مجله آمایش جغرافیایی فضا
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال سوم/ شماره مسلسل دهم/ زمستان ۱۳۹۲

بررسی تغییر سطح اساس نکارود تحت تأثیر نوسانات سطح آب دریای خزر و زمین ساخت البرز

سمیه عمادالدین
استادیار گروه جغرافیای دانشگاه گلستان
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۹

چکیده

مطالعه بستر رودها می‌تواند بازتاب‌دهنده تأثیرات زمین‌ساختی و نوسانات سطح آب دریا باشد. در این پژوهش، نقش تغییرات سطح اساس در شکل‌گیری بستر و الگوی کانال رودخانه نکارود مطالعه شده است. مسأله اصلی پژوهش، عمیق شدگی رودخانه نکاء در نزدیکی مصب است. هدف از این تحقیق بررسی عوامل مؤثر در تغییر سطح اساس نکارود تحت تأثیر نوسانات خزر و عوامل تکتونیکی می‌باشد. نقشه‌های رقومی توپوگرافی، نقشه‌های زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، داده‌هایی است که در این پژوهش به کار رفته است. برای اثبات فرضیه، مطالعات میدانی زیادی برای یافتن شواهد ژئومورفولوژی تغییرات سطح اساس و تکتونیک منطقه انجام گرفت. نتایج نشان می‌دهد که عمیق‌شدگی رودخانه نکا در نزدیکی مصب، تحت تأثیر نوسانات سطح آب دریای خزر و بالاآمدگی البرز است در حالی که در خروجی رودخانه بعد از کوهستان، عامل بالاآمدگی البرز نقش دارد.

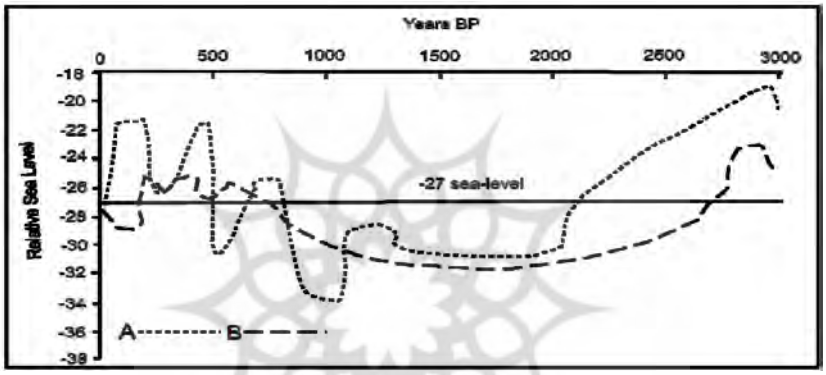
واژه‌های کلیدی: زمین ساخت، دریای خزر، شواهد ژئومورفولوژی، نکارود

مقدمه

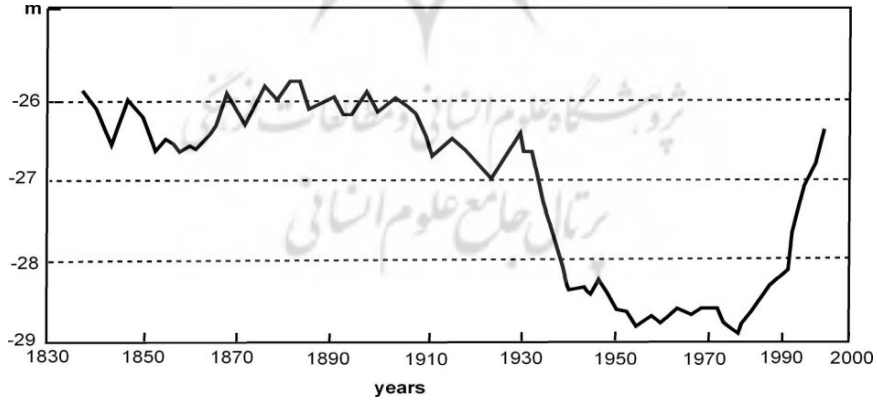
تراز آب دریا که سطح اساس عمومی رودخانه‌های منتهی به آنرا تشکیل می‌دهد، همیشه در حال نوسان بوده است؛ یعنی در دوره‌های مختلف زمانی، پیشروی‌ها و پسروی‌های متعددی از سوی دریای خزر اتفاق افتاده است که با هر بار پیشروی و پسروی، رفتار و الگوی کانال رودخانه‌ها به‌خصوص در بازه‌های پایین دست دستخوش تغییر و تحول می‌گردد. به همراه نوسانات سطح آب دریای خزر (شکل

*نویسنده مسئول: s.emadodin@gu.ac.ir

۱و۲)، وجود گسل خزر هم باعث بالا آمدن رشته کوه البرز و فرونشینی کف گودال خزر شده است (موسوی روحبخش،۱۳۸۰: ۸۹) (شکل ۳). بستر دریای خزر بر اثر فرایند زیر راندگی، سالانه حدود هشت میلی‌متر به زیر البرز فرو می‌رود (شهرابی، ۱۳۷۱). بر اساس داده‌های زمین‌شناسی، بالا آمدگی و فرونشینی در بخش‌های مختلف خزر با مقادیری مختلف اتفاق می‌افتد (برانت[1]، ۲۰۰۳ :۱۱۹). گانسر و هوبر (۱۹۶۲) به‌طور متوسط بالا آمدن کنونی البرز را ۸ میلی‌متر در سال در نظر گرفته‌اند. در حالی‌که در بخش غربی قفقاز سرعت بالا آمدن پوسته زمین در حدود ۱۲ الی ۱۴ میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شده است (پالوسکا و همکاران، ۱۳۷۱: ۷۲).



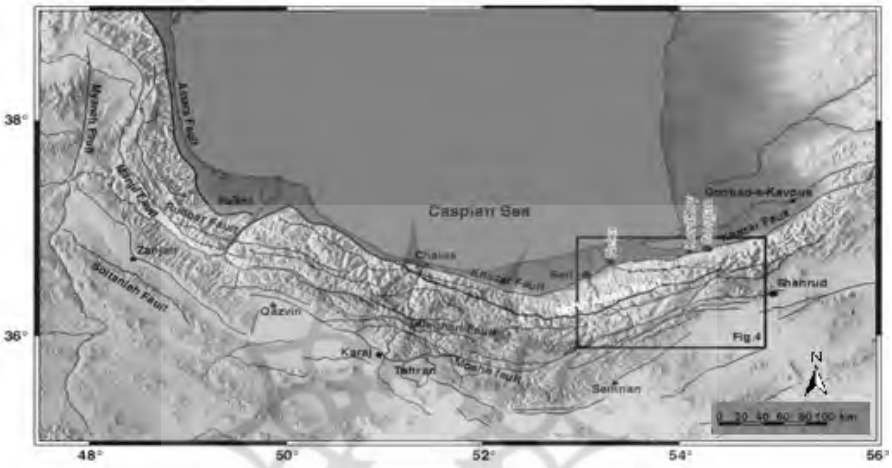
شکل ۱- منحنی نوسانات آب دریای خزر در ۳۰۰۰ هزار سال اخیر (A): کارپیچوف، ۱۹۸۹،(B): ریچاکوف،۱۹۹۷.



شکل ۲- منحنی نوسانات سطح آب دریای خزر از سال ۱۸۳۰ تا ۲۰۰۰ (کرونن برگ،۱۹۹۷)

1- Brunt

این حرکات زمین ساخت و نوسانات سطح آب دریای خزر، موجب تغییر سطح اساس رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در طول کواترنر شده است. درباره نقش تغییرات سطح اساس در روند رسوب‌گذاری رودخانه‌ها مطالعات زیادی در سطح جهان به‌خصوص مناطقی با حرکات نو زمین‌ساخت فعال صورت گرفته است.



شکل ۳- ساختارهای نئوتکتونیکی از حوضه جنوبی دریای خزر، گسل خزر و منطقه مورد مطالعه (قاسمی، ۲۰۰۵ با اضافات)

پیشینه تحقیق

درباره نقش تغییرات سطح اساس در روند رسوب گذاری رودخانه ها مطالعات زیادی در سطح جهان به خصوص مناطقی با حرکات نوزمین ساخت فعال صورت گرفته است. اولین مطالعات درباره سطح اساس را پاول[1] (۱۸۷۵)، دیویس[2] (۱۹۰۲) و مالت[3] (۱۹۲۸) انجام داده‌اند. آن‌ها به بررسی تأثیرات مورفولوژی و چینه شناختی تغییرات سطح اساس به‌صورت مطالعات آزمایشگاهی پرداختند. در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ در دانشگاه کلرادو، مطالعات آزمایشی بسیاری در توسعه شبکه زهکشی، تحول مخروط افکنه آبرفتی، پاسخ رودخانه به نوع رسوب و تغییر سطح اساس صورت گرفت. اما کارهایی که در سال‌های اخیر در مورد سطح اساس صورت گرفته است، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

1- Powel
2- Davis
3- Mallot

هسیه[1] و همکاران (۲۰۰۱) به بررسی تغییرات سطح اساس و پادگانه‌های رودخانه‌ای اواسط و اواخر هولوسن در حوضه رودخانه ارجن[2] جنوب‌شرقی تایوان با توجه به واکنش رودخانه به تغییر اقلیم و بالاآمدگی فعال تکتونیک پرداختند. هاروی[3] و همکاران (۲۰۰۲) به بررسی تغییر سطح اساس دربریدگی مخروط افکنه‌های آبرفتی در جنوب‌شرقی اسپانیا و نوادا پرداخته‌انـد و به این نتیـجه رسیده‌اند که جایی که تغییر سطح اساس اتفاق می‌افتد، ممکن است واکنشی به تغییر اقلیم و تکتونیک باشد. تکتونیکی که منجر به تغییر سطح اساس می‌شود، موقتاً وابسته به تغییر اقلیم خواهد بود. ماهر[4] و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی واکنش سیستم رودخانه‌ای به تغییرات سطح اساس تحت تأثیر تکتونیک در طول اواخر کواترنری در جنوب شرقی ریوالیس[5] در اسپانیا پرداخته‌اند. آنالیز ژئومورفولوژیکی و رسوب‌شناسی از لندفرم‌ها، توسعه سینوس بالای حلقه‌های مئاندر و بریدگی‌های جانبی رودخانه‌ها در طول فازهایی، فعالیت تکتونیک را نشان می‌دهند به‌طوری‌که فعالیت تکتونیک منجـر به رهایـی حلقه‌های مئاند رشد. این مطالعه، اهمیت تکتونیکی را نشان می‌دهد که توالی‌هایی از برافزایی و بریدگی را که تحت تأثیر اقلیم ایجاد می‌شود، تغییر می‌دهد. همچنین دانشمندان دیگری هم در زمینه تغییرات سطح اساس و شواهد آن در سطح جهان کار کردند که می‌توان به کارهای کارکایللت[6] و همکاران (۲۰۰۹)، ارکنز[7] و همکاران (۲۰۰۹)، لوین و همکاران (۲۰۱۰) اشاره کرد.

اما مطالعاتی که در مورد دریای خزر و نوسانات آن در سطح جهان انجام شده است، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ریچاکوف[8] (۱۹۹۷) با بررسی دلتاها و پادگانه‌های مجاور دریای خزر در سواحل شمالی و غربی، الگوی نوسانات دریای خزر در هولوسن را بررسی کرده است. از شروع اولین پیشروی‌های هولوسن، سطح آب دریای خزر بین ۲۶- تا ۳۰- متر در نوسان بوده است. بررسی‌های او نشان داد که در هولوسن، شش دوره پیشروی آب دریا صورت گرفته است. اوریم[9] و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی توسعه مورفولوژیکی و رخساره‌ها از بخش‌هایی از پایین دست دلتای ولگا در طول آخرین چرخه کامل سطح آب دریا بین سال‌های ۱۹۲۵ تا ۱۹۹۵ پرداخته‌اند و برای توسعه دلتا در هولوسن از داده‌های برون‌زدگی استفاده کرده‌اند و کل ضخامت نهشته‌های هولوسن را در پایین دست دلتا بین ۴ الی ۱۰ متر در نظر گرفته‌اند.

1- Hsieh
2- Erhjen
3- Harvey
4- Maher
5- Rio-Alis
6- Carcaillet
7- Erkens
8- Richagov
9- Overeem

رنسین[1] و همکاران (۲۰۰۷) به شبیه‌سازی تغییرات بلندمدت سطح آب دریای خزر در هولوسن و شرایط اقلیمی آینده پرداختند. آن‌ها با استفاده از مدل‌سازی به این نتیجه رسیدند که به‌دلیل تبخیر شدید سطحی خزر در اثر گرم شدن سطح کره زمین تا ۲۱۰۰ میلادی به صورت مدوام سطح آب آن کاهش می‌یابد و در سال ۲۱۰۰ با ۵/۵ متر کاهش از شرایط فعلی به تراز ۳۲- متر خواهد رسید.

کاکرودی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تغییرات سریع سطح آب دریای خزر در طول هولوسن در سواحل دریای خزر و در محدوده جنوب شرقی آن پرداخته‌اند. آنها با بازسازی منحنی سطح آب دریای خزر در هولوسن با استفاده از نمونه‌برداری‌های عمقی از طریق ماشین مغزه‌گیر و تعیین سن با استفاده از روش رادیوکربن پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اندکه اوائل هولوسن، سطح آب دریا به ۳۴- متر رسید، بین سال‌های ۵۰۰۰ تا ۲۳۰۰ سال قبل از میلاد، سطح آب دریا به ۲۷/۷- متر رسید. بین سال‌های ۲۷۰۰ تا ۲۳۰۰ قبل از میلاد، سطح آب دریا به ۲۳/۵- متر رسید و آخرین سطح تراز آب منطبق با یک سن یخچالی کوچکی بود که ارتفاع آن ۲۴- متر بود. کامرانی (۱۳۸۸) به بررسی نقش تغییرات سطح اساس در ژئومورفولوژی بستر رودخانه‌های پلرود، شفارود و کرگانرود در محدوده دلتای سفیدرود پرداخته است. نتایج کار او نشان می‌دهد که نوسانات کوتاه مدت تراز آب دریای خزر، بازه‌های نزدیک به مصب (حدود ۵ کیلومتر از ساحل) را تحت تأثیر قرار می‌دهد ولی این تأثیرگذاری در شرق دلتا که سطح جلگه وسیع‌تر است، نسبت به غرب و شمالغرب که خط کوهستان به ساحل نزدیک‌تر است، بیش‌تر می‌باشد.

اما مطالعاتی که در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت، می‌توان به کارهای زیر اشاره کرد:

قاسمی (۲۰۰۵) به بررسی تکامل شبکه زهکشی در واکنش به رشد چین‌خوردگی در فرا دیواره گسل خزر شمال‌شرقی البرز در محدوده رودخانه نکا پرداخته است. این مقاله یک مدل تکاملی را برای توسعه شبکه زهکشی در یال پشتی از چین در حال رشد را نشان می‌دهد. مطالعه عوارض ژئومورفولوژیکی در فرا دیواره گسل خزر نشان می‌دهد که سیستم رودخانه نکا در این منطقه به وسیله تکتونیک‌های فعال گسل کنترل می‌شود. رشد گسل خزر مرتبط با چین‌خوردگی در بخش شرقی از حوضه رودخانه نکا (جنوب‌غربی گرگان) منجر به انحراف رودخانه از مسیر شمالی به سمت شمال‌غربی گردید.

افلاکی (۱۳۸۱) به بررسی ریخت‌شناسی زمین‌ساختی دامنه شمالی البرز خاوری (حوضه‌های آبریز نکا و زارمرود) پرداخته است. مطالعه نیمرخ عادی و نیمه لگاریتمی رودخانه‌ها و بررسی شاخص گرادیان طولی رودخانه‌های منطقه مورد مطالعه، نشان‌دهنده پیشروی به سوی باختر پیشینه فعالیت زمین‌ساختی در حوضه آبریز نکا است؛ به گونه‌ای که در حال حاضر بیش‌ترین آشفتگی در ارتباط با رودخانه‌های بخش مرکزی و کمترین آشفتگی در رودخانه‌های بخش باختری این حوضه دیده می‌شود. فرهودی (۱۳۸۹) به بررسی برخی از وقایع تکتونیکی حاکم بر جنوب شرقی دریای خزر و بلوک خزر جنوبی پرداخته است که اندازه‌گیری‌های جدید جی‌پی‌اس ایستگاه گرگان نشان‌دهنده نشست و چرخش در خلاف جهت عقربه‌های ساعت در بخشی از حاشیه شرقی دریای خزر (واقع در ایران) می‌باشد. در مقابل بلوک خزرجنوبی (SCB)، چرخشی در جهت

1- Renssen

عقربه‌های ساعت دارد. در این پژوهش، رودخانه نکارود به‌عنوان مطالعه موردی با هدف بررسی نقش نوسانات سطح آب دریای خزر و تأثیر زمین‌ساخت در سطح اساس رودخانه نکا می‌پردازد.

مبانی نظری

شوم در سال ۱۹۹۳ سطح اساس را این گونه تعریف می‌کند: سطح اساس، سطح تراز فرضی است که فرایندهای فرسایشی تا به آن حد پیشرفت می‌کنند. این سطح را سطح دریا می‌نامند. عواملی چون جوان شدگی لندفرم‌ها و مقادیر رسوب‌گذاری در فلات قاره، رفتار رودخانه‌ها را کنترل می‌نمایند. تغییر سطح اساس عمدتاً وابسته به عواملی چون: سرعت تغییر، مقدار تغییر، جهت تغییر، ویژگی رودخانه، پویایی و فرسایش پذیری منبع رسوبات می‌باشد. در بیشتر موارد آثار تغییر سطح اساس ملایم بوده و توسط تغییرات الگوی کانال، عرض، عمق و ناهمواری کانال تعدیل می‌شوند، بنابراین تحویل مقادیر عظیمی از رسوبات در خط ساحلی و یا فلات قاره احتمالاً بازتاب این امر است که نه تنها افت سطح اساس بلکه بالاآمدگی قسمت‌های بالادست رودخانه (منبع رسوب) و تا حدی هم تغییر اقلیم از اهمیت زیادی برخوردارند. متغیرهای زیادی در تاثیر تغییر سطح اساس روی رودخانه‌ها می‌تواند نقش داشته باشد. حداقل ۱۰ متغیر به نظر می رسد مهم باشد و آنها می توانند به ۴ گروه طبقه بندی شوند:

-کنترل‌های سطح اساس شامل جهت، اندازه سرعت و مدت تغییرات

-کنترل‌های زمین شناسی شامل سنگ شناسی، ساختمان و ماهیت سیستم رسوبی

-کنترل‌های ژئومورفیک شامل انحراف سطوح روباز، مورفولوژی دره و مورفولوژی رودخانه و درجه انطباق آن.

-کنترل‌های اقلیمی

داده‌ها و روش‌ها

با توجه به هدف پژوهش که به بررسی نقش زمین ساخت البرز و نوسانات سطح آب دریای خزر در تغییر سطح اساس رودخانه نکارود می‌پردازد، از روش توصیفی کتابخانه‌ای برای بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیق، بازدیدهای میدانی برای پیدا کردن شواهد ژئومورفولوژیک به‌منظور بالا آمدگی تکتونیک و نوسانات سطح آب دریای خزر و تطبیق داده‌های حاصل از نقشه‌ها و در نهایت روش تحلیلی استفاده شد.

داده‌های اصلی مورد استفاده در این تحقیق، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و ETM با قدرت تفکیک ۲۸/۵ متر و تصاویر MSS با قدرت تفکیک ۶۰ متر و تصاویر IRS با قدرت تفکیک ۲/۵ متر هستند. همچنین برای بررسی وضعیت فرونشست و بالاآمدگی سواحل جنوبی خزر و منطقه مورد مطالعه از شناسنامه نقطه ژئودینامیک گرگان (با مختصات "۱۱ '۲۱ °۵۴ طول جغرافیایی و "۳۲ '۵۲ °۳۶ عرض شمالی) که سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه کرده است، در فرایند تحقیق استفاده شده است.

برای بررسی تغییرات مسیر قدیمی رودخانه نکا رود از بازدید میدانی، تصویر ماهواره‌ای IRS با قدرت تفکیک ۲/۵ متر، تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های MSS، تصاویر TM و تصاویر ETM، عکس‌های

هوایی سال ۱۳۳۴ و منابع تاریخی از جمله سفرنامه‌ها استفاده گردیده است. برای ترسیم پروفیل طولی نکارود از سرشاخه تا دریای خزر از لایه DEM ۱:۲۵۰۰۰ توپوگرافی استفاده شده است. برای یافتن شواهد ژئومورفولوژی مانند پادگانه‌های روخانه‌ای و بالا آمدگی البرز از مطالعات میدانی استفاده گردیده است. از نقشه زمین‌شناسی ساری برای تهیه‌ی نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه استفاده شد. در نهایت نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از طریق ابزار مشاهده غیرمستقیم و در نهایت طی کارهای میدانی تفصیلی تطبیق داده شده و کنترل گردیده‌اند.

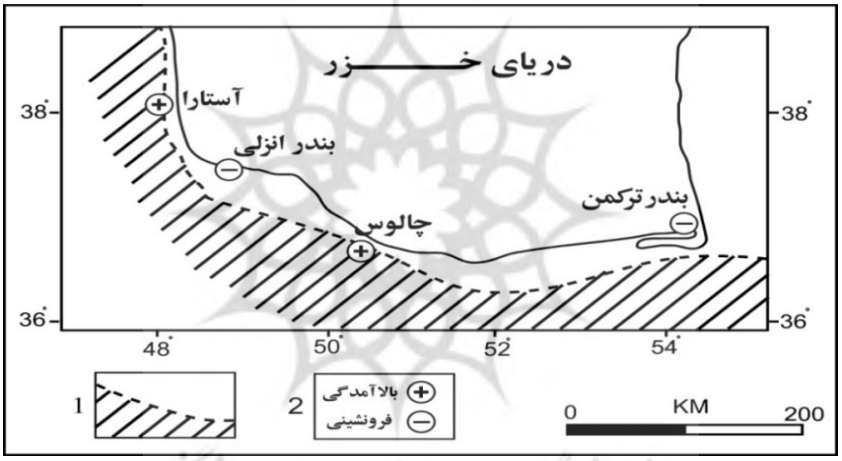
محدوده مورد مطالعه

رودخانه نکا یکی از رودخانه‌های مهم استان مازندران به شمار می‌آید که از بخش‌های شمالی رشته کوه‌های البرز (کوه‌های پیرگرده و شلکه) در شمالغربی شاهرود سرچشمه می‌گیرد و در طی مسیر خود آبراهه‌ها و رودخانه زرندین به آن می‌پیوندد. این رودخانه نیز با جهت شرقی-غربی و موازی با خلیج گرگان جریان یافته، در نزدیک شهر نکا و محلی به نام آبلو جهت جریان آن تغییر نموده و از جنوب به شمال می‌گردد. این رودخانه پس از گذر از روستای نوذرآباد به دریای خزر می‌ریزد. قسمت اعظم آن را نواحی کوهستانی در برگرفته است و تنها در حاشیه جلگه ساحلی است که روی سطوح صاف امتداد می‌یابد. طول رودخانه ۱۸۰ کیلومتر و وسعت حوضه آبریز آن ۲۳۵۳/۳ کیلومتر مربع است. رودخانه دارای آب دائمی است و دبی سالیانه آن ۱۵۴ میلیون مترمربع است و رسوب سالیانه آن ۰/۴۲۲ میلیون تن است. شیب خالص تنها صلی رودخانه نکا تا محل ایستگاه هیدرومتری نوذرآباد یک درصد و شیب ناخالص آن ۱/۷ درصد است. منطقه مورد مطالعه از نظر شرایط آب و هوایی دارای اقلیم جنب حاره‌ای است و میانگین بارندگی ناحیه ۹۰۰ میلی‌متر درسال است (شکل ۴).

شکل ۴- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

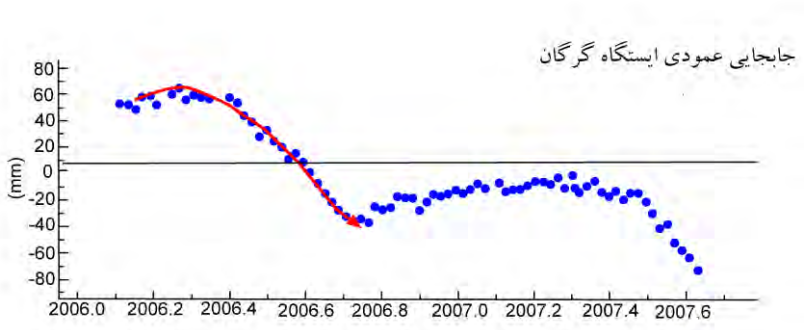
یافته‌های تحقیق

نقش زمین‌ساخت البرز در تغییر سطح اساس رودخانه نکا: دریای خزر از نظر تکتونیکی نامتجانس است. بالا آمدگی و فرونشینی در بخش‌های مختلف خزر با مقادیری مختلف اتفاق می‌افتد (برانت، ۲۰۰۳) (شکل ۵). نرخ بالا آمدگی در بخش‌های مختلف خزر یکسان نیست. بررسی و تحلیل داده‌های جی‌پی‌اس در بخش جنوبی خزر در ایران، میزان کوتاه شدگی شمالی– جنوبی آنرا سالیانه ۲±۵ میلی‌متر نشان می‌دهد (ورنانت، ۲۰۰۴). بر اساس اندازه‌گیری‌های محققین مختلف، بلوک خزرجنوبی سالیانه ۱۳-۱۷میلی‌متر به سمت جنوب‌غربی و ۸-۱۰میلی‌متر به سمت شمال‌غربی حرکت می‌کند (جکسون، ۲۰۰۲). همچنین (ورنانت، ۲۰۰۴) حرکت بلوک خزر جنوبی به شمالغربی را ۲±۶ میلی‌متر در سال با توجه به اوراسیای غربی می‌داند.



شکل ۵- جنبش‌های کنونی پوسته‌ی زمین در ناحیه خزر (پالوسکا و دگنز، ۱۹۷۶؛ به نقل از یمانی، ۱۳۹۱). راهنمای ۱: مرز میان جلگه و پهنه فراخاسته البرز و راهنمای ۲: نقاطی از کرانه‌های بخش ایرانی دریای خزر را که جنبش‌های پوسته زمین در آنها شدیدتر است، نشان می‌دهد.

برای برآورد میزان تغییر شکل پوسته زمین، سازمان نقشه‌برداری کشور شبکه ژئودینامیک را طراحی و ایجاد کرده است. در این تحقیق داده‌های جی‌پی‌اس ایستگاه گرگان به‌دلیل نزدیکی به منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و نتایج آن در شکل ۶ مشاهده می‌شود.



شکل ۶- تغییرات زمانی داده ایستگاه ژئودینامیک گرگان

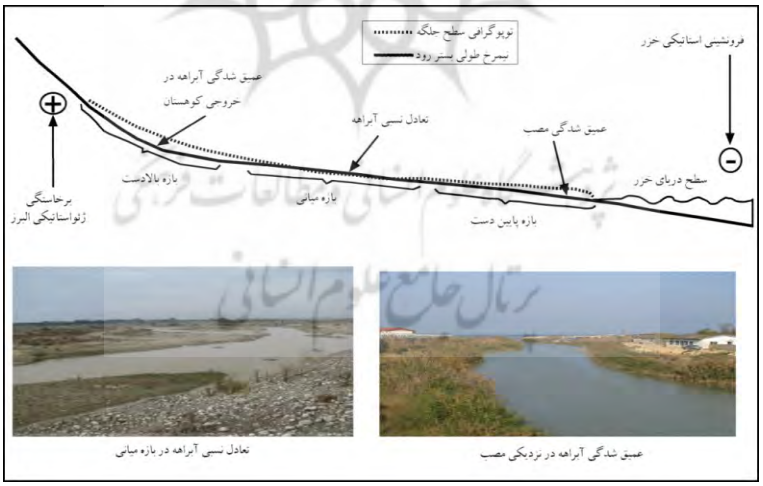
مؤلفه Z یا مولفه ارتفاعی، به بررسی حرکت قائم می‌پردازد که مبین فرونشست ایستگاه گرگان از اوایل سال ۲۰۰۶ میلادی تا ربع اول سال ۲۰۰۷ میلادی است. از اوایل سال ۲۰۰۶ میلادی تا اواسط سال ۲۰۰۷ میلادی حدوداً کاهش ارتفاعی به میزان تقریبی ۱۱۵ میلی‌متر در ناحیه گرگان اتفاق افتاده است. البته داده‌های جی‌پی‌اس بر اساس دو سال است و نمی‌توان بر اساس آن به یک نتیجه قطعی در ارتباط با تکتونیک و فرونشست رسید و تنها به این داده‌ها اکتفا کرد. همچنین در سال‌های اخیر می‌توان به استخراج معادن، ساخت و سازهای بشری و استفاده بی‌رویه از سفره‌های آبزیر زمینی اشاره کرد. در چند سال اخیر، ایران به‌علت کاهش نزولات آسمانی دچار خشکسالی‌های عدیده‌ای شده و به‌دلیل رعایت نکردن الگوی مصرف، در تمامی نقاط ایران دچار افت شدید سطح آبزیر زمینی و در نتیجه افت سطح زمین شده است.

بالاآمدگی البرز، باعث افزایش ارتفاع حوضه‌های آبریز، افزایش شیب بستر و در پی آن، افزایش عمق کانال رودخانه‌ها می‌شود (یمانی و کامرانی دلیر، ۱۳۸۹: ۶۴ و ۶۵). این افزایش شیب موجب افزایش قدرت جریان، مئاندری شدن کانال و انتقال مواد رسوبی به مصب رود می‌گردد و همچنین موجب حفر کانال و تغییر مسیرهای ناگهانی می‌گردد. شواهد ژئومورفولوژی مانند پادگانه‌های قدیمی دریایی و لاگون‌ها در دامنه‌های بخش جنوبی جلگه خزر و در محدوده نکارود نشان می‌دهد که در دوره‌های گذشته و بین یخبندان کواترنری، سطح آب دریای خزر بسیار بالاتر از حد کنونی بوده است. این پادگانه‌های دریایی و لاگون‌ها در سطوح ارتفاعی پایین‌تری ایجاد شده بودند و به مرور زمان و بر اثر برخاستگی البرز ارتفاع یافته‌اند و از دریا فاصله گرفته‌اند (شکل ۷).

این حرکات زمین‌ساخت موجب تغییر سطح اساس رودخانه‌های منتهی به دریای خزر در طول کواترنر گردیده است و سبب می‌شود که سطح اساس رودخانه‌ها نسبت به حالت تعادلی اولیه خود پایین رفته و حفر بیشتری در حوضه‌ها صورت گیرد.

شکل ۷- محدوده‌ای که با قرمز مشخص است، محیط لاگونی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر برخاستگی البرز بالا آمده است (ابتدای جاده سورک به سمت گرگان)

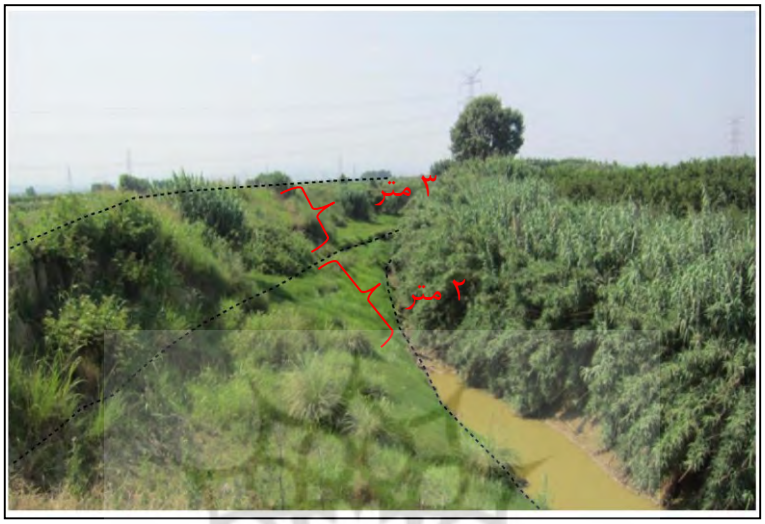
شکل ۸، نیمرخ طولی سه بخش یک رودخانه الگو را به‌صورت نمایشی نشان می‌دهد. پایین رفتن سطح اساس حاصل فعالیت تکتونیکی موجب انباشتگی رسوبات در پایین‌دست و افزایش حفر در بالادست می‌شود. البرز در اواخر دوران سنوزوئیک و ابتدای دوران کواترنری نوسانات شدید داشته و ارتفاع قلل آن به‌تدریج افزایش یافته است. در همین حال رودخانه‌ها متناسب با هر مرحله برخاستن قله‌ها، بستر را بیشتر حفر کرده‌اند. اثر این مراحل مختلف حفر به‌صورت پادگانه‌هایی در کنار رودخانه نکاء باقیمانده است (شکل ۹).



شکل ۸- نیمرخ طولی نمایشی و بدون مقیاس از سه بخش رودخانه نکا که چگونگی تأثیرگذاری تغییرات سطح اساس و حفر آبراهه در دو بخش خروجی کوهستان و محدوده ساحلی را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.

(اقتباس از یمانی، ۱۳۹۰ با اضافات)

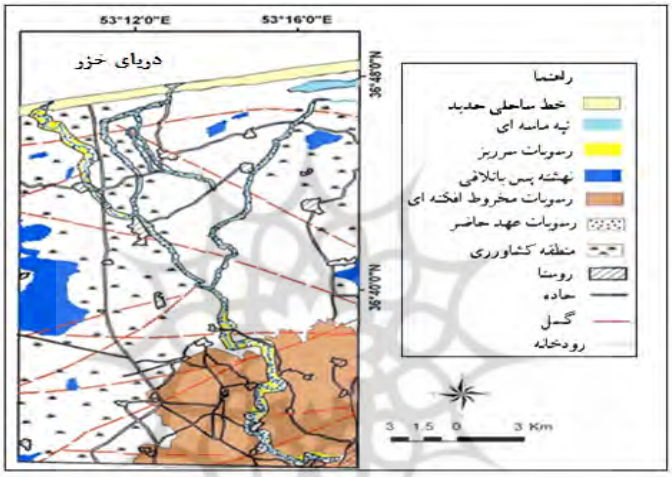
از آنجایی که رودخانه نکا در یک منطقه فعال تکتونیکی قرار دارد (شکل ۱۰ و ۱۱)، پیچان رودهای موجود در سطح جلگه و دلتای نکا از نوع حفر شده دارای ارتفاع دیواره با میانگین ده متر هستند.



شکل ۹- ارتفاع پادگانه‌های رودخانه نکا.

شکل ۱۰- تأثیر تکتونیک در تغییر مسیر رودخانه نکا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS

نزدیکی مصب هم، چنین شرایطی را دارد ولی به علت ورود آب دریای خزر به داخل رودخانه تا قسمت بالادست دیواره را آب فرا گرفته است و با اختلاف ارتفاعی در حد ۱ الی ۲ متر به دریا می‌ریزند. رودخانه نکا در نزدیکی مصب به سطح اساس خود نزدیک می‌شود و به شکل مئاندری در می‌آیند ولی بر اثر نوسانات سطح اساس و بالاآمدگی منطقه البرز دچار بستر کاهی می‌گردند و تشکیل رودهایی با طرح مئاندری ولی دارای دیواره‌های مرتفع می‌دهندکه این دیواره‌ها در اغلب نقاط به‌طور میانگین ۴-۵ متر ارتفاع دارند.



شکل ۱۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

رودخانه نکا در بالا دست دارای الگوی مئاندری است و به محض ورود به دشت بعد از شهر نکا به حالت گیسویی در می‌آید. این امر نشان از بالا آمدگی سطح اساس محلی کوهستان در این مناطق دارد و در پایین دست رودخانه از حالت گیسویی به مئاندری تبدیل می‌شود که نشان از افت سطح اساس بر اثر عقب نشینی آب دریای خزر دارد. معمولاً نقاطی که حرکات تکتونیکی و جوان شدن بستر کانال دارد، پیچان رودها شروع به حفر بستر خود می‌نمایند ولی در شرایط عادی، پیچان رودها بدون حفر شدید در سطح جاری هستند و در نهایت به دریا تخلیه می‌گردند. در منطقه نکارود در فاصله دو کیلومتری ساحل دارای ارتفاع دیواره با میانگین ۵ متر است.

اما نکته ای که باید به آن توجه کرد وجود لایه های رسوبی از جنس لس در رودخانه نکا است و رخنمون های لسی نشان از جوان شدگی نیمرخ طولی بر اثر بالا آمدگی کف بستر رودخانه توسط بالا آمدگی البرز است (شکل۱۲).

شکل ۱۲- وجود لایه‌های رسوبی از جنس لس در رودخانه نکا

رودخانه نکا در زمره رودخانه‌هایی با طرح مئاندری و گیسویی قرار می‌گیرد که دارای پایداری نسبی کم و بار بستر و بار رسوب زیاد است. در مصب رودخانه نکا، حمل رسوبات بیشتر از نوع لس، رس، سیلت و ماسه سنگ است و قلوه سنگ‌ها به‌دلیل شیب طولی زیاد این رودخانه نسبت به رودخانه‌های جنوب خلیج گرگان به دریا نمی‌رسند.

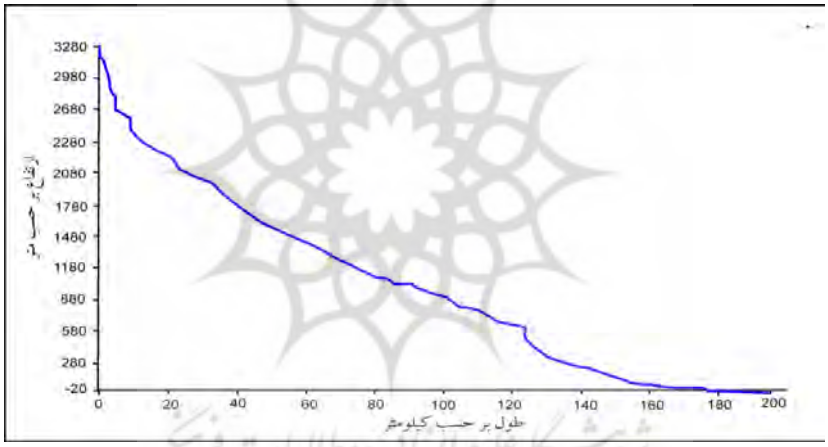
تجزیه و تحلیل نیمرخ طولی رودخانه نکارود

نیمرخ طولی ابزار مؤثری برای آشکار سازی آشفتگی‌های ظریف در طول جریان یک رود است (کلر[1]، ۱۹۹۶ به نقل از وحدتی دانشمند، ۱۳۸۵). نیمرخ طولی رودخانه‌ها به فرایند پرپایی اعمال شده حساس هستند و برای تشخیص ساختارهای فعال استفاده می‌شوند. در یک سامانه‌متعادل، فرسایش و برپایی با هم در تعادل هستند و گرادیان با شیب رودخانه که نرخ فرسایش را مشخص می‌کند، به گونه‌ای تنظیم می‌شود که اختلاف پرپایی با اختلاف فرسایش هماهنگ شود. در رودخانه‌های در حال تعادل، قدرت رودخانه به تقریب در طول مسیر رودثابت می‌ماند، همچنان که گرادیان به سوی پایین رودکاهش می‌یابد، دبی افزایش می‌یابد (هک، ۱۹۷۳؛ به نقل از خدرزاده، ۱۳۸۷). به‌طورکلی نیمرخ رودخانه‌های در حالت تعادل به‌صورت کاوتا خط مستقیم است، در حالی که رودخانه‌هایی که از مناطق در حال پرپایی می‌گذرند، نیمرخ کوژ را نشان می‌دهند؛ زیرا رود همیشه سعی در رسیدن به تعادل یا همان سطح اساس خود دارد. همان‌طورکه می‌دانیم در مناطقی با فعالیت‌های تکتونیکی و نوسانات سطح اساس عمومی چنین روند

1- Keller
2- Hack

طبیعی را شاهد نخواهیم بود، چون بستر رودخانه در دوره‌های مختلف دستخوش ناهنجاری‌هایی از سوی تغییرات سطح اساس و حرکات بالا دستی از قبیل بالاآمدگی کوهستان می‌گردد. نیمرخ طولی در همه جای کانال رودخانه یکسان نیست و بسته به شرایط سنگ‌شناسی، گرادیان و شدت تأثیرپذیری از هر یک از عوامل تأثیرگذار در شیب بستر متفاوت است. به‌عبارت دیگر در طول یک بازه رودخانه ممکن است طرح‌های مختلفی از رودخانه را شاهد باشیم. بررسی روند افت و خیزهای آن به ما در تجزیه و تحلیل و تفسیر پاسخ‌های متفاوت رودخانه به پارامترهای متغیر محیطی کمک می‌کند.

بررسی نیمرخ‌های طولی رودخانه نکا نشان می‌دهد که نیمرخ کوژ و محدبی دارد که بیانگر فعالیت تکتونیکی در منطقه است (شکل ۱۳). نیمرخ‌های طولی محدب، نشان از فراخاست و جوانشدگی بر اثر حرکات زمین‌ساخت فعال منطقه دارد ولی نیمرخ‌های کاو به نسبت کمتری تحت تأثیر نو زمین ساخت بوده‌اند و فرصت کاوش بستر و عمیق شدن را داشته و به سطح اساس خود نزدیک‌ترند.



شکل ۱۳- پروفیل طولی نکا رود

نتیجه‌گیری

شواهد ژئومورفولوژی مانند پادگانه‌های قدیمی دریایی و لاگون‌ها در دامنه‌های بخش جنوبی جلگه خزر در محدوده نکا رود نشان می‌دهد که در دوره‌های گذشته و بین یخبندان کواترنری، سطح آب دریای خزر بسیار بالاتر از حد کنونی بوده است. این پادگانه‌های دریایی و لاگون‌ها در سطوح ارتفاعی پایین‌تری ایجاد شده بودند و به مرور زمان و بر اثر برخاستگی البرز ارتفاع یافته‌اند و از دریا فاصله گرفته‌اند. از دیگر شواهد ژئومورفولوژی تغییرات سطح اساس می‌توان به حفر آبراهه در بالادست رودخانه که نتیجه بالاآمدگی البرز بوده است، اشاره کرد. حفر شدگی آبراهه در پایین دست رودخانه بیش‌تر نتیجه پایین

رفتن سطح آب دریای خزر در زمان کنونی است و حالت گیسویی و کم عمق بودن رودخانه در میانه بعد از خروج از شهر نکا همان‌طور که اشاره شد، نشان از تعادل رودخانه دارد. همچنین وجود لایه‌های رسوبی از جنس لس در رودخانه‌نکا که رودخانه آن را بریده است، بیانگر جوان شدگی نیمرخ طولی بر اثر بالاآمدگی کف بستر رودخانه توسط بالاآمدگی البرز است.

از آنجا که عرض جلگه ساحلی منطقه کم و خط تغییر شیب پای دامنه به خط ساحلی نزدیک است، بنابراین طول آبراهه کاسته شده و شیب آن در همین راستا افزایش یافته است و تأثیرات کوتاه‌مدت تغییر سطح اساس روی بستر کم بوده و نوسانات سطح آب دریای خزر که در فواصل کوتاهی روی داده است، تنها توانسته است مسیر کوتاهی از رودخانه نکا را در پایین‌دست حفر نماید. همچنین نتایج نشان می‌دهد که نیمرخ طولی رودخانه نکا شکل محدب دارد که نشان از فراخاست و جوان‌شدگی بر اثر حرکات زمین‌ساخت فعال منطقه دارد.

منابع

۱-افلاکی، مهتاب. ۱۳۸۱. زمین ریخت‌شناسی زمین‌ساختی دامنه شمالی البرز خاوری (حوضه‌های آبریز نکا و زارمرود)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گرایش تکتونیک، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۲-جعفربیگلو، منصور.، زمانزاده، محمدحسین.، یمانی، مجتبی. و عمادالدین، سمیه. ۱۳۹۱. شواهد ژئومورفولوژیک تغییرات سطح اساس دریای خزر طی کواترنری پسین در محدوده رودخانه گرگانرود، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴، شماره ۲ (پیاپی ۸۰).

۳-خدرزاده، صبا. ۱۳۸۷. نو زمین ساخت پیرامون سربندان، (جنوب خاور دماوند) پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گرایش تکتونیک، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور.

۴-علائی طالقانی، محمود. ۱۳۸۲. ژئومورفولوژی ایران. تهران، نشر قومس.

۵-فرهودی، قدرت‌اله و محبی، محمد. ۱۳۸۹. بررسی برخی از وقایع تکتونکی حاکم بر جنوب شرقی دریای خزر و بلوک خزرجنوبی، فصل‌نامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۶.

۶-کامرانی دلیر، حمید. ۱۳۸۸. بررسی نقش تغییرات سطح اساس در ژئومورفولوژی بستر رودخانه‌های محدوده دلتای سفیدرود (رودخانه‌های پلرود، شفارود و گرگانرود). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گرایش ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.

۷-کرمی، فریبا. ۱۳۸۸. ارزیابی نسبی فعالیت‌های تکتونیکی با استفاده ازتحلیل‌های شکل‌سنجی (نمونه موردی: حوضه اوجانچای، شمالشرقی کوهستان سهند)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره پیاپی ۳۵، شماره ۳.

۸-گورابی، ابوالقاسم. ۱۳۸۷. تأثیر نوزمین ساخت بر تحول لندفرم‌های کواترنری در ایران مرکزی، (مطالعه موردی: گسل‌های ده شیر و انار). رساله دکتری در رشته جغرافیای طبیعی، گرایش ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا.

۹-معتمد، احمد. ۱۳۹۰. جغرافیای کواترنر. تهران، انتشارات سمت.
۱۰-مقصودی، مهران و حمید کامرانی دلیر. ۱۳۸۷. ارزیابی نقش تکتونیک فعال در تنظیم کانال رودخانه‌ها (مطالعه موردی: رودخانه تجن)، نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۶.
۱۱-وحدتی دانشمند، بهارک. ۱۳۸۵. نوزمین ساخت سفیدرود و دشت گیلان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گرایش تکتونیک، دانشگاه آزاداسلامی، واحدعلوم تحقیقات.
۱۲-یمانی، مجتبی و کامرانی‌دلیر، حمید. ۱۳۸۹. تأثیرتغییرات سطح اساس در ریخت‌شناسی بستر رودخانه‌های محدوده دلتای سفیدرود، فصل‌نامه زمین‌شناسی ایران، شماره ۱۶.
13.Berbrian, M., and Robert S. 2001. Contribution of archaeological data to studies of earthquake history in the Iranian Plateau, journal of Structural Geology, (23):563-584.
14.Berbrian, M. 1992. Earthquake mechanisms and effects, Geology: Earthquakes, pp: 27-41.
15.Bridgland, D., and Westaway, R. 2008. Climatically controlled river terrace staircases: A worldwide Quaternary phenomenon, Geomorphology (98): 285-316.
16.Carcaillet, J., Mugnier, J.L., Koci, R., and Jouanne, F. 2009. Uplift and active tectonics of southern Albania inferred from incision of alluvial terraces, Quaternary Research, 71:465-476.
17.Cunha, P.P., Martins, A.A., Daveau, S., and Friend, P.F. 2005. Tectonic control of the Tejo river fluvial incision during the late Cenozoic, in Rodao- central Portugal (Atlantic Iberian border), Geomorphology, (64):271-298.
18.Djamali, M., Beaulieu, J.L., Andrieu-Ponel, V., Berberian, M., Miller, N.F., Gandouin, Erkens, G., Dambeck, R., Volleberg, K.P., Bouman, T.I.J., Bos, J. A.A., Cohen, K.M., Wallinga, J. and Hoek, W.Z. 2009. Fluvial terrace formation in the northern upper Rhine Graben during the last 20000 years as a result of allogenic controls and autogenic evolution, Geomorphology (103): 476-495.
19.Farhoudi, G. and Karig, D.E. 1977. Makran of Iran and Pakistan as an active arc system, Gology, 5(11): 664-668.
20.Federov, P.V. 1995. Modern geology of the Caspian Sea, Russian Academy of Science Bulletin, 65(7): 622-625.
21.Ghassemi, M.R. 2005. Drainge evolution in response to fold growth in the hanging wall of the Khazar fault, north- eastern Alborz, Iran, Basin Research, (17):425-436.
22.Hancock, G.S., Anderson, R.S., Chadwick, O.A., and Finkel, R.C. 1999. Dating fluvial terraces with ^{10}Be and ^{26}Al profiles: application to the Wind River, Wyoming, Geomorphology, (27):41-60.
23.Harvey, A.M. 2002. The role of base-level change in the dissection of alluvial fans: case studies from southeast Spain and Nevada, Geomorphology, 45:67-86.
24.Hsieh, K., and Peter, L.K. 2001. Middle- late Holocene river terraces in the Erhjen river basin, southwestern Taiwan-implications of river response to climate change and active tectonic uplift, Geomorphology, (38): 337-372.
25.Jackson, J., Priestley, K., Allen, M. and Berberian, M. 2002. Active tectonics of the south Caspian basin, Geophysical Journal International, (148):214-245.
26.Kakroodi, A.A., Kroonenberg, S.B., Mohamah Khani, H., Yamani, M., Hgasemi, M.R, and Lahijani, H.A.K. 2012. Rapid Holocene sea-level changes along the Iranian Caspian coast, Quaternary International, pp: 1-11.

27.Kroonenberg, S.B., and Rusakov, G.V. 1997. The Wandering Volga Delta: A response to rapid Caspian sea-level change, Sedimentary Geology, 107:189-209.
28.Kroonenberg, S.B., Abdurakhmanov, G.M., Badyukov, E.N., van der Borg, K., Kalashnikov, A., Kasimo, N.S., Rychagov, G.I., Svitoch, A.A., Vonhof, H.B., and Wesselingh, F.P. 2007. Solar-forced 2600 BP and Little Ice Age highstands of the Caspian Sea. Quaternary International, (173-174):137-143.
29.Lewin, J., and Gibbard, P.L. 2010. Quaternary river terraces in England: Forms, sediments and processes, Geomorphology, (120):293-311.
30.Litchfield, N.J. 2008. Using fluvial terraces to determine Holocene coastal erosion and Late Pleistocene uplift rates: An example from northwestern Hawke Bay, New Zealand, Geomorpholohy, (99): 369-386.
31.Litchfield, N.J., and Berryman, K.R. 2005. Correlation of fluvial terraces within the Hikurangi Margin, New Zealand: implications for climate and baselevel controls, Geomorphology, (68):291-313.
32.Maher, E., and Harvey, A.M. 2008. Fluvial system response to tectonically induced base–level change during the late-Quaternary: the Rio Alias southeast Spain, Geomorphology, (100):180-192.
33.Overeem, I., Kroonenberg, S.B., Veldkamp, A., Groenesteijn, K., Rusakov, G.V., and Svitoch, A.A. 2003. Small-scale stratigraphy in a large ramp delta: recent and Holocene sedimentation in the Volga delta, Caspian Sea. Sediment Geology, (159):133-157.
34.Renssen, H., Lougheed B.C., Aerts, J.C.J.H., Moel, H. de. Ward P.J., and Kwadijk, J.C.J. 2007. Simulating long-term Caspian sea level changes: the impact of Holocene and future climate conditions, Earth and Planetary Science Letters, (261):685-693.
35.Schumm, S.A. 2005. River Variability and Complexity, First published, Cambridge University press.
36.Tsai, H., Hseu, Z., Huang, Yei, Shu, W., Chen, and Sang, Z. 2007. Pedogenic approach to resolving the geomorphic evolution of the pakua river terraces in central Taiwan, Geomorphology, (83):14-28.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی