شبکه های رودخانه ای ناموافق در بخش شرقی دامنهٔ شمالی میشو داغ
و نقش فعالیت های تکتونیکی در شکل گیری آن

دکتر داود مختاری *

چکیده

رشتهٔ کوهستانی میشوداغ یکی از کانون های آبگیر مهم شمال غرب ایران است که سیستم های رودخانه ای بزرگی در دامنهٔ شمالی و جنوبی آن شکل گرفته اند. در بخش شرقی دامنهٔ شمالی این رشته، رودخانه ها قبل از رسیدن به دشت مرند و در نهایت به رودخانهٔ زیلبیر، واحدهای توپوگرافی و زمین شناسی منطقه را به صورت ناموافق قطع کرده اند.

تکامل شبکهٔ زهکشی در منطقهٔ مورد مطالعه و عوامل مؤثر در ایجاد آن به عنوان شبکهٔ رودخانه ای ناموافق، از طریق بازسازی شبکهٔ آبراهه ای بر اساس ترکیبی از شواهد زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی، مورد بررسی قرار گرفته است. مراحل اولیهٔ تکامل شبکهٔ آبراهه ای (پلیوسن بالایی ـ پلی استوسن زیرین) نشانگر وجود محیط رسوب گذاری مخروط افکنه ـ دلتا در منطقه است. در پلی استوسن میانی، در پی شکل گیری دره ای ناودیسی در محل به جا گذاری رسوبات پلیو ـ پلی استوسن و تشکیل ارتفاعات شمال این دره، رودخانه های منطقه به تبعیت از شیب توپوگرافی، به سمت شرق منحرف شده اند. در اواخر پلی استوسن، در پی ایجاد شکست های تکتونیکی عمود بر محور طاقدیس (ارتفاعات شمال درهٔ ناودیسی) رودخانه ها مسیر خود را با مسیر گسل ها تطبیق داده و جریان خود را در جهت شمال از سر گرفته اند.

---

* استادیار گروه پژوهشی جغرافیا در دانشگاه تبریز: d.mokhtari@tabrizu.ac.ir

تاریخ وصول مقاله: ۸۳/۹/۱۰ ـ تاریخ تصویب مقاله: ۸۳/۱۱/۱٤

اثر عوامل تکتونیکی در تغییرات سطح اساس رودخانه های منطقه اجتناب ناپذیر است و به همین دلیل فرسایش قهقرایی رودخانه ها مهم ترین عامل ایجاد شبکهٔ آبراهه ای ناموافق درمنطقه می باشد. اثر گذاری این مکانیسم در شکل گیری سیستم های رودخانه ای ناموافق در منطقه را می توان بخشی از واکنش سیستم های رودخانه ای به تداوم بالا آمدگی های تکتونیکی در کواترنر تلقی نمود.

واژگان کلیدی: شبکهٔ رودخانه ای ناموافق، فعالیت های تکتونیکی کواترنر، تکامل شبکهٔ آبراهه ای، میشوداغ، شمال غرب ایران

مقدمه

در مباحث ژئومورفولوژیکی، شبکهٔ آبراهه ای ناموافق به رودخانه هایی اطلاق می شود که در اثر فعالیت های تکتونیکی، ساختارهای زمین شناسی از قبیل گسل ها، چین خوردگی ها و کمربندهای کوهستانی را قطع کنند (Oberlander,1985: 155 ; Stokes & Mather, 2003: 59). از روی دره ها و آبراهه هایی که به وسیلهٔ این گونه شبکه ها ایجاد می شود، می توان به چگونگی قطع شدن مرزهای توپوگرافیکی پی برد (Alvarez,1999:267). مطرح شدن منشاء و اهمیت شبکه های آبراهه ای متقاطع در ادبیات ژئومورفولوژی و زمین شناسی به اواخر قرن نوزدهم و مطالعات انجام یافته به وسیلهٔ پاول[1] (1875) در ارتباط با چگونگی بریده شدن فلات کلرادو به وسیلهٔ رودخانهٔ کلرادو و شاخه های آن برمی گردد. به دنبال این تحقیقات، مطالعات دیگری نیز در سایر نقاط دنیا (Calvache&Viseras, Harvey,1987Ivan&Kirchner,1994; Oberlander,198 1997; Alvarez,1999;Stokes&Mather,2003; Bowman and et al.,2004) و بویژه در زاگرس (Mussuridis& Slingerland,1992 ؛ رجبی و عباس نژاد، ۱۳۷۹) به انجام رسید. بر اساس نتایج این مطالعات، ایجاد این گونه شبکه های ناموافق از طریق فرایندهای زیر صورت می گیرد:

[1]. Powell

الف) آنته سدانس[1] : جایی که رودخانه قبل از فعالیت وجود داشته وهمزمان با بالا آمدن منطقه، سطح آن را بریده و بستر خود را به عمق برده است. مقادیر این بریدگی بستگی به میزان بالاآمدگی دارد.

ب) سوپر پوزیشن[2] : رودخانه ای که بر روی یک سطح زمین شناسی جوان جریان دارد. بستر خود را بریده و به ساختار زمین شناسی قدیمی زیرین می رسد. در چنین صورتی اگر رودخانه ای ساختار قدیمی را قطع کند، گفته می شود شبکهٔ آبراهه ای با ساختار زمین شناسی تطابق ندارد.

ج) فرسایش قهقرایی یا اسارت رودخانه[3] : در این فرایند رودخانه در سطح یکی از دامنه های بخش بالا آمده به صورت عرضی جریان داشته و از طریق فرسایش شدید قهقرایی به طرف بالادست پیش روی می کند. در چنین شرایطی رودخانهٔ مزبور تمام رودخانه های کم فعالیت را اسیر خواهد کرد.

این مکانیسم ها به نوبهٔ خود به وسیلهٔ عوامل داخلی (از قبیل ایزوستازی و تکتونیسم) و عوامل خارجی (مثل تغییرات آب و هوایی و سایر آستانه های ژئومورفیکی) کنترل می شوند. قدر مسلم این که شبکهٔ آبراهه ای متقاطع در اغلب موارد ایفاکنندهٔ نقش رابط مهمی بین حوضه های رسوب گذاری و هیدرولوژیکی در نواحی مرتفع ساختمانی است. برای مثال می توان به اتصال شبکه های رودخانه ای آندورییک (شبکه های درون ریز) از طریق این مکانیسم ها اشاره نمود که در نهایت ایجاد سیستم های اگزورییک (شبکه های برون ریز) را به دنبال دارد. بنابراین، کسب معلومات در مورد منشاء و گسترش شبکهٔ آبراهه ای متقاطع برای ژئومورفولوژیست ها و زمین شناسان در مطالعهٔ سیستم های رودخانه ای، آمایش سرزمین و تکامل حوضه های رسوب گذاری از اهمیت زیادی برخوردار است.

در این مقاله سعی شده است تا از طریق تجزیه و تحلیل شبکهٔ آبراهه ای بخش شرقی دامنهٔ شمالی میشوداغ، ایجاد و تکامل شبکه های رودخانه ای متقاطع مورد مطالعه قرار گیرد. رودخانه های واقع در منطقهٔ مورد مطالعه همگی به رودخانهٔ زیلبیر (زهکش اصلی دشت مرند) و در نهایت از طریق رودخانهٔ آق ـ ارس به دریای خزر می ریزند. این

---

[1]. Antecedence

[2]. Superposition

[3]. Headward erosion and/or stream piracy

رودخانه ها قبل از رسیدن به رودخانهٔ زیلبیر، از واحدهای زمین شناسی و توپوگرافی متعددی عبور می کنند که در امتداد تودهٔ کوهستانی میشو در کنار هم قرار گرفته اند (شکل ۱). ترکیبی از شواهد ژئومورفولوژیکی و رسوب شناختی نئوژن برای مطالعهٔ تکامل شبکهٔ رودخانه ای مورد استفاده قرار گرفته است.

روش تحقیق

تحلیل شبکه های رودخانه ای ناموافق منطقهٔ مورد مطالعه، نیازمند بازسازی چگونگی تکامل شبکهٔ زهکشی در گذشته است. مطالعات قبلی انجام یافته در سیستم های رودخانه ای منطقه توسط نگارنده (۱۳۷۶، ۱۳۸۱الف و ب و۱۳۸۲) نشان داده است که شبکه آبراهه ای فعلی منطقه نتیجهٔ عملکرد عوامل مختلف از جمله فعالیت های تکتونیکی اواخر پلیوسن و کواترنر (کوهزایی پاسادنین) می باشد. مطالعات فوق که بر اساس شواهد زمین شناختی و ژئومورفولوژیکی انجام یافته اند تحولات شبکهٔ رودخانه ای را در منطقهٔ مورد مطالعه به خوبی بیان کرده اند.

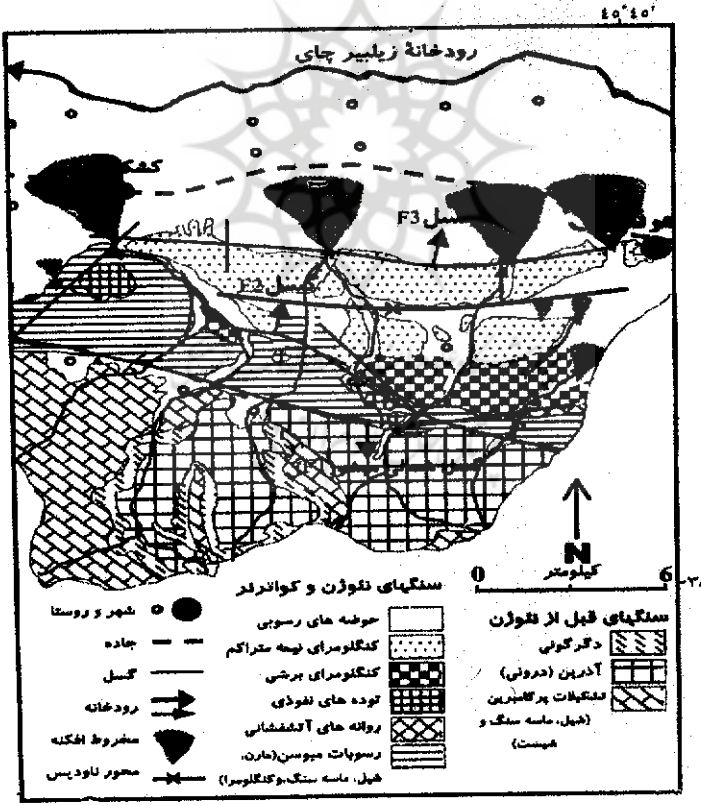
در تحقیق حاضر، با تکیه بر مطالعات انجام شده، تحول شبکهٔ رودخانه ای بخش شرقی دامنهٔ شمالی میشوداغ در سه مرحله ودر مقاطع زمانی پلیو ـ پلیستوسن، پلی استوسن میانی، اواخر پلی استوسن و هولوسن مورد مطالعه قرار گرفته است. با عنایت به شکل ـ گیری اشکال ناهمواری ها در بستر زمانی طولانی، که تعیین سن مطلق برای این گونه اشکال را محدود می سازد (Watchman & Twidale, 2002)، همچنین به دلیل دشواری دسترسی به تکنیک های سن یابی، بازسازی شبکهٔ رودخانه ای در مقاطع زمانی مختلف بر اساس سن نسبی صورت گرفت. در بازسازی شبکهٔ رودخانه ای در منطقهٔ مورد مطالعه، عمدهٔ توجه به ویژگی های چینه شناختی رسوبات در مسیر رودخانه ها معطوف شده که در امتداد آنها، رودخانه های منطقه واحد های زمین ساختی، لیتولوژیکی و توپوگرافیکی را به صورت عرضی قطع کرده اند.

شبکهٔ آبراهه ای ناموافق در دامنهٔ شمالی میشوداغ

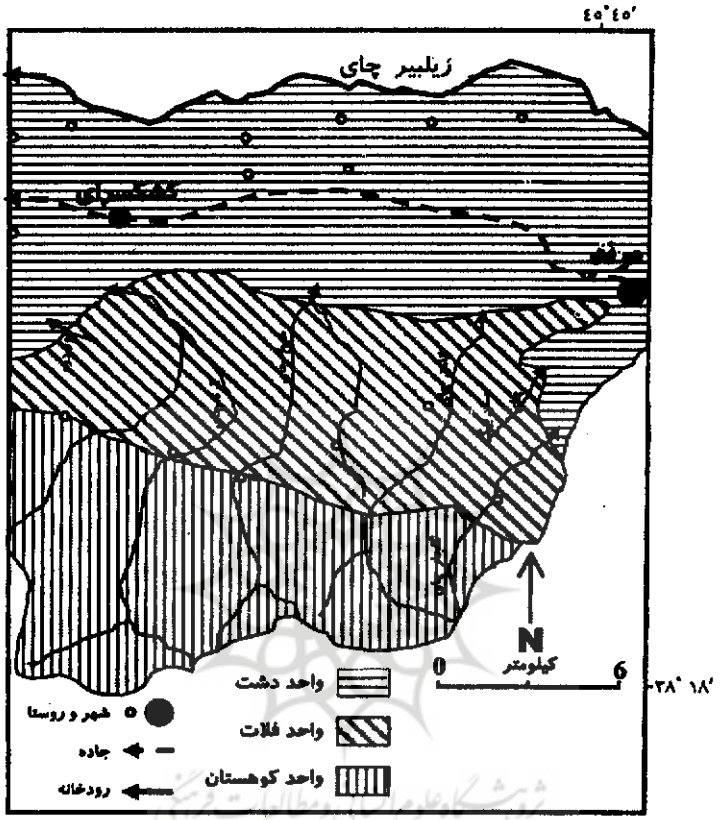
تودهٔ کوهستانی میشوداغ با بلوک بالا آمده ای که به صورت هورست در حد فاصل دوشاخهٔ اصلی گسل تبریز- سلطانیه، به نام های گسل شمالی میشو و گسل جنوبی میشو قرار گرفته است، مشخص می شود. گسل شمالی میشو که در جهت شرقی ـ غربی و در امتداد طولی تودهٔ کوهستانی کشیده شده است، جدا کنندهٔ واحدهای توپوگرافی و زمین ـ

شناسی دامنهٔ شمالی کوهستان است (شکل های ۱و۲). جهت جریان رودخانه ها، در حال حاضر عمدتاً از جنوب به شمال است و تنها رودخانه های قره چای و سیسته درهٔ سی در بخشی از مسیر خود در جهت شرقی ـ غربی جریان دارند. لذا رودخانه های منطقه تمام ساختارهای زمین شناسی و واحدهای توپوگرافی را به صورت عرضی قطع نموده اند.

در اکثر مطالعات انجام شده در طول سال های گذشته در منطقهٔ مورد مطالعه، به اثر گسل شمالی میشو در انحراف رودخانه ها از مسیر اصلی خود اشاره شده است (جعفرخانی، ۱۳۷۴؛ مختاری، ۱۳۷۶ و ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰)، ولی چگونگی شکل گیری شبکهٔ آبراهه ای متقاطع مورد بررسی قرار نگرفته است.



شکل ۱ـ نقشهٔ زمین شناسی منطقه و موقعیت شبکهٔ آبراهه ای نسبت به واحدهای زمین شناسی



شکل۲ـ واحدهای توپوگرافی و موقعیت شبکهٔ رودخانه ای

ژئومورفولوژی و زمین شناسی

رشته کوه میشوداغ که در ضلع شمالی دریاچهٔ ارومیه و از شرق به غرب کشیده شده است، قسمتی از فلات آذربایجان در شمال غرب ایران است. طول این رشته کوهستانی ۸۵ کیلومتر و عرض آن در پهن ترین قسمت ۲۵ کیلومتر و در باریک ترین قسمت ۱۰ کیلومتر است. دامنهٔ شمالی این کوهستان به دشت مرند که خود یک چالهٔ تکتونیکی است (جعفری امامزاده، ۱۳۷۶)، مشرف است.

بخش شرقی میشو که بین گردنهٔ پیام در شرق، تا گردنهٔ تسوج در غرب کشیده شده است، بیشترین تأثیر را از فعالیت های تکتونیکی داشته است به طوری که رسوبات کواترنر آغازین نیز در منطقه تحت تأثیر این فعالیت ها چین خورده اند. در این بخش، گسل شمالی

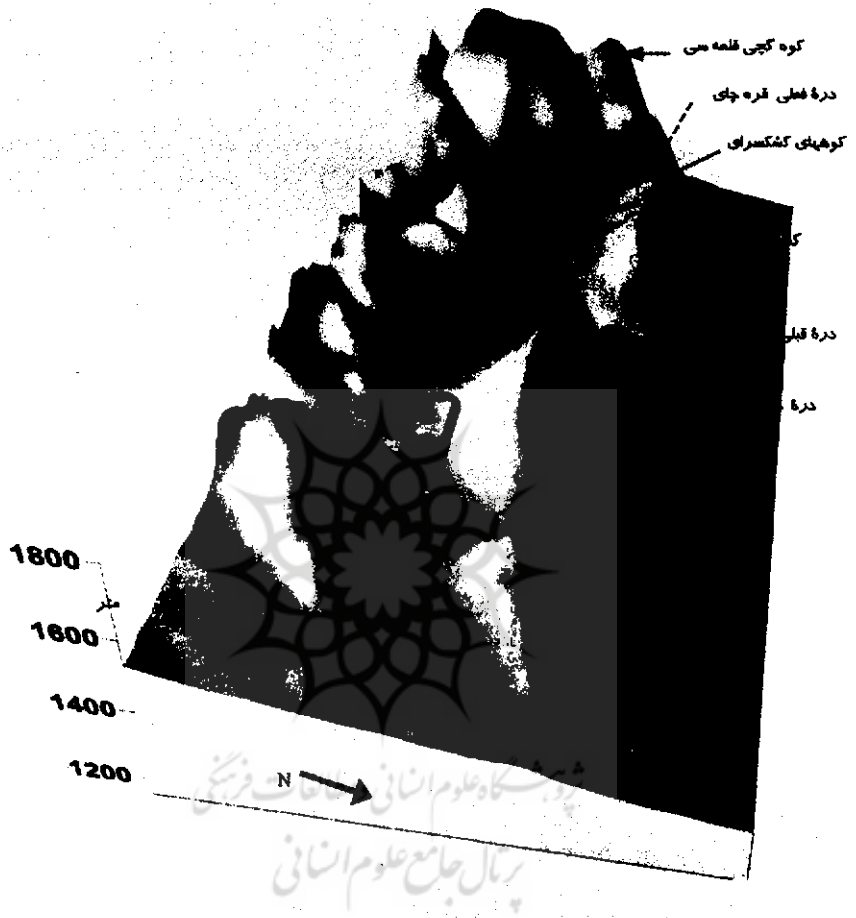
میشو به عنوان مرز بین فلات و کوهستانی شناخته می شود. حوضه های رودخانه ای نسبتاً بزرگ بوده و مخروط افکنه های بزرگی را در منطقه پدید آورده اند. تنوع لیتولوژیکی ویژگی مهم این بخش است. تودهٔ گرانیتی میشو در بخش مرتفع این بخش با هاله ای از سنگ های دگرگونی و در مجاورت سنگ های شیستی پرکامبرین قرارگرفته است (شکل ۱). تشکیلات زمین شناسی پالئوژن فوق به وسیلهٔ گسل شمالی میشو از رسوبات نئوژن جدا شده اند. تشکیلات اخیر شامل رسوبات میوسن، پلیوسن و کواترنر می باشند.

پدیدهٔ قابل توجه این بخش از میشو، حرکات کوهزایی است که موجبات بالا آمدگی رسوبات کنگلومرای نیمه متراکم پلیو ـ پلی استوسن شده اند. این پدیده در حاشیهٔ شمالی این بخش از میشوداغ و بـه واسطهٔ عملکـرد یک درهٔ ناودیسی به وقوع پیوسته است (شکل های ۱ و ۳). با وجود ساختار گسلش معکوس در امتداد گسل شمالی میشو، گسل ـ های F2 و F3 (شکل ۱) از نوع عادی بوده و جداشدگی رسوبات پلیو ـ پلی استوسن در دو سوی ناودیس نشانگر نوزمین ساخت کششی در منطقه، علی رغم زمین ساخت فشارشی گسل شمالی میشو هستند. در واقع ناودیس موجود نتیجهٔ بازشدگی ساختار زمین شناسی منطقه است.

بر اساس ویژگی های ژئومورفولوژیکی و زمین شناسی می توان قسمت های مختلف بخش شرقی دامنهٔ شمالی میشو را در جهت عرضی از هم تشخیص داد. در بررسی نیمرخ ـ های این بخش، از خط الرأس به طرف دشت، سه واحد توپوگرافی کوهستان مرتفع، فلات و دشت قابل تشخیص است که هر کدام از این واحدها در کنار تفاوت های توپوگرافیکی، از نظر لیتولوژی و ژئومورفولوژی نیز با هم متفاوتند. مرز جداکنندهٔ این واحدها عموماً خطوط گسل هستند که در جهت شرقی ـ غربی قرار گرفته اند. در این میان گسل شمالی میشو به عنوان مرز بین فلات و کوهستان مرتفـع، از جایگاه ویژه ای برخـوردار است (شکل ۲).

الف) واحد کوهستانی: این واحد بخش مرتفع کوهستان میشو را تشکیل می دهد که عمدتاً از سنگ های آذرین و شیست های پرکامبرین تشکیل یافته است. دره های عمیق در کنار برجستگی های بین دره ای خشن از ویژگی های این واحد می باشد.

ب) واحد فلات: ضلع جنوبی این واحد به گسل شمالی میشو محدود می شود و رسوبات میوسن و پلیو ـ کواترنر بخش عمده ای از عناصر سازندهٔ دامنه ها را تشکیل می دهند. فعالیت های تکتونیکی فعال و وجود گنبدهای نفوذی متعدد (عمدتاً با جنس داسیت ـ تراکی داسیت) از جمله ویژگی های برجستهٔ این واحد است.



شکل ۳ ـ بلوک دیاگرام درهٔ ناودیسی و ناهمواری های شمال آن

ج) واحد دشت: این واحد از جنوب به گسل F3 که به موازات گسل شمالی میشو است، محدود شده و تا رودخانهٔ زیلبیر در شمال گسترش دارد. این بخش در برگیرندهٔ مخروط افکنه هایی است که رأس آنها با جبههٔ کوهستانی میشوداغ مطابقت دارد.

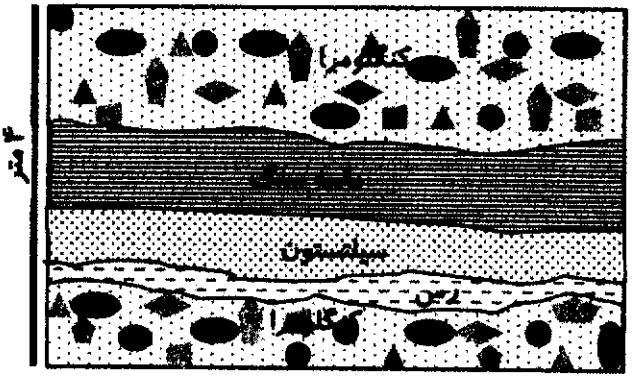
وضعیت شبکهٔ زهکشی در پلیو- پلی استوسن

رسوبات کنگلومرایی نیمه متراکم مهم ترین مدرک موجود در مورد وضعیت شبکهٔ آبراهه ای این دوران می باشد. این رسوبات که در دو سوی درهٔ ناودیسی مشاهده می شوند (شکل۱)، دارای میان لایه هایی از ماسه سنگ، سیلتستون و رس هستند که به صورت صفحاتی بر روی هم انباشته شده اند (شکل۴). درجبههٔ کوهستانی شمالی و در بخش هایی که رودخانه ها بستر خود را از میان این رسوبات به عمق برده اند، رسوبات میوسن زیرین پدیدار گشته اند. این رسوبات به صورت دگرشیب بر روی رسوبات میوسن قرار گرفته اند. بافت عناصر تشکیل دهندهٔ کنگلومراها نشان می دهد که این عناصر در اثر جریان های صفحه ای[1] و روانه های خرده سنگی[2] به جا گذاشته شده اند. در برخی قسمت ها بویژه در ضلع جنوبی درهٔ ناودیسی، رسوبات کنگلومرایی به صورت توده ای برونزد دارند، فاقد هرگونه مرتب شدگی هستند، عناصر ناهمگون[3] با سیمانی رسی به هم چسبیده اند و اثری از لایه بندی در ساختمان آنها دیده نمی شود (شکل۵). وجود چنین شواهدی نشانگر به جا گذاری این رسوبات به وسیلهٔ روانه های خرده سنگی با حجم بسیار بزرگ است که در بالادست مخروط افکنه های آن دوران برجای گذاشته می شدند. در حالی که بخش پایین دست مخروط افکنه ها (رسوباتی که امروزه در شمال دره ناودیسی برونزد دارند) کمتر در معرض چنین روانه هایی عظیم قرار گرفته است.

مخروط افکنه های فوق در آن دوران به احتمال زیاد در کنار یک دریاچهٔ پلایایی (دشت فعلی مرند) و دریک محیط مخروط افکنه ـ دلتا تشکیل شده بودند که در دوره های بعدی تحت تأثیر فعالیت های تکتونیکی بالا آمده و سطح آنها بریده شده است، به طوری که امروزه این محیط های رسوبی پیشین به بخشی از مخروط افکنه های تلسکوپی منطقه تبدیل شده اند (مختاری ، ۱۳۸۱ الف).

---

[1]. Sheet floods
[2]. Debris flows
[3]. Heterometric



شکل ٤ ـ ترتیب قرار گیری لایه های رسوبی در تشکیلات کنگلومرایی نیمه متراکم

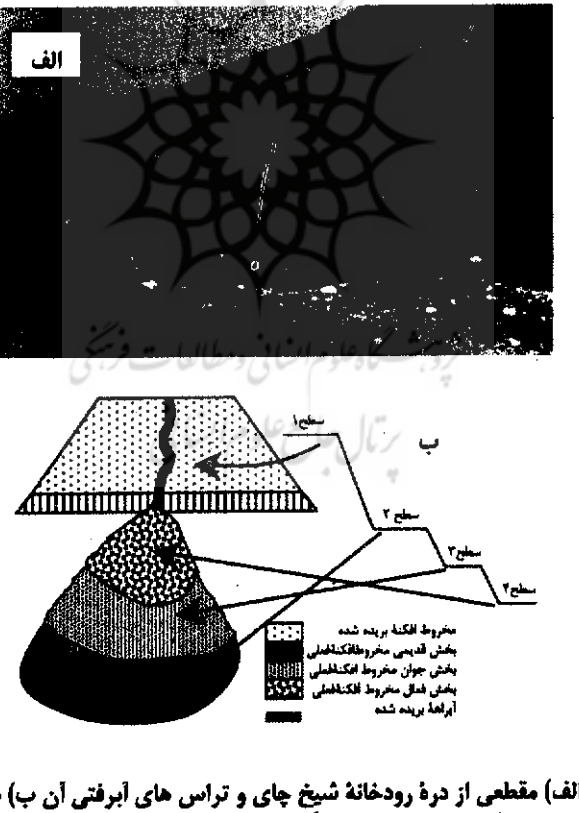
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل۵ ـ بافت رسوبی عناصر سازندهٔ مخروط افکنه های پلیو ـ پلی استوسن درجنوب درهٔ ناودیسی (مسیر راه روستای پیر بالا)

جهت قرار گیری امتداد طولی عناصر سازندهٔ کنگلومراها نشان می دهد که جهت جریان در این دوره در جهت جنوبی ـ شمالی بوده است و وجود عناصری از جنس آذرین به ویژه قطعه سنگ های گرانیتی نشان می دهد که همانند زمان فعلی، در آن دوران نیز، گرانیت میشو (شکل۱) بخش اعظم بار رسوبی رودخانه های منطقه را تأمین می نمود.

وضعیت شبکهٔ زهکشی در پلی استوسن ـ هولوسن

تراس های آبرفتی و اشکال فرسایشی بستر رودخانه ها، که در اثر بریده شدن رسوبات پلیو ـ پلی استوسن و رسوبات میوسن زیرین ایجاد شده اند، از جمله آثاری هستند که می توان در ارزیابی شبکهٔ آبراهه ای پلی استوسن و هولوسن به آنها استناد نمود. قرار گرفتن این اشکال در لابه لای ناهمواری های حاصل از بریده شدن رسوبات پلیو ـ پلی استوسن و میوسن، حاکی از جوان بودن آنها نسبت به رسوباتی است که خود در داخل آنها جای گرفته اند. در امتداد آبراهه های اصلی رودخانه های منطقه و کف درهٔ ناودیسی، که رودخانه ها آن را به صورت عرضی قطع نموده اند، موارد زیادی از تراس های آبرفتی دیده می شوند (شکل ۶).



شکل ٦ ـ الف) مقطعی از درهٔ رودخانهٔ شیخ چای و تراس های آبرفتی آن ب) شکل شماتیکی از سطوح مختلف تراس ها و تطبیق آنها با بخش های مختلف مخروط افکنه ای

تعیین سن مطلق این تراس ها به دلیل عدم دسترسی به مواد سن یابی میسر نشد. لذا چاره ای جز ایجاد یک شبکهٔ چینه شناختی نسبی بر اساس ارتفاع و محل قرار گیری رسوبات و درجهٔ تکامل خاک نبود. تداوم جنبش های کوهزایی در طول دورهٔ پلی استوسن و هولوسن موجب شده است تا آثار تراس های آبرفتی در کنارهٔ آبراهه ها باقی بماند، به طوری که، می توان آنها را از بالا به پایین و از قدیم به جدید (از ۱ تا ۴) طبقه بندی کرد. با توجه به این که ساختمان مخروط افکنه های منطقه نیز نشانگر۴ فاز رسوب گذاری شناخته شده است (مختاری، ۱۳۸۱ الف)، لذا می توان سطوح مختلف تراس ها را با فازهای رسوب گذاری مخروط افکنه ها در ارتباط گذاشت.

در شکل ۶ تراس سطح ۱ با رسوباتی از نوع کنگلومراهای تکامل نیافته (با سن نسبی پلی استوسن میانی) همراه با تخته سنگ های بزرگ و کوچک مشخص می شود. در سطح ۲ رسوباتی متشکل از تخته سنگ ها و عناصر ریز دانه که از پایین به بالا، از مقدار تخته سنگ ها کاسته می شود، تکامل خاک در سطح این تراس ها امکان تشکیل مزارع و باغ ها را داده است. سطح ۳ متشکل از رسوبات تکامل نیافته است که عناصر درشت دانه در لابه لای آن کمتر به چشم می خورد. سطح ۴ با بستر فعلی رودخانه ها منطبق است که از رسوبات آبرفتی عمدتاً درشت دانه پوشیده شده است.

بافت رسوبات و ساختار رسوب شناختی آنها نشان می دهد که رسوبات این تراس ها منشأ رودخانه ای دارند. ماهیت درشت دانه و مرتب شدگی اندک آنها نشانگر حمل این مواد به صورت بار بستر و بالا بودن نسبت رسوب به آب در جریان ها می باشد.

اختلاف ارتفاع موجود بین سطح ۱ و سطح ۲ (حدود ۶۰ متر) نشان می دهد که مقدار بالاآمدگی منطقه در حد فاصل تشکیل این دو تراس بسیار چشمگیر بوده است که به احتمال زیاد با بریدگی ناهمواری های واقع در شمال ناودیس همزمان می باشد.

وضعیت فعلی شبکهٔ زهکشی

در حال حاضرسه رودخانهٔ قره چای، شیخ چای و انامق چای زهکشی بخش عمده ای از دامنهٔ شمالی میشو در بخش خاوری آن را بر عهده دارند. این رودخانه ها، درهٔ ناودیسی و کوه های جوان شمال این دره را به صورت عرضی بریده و مخروط افکنه های بزرگی را در امتداد جبههٔ کوهستانی ایجاد نموده اند. بخش فعال این مخروط افکنه ها در حال حاضر در رأس آنها قرار دارد که نشانگر تداوم بالاآمدگی در حوضه های تغذیه کننده می باشد (مختاری، ۱۳۸۱ب).

یکی از پدیده های قابل توجه در این ناحیه، شبکهٔ هیدروگرافی شکل گرفته بر روی ناهمواری های جوان شمال ناودیس (کنگلومراهای نیمه متراکم) است. در روی این ناهمواری ها، هرجا که شیب لایه ها با شیب توپوگرافی تطابق دارد نوعی شبکهٔ هیدروگرافی موازی شکل گرفته است و هرجا که عکس این وضعیت وجود دارد ناهمواری های بدلندی شکل گرفته اند.

تکامل شبکهٔ آبراهه ای در کواترنر (مدل جغرافیای دیرینه)

بر اساس شواهد و ویژگی های ذکر شده دربالا، می توان سیرتکاملی شبکهٔ آبراهه ای در دامنهٔ شمالی میشوداغ (شکل ۷) را مورد بررسی قرار داد:

الف) پلی استوسن زیرین (شکل ۷ الف):

☑ در اثنای این دوره مخروط افکنه های بزرگی، که رأس آنها منطبق بر گسل شمالی میشو و گسل F2 بوده است، در منطقه ایجاد می شوند و محل فعلی درهٔ ناودیسی، محل به جاگذاری رسوبات کنگلومرایی نیمه متراکم بوده است.

☑ به احتمال زیاد محیط رسوب گذاری در این دوره، در کنار یک دریاچهٔ پلایایی شکل گرفته و رسوبات در یک محیط مخروط افکنه ـ دلتا شکل گرفته اند.

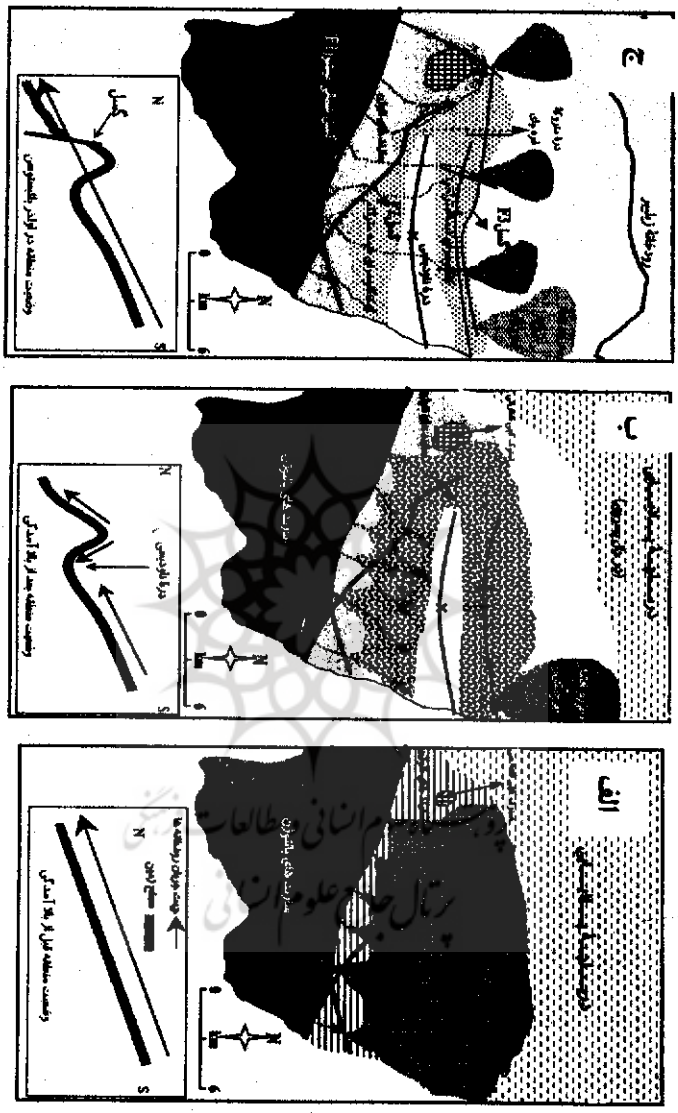
ب) پلی استوسن میانی (شکل ۷ ب):

☑ با توجه به تمایل طبقات رسوبی مربوط به پلیو ـ پلی استوسن زیرین ، تشکیل درهٔ ناودیسی در این دوره اتفاق افتاده است که در نتیجهٔ آن ارتفاعات شمال ناودیس شکل گرفته اند.

☑ رودخانه های منطقه در پی تشکیل درهٔ ناودیسی و در تطبیق با شیب توپوگرافی به طرف شرق منحرف شده و به سوی محل فعلی شهر مرند و مخروط افکنهٔ دیزج یکان جریان داشته اند. در یال جنوبی ارتفاعات شمال ناودیس نیز شبکهٔ آبراهه ای محلی از نوع موازی شکل گرفته است.

ج) پلی استوسن فوقانی (شکل ۷ پ):

☑ متأثر شدن ارتفاعات شمال ناودیس از فعالیت های تکتونیکی، که در نتیجهٔ آن محور طاقدیس به وسیلهٔ گسل هایی شکسته است.



شکل ۷ـ بازسازی جغرافیای دیرینه برای هر یک از مراحل شکل گیری شبکهٔ آبراهه ای: الف) پلی استوسن زیرین، ب) پلی استوسن میانی، پ) پلی استوسن فوقانی. برای اگاهی بیشتر به متن مراجعه کنید. لازم به یادآوری است که کلیهٔ اطلاعات برای تهیهٔ نقشه ها از یافته های این مقاله و مطالعات قبلی صورت گرفته در منطقهٔ مورد مطالعه تهیه شده است.

☑ به عمق رفتن بستر رودخانه های محلی در محل گسل ها و اسارت رودخانه های داخل ناودیس و در نهایت جریان رودخانه ها به سمت شمال و تشکیل مخروط افکنه ها در آن سوی ارتفاعات شمال ناودیس،

☑ بازشدگی بیش ازپیش دهانهٔ شرقی درهٔ ناودیسی وتشکیل مخروط افکنه هایی درضلع جنوبی آن،

☑ متروکه شدن مخروط افکنهٔ دیزج یکان در پی باز شدگی درهٔ ناودیسی و تغییر درمسیر جریان رودخانه ها،

☑ تطبیق رودخانهٔ قره چای با مسیر گسل (F3) و متروکه شدن درهٔ قبلی آن.

د) هولوسن (شکل ۱):

☑ تعمیق بستر رودخانه ها و تشکیل اشکال انباشتی مثل تراس ها ومخروط افکنه ها در امتداد دره های رودخانه ای و دهانهٔ آنها،

☑ بازسازی جغرافیای دیرینهٔ منطقه (شکل۷) نشان می دهد که سیمای شبکهٔ رودخانه ای ناموافق فعلی، عمدتاً مربوط به آخرین مرحله، یعنی پلی استوسن فوقانی است.

عوامل کنترل کنندهٔ شکل گیری شبکهٔ آبراهه ای ناموافق

همچنان که قبلاً نیز ذکر شد، شکل گیری شبکه های آبراهه ای ناموافق از طریق ۳ مکانیسم آنته سدانس، سوپرپوزیشن و فرسایش قهقرایی صورت می گیرد. حال با عنایت به سیر تکاملی شبکهٔ آبراهه ای ناموافق در منطقهٔ مورد مطالعه، عملکرد هر یک از مکانیسم ـ های فوق را مورد ارزیابی قرار می دهیم:

الف) آنته سدانس:

لازمهٔ تشکیل شبکهٔ آبراهه ای ناموافق از طریق مکانیسم آنته سدانس، بالاآمدگی تکتونیکی منطقه و حفظ مسیر جریان عمود بر محور بالاآمدگی است. در طول کواترنر، منطقهٔ مورد مطالعه تحت تأثیر فعالیت های تکتونیکی قرار گرفته است که تشکیل درهٔ ناودیسی و ناهمواری های شمال آن از آثار عمده این فعالیت ها هستند. در مورد پیوستگی حرکات تکتونیکی به مواردی باید اشاره کرد که تأیید کنندهٔ وجود مکانیسمی غیر از آنته سدانس در ایجاد شبکهٔ ناموافق در منطقه می باشد:

☑ ناهمواری های شمال ناودیس به طول تقریبی ۱۵ کیلومتر، فقـط به وسیلهٔ رودخانه های اصـلی منطقه، که مسیر خود را با خطوط گسل (جنوبی ـ شمالی) تطبیق داده اند، بریده شده اند و یال مشرف به درهٔ ناودیسی طاقدیس، دارای شبکهٔ آبراهه ای است که به صورت موازی به طرف کف دره در جریان است. لذا در صورت قبول حرکت آرام تکتونیکی منطقه می بایست رودخانه های منطقه که تقریباً دارای دبی مشابهی هستند، همزمان با بالا آمدگی منطقه، بستر خود را به صورت رودخانه های آنته سدانسی، به صورت مستقل از همدیگر، به عمق می برند . این عمل با توجه به لیتولوژی نامقاوم مواد سازنده (کنگلومرای نیمه متراکم) حتی برای رودخانه های کوچک منطقه نیز امکان پذیر بود؛ در صورتی که در حال حاضر رودخانه های منطقه در کف درهٔ ناودیسی با هم تلاقی کرده و به صورت رودخانه ای واحد، از طاقدیس و منطبق بر مسیر گسل های جنوبی ـ شمالی عبور می کنند.

☑ قبول بریده شدن طاقدیس به وسیلهٔ رودخانه ها مستلزم به جاگذاری مواد در قسمت هایی از مسیر در امتداد درهٔ بریده شده است که امروزه می بایست به صورت پلاکت هایی در دیوارهٔ درهٔ بریده شده دیده شود، ولی چنین اثری از باقی ماندهٔ رسوبات جوان تر در دره ها دیده نشد. در حالی مقدار زیادی از این رسوبات در کف درهٔ ناودیسی در خارج دره های فعلی رودخانه ها دیده می شود که اندکی سیمانی شده اند. جهت گیری رسوبات به جا گذاشته شده نیز جهت جریان را باختری ـ خاوری نشان می دهد.

ب) سوپرپوزیشن

ایجاد شبکهٔ رودخانه ای از طریق سوپرپوزیشن، مستلزم جریان رودخانه بر روی یک ساختار زمین شناسی جوان و سپس فرسایش این ساختار و استقرار بر روی یک ساختار قدیمی است. در مورد منطقهٔ مورد مطالعه، لازم بود بعد از ایجاد ارتفاعات شمال طاقدیس در اثر فعالیت های تکتونیکی کواترنر، لایه ای از رسوبات جدید بر روی تشکیلات نئوژن منطقه بر جای گذاشته شود و سپس در اثر فرسایش لایهٔ جدید ساختارهای زیرین ظاهر گردند. با توجه به این که اثری از لایه جدیدتر بر روی رسوبات نئوژن دیده نمی شود و رسوب گذاری در دوره پس از فعالیت کوهزایی (تشکیل درهٔ ناودیسی و ارتفاعات شمال آن) به مخروط افکنه های جوان آن سوی ارتفاعات محدود شده است، لذا وجود مکانیسم سوپرپوزیشن در منطقه منتفی است.

پ) فرسایش قهقرایی

شرط لازم برای ایجاد شبکهٔ رودخانه ای ناموافق از طریق این مکانیسم، وجود رودخانه فعالی است که بتواند با گسترش حوضهٔ آبریز خود در بالادست آن، سطحی بالاآمده بریده و بستر خود را به عمق ببرد. در اثنای تشکیل درهٔ ناودیسی، محور طاقدیس شمالی به وسیلهٔ گسل های عمود بر آن از هم گسیخته می شود مسیر این گسل ها که با دره های فعلی رودخانه ها مطابقت می کنند محل مناسبی برای عمل فرسایش رودخانه ـ های محلی بوده که به تدریج بستر خود را در امتداد گسل به عمق می برند که این تعمیق بستر به دلیل لیتولوژی نامقاوم، اختلاف سطح زیاد کف چالهٔ تکتونیکی مرند (جعفری امامزاده، ۱۳۷۶) با کوه های شمال ناودیس و حاکمیت آب و هواهای سرد و مرطوب، همزمان با دوره های یخچالی پلی استوسن در منطقهٔ آذربایجان (روستایی از قول فرج اله محمودی و بروکس[1]، ۱۳۷۹) بسیار سریع صورت گرفته و بدین ترتیب رودخانه های اصلی منطقه را که در کف ناودیس و در سطحی بالاتر جریان داشتند، اسیر کرده اند. لذا می توان گفت که شبکهٔ آبراهه ای منطقه در کواترنر، نتیجهٔ فرآیند فرسایش قهقرایی یا اسارت رودخانه بوده است.

بحث و نتیجه گیری

رودخانه زمانی با ساختار تکتونیکی مطابق است که مسیر آن با گودی یک فوسه[2] یا یک ناودیس، در همان شیب لایه های زمین مطابقت نماید؛ در غیر این صورت، اگر رودخانه ردیف های ساختاری را قطع کند، گفته می شود رودخانه با ساختار تکتونیکی مطابق نیست (رجایی، ۱۳۷۲). آنچه مسلم است این است که شکل گیری شبکهٔ آبراهه ای موجود در شمال گسل شمالی میشو و در میشو شرقی مربوط به بعد از پلیو ـ پلی استوسن است زیرا رسوبات کنگلومرای نیمه متراکم (با سن پلیو- پلی استوسن) در این دوران با گستردگی و در قالب مخروط افکنه هایی برجای گذاشته می شده اند و رأس این مخروط افکنه ها بر امتداد گسل شمالی میشو منطبق بوده است. در اثر حرکات نو زمین ساختی منطقه رسوبات اخیر بالا آمده و آبراهه ها بستر خود را به عمق برده اند و پیدایش مخروط افکنه های تلسکوپی در منطقه را باعث شده اند.

---

[1]. Brooks
[2]. Fosse

پس از وقوع رویدادهای تکتونیکی پلی استوسن و ایجاد درهٔ ناودیسی رودخانه های اصلی منطقه (قره چای، شیخ چای و انامق چای)، مطابق با مسیر ناودیس به سمت خاور منحرف شده اند که آثار باقی مانده از رسوبات آبرفتی جوان بر روی برجستگی های بین دره ای متشکل از رسوبات میوسن، نشانگر این موضوع است؛ بویژه آن که این رسوبات در ضلع خاوری درهٔ فعلی رودخانه ها دیده می شوند (شکل۱). رسوبات مذکور که بعد از ایجاد درهٔ ناودیسی در مسیر رودخانه ها برجا گذاشته شده اند، امروزه در موضعی بالاتر (بین ۲۰ تا۱۰۰ متر) از سطح فعلی بستر رودخانه ها قراردارند و ردگیری آنها در سطح برجستگی های بین دره ای متشکل از رسوبات میوسن، بازسازی مسیر قبلی رودخانه ها را ممکن می سازد (شکل۴). در چنین وضعیتی تمام رودخانه های میشو خاوری از طریق درهٔ ناودیسی به طرف محل فعلی شهر مرند (دهانهٔ ناودیس) هدایت می شدند و طاقدیس ایجاد شده در شمال درهٔ ناودیسی به صورت مانعی در مقابل جریان رودخانه ها به طرف شمال (جهت مسیرهای فعلی) عمل می کرد.

عملکرد تکتونیک بر روی ارتفاعات شمال دره ناودیسی همراه با دخالت عواملی مثل لیتولوژی نامقاوم، اختلاف سطح زیاد کف چالهٔ تکتونیکی مرند با این ارتفاعات و حاکمیت آب و هواهای سرد و مرطوب، همزمان با دوره های یخچالی پلی استوسن در منطقهٔ آذربایجان، تشدید فعالیت شبکهٔ آبراهه ای محلی را به دنبال داشته است. در نتیجهٔ گسترش شبکهٔ آبراهه ای محلی به طرف بالادست ارتفاعات شمال ناودیس، رودخانه های محلی رودخانه های اصلی منطقه را که در کف ناودیس و در سطحی بالاتر جریان داشتند، اسیر کرده اند. لذا می توان گفت که شبکهٔ آبراهه ای منطقه در کواترنر، ازمیان فرایندهای سه گانهٔ ایجاد شبکه های ناموافق یعنی آنته سدانس، سوپرپوزیشن و فرسایش قهقرایی یا اسارت رودخانه (Stockes and Mather, 2003)، نتیجهٔ فرایند فرسایش قهقرایی یا اسارت رودخانه بوده است.

در نهایت براساس تحلیل داده های زمین شناسی و ژئومورفولوژیکی می توان گفت که تکامل شبکهٔ آبراهه ای ناموافق در بخش شرقی دامنه شمالی میشوداغ (در شمال گسل شمالی میشو) در بعد از پلی استوسن اتفاق افتاده است. روند تکاملی شبکهٔ آبراهه ای در این منطقه نیز اطلاعات ارزشمندی در ارتباط با شبکه های ناموافق مناطق تکتونیکی در اختیار می گذارد.

فهرست منابع

الف ـ منابع فارسی

- اسدیان و همکاران (۱۳۷۳)؛ **نقشهٔ زمین‌شناسی به مقیاس ۱۰۰۰۰۰ : ۱ مرند**، تهران: سازمان‌زمین‌شناسی کشور.
- جعفرخانی، علی (۱۳۷۴)؛ «**بررسی پترولوژی و ژئوشیمی توده‌های گرانیتوئیدی جنوب غرب مرند و سنگ های مجاور با نگرش به پتانسیل کانی سازی آن (در محدودهٔ روستاهای محبوب‌آباد، پیربالا و عیش آباد)**»، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه تبریز.
- جعفری امامزاده، فرهاد (۱۳۷۶)؛ «**پژوهش در عوامل مورفوژنز چالهٔ مرند**»، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- حسامی، خالد و همکاران (۱۳۷۵)؛ **گزارش مقدماتی شناسایی تعدادی از گسل های فعال منطقهٔ آذربایجان**، تهران: مؤسسهٔ بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
- خیام، مقصود و داود مختاری (۱۳۸۰)؛ «استوک گچی قلعه سی و اثر آن در مورفولوژی ناهمواری های اطراف آن»، **فضای جغرافیایی**، شمارهٔ ۳ : ۴۱-۵۴ .
- خیام، مقصود و داود مختاری (۱۳۸۲)؛ «ارزیابی عملکرد فعالیت های تکتونیکی براساس مورفولوژی مخروط افکنه ها (مورد نمونه: مخروط افکنه های دامنهٔ شمالی میشو داغ)»، **پژوهش های جغرافیایی**، شمارهٔ ۴۴: ۱۰-۱.
- رجایی اصل، عبدالحمید (۱۳۷۲)؛ **اسناد و روش برای تفسیر نقشه (جغرافیا و زمین شناسی)**، انتشارات دانشگاه تبریز.
- روستایی، شهرام (۱۳۷۹)؛ «**پژوهش دردینامیک لغزش های زمین وعلل وقوع آنها بااستفاده از روش های مورفومتری درحوضهٔ اهرچای**»، پایان نامهٔ دکتری، دانشکدهٔ علوم انسانی واجتماعی، دانشگاه تبریز. .
- مختاری، داود (۱۳۷۶)؛ «**تحلیل برخی از مسایل مورفودینامیک دامنهٔ شمالی میشو و دشت سیلابی کشکسرای**»، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

🕮 مختاری، داود (۱۳۷۹)؛ «آسیب پذیری سکونتگاه های واقع در مسیر خطوط گسل و عمران روستایی»، **مجله مسکن و انقلاب** (پاییز و زمستان): ۷۴-۷۰.
🕮 مختاری، داود (۱۳۸۰)؛ «گسل شمالی میشو و نقش آن در مورفولوژی دامنهٔ شمالی میشوداغ (آذربایجان ـ ایران)»، **مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین شناسی و محیط زیست ایران**، جلددوم: ۸۱۳-۸۰۱ ، دانشگاه تربیت مدرس.
🕮 مختاری، داود (۱۳۸۱الف)؛ «**عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط افکنه‌های کواترنری در دامنه شمالی میشو داغ (آذربایجان ـ ایران) و ارزیابی توان های محیطی آن**» ، پایان نامه دورهٔ دکتری، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی دانشگاه تبریز.
🕮 مختاری، داود (۱۳۸۱ب)؛ «نقش فعالیت های تکتونیکی درتکامل مخروط افکنه‌های دامنهٔ شمالی میشوداغ، شمال غرب ایران» ، **فضای جغرافیایی**، شمارهٔ ۵ .
🕮 مختاری، داود (۱۳۸۲)؛ «پژوهش در تکامل شبکه های مخروط افکنه های کواترنری دامنهٔ شمالی میشوداغ»، **فضای جغرافیایی**، شمارهٔ ۹: ۸۸- ۶۵ .
🕮 مختاری، داود و مقصود خیام (۱۳۸۲)؛ «جایگاه مخروط افکنه های کواترنری دامنهٔ شمالی میشو داغ در سیستم های رودخانه ای»، **تحقیقات جغرافیایی**، شمارهٔ ۶۸: ۶۲ -۵۰ .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

ب ـ منابع خارجی

🕮 Alvarez, W. (1999); "Drainage on evolving fold thrust belts: a study of transverse canyons Apennines", **Basin Research,** No.11:267-284.
🕮 Bowman, D. et al. (2004); "Morphological response to quaternary deformation at an intermontane basin piedmont, the northern Tian Shan, Kyrghyzstan", **Geomorphology,** No. 63: 1-24.
🕮 Calvache, M.l. & C. Viseras (1997); "Long-term control mechanisms of stream piracy processes in southeast Spain", **Earh surface processes and landforms**, Vol. 22: 93-105.
🕮 Harvey, A. M. (1987a); "Patterns of quaternary aggradational and dissectional landform development in the Almeria region, Southeast Spain: a dry region tectonically-active landscape", **Die Erde,** No.118: 193-215.

- Ivan, A.& K. Kirchner (1994); "Geomorphology of the Podyji National Park in the southeastern part of the Bohemian Massif (South Moravia)", **Moravian Geographical Reports**, No.2(1): 2-5.
- Mussuridis, A. et al. (1992); "The role of transverse drainage in the development of foreland folds", **Geological Society of America, Abstracts with programs**, Vol./Issue 24:7.
- Oberlander, T. M. (1985); "Origin of drainage transverse to structures in orogens", In: Morisawa, M., Hack, J.T.(Eds.), **Tectonic geomorphology**, The Binghampton Symposia in Geomorphology, vol. 15: 155-182.
- Powell, J. W. (1875); "Exploration of the Colorado River of the west (1869- 72)", Washington **Report, 1957**, University of Chicago and University of Cambridge.
- Stokes, M. & A. E. Mather (2003); "Tectonic origin and evolution of transverse drainage: the Rio Almanzora, Betic Cordillera, Southeast Spain", **Geomorphology,** No.50: 59-81.
- Watchman, A.L. & C.D. Twidale (2002); "Relative and absolute dating of land surfaces", **Earth Science Review**, No.58:1-49.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی