پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، شماره‌ی ۲، پاییز ۱۳۹۱
صص. ۱۰۲-۸۷

بررسی تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان‌غرب در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۱[۱]

منصور جعفر بیگلو* ـ استادیار دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه تهران
سجّاد باقری سیّدشکریـ دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران
سعید نگهبان ـ دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران
طاهر صفرراد ـ دانشجوی دکترای اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۰۶/۲۵ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

چکیده

سیستم‌های رودخانه‌ای به‌شدّت به تغییرات زمین‌ساخت حسّاس هستند و در واکنش به حرکات زمین ساختی، دچار تغییراتی در ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بستر و تغییرات بستر خود می‌شوند. این تغییرات موجب پیدایش آثار مخرّبی روی زمین‌های کشاورزی، نواحی مسکونی و سازه‌های اطراف رودخانه می‌شود. در این پژوهش رودخانه‌ی گیلان‌غرب به طول ۲۰ کیلومتر از لحاظ آثار نوزمین ساخت مورد بررسی قرار می‌گیرد. با استفاده از عکس‌هایی هوایی سال ۱۳٤٤، تصاویر ماهواره‌ای TM سال ۱۳٦٥ و تصاویر IRS سال ۱۳۸۱ مسیر رودخانه، در سه دوره‌ی زمانی در محیط نرم افزار ArcGIS رقومی شده و تغییرات بستر، تعداد مئاندرها و تغییرات طول رودخانه در این سه دوره محاسبه شده است. در ادامه برای اثبات تأثیر فعّالیّت‌های نوزمین ساختی، شاخص‌های ژئومورفیک SL و S محاسبه شد و نیمرخ طولی رودخانه مورد تحلیل قرار گرفت. درنهایت با بازدیدهای میدانی از منطقه، شواهد ژئومورفولوژیکی آثار نوزمین ساخت بر رودخانه‌ی گیلان‌غرب شناسایی شد. نتایج پژوهش حاکی از آن است که طیّ دوره‌ی زمانی ۳۷ ساله، نوزمین ساخت عامل اصلی تغییرات رودخانه‌ی گیلان‌غرب بوده است. به‌دلیل شدّت فعّالیّت‌های نوزمین ساختی، میزان تغییرات رخ داده در رودخانه طیّ دوره‌ی زمانی ۱۳٦٥ تا ۱۳۸۱ شدیدتر از دوره‌ی زمانی ۱۳٤٤ تا ۱۳٦٥ بوده است و این امر توسّط جابه‌جای بیشتر بستر، تغییرات تعداد مئاندرها، طول رودخانه و میزان حدّاکثر جابه‌جایی رخ داده در این دوره و همچنین مقادیر کمّی شاخص‌های ژئومورفیک و شواهد ژئومورفولوژیک و تفسیر نیمرخ طولی رودخانه تأیید می‌شود. الگوی رودخانه در قسمت‌های کم‌شیب‌تر از نوع مئاندری و در مناطق پرشیب‌تر از نوع الگوی شریانی است.

کلیدواژه‌ها: ژئومورفولوژی رودخانه، تغییرات بستر، شواهد ژئومورفولوژیکی، شاخص‌های ژئومورفیک، رودخانه‌ی گیلان‌غرب.

---

[۱] . این تحقیق در قالب طرح پژ.هشی شماره‌ی ۴۱۰۷۰۱۷/۱/۱ با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه تهران انجام شده است.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۸۷۵۵۶۸ E-mail: mjbeglou@ut.ac.ir

مقدمه

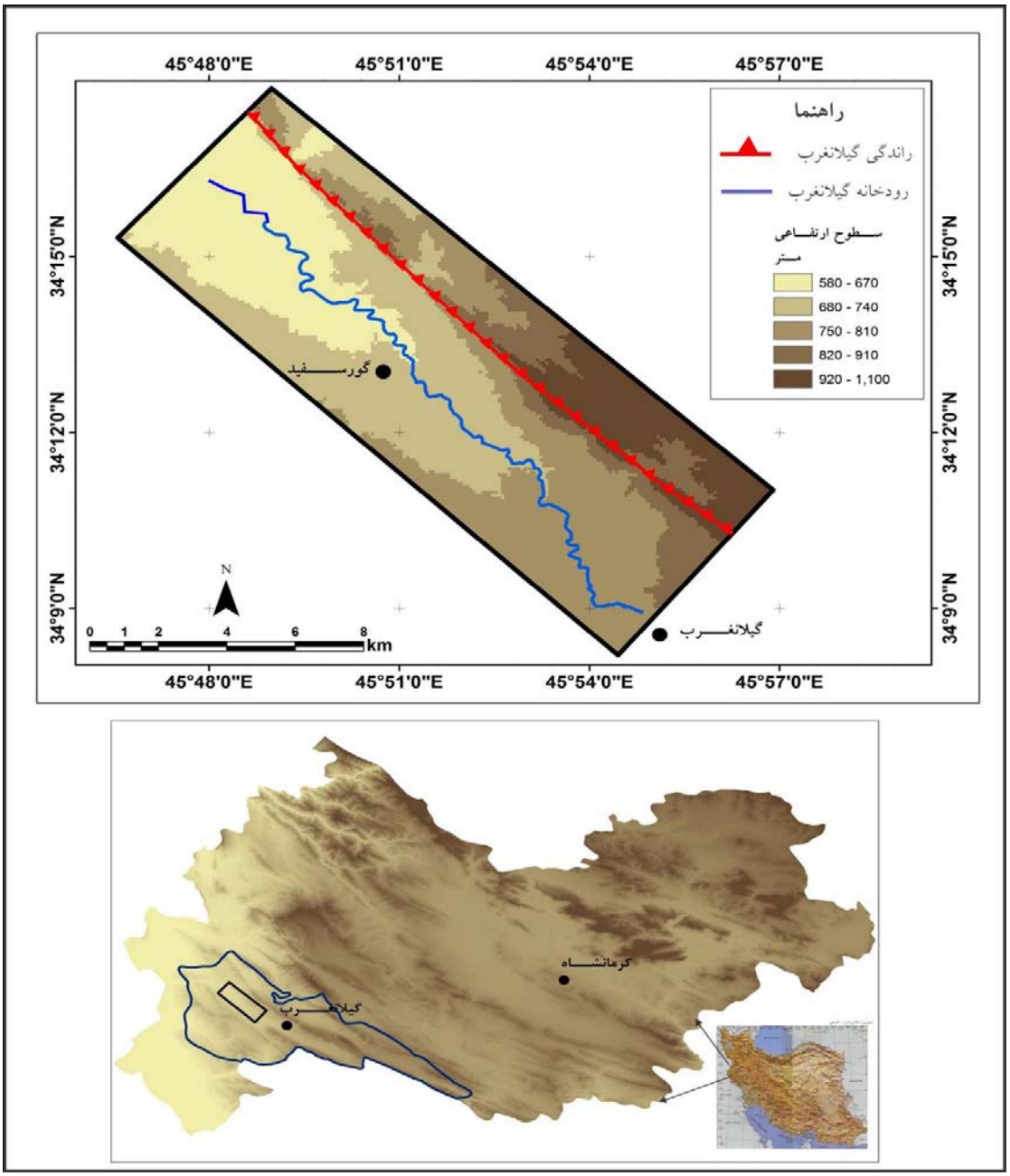
یکی از جستارهای مهمّ مورد مطالعه در ژئومورفولوژی رودخانه، پلان رودخانه است. پلان هر رودخانه، معرّف بسیاری از ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و دینامیکی آن است (یمانی و همکار، ۱۳۸۱: ۱۱۰). پلان‌ها یا الگوی رودخانه به سه نوع اصلی مستقیم، مئاندری و شریانی تقسیم می‌شود. الگوی رودخانه‌ها در اثر عواملی مانند زمین‌شناسی، تکتونیک، توپوگرافی و اقلیم شکل می‌گیرد. در مناطقی که حرکات نوزمین‌ساخت ادامه دارند، تغییر شکل‌های ناشی از این فعّالیّت سبب بروز پاسخ سیستم رودخانه به این تغییرات خواهد شد. ناپایداری و تغییر شکل در سنگ بستر به‌وسیله‌ی آشفتگی در شبکه‌ی رودخانه نشان داده می‌شود (ریبولینی و پاگنولو[1]، ۲۰۰۷: ۲). واکنش سامانه‌های رودخانه‌ای به فعّالیّت‌های زمین‌ساختی، شدّت و نوع این فعّالیّت‌ها، وابسته به اندازه‌ی نسبی رودخانه‌ها است (گاسیون و همکاران[2]، ۲۰۰۱، به نقل از مختاری، ۱۳۸۵: ۶۵). شوم و همکاران (۲۰۰۲) تأثیرات نئوتکتونیک را بر رودخانه‌ها به دو صورت کج شدگی طولی و عرضی بیان می‌کنند و بر این باورند که بالاآمدگی به‌میزان ۲ تا ۳ میلی‌متر در سال، قادر به ایجاد آنومالی و مسیرهای سینوسی در طول مسیر رودخانه هستند (ورانت جین، ۲۰۰۳: ۳۴۰). شوم[3] (۱۹۸۶) تغییر شکل نیمرخ طولی و عرضی بستر رودخانه، تغییر شیب درّه و بستر، تغییر پهنا و عمق بستر، تغییر دشت سیلابی به پادگانه‌های آبرفتی کم ارتفاع، تغییرات در میزان و محلّ حفر قائم، محل و مقدار رسوب‌گذاری رودخانه، انفصال، انقطاع و تغییر مکان جانبی و ناگهانی رودخانه‌ها را از ویژگی‌های رودخانه‌هایی می‌داند که تحت تأثیر فعّالیّت‌های نوزمین ساخت قرار می‌گیرند. به‌دلیل فرسایش کناری و جابه‌جایی مرزهای رودخانه، هر ساله سطح زیادی از اراضی مسکونی و تأسیسات ساحلی در معرض نابودی و تخریب قرار می‌گیرند (رنگزن و همکاران، ۱۳۸۷: ۱). دشت گیلان‌غرب در کواترنر و دوره‌ی کنونی به‌شدّت تحت تأثیر فعّالیت‌های نوزمین‌ساختی گرفته است (باقری، ۱۳۸۷؛ مقصودی و همکاران، ۱۳۹۰؛ قصی اویلی،۱۳۷۶). شواهد ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی منطقه نیز حاکی از وجود و ادامه حرکات نوزمین‌ساختی در طول کواترنر و به‌ویژه دوره‌ی کنونی است. بین حرکات نوزمین‌ساختی و تغییرات الگوی رودخانه‌ای، نوعی تعامل وجود دارد و تحلیل شواهد ژئومورفولوژیکی سیستم‌های رودخانه ابزار مهمّی برای تشخیص فعّالیّت‌های تکتونیکی هستند. روش این پژوهش بنیادی ـ کاربردی است که نتایج آن در شناخت فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی منطقه و تأثیر آن بر الگوی رودخانه‌ی منطقه برای مدیریت بهتر نواحی مستعدّ حواشی رودخانه به‌منظور فعّالیّت‌های عمرانی و کشاورزی مفید است. اهداف این پژوهش را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

۱- شناخت میزان تأثیر فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی در تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان‌غرب؛

۲- تعیین و بررسی روند تغییرات بستر رودخانه در دوره‌ی زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۱ که هرساله موجب فرسایش کناری، تخریب زمین‌های کشاورزی و تخریب سازه‌های بنا شده در اطراف رودخانه می‌شود.

---

1. Ribolini and Spagnolo
2. Guccione et al.
3. Schumm



شکل ۱. موقعیّت منطقه‌ی مورد مطالعه در شمال‌غرب گیلان‌غرب

لی و همکاران (۱۹۹۹)[1] به بررسی تأثیر تکتونیک بر لندفرم‌های رودخانه‌ای در شمال‌غرب چین پرداختند و دریافتند که حرکات زمین‌ساخت، می‌تواند با تغییر سطح اساس رودخانه‌ها موجب تغییر شکل عوارض رودخانه‌ی شود. چیچ و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ی جلگه‌ی ساحلی تایوان دریافتند که حرکات تراست‌ها بر اثر حرکات نئوتکتونیک، موجب شکل‌گیری حرکات موجی رودخانه شده است. یمانی و همکار (۱۳۸۱) به بررسی تغییرات الگوی رودخانه‌ی تالار

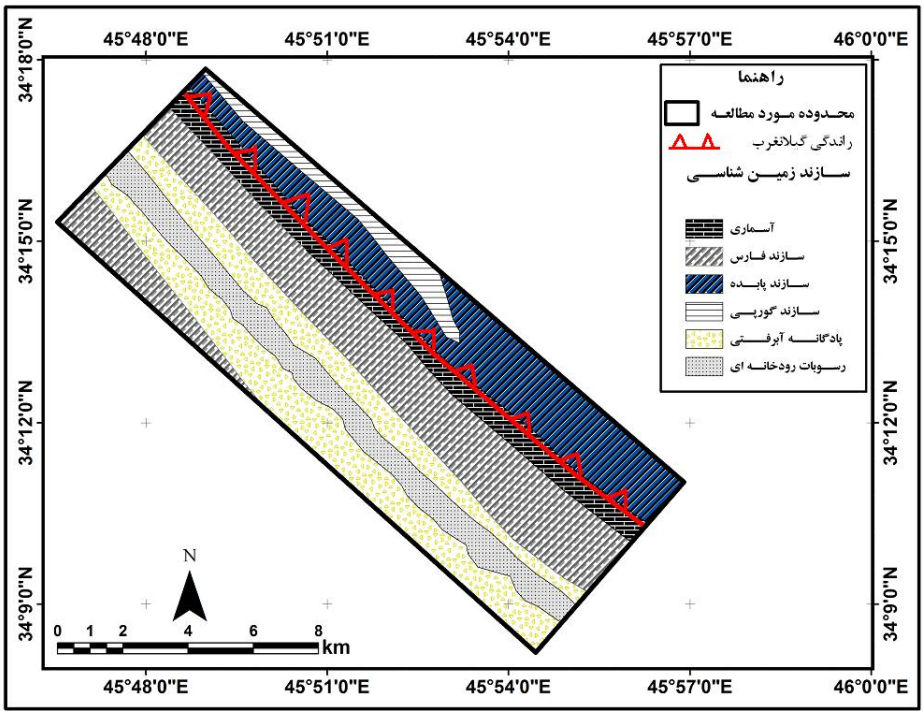
1. Li et al.

پرداختند. نتایج آنها نشان داد می‌دهد که رودخانه هنوز تعادل دینامیکی نهایی خود را به‌دست نیاورده و همچنان در حال جابه‌جایی و ایجاد پیچ‌وخم‌های جدید و توسعه در قسمت علیای جلگه است. مقصودی و همکار (۱۳۸۷) به مطالعه‌ی تأثیر تکتونیک فعّال در تنظیم بستر رودخانه‌ی تجن پرداختند و چهار بستر قدیمی را در اطراف رودخانه شناسایی کردند. شهبازی (۱۳۸۸) عوامل مؤثّر در ناپایداری بستر رودخانه‌ی قره‌سو در کرمانشاه را بررسی کرد. او با استفاده از عکس‌هایی هوایی در چند بازه‌ی زمانی نتیجه گرفت که زمین‌ساخت به‌صورت دخالت گسل و منطبق شدن آن با مسیر رودخانه، تغییرات رودخانه را کنترل کرده و تغییرات عرضی این رودخانه به‌وسیله‌ی گسل محدود شده است. مقصودی و همکاران (۱۳۸۹)، روند تغییرات الگوی مورفولوژیکی رودخانه‌ی خرّم‌آباد را با استفاده از GIS، RS و عکس‌های هوایی در بازه‌ی زمانی ۱۳۳۴تا ۱۳۸۴ بررسی کردند. مقادیر شاخص هندسی به‌دست آمده در سه دوره، حاکی از تغییرات شکل و پلان رودخانه است و اساسی‌ترین دلیل تغییرات، تغییر کاربری اراضی اطراف رودخانه و دخل و تصرّف انسان در بستر رودخانه است.

موقعیّت محدوده‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی گیلان‌غرب در جنوب‌غرب استان کرمانشاه واقع شده است (شکل شماره‌ی ۱). منطقه‌ی مورد مطالعه منطبق بر محدوده‌ی سیاسی دهستان حومه، بخش مرکزی شهرستان گیلان‌غرب است که با روند شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی بین عرض‌های جغرافیایی '۵۷ ° ۳۳ تا '۱۰ ° ۳۴ شمالی و طول‌های جغرافیایی '۵۹ ° ۴۵ تا '۱۷ ° ۴۶ شرقی واقع شده است. رودخانه‌ی گیلان‌غرب بر اساس تقسیم‌بندی وزارت نیرو، جزء حوضه‌ی آبخیز رودخانه‌ی الوند است و به خلیج فارس می‌ریزد. سرشاخه‌های این رودخانه از ارتفاعات قلاجه، سریوان و سراب گیلان‌غرب سرچشمه گرفته و با پیوستن این سرشاخه‌ها در غرب شهر گیلان‌غرب، رودخانه‌ی گیلان‌غرب شکل می‌گیرد که با مسیری شمال‌غربی جریان می‌یابد.

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر ساختمانی، ساده و در زون چین‌های برگشته‌ی زاگرس چین‌خورده واقع شده است. میزان کوتاه‌شدگی در زاگرس شمال‌غربی۳ تا ۵ میلی‌متر در سال است (حسامی و همکاران، ۲۰۰۶: ۱۴۳). وضعیّت ساختاری منطقه با مدل دگرفشارشی مطابقت دارد و با الگوی زون‌های برشی راست‌گرد توجیه می‌شود. راندگی گیلان‌غرب، اساسی‌ترین گسل منطقه است که روند آن N60W و دارای مؤلّفه‌ی راندگی و حرکات راستا لغز راست‌بر است. شیب این گسل ۷۵–۶۵ درجه به‌سوی شمال‌شرقی است (مهندسان مشاور آب نیرو، ۱۳۷۰: ۳۰). حرکات امتداد لغز راست‌بر راندگی‌ها، نشان‌دهنده‌ی تکتونیک فعّال در این منطقه است و این راندگی بر اساس مطالعات مقصودی و همکاران (۱۳۸۷)، باقری (۱۳۸۷) و قصی اویلی (۱۳۷۶) فعّال است. آثار فازهای بالاآمدگی دوران کواترنر به‌صورت پادگانه‌ها و مخروط‌افکنه‌ها در امتداد راندگی گیلان‌غرب و همچنین شواهد ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان‌غرب قابل شناسایی هستند. منطقه‌ی مطالعاتی از نظر لیتولوژی از سازندهای گورپی، پابده، آسماری، آغاجاری و نهشته‌های کواترنری تشکیل شده است (شکل شماره‌ی ۲).



شکل ۲. نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد مطالعه

مواد روش‌ها

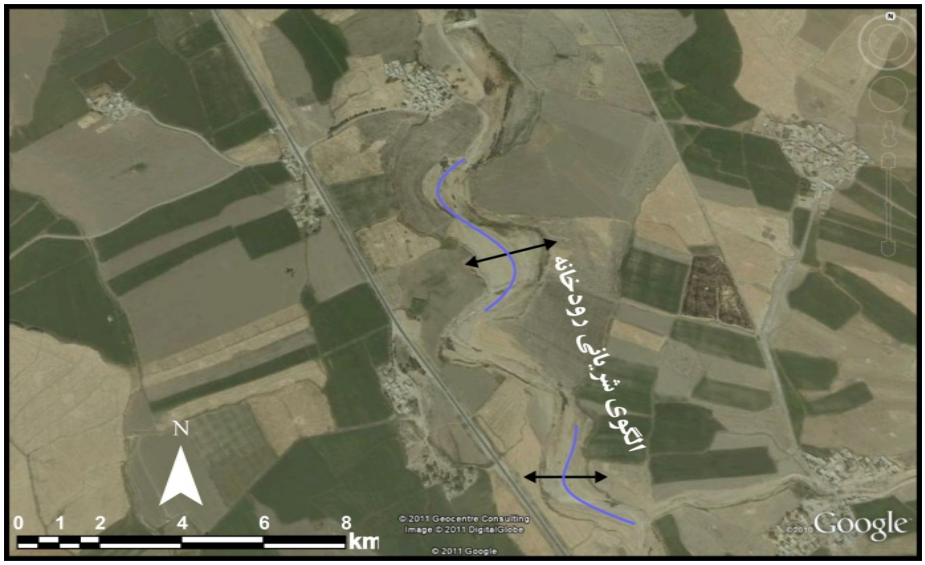
این مطالعه پژوهشی بنیادی ـ کاربردی است که در آن برای بررسی آثار نوزمین‌ساخت بر تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان‌غرب، از روش‌های کتابخانه‌ای، تاریخی، شاخص‌های ژئومورفیک، شواهد ژئومورفولوژیکی و بازدیدهای میدانی استفاده شده است. ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار گوگل ارث، بازه‌ی مورد نظر انتخاب شد. سپس در چند نوبت از منطقه بازدیدهای میدانی صورت گرفت و داده‌های موجود کنترل شدند و تصویربرداری از شواهد ژئومورفیک انجام شد. در ادامه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ایِ منطقه، برای بررسی تغییرات مسیر رودخانه‌ها در سه دوره‌ی زمانی، جمع‌آوری شده است و عکس‌های هوایی اسکن شده در نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از نقاط ثابت زمین مرجع شد. سپس با وارد کردن عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ی به محیط نرم‌افزاری Arc GIS، مسیر رودخانه‌ی گیلان‌غرب در سه بازه‌ی زمانی مورد پژوهش رقومی شد. روش کار، مقایسه‌ی تغییرات انجام گرفته در جابه‌جایی بستر طیّ سه دوره‌ی زمانی است. در ادامه با محاسبه‌ی شاخص‌های ژئومورفیک SL و S، میزان فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی منطقه تعیین شد. درنهایت با تجزیه و تحلیل مقادیر به‌دست آمده از شاخص‌های ژئومورفیک، شواهد ژئومورفولوژیکی و مقایسه‌ی تغییرات انجام گرفته در بستر رودخانه و همچنین تعداد مئاندرها و طول رودخانه در سه دوره‌ی زمانی، شیوه و میزان تغییرات رخداده با در نظر گرفتن نقش نوزمین‌ساخت، مورد تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰۰، زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، عکس‌های هوایی، ۱/۲۰۰۰۰سال (۱۳۴۴)، تصاویر TM سال ۱۳۶۵ و تصاویر IRS (۲۰۰۲)، به‌عنوان داده‌های اصلی پژوهش و از نرم‌افزارهای Arc GIS، Corel x4 و GPS، به‌عنوان ابزار پژوهش استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

رودخانه‌ی گیلان‌غرب

بر اساس تقسیم‌بندی شوم (۱۹۸۱) بازه‌ی مورد مطالعه در رودخانه‌ی گیلان‌غرب از نوع رودخانه‌های دارای بار مخلـوط و طرح نوع (۳ ب)؛ یعنی بسترهایی با طرح مئاندری و سینوسی شـکلی اسـت و پهنـای رود در بخشـی کـه رودخانـه پـیچ می‌خورد عریض‌تر می‌شود. الگوی رودخانه از نوع مئاندری است. در بعضی از قسمت‌های مسیر به‌ویژه در پـیچ مئانـدرها، به‌دلیل پهن‌شدگی، مئاندرها تحت تأثیر حرکات نوزمین‌ساخت الگوی شـریانی بـا مسـیرهـای کوتـاه در رودخانـه شـکل می‌گیرد (شکل‌های شماره‌ی ۳ و ۴).

شکل ۳. الگوی پیچانرودی در رودخانه‌ی گیلان‌غرب (منبع: گوگل ارث)



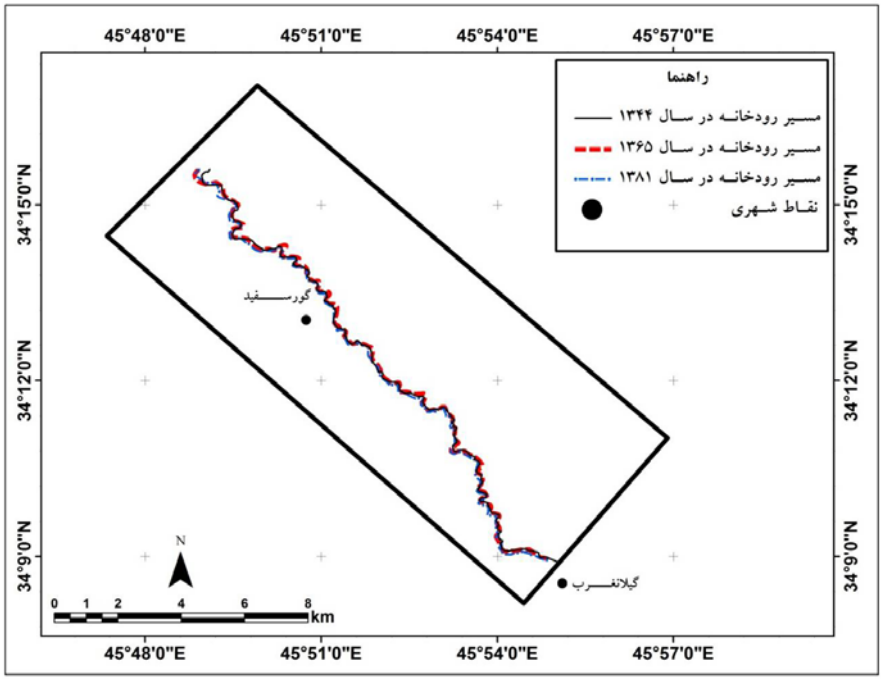
شکل ٤. الگوی شریانی در پیچ مئاندرهای رودخانه‌ی گیلان‌غرب (منبع: گوگل ارث)

تغییرات بستر رودخانه‌ی گیلان‌غرب

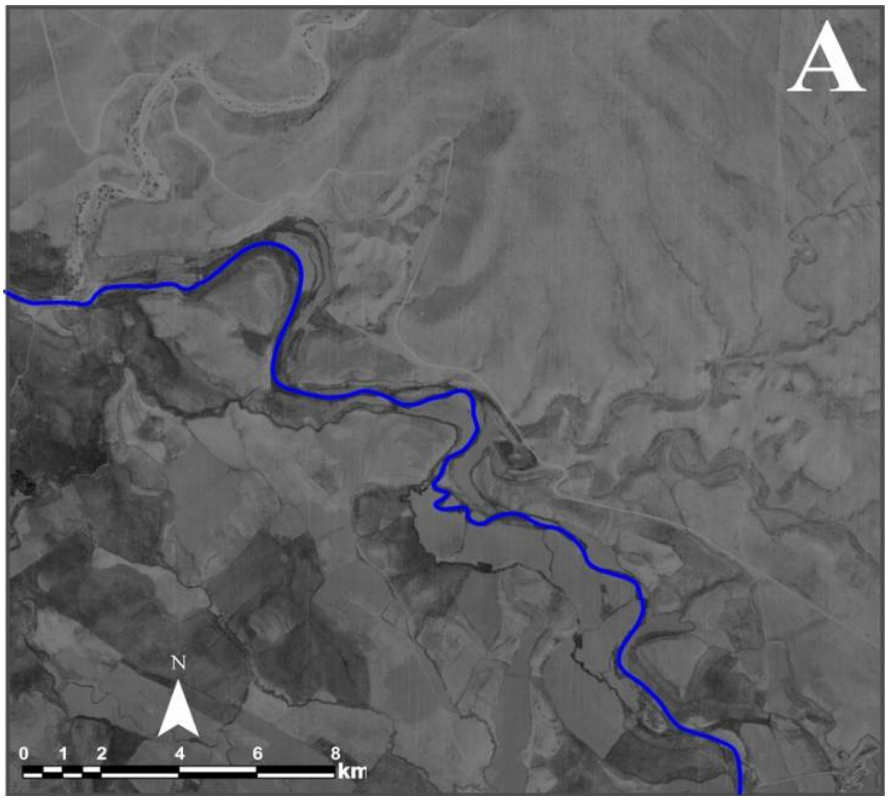
نتایج پردازش تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی در بازه‌ی مورد مطالعه از رودخانه‌ی گیلان‌غرب، نشان می‌دهد که بستر رودخانه در هر سه دوره تغییر کرده است (شکل شماره‌ی ۵). میزان تغییرات از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ بیشتر از تغییرات سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ است و این امر حاکی از فعّالیّت‌های بیشتر نوزمین‌ساخت در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ است. جدول شماره‌ی ۱ میزان حدّاکثر تغییرات بستر، تعداد مئاندرها و طول رودخانه را در هر سه بازه‌ی زمانی نشان می‌دهد. تغییرات طول رودخانه در این دوره ثابت نبوده و از سال ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ از میزان طول رودخانه کاسته شده و از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ بار دیگر افزایش یافته است. تعداد مئاندرهای رودخانه از ۶۴ عدد در سال ۱۳۴۴ به ۵۷ عدد در سال ۱۳۶۵ کاهش یافته و بار دیگر تعداد آنها تا سال ۱۳۸۱ به ۶۱ عدد افزایش یافته است. شکل شماره‌ی ۶ (الف و ب) حذف مئاندرها در سال‌های ۱۳۴۴ و ۱۳۸۱ را نشان می‌دهد. کاهش طول رودخانه موجب افزایش شیب رودخانه شده است، به‌همین دلیل رودخانه برای رسیدن به حالت تعادل خود، پیچ‌خورده و حالت مئاندری به‌خود گرفته است؛ به‌گونه‌ای که طول رودخانه از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱، به‌میزان ۳۴۰ متر افزایش یافته و چهار مئاندر از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ به رودخانه افزوده شده است. تغییر شیب بستر رودخانه به‌دلیل فعّالیّت‌های تکتونیکی، رابطه‌ی مستقیمی با پیچ و خم در مسیر رودخانه دارد. طرح‌های مئاندری در حال حفر بستر، می‌تواند یکی از نشانه‌های فرایش فعّال باشند (سلیمانی، ۱۳۷۷: ۱۴). تغییر شیب بستر رودخانه بر اثر فعّالیّت‌های تکتونیکی رابطه‌ای مستقیمی با میزان سینوزیتی رودخانه دارد، در نواحی دارای بالاآمدگی فعّال، افزایش شیب بستر موجب افزایش میزان مئاندری‌شدن رودخانه می‌شود و این مسأله با فرسایش در پهلوی بیرونی بستر و رسوب‌گذاری در پهلوی داخلی در مئاندر رودخانه شکل می‌گیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بازه‌های زمانی ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵، به‌دلیل کم شدن فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی منطقه، طول و تعداد مئاندرهای رودخانه کاهش یافته است؛ اما در سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۸، به‌دلیل کاهش طول رودخانه در دوره‌ی زمانی پیشین و شاید، شدّت‌گرفتن فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی، شیب بستر رودخانه افزایش یافته و این امر سبب افزایش سینوزیته رودخانه و درنتیجه افزایش تعداد مئاندرها در دوره‌ی مذکور شده است. میزان حدّاکثر جابه‌جایی رودخانه طیّ سه دوره‌ی زمانی در جدول شماره‌ی ۱ نشان داده شده است. حدّاکثر جابه‌جایی در دوره‌ی ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ حدود ۲۷ متر بوده که این میزان در دوره‌ی ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ به ۴۵ متر افزایش یافته است. این میزان نسبت به دوره‌ی پیشین ۱۸ متر جابه‌جایی را نشان می‌دهد. میزان حدّاکثر جابه‌جایی در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۸۱ نیز حدود ۷۳ متر بوده است. شکل شماره‌ی ۷ میزان جابه‌جایی رودخانه در یک خم مئاندر را در سه دوره‌ی زمانی نشان می‌دهد.

جدول ۱. طول رودخانه، تعداد مئاندر و حدّاکثر جابه‌جایی طیّ سه بازه‌ی زمانی

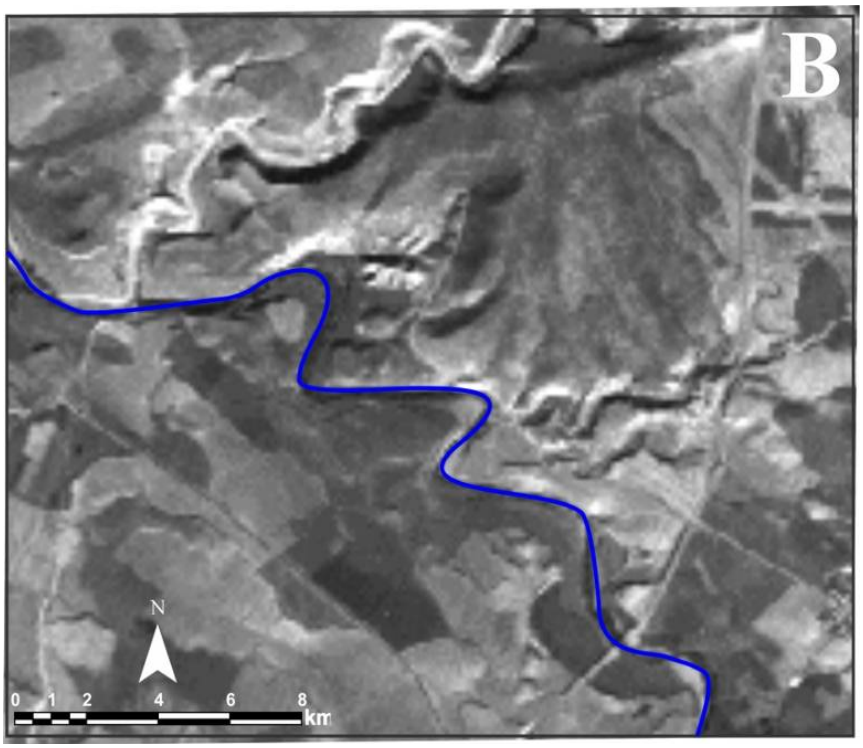
سال	طول رودخانه (کیلومتر)	تعداد مئاندر	دوره‌ی زمانی	حدّاکثر جابه‌جایی (متر)
۱۳۴۴	۲۱/۹۴۰	۶۴	۱۳۴۴-۱۳۶۵	۲۷
۱۳۶۵	۲۱/۵۳۰	۵۷	۱۳۶۵-۱۳۸۱	۴۵
۱۳۸۱	۲۱/۸۷۰	۶۱	۱۳۴۴-۱۳۸۱	۷۳



شکل ۵. تغییرات بستر رودخانه در سه دوره‌ی زمانی، ۱۳٤٤، ۱۳٦٥، ۱۳۸۱



شکل ٦. الف) مسیر رودخانه در سال ۱۳٤٤ و مئاندرهای متعدّد (عکس هوایی ۱/۲۰۰۰۰منطقه)



شکل ٦. ب) همان قسمت از مسیر رودخانه و حذف مئاندرها در سال ۱۳۸۱(تصویر IRS سال ۲۰۰۲)

شکل ۷ . جابه‌جایی بستر رودخانه‌ی گیلان‌غرب در سه دوره‌ی زمانی ۱۳٤٤، ۱۳٦٥و ۱۳۸۱

شاخص‌های ژئومورفیک

در بررسی فعّالیّت‌های تکتونیکی، شاخص‌های ژئومورفیک ابزار مفید و قابل اطمینانی هستند؛ زیرا با استفاده از آنها می‌توان مناطقی را که در گذشته فعّالیّت‌های پُرشتاب یا کند تکتونیکی را تجربه کرده‌اند، به‌سادگی شناسایی کرد (رامیرز و هرارر[1]، ۱۹۹۸: ۳۱۷). شاخص‌های ژئومورفیک به‌طور خاص برای مطالعات تکتونیک فعّال مورد استفاده قرار می‌گیرند (داگلاس و همکاران[2]، ۲۰۰۳: ۱۳). به‌دلیل حسّاس بودن رودخانه‌ها به فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی، شاخص‌های ژئومورفیک می‌توانند ابزار قابل اطمینانی برای بررسی تأثیر زمین‌ساخت بر سامانه‌های رودخانه‌ای باشند. در واقع شاخص‌های ژئومورفیک می‌توانند ناهنجاری‌ها را در یک سیستم رودخانه‌ای نشان دهند (همدونی و همکاران[3]، ۲۰۰۸: ۱۵۳).

شاخص پیچ و خم رودخانه‌ی اصلی (S)

این شاخص به‌صورت رابطه‌ی شماره‌ی ۱ تعریف می‌شود:

$$S = C/V$$ رابطه‌ی ۱)

که در این رابطه:

S : شاخص پیچ و خم رودخانه‌ی اصلی؛

C : طول رودخانه در بازه‌ی مورد بررسی؛

V : طول درّه‌ی رودخانه به خطّ مستقیم.

مقدار عددی این شاخص از تقسیم طول رودخانه در بازه‌ی مورد نظر بر طول درّه‌ی رودخانه ـ که به‌صورت یک خطّ مستقیم از ابتدا تا انتهای بازه‌ی مورد نظر کشیده می‌شود ـ به‌دست می‌آید. هرچه مقادیر عددی به‌دست آمده از این محاسبه بیشتر باشد، نشان‌دهنده‌ی نزدیک‌شدن رودخانه به‌حالت تعادل، کمّی یا توقّف فعّالیّت‌های تکتونیکی در منطقه است و هرچه میزان آن کمتر باشد، نشان‌دهنده‌ی فعّال‌بودن تکتونیک در منطقه است. مقادیر به‌دست آمده از این شاخص نشان می‌دهد که رودخانه‌های منطقه هنوز به‌حالت تعادل نرسیده‌اند و فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی در منطقه شدید است (جدول شماره‌ی ۲).

جدول ۲. مقادیر شاخص S در هر سه دوره‌ی زمانی در منطقه‌ی مورد مطالعه

سال	C(Km)	V(Km)	S
۱۳۴۴	۲۱/۹۴۰	۱۶/۴۲۰	۱/۳۳
۱۳۶۵	۲۱/۵۳۰	۱۶/۳۱۰	۱/۳۲
۱۳۸۱	۲۱/۸۷۰	۱۶/۳۸۰	۱/۳۳

1. Ramirrez – Herrera
2. Duglas et al.
3. Hamdouni et al.

شاخص گرادیان طول رودخانه (SL)

این شاخص از رابطه‌ی شماره‌ی ۲ به‌دست می‌آید:

رابطه‌ی ۲) $SL = (\Delta H / \Delta L).L$

در این رابطه:

SL : شاخص گرادیان رودخانه؛

ΔF : اختلاف ارتفاع در یک مقطع مشخّص؛

ΔL : فاصله‌ی افقی در آن مقطع مشخّص؛

L : طول رودخانه از نقطه‌ی مرکزی مقطع اندازه‌گیری شده تا سرچشمه‌ی رودخانه.

شاخص SL به تغییرات شیب رودخانه بسیار حسّاس است. از این رو، برآورد میزان فعّالیّت نوزمین ساختی با این شاخص امکان‌پذیر است. میزان SL در مناطق فعّال تکتونیکی زیاد است (کلر و پنتیر، ۱۹۹۶: ۱۳۰)[1].

جدول ۳. مقادیر شاخص (SI) در هر سه دوره‌ی زمانی در منطقه‌ی مورد مطالعه

سال	ارتفاع (m)	نقطه‌ی میانی				SI
۱۳۴۴	۶۱۰ –۷۹۰	۷۰۰	۱۸۰	۱۶/۴۲۰	۲۱/۹۴۰	۲۴۰/۵۱
۱۳۶۵	۶۰۰–۷۹۰	۶۹۵	۱۹۰	۱۶/۳۱۰	۲۱/۵۳۰	۲۵۰/۸
۱۳۸۱	۶۰۰–۷۹۰	۶۹۵	۱۹۰	۱۶/۳۸۰	۲۱/۸۷۰	۲۵۳/۶۸

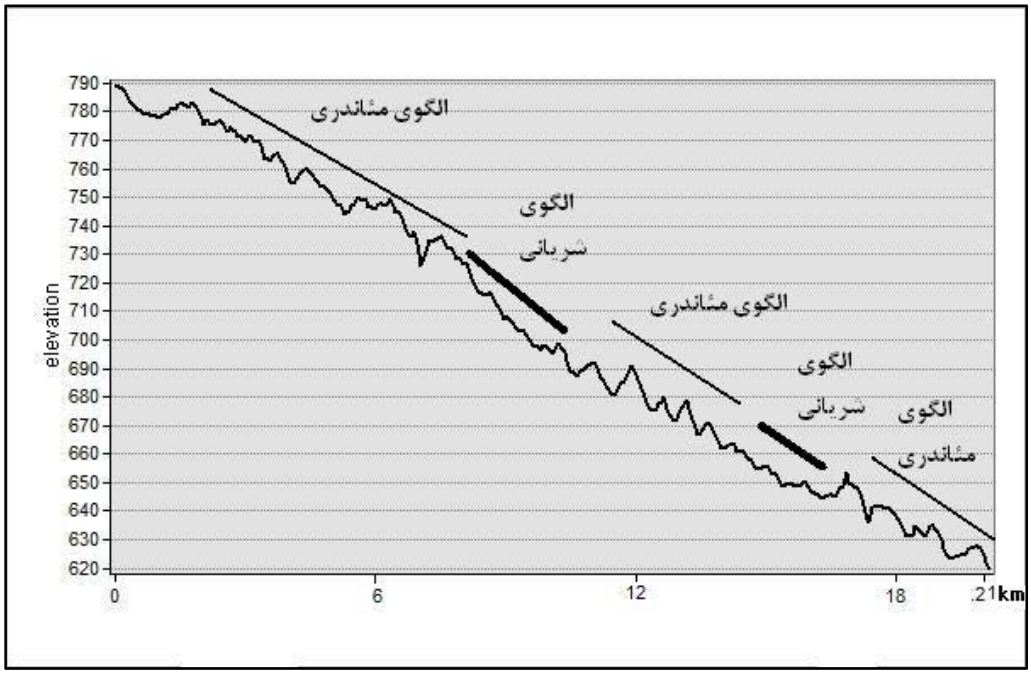
مقادیر SL در جدول شماره‌ی ۳ نشان‌دهنده‌ی بالاآمدگی و فعّالیّت‌های شدید نئوتکتونیکی در منطقه است. براساس مطالعات همدونی و همکاران (۲۰۰۸: ۱۶۸) میزان آنومالی شدید در این سه نیمرخ، نشان‌دهنده‌ی فعّالیّت‌های شدید نئوتکتونیکی در این قسمت از حوضه است. این فعّالیّت‌ها تأثیر راندگی گیلان‌غرب و ادامه‌ی حرکات نوزمین‌ساختی فعّال در منطقه و نیز، تأثیر آن بر سامانه‌ی رودخانه‌ای منطقه را نشان می‌دهد.

بررسی نیمرخ طولی رودخانه

برای رسم نیمرخ طولی بستر رودخانه از مدل رقومی ارتفاع (DEM) استفاده شد. بررسی نیمرخ رودخانه نشان می‌دهد که رودخانه نیمرخ محدّب داشته که حاکی از فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی و بالاآمدگی منطقه است. نیمرخ طولی بستر رودخانه‌های با دبی کم بر اثر عملکرد فرایش فعّال، تحدّب شدیدی پیدا می‌کنند (سلیمان، ۱۳۷۷: ۱۶). نیمرخ طولی رودخانه‌ی گیلان‌غرب شیب کمابیش یکنواخت و زیادی دارد؛ در قسمت‌هایی که شیب رودخانه کمتر است، رودخانه الگوی مئاندری (شکل شماره‌ی ۸) و در قسمت‌هایی که شیب رودخانه بیشتر می‌شود، رودخانه الگوی شریانی دارد (شکل

1. Keller and Pinter

شماره‌ی ۸). به نظر یمانی (۱۳۸۱) الگوی شریانی، در مناطق نیمه‌کوهستانی، کوهپایه‌ای و روی مخروط‌افکنه‌های جوان با شیب به‌نسبت زیاد شکل می‌گیرد.

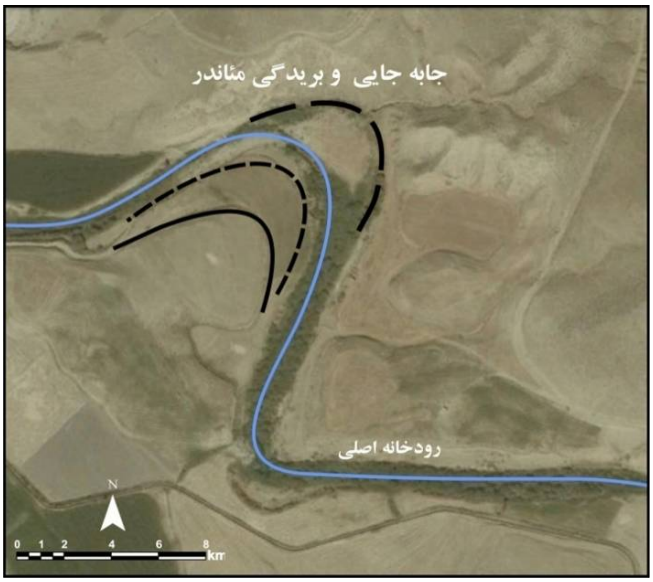


شکل ۸ . نیمرخ طولی بستر رودخانه‌ی گیلان‌غرب

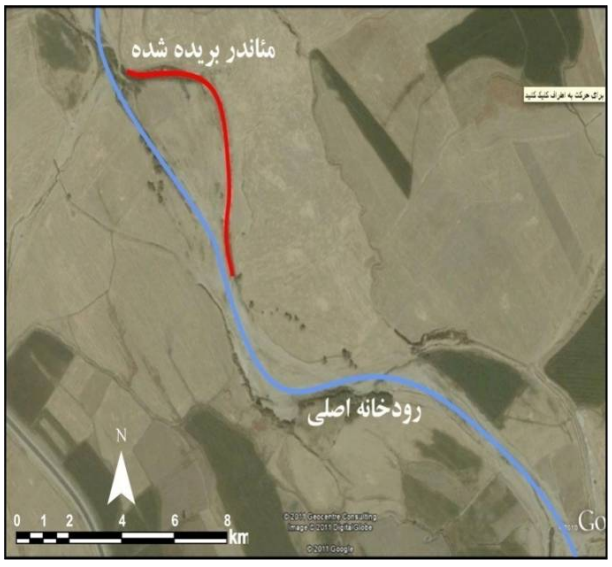
شواهد ژئومورفولوژیکی حاصل از نوزمین‌ساخت

بسیاری از لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی در مقابل حرکات تکتونیکی فعّال بسیار حسّاس هستند و همزمان با آن تغییر می‌کنند (مددی و همکاران، ۱۳۸۳: ۱۲۴). شبکه‌ی آبراهه‌ها راهنمای خوبی برای شناسایی ویژگی‌های شبکه‌ی زهکشی در گذشته است و امکان بازسازی تغییر شکل‌های مختلف اتّفاقی را بر اثر حرکات تکتونیکی فراهم می‌کند (ریبولینی و پاگنولو، ۲۰۰۷: ۲). با بررسی سیستم شبکه‌های زهکشی، می‌توان عملکرد نوزمین‌ساخت فعّال هر منطقه را ارزیابی و شواهد ژئومورفولوژیکی این تغییرات را مشخّص کرد. به‌هم‌خوردن تعادل رودخانه‌ها بر اثر فعّالیّت‌های نوزمین‌ساخت، موجب تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها می‌شود. ازجمله شواهد ژئومورفولوژیکی تأثیر نوزمین‌ساخت بر رودخانه‌ی گیلان‌غرب، می‌توان به تغییرات زیاد نیمرخ طولی بستر رودخانه در مسیر رودخانه (شکل شماره‌ی ۸)، ایجاد پادگانه‌ها در دشت سیلابی و جوان‌شدگی رودخانه، مئاندرهای پهن‌شده، دیوارهای بستری مرتفع و قائم (شکل شماره‌ی ۹ الف)، وجود سه پادگانه مطبق (شکل شماره‌ی ۹ ب)، تغییر میزان عمق و پهنای بستر در مسیر رودخانه، بریدگی مئاندرها و جابه‌جایی مئاندرها (شکل شماره‌ی ۱۰ الف و ب) اشاره کرد.

شکل ۹. الف) سه پادگانه مطبق مسلّط به بستر رودخانه؛ ب) پادگانه مرتفع با دیواره‌ی قائم مسلّط بر بستر رودخانه



شکل ۱۰. الف) بریدگی مئاندر و ایجاد مئاندر متروک



شکل ۱۰. ب) جابه‌جایی مئاندر و بریدگی مئاندر و ایجاد مئاندر متروک

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که طیّ سه دوره‌ی زمانی مورد بررسی، تغییرات زیادی در جابه‌جایی بستر و ژئومورفولوژی بستر رودخانه‌ی گیلان‌غرب روی داده است. الگوی رودخانه از نوع مئاندری با پادگانه‌های مرتفع و قائم است، اما در مناطق پُرشیب الگوی شریانی دارد. در این مدّت طول رودخانه و تعداد مئاندرها در هر سه دوره‌ی زمانی تغییر کرده‌اند. طول رودخانه به‌ترتیب در سال‌های ۱۳۴۴، ۱۳۶۵ و ۱۳۸۱ برابر با ۲۱/۹۴۰، ۲۱/۸۷۰، ۲۱/۵۳۰ متر بوده است؛ به این معنی که در دوره‌ی زمانی ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ طول آن کاهش و در دوره‌ی ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ افزایش یافته است. تعداد مئاندرها در سال‌های ۱۳۴۴، ۱۳۶۵ و ۱۳۸۱ به‌ترتیب ۶۴، ۵۷ و ۶۱ عدد بوده است. میزان حدّاکثر جابه‌جایی در سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ حدود ۲۷ متر، در سال‌های ۱۳۶۵ تا۱۳۸۱ در حدود ۴۵ متر و در سال‌های ۱۳۴۴ تا۱۳۸۱ حدود ۷۳ متر بوده است که این امر نشان‌دهنده‌ی تأثیر فعّالیّت‌های نوزمین‌ساخت در جابه‌جایی بستر و تغییرات ژئومورفولوژی بستر رودخانه است. مقادیر به‌دست آمده از شاخص‌های ژئومورفیک S و SL در سه دوره‌ی زمانی، فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی شدید در منطقه را نشان می‌دهد. بررسی نیمرخ طولی رودخانه نشان‌دهنده‌ی حالت تحدّب آن و بالاآمدگی فعّال منطقه در اثر ادامه‌ی حرکات نوزمین‌ساخت است. در جاهای که شیب نیمرخ کمتر است، الگوی رودخانه مئاندری و در قسمت‌های پُرشیب، الگوی شریانی شکل گرفته است. بررسی میدانی شواهد ژئومورفولوژیکی و همچنین بررسی تاریخی این شواهد با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، تأثیرات شدید نوزمین‌ساخت در ژئومورفولوژی رودخانه‌ی گیلان‌غرب را تأیید می‌کند. ازجمله این شواهد می‌توان به تغییرات بستر، بریدگی و قطع شدگی مئاندرها، جابه‌جایی مئاندرها، پهن‌شدگی مئاندر، دیوارهای بستری مرتفع و قائم و پادگانه‌های جوان تشکیل شده در دشت سیلابی اشاره کرد. با بررسی‌های انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که طیّ دوره‌ی زمانی ۳۷ ساله، نوزمین‌ساخت عامل اصلی تغییرات رودخانه‌ی گیلان‌غرب بوده است و میزان تغییرات رخداده در رودخانه در سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۱ شدیدتر از سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۶۵ بوده است و دلیل این امر شدّت فعّالیّت‌های نوزمین‌ساختی در این دوره بوده که با تغییرات و جابه‌جایی بیشتر بستر، تعداد مئاندرها، طول رودخانه و میزان حدّاکثر جابه‌جایی رخ داده در این دوره و همچنین مقادیر کمّی شاخص‌های ژئومورفیک تأیید می‌شود. در واقع با توجّه به بررسی‌های انجام گرفته می‌توان گفت که نوزمین‌ساخت نقش اساسی در تغییرات بستر و ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی رودخانه‌ی گیلان‌غرب دارد و این رودخانه تحت تأثیر حرکات زمین‌ساختی در امتداد راندگی گیلان‌غرب قرار دارد.

در انتها توصیه می‌شود که هنگام برنامه‌ریزی‌های عمرانی، شامل پروژه‌های کشاورزی، احداث سازه‌های آبی همچون پل، بند و شبکه‌های آبیاری و همچنین ساخت‌وساز سکونتگاه‌های انسانی در اطراف بستر این رودخانه، این نکته در نظر گرفته شود که تغییرات بستر رودخانه‌ی گیلان‌غرب امری واضح و غیرقابل کنترل است. این تغییرات در بازه‌ی خاصّی از حریم رودخانه ایجاد می‌شوند و برای جلوگیری از پیامدهای خسارت‌بار آن، باید از فعّالیّت‌های عمرانی در حریم رودخانه‌ی گیلان‌غرب خودداری کرد.

منابع

Armed Forces Geographical Organization**, Photo Shoot with Approximate Scale 1:20000, (1965).**

Armed Forces Geographical Organization**, Satellite Imagery Sensor IRS, (2002) and Landsat(1986).**

Armed Forces Geographical Organization, **Topography Map 1:50000 Gilanegharb.**

Bagheri saidshokri, S., 2009, **Investigation of Tectonic Role in Generate and Evolution of Ghalahah's Landforms at the Kerman shah Province**, Ms.c Thesis, University of Tehran.

Chich, C., Shanchen, W., Wu, L., Lin, C., 2006, **Active Deformation Front Delineated by Drainage Pattern Analaysis and Vertical Movementrates, Soathwestern Costal Plain Taiwan,** Journal of Asian Earth Sciences, Vol. 47, PP. 89-109.

DOE West Regional Water Authority, 1993, **Geological Studies and Seismic Geology and Seismicity of the Region of Gilaneghareb,** Energy Water Consulting Engineers, PP.1-341.

Duglas, W., Burbank, R., Anderson, S., 2003, **Tectonic Geomorphology**, Blackwell Science, Ltd.

El Hamdouni, R., Iriggaray, C., Fernández, T., Chacón, J., Keller, E.A., 2008, **Assessment of Relative Active Tectonics, Southwest Border of the Sierra Nevada (Southern Spain),** Geomorphology, Vol. 96, No. 1-2, PP. 150-173.

Ghomi Oili, J., 1996, **Litostratigraphy Study and Survey of Karstification in Carbonate Outcrops at Noa-Ghalajeh Region in west og Kermanshah Province**, Ms.c Thesis, University of Tehran.

Guccione, M. J., Mueller, K., Champion, J., Shepherd, S., Carlson, S.D., Odhiambo, B., Tate, A., 2001, **Stream Response to Repeated Coseismic Folding, Tiptonville Dome, New Madrid Seismic Zone,** Geomorphology, Vol. 43, PP. 313-349.

Hessami, KH., Nilfoyoushan, F., Tablot, C.J., 2006, **Active Deformation within the Zagros Mountains Deduced GPS Measurements,** Geological Society, Vol. 163, PP. 143-148.

Keller, E.A., Pinter, N., 1996, **Active Tectonics**, Prentice Hall Publisher, New Jersey.

Maddi, A., Rezai Moghedm, M., Rajai, A., 2002, **Anylise of Neotectonic Activities Using Geomorphologic Methiods in Northwest's Slope of Talesh (Baghrodagh)**, Geography Research, Vol. 48, PP.43-61.

Maghsoudi, M., Bagheri Saidshokri, S., Davudi, M., 2012, **Analysis of Drifst by making use of Indices and Geomorphic Evidence: Case Study of Gilangharb,** Geography and Development Iranian Journal, Vol. 21, PP.157-188.

Maghsoudi, M., Kamrani, H., 2008, **Evaluation Effect of Tectonic Activity in Regulation Rivers Channel Case Study: Tajan River**, Physical Geography Research Quarterly, Vol. 66, PP. 37-55.

Maghsoudi, M., Sharafi, S., Maghami, Y., 2010, **Process of Changes in Morphologic Pattern of Khorramabad's River Using GIS, RS, Auto Cad**, Human Sciences MODARES, Vol.48. PP. 275-294.

Mokhtari, D., 2006, **The Use of Morphometric Indices for Tectonic Activities Assessment Case study: Northern Misho Fault (Northwest of Iran),** Geosciences Scientific Quarterly Journal, Vol. 59, PP. 70-83.

Ramirez, M., Herrera, T., 1998, **Geomorphic Assessment of Active Tectonics in the Acambay Graban, Mexican Volcanin Belt,** Earth Surface Process and Land Froms, Vol. 23, PP. 317-322.

Rangrazan, K., Salahi, B., Salhashori, B., 2008, **Survey of Down Region Changes of Karkhe dam before and after of Building Using Multi Time Satellite's Images of Landsat,** First Conference of Iran Geomatic Tehran.

Ribolin, A., Pagnolo, M., 2007, **Drainage Network Geometry versus Tectonics inthe Argentera Massif (French-Italian Alps),** Geomorphology, Vol. 93, No. 3-4, PP. 253-266.

Schumm, S.A., Dumont, J.F., Holbrook, J.M., 2002, **Active Tectonics and Alluvial Rivers,** Cambridge University Press.

Shahbazi, Sabreh, 2009, **Analyze Gharesu Riverbed Unstable and its Effects on Kermanshah Urban Development,** Ms.c Thesis, University of Tehran.

Solaymani, SH., 1998, **Guidance for Investigation of Recent and Active Tectonic Movements "With Reference to Preliminary Paleoseismology",** Publication of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, First Edition.

Virant, J., Sinha, R., 2003, **Response of Active Tectonics on the Alluvial Baghmati River, Himalayan Foreland Basin, Eastern India,** Geomorphology, Vol. 70, No. 3-4, PP. 339-356.

Yamani. M., Hosinzade, M., 2002, **Survey of Change in Talar's River Pattern in Mazandaran Coastal Plain**, Geography Research Quarterly, Vol.43, PP.109-122.

Youli, L., Jingchun, Y., Lihua, T., Fengjun, D, 1999, **Impact of Tectonics on Alluvial landforms in Hexi corridor, Northwest China,** Geomorphology, Vol. 28, No. 3-4, PP.299-308.