

نقش نوزمین ساخت در تکامل سامانه‌های رودخانه‌ای در کواترنر

مطالعه موردی رودخانه‌های دامنه شمالی میشوداغ

نویسنده: دکتر داود مختاری*

The Role of Neotectonics on Fluvial Systems in the Quaternary Case Study: Rivers of Northern Slope of Misho-Dagh Mountains, Northwest Iran

By: Dr. D. Mokhtari*

چکیده

رشته کوهستانی میشوداغ، با امتداد خاوری-باختری و در حدفاصل دشت مرند و جلگه شبستر، در شمال باختر ایران واقع شده است. واحدهای توپوگرافی و زمین شناسی منطقه به وسیله گسل شمالی میشو و گسلهای دیگر، که در جهت خاوری-باختری کشیده شده‌اند، ازهمدیگر جدا می‌شوند. دامنه شمالی این کوهستان، سرچشمه رودخانه‌هایی دائمی است که در جهت جنوب به شمال جریان دارند. این رودخانه‌ها در انتهای حوضه آبریز خود و پیش از ورود به دشت مرند، ساختارهای زمین شناسی و گسلهای مهم منطقه را به صورت عرضی قطع کرده‌اند. به منظور دستیابی به هدف اصلی این مقاله، یعنی ارزیابی نقش نوزمین ساخت در سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه، بازسازی شبکه رودخانه‌ای در گذشته بر مبنای شواهد زمین شناسی و زمین ریخت شناسی امری ضروری بود. مستندات این شواهد از راه تفسیر نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی، عکسهای هوایی و بویژه بازدیدهای مکرر میدانی به دست آمد. براساس نتایج این بازسازی، منطقه مورد مطالعه در پلیو- پلیستوسن سه مرحله اصلی را پشت سر گذاشته است. مرحله اول با به جاگذاری رسوبات کنگلومرایی نیمه متراکم در قالب مخروط افکنه‌هایی در امتداد گسل شمالی میشو در طول پلیو- پلیستوسن مشخص می‌شود. مرحله دوم با بالا آمدگی رسوبات پلیو- پلیستوسن، جداشدگی آنها به واسطه یک دره ناودیس از بدنه اصلی کوهستان میشو و تشکیل ناهمواریهای مستقل از کوهستان میشوداغ (تاقدیس) در آن سوی دره ناودیس و به تبع آن تطبیق مسیر رودخانه‌ها با دره ناودیس همراه بوده و مرحله سوم، با ایجاد گسلهایی عمود بر پیکره ناهمواریهای جدید شمال دره ناودیس، تطبیق رودخانه‌ها با مسیر این گسلها و تشکیل مخروط افکنه‌های جدید شناخته می‌شود. شواهد نوزمین ساخت که به صورت مایل شدن رسوبات پلیو- پلیستوسن، انحراف رودخانه‌ها از مسیر اصلی، تطبیق یا عدم تطبیق شبکه آبراهه‌ای با ساختار زمین ساختی و زمین شناسی، ویژگیهای ریخت سنجی حوضه‌ها و موقعیت و ریخت شناسی مخروط افکنه‌ها ظاهر شده است، همگی دلالت بر واکنش سامانه‌های رودخانه‌ای به فعالیتهای زمین ساختی در طول پلیستوسن و هولوسن دارند. لذا می‌توان گفت که در بخش خاوری دامنه شمالی میشوداغ، زمین ساخت تنها عامل مؤثر در جایگزینی و موقعیت سامانه‌های رودخانه‌ای است.

کلید واژه‌ها: نوزمین ساخت، سامانه‌های رودخانه‌ای، تکامل شبکه آبراهه‌ای در کواترنر، دامنه شمالی میشو داغ، شمال باختر ایران

Abstract

Misho-Dagh Mountain range is part of Azerbaijan plateau in Northwest Iran. This E-W range is located between Marand and Shabestar plains. Northern Misho fault, the main fault in study area, and other parallel faults have separated the topographic units and geological structures. Rivers on the northern slope of Misho-Dagh, flowing from the south to the north, cut across geological structures and topographical units in their distal reaches, prior to joining in the Marand plain. The long-term drainage evolution and its creation, as transverse fluvial systems, have been examined by reconstruction of drainage network using a combination of geological and geomorphological records. This reconstruction is based on analysis of topographic and geologic maps and area photos and repeated field studies on fluvial remnants. Results show that drainage evolution in the study area has occurred in three stages: a) sedimentation of the Plio-Pleistocene non-compacted conglomerates (relict alluvial fans), b) uplift of the Plio-Pleistocene sediments in mid-? Late Pleistocene, separation of this sediments from main mountainous body of Misho-Dagh due to a E-W synclinal valley, formation of new block of mountains

(anticline) in the north of the valley and eastward diversion of rivers in their distal reaches, and c) faulting of new relief block by S-N faults crossing the relief axis, verification of rivers to fault lines and formation of new alluvial fans.

Neotectonic indices such as inclination of the Plio- Pleistocene sediments, separation of this sediments from main mountainous body of Misho-Dagh, verification and non-verification of rivers by tectonic and geologic structures, catchment morphometric properties, and situation and morphology of alluvial fans indicate that fluvial systems in the study area are influenced by the Pleistocene and Holocene tectonic activities, and tectonics is the main factor in the fluvial system replacement and their situation.

Keywords: Neotectonics , Fluvial systems, Quaternary drainage network evolution, Northern slope of Misho-Dagh, Northwest of Iran

مقدمه

نیروهای زمین‌ساختی متأثر شده و با آن تطبیق یافته‌اند. بدین ترتیب، رابطه الگوی شبکه رودخانه‌ای موجود در بخش خاوری دامنه شمالی میشو داغ با فعالیتهای زمین‌ساختی کواترنر، موضوع اصلی این تحقیق است.

در این مقاله، ضمن بازسازی شبکه رودخانه‌ای منطقه در اوایل کواترنر، تغییرات این شبکه در طول کواترنر و همچنین تشکیل شبکه‌های رودخانه‌ای جوان کواترنری و ارتباط آنها با عملکرد فعالیتهای زمین‌ساختی، مورد بررسی قرار گرفته است.

منطقه مورد مطالعه

رشته کوه میشو، که در جبهه شمالی دریاچه ارومیه و از خاور به باختر کشیده شده است، قسمتی از فلات ایران است که در بین عرضهای جغرافیایی $38^{\circ}15'$ تا $38^{\circ}30'$ شمالی و طولهای جغرافیایی 45° تا $47^{\circ}45'$ خاوری گسترده شده است. طول این توده کوهستانی، ۸۵ کیلومتر و عرض آن در پهن‌ترین قسمت ۲۵ و در باریک‌ترین قسمت (گردنه تسوج) ۱۰ کیلومتر است. این رشته کوه در اثر فعالیتهای زمین‌ساختی، دوشاخه اصلی گسل تبریز - سلطانیه (رضایی مقدم، ۱۳۷۴) به نامهای گسل شمالی و جنوبی میشو، به صورت فرازمین (اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳) بالا آمده است (شکل ۲).

به طور کلی رشته کوه میشو را می‌توان به دو قسمت خاوری و باختری تقسیم کرد که وجه تمایز آنها، سیمای مرتفع‌تر بخش خاوری نسبت به بخش باختری، یکدست بودن سنگ شناختی در میشو باختری (تناوبی از ماسه سنگ، کنگلومرا، شیل و مارن و در برخی قسمتها سنگهای آذرین) و تنوع سنگ شناختی در میشو خاوری (سنگهای آذرین، تناوب ماسه سنگ، کنگلومرا، شیل و مارن، شیست و سنگهای دگرگونی و کنگلومرای نیمه متراکم) است. دامنه شمالی میشو، بویژه در میشو خاوری از سه واحد توپوگرافی مشخص کوهستان، فلات و دشت تشکیل شده

و اکثراً سامانه‌های رودخانه‌ای به فعالیتهای زمین‌ساختی، تغییرات آب و هوایی و تغییرات کاربری زمین، یکی از بخشهای فعال در گستره مطالعات زمین‌ریخت‌شناسی است. دلیل این امر، در وهله اول، تمایل محققان به توسعه نظریه‌های کمی در مورد فرایندها و انواع واکنشهای رودخانه‌ای در مقابل عوامل بالا، و در وهله دوم، امکان بازسازی شرایط حاکم در گذشته از راه بررسی ریخت‌شناسی رودخانه‌های امروزی است (Snyder & et al., 2003). رویداد فعالیتهای زمین‌ساختی در یک ناحیه، که موجب بالا آمدگی، فرونشینی و یا جابه‌جایی (افقی یا قائم) در طول گسلها می‌شود (Wallace, 1967; Stevens, 1974)، آثاری محسوس بر سیستمهای رودخانه‌ای دارد (Li et al., 1999; Schumm, 1977; Garcia et al., 2003; و مختاری، ۱۳۷۶ و ۱۳۸۱) به طوری که در پی آن، تغییراتی در شیب کف دره‌ها ایجاد شده و در نتیجه ویژگیهای هندسی رودخانه‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Schumm, 1977, 1986; Schoorl & Veldkamp, 2003). اثر این فعالیتهای بر روی رودخانه‌ها، به صورت تغییر در نوع شبکه رودخانه‌ای و عمل انباشت یا کاوش رودخانه نیز ظاهر می‌شود (Garcia-Melendez et al., 2003; Harvey et al., 2003). کند بودن عمل کاوش رودخانه نسبت به بالا آمدگی یک ناحیه، از هم پاشیدن شبکه آبراهه‌ای موجود (Harvey & Wells, 1987)، و سرعت زیاد آن، گسترش حوضه و تشدید فرسایش در رأس آبراهه‌ها (Stokes & Mather, 2003) را به دنبال خواهد داشت. در واقع می‌توان گفت بین حرکات زمین‌ساختی و تغییرات سامانه رودخانه‌ای، نوعی تعامل وجود دارد و واکنش سامانه‌های رودخانه‌ای به فعالیتهای زمین‌ساختی، به شدت و نوع این فعالیتهای و اندازه نسبی رودخانه وابسته است (Guccione and et al., 2001).

دامنه شمالی میشو داغ، بویژه بخش خاوری آن، از مناطقی است که به شدت تحت تأثیر فعالیتهای زمین‌ساختی بویژه در کواترنر قرار گرفته است (مختاری، ۱۳۸۱) (شکل ۱) و شبکه‌های رودخانه‌ای منطقه نیز، از عملکرد

نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی، عکسهای هوایی و بویژه باز دیده های میدانی مکرر به دست آمد.

برای بررسی نقش نوزمین ساخت در الگوی زهکشی منطقه، مراحل تکاملی شبکه رودخانه ای در سه مرحله پلیو- پلیستوسن، پلیستوسن- هولوسن و حال حاضر مورد بررسی قرار گرفته است. پایه این تقسیم بندی بر مبنای ویژگیهای چینه شناختی و موقعیت رسوبگذاری بوده، که از پلیو- پلیستوسن با به جا گذاری رسوبات کنگلومرای نیمه متراکم آغاز، و با تشکیل دره ناودیسی، تطبیق رودخانه ها با مسیر گسلها و بریده شدن ناهمواریهای شمال دره ناودیسی در پلیستوسن، و تشکیل مخروط افکنه های بزرگ در امتداد جبهه کوهستانی فعلی، در زمان حاضر دنبال می شود.

در مرحله بعدی این تحقیق، شواهدی از اثرات نوزمین ساخت در سامانه های رودخانه ای منطقه، که عمدتاً حاصل باز دیده های میدانی و عملیات ریخت سنجی است، آورده شده است.

تکامل ساختاری منطقه در کواترنری

در فاصله زمانی بین پلیوسن - پلیستوسن، این منطقه به شدت تحت تأثیر فاز کوهزایی پاسادین (۱/۸ میلیون سال پیش) قرار گرفت (اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳). در اثر این رویداد و جنبشهای بعدی، که به صورت خشکی زایی عمل کرده اند، رسوبات میوسن، پلیوسن و اوائل پلیستوسن واقع در شمال گسل شمالی میشو، بالا می آیند که در نهایت سطح آنها تبدیل به یک سطح فرسایشی شده و ته نشینی رسوبهای کواترنری جدید را در موضعی شمالی تر به دنبال داشته است. تأثیر این فعالیتها در بخش خاوری میشو مشهودتر است. در اثر فعالیتهای شاخه ای فرعی از گسل شمالی میشو (شکل ۱ گسل F2) بین رسوبات میوسن و بقایای رسوبات پلیوسن موجود در دو سوی گسل، اختلاف سطح ایجاد شده و باعث فراخاست رسوبات جنوب و فروافتادگی رسوبات شمال گسل شده است. بدین ترتیب در اثر فرسایش بلندبها، رسوبات کنگلومرای نیمه متراکم (شکل ۱) با وسعت زیاد و به سبب برای بیش از ۱۳۰ متر (ستبرای فعلی رسوبات) به صورت دگرشیب روی رسوبات میوسن در پایین دست گسل F2 (شکل ۴) بر جای گذاشته می شوند. در این زمان، مخروط افکنه های بزرگی در دهانه رودخانه ها و در امتداد شاخه فرعی گسل شمالی میشو (گسل F2) شکل می گیرند که در پایین دست خود با همدیگر تلاقی کرده و یک حوضه انباشتی را در محل کوههای فعلی کشکسرای، دیزج حسین بیگ، یالقوز آغاج و ینجه داغی ایجاد می کردند. پس از فاز کوهزایی پاسادین، فعالیتهای زمین ساختی منطقه همچنان ادامه داشته و رسوبات آبرفتی کواترنر را نیز تحت تأثیر قرار

است (مختاری، ۱۳۸۱). این واحدهای توپوگرافی در واقع قطعات زمین ساختی هستند که در اثر عملکرد گسلهای منطقه در جهت خاوری- باختری و در حد فاصل آنها قرار گرفته اند.

گسل شمالی میشو، به عنوان مهم ترین گسل دامنه شمالی میشو، در جهت خاوری- باختری کشیده شده و واحد فلات را از واحد کوهستانی مرتفع جدا می کند. سازوکار کلی آن، احتمالاً به صورت مورب لغز با مؤلفه راندگی و مؤلفه افقی راست گرد می باشد (شکل ۳). بیشتر گسلهای منطقه نیز روند گسل شمالی میشو را دنبال می کنند و بررسیهای انجام شده بر روی ۳۰۰ درزه، بر روی توده گرانیتی عیش آباد (واقع در میشو خاوری) نیز نشان می دهد که امتداد این درزه ها با گسلهای منطقه هم روند است (جعفر خانی، ۱۳۷۴). گسلهای فرعی دیگری نیز در منطقه در جهت عمود بر روند گسلهای منطقه وجود دارند که تعداد آنها در محدوده مورد مطالعه، انگشت شمار است.

دره ناودیسی دامنه شمالی میشو خاوری که به طول ۱۶ کیلومتر در جهت خاوری- باختری کشیده شده است، موجب جدا شدن کوههای ینجه داغی، یالقوز آغاج، دیزج حسین بیگ و کشکسرای از بدنه اصلی کوهستان میشو شده است. این دره، امروزه به وسیله رودخانه ها به صورت عرضی بریده شده و رودخانه ها ضمن بریدن دره ناودیسی، از ناهمواریهای شمال دره نیز عبور کرده و به دشت مرند می ریزند.

روش تحقیق

در طی ۸ سال مطالعات زمین ریخت شناسی، در دامنه شمالی میشو و در طی باز دیده های میدانی مکرر از منطقه، پدیده های مربوط به زمین ریخت شناسی رودخانه از قبیل مسیرهای قدیمی رودخانه ها، محل تشکیل مخروط افکنه ها، انحرافها (Diversions) و اسارتها (Captures) در شبکه رودخانه ای و تطبیق رودخانه ها با مسیر خطوط گسل، همواره ذهن نگارنده را به خود مشغول داشته است. در تحقیق حاضر، زمینه ذهنی فوق، با تحلیل نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، عکسهای هوایی و همچنین باز دیده های میدانی دوباره به منظور شناسایی آثاری از سامانه های زهکشی قدیمی منطقه، تکمیل شد. عمده توجه در باز دیده های میدانی، متوجه نهشته های رودخانه ای بود که در بین رسوبات قدیمی تر دیده می شد. در این میان، نهشته هایی مورد نظر بودند که در حال حاضر هیچ منبعی برای به جا گذاری آنها در آن قسمت وجود نداشت. این کار ما را به سوی بازسازی شبکه زهکشی دیرینه منطقه رهنمون کرد، که برای برقراری ارتباط میان حرکات زمین ساختی و سامانه رودخانه ها و مطالعه روند تکاملی شبکه زهکشی امری ضروری بود. برای رسیدن به این هدف، اطلاعات و داده های زمین شناسی و زمین ریخت شناسی لازم از راه تفسیر

صورت شکست و افتادگی یال شمالی تاقدیس (ناهمواریه‌های شمال دره ناودیس) ظاهر شده است (شکل ۷).

وضعیت شبکه آبراه‌های در پلیو- پلیستوسن

رسوبات کنگلومرایی نیمه متراکم مهم‌ترین مدرک موجود در مورد وضعیت شبکه آبراه‌های این دوران است. این رسوبات که در دو سوی دره ناودیس مشاهده می‌شوند (شکل ۱ و ۴)، دارای میان لایه‌هایی از ماسه سنگ، سیلتستون و رس هستند که به صورت صفحه‌هایی بر روی هم انباشته شده‌اند (شکل ۸). در جهت کوهستانی شمالی و در بخشهایی که رودخانه‌ها بستر خود را از میان این رسوبات به عمق برده‌اند، رسوبات میوسن زیرین پدیدار شده‌اند. رسوبات کنگلومرایی به صورت دگرشیب بر روی رسوبات میوسن قرار گرفته‌اند (شکل ۹). بافت عناصر تشکیل دهنده کنگلومرها نشان می‌دهد که این عناصر در اثر جریانهای صفحه‌ای (Sheet floods) و روانه‌های خرده سنگی (flows Debris) به جا گذاشته شده‌اند. در برخی قسمت‌ها، بویژه در ضلع جنوبی دره ناودیس، رسوبات کنگلومرایی به صورت توده‌ای برونزد دارند و فاقد هر گونه مرتب‌شدگی هستند، عناصر ناهمگون (Heterometric) با سیمانی رسی به هم چسبیده‌اند و اثری از لایه‌بندی در ساختار آنها دیده نمی‌شود (شکل ۱۰). وجود چنین شواهدی نشانگر به جاگذاری این رسوبات بوسیله روانه‌های خرده سنگی با حجم بسیار بزرگ است که در بالادست مخروط افکنه‌های آن دوران بر جای گذاشته می‌شدند. در حالی که بخش پایین دست مخروط افکنه‌ها (رسوباتی که امروزه در شمال دره ناودیس برونزد دارد)، کمتر در معرض چنین روانه‌هایی عظیم قرار گرفته است.

این مخروط افکنه‌ها در آن دوران به احتمال زیاد در کنار یک دریاچه پلایا (دشت فعلی مرند) و در یک محیط مخروط افکنه- دلتا تشکیل شده بودند که در دوره‌های بعدی بر اثر فعالیتهای زمین‌ساختی، بالا آمده و سطح آنها بریده شده است به گونه‌ای که امروزه این محیط‌های رسوبی پیشین به بخشی از مخروط افکنه‌های تلسکوبی منطقه تبدیل شده است (مختاری، ۱۳۸۱). جهت قرارگیری امتداد طولی عناصر سازنده کنگلومرها نشان می‌دهد که جهت جریان در این دوره، جنوبی- شمالی بوده و وجود عناصری آذرین، بویژه قطعه سنگهای گرانیتی نشان می‌دهد که همانند امروز، در آن دوران نیز، گرانیت میشو (شکل ۱) بخش اعظم بار رسوبی رودخانه‌های منطقه را تأمین می‌کرد.

وضعیت شبکه آبراه‌های در پلیستوسن- هولوسن

پادگانه‌های آبرفتی و شکل‌های فرسایشی بستر رودخانه‌ها، که در اثر بریده

داده است. تمام جنبشهای کوهزایی کواترنر در منطقه مورد مطالعه، به صورت خشکی زایی بوده است (اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳).

در اواخر پلیستوسن و به دنبال اثرگذاری فعالیتهای زمین‌ساختی و ایجاد یک ناودیس در جهت خاوری- باختری (شکل ۴) بر روی آبرفتهای کنگلومرایی کواترنر، این رسوبات چین خورده و بلندیه‌های شمال دره ناودیس را پدید آوردند (شکل ۵ و ۶).

به طور کلی می‌توان گفت که معماری کنونی ناهمواریهای منطقه، حاصل فعالیتهای زمین‌ساختی اواخر پلیستوسن بوده است. در این زمان، حوضه رسوبی مخروط افکنه‌ای (دیرین)، به یک منطقه فرسایشی تبدیل شد و رودخانه‌ها با ایجاد دره‌های روز (دره کوچک کاتاکلینال که در پهلوی تاقدیس حفر می‌گردد (خیام، ۱۳۶۵) : Ruz) و تطبیق خود با مناطق گسلی منطقه از میان این مخروط افکنه‌ها عبور کرده و بار رسوبی خود را در موضعی پائین تر و در امتداد گسل جدید (F3) ایجاد شده در امتداد دامنه شمالی ارتفاعات کواترنر، به جا گذاشته‌اند که مخروط افکنه‌های بزرگ کنونی، از جمله مخروط افکنه کشکسرای، دیزج حسن بیگ، فار فار، دیزج یکان از آن جمله است (شکل ۴).

اثر تحولات زمین‌ساختی کواترنر در توپوگرافی کوههای جوان و در بخشهای مختلف آنها متفاوت بوده است. همان گونه که پیشتر نیز اشاره شد، انتهای دره ناودیس ایجاد شده در اواخر پلیستوسن، که باعث جداشدگی رسوبات آبرفتی دو سوی دره ناودیس شد، در باختر آن تا دره رودخانه قره جای (پیربالاجای) ادامه می‌یابد. اگر خطی راست از انتهای این دره به طرف شمال در نظر گرفته شود، در واقع این خط جداکننده کوههای کشکسرای از کوههای دیزج حسن بیگ خواهد بود که از نظر توپوگرافی و شیب لایه‌های زمین‌شناسی دارای ویژگیهای متفاوتی هستند:

۱- در کوههای کشکسرای، شیب کلی دامنه‌ها به طرف شمال بوده و خط الرأس کوهستان از جنوب با واسطه یک دامنه پرتگاهی، به دره رودخانه قره جای مشرف است، در حالی که در کوههای دیگر، این وضع بر عکس بوده و دامنه پرتگاهی، این بار مشرف به دشت مرند و رو به شمال بوده و دامنه جنوبی به صورت مجموعه‌ای از تالوگها و برجستگیهای بین دره‌ای بر دره ناودیس مشرف است.

۲- در کوههای کشکسرای شیب لایه‌ها در جهت شمال است اما در دیگر کوههای جوان منطقه در جهت جنوب است.

علت وجود چنین وضعی این است که کوههای کشکسرای، تحت تأثیر تشکیل ناودیس قرار نگرفته‌اند و گسل F3 در این بخش، فقط رسوبات کنگلومرایی نیمه متراکم (مربوط به پلیو- پلیستوسن) را از رسوبات میوسن جدا کرده است. در حالی که در دیگر بخشها، اثر این گسل به

بخش عمده‌ای از دامنه شمالی میشو در بخش خاوری آن را بر عهده دارند. این رودخانه‌ها، دره ناودیس و کوه‌های جوان شمال این دره را به صورت عرضی بریده و مخروط افکنه‌های بزرگی را در امتداد جبهه کوهستانی ایجاد کرده‌اند. بخش فعال این مخروط افکنه‌ها در حال حاضر در رأس آنها قرار دارد که نشانگر تداوم فراخاست در حوضه‌های تغذیه کننده است.

یکی از پدیده‌های قابل توجه در این ناحیه، شبکه هیدروگرافی شکل گرفته بر روی ناهمواریهای جوان شمال ناودیس (کنگلوهای نیمه متراکم) است. در روی این ناهمواریها، هر جا که شیب لایه‌ها با شیب توپوگرافی تطابق دارد نوعی شبکه هیدروگرافی موازی شکل گرفته است و هر جا که عکس این وضعیت وجود دارد، ناهمواریهای بدبوم شکل گرفته‌اند (شکل ۱۳).

شواهد نوزمین ساخت در سامانه‌های رودخانه‌ای منطقه

فعالیت گسلهای منطقه در طول پلیستوسن، پیدایش پدیده‌های ریخت زمین ساختی و شکل گیری سیمای توپوگرافیک و سامانه‌های رودخانه‌ای فعلی دامنه شمالی میشو را به دنبال داشته است. بازسازی سامانه رودخانه‌ای منطقه در پلیستوسن می‌تواند در تشخیص برخی از رویدادهای زمین ساختی منطقه مورد مطالعه راهگشا باشد. در زیر، برخی از آثار و شواهد سامانه‌های رودخانه‌ای (قابل استفاده در این زمینه) آورده شده است.

انحراف رودخانه‌ها

در طول گسل شمالی، میثواثر فعالیت‌های زمین ساختی بر سامانه‌های رودخانه‌ای، به صورت انحراف آبراهه‌ها ظاهر شده است. با توجه به ساختار گسل شمالی میشو داغ که گسلی مورب لغز است (جعفر خانی، ۱۳۷۴)، مسیر رودخانه‌ها به سمت راست منحرف شده است (شکل ۱۴)، که اندازه این انحراف، از خاور به باختر افزایش می‌یابد. دلیل عدم وجود این انحراف در رودخانه سیسته، انحراف این رودخانه، در همان مسیر گسل به طرف رودخانه مشه لر است (مختاری، ۱۳۷۶). این پدیده در مطالعات صورت گرفته در مورد فعالیت گسل شمالی میشو، به عنوان شاهدهی بر فعال بودن گسل تلقی شده است (جعفر خانی، ۱۳۷۴ و مختاری، ۱۳۷۹). زیرا به رغم وجود سنگهای نامقاوم ناهمواریهای پایین دست گسل، رودخانه‌ها هنوز نتوانسته‌اند اثر زمین ساخت را در مسیر خود از بین ببرند.

تطبیق یا عدم تطبیق

رودخانه زمانی با ساختار زمین ساختی مطابق است که مسیر آن با گودی یک فوسه (Fosse) یا یک ناودیس، در همان شیب لایه‌های زمین

شدن رسوبات پلیو- پلیستوسن و رسوبات میوسن زیرین ایجاد شده‌اند، از جمله آثاری هستند که می‌توان در ارزیابی شبکه آبراهه‌ای پلیستوسن و هولوسن به آنها استناد کرد. قرار گرفتن این اشکال در لایه لای ناهمواریهای حاصل از بریده شدن رسوبات پلیو- پلیستوسن و میوسن، حاکی از جوان بودن آنها نسبت به رسوباتی است که در داخل آنها جای گرفته‌اند. در امتداد آبراهه‌های اصلی رودخانه‌های منطقه و کف دره ناودیس، که رودخانه‌ها آن را به صورت عرضی بریده است، پادگانه‌های آبرفتی زیادی دیده می‌شود (شکل ۱۱).

تعیین سن نسبی این پادگانه‌ها به دلیل عدم امکان سن سنجی، میسر نشد. لذا به ایجاد یک شبکه چینه شناختی نسبی بر اساس ارتفاع و محل قرار گیری رسوبات و درجه تکامل خاک، پرداخته شد. تداوم جنبشهای خشکی زایی در طول پلیستوسن و هولوسن (اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳) موجب شده است تا آثار پادگانه‌های آبرفتی در کناره آبراهه‌ها باقی بماند، به گونه‌ای که می‌توان آنها را از بالا به پایین و از قدیم به جدید رده بندی کرد. با توجه به اینکه ساختار مخروط افکنه‌های منطقه نیز نشانگر ۴ فاز رسوبگذاری شناخته شده است (مختاری، ۱۳۸۱)، لذا می‌توان سطوح مختلف پادگانه‌ها را با فازهای رسوبگذاری مخروط افکنه‌ها مرتبط ساخت (شکل ۱۲).

در شکل ۱۲ پادگانه سطح ۱ با رسوباتی از نوع کنگلوهای تکامل نیافته همراه با تخته سنگهای بزرگ و کوچک مشخص می‌شود. در سطح ۲، رسوباتی متشکل از تخته سنگها و عناصر ریز دانه وجود دارد که از پایین به بالا، از مقدار تخته سنگها کاسته می‌شود. تکامل خاک در سطح این پادگانه‌ها تشکیل مزارع و باغها را ممکن کرده است. سطح ۳ متشکل از رسوبات تکامل نیافته است که عناصر درشت دانه در لایه لای آن کمتر به چشم می‌خورد. سطح ۴ با بستر فعلی رودخانه‌ها منطبق است که از رسوبات آبرفتی عمدتاً در شت دانه پوشیده شده است.

بافت رسوبات و ساختار رسوب شناختی آنها نشان می‌دهد که رسوبات این پادگانه‌ها، منشأ رودخانه‌ای دارند. ماهیت درشت دانه و جور شدگی اندک آنها، نشانگر حمل این مواد به صورت بار بستر و بالا بودن نسبت رسوب به آب در جریانهاست.

اختلاف ارتفاع سطح ۱ و سطح ۲ (حدود ۶۰ متر) نشان می‌دهد که مقدار فراخاست منطقه در حد فاصل تشکیل این دو پادگانه بسیار چشمگیر بوده است که به احتمال زیاد با بریدگی ناهمواریهای واقع در شمال ناودیس همزمان است.

وضعیت فعلی شبکه آبراهه‌ای

در حال حاضر سه رودخانه قره چای، شیخ چای و انامق چای زهکشی

ناحیه، جاهای بخصوصی را که در آن آثار فعالیت‌های زمین‌ساختی نسبتاً سریع و یا حتی کند وجود دارد، شناسایی کرد (Keller, 1986). نسبت عرض کف دره به ارتفاع دره (Vf) و ضریب کشیدگی حوضه آبریز (Bs) از جمله ویژگی‌های ریخت‌سنجی حوضه‌ها هستند که می‌توان آنها را با فعالیت‌های زمین‌ساختی مرتبط دانست (Ramirez-Herrera, 1998).

الف) نسبت عرض کف دره به ارتفاع آن: این شاخص (Vf) به صورت زیر تعریف می‌شود (Ramirez-Herrera, 1998; Bull & McFadden, 1977; Keller & Pinter, 1996; Silva et al., 2003)

$$Vf = \frac{2V_{fW}}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)} \quad \text{معادله ۱:}$$

که در آن V_{fW} عرض دره، Erd و Eld ارتفاع دو دیواره چپ و راست، و Esc ارتفاع کف دره است. این شاخص در دره‌های V شکل، بریده شده در نتیجه فراخاست زمین‌ساختی، کمتر از ۱ ($Vf < 1$) و برای دره‌های U شکل، که به دلیل پایداری نسبی زمین‌ساختی فرسایش در آنها به صورت جانبی صورت می‌گیرد، بیشتر از ۱ ($Vf > 1$) است. در این تحقیق، داده‌های لازم برای این شاخص از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و در فاصله ۰/۵ تا ۱ کیلومتری بالادست گسل شمالی میشو محاسبه شده است (جدول ۱). (Ramirez-Herrera and Keller and Pinter (1996) و Herrera (1998) در تحقیقات خود، وجود چنین مقادیری را برای ضریب Vf دال بر وجود فعالیت‌های شدید زمین‌ساختی ذکر کرده‌اند (مختاری، ۱۳۸۰).

ب) شکل حوضه آبریز: شکل کشیده حوضه‌های آبریز از ویژگی‌های حوضه‌هایی است که در مناطق کوهستانی با فعالیت‌های زمین‌ساختی واقع شده‌اند و با دور شدن از زمان بالا آمدگی منطقه شکل آن به دایره نزدیک‌تر می‌شود (Ramirez-Herrera, 1998). شکل پلانیمتری حوضه را می‌توان با استفاده از ضریب کشیدگی (Bs) حوضه محاسبه کرد:

$$Bs = Bl/Bw \quad \text{معادله ۲:}$$

که در آن Bl طول حوضه و Bw عرض حوضه است. این نسبت برای تمامی رودخانه‌های ذکر شده در جدول ۱ محاسبه شد و در همه آنها مقدار این نسبت ۲ بود که چنین مقداری از ضریب کشیدگی حوضه‌ها حاکی از فعالیت‌های زمین‌ساختی در منطقه است. در مناطق فعال زمین‌ساختی، عرض حوضه‌های آبریز باریک‌تر است، زیرا در چنین مناطقی، نیروی رودخانه صرف ژرف کردن بستر رودخانه می‌شود در حالی که پایداری زمین‌ساختی، باعث می‌شود رودخانه فرصت تعریض حوضه خود را در بالادست گسل داشته باشد.

مطابقت کند و در غیر این صورت، اگر رودخانه ردیف‌های ساختاری را قطع کند، گفته می‌شود رودخانه با ساختار زمین‌ساختی مطابق نیست (رجایی، ۱۳۷۲). پس از رویدادهای زمین‌ساختی پلیستوسن و ایجاد دره ناودیس رودخانه‌های اصلی منطقه (قره‌چای، شیخ‌چای و انامق‌چای) مطابق با مسیر ناودیس به سمت خاور منحرف شده‌اند که آثار باقیمانده از رسوبات آبرفتی جوان بر روی برجستگی‌های بین دره‌ای متشکل از رسوبات میوسن، نشانگر این موضوع است. بویژه اینکه این رسوبات در ضلع خاوری دره فعلی رودخانه‌ها دیده می‌شوند (شکل ۱). رسوبات مذکور که پس از ایجاد دره ناودیس در مسیر رودخانه‌ها بر جای گذاشته شده‌اند، امروزه در موضعی بالاتر (بین ۲۰ تا ۱۰۰ متر) از سطح فعلی بستر رودخانه‌ها قرار دارند و ردگیری آنها در سطح برجستگی‌های بین دره‌ای متشکل از رسوبات میوسن، بازسازی مسیر قبلی رودخانه‌ها را ممکن می‌سازد (شکل ۴). در چنین وضعیتی تمام رودخانه‌های میشو خاوری از دره ناودیس به طرف محل فعلی شهر مرند (دهانه ناودیس) هدایت می‌شدند و تاقدیس ایجاد شده در شمال دره ناودیس، به صورت مانعی در برابر جریان رودخانه‌ها به طرف شمال (جهت مسیرهای فعلی) عمل می‌کرد.

در هنگام تشکیل دره ناودیس، محور تاقدیس شمالی به وسیله گسل‌های عمود بر آن از هم گسیخته می‌شود. مسیر این گسل‌ها که با دره‌های فعلی رودخانه‌ها مطابقت می‌کنند، محل مناسبی برای عمل فرسایش رودخانه‌های محلی بوده که به تدریج بستر خود را در امتداد گسل به عمق می‌بردند که این ژرف‌سازی بستر، به دلیل وجود سنگ‌های نامقاوم، اختلاف سطح زیاد کف چاله زمین‌ساختی مرند (جعفری امامزاده، ۱۳۷۶) با کوه‌های شمال ناودیس و حاکمیت آب و هوای سرد و مرطوب، همزمان با دوره‌های یخچالی پلیستوسن در منطقه آذربایجان (روستایی از قول محمودی و بروکس، ۱۳۷۹) بسیار سریع صورت گرفته و بدین ترتیب رودخانه‌های اصلی منطقه را که در کف ناودیس و در سطحی بالاتر جریان داشتند، اسیر کرده‌اند. لذا می‌توان گفت که شبکه آبراهه‌ای منطقه در کواترنر، از میان فرایندهای سه‌گانه ایجاد شبکه‌های ناموافق یعنی آنته‌سدانس (Antecedent)، برهم‌نهمش (Superposition) و فرسایش قهق‌رایی یا اسارت رودخانه (Stockes & Mather, 2003)، نتیجه فرایند فرسایش قهق‌رایی یا اسارت رودخانه بوده است.

ویژگی‌های ریخت‌سنجی حوضه‌ها

شاخص‌های ریخت‌سنجی یکی از ابزارهای مفید در ارزیابی فعالیت‌های زمین‌ساختی به شمار می‌رود زیرا با استفاده از این شاخص‌ها می‌توان در یک

موقعیت و ریخت شناسی مخروط افکنه ها

ساختار خود مخروط افکنه های جوان نیز از فعالیتهای نوزمین ساخت مصون نمانده و آثار آن در برشهای زمین فیزیکی تهیه شده از مخروط افکنه های منطقه مشهود است (شکل ۱۵). ساختار این مخروط افکنه ها دارای شکلی عدسی مانند است که در نزدیکی جبهه کوهستان و در پایین دست مخروط افکنه نازک تر بوده اما در قسمت میانی ضخیم تر هستند (شکل ۱۵) وجود چنین وضعی نشانگر تداوم فراخاست در طول نهشته گذاری مخروط افکنه است (Bull, 1972).

به طور کلی ویژگیهای ریخت شناسی مخروط افکنه های منطقه نشان از تأثیر شدید فعالیتهای زمین ساختی کواترنر در این بخش از سامانه رودخانه ای دامنه شمالی میشو داغ دارد (جدول ۲).

نیمرخهایی با ویژگی انباشتگی در رأس مخروط افکنه، در حوضه هایی که در کواترنر در معرض حرکات زمین ساختی بوده اند، چه در میشو خاوری و چه در میشو باختری، عمومیت دارد. نسبت عرض به ژرفا نیز در رأس این مخروط افکنه ها زیاد است. علت کم بودن این نسبت در مورد مخروط افکنه دیزج یکان، متروک شدن آن است که سطح آن در حال تبدیل به یک گلاسی (Glasi) است.

از آنجا که مخروط افکنه ها شکل مخروط دارند، منحنیهای میزان در روی مخروط افکنه های ساده تقریباً قوس مانند بوده و بخشی از یک دایره را تشکیل می دهند. در صورتی که سطح مخروط افکنه، تحت تأثیر فعالیتهای زمین ساختی قرار گیرد، سطح مخروط افکنه به جای دایره، بخشی از یک بیضی را تشکیل می دهند (Keller and Pinter, 1996). در حال حاضر سطح فعلی مخروط افکنه های میشو خاوری، برخلاف ساختار زیرین آنها، اثری از فعالیتهای زمین ساختی نشان نمی دهند (خیام و مختاری، ۱۳۸۲).

بحث و نتیجه گیری

گسل شمالی میشو به عنوان مهم ترین گسل منطقه مورد مطالعه، واحدهای توپوگرافی و سازندهای زمین شناسی منطقه را از هم جدا کرده است. پیدایش این گسل، به کوهزایی کیمری نسبت داده می شود، رویدادی که طی آن فرازمین میشو پدید آمده است (اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳). فعالیت این گسل و دیگر گسلهای فرعی منطقه، در طول کواترنر نیز نقش اصلی را در ساختار زمین ریخت شناسی منطقه ایفا کرده است. به طوری که، آثار این فعالیتها بر روی ویژگیهای سامانه های رودخانه ای منطقه، مانند انحراف رودخانه ها از مسیر اصلی، تطبیق یا عدم تطبیق شبکه آبراهه ای با ساختار زمین ساختی و زمین شناسی، ویژگیهای ریخت سنجی حوضه ها و حتی در ریخت شناسی و ساختار مخروط افکنه های فعال منطقه نیز دیده می شوند. لذا، بر اساس رده بندی Keller and Pinter (1996) برای فعالیتهای

مخروط افکنه ها از بخشهای مهم سامانه های رودخانه ای در نواحی خشک و نیمه خشک هستند (Harvey, 1996) و شاید بتوان آنها را به عنوان نقطه پایانی یک سامانه فرسایش و نهشته گذاری تلقی کرد (Ritter and et al., 1995). عملکرد فرسایش یا رسوبگذاری در آنها، با پیوستگی و تداوم فعالیت سامانه های رودخانه ای ارتباط تنگاتنگ دارد (Harvey, 1989). بنابراین مخروط افکنه به عنوان معیاری برای ارزیابی کیفیت رسوبگذاری در داخل سامانه شمرده می شود. اما خود مخروط افکنه نیز تحت کنترل دینامیک و تحول پذیری سامانه است که در این میان، چگونگی فعالیتهای زمین ساختی نقش تعیین کننده ای در فرایندهای زمین ریختی از نظر فرسایش و رسوبگذاری در سطح مخروط افکنه دارند (Harvey et al., 2003; Viseras et al., 2003; Sorriso-Valvo et al., 1998).

همان گونه که قبلاً اشاره شد، در اواخر پلیوسن و اوایل پلیستوسن محل فعلی دره ناودیسی و ناهمواریهای شمال آن محل تشکیل مخروط افکنه های منطقه در امتداد گسل شمالی میشو و شاخه فرعی B بوده است. به دنبال تشکیل دره ناودیسی، چین خوردگی رسوبات کواترنری و تطبیق رودخانه ها با مسیر گسلهای منطقه، محل به جاگذاری بار رسوبی رودخانه ها از وضعیت اولیه (قبل از تشکیل ناودیس) به محلهای فعلی مخروط افکنه ها در امتداد گسل F3 منتقل می شود. نتیجه این تغییر محل رسوبگذاری، شکل گیری یکی از مراحل اصلی تکامل زمین ریخت شناسی مخروط افکنه های منطقه است (مختاری، ۱۳۸۱) که در طی آن مخروط افکنه های منطقه به صورت تلسکوپی (تودرتو) در می آیند.

روند تکاملی دره ناودیسی در اواخر پلیستوسن و حتی هولوسن موجب شده است که در دهانه دره ناودیسی (به طرف شهر مرند) مخروط افکنه های جدیدی شکل بگیرند (شکل ۴) و بدین ترتیب مخروط افکنه دیزج یکان به صورت متروکه در آید. به گونه ای که امروزه بار رسوبی رودخانه ها در این قسمت، در داخل دره ناودیسی به جا گذاشته می شود.

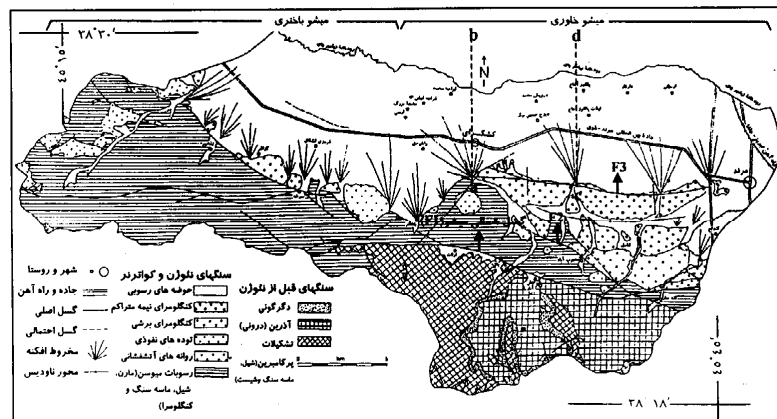
در ضلع باختری دره ناودیسی رودخانه قره چای، به دلیل تطبیق با دره گسل در جهت E-W، به طرف باختر منحرف شده و متروک شدن مخروط افکنه قدیمی کشکسرای را به دنبال داشته است (شکل ۴).

مخروط افکنه های منطقه از نوع چند بخشی هستند که بخش جوان آنها در رأس و بخشهای قدیمی در پایین دست قرار گرفته اند (شکل ۱۲). وجود چنین وضعیتی نشانگر فراخاست منطقه به صورت سریع و متناوب است زیرا، افزایش شیب رودخانه ها در داخل کوهستان ایجاد یک قسمت جدید و با شیب زیاد در بالادست بخش قبلی مخروط افکنه را فراهم می آورد (Lecce, 1990).

پلیو- پلیستوسن، رودخانه‌های منطقه خود را با امتداد دره ناودیسی تطبیق داده و به سمت خاور جریان یافته‌اند. به دنبال ایجاد گسلهایی عمود بر محور ناهمواریهای شمال ناودیس، و تطبیق رودخانه‌ها با مسیر این گسلها، رودخانه‌های اصلی منطقه به وسیله رودخانه‌های کوچک محلی اسیر شده و مسیر خود را به طرف شمال (بخش مرکزی چاله زمین ساختی مرند) و موضعی پایین‌تر از محیطهای رسوبی پلیو- پلیستوسن باز کرده‌اند (شکل ۱۶ ج) و بدین ترتیب نمونه‌ای از سامانه زهکشی ناموافق در منطقه شکل گرفته است. به‌طور کلی براساس نتایج این مقاله سیمای توپوگرافیک و زمین‌ریخت‌شناسی فعلی بخش خاوری دامنه شمالی میشو داغ به شدت از فعالیتهای زمین ساختی کواترنر متأثر شده و بر اساس شواهد موجود، فعالیتهای زمین ساختی کواترنر مهم‌ترین نقش را در ایجاد شبکه آبراه‌های ناموافق داشته‌اند. یافته‌های این مقاله می‌تواند راهنمای خوبی برای محققان در مطالعه سامانه‌های رودخانه‌ای ناموافق در نواحی فعال زمین ساختی باشد.

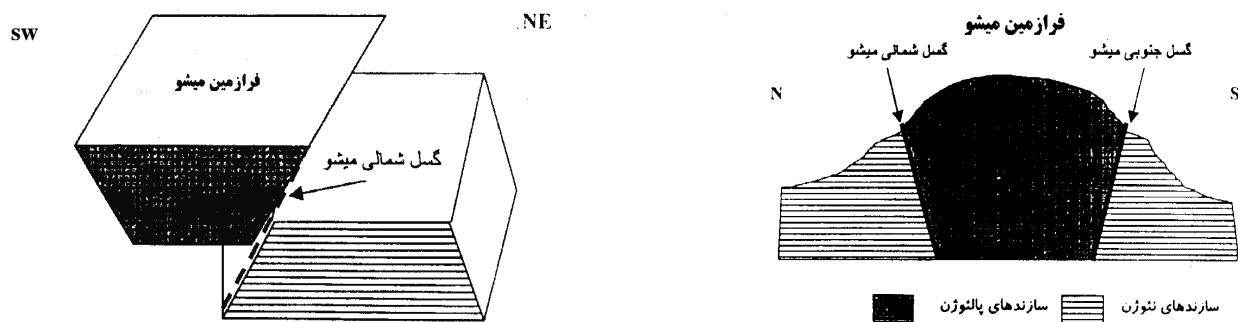
گسلها (جدول ۳)، گسلهای منطقه مورد مطالعه در زمره گسلهای فعال قرار می‌گیرند. مطالعات قبلی انجام شده در مورد فعالیت این گسلها نیز دلالت بر فعال بودن این گسلها دارند (حسامی و همکاران، ۱۳۷۵؛ مختاری، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱).

بازسازی سامانه رودخانه‌ای پلیستوسن ما را قادر می‌سازد تا ضمن آشنایی با سامانه‌های زمین ساختی فعال در آن زمان، آثار این فعالیتها را در شکل‌گیری سامانه‌های رودخانه‌ای مطالعه کنیم. کج شدگی لایه‌های رسوبی پلیو- پلیستوسن (کنگلومرای نیمه مترکم) نشانگر فعالیتهای شدید زمین ساختی در دوره پلیستوسن است. این رسوبات، که به احتمال زیاد در کنار یک دریاچه پلایا و در یک محیط مخروط افکنه- دلتا بر جای گذاشته شده‌اند (شکل ۱۶ الف)، در اثر فعالیتهای زمین ساختی بالا آمده و با واسطه یک دره ناودیسی از بدنه اصلی کوهستان میشو داغ جدا شده و کوههای کم ارتفاعی را در شمال دره ناودیسی ایجاد کرده‌اند (شکل ۱۶ ب). با تشکیل دره ناودیسی و بالا آمدن محیطهای رسوبگذاری



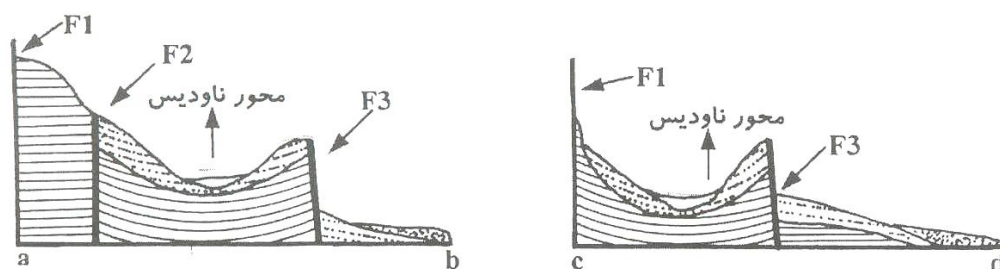
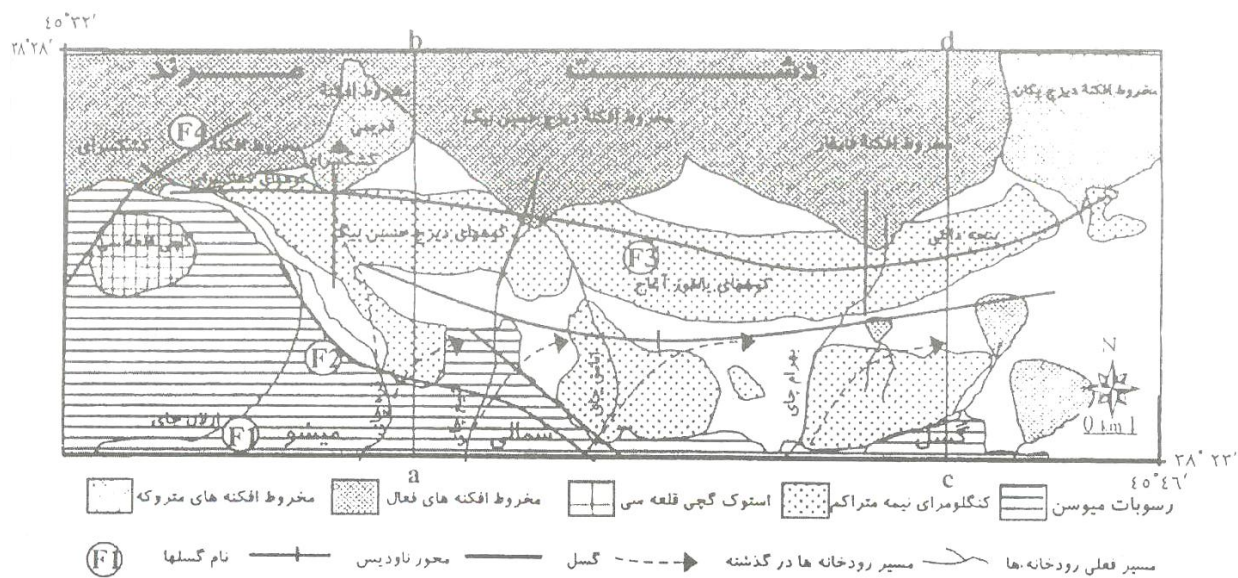
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی دامنه شمالی میشو داغ بر اساس نقشه زمین‌شناسی مرند به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

(اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳)



شکل ۲- فراخاست میشو داغ

شکل ۳- تجسم فضایی گسل شمالی میشو



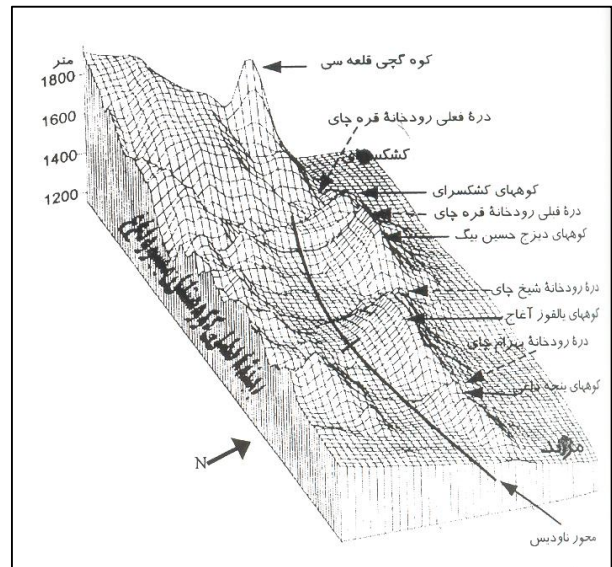
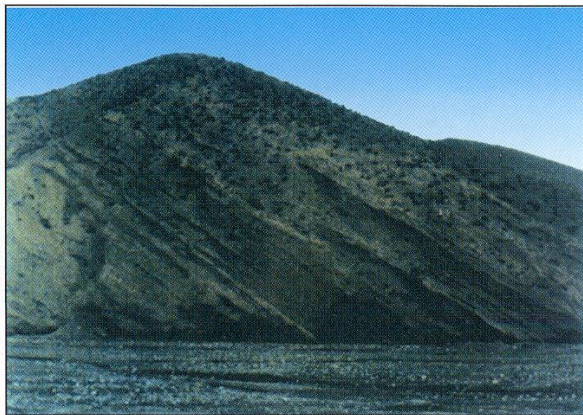
شکل ۴- تغییرات مسیر جریان رودخانه ها و موقعیت مخروط افکنه ها

جدول ۱- مقادیر محاسبه شده V_f برای دره‌های منطقه

نام رودخانه	انامق	شیخ	پیربالا	ارلان	باغلار
مقدار	۰/۳۹	۰/۵۶	۰/۵	۰/۳۳	۰/۱۷
V_f (m/m)					

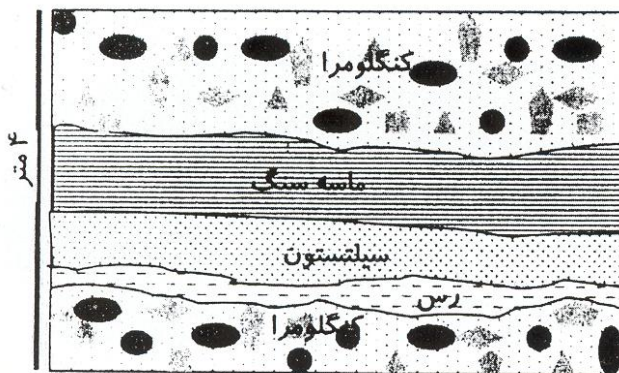
جدول ۲- ویژگی‌های ریخت شناسی مخروط افکنه‌های اصلی میشو خاوری

نام مخروط افکنه	فعالیت‌های تکنونیک کواترنر	شکل مخروط افکنه	وضعیت رسوبگذاری فعلی	نسبت عرض به عمق آبراهه اصلی
دیزج یکان	فعال	تلسکوپی، چند بخشی شعاعی	متروک	۱۰
فار فار	فعال	تلسکوپی، چند بخشی شعاعی	اباشنگی غالب بدون هر گونه بریدگی	۱۰۰
دیزج حسین بیگ	فعال	تلسکوپی، چند بخشی شعاعی	اباشنگی غالب بدون هر گونه بریدگی	۱۲۰
کشکسرای	فعال	تلسکوپی، چند بخشی شعاعی	اباشنگی غالب بدون هر گونه بریدگی	۱۴۰



شکل ۵- بلوک دیاگرام دره ناودیس و ناهمواریهای شمال آن

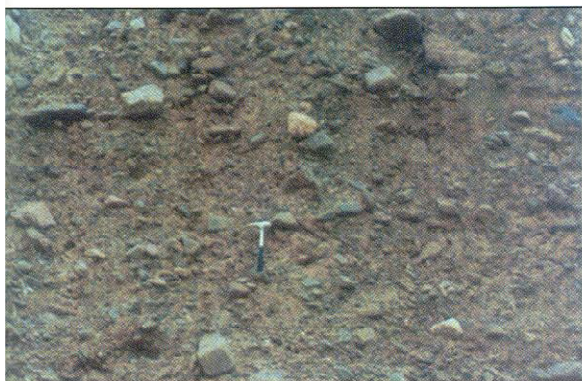
شکل ۶- بالا آمدگی و تمایل رسوبات کنگلومرایی نیمه متراکم (پلیو- پلیستوسن) در شمال دره ناودیس (دره رودخانه بهرام جای، دید از باختر)



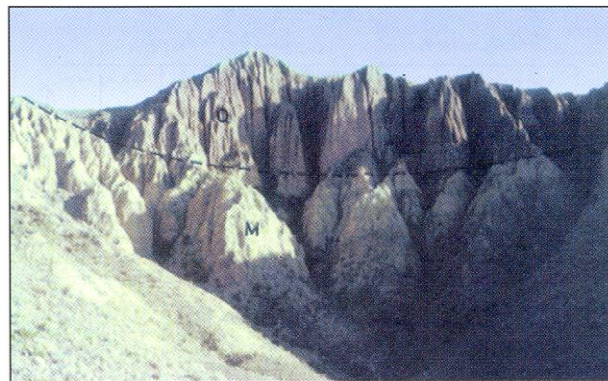
شکل ۸- ترتیب قرار گیری لایه‌های رسوبی در تشکیلات کنگلومرایی نیمه متراکم



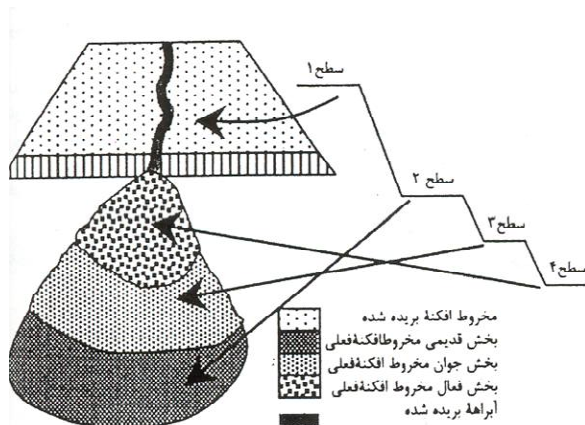
شکل ۷- یال شمالی ناقدیس شمال دره ناودیس (کوه‌های دیزج حسین بیگ، دید از شمال) خط چین مرز رسوبات پلیو- پلیستوسن و میوسن را در پیشانی کوهستان نشان می‌دهد.



شکل ۱۰ - بافت رسوبی عناصر سازنده مخروط افکنه های پلیو - پلیستوسن در جنوب دره ناودیسی (مسیر راه روستای پیر بالا)



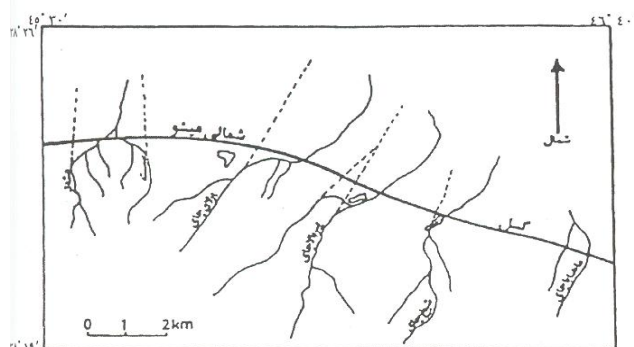
شکل ۹ - استقرار رسوبات پلیو - پلیستوسن (Q) بر روی رسوبات میوسن (M)



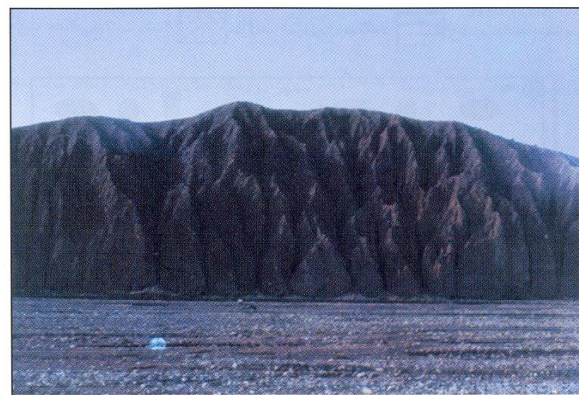
شکل ۱۲ - شکل شماتیکی از سطوح مختلف پادگانه ها و تطبیق آنها با بخشهای مختلف مخروط افکنه ای در منطقه مورد مطالعه



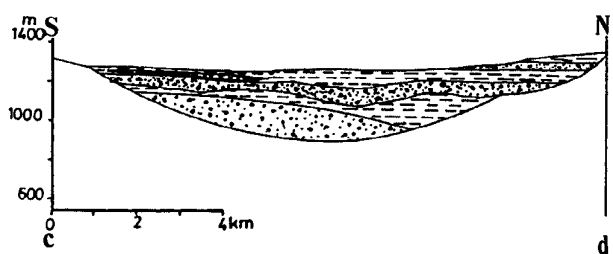
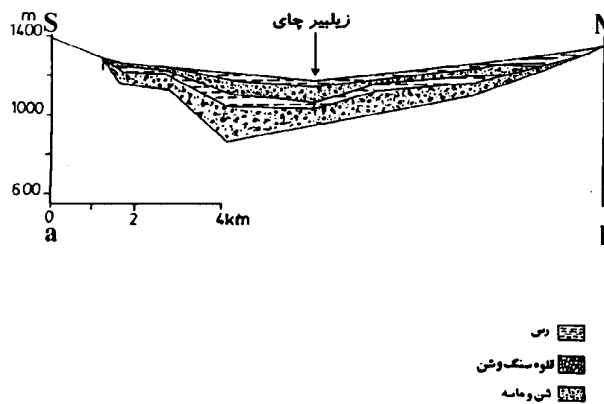
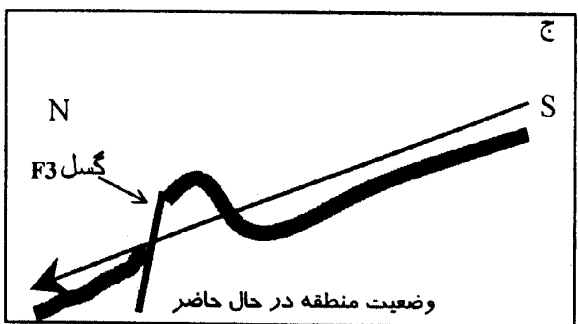
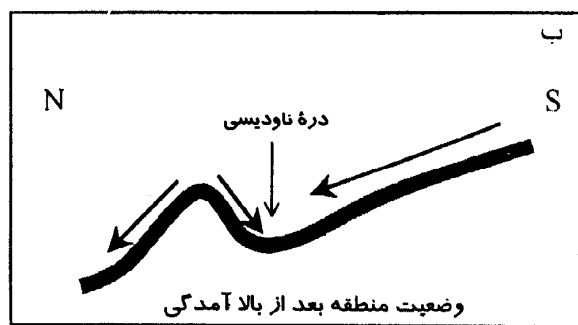
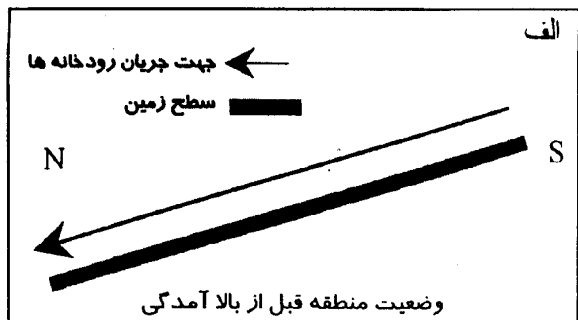
شکل ۱۱ - مقطعی از دره رودخانه شیخ چای و پادگانه های آبرفتی آن



۱۴- انحراف رودخانه ها در اثر عملکرد گسل شمالی میشو؛ خط چینها مسیر احتمالی رودخانه ها، بدون در نظر گرفتن عملکرد گسل شمالی میشو را نشان می دهند.



شکل ۱۳ - بدبومهای مشرف به دره رودخانه قره چای شکل



شکل ۱۵ - برش زمین فیزیکی از مخروط افکنه الف) کشکسرای (ب) دیزج حسین بیگ (وزارت نیرو، ۱۳۶۴). محل تقریبی برشها در شکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱۶ - دیاگرام شماتیکی از رابطه فراخاست منطقه در پلیستوسن و شکل گیری شبکه رودخانه‌ای.

جدول ۳ - رده بندی گسلها از نظر فعالیت (Keller & Pinter, 1996)

عصر	سن زمین شناسی		سال قبل از این	فعال
	دوره	اشکوب		
سنزروئیک	کواترنری	هولوسن	۲۰۰	فعال بالاروه
		پلیوستوسن	۱۰۰۰۰	
	ترشیاری	قبل از پلیوستوسن	۱۶۸۰۰۰۰	غیر فعال
قبل از سنزروئیک		۶۵۰۰۰۰۰		
سن زمین			۶۸۰۰۰۰۰۰	

کتابنگاری

- اسدیان و همکاران، ۱۳۷۳- نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ مرند. سازمان زمین شناسی کشور.
- جعفرخانی، ع.، ۱۳۷۴- بررسی پترولوژی و ژئوشیمی توده های گرانیتوئیدی جنوب غرب مرند و سنگهای مجاور با نگرش به پتانسیل کانی سازی آن (در محدوده روستاهای محبوب آباد، پیربالا و عیش آباد). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم، دانشگاه تبریز.
- جعفری امامزاده، ف.، ۱۳۷۶- پژوهش در عوامل مورفوژنز چاله مرند. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- حسامی، خ.، کارخانیان، آ. و جمالی، ف.، ۱۳۷۵- گزارش مقدماتی شناسایی تعدادی از گسلهای فعال منطقه آذربایجان. مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- خیام، م.، ۱۳۶۵- مبانی ژئومورفولوژی (ترجمه)، چاپ دوم، انتشارات نیما.
- خیام، م. و مختاری، د.، ۱۳۸۲- ارزیابی عملکرد فعالیتهای تکتونیک بر اساس مرفولوژی مخروط افکنه ها (مورد نمونه: مخروط افکنه های دامنه شمالی میشو داغ). پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۴۴، صص ۱۰-۱.
- رجایی اصل، ع.، ۱۳۷۲- اسناد و روش برای تفسیر نقشه (جغرافیا و زمین شناسی). انتشارات دانشگاه تبریز.
- رضایی مقدم، م. ح.، ۱۳۷۴- پژوهش در تشکیل کوهپایه ها و دشتهای انباشتی دامنه جنوبی میشو داغ، با تاکید بر فورموکلیما و مورفوتکتونیک. پایان نامه دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- روستایی، ش.، ۱۳۷۹- پژوهش در دینامیک لغزشهای زمین و علل وقوع آنها با استفاده از روشهای مورفومتری در حوضه اهرچای. پایان نامه دکتری دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- وزارت نیرو؛ ۱۳۶۴- گزارش مطالعاتی سازمان آب منطقه ای آذربایجان شرقی.
- مختاری، د.، ۱۳۷۶- تحلیل برخی از مسائل مورفودینامیک دامنه شمالی میشو و دشت سیلابی کشکسرای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- مختاری، د.، ۱۳۷۹- آسیب پذیری سکونتگاههای واقع در مسیر خطوط گسل و عمران روستایی. مجله مسکن و انقلاب (پائیز و زمستان)، صفحه ۷۴-۷۰.
- مختاری، د.، ۱۳۸۰- گسل شمالی میشو و نقش آن در مورفولوژی دامنه شمالی میشو داغ (آذربایجان- ایران). مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین شناسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، صفحه ۸۱۳-۸۰۱. دانشگاه تربیت مدرس.
- مختاری، د.، ۱۳۸۱ الف- عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط افکنه های کواترنری در دامنه شمالی میشو داغ (آذربایجان- ایران) و ارزیابی توانهای محیطی آن. پایان نامه دوره دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
- مختاری، د.، ۱۳۸۱ ب- نقش فعالیتهای تکتونیک در تکامل مخروط افکنه های دامنه شمالی میشو داغ، شمال غرب. فضای جغرافیایی، شماره ۵.

References

- Bull, W.B. and McFadden, L., 1977- Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Dohring, D.O. (ed.), Geomorphology in arid regions. Publ. in geomorphology, State University of New York, Binghamton, pp. 115-138.
- Bull, W.B., 1972- Recognition of alluvial fan deposits in the stratigraphic record. In: Rigby, J.K., and Hamblin, W.K. (eds.). Recognition of Ancient Sedimentary Environments: EPM Special Publication 16, p. 63-83.
- Garcia, A.F., Zhu, Z., Ku, T.L., Sanz de Galdeano, C., Chadwick, O.A., Chacon Montero, J., 2003- Tectonically driven landscape development within the eastern Alpujarran Corridor, Betic Cordillera, SE Spain (Almeria): Geomorphology 50. p. 83-110.
- Garcia-Melendez, E., Goy, J. L., Zazo, C., 2003- Neotectonics and plio-Quaternary landscape development within the eastern Huerca-Overa Basin (Betic Cordilleras, southeast Spain): Geomorphology 50. p. 111- 133.
- 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, 43, p. 313-349
- Harvey, A. M., Wells, S.G., 1987- Response of Quaternary Fluvial systems to differential epiorogenic uplift: Aguas and Feos river systems, southern Spain. Geology 15, p. 689-693.
- Harvey, A.M., 1989- The occurrence and the role of arid zone alluvial fans. In: Thomas, D.S.G. (ed.). Arid Zone Geomorphology: New York, Wiley, p. 136-158.
- Harvey, A.M., 1996- The role of alluvial fans in the mountain fluvial Systems of southeast Spain: Implications of Climatic Change: Earth Surface Processes and Land forms, Vol. 21. p. 543-553.
- Harvey, A. M., Foster, G., Hannam, J., Mather, A. E., 2003- The Tabernas alluvial fan and lake system, southeast Spain: applications of mineral magnetic and pedogenic iron oxide analyses towards clarifying the Quaternary sediment sequences: Geomorphology 50. p. 151-171. Geomorphology 50. p. 203-225.

- Keller, 1986- Investigation of active tectonics: use of surficial processes. In: Wallace, R.E. (ed.), Active tectonics. Washington, DC National Academy Press, pp. 136-147.
- Keller, E.A., Pinter, N., 1996- Active tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. Prentice Hall, Pup.
- Lecce, S.A., 1990- The alluvial fan problem. In: A.H. Rachocki and M. Church (eds.). Alluvial fans: A field approach. John Wiley & Sons. p. 3-24.
- Li, Y., Yang, J., Tan, L., Duan, F., 1999- Impact of tectonics on alluvial landforms in the Hexi Corridor, Northwest China: Geomorphology 28. p. 299-308.
- Ramirez-Herrera, M.T., 1998- Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay graben, Mexican Volcanic belt. Earth surface processes and landforms. Vol. 23, 317-322.
- Schoorl, J. M., Veldkamp, A., 2003- Late Cenozoic landscape development and its tectonic implications for the Guadalhorce valley near Alora (Southern Spain): Geomorphology 50. p. 43-57.
- Schumm, S.A., 1977- The fluvial system. Wiley, New York, 338 pp.
- Schumm, S.A., 1986- Alluvial river response to active tectonics. In: Active tectonics: Studies in Geophysics. National Academy Press, Washington DC.
- Silva, P.G., Goy, J. I., Zazo, C., Bardaji, T., 2003- Fault-generated mountain fronts in southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and seismic activity.
- Snyder, N.P., Whipple, K.X., Tucker, G.E., Merritts, D.J., 2003- Channel response to tectonic forcing: field analysis of stream morphology and hydrology in the Mendocino triple junction region, northern California: Geomorphology 53. p. 97-127.
- Sorriso - Valvo, M., L. Antonico., E. Lepera., 1998- Controls on modern fan morphology in Calabria, Southern Italy: Geomorphology, 24. p. 169-187.
- Stevens, G.R., 1974- Rugged landscape, The geology of Central New Zealand. A.H. and A.W. Reed, Wellington, 286 pp.
- Stokes, M., Mather, A. E., 2003- Tectonic origin and evolution of transverse drainage: the Rio Almanzora, Betic Cordillera, Southeast Spain: Geomorphology 50. p. 59-81.
- Viseras, C., Calvache, M. L., Soria, J. M., Fernandez, J., 2003- Differential features of alluvial fans controlled by tectonic or eustatic accommodation space. Examples from the Betic Cordillera, Spain: Geomorphology 50. p. 181-202.
- Wallace, R.E., 1967- Note on stream channel offset by the San Andreas Fault, southern Coast Range, California. Stanford Univ. Publ. (Geol. Sci.) 11. p. 6-20.

* گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز

*Department of Geographical Researches, University of Tabriz. Iran.