجه به تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در فاصله سال‌های ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ تغییرات ایجاد شده باعث تغییر الگو در بعضی بازه‌ها از الگوی مئاندری به الگوی رودخانه‌های با مجاری به هم پیوسته و الگوی گیسویی شده است. الگوهای ایجاد شده باعث عریض‌تر شدن بستر رودخانه و ایجاد فرسایش کناری شده است. بر اساس

www.SID.ir

بازدیدهای میدانی انجام گرفته در تابستان ۱۳۹۱ عرض بستر رودخانه در بازه ۴ و در الگوی گیسویی ۱۵۷ متر است در حالی که میانگین عرض همین بازه در سال ۱۳۴۸ بر روی عکس‌های هوایی ۳۵ متر بوده است که بر اساس داده‌های جدول (۱) بازه ۴ در طی سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۲ به دلیل تغییر الگو از مئاندری به گیسویی ۴۶ هکتار فرسایش سطحی داشته است. احداث بند انحرافی عین‌القاس بر روی بازه ۴ رودخانه درسال ۱۳۷۲ باعث شده است که علاوه بر تغییر مسیر رودخانه، رودخانه به شکل گیسویی تبدیل شود و بستر خود را در جنس زمین‌شناسی سست تثبیت کند و سطح بسیار وسیعی را در بازه ۴، ۵ و ۶ دچار فرسایش نماید. در شکل (۳و۴) محل احداث بند عین‌القاس و ایجاد الگوی گیسویی و افزایش عرض بستر در بازه‌های ۴،۵ و ۶ دیده می‌شود.

در بازه‌های پایین دست رودخانه، لغزش کناره‌ای رودخانه در جنس زمین‌شناسی سست شرایط را برای ایجاد فرسایش کناره‌ای فراهم کرده است. شکل (۱۶،۱۷و۱۸) فرسایش کناری رودخانه گاماسیاب را نشان می‌دهد.

شکل (۱۶) رسوبات مستعد فرسایش کناری بازه ۵

شکل (۱۷) وقوع لغزش کناری

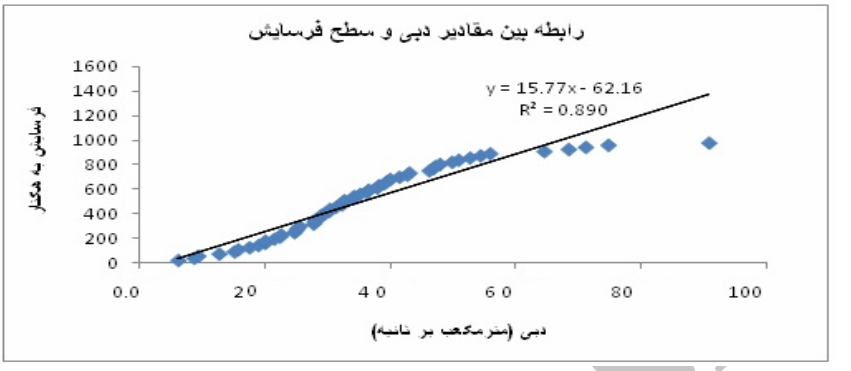
www.SID.ir

شکل (۱۸) فرسایش کناری رودخانه و ایجاد بستر عریض در بازه ۵

در محدوده رودخانه مورد مطالعه ۱۰ ایستگاه هیدرومتری وجود دارد که شامل ایستگاه‌های آران، دوآب، آبشار، امامزاده برجعلی، پیرسلمان، میانراهان، خدرآباد، کله‌جوب، حیدرآباد بیستون و پل چهر می‌باشد. از این ۱۰ ایستگاه، ایستگاه دوآب و ایستگاه پل چهر بر روی رودخانه اصلی و ۸ ایستگاه دیگر بر روی شاخه‌های که به رودخانه اصلی الحاق می‌شوند تاسیس شده‌اند. برای بررسی رابطه بین مقادیر دبی و سطوح فرسایشی از مقادیر دبی ایستگاه پل چهر استفاده شده است. مقادیر دبی استفاده شده مقادیر دبی میانگین واقعی منطقه است. با برآورد مقادیر سطوح فرسایش یافته برای دوره‌های مطالعاتی ،۱۳۴۸،۱۳۳۴، ۱۳۸۲و ۱۳۸۹ بر حسب هکتار در طول مسیر رودخانه و مقادیر دبی میانگین از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۹، بین مساحت سطوح فرسایش یافته و مقدار دبی میانگین برحسب مترمکعب بر ثانیه رابطه رگرسیونی برقرار شده است. نمودار ترسیم شده در سطح اعتماد یک درصد معنی‌دار است. شکل (۱۹) رابطه سطح فرسایش یافته با مقدار دبی را نشان می‌دهد. این مسأله نشان می‌دهد که بین مقدار دبی و سطوح فرسایشی رابطه مستقیم وجود دارد یعنی با افزایش مقدار دبی میزان فرسایش افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱۹) نمودار رابطه سطح فرسایش یافته با مقدار دبی

نتیجه‌گیری

با توجه به جابه‌جایی مسیر رودخانه گاماسیاب در طی ۵۶ سال گذشته سطوح زیادی از اراضی کنار رودخانه دچار فرسایش شده است به همین دلیل مسیرهای رودخانه گاماسیاب برای سال‌های متوالی ۱۳۳۴،۱۳۴۸، ۱۳۸۲ و ۱۳۸۹ با همدیگر انطباق داده شده است. پلیگون‌های فرسایشی و رسوبگذاری در مسیر رودخانه استخراج و مقادیر سطوح فرسایشی و رسوبگذاری شده بر حسب هکتار محاسبه شده است. در این مطالعه از روش کار آقای یااو (۲۰۰۸) استفاده شده که ایشان نیز سطوح فرسایشی و رسوبگذاری شده را در بازه‌ای از رودخانه زردچین محاسبه کرده‌اند و بین مقدار سطح فرسایش یافته و مقادیر دبی بانک فول برای دوره برگشت ۲ سال رابطه برقرار کرده‌اند همچنین هوک (۲۰۰۴) نیز در مقاله‌ای به بررسی حرکت جانبی رودخانه دن در انگلستان و نقش آن در ایجاد سطوح رسوبگذاری و فرسایشی پرداخته است و شدت فرسایش را برای بازه‌های مختلف به دست آورده است. نتایج این مطالعه در رودخانه گاماسیاب نشان داد که مقادیر بالای جابه جایی رودخانه و تغییرات الگوی رودخانه از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۸۹ عامل اصلی ایجاد سطوح فرسایشی است. تغییر الگوی رودخانه از مئاندری به الگوی گیسویی باعث افزایش عرض بستر رودخانه و افزایش فرسایش کناری رودخانه است. بازه‌های ۱،۲،۳، ۴، ۵ و ۶ رودخانه گاماسیاب به دلیل تغییر الگو از مئاندری به الگوی رودخانه‌های با مجاری به هم پیوسته و الگوی گیسویی

Archive of SID

www.SID.ir

دارای بیشترین مقدار فرسایش کناری هستند که باعث افزایش عرض بستر رودخانه شده‌اند. مساحت کل سطح فرسایشی رودخانه در طی ۵۶ سال گذشته ۹۰۰ هکتار و مساحت سطح رسوبگذاری شده رودخانه ۷۷۴ هکتار می‌باشد و به‌طور کلی میزان سطح فرسایشی رودخانه بیشتر از مقدار سطح رسوبگذاری می‌باشد. بیشترین میزان فرسایش در ساحل چپ رودخانه می‌باشد و این بیانگر این نکته است که رودخانه گاماسیاب به سمت چپ متمایل شده است. میزان جابه‌جایی‌ها و انتقال رودخانه گاماسیاب نقش بسیار مهمی در ایجاد شرایط مناسب برای فرسایش رودخانه‌ای فراهم کرده است وقوع بریدگی‌ها و جابه‌جایی‌های مئاندر رودخانه از دلایل مهم ایجاد فرسایش می‌باشد به‌طوری که جابه‌جایی رودخانه در برخی بازه‌ها به بیش از ۴۰۰ متر رسیده است. همچنین وجود دبی‌های پیک لحظه‌ای ۲۰۰ تا ۹۰۰ متر مکعب بر ثانیه در این رودخانه نیز یکی دیگر از دلایل ایجاد شرایط مناسب برای ایجاد انتقال و حرکت مئاندر و ایجاد سطوح فرسایشی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱ـ تلوری، عبدالرسول (۱۳۷۹)، «نقش ویژگی‌های مواد دیواره‌ها در فرسایش کناره‌ای رودخانه کارون، ***مجله پژوهش و سازندگی***، شماره ۴۷، صص ۵۲-۵۷.

۲ـ رضائی مقدم، محمدحسین؛ خوشدل، کاظم (۱۳۸۸)، «بررسی پیچ و خم‌های مئاندر اهر چای در محدوده دشت ازومدل ورزقان»، ***مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی***، سال بیستم، شماره ۱ صص ۱۰۱-۱۱۲.

۳ـ غفاری، گلاله؛ سلیمانی، کریم و ابولفضل مساعدی (۱۳۸۵)، «بررسی تغییرات مورفولوژیکی کناری آبراهه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بابلرود ومازندران»، ***مجله پژوهش‌های جغرافیایی***، شماره ۵۷، صص ۶۱-۷۱.

۴ـ فاطمی عقدا، سیدمحمود و فرج‌اله فیاضی و داریوش علیپور (۱۳۸۰)، «بررسی زمین‌شناسی مهندسی بخشی از رودخانه کرخه (روستای عبدالمان تا روستای الهایی)، ***نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم***، جلد۱، شماره ۲.

۵ـ مرشدی، جعفر و سیدکاظم علوی پناه (۱۳۸۹)، «آشکارسازی تغییرات ژئومورفیک مسیر رودخانه کارون، با استفاده از داده‌های GIS و RS، سنجش از دور و GIS ایران، شماره ۳، صص۷۵-۸۹.

۶ـ نوحه‌گر، احمد. یمانی، مجتبی (۱۳۸۲)، «بررسی وضعیت ژئومورفولوژیکی پیچان رود و نقش آن در فرسایش بستر و کناره‌های رودخانه میناب (پایین دست میناب) ***پژوهش‌های جغرافیائی***، شماره ۵۱ صص ۶۵-۸۵.

7- Bartholdy, J., P. Billi, (2002), "Morphodynamics of Pseudomeadering Fravel Bar Reach", ***Geomorphology*** 42, pp 293-3104.

8- Dulal Krishna Prasad, Yasuyuki Shimizu, (2010), "Experimental Simulation of Meandering in Clay Mixed Sediments, ***Journal of Hydro- Environment Research4***", 329-343.

9- Fuller, Ian C., Andrew R.G. Large, David J. Milan, (2003), Quantifying Channel Development and Sediment Transfer following Chute Cutoff in a Wandering Gravel-bed River, ***Geomorphology*** 54, pp 307-323.

10- Goswami, U., J.N. Sarma, A.D.Patgiri, (1999), "River Channel Changes of the Subansiri in Assam", India, ***Geomorphology*** 30, pp.227-244.

Archive of SID

www.SID.ir

11- Greenbaum, Noam, Nathaniel Bergman (2006), "Formation and Evacuation of a Large Gravel-bar Deposited during a Major Flood in a Mediterranean Ephemeral Stream", Nahal Me'arot, NW Israel, ***Geomorphology***, 77, pp. 169-186

12- Gregory, k.j (2006), The Human role in Changing River Channels, ***Geomorphology*** 79, pp172-191.

13- Hooke, J.M., (2007), "Spatial Variability, Mechanisms and Propagation of Change in an Active Meandering River, ***Geomorphology*** 84, pp227-296.

14- Hooke, J.M., (2004), "Cutoffs Galore: Occurrence and Causes of Multiple Cutoffs on a Meandering River", ***Geomorphology*** 61, pp 225-238.

15- Jorge D. Abad, Macelo H. Garcia (2006), "RVR Meander: A Toolbox for Re-meandering of Channelized Streams, ***Computers & Geosciences***. 32 p 92-101.

16- Kummu, Matti, Lu, X.X., Rasphon, Akchousanh, Sarkkula, Juha, Koponen, Jorma, (2008), "Riverbank Changes Along the Mekong River: Remote Sesing Detection in the Vientiane Nong Khai Area ***Quaternary International***, 186, pp, 100-112.

17- Li, Luqian, Lu, Xixi, Chen, Zhongyuan (2007), "River Channel Change during the Last 50 years in the Middle Yangtze River", The Jianli Reach, ***Geomorphology***, 85, pp, 185-196.

18- Nicol, Tami J., Hickin. Edward J., (2010), "Planform Geometry and Channel Migration of Confined Meandering River on the Canadian Prairies", ***Geomorphology***, 116, pp 37-47.

19- White Janson Q, Gregory B. Pasternack, Hamish J. Moir (2010), "Wally width Variation Influences Riffle-pool location and Persisnce on a Rapidly Incising Gravel Bed River", ***Geomorphology***, 121, pp, 206-221.

20- Yao,Zhengyi,Ta Wanquan, Jia, Xiaopeng, Xiao, Jianhua, (2011), "Bank erosion and Acccceretion Along the Ningxia- Inner Mongolia Reaches of the Yellow River from 1958 to 2008", ***Geomorphology*** 127, pp.99-106.

Archive of SID

www.SID.ir