پژوهشهای جغرافیائی ـ شماره ۳۸، مهرماه ۱۳۷۹
صص ۱۸ـ۱

تشکیل و تکامل تنگ‌های منطقهٔ ماکو

دکتر رسول صمدزاده ـ استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل

چکیده

این مقاله حاصل مطالعهٔ عکسهای هوایی ۱:۵۵,۰۰۰ و تصویر ماهواره‌ای کاسموس ۱:۱۰۰,۰۰۰ و نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه می‌باشد که طی آن شکل‌گیری و تکامل تنگ‌های منطقه بررسی شده است.

سپس طی یک بررسی میدانی با توجه به آثار و شواهد موجود و با درنظر گرفتن زمین‌ساخت منطقه، نتایج زیر بدست آمده است:

شیب تنگ‌های ارتفاعات مرکزی از غرب به شرق و نیز ارتفاعات شمالی، از شمال به جنوب می‌باشد این مسئله ارتباط مستقیمی با اختلاف زمان پیدایش کوهستانها دارد. بطوریکه بعد از شکل‌گیری ارتفاعات شمالی با راستای غربی ـ شرقی، جریان آبها بصورت شمالی ـ جنوبی و بعد از پیدایش کوهستانهای غربی با راستای شمالی ـ جنوبی، جریان آبها بصورت غربی ـ شرقی بسمت قسمت مرکزی منطقه هدایت یافته‌اند. و همزمان با فرارفت ارتفاعات مرکزی آنها را بصورت پیشین رود شکافته‌اند. لذا در شکل‌گیری و پیدایش این تنگ‌ها دو عامل تکتونیک و فرسایش آبهای روان بطور همزمان نقش داشته‌اند.

واژگان کلیدی: *آداغان، تنگ، زنگمار، ساری‌سو، فشل، قوریشکاک، قره‌سو، ماکو*

مقدمه

در سراسر منطقهٔ ماکو، اشکال مشخص ژئومرفولوژیکی با مشارکت عوامل سنگ‌شناسی، آب و هوایی، عوامل فرسایشی و بی‌ثباتی زمین‌ساختی دیده می‌شوند. یکی از مهمترین این اشکال تنگ‌ها هستند. این تنگ‌ها در واقع دره‌های عرضی‌ای هستند که یا بر اثر اعمال تکتونیکی و یا به سبب اعمال حفر رودخانه‌ها، ارتفاعات بین دشتها را بریده و شبکهٔ زهکشی آنها را بهم وصل کرده‌اند. این تنگ‌ها در واقع دهلیزهای طبیعی را به وجود آورده‌اند و به عنوان گذرگاهها و معابر طبیعی جهت عبور و مرور مورد استفاده قرار می‌گیرند. امتداد و احداث جاده‌های اصلی و مهم منطقه نیز از این تنگ‌ها تبعیت کرده و استقرار آبادیها معمولاً در ابتدا و انتهای آنها بچشم می‌خورد.

آنچه که ضرورت شناخت و مطالعهٔ تنگ‌های منطقه را ایجاب می‌کند، وجود جریان آبهای دائمی در قعر

برخی از آنها و مهار این آبهاست که در فصل مازاد آب، از دسترس خارج می‌شوند؛ زیرا به محض شروع فصل گرما و کاهش بارندگی، منطقه در خشکی محض فرو رفته و کشاورزان با مشکلات کم آبی و گاهی نیز بی‌آبی مواجه می‌گردند. لذا مهار آب در فصل مازاد آب بر روی رودخانه‌های دائمی که در وسط تنگ‌ها جریان دارند بعنوان یکی از کارآمدترین روشهای برنامه‌ریزی جهت توسعهٔ کشاورزی ضروری است.

این مقاله نتیجهٔ یک مطالعهٔ میدانی است و برای تجزیه و تحلیل پدیده‌ها از مشاهدهٔ عکسهای هوایی و منابع موجود نیز استفاده شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه

منطقهٔ مورد بررسی واقع در منتهی‌الیه شمالغرب ایران در بین ۱۴َ و ۳۹ْ تا ۲۴َ و ۳۹ْ عرض شمالی و ۶َ و ۴۴ْ تا ۹ و ۴۵ْ طول شرقی واقع گردیده است. این منطقه قسمتی از شهرستان ماکو (بیش از $\frac{2}{3}$)و بخش ناچیزی از شهرستان چالدران (حدود$\frac{1}{3}$) را در بر می‌گیرد که هر دو جزء شهرستانهای استان آذربایجان غربی هستند. حد شرقی منطقه، رود ارس می‌باشد که در عین حال مرز زمینی ایران و جمهوری نخجوان را تشکیل می‌دهد. از سمت غرب، حدود منطقه تماماً مرز سیاسی بین کشور ترکیه و ایران است.

در شمال، خط‌الرأس ارتفاعات شمالی و در جنوب نیز خط‌الرأس ارتفاعات مرکزی، مرز منطقهٔ مورد مطالعه در نظر گرفته شده است. امتداد محدوده جنوبی منطقه بعد از خط‌الرأس ارتفاعات مرکزی با کمی انحناء (تقریباً در ۳۹ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی با کمی انحناء بسمت غرب از روستای شاه بندلوی بخش زردتشت) تا خط‌الرأس ارتفاعات مرزی بر یک گردنهٔ کوهستانی موسوم به چالداغی (۲۱۴۵ متر) ختم می‌شود که خط تقسیم آب دشتهای کلیساکندی و چالدران نیز می‌باشد.

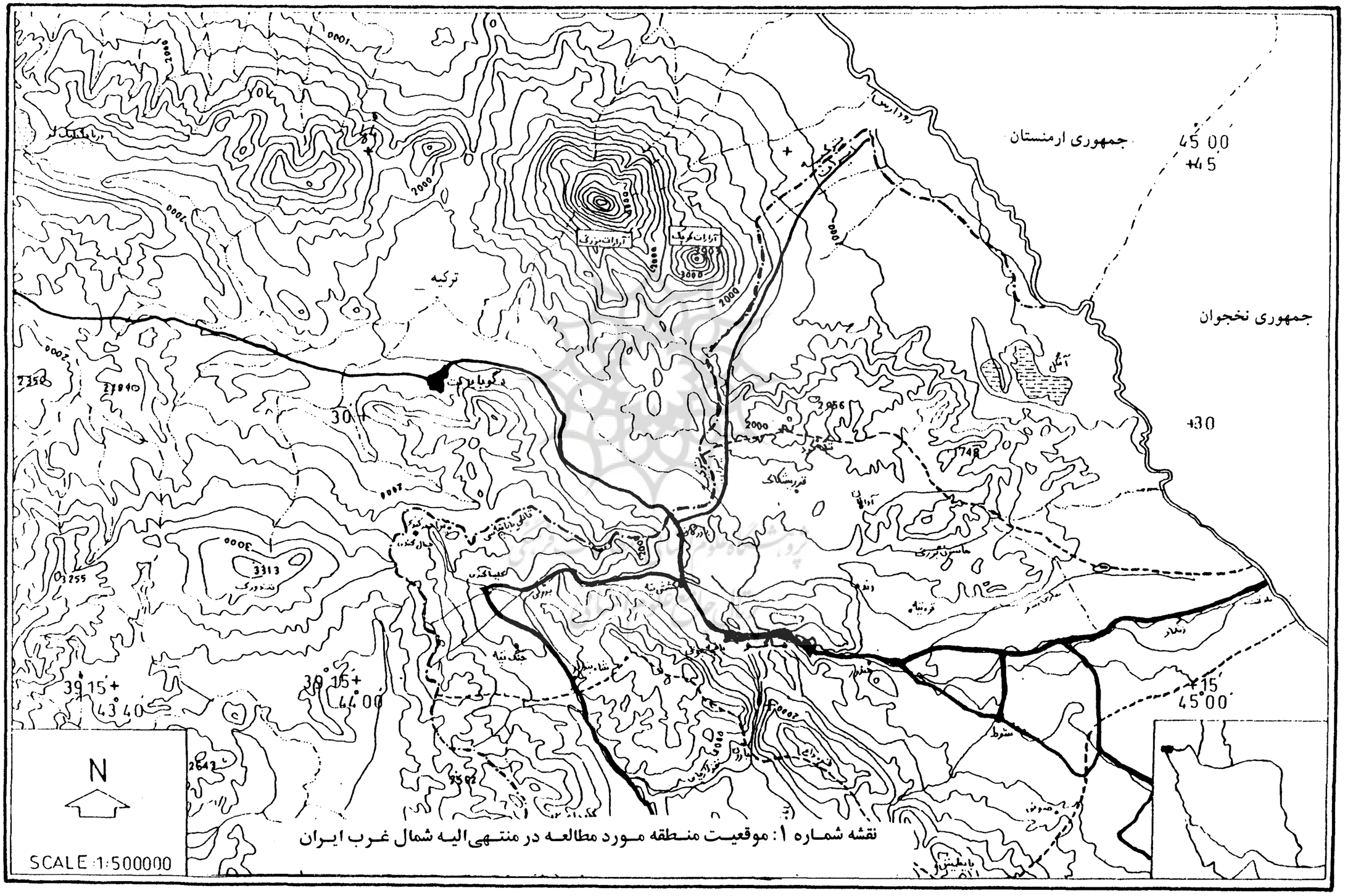
تکامل ساختمانی منطقه

منطقهٔ مورد مطالعه بخشی از سیستم کوهزائی آلپی و قسمتی از ایالت لرزه‌خیز[1] آذربایجان است (بربریان ۱۹۷۶) قدیمی‌ترین جنبش کوهزائی که منطقهٔ ماکو را تحت تأثیر قرار داده، جنبش کوهزائی کاتانگائی است که در اثر آن سنگهای منطقه چین خورده، گسل خورده و دگرگون شده‌اند و در نتیجه، همین حرکات در پرکامبرین پسین منطقه بصورت یک فرازمین درمی‌آید.

در پالئوزوئیک زیرین و قبل از دونین زیرین و میانی ارتفاعات شمالی منطقه (کوه آق‌بابا) طی جنبش کوهزائی کالدونین متحمل دگرگونی شده‌اند (بربریان و حمدی ۱۹۷۷).

براساس نقشه ژئوتکتونیک قفقاز که بوسیلهٔ آدامیا[2] منتشر شده، پهنهٔ (زون) آراکس[3] واقع در منطقهٔ بلافصل ایران و جمهوری نخجوان، طی جنبش کوهزائی کالدونین سخت و مستحکم شده است؛ لذا سنگهای دگرگونی کوه آق‌بابا در منطقهٔ ماکو هم تحت تأثیر جنبش کوهزائی کالدونین (طبق پیشنهاد زمین‌شناسان روسی) قرار گرفته است (بربریان، ۱۹۷۷).

1.Seismotectoinc
2.Adamia
3.Araxean zone



نقشه شماره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در منتهی‌الیه شمال غرب ایران

پیشروی دریای پالئوزوئیک بالایی در منطقه، از دونین شروع و تاپرمین ادامه می‌یابد. به سبب این پیشروی، در دونین دولومیتهای سازند مولی، در دونین بالایی و کربونیفر زیرین شیل، کوارتزیت، سنگ آهک و لایه‌های فسفات‌دار سازند ایالانقره و در پرمین، آهک (هم ارز آهک روته در دره جاجرود) نهشته شده است.

در تریاس بالایی تحت اثر حرکات سیمیرین[۱] پیشین بخشهایی از منطقه از زیر آب خارج و یک سیستم هورستی جدید در منطقه ایجاد می‌شود. در نتیجه، این جنبش کوهزائی دریای تریاس پسین و ژوراسیک از منطقه پسروی کرد. به همین جهت سنگهای ژوراسیک در منطقه وجود ندارد.

بعد از پسروی فوق، اولین پیشروی دریای مزوزوئیک بالایی در کرتاسه زیرین (آپسین) اتفاق افتاده که وجود آهکهای اوربیتولین‌دار به سن آپسین ـ آلبین در قسمتهای مرکزی منطقه گواه این مدعاست. با جنبشهای آغازی آلپی[۲] مجموعهٔ مزبور شدیداً تحت تأثیر قرار می‌گیرد و سنگهای اولترامافیک، دیوریت، رادیولاریت و ... بصورت مجموعه سنگهای تکتونیزه درهمی درمی‌آید (زون آمیزه رنگین). نهشته‌های تخریبی پالئوسن از نوع کنگلومرا، ماسه سنگ، شیل، مارن و آهک (که خود در نتیجهٔ تخریب و رسوبگذاری سنگهای افیولیتی در یک حوضهٔ تکتونیکی و متلاطم تشکیل شده‌اند) بصورت دگرشیب بر روی سنگهای افیولیتی قرار گرفته‌اند.

فعالیت آتشفشانی شدیدی در زمان رسوبگذاری آهک کرتاسهٔ بالایی و بعد از آن صورت گرفته است. حاصل این فعالیت سنگهای آتشفشانی موجود در شمالغرب و شمالشرق کلیسا کندی است.

در زمان اولیگو ـ میوسن نیز فعالیت آتشفشانی شدیدی از نوع اسیدی در این گسترهٔ افیولیتی روی داده که نتیجهٔ آن تشکیل سنگهای ریولیتی ـ داسیتی و سنگهای آذر آواری مربوطه در غرب منطقه در ارتفاعات مرزی است.

آخرین پسروی دریا در غرب منطقه پس از تشکیل سنگهای تیپ فلیش در ائوسن بوده است. پس از رسوب این سنگها بخش غربی منطقه برای همیشه از آب خارج شده و کوههای مرز غربی ایران و ترکیه را تشکیل داده است.

با خاتمه دورهٔ ائوسن و بعد از جنبش کوهزائی لارامید، با بالا آمدن قسمتهای غربی، قسمتهای مرکزی و شرقی زیر آب رفته و سنگهای جدیدی تشکیل شده‌اند. در نتیجهٔ این پیشروی، رسوبهای دریایی سازند قم متشکل از کنگلومرا، آهک و مارن که بیشتر مناطق پست این دوره را می‌پوشاند، بجا گذاشته شده‌اند. با توجه به افزایش ضخامت این رسوبها از سمت جنوبشرق به سمت شمالغرب می‌توان گفت که عمق دریای اولیگو ـ میوسن از سمت جنوبشرق به سمت شمالغرب افزایش پیدا می‌کرد. متعاقب رسوبگذاری سازند قم، سازند قرمز بالایی[۳] که در سطح وسیعی در منطقه گسترش دارد، بجا گذاشته می‌شوند که معرف رسوبگذاری در محیط قاره‌ای و کولابی بوده و بعبارت دیگر، خروج از آب بخش مهمی از منطقه، بر اثر جنبش کوهزائی پیرنه است.

در طول دورهٔ کواترنر، منطقه فازهای کششی زیادی را متحمل شده است. در ابتدای این دوره بر اثر فاز کوهزائی پاسادنین[۴]، منطقه کاملاً بالا آمده و فرسایش بعدی باعث ایجاد پادگانه‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌ها گردیده است. اثرات این کوهزائی بصورت دگرشیبی بین آبرفتها و سنگهای قدیمی‌تر ولکانیسم و شکستگی‌های

1.Cimmerian
2.Trench type
3.Upper red formation
4.Pasadenian

جوان می‌باشد. اواخر دوران چهارم با شروع فعالیت آتشفشانی همراه بوده است که آنرا می‌توان به کوههای آتشفشانی آرارات (۲۰کیلومتری شمال بازرگان) و تندورک (۳۰کیلومتری جنوبغرب بازرگان واقع در خاک ترکیه) نسبت داد.

واحدهای زمین ساختی منطقه[۱]

از نظر زمین‌ساختی منطقه را می‌توان از غرب به شرق به سه پهنهٔ (زون) ساختمانی تقسیم کرد:

۱ - پهنهٔ آمیزه رنگین

این پهنه با ساختاری چین خورده و گسل خورده شامل سنگهای رسوبی و اولترابازیک به سن کرتاسه ـ ائوسن است که مجموعهٔ آمیزهٔ رنگین را تشکیل می‌دهند.این نهشته‌ها بدلیل حرکات تکتونیکی شدید، دستخوش جابجایی و گسل‌خوردگی شدیدی گردیده‌اند، بطوریکه ارتباط سنگ‌شناسی آنها بهم خورده است.

این پهنه را گسلهای متعددی به بلوکهای مختلفی تقسیم کرده است.گسلهای فوق اکثراً از نوع معکوس و بندرت از نوع معمولی بوده و واحدهای مختلف سنگی را با همبری غیرعادی در کنار یکدیگر قرار داده‌اند. راستای گسلها و چینها عموماً شمالغربی - جنوبشرقی است.

۲ـ پهنهٔ میانی (زون ترسیر)

این پهنه از سمت غرب توسط گسل «بدولی» از پهنهٔ آمیزه رنگین جدا می‌شود؛ در نتیجه در سراسر قسمت غربی دارای مجاورت گسلی با نهشته‌های قدیمی‌تر از خود است.از سمت شمال نیز از برخی قسمتها بوسیله گسلهای کوچک و بزرگ ولی بیشتر با همبری‌های عادی از پهنهٔ شمالی قابل تفکیک است.

احتمالاً پهنه‌های شمالی (آراکس) و غربی (آمیزه رنگین) بعد از ائوسن زیر آب نرفته است، اما حوضهٔ بین آنها (پهنهٔ میانی) بوسیله سنگهای اواخر ترسیر پوشیده شده است. سازند قم در حاشیه و مجاورت پهنهٔ غربی و شمالی نهشته شده است. رسوبگذاری در این پهنه با بجاگذاری لایه‌های قرمز مردابی متعلق به سازند قرمز بالائی خاتمه می‌یابد. بعد از رسوبگذاری سازند قرمز بالایی این پهنه کاملاً بالا آمده و اسکلت فعلی آن پی‌ریزی گردیده است.

۳- پهنه شمالی (زون آراکس)

این پهنه شامل سنگهای دگرگونی پرکامبرین و سنگهای پالئوزوئیک است. با توجه به تشابه سنگ‌شناسی و همزمانی این پهنه با پهنهٔ آراکس[۲] واقع در جمهوری نخجوان، می‌توان این پهنه را نیز بخشی از پهنهٔ آراکس بحساب آورد. محور چین‌ها و گسلها در این پهنه شمالشرقی - جنوبغربی است.

۱- شرح نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهارگوش ماکو.سازمان زمین‌شناسی کشور.۱۹۷۳.

۲- طبق نقشه واحدهای ژئوتکنونیک قفقاز تهیه شده توسط آدامیا (۱۹۶۸) زون آراکس از «اردو باد» در شرق تا مرزهای غربی جمهوری نخجوان با ترکیه در غرب را شامل می‌شود (بربریان، ۱۹۷۷)

سنگهای دگرگونی عمدتاً با خاستگاه پلیتی و آتشفشانی همراه با سنگهای آذرین نفوذی است.در برخی محلها سنگهای پرکامبرین مستقیماً با دگرشیبی توسط سنگهای دونین پوشیده می‌شوند.این وقفه چینه‌شناسی به جنبش کوهزائی کاتانگائی مربوط می‌شود و ناهماهنگی هم شیب بین رسوبهای دونین بالایی، کربونیفر زیرین و رسوبهای پرمین یک نبود رسوبی دیگر را در پالئوزوئیک نشان می‌دهد که به حرکات خشکی‌زائی محلی واریسکن[1] نسبت داده می‌شود. نهشته‌های مزوزوئیک در این پهنه رسوبگذاری نکرده و سازند قم (ترسیر) با پیشروی دریا در قسمت جنوبی پهنه (زون ترسیر) تشکیل شده است. این پیشروی مربوط به فاز پایانی جنبش کوهزائی آلپین می‌باشد (بربریان، ۱۹۷۷).

نحوهٔ تشکیل تنگ‌ها

قبل از بررسی هر تنگ بطور جداگانه، لازم است نحوهٔ شکل‌گیری آنها در قالب فرضیه‌های موجود ارائه گردد و سپس فرضیه‌ای که بتوان به کمک آن نحوهٔ تشکیل تنگ‌ها را توصیه نمود، استناد شده و بعد از آن هر تنگ بطور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱- فرضیهٔ پسروی یا توسعهٔ رودخانه بطرف سرچشمه (اسارت)

جهت توجیه شکل‌گیری تنگ‌های منطقه به استناد این فرضیه:

بایستی رودخانه‌های زنگمار، قره‌سو و ... دارای حوضهٔ مستقلی از حوضه غربی یعنی قسمت علیایی حوضه‌های فعلی خود (تا ابتدای مدخل فعلی تنگ‌ها) بوده باشند.در این حالت می‌توان دو فرض ارائه داد. یا اینکه دشتهای کلیساکندی و چالدران هرکدام بصورت حوضهٔ مستقلی بودند و یا اینکه با همدیگر حوضهٔ واحدی را تشکیل می‌دادند.تحقق فرض اول منوط به وجود شرایط زیر می‌باشد:

سرشاخه‌های حالحال‌چای و سوتوچرچای پس از اتصال به همدیگر در قمست مرکزی دشت کلیساکندی تشکیل آبراههٔ واحدی را داده و سپس از طریق درهٔ فعلی شاخهٔ غازلی‌چای وارد دشت پیراحمد کندی شده و در نهایت به رودخانه ساری‌سو واقع در خاک ترکیه می‌پیوسته است.

تحقق فرض دوم نیز با حذف گردنه‌های کوهستانی قرنقو و چال‌داغی امکان‌پذیر است؛ بدین صورت که سرشاخه‌های غازلی‌چای و سوتوچرچای در مرکز دشت کلیساکندی به همدیگر وصل شده و سپس با تشکیل شاخه واحد حالحال‌چای و سپس قزلارچای بسمت جنوب جریان یافته و در ضلع شمالی دشت چالدران با ضمیمه شاخه شهیدآرخی به سمت شرق انحراف پیدا می‌کنند.سپس با تشکیل یک آبراههٔ واحد بعد از طی مسافتی کوتاه مسیر خود را بر ناودیس علیمردان-بارون منطبق می‌کند و آنگاه در حین جریان از وسط این ناودیس سرشاخه‌های امامقلی‌چای و آغداش (فشل) را از سمت جنوب ضمیمه خود کرده و در نهایت با عبور از گردنهٔ کم ارتفاع علیمردان و قرنقو از طریق درهٔ فعلی رودخانهٔ شاه‌بلاغی به رودخانهٔ ارس ملحق می‌گردد.

همچنانکه در سطح دو حوضهٔ یاد شده (یا بصورت مستقل و یا بصورت یک حوضهٔ واحد) شبکه‌های

1- Variscan

زهکشی منطقه بطوریکه در بالا نیز اشاره شد، به جریان خود ادامه می‌دادند. در آن سوی ارتفاعات مرکزی نیز رودخانه‌های قره‌سو، زنگمار، فشل و صوفی به حفر یال شمالی تاقدیس کوهستان مرکزی و تثبیت بستر خود مشغول بودند.با توجه به اختلاف ارتفاع بین حوضهٔ غربی و مرکزی رودخانه‌های یاد شده بر اثر فرسایش قهقرایی (پسروی) به سمت خط‌الرأس و سپس یال جنوبی تاقدیس یاد شده عقب‌نشینی کرده و با الحاق رودخانه‌های جاری در دره طولی بعدی باعث تشکیل سه تنگ کوهستان مرکزی شده است.در مرحله بعد به سبب توسعهٔ هر تنگ برای خود شبکه زهکشی مستقلی را تثبیت نمود.

فرض سوم را نیز می‌توان بدین صورت طرح کرد که بعد از خروج کامل ناهمواریهای مرکزی و غربی فرسایش رودخانه‌ای به شکل رودهای ساده دامنه‌ای که منطبق بر محل فعلی تنگ‌ها بود، به سمت خط‌الرأس شروع به فرسایش قهقرایی می‌کند.همزمان با این فرسایش جریان آبهای روان که از سمت غرب به سمت شرق و یا از شمال به سمت جنوب بودند با فرض عدم خروج از منطقه در پشت تنگ‌های فعلی دریاچه‌هایی را تشکیل داده بودند. در مرحلهٔ بعد با تداوم فرسایش قهقرایی و بریدگی کامل تاقدیسها، تنگ‌های فعلی شکل گرفته است.

استناد به این فرضیه با فرضهای در نظر گرفته شده مستلزم وجه شواهد زیر است:

نخست ـ ارتفاعات غربی و مرکزی و شمالی همزمان با هم از زیر آب خارج شده باشند ولی همانطوریکه قبلاً نیز اشاره شد خروج ارتفاعات منطقه همزمان نبوده است.

دوم ـ از وسط دشت پیراحمدکندی تا گوشه شمالغربی آن (تا نوار مرزی) و همچنین در محل فصلی گردنه‌های چال‌داغی و قرنقو دره‌های متروکی وجود داشته باشد که در هیچکدام از محلهای یاد شده، درهٔ متروکی وجود ندارد.

سوم ـ با اشاره به فرض سوم، بایستی در پشت تنگ‌های فعلی، رسوبهای دریاچه‌ای بجا مانده باشد که چنین رسوبهایی در پشت هیچکدام از تنگ‌های منطقه وجود ندارد. در نهایت و مهمتر از همه موارد معکوس شدن جهت جریان رودخانه‌های غازلی‌چای، حالحال چای و زنگمار (از روستای بارون تا قرنقو) می‌باشد که این امر خود مستلزم وجود دره‌های متروک در اطراف دره‌های فعلی رودخانه‌های یاد شده و تشکیل آبراهه‌های جدید، حداقل در قسمتی از مسیر قبلی رودخانه‌های یاد شده می‌باشد که چنین شواهدی در منطقه وجود ندارد.

لذا با در نظر گرفتن موارد فوق، بهیچوجه نمی‌توان نحوهٔ تشکیل تنگ‌های منطقه را به استناد این فرضیه توجیه نمود.

۲ - فرضیه انحراف

جهت توجیه شکل‌گیری تنگ‌های منطقه، به استناد این فرضیه نیز بایستی همان شرایطی که در فرضیهٔ پسروی اشاره شد. موجود بوده باشد و لذا فرضهایی که در مورد فرضیهٔ اسارت ارائه شدء می‌توان در اینجا نیز ارائه داد؛ ولی با این تفاوت که در این فرضیه:

اولاً ـ رودخانه‌های پایین دست بهیچوجه حرکت پسروی یا عقب‌نشینی ندارد.

ثانیاً ـ در این فرضیه رسوبها در بستر رودخانه و در پشت تنگ‌های فعلی انباشته شده و براثر بالا آمدن بستر بسمت دامنه‌های مخالف سرازیر شده است و بدلیل اینکه تنگ‌های فعلی در آن زمان به شکل یک درهٔ یالی

بودند، جریان آب پس از سرازیر شدن متوجه دره‌های یالی فوق شده و به مرور زمان با تداوم فرسایش آبهای روان، تنگ‌های فعلی شکل گرفته‌اند. بدین ترتیب بایستی آثار این انباشتگی نهشته‌های رودخانه‌ای از بالادست تنگ تا پایین‌دست در پشت تنگ‌های فعلی وجود داشته باشد.

ثالثاً ـ در این فرضیه هم می‌توان با محصور در نظر گرفتن حوضه‌های آبخیز و عدم وجود مجرای خروجی امکان تشکیل دریاچه در محدودهٔ پشت تنگ‌ها (در دشتهای کلیساکندی، به‌به جیک، آغداش، آداغان، عیسی‌خان و تیکمه و قوریشکاک) را در نظر گرفت ولی بجای فرسایش، پسروی در دامنهٔ مخالف و در نهایت اسارت دریاچه، در این فرضیه آب دریاچه پس از انباشته شدن از خط‌الرأس ارتفاعات سرازیر شده و مسیر جریان خود را بر تنگ‌های فعلی که در آن موقع یک دره یالی در دامنه‌های مخالف نبودند، منطبق کرده و به مرور زمان تنگ‌های فعلی را تشکیل داده است.استناد به این فرضیه نیز با فرضهای در نظر گرفته شده مستلزم وجود همان شواهدی است که در فرضیهٔ اسارت ناشی از پسروی اشاره شد.

باتوجه به عدم وجود شواهد لازم، با این فرضیه هم نمی‌توان نحوهٔ شکل‌گیری تنگ‌های منطقه را توجیه نمود.

۳ـ فرضیه رودخانه تحمیلی[1]

جهت تشریح شکل‌گیری تنگ‌های منطقه ماکو به استناد این فرضیه:

نخست ـ بایستی کوهستانهای مرکزی همزمان با واحدهای کوهستانی غربی و شمالی از زیر آب خارج شده و در نتیجه همزمان با هم تشکیل گردیده باشند.

دوم ـ در تاقدیس کوهستانهای مرکزی و شمالی، سنگهای اولیگو-میوسن بطور ناموافق بر روی آهکهای پرمین قرارگرفته باشند و یا حداقل یک سری رسوبهای ناموافق دیگر با سن جدیدتر (پلیوسن) بر روی رسوبهای اولیگو-میوسن تشکیل شده باشد. بدین صورت که این قسمت مجدداً بعد از میوسن زیر آب رفته باشد. در صورتیکه این قسمت بعد از میوسن برای همیشه از زیر آب خارج شده است. لذا هیچگونه رسوبی به سن پلیوسن بر روی رسوبهای اولیگو-میوسن دیده نمی‌شود.

سوم ـ قدمت کوهستانهای مرکزی بر جریان رودهای منطقه

چهارم ـ جریان رودهای منطقه، ردیفهای سنگ‌شناسی و ساختاری کوهستان مرکزی را بطور بی تفاوت قطع کرده باشند و در واقع با هیچکدام از دره‌های ساختاری یا سنگ‌شناسی نتوان مسیر آنها را توضیح داد.

با توجه به عدم خروج همزمان کوهستانهای منطقه از زیرآب، عدم وجود رسوبهای ناموافق بر روی همدیگر، جوانتر بودن کوهستانهای مرکزی نسبت به واحدهای کوهستانی شمالی و غربی و همچنین تطابق جریان رودخانه‌ها با ردیفهای سنگ‌شناسی و ساختاری به استناد این فرضیه هم نمی‌توان نحوهٔ شکل‌گیری تنگ‌های منطقه را توجیه نمود.

1_Surimposition

۴- فرضیه پیشین‌رود[۱]

جهت توجیه و شکل‌گیری تنگ‌های منطقه ماکو به استناد این فرضیه:

نخست ـ ارتفاعات بالادست تنگ‌ها قبل از ارتفاعاتی که تنگ‌ها در سطح آنها شکل گرفته‌اند از زیر آب خارج شده و فرسایش آبهای روان در سطح آنها شکل گرفته باشند و با توجه به جهت شیب کلی کوهستانهای غربی و مرکزی که از غرب به شرق و همچنین کوهستانهای شمالی که از شمال به جنوب می‌باشند؛ رودخانه‌ها نیز به تبعیت از جهت شیبهای فوق کوهستانها را شکافته باشند.

دوم ـ جهت جریان رودهای منطقه در محدودهٔ تنگ‌ها با یک ساختار تکتونیکی مثلاً تاقدیس تطابق داشته باشد.

سوم ـ پدیدهٔ کوهزائی که سبب چین‌خوردگی ارتفاعات مرکزی گردیده (فاز کوهزائی پیرنین) در مسیر جریان رودخانه‌های قدیمتر اتفاق افتاده، آنها را قطع کند و فرسایش آنها همراه با بالا آمدن زمین تعادل حاصل کند. بعبارت ساده‌تر، تقدم زمانی جریان رودهای منطقه بر ارتفاعات مرکزی با توجه به اینکه تمامی موارد یاد شده در مورد وضعیت شکل‌گیری تنگ‌های منطقه مصداق پیدا می‌کند (جوانتر بودن ارتفاعات مرکزی نسبت به ارتفاعات شمالی و غربی و در نتیجه جریان آب رودها از سمت هر دو ارتفاعات یاد شدهٔ اخیر به سمت ارتفاعات مرکزی، انطباق جهت جریان رودهای منطقه با ساختار تکتونیکی تنگ‌های منطقه که بدون استثناء تماماً به شکل تاقدیس هستند، قدیمی‌تر بودن جهت جریان رودخانه‌ها نسبت به ارتفاعات مرکزی). همچنین عدم وجود شواهد لازم جهت انتساب شکل‌گیری تنگ‌های منطقه به سه فرضیه دیگر می‌توان فرضیه پیشین‌رود را در مورد تنگ‌های منطقه ماکو تعمیم داد.

تنگ‌های ارتفاعات مرکزی

۱ـ تنگ قره‌سو

تنگ قره‌سو نزدیکترین تنگ منطقه به نوار مرزی ایران و ترکیه بوده که با راستای شرقی-غربی بطول ۱۴ کیلومتر از محل شکافتگی کوهستان در ضلع شمالشرقی دشت کلیساکندی (درست از محل روستای علوجنی) تا محل ورود به دشت بازرگان (در روستای باشکند) بصورت عمود بر ناهمواریهای مرکزی و غربی بوجود آمده است.

این تنگ را دو گسل در دو جهت بریده‌اند. اولی گسل معروف «بدولی» است که با راستای شمالی-جنوبی امتداد یافته و دیگری گسل شمال قوری‌بلاغ است که شاخه‌ای از گسل بدولی بوده و تا روستای مارکومی بصورت طولی این تنگ بریده و سپس در محل همین روستا با انحراف به سمت جنوبشرق و بریدگی عرضی تنگ تا تنگ زنگمار امتداد می‌یابد.

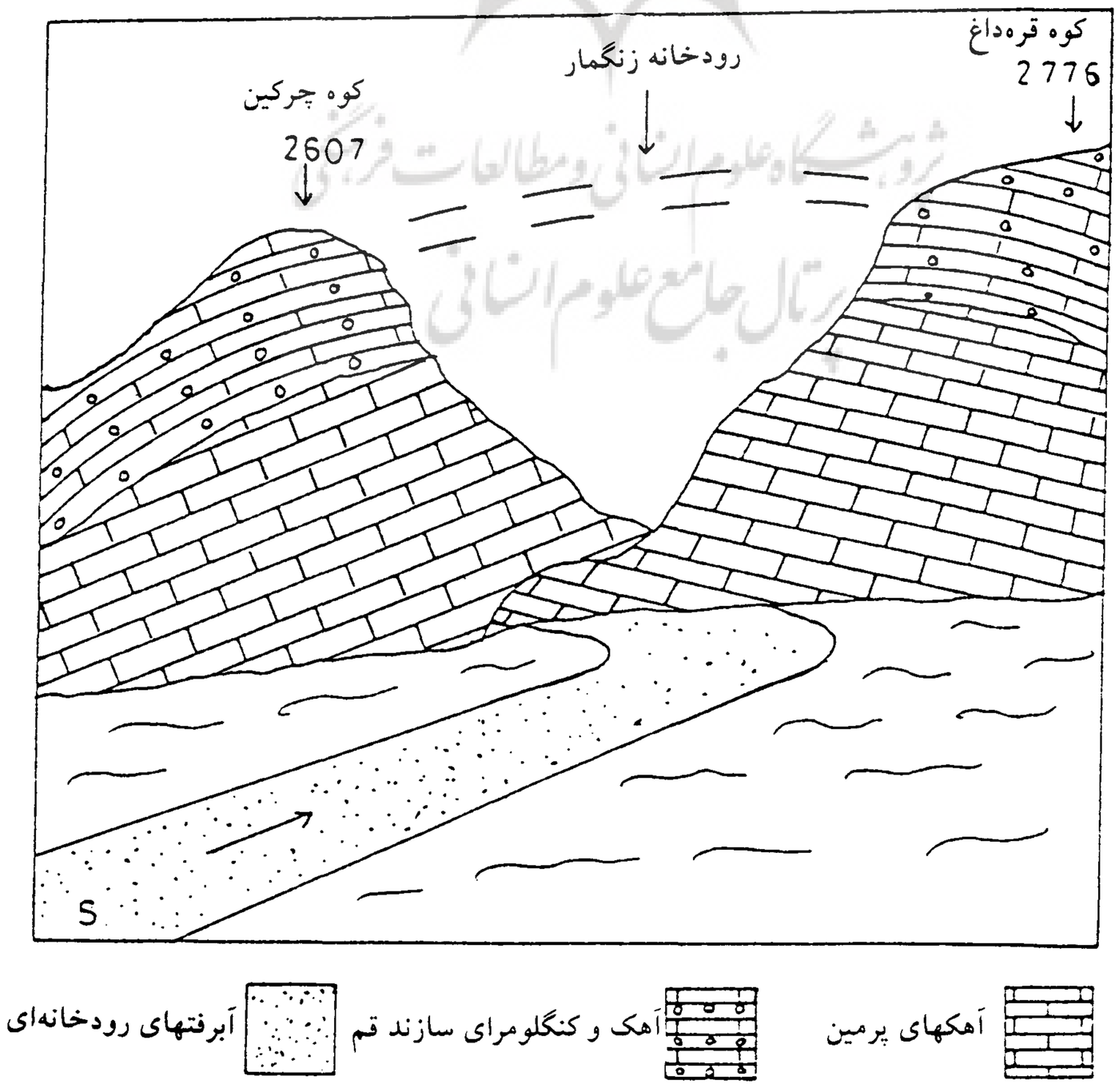
بعد از خاتمهٔ دورهٔ ائوسن و خروج کامل قسمت غربی منطقه یعنی از خط‌الرأس ارتفاعات مرزی تا انتهای محدودهٔ شرقی آن (گسل بدولی) شبکهٔ آبها نیز در سطح آنها جریان یافته و بتدریج آبراهه‌های خود را تثبیت

1-Antecedence

نمودند. از اتصال تمامی این شبکه آبهای پراکنده در قسمت مرکزی این واحد آبراهه مستقل قره‌سو شکل گرفت. در اواخر دورهٔ اولیگومیوسن همزمان با بالا آمدگی تدریجی این قسمت، رودخانهٔ قره‌سو نیز بدون تغییر مسیر مجدداً به حفر ارتفاعات مرکزی ادامه می‌دهد.البته در حین این بالا آمدگی قسمتی از محدودهٔ این تنگ تحت تأثیر نیروهای درونی و گسل بریده می‌شود. رودخانهٔ قره‌سو نیز تا جنوب روستای ماراکوهی مسیر خود را بر خط گسل یاد شده تطبیق داده است. در واقع رودخانه محل متلاشی شدن سنگها را که به راحتی فرسایش یافته و تخلیه می‌شوند، برگذر انتخاب کرده و مورد استفاده قرار داده و به‌گونه‌ای خود را با ساختار تکتونیکی زمین تطبیق داده است.

۲- تنگ زنگمار

این تنگ با راستای شمالی ـ جنوبی بطول ۱۰ کیلومتر، عمیق‌ترین تنگ منطقهٔ ماکو را تشکیل می‌دهد که از گوشهٔ شرقی روستای بارون شروع و تا روستای قلعه‌جوق امتداد می‌یابد. همچنانکه قبلاً نیز اشاره شد، با فرارفت قسمت غربی منطقه در محدودهٔ دشت چالدران (خارج از محدودهٔ مورد بررسی) نیز جریان آبها عمدتاً با راستای غربی ـ شرقی شکل گرفتند. در محدودهٔ شمالی و جنوبی دشت نیز دو جریان با دو جهت مخالف شکل گرفتند؛ شاخهٔ شمالی بنام رود قزلارچای با راستای شمالی ـ جنوبی و شاخهٔ جنوبی بنام شهید آرخی با راستای جنوبی ـ شمالی معروف است. این دو شاخه در ۲ کیلومتری شرق روستای زاویه پایین (ابتدای تنگ قزلارچای) به همدیگر وصل شده و سپس با شکافتگی قسمت شرقی ارتفاعات غربی واقع در مسیر جریان خود و تشکیل تنگ



نیمرخ ۱ـ نیمرخ زمین‌شناسی مدخل تنگه زنگمار

قزلارچای به دریای اولیگو ـ میوسن وارد می‌شدند.این تنگ (قزلارچای) هم اکنون بدلیل قدمت زیاد و همچنین شدت عملکرد نیروهای فرسایشی بشدت فرسوده شده و به شکل دره‌ای عریض و پهن و کم‌ارتفاع در خارج از محدودهٔ مورد بررسی قرار دارد. در اواخر دوران اولیگو ـ میوسن با فرارفت تدریجی ارتفاعات مرکزی بر اثر شدت فشارهای وارده از سمت شمالشرق و جنوبغرب، قسمت مرکزی توسط سه گسل با راستای شرقی ـ غربی و دو گسل با راستای شمالی ـ جنوبی در راستای عمود بر جهت اعمال فشار، شکسته شد. بعد از ایجاد شکستگیهای اولیه، رودخانه زنگمار نیز همزمان با فرارفت کوهستان بتدریج مسیر اولیهٔ خود را بر مسیر عبور گسلهای فوق تطبیق داده و با حفر بستر خود از دورهٔ میوسن تا به حال، تنگ فعلی زنگمار را تشکیل داده است.

۳- تنگ ماکو

تنگ ماکو بر خلاف بیشتر تنگ‌های منطقه با راستای شرقی ـ غربی بطول بیش از ۱۵ کیلومتر و حداکثر پهنای حدود یک کیلومتر از محل قره‌کورپی ماکو در غرب تا نزدیکی سه راه هندور امتداد یافته است. همچنانکه قبلاً نیز اشاره شد، فرارفت تدریجی قسمت مرکزی منطقه از اواخر دورهٔ اولیگو–میوسن شروع شده و در میوسن پسین خاتمه یافته است. همزمان با این بالا آمدگی، ارتفاعات مرکزی منطقه با راستای کلی شمالغربی ـ جنوبشرقی شکل گرفتند و سپس توسط گسل ماکو در جهت راستای خود متحمل شکست گردیده و رودخانه نیز که در مرحله اوّلیهٔ شکل‌گیری و حفر بستر خود بود بدلیل سهولت جریان در محل شکست اولیه جریان یافته و بستر خود را به عمق برده است.

رودخانه به حفر بستر خود ادامه داده و رسوبهای اولیگو–میوسن و همچنین سنگهای دگرگونی پرکامبرین را نیز حفر نموده و به عمق رفته است و نتیجتاً شکل فعلی تنگ ماکو را پدید آورده است.

وضعیت فرسایشی رودخانهٔ زنگمار و به عمق بردن بستر خود در قعر تنگ ماکو تا اواخر دوران چهارم ادامه داشت. در اواخر این دوران با شروع فعالیتهای آتشفشانی کوههای آرارات و جریان گدازه‌های بازالتی آن به سمت دشت بازرگان و سپس از طریق درهٔ رودخانهٔ قره‌سو و تنگ زنگمار به شرق منطقه سرازیر شدند. این گدازه‌ها در تنگ زنگمار پس از پر کردن بستر رودخانهٔ زنگمار که قبل از شروع فعالیت آتشفشانی بر روی خط گسل ماکو جریان داشت، کف آنرا حدود ۵۰ ـ ۴۰ متر بالا آورده و بر روی آن سوار شده و سپس فرسایش خطی بر روی سنگ بازالت آغاز شده و به بریدن آن مشغول گردیده است و چون بازالت در برابر فرسایش آبی مقاوم است، فرسایش نتوانسته بصورت خیلی گسترده عمل کند و در نتیجه، بستر رودخانه بر روی روانه‌های بازالتی با جدارهای کاملاً افقی مشخص می‌شوند.

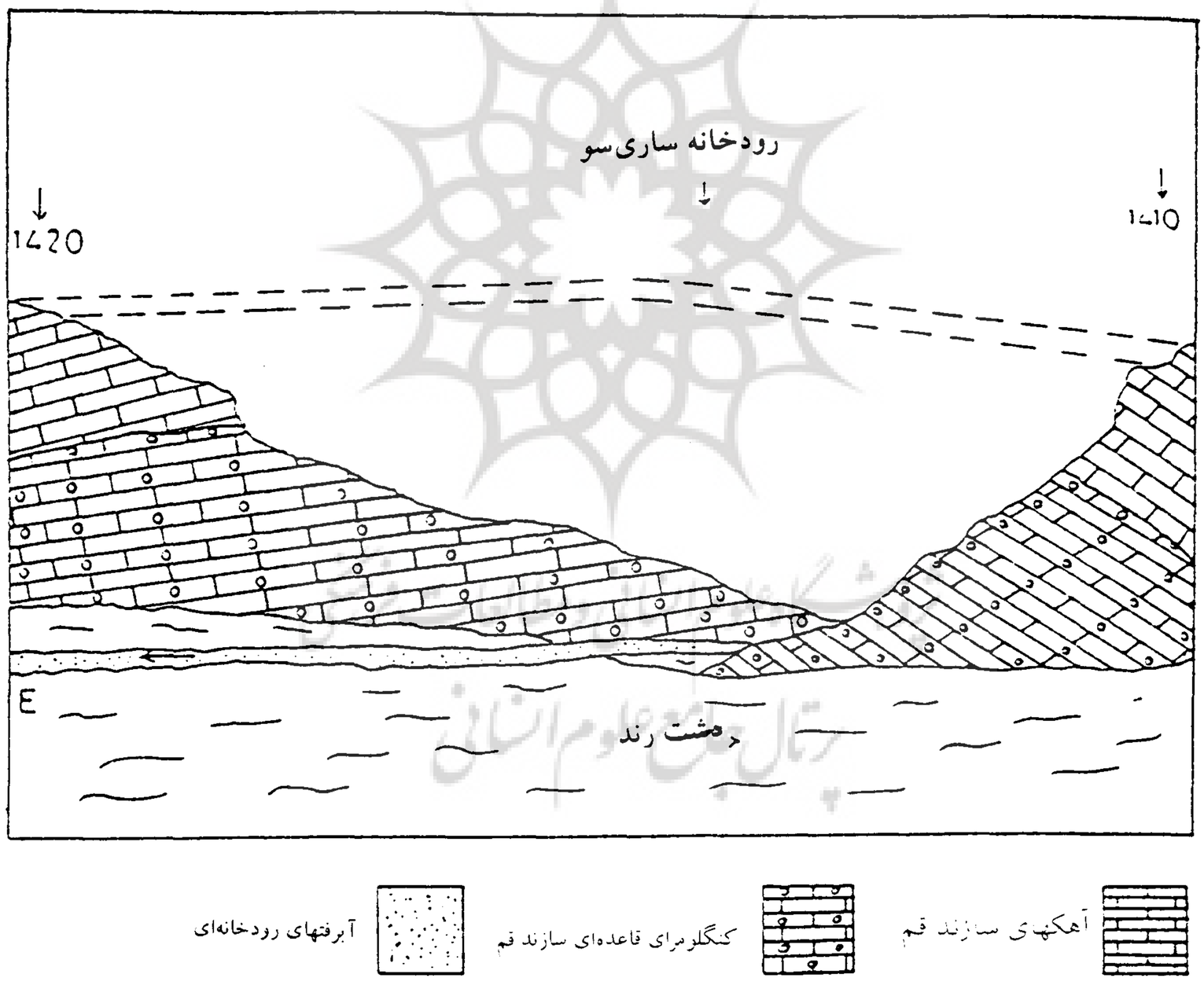
۴ـ تنگ ساری‌سو

به موازات تنگ ماکو و در حدود ۸ کیلومتری شمال آن، تنگ کوچک و کم‌عرض ساری‌سو وجود دارد.

این تنگ از ۱/۵ کیلومتری ضلع شرقی روستای دانالوی بزرگ شروع و با راستای غربی ـ شرقی بطول حدود ۴ کیلومتر با ضلع شمالغربی روستای رند امتداد می‌یابد. این تنگ نیز همزمان با تنگ زنگمار و بقیهٔ تنگ‌های منطقه تشکیل شده است.

رسوبهای اولیگو ـ میوسن موجود در محل این تنگ نیز همانند بقیه نمونه‌های مشابه خود در منطقه در اواخر دورهٔ اولیگو ـ میوسن تحت تأثیر فاز کوهزائی پیرنین قرار گرفته و بتدریج شروع به بالا آمدن نمودند. همزمان با این بالا آمدگی، بدون تحمل هرگونه شکستگی، رودخانهٔ ساری‌سو نیز شروع به حفر بستر اولیهٔ خود بر روی این رسوبها نموده و تنگ فعلی را بوجود آورده است. با توجه به عمق کم دریای اولیگو ـ میوسن در محدودهٔ تنگ و در نتیجه، ضخامت کم رسوبهای دوره یاد شده، پهنا، درازا و همچنین عمق این تنگ نسبت به بقیهٔ تنگ‌های مورد بررسی ناچیز می‌باشد.

پهنای این تنگ از سمت غرب به شرق بتدریج افزایش می‌یابد؛ بدین ترتیب که از مدخل غربی تنگ تا مسافت ۲ کیلومتری تنگ ساری‌سو با دیواره‌های پرشیب و قائم که رود ساری‌سو در وسط آن جریان دارد، مشخص می‌شود؛ ولی بعد از مسافت ۲ کیلومتری بتدریج پهنای تنگ افزایش یافته و در انتهای ضلع شرقی به بیشترین مقدار خود (حدود ۲۵۰ متر) می‌رسد.

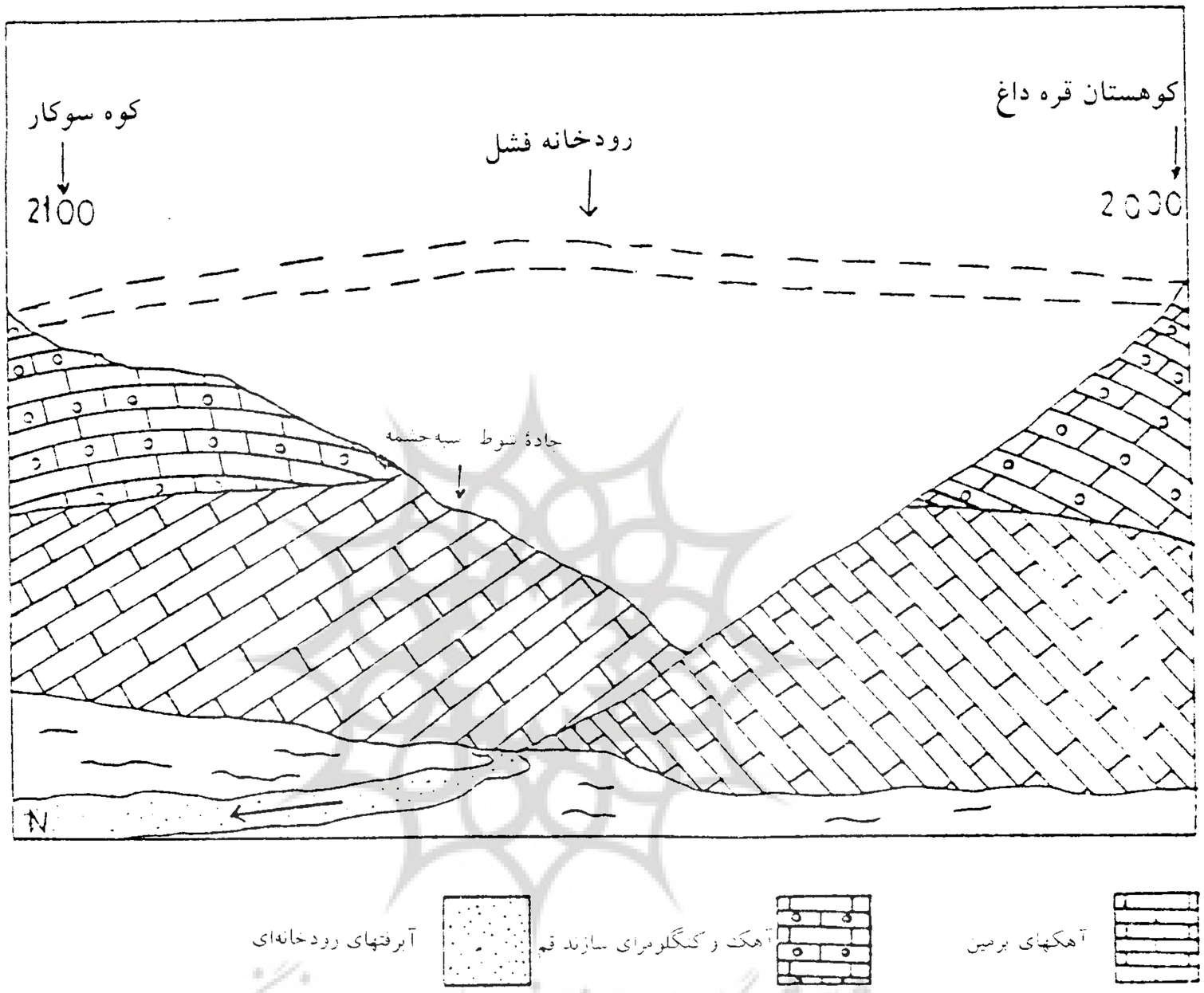


نیمرخ شمارهٔ ۲ ـ نیمرخ زمین‌شناسی تنگه ساری‌سو از مدخل شرقی

۵ـ تنگ فشل

در ۱۷ کیلومتری جنوبشرقی تنگ زنگمار و به موازات آن تنگ دیگری موسوم به تنگ فشل تقریباً به طول ۴ کیلومتر با راستای شمالشرقی ـ جنوبغربی در ارتفاعات مرکزی تشکیل شده است. قدمت ناهمواریهای جنوبی تنگ (سنگهای آمیزه رنگین و مجموعهٔ دگرگونی پرکامبرین) که به موازات ارتفاعات مرکزی و در جنوب آن واقع شده‌اند، بیانگر قدمت شبکه زهکشی ارتفاعات جنوبی تنگ می‌باشد. همزمان با فرارفت ارتفاعات مرکزی و شکل‌گیری یک سیستم کوچک تاقدیسی و ناودیسی، شبکهٔ آبهای ارتفاعات جنوبی پس از جریان بسمت شمال و

الحاق به همدیگر در مدخل فعلی تنگ که منطبق بر انتهای یال جنوبی کوه‌سوسوز نیز می‌باشد، تشکیل آبراهۀ واحدی را دادند که در حال حاضر بنام رودخانۀ شوط معروف است. متعاقب تشکیل آبراهه واحد رودخانه با بالا آمدن تدریجی ارتفاعات به حفر آهکهای اولیگو ـ میوسن و سپس آهکهای پرمین بدون بهره‌گیری از نیروهای درونی پرداخته و بستر خود را طی چندین میلیون سال به عمق برده و در نهایت تنگ فعلی را تشکیل داده است.



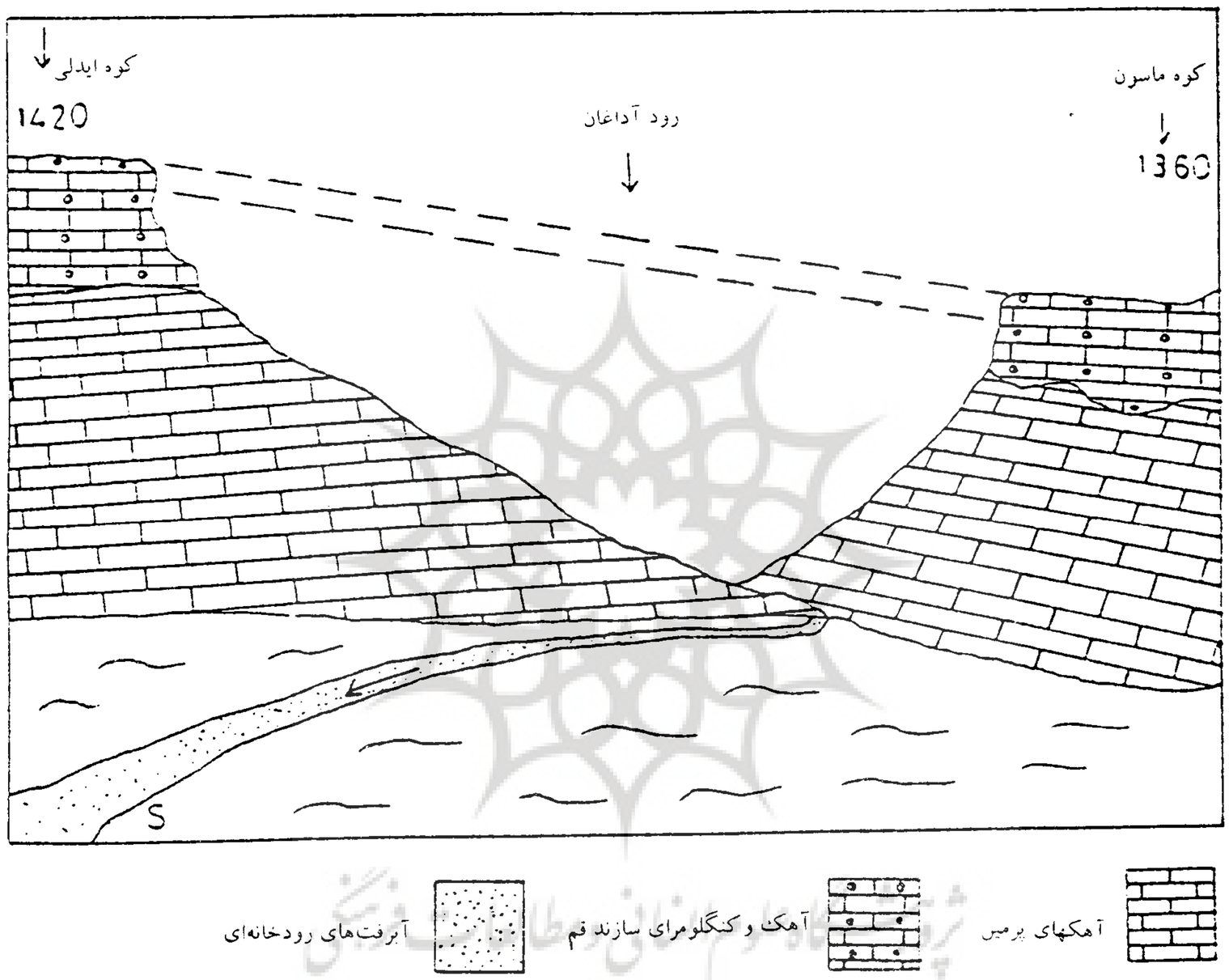
نیمرخ شمارۀ ۳ـ نیمرخ زمین‌شناسی تنگ فشل (دید از سمت شمال)

تنگ‌های ارتفاعات شمالی

۱ـ تنگ آداغان

تنگ آداغان بطول حدود ۴/۵ کیلومتر با راستای شمالی ـ جنوبی در امتداد خطی روستاهای آداغان و علی‌آباد تشکیل شده است. همچنانکه قبلاً نیز اشاره شد، ارتفاعات شمالی قدیمی‌ترین کوهستانهای منطقه بوده و به همین دلیل بشدت فرسایش یافته و در مقایسه با واحدهای کوهستانهای مرکزی و غربی چندان مرتفع نیستند. قسمت شمالی این کوهستان (امتداد غربی کوههای آق بابا) بعد از تحمل فاز کوهزائی آسنتیک از زیر آب بیرون آمده و اولین شبکه زهکشی منطقه در سطح آن شکل گرفته است. قسمتهای جنوبی و غربی این ارتفاعات نیز چندین میلیون سال بعد طی جنبش کوهزائی کالدونین بالا آمد و تا اوایل اولیگو ـ میوسن همچنان در معرض فرسایش قرار داشته است. در این دوره که قسمت مرکزی منطقه و همچنین قسمتهایی از این کوهستان شمالی حد فاصل بین تنگ آداغان و امتداد شمالی تا کوههای آق بابا و ضلع شمالغربی تنگ قوریشکاک مجدداً زیر آب رفته بود، در آخر این دوره برای همیشه از زیر آب خارج می‌شوند. همزمان با این فرارفت، جریان آبها که قبلاً از خط‌الرأس ارتفاعات شمالی (قدیمی‌ترین خشکی منطقه) بصورت دو شاخۀ مجزا با راستای شمالی ـ جنوبی

شکل گرفته بودند، بتدریج با مساعدت نیروهای درونی شروع به حفر بستر خود نمودند. بدین صورت که با شکل‌گیری کوهستانهای هاسون و ایدلی، گسل هاسون بزرگ با راستای تقریباً شرقی ـ غربی سبب جابجایی سنگهای دوران اول گردید. این گسل در حال حاضر در قسمتی از مسیر خود، دقیقاً از ابتدای مدخل شمالی تنگ آداغان می‌گذرد؛ لذا باعث خرد و سست شدن سنگهای مسیر خود گردیده است. به همراه این فعالیتها، رودخانهٔ آداغان نیز بخشی از مسیر خود را بر این قسمت خرد و سست شده تطبیق داده و با حفر تدریجی بستر خود، تنگ آداغان را تشکیل داده‌است.



نیمرخ شمارهٔ ۴ـ زمین‌شناسی تنگه آداغان

۲ـ تنگ قوریشکاک

در ۸ کیلومتری ضلع غربی تنگ آداغان و به موازات آن، تنگ قوریشکاک با درازای حدود ۳/۵ کیلومتر با راستای شمالشرقی ـ جنوبغربی امتداد یافته است. همچنانکه در نحوهٔ شکل‌گیری تنگ آداغان اشاره شد، متعاقب فرارفت ارتفاعات شمالی، اولین شبکه‌های زهکشی منطقه بصورت دو شاخه مجزا شکل گرفت.

شاخه شرقی تشکیل رودخانهٔ آداغان را داد که مسئول پیدایش تنگ آداغان می‌باشد. شاخه غربی نیز به نام رودخانهٔ کال‌قوریشکاک معروف است. همزمان با بالا آمدن تدریجی ارتفاعات، محدودهٔ تنگ رودخانه قوریشکاک نیز با جهت جریان شمالی ـ جنوبی به حفر بستر خود پرداخته و باعث تشکیل تنگ مورد بحث است.

نتیجه‌گیری

مجموعه ناهمواریهای منطقهٔ ماکو در هفت نقطه بوسیلهٔ تنگ‌های گود و عمیق بریده شده و در نتیجه، انسجام خود را از دست داده‌اند. این تنگ‌ها از مظاهر عمدهٔ فرسایش آبهای روان و تکتونیک در سطح منطقه

می‌باشند. تنگ‌های مورد بحث بدون استثناء تماماً به دشتهای حاصلخیز منطقه باز می‌شوند؛ بطوریکه تنگ قره‌سو به دشت کشمش تپه، تنگ زنگمار به دشت قلعه جوق، تنگ فشل به دشت عزت آباد و شوط، تنگ ساری‌سو به دشت شرقی منطقه، تنگ آداغان به دشت رند، تنگ قوریشکاک به دشت بازرگان و تنگ ماکو به دشت هندور منتهی می‌شوند. از بین تنگ‌های یاد شده فقط تنگ‌های قره‌سو، زنگمار و ساری‌سو از جریان آب دائمی برخوردارند که از بین آنها فقط با احداث سد بارون بر روی رودخانهٔ زنگمار در ابتدای تنگ زنگمار، مازاد آبهای سطحی حوزهٔ بالادست رودخانهٔ زنگمار ذخیره و در فصل کم آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مرحلهٔ اول مطالعات مربوط به احداث سد بر روی رودخانهٔ قره‌سو در یک کیلومتری شرق روستای بدولی در عمیق‌ترین قسمت تنگ، منطبق بر سنگهای بازالتی توسط مهندسین مشاور مهاب قدس صورت گرفته است. ولی با توجه به قرارگیری سنگهای بازالتی بر روی آهکهای کرتاسه و احتمالاً هضم آنها و مهمتر از آن عبور مهمترین و طولانی‌ترین گسل منطقه یعنی گسل بدولی، درست از محل پیشنهادی جهت احداث سد خود به خود موضوع را منتفی می‌سازد؛ ولی با این حال، مستلزم مطالعات دقیق‌تر و همچنین مطالعات ژئوفیزیکی است. در مورد تنگ ساری‌سو با توجه به مقاوم بودن سنگهای زیرین و مناسب بودن خاستگاه آن، مشروب شدن زمینهای کشاورزی آبی واقع در شمال جاده بین‌المللی تبریز ـ ماکو توسط رودخانهٔ ساری‌سو که در فصل تابستان و کمبود بارش آب آن کم شده و مشکلات متعددی برای کشاورزان به ارمغان می‌آورد، احداث سد در قسمت گود افتادهٔ مرکزی بر روی رودخانهٔ ساری‌سو پیشنهاد می‌گردد. در مورد تنگ فشل، احداث سد مخزنی بدلیل موقتی بودن رودخانهٔ فشل به هیچوجه مقرون به صرفه نمی‌باشد؛ لذا جهت ذخیره آب و همچنین سیلابهای رود فشل، احداث بند مرتفع در ابتدای تنگ پیشنهاد می‌گردد تا دیمزارهای پایین دست تنگ به زمینهای کشاورزی آبی تبدیل گردند.

در مورد تنگ‌های آدغان و قوریشکاک نیز بدلیل موقتی بودن جریان رودهای آن نیز احداث بند مرتفع بمنظور ذخیرهٔ آبهای حاصل از بارندگی و جلوگیری از هدر رفتن آنها و همچنین خسارات ناشی از سیلابها بویژه برای زمینهای حاصلخیز پایین‌دست و استفاده از این آب ذخیره شده، برای مصارف کشاورزی سطوح پایین‌دست پیشنهاد می‌گردد.

ترکیه

جمهوری نخجوان

بازالت (آرارات و تندورک)

آبرفت‌های عهد حاضر

تراورتن

پادگانه

سازند قرمز بالائی (مارن، ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز)

سازند قم
- مارن و ماسه سنگ سبز
- آهک و کنگلومرا
- کنگلومرای قاعده‌ای

سنگهای تیپ فیلیتی

آمیزه رنگین به طور کلی
آهک (ائوسن)
سنگهای اولترابازیک

سنگهای آتشفشانی بازیک و نیمه بازیک و دیاباز
آهک گلوبرترونکانادار
رادیولاریت
آهک و آهک دولومیتی

آهک روته [دولومیت و آهک توده‌ای]

سازند ایلانقره [شیل بین لایه‌های کوارتزیتی و آهک]
سازند مولی [دولومیت خاکستری با میان لایه‌های آهک و ماسه سنگ]

سنگهای دگرگونی به طور کلی
آهک و دولومیت متبلور
شیست، فیلیت و اسلیت
سنگهای آتشفشانی اسیدی و دگرگونی

محور ناقدیس
محور ناودیس
گسلهٔ اصلی
گسلهٔ فرعی
مرز سیاسی

شیب لایه‌ها

افقی	0°
کم	1°-29°
متوسط	30°-59°
زیاد	60°-89°
عمودی	90°

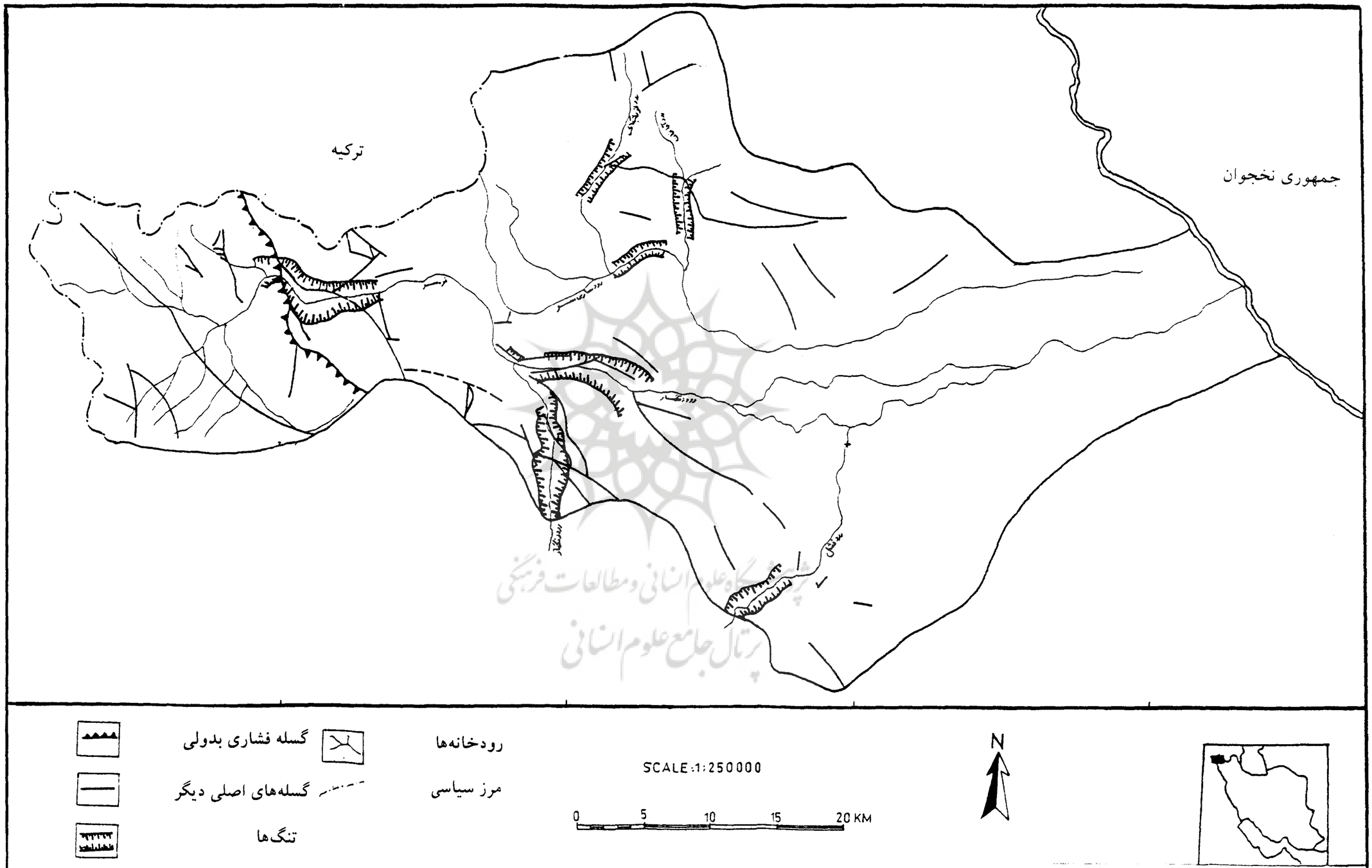
quaternary
oligo-miocene
up.cret.-mid eocene
tr.a
per
lo.ord
precambrian

N

SCALE 1:250000

نقشه ۲ ـ زمین شناسی منطقه ماکو

نقشه ۳ـ تنگ‌ها و ارتباط آنها با گسله‌های منطقه ماکو



مأخذ: نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ماکو

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱ـ بلورچی، محمدحسین، گزارش بررسیهای زمین‌شناسی اطراف شهر ماکو، دی ماه ۲۵۳۵، سازمان زمین‌شناسی کشور

۲ـ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، نقشه‌ها توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ ماکو و ۱:۵۰۰۰۰ برگه‌های کلیساکندی، بازرگان، ماکو، پورناک، شوط، قره‌کلیسا، و سیه چشمه

۳ـ کک رژه، ژئومورفولوژی، (جلد دوم ـ ژئومورفولوژی اقلیمی)، ترجمه فرج ا... محمودی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۱۳۶۹

۴ـ مطالعات و مشاهدات میدانی

۵ـ وزارت نیرو، مهندسین مشاور مهاب قدس، مطالعات مرحله شناخت سد بدولی ـ گزارش زمین‌شناسی، مهندسی و زمین‌لرزه، بهمن ماه ۱۳۶۷

6- Berberyan, M 1977 contribution to the seismotectonic of iran part III Geoloigical and mining survey of Iran, report No40 p 151-202.

7- Berberyan m. and Hamdi, B 1977 first disco very of ordovicion beds and conodont in the slightly metamorphosed rocks of kuh- Agh Baba, Maku Quadron gle map, Azarbaijan, Gedogical survey of Iran internal report, 79.

8- Berberyam M 1976 sismotetonic map of Iran Geological suvvey of Iran.

9- Geological survey of Iran,1973,Explanatory text to the maku quadrangle map 1:250000

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی