

بازشناسی تکامل دیرینه ژئومورفولوژیک کواترنری حوضه آبخیز گزازچای خلخال

رسول صمدزاده* - دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.
پریسا صمیمی هشتجین - دانش آموخته کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۰۴ تأیید نهایی: ۱۳۹۷/۰۴/۲۰

چکیده

حوضه آبخیز گزازچای به عنوان یکی از زیرحوضه‌های رودخانه قزل‌اوزن در ارتفاعات تالش شامل مجموعه‌ای از نهشته‌ها و لندفرم‌های با ماهیت، سن و موقعیت‌های متفاوت است. این حوضه بخشی از تاریخ طبیعی کواترنر ارتفاعات یاد شده را در خود جای داده است. بازشناسی این تاریخ و اشکال و لندفرم‌های دیرینه شکل گرفته در بستر زمانی و مکانی آن هدف اصلی پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهد. این پژوهش از لحاظ روش از نوع بنیادی است که تجزیه و تحلیل آن بر پایه روش تحلیلی استوار بوده و طی آن عوامل و متغیرهایی مورد پژوهش قرار گرفته‌اند که حداقل از کواترنر تا عصر حاضر به ویژه در طول هولوسن در شکل‌زایی حوضه تأثیرگذار بوده‌اند. تراس‌های زمین‌ساختی در طبقات متفاوت ارتفاعی، نهشته‌های دریاچه‌ای سدی هولوسن با تناوب دوره‌های آب‌وهوایی خشک و نیمه‌خشک تا مرطوب، توالی عمودی نهشته‌های رودخانه‌ای در لابلای نهشته‌های دریاچه‌ای و نمود آن‌ها به صورت یک سطح بازمانده، نهشته‌های پوششی و قرارگیری آن‌ها بر روی نهشته‌های دریاچه‌ای و زمین‌لغزش دیرینه مهم‌ترین اشکال و لندفرم‌های موروثی در سطح حوضه هستند. شکل‌گیری این اشکال و لندفرم‌های موروثی ارتباط مستقیمی با فرارفت سطح حوضه و فرونشست سطح اساس ناحیه‌ای آن یعنی حوضه کاسپین جنوبی دارد. مهم‌ترین تأثیر این فرارفت متروک ماندن تراس‌های زمین‌ساختی به عنوان بخشی از سیستم گزازچای و اختلاف ارتفاع زیاد آن‌ها با بستر کنونی رودخانه است. بدین ترتیب در طول تکوین حوضه برتری با فازهای کاوشی بوده است.

واژگان کلیدی: دیرینه ژئومورفولوژیک، کواترنری، لندفرم‌های موروثی، حوضه گزازچای، خلخال.

مقدمه

از زمان آغاز کواترنر تا عصر نوسنگی منطقه آسیای باختری به عنوان بخشی از خاورمیانه که گستره‌ای از جنوب باختری ایران و شبه جزیره عربستان تا خاور و جنوب خاوری دریای مدیترانه را در بر گرفته که از آن تحت عنوان «کانون مدنیت» و یا «هلال حاصل خیز» یاد می‌شود و همچنین خاستگاه کشاورزی، اهلی‌سازی گیاهی و نخستین اجتماعات انسانی محسوب می‌گردد، متحمل تغییرات محیطی متعددی شده است (ملات^۱، ۱۹۷۵؛ لیک^۲، ۲۰۱۰؛ ریهل و همکاران^۳، ۲۰۱۳؛ شریفی و همکاران؛ ۲۰۱۵).

به طور کلی در مورد تاریخ طبیعی و تغییرات محیطی کواترنر منطقه خاورمیانه که ایران و آسیای باختری را شامل می‌شود برخی از پژوهشگران به نظریه فازهای سرد و خشک در طول دوره‌های یخچالی و گرم و مرطوب در دوره‌های بین‌یخچالی (هوکریده و وایزمن^۴، ۱۹۶۸؛ گودفریند و ماگاریتز^۵، ۱۹۸۰؛ بوک^۶، ۱۹۵۹؛ رایت^۷، ۱۹۶۱) و برخی دیگر نیز به فازهای سرد و مرطوب (بارانی) در دوره‌های یخچالی و گرم و خشک در دوره‌های بین‌یخچالی (بومن^۸، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۷؛ نیو و امری^۹، ۱۹۹۵) معتقد هستند. آنچه که امروزه حائز اهمیت بوده و تقریباً مورد توافق همگانی است، همزمانی فازهای آب‌وهوایی سرد و خشک با شرایط یخچالی و فازهای مرطوب با دوره‌های بین‌یخچالی نیمکره شمالی می‌باشد.

هرچند که مقوله تغییرات محیطی و در بطن آن تغییرات آب‌وهوایی به سده نوزدهم بازمی‌گردد، ولی عنوان دیرینه ژئومورفولوژی کواترنر نخستین بار توسط مک‌لارن و همکاران^{۱۰} (۲۰۰۴) در منطقه وادی فاینان در جنوب دریای مرده (بحرالمیت) در کشور اردن به کار برده شد. آن‌ها در این منطقه دست کم هشت کانال دیرینه در سطوح مختلف ارتفاعی به همراه رخساره‌های غالب رودخانه‌ای، دامنه‌ای و بادی را شناسایی نمودند. از اشکال دیرینه دیگر در این منطقه می‌توان به سطوح هموار شده متعلق به تراس‌های با گرادیان شیب ملایم کانال‌های بریده شده سنگی و نهشته‌های رودخانه‌ای اشاره نمود.

محیط‌های کوهستانی جنوب استان اردبیل به عنوان بخشی از ارتفاعات تالش تحت تاثیر تغییرات چرخه‌ای آب‌وهوایی و زمین‌ساختی در طول ۲/۵ میلیون سال اخیر از تاریخ تکوین دیرینه ژئومورفولوژیکی خاصی برخوردار است. حوضه آبخیز گزازچای به عنوان یکی از زیرسیستم‌های ارتفاعات باغروداغ است که از این ارتفاعات تحت عنوان قلمرو یخچال‌های قدیمی یاد شده است (محمودی، ۱۳۸۰، ۱۲). امروزه بخشی از جاده ارتباطی تازه ساخت اردبیل — خلخال از مسیر سرچم تقریباً به موازات کانال جریان گزازچای از وسط محدوده فرادست حوضه که یکی از کانون‌های تفرجگاهی استان اردبیل می‌باشد، کشیده شده است. از طرف دیگر بخشی از جنگل‌های تیپ زاگرسی جنوب استان اردبیل در این حوضه قرار دارند که علاوه بر ارزش‌های زیست محیطی به عنوان شواهدی از بهبود شرایط آب‌وهوایی و حاکمیت فازهای گرم و مرطوب در آغاز هولوسن پس از خاتمه دوره سرد دریاس جوان قلمداد می‌گردد.

^۱. Mellaart

^۲. Leick

^۳. Riehl et al

^۴. Huckreide and Weiseman

^۵. Goodfriend and Magaritz

^۶. Boobek

^۷. Wright

^۸. Bowman

^۹. Neev and Emery

^{۱۰}. McLaren et al

شواهد نوسان‌های آب‌وهوایی و تغییرات محیطی پلیستوسن و هولوسن در ایران از بررسی‌های سامانه‌های مختلف ژئومورفیک از جمله رسوبات دریاچه‌ای (وان زایست و رایت ۱۹۶۳؛ کلتز و شهرابی ۱۹۸۶؛ جمالی و همکاران ۲۰۰۸؛ رضانی و همکاران ۲۰۰۸)، پلایاها یا کویرها (کرینسلی، ۱۹۷۰)، مورن‌های یخچالی (بوبک، ۱۹۳۷؛ هاگه دورن و همکاران، ۱۹۷۵؛ کوهله، ۱۹۷۶)؛ و نموده‌های حاشیة یخچالی (هاگه دورن و همکاران، ۱۳۵۶)، گنبد‌های نمکی (بوش و همکاران، ۲۰۰۲) و رسوبات آبرفتی (شارلاو، ۱۹۵۸، ویتافینزی، ۱۹۶۹)، پدیمنت‌ها و مخروط‌های آبرفتی (وایزه: ۱۹۷۴؛ ریگارد و همکاران، ۲۰۰۶)، و همچنین تراس‌های رودخانه‌ای و دریایی (اهلرز ۱۹۶۹، و گرونر، ۱۹۷۷) استنباط شده است.

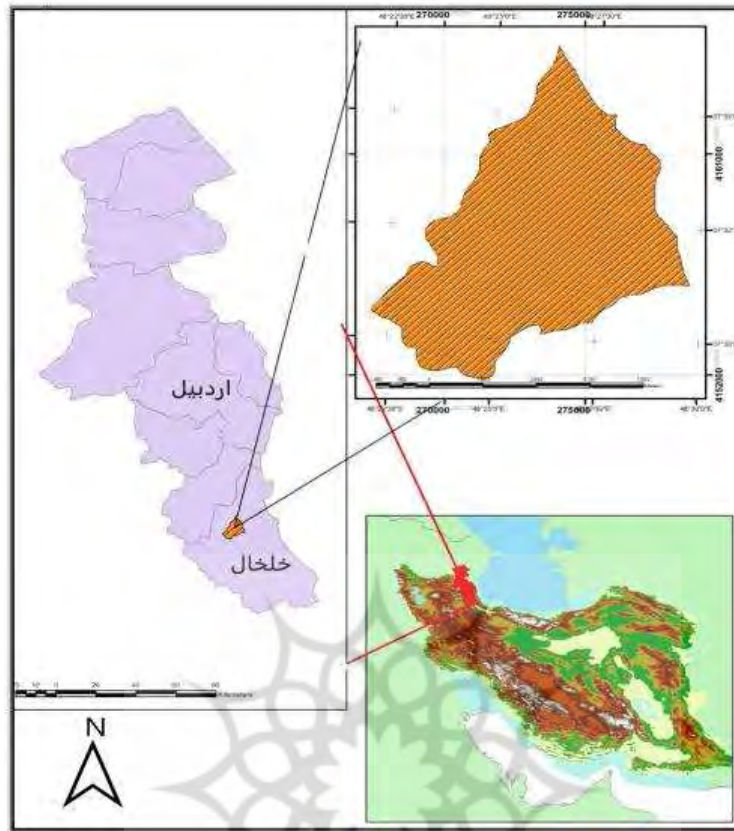
در این پژوهش از میان شواهد یاد شده به دلیل وجود تراس‌های رودخانه‌ای و زمین‌ساختی، نهشته‌های دریاچه‌ای و همچنین نموده‌های حاشیة یخچالی به عنوان اشکل دیرینه و موروثی که به طور کلی از آن تحت عنوان ژئومورفولوژی دیرینه یاد می‌شود، به منظور شناسایی خلاءهای شناختی موجود و گشودن دیدگاه‌ها و چشم‌اندازهای جدید برای پژوهش‌های دیرینه محیطی و آب‌وهوایی آینده، در این حوضه مورد بررسی قرار گرفته است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از لحاظ روش از نوع تجربی است که تجزیه و تحلیل آن بر پایه روش تحلیلی استوار بوده و طی آن عوامل و متغیرهایی مورد پژوهش قرار گرفته‌اند که حداقل از کواترنر تا عصر حاضر در دینامیک سطح حوضه تاثیرگذار بوده‌اند. ابزار فیزیکی مورد استفاده عبارتند از: نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ کیبوی و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کیبوی، عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و تصاویر ماهواره‌ای برگرفته از سایت Google Earth. برای تعیین مختصات اشکال و لندفرم‌های دیرینه قابل شناسایی در سطح حوضه و انتقال آن‌ها بر روی نقشه و محیط GIS از دستگاه GPS (سیستم موقعیت‌یاب جغرافیایی) استفاده شده است. به منظور تهیه یک چهارچوب زمان‌شناختی جهت بازسازی تاریخ تغییرات دیرینه آب‌وهوایی و تکامل چشم‌اندازهای حوضه در طول کواترنر از مدل سنی ارائه شده توسط شریفی و همکاران (۲۰۱۵) در مرکز تحقیقات اقیانوس‌شناسی وابسته به دانشگاه میامی امریکا برای دریاچه نئور (۱۰ کیلومتری شمال حوضه گزازچای) استفاده شده است.

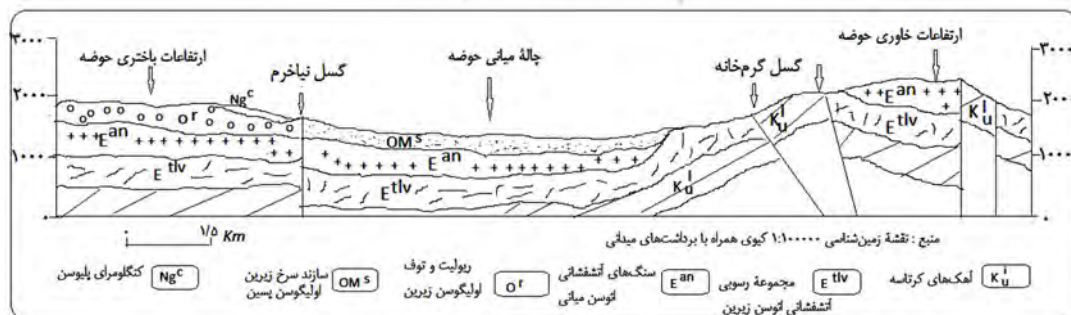
جایگاه جغرافیایی حوضه آبخیز گزازچای

منطقه مورد مطالعه با نام حوضه آبخیز گزازچای با وسعت ۷۵۱۷/۷۳ هکتار و در مختصات ۴۷° / ۲۱' / ۴۸ تا ۵۱° / ۲۹' / ۴۸ طول خاوری و ۰۸' / ۲۹' / ۳۷ تا ۱۶' / ۳۶' / ۳۷ عرض شمالی در جنوب استان اردبیل و در شهرستان خلخال واقع گردیده است (شکل شماره ۱). این حوضه جزو بخش مرکزی و دهستان خاندبیل غربی بوده و یکی از زیرحوضه‌های رودخانه قزل اوزن محسوب می‌گردد. خود قزل اوزن نیز یک از زیرحوضه‌های حوضه آبخیز سفیدرود می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت کلی حوضه آبخیز گرازچای در تقسیمات سیاسی کشور، استان اردبیل و شهرستان خلخال

مناطق مسکونی موجود در حوضه شامل روستاهای ترزنق، ترک، گلوچه، قزل درق، وارث آباد، آرسون، نیاخرم و گرمخانه می باشد. مهم ترین ارتفاعات حوضه کوه گچ داغی در غرب حوضه می باشد. بلندترین نقطه ارتفاعی حوضه با ارتفاع ۲۴۲۰ متر از سطح دریا در غرب حوضه و پست ترین نقطه ارتفاعی آن با ارتفاع ۱۴۰۰ متر از سطح دریا در خروجی حوضه قرار دارند (شکل ۲). با توجه به برش زمین شناسی با راستای خاوری — باختری، در اثر عملکرد گسل معکوس گرمخانه در خاور و گسل گراز در باختری ارتفاعات خاوری و باختری به صورت یک هورست و قسمت مرکزی حوضه به شکل یک گرابن شکل گرفته است (شکل ۲).



شکل ۲: برش زمین شناسی با راستای خاوری — باختری حوضه مورد مطالعه تقریباً به موازات با امتداد آبراهه اصلی گرازچای

حوضه گزازچای در حال حاضر از شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک تا نیمه‌مرطوب، برخوردار است. وجود شواهد کلیماکولوژیکی همچون درختان ارس در امتداد دره اصلی گزازچای از روستای نیاخرم به سمت دره فزل اوزن و درختچه‌های پسته وحشی، زالزاک و همچنین ارس نشانگر نفوذ جریان‌های مرطوب مدیترانه‌ای است. بالاتر از مسیر این جریان، بادهای باختری عرض‌های میانی است که معمولاً با رطوبت ناچیزی همراه هستند. در طول فصل زمستان نیز برتری با پرفشارهای سیبری است که به دلیل از دست دادن رطوبت خود در دامنه‌های شمالی البرز و خاوری تالش، در دامنه‌های جنوبی البرز و باختری تالش بیشتر با سرما و خشکی همراه است. البته لازم به یاد آوری در مواقع برخورد توده‌های سرد سیبری با جریان‌های مرطوب مدیترانه ریزش‌های سنگین برف در سطح حوضه اتفاق می‌افتد.

بحث

لندفرم‌های دیرینه حوضه

تراس‌های زمین‌ساختی

یکی از مهم‌ترین نمودهای مورفوتکتونیک موجود در امتداد رودخانه گزازچای، تراس‌های زمین‌ساختی است که در ردیف‌های مختلف ارتفاعی قرار گرفته‌اند. این تراس‌ها از قطعات زاویه‌دار متشکل از سنگ‌های آتشفشانی و آهکی با زمینه‌ای از سیمان نرم رسی و آهکی تشکیل شده‌اند و در اثر سخت‌شدگی تبدیل به کنگلومرا شده‌اند. با توجه به این که هیچ‌گونه ذرات ماسه‌ای و قلوه سنگی گرد شده رودخانه‌ای در لابلاهی این تراس وجود ندارد، لذا نمی‌توان آن را به تراس رودخانه‌ای نسبت داد. بهترین نمونه از رخنمون این تراس‌ها در گوشه شمال خاوری روستای گزاز به سبزی ۱ متر و در ارتفاع ۱۶۲۰ متری واقع گردیده است (شکل شماره ۳). با توجه به جایگاه چینه‌شناسی این تراس‌ها که به صورت افقی بر روی لایه‌های چین‌خورده پلیوسن قرار گرفته‌اند و همچنین سخت‌شدگی شان می‌توان سن آن‌ها را به پلیستوسن زیرین نسبت داد.



شکل شماره ۳: تراس‌های قدیمی و مرتفع سخت شده واقع در شمال خاوری روستای گزاز در ارتفاع ۱۶۲۰ متری



شکل ۴: تراس‌های شکل گرفته در کرانه جنوبی رودخانه گزازچای نرسیده به روستای گزاز

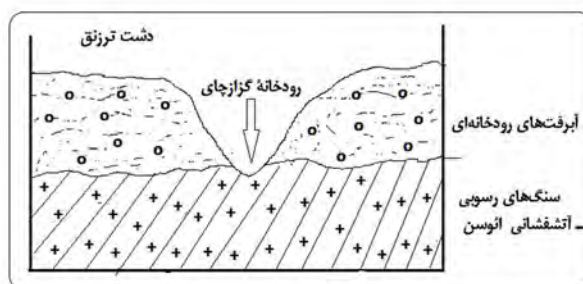
تراس‌های قدیمی به دلیل اختلاف ارتفاع نسبتاً زیاد با بستر فعلی رودخانه تماماً کاربری مرتعی و یا دیم‌زاری دارند، ولی تراس‌های پایینی به علت امکان دسترسی راحت به آب رودخانه، کاربری‌های باغی و کشاورزی دارند. این تراس‌ها به دلیل نامقاوم بودن مستعد حرکات دامنه‌ای به‌ویژه زمین‌لغزش هستند.

دشت مرتفع ترزندق

در قسمت فرادست حوضه، دشت مرتفع ترزندق در ارتفاع ۱۸۵۰ متری به درازای ۱۵۰۰ متر و پهنای ۸۰۰ متر قرار دارد. سطح هموار این دشت تداعی کننده یک دریاچه دیرینه در حوضه گزازچای است. برای این منظور و مطالعه بهتر ترانشه‌ای به عمق حدود ۱ متر حفر گردید. این ترانشه در سطح شامل یک لایه خاک با افق A تکامل نیافته است که بر روی مواد کوهرفتی آهکی زاویه‌دار به ستبرای ۲۰ سانتی‌متر قرار دارد. وجود مواد آهکی در این لایه ریگولیته نشانگر یک فاز آبوهوایی سرد و خشک است. در زیر این دو لایه، آبرفت‌های ریزدانه ماسه‌ای رودخانه‌ای به ستبرای ۳۰ سانتی‌متر قرار دارد (شکل ۵). مراحل تکوین دشت ترزندق را بدین صورت می‌توان طرح نمود:

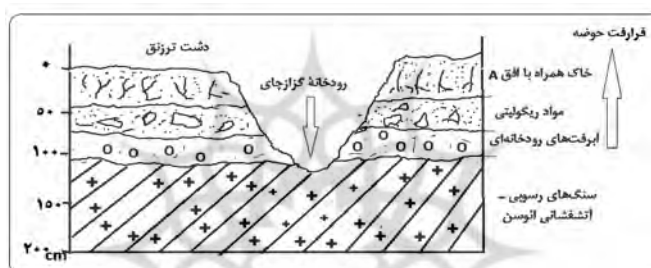


شکل ۵: ترانشه حفر شده (سمت چپ) و برش همان ترانشه (سمت راست) دشت ترزندق



شکل ۶: وضعیت بازسازی شده اولیه دشت مرتفع ترزوق پیش از فرارفت، بدون لایه‌های پوششی بر روی آبرفت‌های رودخانه‌ای

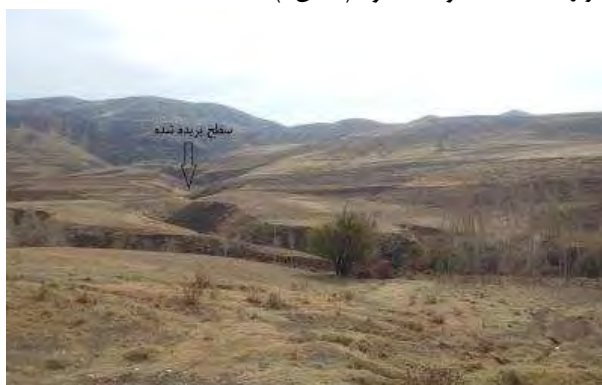
در نخستین مرحله (پیش از فرارفت) رودخانه بعد از ترسیب آبرفت‌های رودخانه‌ای به تدریج با حفر این لایه‌های آبرفتی به جریان خود ادامه می‌دهد (شکل ۶).



شکل ۷: وضعیت کنونی دشت مرتفع ترزوق بعد از فرارفت منطقه و تشکیل مواد ریگولیتی و خاک همراه با افق A

در دومین مرحله (فرارفت و مرحله بعد از آن) با فرارفت حوضه بستر رودخانه به عمق رفته و در ابتدا به دلیل حاکمیت فاز آب‌وهوایی سرد و خشک مواد ریگولیتی متشکل از قطعات زاویه‌دار حاصل تخریب فیزیکی توف همراه با آهک‌های آئوسن بر روی آبرفت‌های رودخانه‌ای ترسیب می‌یابد. سپس با بهبود نسبی شرایط آب‌وهوایی لایه خاک تنها با یک افق نسبتاً تکامل یافته A تکوین می‌یابد (شکل ۷).

در گوشه شمالی دشت ترزوق (خارج از زیر حوضه ترزوق) نیز سطوح بریده شده‌ای وجود دارد که رخنمون آن شامل مواد ریگولیتی است که سطح آن‌ها را لایه نازکی از خاک با افق تکامل نیافته A پوشانده است. نبود نهشته‌های ماسه‌ای و قلوه سنگی جور شده با خاستگاه رودخانه‌ای و یا نهشته‌های لایه‌بندی شده دریاچه‌ای در ترانزس‌های نمایان شده بر اثر بریدگی‌های سر شاخه‌های فرعی گزازچای، انتساب این بریدگی‌ها بر اثر تغییرات آب‌وهوایی را منتفی می‌سازد. لذا این بریدگی‌ها را می‌توان تنها با فرارفت منطقه توجیه نمود (شکل ۸).



شکل ۸: سطوح بریده شده بر اثر فرارفت منطقه واقع در شمال دشت ترزوق (آبان ۱۳۹۵)

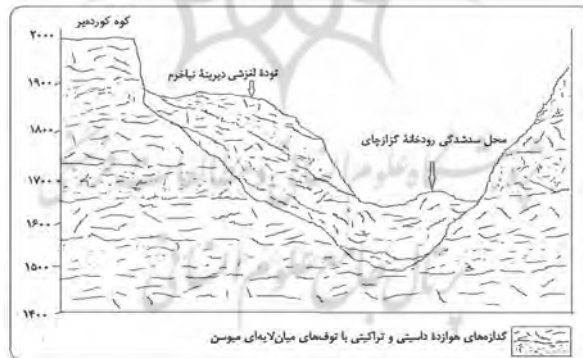
زمین لغزش دیرینه نیاخرم

هر چند که در سطح حوضه گزازچای به دلیل گسترش سنگ‌های آتشفشانی هوازدهٔ ائوسن، اولیگوسن و مجموعه‌های رسوبی میوسن زمین‌لغزش‌های متعددی وجود دارد، ولی مهم‌ترین آن‌ها که در روند شکل‌زایی و همچنین خلق یکی از اشکال مورثی حوضه تاثیرگذار بوده است، زمین‌لغزش دیرینهٔ روستای نیاخرم می‌باشد (شکل ۹).

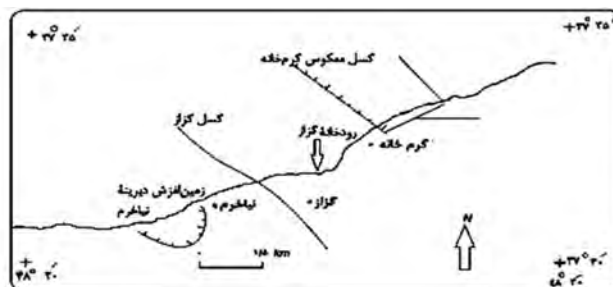


شکل ۹: زمین‌لغزش دیرینه (هولوسن پیشین) نیاخرم رویداده در گدازه‌های داسیتی و تراکیتی هوازدهٔ میوسن (آبان ۱۳۹۵).

این زمین‌لغزش از منتهی‌الیه جنوب باختری خط‌الراس کوه کورده‌یر (ارتفاع ۲۰۰۰ متری) به درازای تقریباً ۱۰۰۰ متر به سمت خط‌القعر گزازچای اتفاق افتاده است (شکل ۱۰). در نتیجهٔ این زمین‌لغزش، تودهٔ عظیمی به حجم چندین هزار متر مکعب از دیوارهٔ دره به پایین لغزیده و مسیر رود گزازچای را بسته و دریاچه‌ای به درازای بیش از ۱/۵ کیلومتر و پهنای ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر در پشت آن به وجود آمد. زمین‌لغزش نیاخرم بعد از زمین‌لغزش دیرینهٔ کلور خلخال (دامنه‌های شمالی ارتفاعات پلنگا) دومین زمین‌لغزش دیرینهٔ استان اردبیل محسوب می‌گردد.



شکل شماره ۱۰: برش زمین‌لغزش دیرینهٔ نیاخرم بر اساس برداشت‌ها و مطالعات میدانی



شکل ۱۱: موقعیت زمین‌لغزش دیرینهٔ نیاخرم در ارتفاعات باختری حوضهٔ رودخانهٔ گزازچای

دریاچهٔ سدی نیاخرم

مهم‌ترین اثر زمین‌لغزش نیاخرم علاوه بر تغییر چشم‌انداز بخشی از دامنهٔ شمالی کوه کورده‌یر، ایجاد یک سد طبیعی بر روی رود گزازچای بوده است (شکل ۱۴). به دنبال این زمین‌لغزش و ایجاد سدی طبیعی در مقابل رودخانهٔ گزازچای، با شکل‌گیری دریاچه‌ای به درازای حدود ۱/۵ کیلومتر به وجود آمده که بخش‌هایی از درهٔ گزازچای را دربرمی‌گرفت، یک سطح اساس موقتی نیز در قسمت میانی آبراههٔ اصلی پدید می‌آید. اختلاف ارتفاع بلندترین نقطهٔ ارتفاعی حوضه (۲۴۲۰ متر) با این سطح اساس موقتی (۱۵۰۰ متر) در مسافت حدود ۱۰ کیلومتری به ۹۰۰ متر، یعنی با شیب متوسط ۹ در صدی، می‌رسید. این اختلاف ارتفاع اندک خط‌الراس تا سطح اساس یاد شده در مسافت کوتاه باعث کاهش انرژی رواناب و شیب و در نهایت ترسیب سیلت و رس شده است بهترین و تنها ترانشهٔ موجود از این نهشته‌ها در دیوارهٔ شمالی رودخانه است که در نزدیکی محل سدشدگی قرار دارد. ستبرای این ترانشه از راس تا بستر رودخانه به ۷/۵ متر می‌رسد. موقعیت و ستبرای این ترانشه در نزدیکی سد طبیعی لغزشی نشانگر انطباق محل آن با عمیق‌ترین قسمت دریاچه می‌باشد (شکل ۱۵).

با توجه به ستبرای این ترانشه که دقیقاً برابر با عمق گمانهٔ توری ۷/۵ متری جنوب دریاچهٔ نئور (شریفی و همکاران، ۲۰۱۵) است (شکل ۱۱۵) لذا کل دورهٔ زمانی ۱۳۵۰۰ سال (پیش از هولوسن) تا عصر حاضر را پوشش می‌دهد. ماهیت یکدست نهشته‌های رسی و سیلتی این ترانشه نشان می‌دهد که به دلیل نزدیکی به محل سد طبیعی در طول مدت زمان ترسیب از نوسان‌های سطح آب دریاچه به دلیل حاکمیت فازهای آب و هوایی خشک و مرطوب، در امان مانده است. این سد پس از شکل‌گیری در هولوسن پیشین، توسط رود گزازچای در طول هولوسن به تدریج گدازه‌های هوازده را فرسایش داده و بستر خود را به صورت گلوگاه بریده است (شکل ۱۲).

آنچه که امروزه به صورت پادگانه‌هایی در داخل دره مشاهده می‌شود، بازماندهٔ رسوبات دریاچهٔ قدیمی است. جنس این رسوبات بیشتر از ماسه و شن و قلوه سنگ است. ستبرای این آبرفت‌ها در محل حدود ۱ تا ۱/۵ متر است (شکل ۱۳). رسوبات دریاچه‌ای و تراس‌ها، در این منطقه استحکام کمی داشته و اغلب توده‌هایی از واریزه‌ها در پای آن‌ها دیده می‌شوند. در پایین دست سد واقع در دامنهٔ شمالی رودخانهٔ گزازچای زمین‌لغزش کوچک دیگری وجود دارد. عامل این زمین‌لغزش فرایند زیربری رودخانه‌ای بعد از بریدگی تدریجی سد طبیعی می‌باشد که با مساعدت شیب زیاد دامنه رویداده است.



شکل ۱۲: محل سدشدگی رودخانهٔ گزازچای توسط پدیدهٔ زمین‌لغزش دیرینهٔ دامنهٔ شمالی کوه کورده‌یر (اردیبهشت ۱۳۹۶).



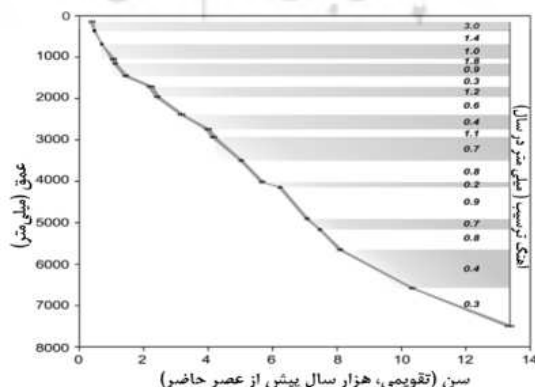
شکل ۱۳: ترسیب نهشته‌های دریاچه‌ای کم عمق و کم انرژی سدی نیاخرم (اردیبهشت ۱۳۹۶)

به دلیل عدم دسترسی به تکنیک‌های سن‌یابی به ناچار برای سن‌سنجی نهشته‌های دریاچه‌ای سدی نیاخرم، از مدل سنی ارائه شده توسط شریفی و همکاران (۲۰۱۵) برای دریاچهٔ نئور (بر اساس گمانهٔ برداشتی به عمق ۷/۵ متری از توب‌زارهای جنوب دریاچه) واقع در ۲۰ کیلومتری گوشهٔ شمالی حوضهٔ گرازچای، استفاده شده است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴: واحدهای اصلی ژئومورفولوژیکی و مورفوتکتونیکی بستر دریاچهٔ دیرینهٔ نیاخرم و محدوده‌های بیرامونی آن (آبان ۱۳۹۵).

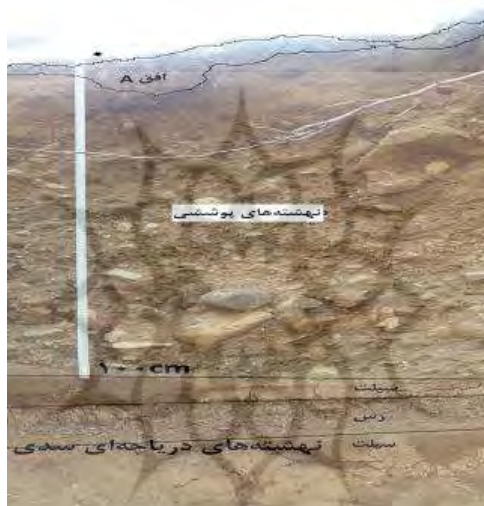
بر اساس این مدل هر چند که آهنگ ترسیب در طول ۱۳۵۰۰ سال گذشته و در فازهای مختلف آب‌وهوایی متفاوت بوده است، ولی متوسط آهنگ محاسبه شدهٔ آن بر اساس مدل سن - عمق $0/9 \pm 0/6$ میلی‌متر در سال برآورد شده است، که پایین‌ترین آن در طول هولوسن پیدایش تا میانی (بین ۱۲ تا ۴ هزار سال پیش از عصر حاضر) و بالاترین آن از ۱۵۰۰ سال پیش تا عصر حاضر افتاده است. ستبرای زیاد (تقریباً ۱ میلی‌متری) لایه‌های رسی بالای گویای چنین واقعیتی هستند.



شکل ۱۵: مدل سنی ارائه شده برای تغییرات آب‌وهوایی ۱۳۵۰۰ سال دریاچهٔ نئور (واقع در ۲۰ کیلومتری شمالی حوضهٔ گرازچای) بر اساس گمانهٔ ۷/۵ متری از توب‌زارهای جنوب دریاچه. نوارهای روشن نشانگر دوره‌های برتری ورودی‌های سنگ زادی یا لیتوژنیک (نهشته‌های بادی) بوده در حالی که نوارهای خاکستری مقادیر زیاد مواد آلی تجزیه شده را نشان می‌دهد (شریفی و همکاران، ۲۰۱۵، ۲۲۰).

نهشته‌های پوششی

در پایین دست روستای نیاخرم در ترانشه‌ای طبیعی نهشته‌های پوششی متشکل از قطعات زاویه‌دار ریز و درشت‌دانه با زمینه‌ای رسی به سبزی ۱۰۰ سانتی‌متر رخنمون دارد که بر روی نهشته‌های دریاچه‌ای متشکل از تناوب لایه‌های رسی و سیلتی قرار گرفته است. این نهشته‌ها نشانگر شرایط انباشتی بدون پسروری دریاچه می باشد. این شرایط انباشتی و شکل‌گیری نهشته‌های پوششی می‌تواند با شرایط آب‌وهوایی سرد و مرطوب ارتباط مستقیم داشته است. بدین ترتیب که تحت شرایطی آب‌وهوایی سرد و مرطوب مربوط با خیس و مرطوب بودن دامنه‌های منتهی به دریاچه سدی همراه با شیب زیاد شرایط را برای رانش دامنه‌ها و جابه‌جایی حجم عظیمی از مواد ریز و درشت و نهشته‌های نرم رسی حاصل از دگرسانی سنگ‌های آتشفشانی به داخل دریاچه و ترسیب آن‌ها بر روی نهشته‌های دریاچه‌ای گردیده است. لازم به یادآوری است که این شرایط در حال حاضر در طول فصول سرد سال مخصوصاً اسفند و فروردین ماه در سطح حوضه اتفاق می‌افتد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶: قرارگیری نهشته‌های پوششی بر روی لایه‌های دریاچه‌ای سدی نیاخرم (اردیبهشت ۱۳۹۶)

۴ چینه‌شناسی ابرفتی و واکنش رودخانه گزازچای به تغییرات آب‌وهوایی هولوسن

شواهد لایه‌های رسی و سیلتی قهوه‌ای به سبزی ۷/۵ متر در برش نهشته‌های دریاچه‌ای سدی موقتی نیاخرم متعلق به هولوسن شرایط تقریباً مرطوب‌تر از آب‌وهوایی امروزی را نشان می‌دهد. لایه‌های سیلت و رس قهوه‌ای تا سبزی میانبرهای ماسه‌ای به عنوان نمایه‌ای از شرایط سردتر و مرطوب‌تر با کاهش تبخیر و سطح بالاتر دریاچه قابل تفسیر هستند. این ویژگی فقط برای عمیق‌ترین قسمت دریاچه در نزدیکی سد طبیعی قابل توجیه است، زیرا با اندکی فاصله از این قسمت به سمت بالادست برونزد دیگری از نهشته‌های دریاچه‌ای دیده می‌شود (شکل ۱۵). در پایین‌دست روستای نیاخرم بر اثر فرسایش رودخانه گزازچای ترانشه‌ای طبیعی به عمق ۴/۵ متر ایجاد شده است که تنها در ۲ متر رویی آن تناوبی از نهشته‌های دریاچه‌ای و رودخانه‌ای در معرض دید قرار گرفته است (شکل ۱۷).

لایه‌های دریاچه‌ای متشکل از سیلت و رس (لایه رویی به سبزی ۶۰ و میانی یا لایه سوم نیز ۵۵ سانتی‌متر) نشانگر محیط رسوبی کم‌انرژی با شرایط آب‌وهوایی سردتر و مرطوب‌تر است. توالی عمودی نهشته‌های رودخانه‌ای (لایه دوم به سبزی ۴۰ و لایه چهارم نیز ۵۵ سانتی‌متر) در لابلاهی نهشته‌های دریاچه‌ای را می‌توان ناشی از پسروری دریاچه به دلیل وجود شرایط آب‌وهوایی خشک و نیمه‌خشک همراه با کاهش بارندگی و افزایش انرژی رواناب دانست. در چنین شرایطی رسوبات درشت‌دانه تا مسافت‌های دورتر حمل شده و بر روی نهشته‌های ریزدانه دریاچه‌ای قرار می‌گیرند.



شکل ۱۷: تناوب نهبشته‌های دریاچه‌ای (فاز آب‌وهوایی مرطوب) و رودخانه‌ای (فاز آب‌وهوایی خشک) در ترانشه پایین دست رودخانه نیاخرم (اردیبهشت ۱۳۹۶).

با در نظر گرفتن عمق بریدگی ۴/۵ متری نهبشته‌های متناوب رودخانه‌ای — دریاچه‌ای توسط رودخانه گزازچای و در نظر گرفتن آهنگ بریدگی ۰/۹ میلی‌متر سالانه، بریدگی این تراس‌ها تقریباً ۴۰۵۰ سال پیش از عصر حاضر شروع شده و امروزه به شکل کنونی در آمده است. این تاریخ با یافته‌های شریفی و همکاران در گمانه‌هی توری دریاچه نئور همخوانی دارد، هر چند که ۲/۵ متر زیرین نهبشته به دلیل رخنمون نداشتن قابل بررسی نمی‌باشند. لذا فقط سترای ۲ متری ترانشه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. تناوب نهبشته‌های رودخانه‌ای — دریاچه‌ای همچنین نشانگر بریدگی تدریجی سد طبیعی لغزشی است. نبود نهبشته‌های با خاستگاه جریان سیلابی بزرگ در پایین دست سد، شکل گلوگاهی رودخانه گزازچای و همچنین پهنای زیاد سد طبیعی متشکل از سنگ‌های آتشفشانی تراکیتی پاره‌شدگی سریع و ناگهانی آن را رد می‌کند.

نتیجه‌گیری

حوضه آبخیز گزازچای خلخال به عنوان یکی از زیر سیستم‌های ارتفاعات باغروداغ شامل مجموعه‌ای از نهبشته‌ها و لندفرم‌های با ماهیت، سن و موقعیت‌های متفاوت است. امروزه بخشی از جاده ارتباطی تازه ساخت اردبیل — خلخال از مسیر سرچم تقریباً به موازات کانال جریانی گزازچای از وسط محدوده فرادست حوضه، کشیده شده است. از طرف دیگر بخشی از جنگل‌های تیپ زاگرس جنوب استان اردبیل در این حوضه قرار دارند که علاوه بر ارزش‌های زیست‌محیطی به عنوان شواهدی از بهبود شرایط آب‌وهوایی و حاکمیت فازهای گرم و مرطوب در آغاز هولوسن پس از خاتمه دوره سرد در یاس جوان قلمداد می‌گردد.

حوضه مورد مطالعه بخشی از پهنه ساختاری البرز — آذربایجان در گوشه خاوری فلات آذربایجان است که در طول کواترنر بعد از تثبیت نسبی ناهمواری‌های آن تحت تاثیر جنبش‌های نوزمین‌ساختی و فرارفت ارتفاعات، رودخانه گزازچای نیز بستر خود را بریده و به عمق برده است. در کنار جنبش‌های نوزمین‌ساختی فعال با دخالت و حاکمیت قلمروهای متفاوت مرفودینامیکی و مرفوکلیماتیکی اشکال ناهمواری‌های مختلفی در مجاورت هم شکل می‌گیرند. بدین ترتیب که مهم‌ترین اثر فرارفت در شکل‌گیری تراس‌های مختلف در طبقات متفاوت ارتفاعی نمود پیدا کرده است. مهم‌ترین و قدیمی‌ترین این اشکال تراس‌های قدیمی و مرتفع حوضه در ارتفاع ۱۶۲۰ متری است که به دلیل قدمت و سخت‌شدگی، تبدیل به کنگلومرا شده‌اند. این تراس‌ها مرتفع‌ترین سطوح هموار حوضه را تشکیل داده و به دلیل اختلاف ارتفاع زیاد با بستر کنونی رودخانه گزازچای و مشکل بودن انتقال آب و جریان دادن آن بر روی سطوح هموار مرتفع تماماً کاربری‌های

دیمی و مرتعی دارند. وجود قطعه سنگ‌های زاویه‌دار با زمینه رسی و نبود نهشته‌های ماسه‌ای و قلوه‌سنگی گرد رودخانه ای گواه بر خشکی زاد بودن خاستگاه این تراس هاست.

با تداوم فرارفت ارتفاعات و بریدگی بستر رودخانه گزازچای، دومین تراس (اشکال مورفوتکتونیک) شکل می‌گیرد. این تراس در پائین‌دست حوضه در پیرامون روستای نیاخرم در ارتفاع ۱۵۵۰ متری قرار دارد که مسلط بر نهشته‌های دریاچه‌ای نیاخرم است. در حال حاضر این سطح از روستای گزاز به سمت محدوده‌های فرودست به دلیل سهولت انتقال آب و دسترسی آسان کاربری کشاورزی دارد. این تراس نیز ویژگی‌های همانندی با تراس قدیمی دارد. تقریباً تمامی سکونتگاه‌های انسانی از قبیل نیاخرم، گزاز، گرم خانه و ترزق بر روی این تراس (تراس دوم) قرار دارند. لذا این تراس‌ها را می‌توان مهم‌ترین و جدیدترین اشکال مورفوتکتونیک سطح حوضه در نظر گرفت.

در آغاز هولوسن با رویداد یکی از بزرگ‌ترین زمین‌لغزش‌های استان در دامنه شمالی کوه کورده‌یر جلوی جریان رودخانه گزازچای سد شده و دریاچه‌ی سدی نسبتاً بزرگی با بیشینه عمق ۸ متری و درازای ۱/۵ کیلومتری پدید می‌آید. لایه‌های دریاچه‌ای متشکل از سیلت و رس (لایه‌ی رویی به سترای ۶۰ و میانی یا لایه‌ی سوم نیز ۵۵ سانتی‌متر) نشانگر محیط رسوبی کم‌انرژی با شرایط آب‌وهوایی مرطوب‌تر است. توالی عمودی نهشته‌های رودخانه‌ای (لایه‌ی دوم به سترای ۴۰ و لایه‌ی چهارم نیز ۵۵ سانتی‌متر) در لابلای نهشته‌های دریاچه‌ای را می‌توان ناشی از پسروی دریاچه به دلیل وجود شرایط آب‌وهوایی خشک و نیمه‌خشک همراه با کاهش بارندگی و افزایش انرژی رواناب دانست. در چنین شرایطی رسوبات درشت‌دانه تا مسافت‌های دورتر حمل شده و بر روی نهشته‌های ریزدانه دریاچه‌ای قرار می‌گیرند.

با در نظر گرفتن عمق بریدگی ۴/۵ متری نهشته‌های متناوب رودخانه‌ای — دریاچه‌ای توسط رودخانه گزازچای و در نظر گرفتن آهنگ بریدگی ۰/۹ میلی‌متر سالانه، بریدگی این تراس‌ها تقریباً ۴۰۵۰ سال پیش از عصر حاضر شروع شده و امروزه به شکل کنونی در آمده است. با این احتساب قطعاً شکل‌گیری سکونتگاه‌های روستایی اولیه گزاز و نیاخرم به قبل از ۴۰۵۰ سال پیش (یعنی زمان حیات دریاچه) باز می‌گردد که در مجاورت و کنار ساحل این دریاچه سدی و بر روی تراس‌های تکتونیک که به دور از دسترسی سیلاب‌های ویرانگر مخصوصاً در فازهای آب‌وهوایی مرطوب بوده‌اند، استقرار یافته‌اند. بعد از بریدگی سد لغزشی و پایین افتادن بستر رودخانه گزازچای این سکونتگاه‌های اولیه با اختلاف ارتفاع محسوسی نسبت به بستر رودخانه نمود پیدا می‌کنند (شکل ۱۶).

با توجه به بیشینه ارتفاعی حوضه (۲۴۲۰ متر) و وجود سیرک‌های یخچالی فسیل در توده آتشفشانی سیلان (بالتر از ۲۷۰۰ متر در حوضه‌های آبخیز سردابه، رشیدعلی چای و آوارس)، حوضه گرانرود (بالتر از ۲۵۰۰ متر) با بیشینه ارتفاعی بیش از ۳۲۰۰ متر و همچنین نبود منابع شاهد میدانی، حوضه مورد مطالعه با یخبندان‌های کوتاه‌تر مواجه نبوده است. لذا همزمان با دوره‌های یخچالی و به ویژه در طول دوره یخچالی پسین ۱ (LGM) که در مناطق مرتفع پیرامونی حوضه (با ارتفاع بیش از ۳۰۰۰ متر) از قبیل دریاچه نئور یخچال‌های کوهستانی گسترش داشتند (صمدزاده، ۱۳۸۶)، حوضه گزازچای در قسمت فرادست (مناطق ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر) با یخبندان‌های فصلی (سیستم شکل زایی حاشیه یخچالی) مواجه بوده است که مهم‌ترین اثر آن شکل‌گیری نهشته‌های پوششی و قرارگیری آن‌ها بر روی نهشته‌های دریاچه‌ای نیاخرم و همچنین مواد ریگولیتی دشت مرتفع ترزق است. در مناطق ارتفاعی پایین‌تر از ۲۰۰۰ متر سیستم شکل‌زایی رودخانه‌ای فعال بوده است. در نتیجه می‌توان اظهار داشت که تناوب این دوره‌ها بخشی از اشکل دیرینه دیرینه حوضه شکل گرفته است که مهم‌ترین و مشخص‌ترین آن‌ها تناوب نهشته‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌ای نیاخرم به صورت یک سطح بازمانده هستند. یکی دیگر از این اشکال ترسیب و شکل‌گیری نهشته‌های رسی و

سیلنتی دریاچه‌ای سدی به عمق ۷/۵ متری است که تنها با شرایط آب و هوایی سرد و مرطوب و جریان دائمی رودخانه قابل توجیه است.

از طرف دیگر نوسان دوره‌های سرد و مرطوب و همچنین خشک تاثیر مستقیمی بر دبی رودخانه گزازچای داشته است که تناوب نهشته‌های دریاچه‌ای (دوره‌های مرطوب) و رودخانه‌ای (دوره‌های خشک) مهم‌ترین منبع شاهد سرزمینی نوسان دبی رودخانه است. با توجه به این که نهشته‌های دریاچه‌ای که خود مولود جریان‌های دایمی و منظم رودخانه‌ای است و همچنین لایه‌های رودخانه‌ای طول دوره هولوسن را پوشش می‌دهد و اثر آن به صورت جدیدترین تراس رودخانه‌ای نمود دارد، لذا فرایند فرسایش رودخانه‌ای را می‌توان عامل اصلی شکل دهنده جدیدترین تراس سطح حوضه در نظر گرفت.

منابع

- باباخانی، علیرضا؛ رحیم‌زاده، فرامرز، ۱۳۶۷، شرح نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اردبیل، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. چاپ نخست.
- بروکس، یان ای، ۱۳۷۷، ژئومورفولوژی اقلیمی ایران. قسمت‌های اول، دوم و سوم. ترجمه دکتر علی خورشید دوست. فصل نامه رشد آموزش جغرافیا. شماره‌های ۳۹ و ۴۸، ۴۷.
- پروی، ک، ۱۳۶۹، یخبندان کواترنری در قسمت‌های داخلی زردکوه در رشته کوه زاگرس. ترجمه دکتر محمد رضا ثروتی. فصل نامه پژوهش‌های جغرافیایی، دانشگاه تهران. شماره ۲۶.
- جداری عیوضی، جمشید، ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی ایران. انتشارات پیام نور. چاپ دوم.
- خیام، مقصود، ۱۳۷۲، سه‌پند آتشفشان پلیو - پلیستوسن و تحول ژئومورفولوژیکی آن در کواترنر. نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی. دانشگاه فردوسی مشهد.
- صمدزاده، رسول، ۱۳۸۶، بررسی تغییرات آب‌وهوایی کواترنر پسین با استفاده از شواهد ژئومورفولوژیکی در حوضه دریاچه نئور، فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، علمی - پژوهشی، سال چهارم شماره ۱۶، صص ۳۵-۱۹.
- صمدزاده، رسول، ۱۳۹۵، تغییرات محیطی کره زمین در کواترنر، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل، چاپ نخست.
- صمدزاده، رسول، ۱۳۹۵، تحولات ژئومورفولوژیکی ایران زمین، جزوه درسی گروه جغرافیا (ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی) دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.
- صمدزاده، رسول؛ پورمحمد، صادق، ۱۳۹۴، مدل‌سازی فرسایش خاک و تولید رسوب با استفاده از روش مورگان و مورگان - فینی (MMF) در حوضه آبخیز گزازچای خلخال، فصل‌نامه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، انجمن ژئومورفولوژی ایران، سال چهارم، شماره ۲، صص ۸۹-۷۵.
- - کرینسلی، دانیل، ۱۹۷۲، کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالتوکلیماتولوژی آن، ترجمه عباس پاشایی، انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، چاپ نخست، ۱۳۸۲.
- محمودی، فرج‌اله، ۱۳۸۰. گذری بر ارتفاعات تالش، قلمرو یخچال‌های قدیمی، فصل‌نامه تحقیقات تالش، سال اول، شماره اول.
- هاگه دورن، ه، ۱۹۷۸، برخی مشاهدات ژئومورفولوژی در منطقه شیرکوه، ترجمه شمیرانی، احمد و مومنی. نشریه انجمن جغرافی دانان ایران، دوره اول، شماره دوم، ۱۳۵۶.

- -Bobek, H., 1963. *Nature and implications of Quaternary climatic changes in Iran*. In: *Changes of Climate* 20, 403–413.
- -Bobek, H., 1937. *Die Rolle der Eiszeit in Nordwestiran*. In: *Z. Gletscherk.* 25, 130–183.
- -Busche, D. Sarvati, R. and Siefker, U., 2002. *Kuh-e-Namak. Reliefgeschichte eines Salzdoms im abflusslosen zentraliranischen Hochland*. In: *Petermanns Geogr. Mitt.* 146, 68–77.
- -Davies, R.G. Jones, C, R. Hamzepour, B. Clark, G.C., 1972. *Geology of the Masuleh Sheet, 1/100 000, Northwestern Iran. A Report of Geol. Survey of Iran* 24 (Tehran, 110 pp.).
- -Djamali, M. de Beaulieu, J.-L. Shah-hosseini, M. Andrieu-Ponel, V. Ponel, P. Amini, A. Akhiani, H. Leroy, S. A. G. Stevens, L. Lahijani, H. and Brewer, S., 2008. *A late Pleistocene long pollen record from Lake Urmia, Iran*. In: *Quat. Res.* 69, 413–420. *Journal* 24, 185–194. Doi:10.1007/BF00186015
- -Ehlers, E., 1969. *Das Chalus-Tal und seine Terrassen. Studien zur Landschaftsgliederung und Landschaftsgeschichte des mittleren Elburs (Nordiran)*. In: *Erdkunde* 23, 215–229. Doi:10.3112/erdkunde.1969.03.07
- -Grunert, J.; Carls, H. J. and Preu, C., 1977. *Rezente Vergletscherungsspuren im zentraliranischen Hochgebirge*. In: *Eiszeitalter u. Gegenwart* 28, 148–166
- -Hagedorn, H.; Haars, W.; Busche, D. u. Förster, H., 1975. *Zur Geomorphologie des Shir-Kuh-Massivs (Zentral-Iran)*. In: *Z. Geomorph. N.F., Suppl.* 23, 146–156.
- -Head, M, J. Gibbard, P, L., 2015. *Formal subdivision of the Quaternary system/Period: Past, present, and future*, *Journal of Quaternary International*, Vol, 383, 4-35.
- -Kelts, K. and Shahrabi, M., 1986. *Holocene sedimentology of hypersaline Lake Urmia, northwestern Iran*. In: *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 54, 105–130.
- -Kakroodi, A, A. Kroonenberg, S, B. Hoogendoorn, R, M. Mohamm Khani, H. Yamani, M. Ghassemi, M, R. Lahijani, H, A., 2012. *Rapid Holocen sea-level changes along the Iranian Caspian coast*. *Journal of Quaternary International*, 263, pp,93-103.
- -Krinsley, D. B., 1972. *A geomorphological and paleoclimatological study of the playas of Iran*. *US Geol. Surv., Contr. No. PRO CP 70-800*. Washington, D.C.
- -Kuhle, M. (2008): *The Pleistocene Glaciation (LGP and pre-LGP, pre-LGM) of SE Iranian mountains exemplified by the Kuh-i-Jupar, Kuh-i-Lalezar and Kuh-i-Hezar Massifs in the Zagros*. In: *Polarforschung* 77(2/3), 71–88.
- -Leroy, A. Lahijani, M. Djamali, M. Naquinezhad, A. Moghadam, M, V. Arpe, K. Sah-Hosseni. Hosseindoust, M. Miller, Ch, S. Tavakoli, V. Habibi, P. Naderi Beni, M., 2011. *Late little ice age paleoenvironmental records from the Anzali and Amircola lagoons (soyth Caspian sea): vegetation and sea level changes*. *Journal of paleogeography, paleoclimatology, paleoecology*, 302, pp,415-434.
- -Long, A.J., MURRAY WALLACE, C. and MORHANGE, C., 2002. *Sea-level changes and neotectonics: an introduction*, *Journal of Quaternary Science*, 17: 385-386.
- -Mclaren, S, J. Gilbertson, D, D. Grattan, J, P. Hunt, C, O. Duller, G, A, T. Barker, G, A, 2004. *Quaternary palaeogeomorphologic evolution of the Wadi Faynan area, southern Jordan*. *Journal of palaeogeography. Palaeoclimatology, palaeoecology*, Vol, 205, 131-154.
- -Nesje, A., 1996. *Geological indicators of rapid environmental change: Glacier fluctuation and avalanche activity*. In: A. R. Berger and W. J. A. Iams (eds). *Geo indicators*. A. A. Balkema pub. P 31-46.
- -Pirazzoli, P.A., 2002. *'Tectonic shorelines in R,W,G Carter and C. D. Woodroffe (eds) Coastal evolution'*, (Cambridge): 451-476.a
- -Ramezani, E.; Marvie Mohadjer, R. M.; Knapp, H.-D.; Ahmadi, H. and Joosten, H., 2008. *The late-Holocene vegetation history of the Central Caspian (Hyrcanian) forests of northern Iran*. In: *The Holocene* 18, 307–321. Doi:10.1177/0959683607086768.

- -Regard, V.; Bellier, O.; Braucher, R.; Gasse, F.; Bourles, D.; Mercier, J.; Thomas, J. C.; Abbassi, M. R.; Shabanian, E. and Soleymani, S., 2006. *Be-10 dating of alluvial deposits from Southeastern Iran (the Hormoz Strait area)*. In: *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 242, 36–53.
- -Scharlau, K., 1958. *Zum Problem der Pluvialzeiten im Nordost-Iran*. In: *Z. Geomorph. N.F.* 2, 258–276.
- -Schweizer, G., 1970. *Der Kuh-e Sabalan (Nordwestiran). Beiträge zur Gletscherkunde und Glazialmorphologie Vorderasiatischer Hochgebirge*. In: Blume, H. and Schröder, K.-H. (eds.): *Beiträge zur Geographie der Tropen und Subtropen. Tübinger Geogr. Stud.* 34. Tübingen, 163–178.
- Sharifi, A. Pourmand, A. Elizabeth, A. Canuel, E. Ferer-Tyler, Peterson, L. C. Aichner, B. Feakins, S J, Daryae, T. Djamali, M. Naderi Beni, A. Lahijani, H, A, K. Swart, P. K., 2015. *Abrupt climate variability since the last deglaciation based on a high-resolution, multi-proxy peat record from NW Iran: The hand that rocked the Cradle of Civilization?* *Quaternary Science Reviews*, 123 ,215-230.
- -Sinha, R. Latrubesse, E, M. Nanson, G, C., 2012. *Quaternary fluvial systems of tropics: Major Issues and Status of research*. *Journal of palaeogeography. Palaeoclimatology, palaeoecology*, Vol, 356-357, 1-15.
- -Van Zeist, W. and Wright, H. E., 1963. *Preliminary pollen studies at Lake Zeribar, Zagros Mountains, south-western Iran*. In: *Science* 140, 65–67. Doi:10.1126/science.140.3562.65.
- -Weise, O. R., 1974. *Zur Hangentwicklung und Flächenbildung im Trockengebiet des iranischen Hochlandes*. *Würzburger Geogr. Arb. Würzburg. No* , 128, 11.
- -Wright, H. E., 1961. *Pleistocene glaciation in Kurdistan*. In: *Eiszeitalter u. Gegenwart* 12, 131–164.