پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هشتم، شماره ۳، زمستان ۱۳۹۸
صص. ۲۵۸-۲۴۲

بررسی مورفوتکتونیک شرق رامسر، شمال ایران

المیرا مصدق‌زاده- دانشجوی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه خوارزمی تهران.
مریم ده‌بزرگی* - استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی تهران.
سعید حکیمی‌آسیابر- استادیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد واحد لاهیجان.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۱۰ تائید نهایی: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱

چکیده

در این پژوهش با استفاده از روش‌های نوین به تحقیق و مطالعه در رابطه با تاثیر زمین‌ساخت فعال بر نیم‌رخ طولی رود پرداخته شده است. بنابراین نیم‌رخ طولی رود با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) در محیط نرم‌افزارهای متلب و GIS به‌دست آمده و سپس مقادیر شاخص‌های شیب نرمال و تقعر رود در منطقه البرز مرکزی حدفاصل شهرهای چالوس تا رامسر و طالقان در امتداد هر رود محاسبه شده است. رودخانه‌های گستره مورد بررسی از نظر مقادیر شاخص شیب نرمال به ۴ رده بسیار بالا، بالا، متوسط و کم تقسیم شد. نتایج حاصل از این رده‌بندی نشان می‌دهد که گستره مورد بررسی دارای فعالیت زمین‌ساختی بسیار بالا و بالا است، به‌طوری‌که حاشیه غربی دریای خزر با شاخص شیب نرمال ۲۹۸ و بخش غربی مرکزی البرز در محدوده طالقان با شاخص شیب نرمال ۱۰۹ بیشترین و کمترین فعالیت زمین‌ساختی حوضه مورد مطالعه را دارا هستند. پس از بررسی تاثیرگسل‌های اصلی منطقه مانندگسل خزر، البرز، راندگی طالقان ، آذرک و سیاه‌بیشه مشخص گردید که فعالیت زمین‌ساختی اخیر ناشی از حرکات گسل‌های مزبور بر رودهای منطقه مورد مطالعه اثرگذار بوده است، به طوری‌که عموما در محل تقاطع گسل با رودخانه‌ها نیم‌رخ طولی رود دستخوش تغییرات محسوسی در گرادیان شیب می‌شود. هم‌چنین شواهد زمین‌ریختی حاصل از مشاهدات صحرایی اثبات‌کننده نتایج این مطالعه است.

واژگان کلیدی: مورفوتکتونیک ، گسل، نیک پوینت، حوضه آبریز، البرز مرکزی.

* نویسنده مسئول: E-mail: m_dehbozorgi@khu.ac.ir

مقدمه

"زمین‌ساخت فعال" مطالعه عوارض ایجاد شده به‌وسیله فرایندهای زمین‌ساختی و به کارگیری اصول ژئومورفیک در تحلیل مسائل زمین‌ساختی است (کلر و پینتر[۱]، ۱۹۹۹). در این مطالعه یکی از موضوعات اصلی در مباحث مورفوتکتونیک حوضه زهکشی و آنومالی پروفیل که مرتبط با حرکات زمین‌ساختی اخیر می‌باشد در نظر گرفته شده است (بوربنک و اندرسون[۲]، ۲۰۰۱) (بول[۳]، ۱۹۷۷). هدف اصلی مورفوتکتونیک استخراج اطلاعات مربوط به نرخ و الگوهای تغییر شکل فعال به‌طور مستقیم از توپوگرافی چشم‌انداز است. در مناطق فعال زمین‌ساختی، شبکه کانال سنگ بستر ارتباطات مهمی بین امتداد، ارتفاع و الگو در شبکه رودهای سنگ بستری دارد (هوارد[۴]، ۱۹۹۴) (ویپل و تاکر[۵]، ۱۹۹۹)؛ در نتیجه، تجزیه و تحلیل نیم‌رخ‌های طولی کانال‌ها یک راهبرد امیدوارکننده برای کشف این روابط است (هک[۶]، ۱۹۵۷)، و تحقیقات اخیر بر توصیف کمی از فرم‌ها و فرآیندهای بستر کانال متمرکز شده است (تینکلر و وول[۷]، ۱۹۹۸). در این مقاله تاثیر فعالیت زمین‌ساختی اخیر بر نیم‌رخ رودخانه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است، هم‌چنین نشان داده شده که تجزیه و تحلیل نیم‌رخ‌های جریان در شرایط بارگذاری غیر یکنواخت سنگ امکان ارزیابی مستقیم پارامترهای مدل را فراهم می‌کند (کلر و ویپل[۸]، ۲۰۰۱). برهمین اساس با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و MATLAB نیم‌رخ طولی رود استخراج شده و مطالعات بر روی تاثیر زمین‌ساخت ناشی از فعالیت گسل‌ها بر نیم‌رخ طولی رود صورت گرفته است.

زمین‌شناسی منطقه

کوه‌های البرز در شمال ایران منطقه‌ای از تغییر شکل فعال در ناحیه برخورد صفحات عربستان و اوراسیا است. این محدوده هم‌چنین یک نمونه عالی از تغییر شکل تجمعی هم‌زمان امتدادلغز و تغییر شکل فشاری است و به همین ترتیب می‌تواند یک آنالوگ برای راندگی‌ها و چین‌های غیرفعال باشد که به نظر می‌رسد یک جزء کوتاه‌شدگی مورب را شامل می‌شود (ونچز و نیکولاس[۱]، ۱۹۹۱). این رشته‌کوه نتیجه دو کوه‌زایی مهم است؛ یکی کوه‌زایی پرکامبرین (آسینتیک) که این دوره اساسا به‌وسیله دگرگونی که به هم‌پیوستگی و سخت شدن پی سنگ‌ها را در پرکامبرین منجر شده و نبودهای مهم چینه‌شناختی مربوط به قبل از دونین و قبل از پرمین که به جنبش‌های کوه‌زایی و یا ناآرامی‌های خشکی‌زایی به سن کالدونین یا هرسی‌نین نسبت داده شده مشخص می‌شود، دوم کوه‌زایی آلپی مربوط به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک است.

این رشته کوه با طول تقریبی ۶۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰ کیلومتر در امتداد سمت جنوبی دریای خزر قرار دارد (حکیمی آسیابر و همکاران، ۲۰۱۰).

منطقه مورد مطالعه بین عرض‌های جغرافیایی "۳۷'۴۶°۳۶ و "۲۷'۰۵°۳۶ شمالی و بین طول‌های جغرافیایی "۱۲'۳۹°۵۱ و "۴۸'۳۰°۵۰ شرقی و در دامنه شمالی البرز مرکزی قرار گرفته است. حاشیه شمالی البرز خطی معمولا شیب‌دار است. گسل‌های اصلی این منطقه شامل گسل شمال البرز، خزر و راندگی طالقان هستند.

---

۱. Keller and Pinter

۲. Burbank and Anderson

۳. Bull

۴. Howard

۵. Whipple and Tucker

۶. Hack

۷. Tinkler and Wohl

۸. Kirby and Whipple

از دید چینه‌شناسی و زمین‌ساختی، رشته‌کوه البرز به سه بخش شرقی، مرکزی و غربی بخش‌بندی می‌شود. البرز غربی از رودخانه آستاراچای تا دره سپیدرود، البرز مرکزی از دره سپیدرود تا دره فیروزکوه و رود تالار، و البرز شرقی از دره فیروزکوه تا گرگان‌رود و مرز خراسان کشیده شده است. البرز غربی بخش مهمی از کوه‌های تالش را در برمی‌گیرد. این کوه‌ها از گردنه حیران تا غرب شهرستان هشتپر کمابیش به خط راست به سمت جنوب سپس به سوی جنوب‌شرقی امتداد یافته و در جنوب شهرستان رشت به دره سپیدرود می‌پیوندد (آقانباتی، ۱۳۸۳) .گسل شمال البرز به صورت گسلی معکوس – رانده با شیبی به سمت جنوب شرقی تا جنوب غرب از علی‌آباد گرگان تا نزدیکی تنکابن گسترش داشته که از دو روند ساختاری شمال شرقی – جنوب غربی و شمال غربی – جنوب شرقی تشکیل شده است (شاه‌پسندزاده و همکاران، ۱۳۷۴). روند کلی این گسل به موازات گسل خزر می باشد و در ۱۰–۱۲ کیلومتری غرب چالوس به این گسل می‌پیوندد.

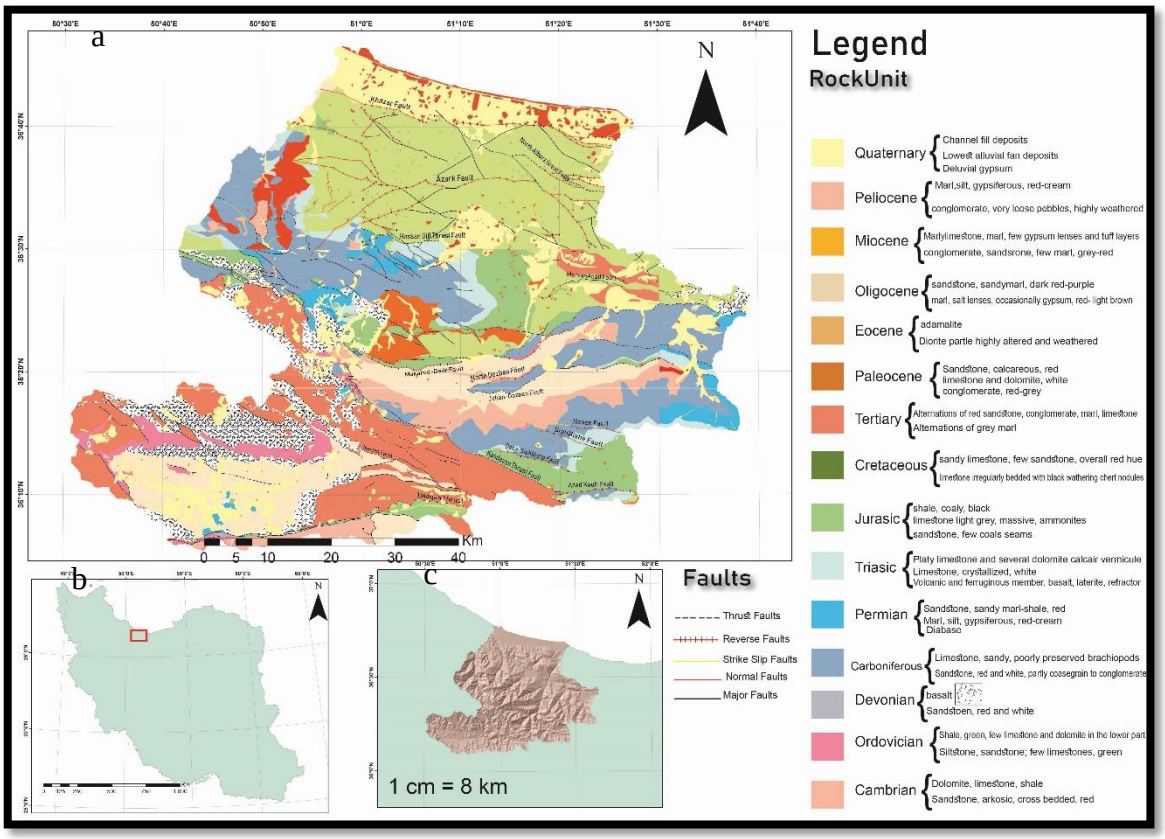
گسل خزر، واقع در یک مرز ساختاری در حاشیه جنوبی خزر با درازای بیش از ۶۰۰ کیلومتر است. این گسل با راستای شرقی – غربی، شیب به سوی جنوب و سازوکار فشاری، در شمال کوه‌های البرز و جنوب دشت کرانه‌ای مازندران قرار دارد. اختلاف ارتفاع شدید و ناگهانی میان دریای خزر (با ارتفاع نزدیک به ۲۸ متر زیر سطح دریاهای آزاد) و یال شمالی رشته کوه‌های البرز با ارتفاع نزدیک به ۲۰۰۰ متر، به سبب عملکرد گسل خزر است (بربریان[۱]، ۱۹۹۴). بررسی داده‌های لرزه‌خیزی نشان می‌دهد که جنبش این گسل سبب رویداد زمین‌لرزه‌های متعددی شده است و گسل خزر، گسلی لرزه‌زا محسوب می‌شود.

به عقیده برخی دانشمندان زمین‌لرزه ۱۱۲۷ میلادی در گستره فریم – چهاردانگه با بزرگای Ms = 6.8 حاصل فعالیت گسل شمال البرز بوده است (شاه‌پسندزاده و همکاران، ۱۳۷۴)، هم‌چنین گسل خزر نیز در حال حاضر به شدت فعال است و بسیاری از زمین‌لرزه‌های گیلان و مازندران در نتیجه فعالیت این گسل اتفاق می‌افتد (بربریان، ۱۹۹۴).زمین‌لرزه ۱۲ نوامبر ۸۷۴ میلادی گرگان با بزرگای Ms=6 و زمین‌لرزه ۱۴۳۶ میلادی گرگان با بزرگای Ms=5.3 و در نتیجه فعالیت این گسل رخ داده است (شاه‌پسندزاده و همکاران، ۱۳۷۴).

گسل طالقان در کرانه جنوبی دره طالقان در فاصله ۵۰ کیلومتری از تهران قرار دارد که به‌طور معمول به‌عنوان یک گسل فشارشی با شیب به سوی جنوب یاد می‌شود. این گسل با راستای تقریبی شرقی – غربی و طول تقریبی ۶۴ کیلومتر و شیب به سمت جنوب می‌باشد (نظری و فرانسوا، ۱۳۸۸) که یکی از بزرگ‌ترین عوامل تهدید لرزه‌ای برای شهرهای گستره تهران و کرج است؛ در سال ۱۴۲۸ میلادی زمین‌لرزه ویرانگری در طالقان روی داد.
براساس بررسی‌های انجام گرفته در فاصله زمانی پرکامبرین پیشین و پالئوزوئیک زیرین در البرز دو رخساره متفاوت دیده می‌شود؛ رخساره‌های کم‌عمق تبخیری، دولومیتی و آهکی کم‌عمق و رخساره رسوبات دراز گودال است که رسوبات آواری و تخریبی شدید، رسوباتی از نوع فلیش و آتشفشان‌های قلیایی و فوق قلیایی و حتی افیولیت را شامل می‌شود. واحدهای سنگی در پرکامبرین پسین البرز بیشتر کربنات‌های قاره‌ای مانند سازندهای بایندر و دولومیت سلطانیه و سایر واحدهای سنگی هستند. رسوبات آهکی میلا که از کامبرین میانی تا اردویسین زیرین در البرز گسترش دارند، شرایط دریای کم‌عمق و یک رخساره ابرقاره‌ای را نشـان می‌دهند. جنبش‌های زمین ساختی کالدونی که یک فاز خشکی‌زایی بوده و سبب بالا-آمدگی و بیرون‌زدگی و بیرون آمدن خزر جنوبی و نواحی البرز مرکزی از آب و در نتیجه نبود رسوب‌گذاری را در اردویسین بالایی – سیلورین و دونین زیرین سبب شده است. در فاصله زمانی سیلورین تا دونین بالایی البرز غربی و مرکزی همراه با زاگرس به صورت یک بلوک بالا آمده از البرز شرقی جدا شده است و در این فاصله زمانی در بخش وسیعی از البرز شرقی

[۱] . Berberian

و ایران مرکزی رسوب‌گذاری ممتدی صورت گرفته است و سازندهای نیور، پادها، بهرام و غیره به‌وجود آمده‌اند(افتخارنژاد، ۱۳۵۹) (شکل ۱).



شکل ۱ : a: نقشه زمین‌شناسی و ساختاری گستره مورد مطالعه؛ b: موقعیت منطقه مورد مطالعه روی نقشه ایران؛ c: نقشه رقومی ارتفاعی (Hillshade) منطقه مورد مطالعه در شمال البرز و جنوب دریاچه خزر (برگرفته از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ چالوس، شکران، مرزن آباد، بلده و رامسر، سازمان زمین‌شناسی کشور)

روش تحقیق:

در این مطالعه با استفاده از ترسیم نیم‌رخ طولی رودخانه و تعیین موقعیت رودشکن‌ها و تغییرات مکانی در اثر بالاآمدگی سنگ‌ها بر تقاطع پروفیل‌های سنگ بستر رودخانه در محدوده برش با استفاده از قدرت جریان به تغییرات تکتونیکی پرداخته شده است (هایاکاوا و اوگوچی[۱]، ۲۰۰۱)، هم‌چنین نشان داده شده است که چگونگی تجزیه و تحلیل پروفیل‌های جریان در شرایط بارگذاری سنگ غیر یکنواخت امکان ارزیابی مستقیم پارامترهای مدل را فراهم می‌کند (کلر و ویپل[۲]، ۲۰۰۱). برای تعیین محل رودشکن‌ها ابتدا شاخص طول – شیب اندازه‌گیری شده است سپس با استفاده از شیب‌های به‌دست آمده نرخ تغییر شیب و رودشکن‌ها مشخص گردیده‌اند. در مناطقی که در بخش کوتاهی از رود تغییر شیب زیادی وجود دارد، انتظار وجود یک رودشکن می‌رود. از آنجا که رابطه قوی بین شاخص تقعر رود (θ) و شاخص شیب نرمال (k_{sn}) وجود دارد، هرگونه تغییر یا عدم قطعیت در θ تعیین شده می‌تواند منجر به تغییرات زیاد در k_{sn} شود. برای خنثی کردن این رابطه و به‌دست آوردن مقیاس‌های قابل نمایش بیشتر بین منحنی رود حوضه‌های مختلف، از شاخص تساوی خلوص مرجع (θ_{ref})

۱. Hayakawa and Oguchi

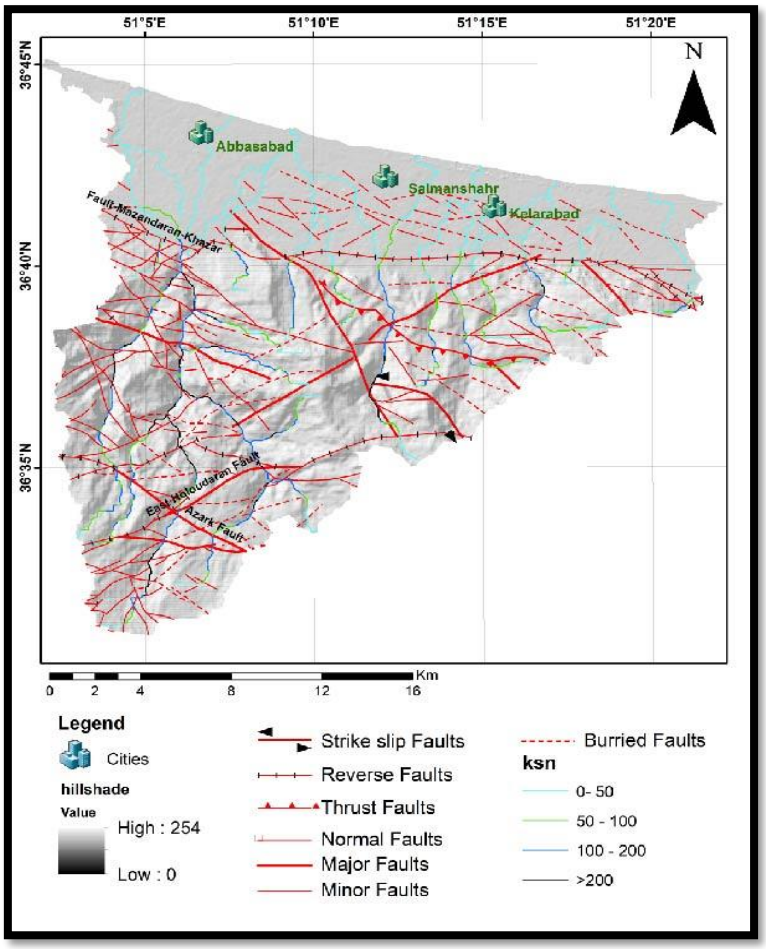
۲. Kirby and Whipple

استفاده می‌شود ($\theta_{ref} = 0.45$) که به‌طور منظم به عنوان متعادل کننده در مطالعات مشابه ژئومورفولوژی در نظرگرفته شده است (کلر و پینتر، ۲۰۰۲).

بنا به تعریف "قطعات گسلی" که به معنای تقسیم شدن یک گسل در امتداد طول به قطعات کوچک‌تر ناشی از برخورد سایر گسل‌ها به آن، تغییرات توپوگرافی و یا خم‌شدگی گسل می‌باشد، می‌تواند باعث تغییر در نوع زمین‌ساخت این قطعه از گسل نسبت به قطعات دیگر شود (سگال و پولارد[۱]، ۱۹۸۰). بنابراین مطالعه این بخش از گسل حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به گستردگی حوضه مورد مطالعه، این منطقه به شش زیر حوضه تقسیم شده است؛ که به توضیح تفصیلی هرکدام به‌صورت جداگانه پرداخته خواهد شد.

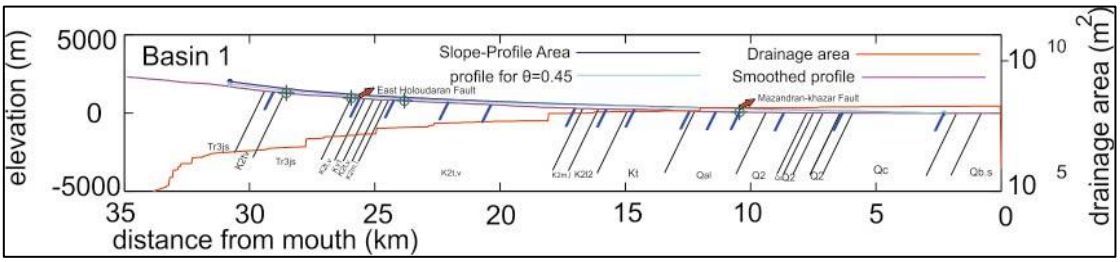
زیرحوضه ۱

این زیرحوضه با مساحتی بالغ بر ۴۰۳,۹۵ کیلومتر مربع در حاشیه مرکزی دریای خزر واقع شده است (شکل۲). میزان شاخص تقعر رودخانه در این حوضه با استفاده از روش فوق‌الذکر ۰,۴۵±۰,۰۶۹ محاسبه شده است. هم‌چنین متوسط شاخص شیب نرمال رودخانه ۱۶۸ بوده که مقدار دقیق آن در بخش‌های مختلف رودخانه رده‌بندی شده است(شکل۲). در این رابطه موقعیت رودشکن‌ها با گسل‌ها و مرزهای زمین‌شناسی، شاخص‌تقعر رود و شیب نرمال توسط نمودارهای مربوطه به‌طور دقیق مشخص گردیده است (نمودار ۱و۲).

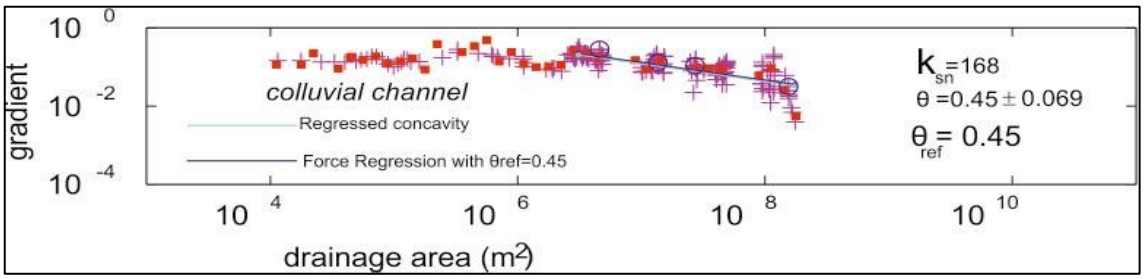


شکل ۲: نقشه رده‌بندی حوضه آبریز شماره ۱ براساس رتبه‌بندی شاخص شیب نرمال

۱. Segall and Polard



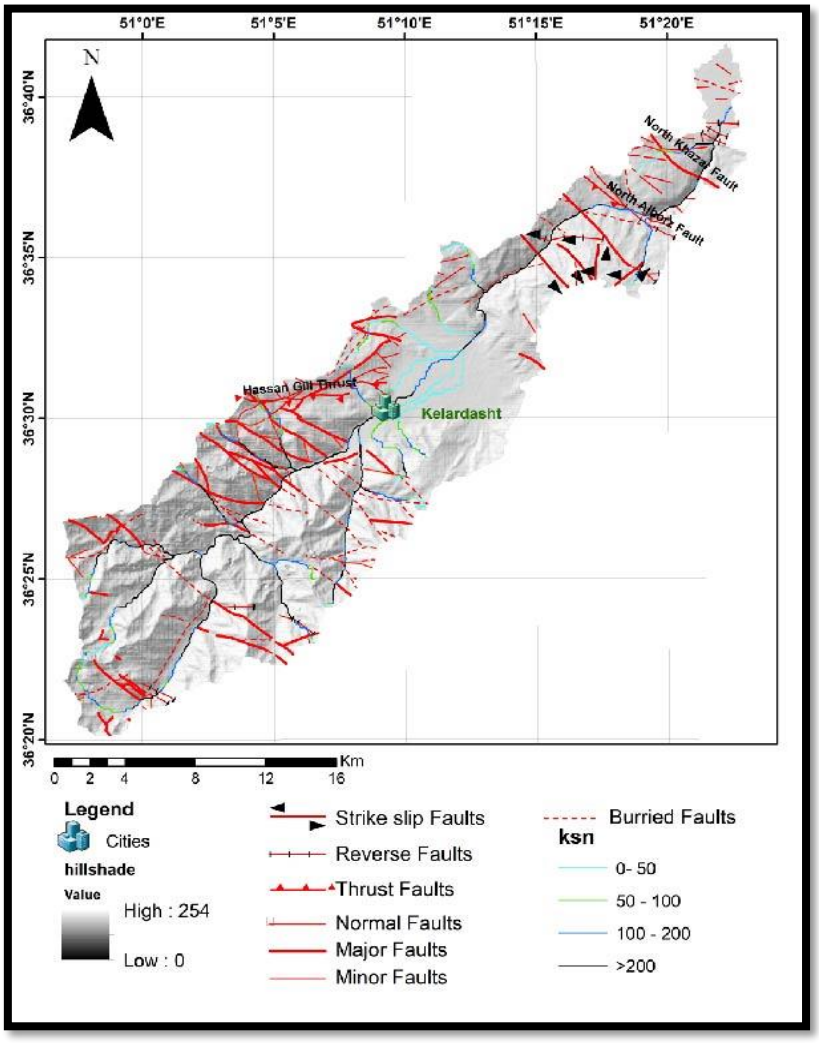
نمودار۱: نیم‌رخ طولی رودخانه در حوضه مورد مطالعه، موقعیت رودشکن‌ها، گسل‌ها، واحدهای سنگی و شاخص تقعر بر روی نمودار مشخص شده است.



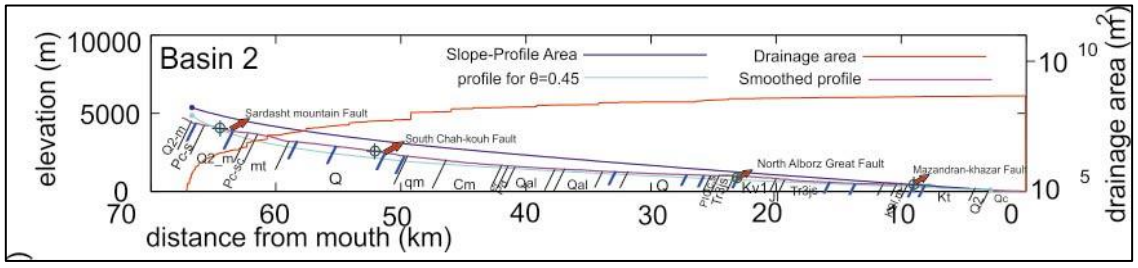
نمودار۲: شیب مرتبط منطقه و گرادیان رود با نیم‌رخ طولی آن در زیرحوضه ۱.

زیرحوضه ۲

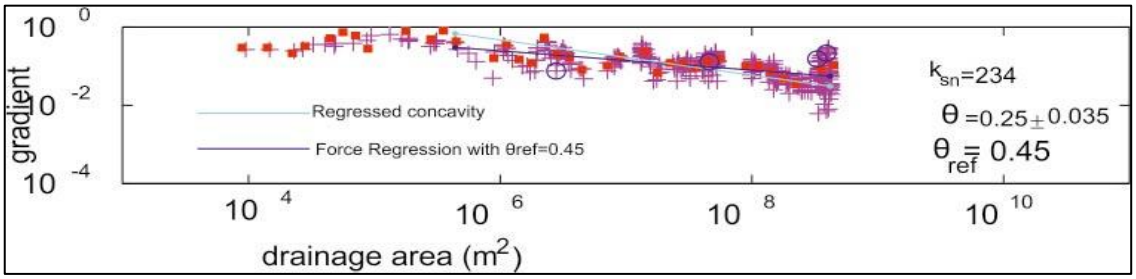
این زیرحوضه با مساحتی بالغ بر ۴۲۸٫۸۹ کیلومتر مربع در حاشیه مرکزی- شرقی دریای خزر و در مسیر رودخانه چالوس- کندوان واقع شده است(شکل۳). در این حوضه با استفاده از روش مزبور میزان شاخص تقعر رودخانه ۰٫۲۵±۰٫۰۳۵ محاسبه شده است، هم‌چنین شاخص شیب نرمال رودخانه ۲۳۴ محاسبه شده است که با توجه به شکل ۳ رده‌بندی شیب نرمال نیز صورت گرفته است. در این رابطه موقعیت رودشکن‌ها با گسل‌ها و مرزهای زمین‌شناسی، شاخص‌تقعر رود و شیب نرمال توسط نمودارهای مربوطه به‌طور دقیق مشخص گردیده است(نمودار ۳ و ۴).



شکل ۳: نقشه رده‌بندی حوضه آبریز شماره ۲ براساس رتبه‌بندی شاخص شیب نرمال



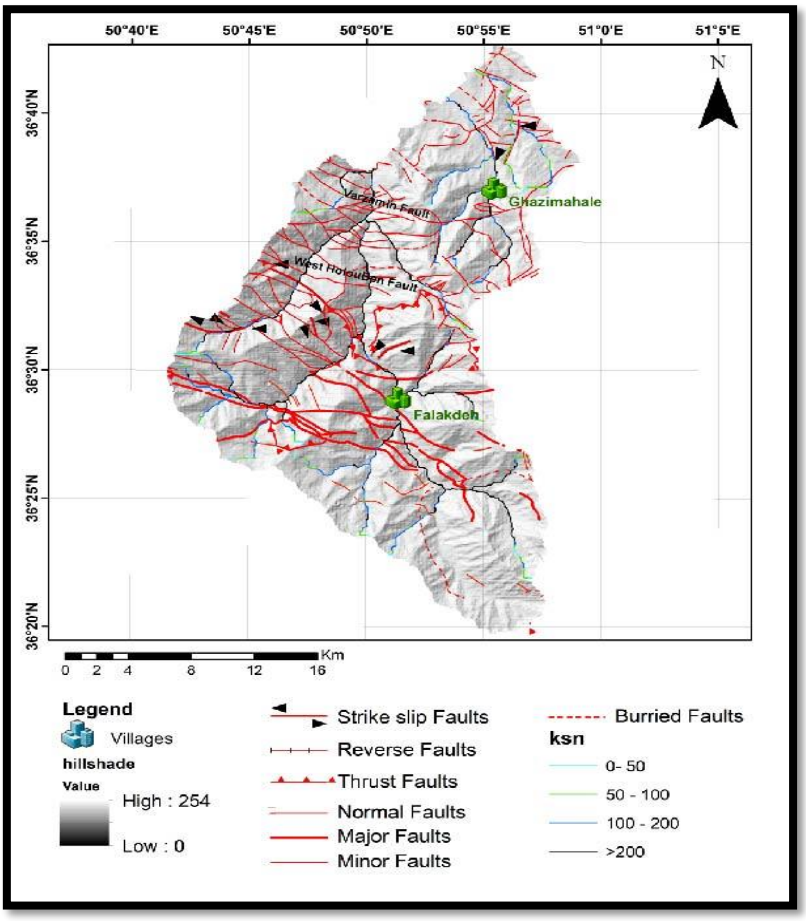
نمودار۳: نیم‌رخ طولی رودخانه در حوضه مورد مطالعه، موقعیت رودشکن‌ها، گسل‌ها، واحدهای سنگی و شاخص تقعر بر روی نمودار مشخص شده است.



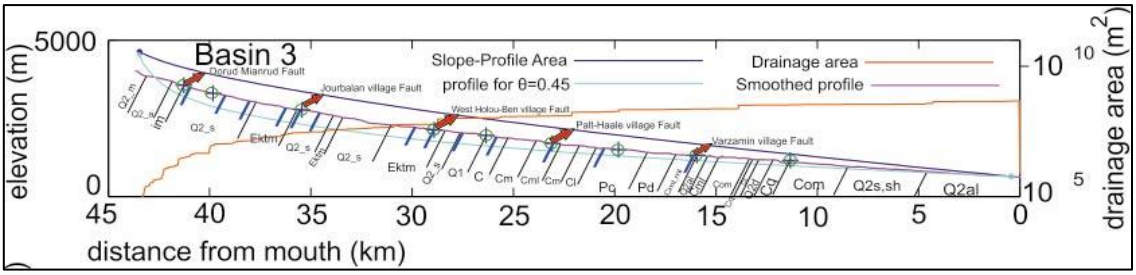
نمودار۴: شیب مرتبط منطقه و گرادیان رود با نیم‌رخ طولی آن در زیرحوضه۲.

زیرحوضه ۳

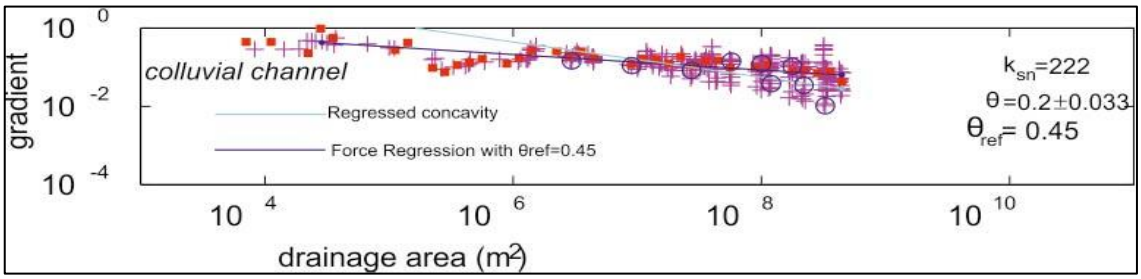
این زیرحوضه با مساحتی بالغ بر ۵۶۸٫۶۱ کیلومتر مربع در محدوده جنوب غربی شهر رامسر و جواهرده و در منطقه شکران واقع شده است(شکل۴). در این حوضه میزان شاخص تقعر رودخانه ۰٫۲±۰٫۰۳۳ محاسبه شده است و شاخص شیب نرمال رودخانه ۲۲۲ به‌دست آمده که رده‌بندی شیب نرمال نیز صورت گرفته است. در این رابطه موقعیت رودشکن‌ها با گسل‌ها و مرزهای زمین‌شناسی، شاخص تقعر رود و شیب نرمال توسط نمودارهای مربوطه به‌طور دقیق مشخص گردیده است(نمودار ۵ و ۶).



شکل ۴: نقشه رده‌بندی حوضه آبریز شماره ۳ براساس رتبه‌بندی شاخص شیب نرمال



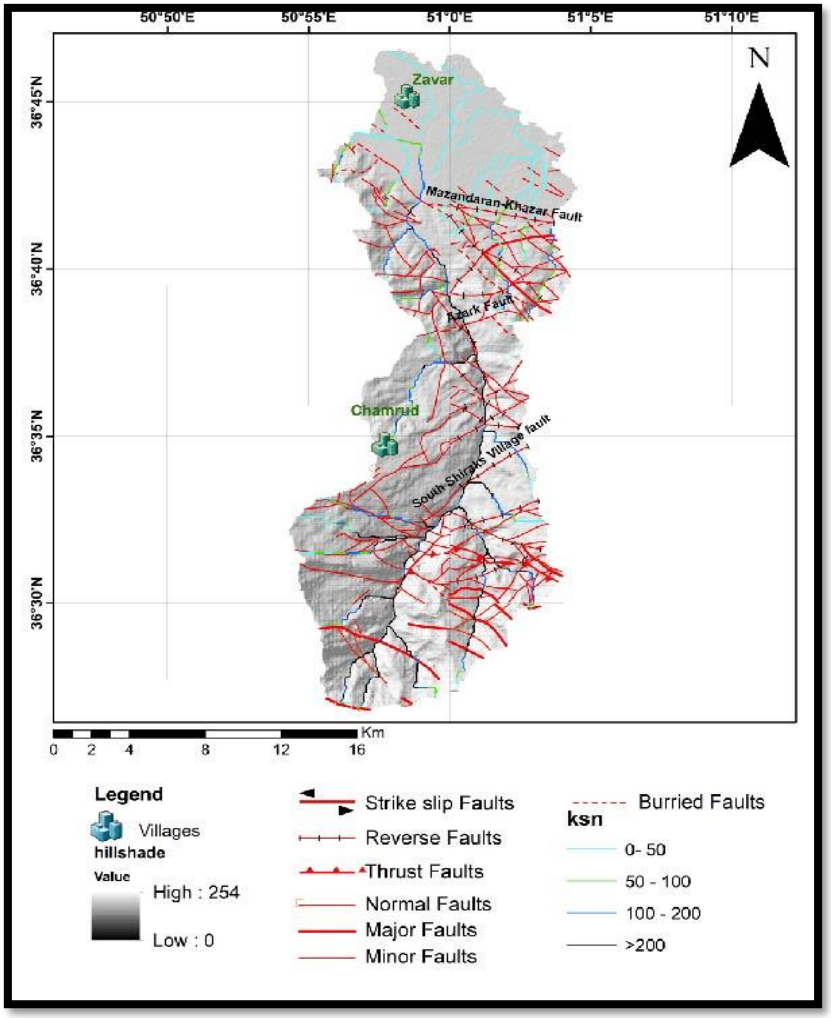
نمودار۵: نیم‌رخ طولی رودخانه در حوضه مورد مطالعه، موقعیت رودشکن‌ها، گسل‌ها، واحدهای سنگی و شاخص تقعر بر روی نمودار مشخص شده است.



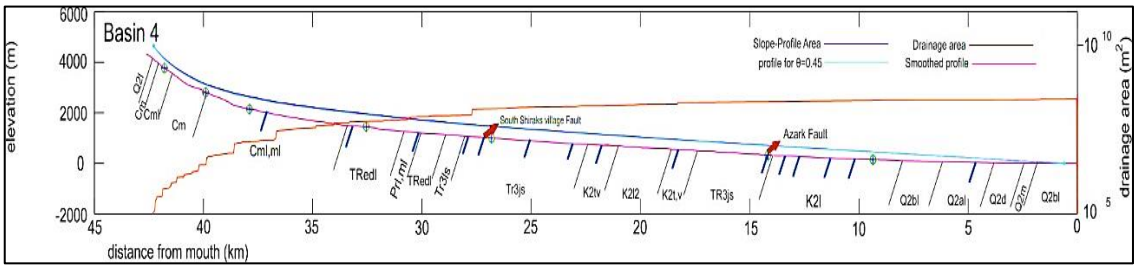
نمودار۶: شیب مرتبط منطقه و گرادایان رود با نیم‌رخ طولی آن در زیرحوضه ۳.

زیرحوضه ۴:

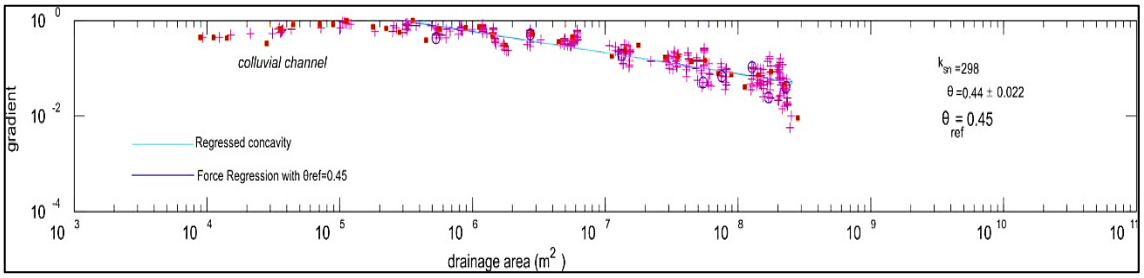
این زیرحوضه با مساحتی بالغ بر۳۳۷٫۸۶ کیلومتر مربع در حاشیه غربی دریای خزر واقع شده است(شکل۵). در این حوضه میزان شاخص تقعر رودخانه ۰٫۴۴±۰٫۰۲۲ محاسبه شده است. هم‌چنین شاخص شیب نرمال رودخانه ۲۹۸ محاسبه شده است که با توجه به شکل ۵ رده‌بندی شیب نرمال نیز صورت گرفته است. در این رابطه موقعیت رودشکن‌ها با گسل‌ها و مرزهای زمین‌شناسی، شاخص تقعر رود و شیب نرمال توسط نمودارهای مربوطه به‌طور دقیق مشخص گردیده است(نمودار ۷ و ۸)



شکل ۵: نقشه رده‌بندی حوضه آبریز شماره ۴ براساس رتبه‌بندی شاخص شیب نرمال



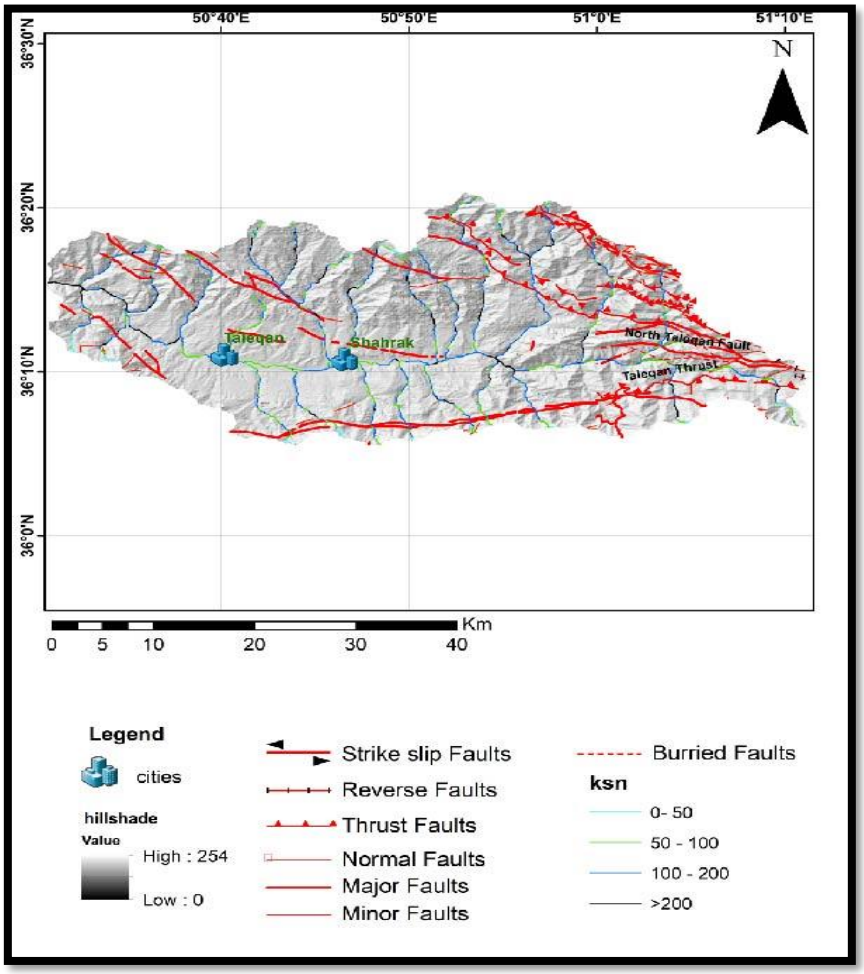
نمودار۷: نیم‌رخ طولی رودخانه در حوضه مورد مطالعه، موقعیت رودشکن‌ها، گسل‌ها، واحدهای سنگی و شاخص تقعر بر روی نمودار مشخص شده است.



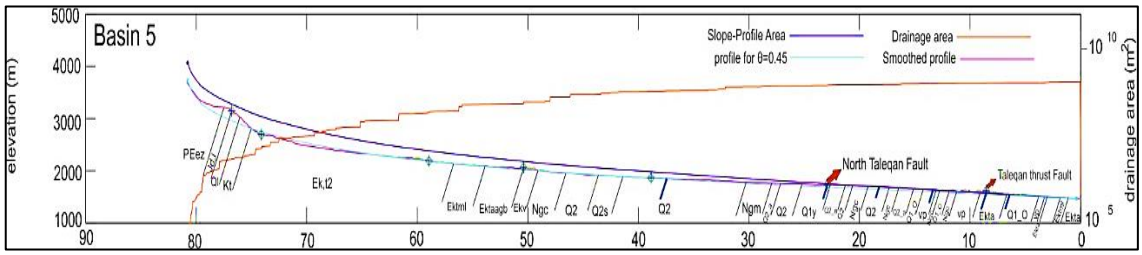
نمودار ۸: شیب مرتبط منطقه و گرادیان رود با نیم‌رخ طولی آن در زیرحوضه ۴.

زیرحوضه ۵

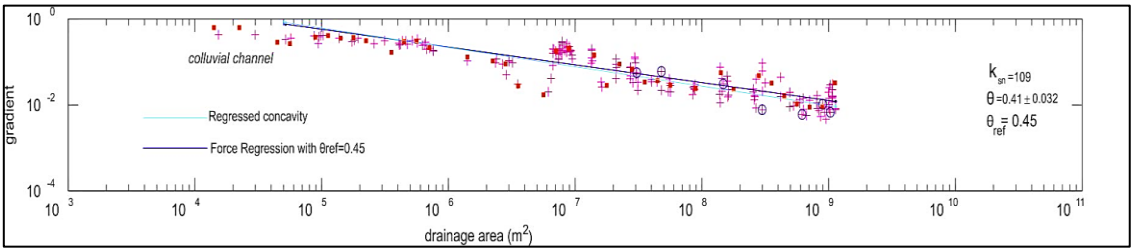
این زیرحوضه با مساحتی بالغ بر ۱۱۲۱,۳۳ کیلومتر مربع در منطقه مرکزی- غربی البرز و طالقان واقع شده است(شکل ۶). در این حوضه با استفاده از روش ذکر شده میزان شاخص تقعر رودخانه ۰,۴۱±۰,۰۳۲ محاسبه شده است که فعالیت تکتونیکی متوسط را شامل می‌شود. هم‌چنین شاخص شیب نرمال رودخانه ۱۰۹ محاسبه شده است، با توجه به شکل ۶ رده‌بندی شیب نرمال نیز صورت گرفته است. در این رابطه موقعیت رودشکن‌ها با گسل‌ها و مرزهای زمین‌شناسی، شاخص-تقعر رود و شیب نرمال توسط نمودارهای مربوطه به‌طور دقیق مشخص گردیده است(نمودار ۹ و ۱۰).



شکل ۶: نقشه رده‌بندی حوضه آبریز شماره ۵ براساس رتبه‌بندی شاخص شیب نرمال.



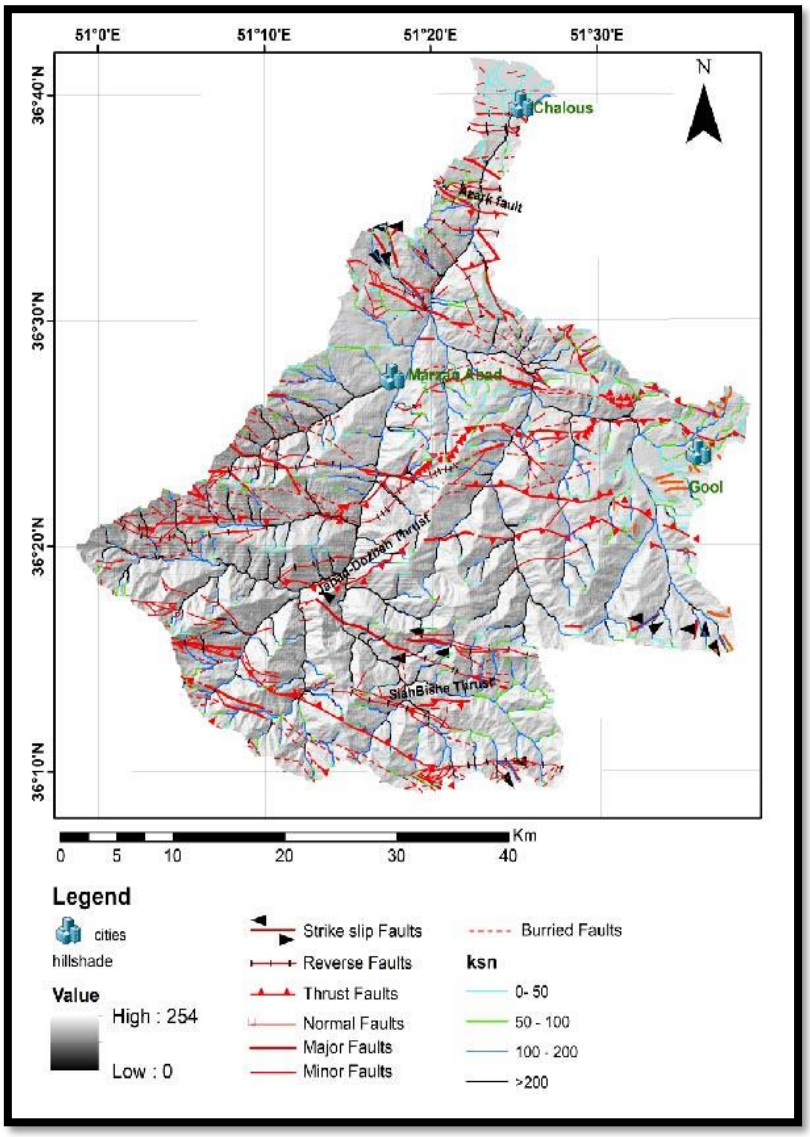
نمودار۹: نیم‌رخ طولی رودخانه در حوضه مورد مطالعه . موقعیت رودشکن‌ها، گسل‌ها، واحدهای سنگی و شاخص تقعر بر روی نمودار مشخص شده است.



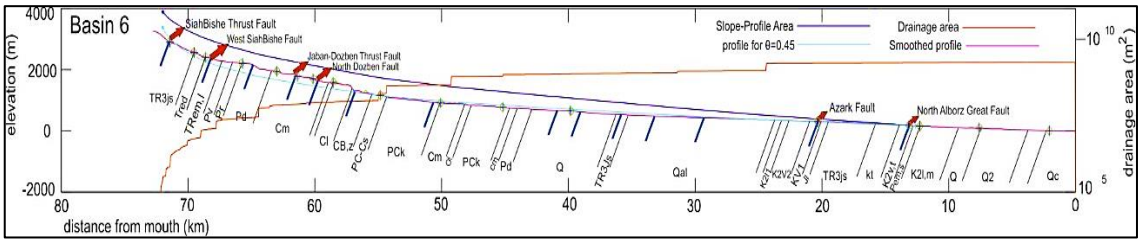
نمودار۱۰: شیب مرتبط منطقه و گرادیان رود با نیم‌رخ طولی آن در زیرحوضه ۵.

زیرحوضه ۶

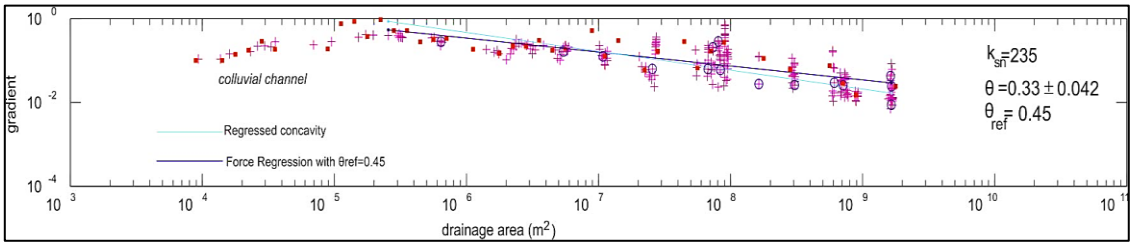
این زیرحوضه با مساحتی بالغ بر۱۷۰۱,۴۷ کیلومتر مربع در منطقه مرکزی- غربی حاشیه دریای خزر واقع شده است و بزرگترین زیرحوضه منطقه مورد مطالعه می‌باشد(شکل ۷). در این حوضه با استفاده از روش اشاره شده میزان شاخص تقعر رودخانه ۰,۰۴۲±۰,۳۳ محاسبه شده است، هم‌چنین شاخص شیب نرمال رودخانه ۲۳۵ به‌دست آمده است. با توجه به شکل ۷ رده‌بندی شیب نرمال نیز صورت گرفته است. در این رابطه موقعیت رودشکن‌ها با گسل‌ها و مرزهای زمین‌شناسی، شاخص‌تقعر رود وشیب نرمال توسط نمودارهای مربوطه به‌طور دقیق مشخص گردیده است(نمودار ۱۱ و ۱۲)



شکل ۷: نقشه رده‌بندی حوضه آبریز شماره ۶ براساس رتبه‌بندی شاخص شیب نرمال.



نمودار۱۱: نیم‌رخ طولی رودخانه در حوضه مورد مطالعه . موقعیت رودشکن‌ها، گسل‌ها، واحدهای سنگی و شاخص تقعر بر روی نمودار مشخص شده است.



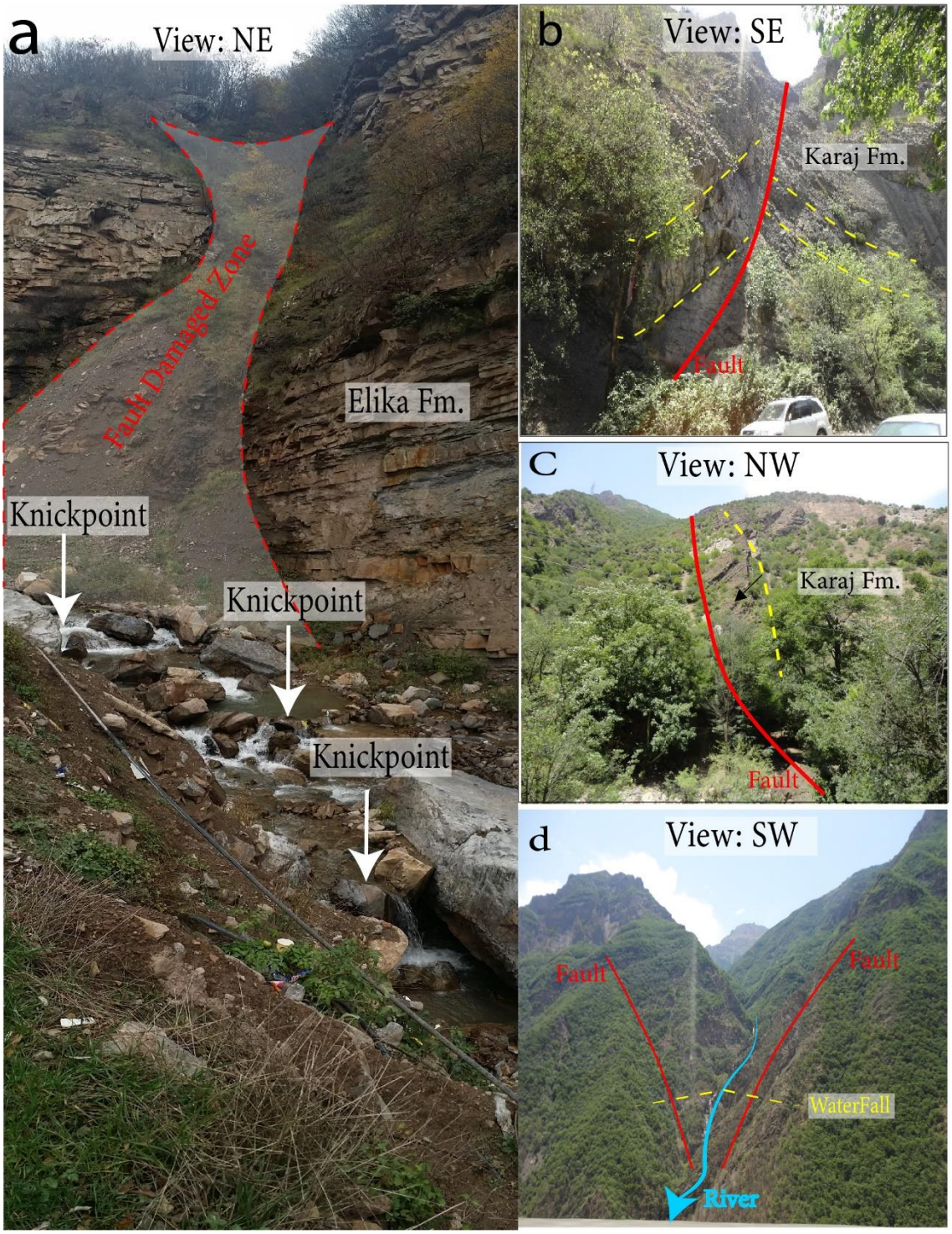
نمودار۱۲: شیب مرتبط منطقه و گرادیان رود با نیم‌رخ طولی آن در زیرحوضه ۶.

جدول ۱: مقادیر شاخص‌های ژئومورفیک

شماره زیرحوضه	Ksn	θ
زیرحوضه ۱	۱۶۸	۰,۰۶۹ ±۰,۴۵
زیرحوضه ۲	۲۳۴	۰,۰۳۵ ±۰,۲۵
زیرحوضه ۳	۲۲۲	۰,۰۳۳ ±۰,۲
زیرحوضه ۴	۲۹۸	۰,۰۲۲ ±۰,۴۴
زیرحوضه ۵	۱۰۹	۰,۰۳۲ ±۰,۴۱
زیرحوضه ۶	۲۳۵	۰,۰۴۲ ±۰,۳۳

شواهد صحرایی:

مشاهدات صحرایی در منطقه مورد بررسی نشان‌دهنده شواهد زمین‌ساخت فعال در گستره مورد مطالعه می‌باشد، که ثابت‌کننده نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های رودخانه‌ای مانند مقادیر شاخص‌های شیب نرمال و تقعر است. شواهدی نظیر دره‌های V شکل، تراس‌های آبرفتی که نشان‌گر فعالیت منطقه می‌باشند از جمله شواهد زمین‌ساختی است که درنزدیکی گسل شمال البرز، سیاه‌بیشه و راندگی سیاه‌بیشه مشاهده شده است. جابه‌جایی لایه‌ها و هم‌چنین کج‌شدگی لایه‌ها تایید کننده نتایج حاصل از شاخص‌های نام‌برده می‌باشد. هم‌چنین در مشاهدات صحرایی و در مسیر گسل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه آبشارهایی دیده می‌شوند که نشان‌دهنده نیک‌پوینت‌های رودخانه‌ای در محل عبور گسل می‌باشد که از جمله آن‌ها ایجاد نیک‌پوینت‌های فراوان در مسیر رودخانه‌های متقاطع در محدوده گسل‌های البرز و خزر هستند(شکل ۸). زون خورد شده‌ای که در اثر فعالیت گسل‌هایی در منطقه ایجاد شده و در امتداد آن نیک‌پوینت رودخانه‌ای دیده می‌شود نیز نوعی دیگر از شواهد صحرایی برداشت شده می‌باشد.



شکل ۸: شواهد وجود گسل‌ها، a: زون خورد شده گسلی در سازند الیکا و ایجاد نیک‌پوینت در محل تقاطع با آبراهه، b: ایجاد گسلش و کج‌شدگی لایه‌ها در سازند کرج، c: کج شدگی لایه‌ها در سمت راست و وجود خط گسل در سمت چپ بین درخت‌ها به‌صورت اریب، d : تقاطع گسل و رود و به‌وجود آمدن آبشار.

بحث

در این پژوهش به بررسی تاثیر گسل‌ها بر روی رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه به منظور ارزیابی فعالیت زمین‌ساختی کنونی پرداخته شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های تقعر و شیب نرمال رود و تلفیق آن با مشاهدات صحرایی نشان‌دهنده فعالیت زمین‌ساختی اخیر در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از محاسبات شاخص شیب نرمال و تقعر رود در زیر حوضه ۱، فعالیت تکتونیکی به‌صورت متوسط تا زیاد است که در اثر عملکرد گسل‌های این منطقه می‌باشد؛ لازم به ذکر است با توجه به رده‌بندی شاخص شیب نرمال گسل‌های اصلی این منطقه فعالیت تکتونیکی متوسط را نشان می‌دهند این درحالی است که در نواحی از منطقه گسل‌های فرعی فعالیت تکتونیکی بیشتری را ایجاد کرده‌اند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در این مطالعه، در این زیرحوضه ۴ رودشکن اصلی وجود دارد که ۲ رودشکن مربوط به فعالیت تکتونیکی دو گسل مهم این زیرحوضه به نام‌های گسل اصلی خزر و گسل هلوداران می‌باشد؛ ۲ رودشکن نیز مربوط به اختلاف مقاومت بین واحدهای سنگی تریاس – کرتاسه می‌باشد.

گسل های خزر و البرز از جمله گسل‌های تاثیرگذار منطقه می‌باشند و تاریخچه فعالیت‌های لرزه‌ای مهمی را برجا گذاشته‌اند؛ فعالیت این گسل‌ها سبب ایجاد رودشکن‌های مهمی گردیده که در نمودارهای نیم‌رخ طولی رود اثر این گسل‌ها در به‌وجود آوردن رودشکن‌ها نمایش داده شده است. بررسی حوضه‌ی آبریز شماره ۲ مشخص می‌کند که ۴ رودشکن موجود در این زیر حوضه بر اثر حرکات گسل‌های نام‌برده و هم‌چنین گسل‌های چاه‌کوه و کوه‌سردشت به‌وجود آمده‌اند. در این زیرحوضه با توجه به رده‌بندی شاخص شیب نرمال مشخص گردیده است که گسل‌های اصلی این منطقه فعالیت زمین‌ساختی بسیار بالا را نمایان می‌کنند. فعالیت گسل‌های مهم دیگر این زیرحوضه نظیر گسل دورود– میان‌رود، گسل دهکده جوربالان، گسل غرب روستای هلوبن، گسل پالت‌هاله و گسل دهکده ورزمین باعث ایجاد ۷ رودشکن اصلی در نتیجه فعالیت گسل‌ها می‌شود.

گسل‌هایی هم‌چون آذرک و گسل جنوب دهکده شیراکس نیز به عنوان تاثیرگذارترین گسل‌ها در منطقه می‌باشند؛ چراکه رودخانه تحت تاثیر آن‌ها دچار شکستگی و تغییرات شیب شده اند، به طوری‌که نیک‌پوینت‌های متعددی را در زیرحوضه ۴ و در نتیجه فعالیت زمین‌ساختی بسیار بالا ایجاد کرده‌اند. تحلیل رودشکن‌های موجود در این حوضه‌ی آبریز نیز نشان می‌دهد در این زیرحوضه ۷ رودشکن اصلی وجود دارد که ۴ رودشکن مربوط به فعالیت زمین‌ساختی گسل‌های نام‌برده می‌باشد؛ ۲ رودشکن نیز ناشی از اختلاف مقاومت لیتولوژی بین واحدهای سنگی کرتاسه – کواترنری و واحدهای آهکی پالئوزوئیک می‌باشد.

فعالیت راندگی طالقان و گسل شمال طالقان با توجه به تحلیل انجام شده بر روی رودهای زیرحوضه ۵ سبب ایجاد ۳ رود شکن گردیده است؛ در این زیر حوضه ۴ رودشکن نیز مربوط به تغییر مقاومت لیتولوژی در مرز بین واحدهای سنگی سازند کرج و نهشته‌های جوان پلیستوسن و هم‌چنین مرز بین واحدهای سازند کرج و گدازه‌های ائوسن – اولیگوسن در نظر گرفته شده است. هم‌چنین این گسل‌ها با جابجایی‌های خود سبب شده تا مقدار شاخص شیب نرمال در این زیرحوضه متوسط باشد.

عملکرد گسل‌های راندگی سیاه‌بیشه، گسل غرب سیاه‌بیشه، راندگی جابان– دزبن، گسل شمال دزبن، گسل آذرک و گسل شمال البرز در مسیر رودخانه چالوس در زیر حوضه ۶ سبب ایجاد ۷ رودشکن تکتونیکی از ۱۷ رودشکن شده است، به‌طوری که در محل تقاطع گسل‌ها با رودخانه مقدار شاخص شیب نرمال افزایش یافته است. در این زیر حوضه سایر رودشکن‌ها مربوط به اختلاف مقاومت در مرز بین واحدهای آبرفتی رودخانه‌ای و بادبزن‌های آبرفتی کواترنری، واحدهای سنگی آهک کرتاسه و واحدهای پرمین، واحدهای سازند مبارک و لالون، سازند مبارک و دورود و هم‌چنین بین واحدهای سازند الیکا و واحدهای سنگی تریاس می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش نتایج حاصل از مطالعه نیم‌رخ‌های طولی آبراهه و اندازه‌گیری شاخص‌های رودخانه‌ای نظیر شاخص‌های شیب نرمال و تقعر و تلفیق آن با مشاهدات صحرایی بیان‌گر فعالیت زمین‌ساختی اخیر در منطقه مورد مطالعه است. مقادیر بالای به‌دست آمده از شاخص شیب نرمال در امتداد گسل‌های خزر، البرز، طالقان، دزدبن، سیاه بیشه و آزرک می‌تواند نشان‌گر فعالیت زمین‌ساختی اخیر در امتداد ساختارهای مزبور باشد و با توجه به رده‌بندی شاخص شیب نرمال در امتداد برخی گسل‌های فرعی منطقه مورد مطالعه و بالا بودن مقادیر به‌دست آمده مشخص گردید که فعالیت تکتونیکی اخیر در این بخش از شمال ایران نه تنها به علت فعالیت گسل‌های بزرگی چون خزر و البرز بلکه ناشی از فعالیت گسل‌های فرعی و کوچک دیگری نظیر گسل‌های آذرک، جنوب دهکده شیراکس، دزبن، سیاه‌بیشه، گسل روستای هلوبن و گسل هلوداران نیز می‌باشد که با حرکات و جابه‌جایی خود سبب تغییرات در رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه گردیده‌اند. هم‌چنین شواهدی نظیر زلزله و زمین‌ریخت‌هایی از قبیل وجود دره‌های گسلی عمیق و باریک، پله‌ها و تراس‌های آبرفتی نشان‌گر فعالیت زمین‌ساختی اخیر در منطقه بوده و تایید کننده نتایج این پژوهش می‌باشند.

منابع

- افتخارنژاد، ج.، ۱۳۵۹، تفکیک بخش‌های مختلف ایران از نظر وضع ساختمانی در ارتباط با حوضه‌های رسوبی، مجله انجمن نفت ایران، ش ۸۲ (ص ۲۸-۱۹).
- آقا نباتی، ع.، زمین شناسی ایران، ۱۳۸۳، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ، چاپ اول.
- شاه‌پسندزاده، م.، زارع، م.، بررسی مقدماتی لرزه‌خیزی و لرزه‌زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه و گسلش در پهنه استان مازندران، ۱۳۷۴، گزارش پژوهشگاه بین‌المللی زلزله.
- نظری، ح.، فرانسوا، ر.، ویژگی های هندسی و سازو کار جوان گسل طالقان :بر پایه بررسی های ریخت زمین ساختی، ۱۳۸۸، نشریه علوم زمین، ش ۷۱ (ص ۱۷۶-۱۷۳).
- *Berberian, M., 1994. Natural hazards and the first earthquake catalogue of Iran. historical hazards in iIran prior to 1900, No 1.*
- *Bull, W. B., 1977. The alluvial fan environment. University of Arizona.*
- *Burbank, D. W., Anderson, R. S., 2001. Tectonic Geomoprphology. Department of Geosciences.*
- *Hack, J., 1957. Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. Geological survey professional, 294.*
- *Hakimi Asiabar S., Pour Kermani, M., Shahriari, S., Ghorbani, M., Ghassemi, M.R., 2010. Evidences of South Caspian basin development in Alborz range (Between Sepidroud and Polroud rivers). AAPG European Region, Annual Conference and Exhibition Program, Kiev.*
- *Hayakawa, Y. S., Oguchi, T., 2006. DEM based identification of fluvial knickzones and its application to Japanese mountain rivers. Geomorphology, 78, p. 90- 106.*
- *Howard, A. D., 1994. A detachment limited model of drainage basin evolution. Water Resources Research, 30, p. 2261- 2285.*
- *Keller, E. A., Pinter, N., 1999. Active Tectonics. Prentice Hall New York.*
- *Keller, E. A., Pinter, N., 2002. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscape. Prentice Hall, New Jersey.*
- *Kirby, E. Whipple, K., 2001. Quantifying differential rock-uplift rates via stream profile analysis. Geological Society of America, 29, p. 415-418.*
- *Segall, P., Polard, D, D., 1980. Mechanics of discontinuous faults. Journal of Geophysical Research, 85, p. 4337-4350.*
- *Tinkler, K., Wohl, E., 1998. A Primer on Bedrock Channels, in Rivers Over Rock: Fluvial Processes in Bedrock Channels. American Geophysical Union, Washington, D. C.*

- *Vauchez, A., Nicolas, A., 1991. Mountain building: strike-parallel motion and mantle anisotropy. Tectonophysics, 185, p. 183-201.*
- *Whipple, K. X., Tucker, G., 1999. Dynamics of the stream-power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs. Journal of Geophysical Research, 104, p. 17661-17674.*