

# زمین‌شناسی و الگوی ساختاری حوضه رسوبی انارک - تلمسی

مهسا شایانفر<sup>۱</sup>، منوچهر قرشی<sup>۲</sup>، سیدجواد احمدی<sup>۳</sup>، عبدالله سعیدی<sup>۴</sup> و علیرضا شهیدی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup>دکتر، شرکت پسمانداری صنعت هسته‌ای ایران، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال؛ پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران  
<sup>۳</sup>استادیار، پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران  
<sup>۴</sup>دکتر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۲

## چکیده

وجود یک حوضه رسوبی با ستبری زیادی از رسوبات نئوژن (سازند سرخ زیرین) در منطقه انارک - تلمسی در ایران مرکزی که پی‌سنگ آن دگرگونی‌هایی با سن پیرامون پرکامبرین است، نرخ بالای فرایندهای فرسایشی در این حوضه و از همه مهم‌تر ضرورت ایمن بودن این محدوده با توجه به کاربری آن، نیاز به شناسایی الگوی ساختاری این محدوده و تحلیل خطرپذیری آن از دیدگاه زمین‌ساخت فعال و لرزه‌زمین‌ساخت را مطرح ساخته است. در این راستا با استفاده از برداشت‌های صحرائی، بررسی تصاویر ماهواره‌ای و ارزیابی شکل‌های فرسایشی در راستای مرتفع ساختن این نیاز گام برداشته شد. با توجه به شواهدی از جمله نبود سازندهای قم و سرخ بالایی در این حوضه پالئوژن، نبود شواهدی برای وجود گسلش در آن و بی‌لرزه بودن این حوضه تا شعاع ۸۶ کیلومتری مرکز آن طبق مطالعات لرزه‌زمین‌ساخت (سایزموکتونیک)، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در این حوضه تلفیق یک سامانه فرایش و فرسایش پلکانی حاکم بوده و این امر سبب ایجاد شکل پرتگاه مانند آن و نبود رسوبات جوان‌تر شده است.

**کلیدواژه‌ها:** حوضه رسوبی پالئوژن، انارک - تلمسی، فرایش، الگوی ساختاری، نرخ فرسایش.

\*نویسنده مسئول: مهسا شایانفر

Email:mshayanfar@aeoi.org.ir

## ۱- پیش‌نوشتار

توسعه زمین‌ساخت ایران در طی پالئوژویک و مزوزویک، به‌طور ذاتی با باز و بسته شدن اقیانوس‌های پالئوتتیس و نئوتتیس، مرتبط بوده است و شواهد آن را می‌توان در بلوک‌های میکروقاره‌ای به شکل نوارهای طولی از افولیت‌ها و ملائژها در مقیاس منطقه‌ای دید و ردیابی کرد (Buchs et al., 2013). در رابطه با سرشت ژئودینامیکی ایران مرکزی می‌توان گفت به دنبال فرورانش صفحه عربی در زیر لبه جنوبی ایران مرکزی، پهنه آتشفشانی ارومیه - دختر به عنوان کمان ماگمایی شکل می‌گیرد و حوضه ایران مرکزی با گسترش وسیع سنگ‌های آتشفشانی رسوبی ائوسن، به عنوان حوضه پشت کمانی تشکیل می‌شود. به دنبال بسته شدن کامل اقیانوس آلپی زاگرس مرتفع و برخورد قاره به قاره (ایران مرکزی و عربی) حرکات همگرایی پس از برخورد سبب فعالیت ماگمایی پهناور و برخاستگی ناحیه‌ای شده است که تا هم اکنون نیز ادامه دارد. مطالعات اخیر به روش GPS نشان می‌دهد صفحه عربستان نسبت به اوراسیا در راستای  $51^\circ$  طول خاوری (NNE) و با سرعتی حدود  $2 \pm 22$  mm/yr در حرکت است (Nilforoushan et al., 2003);  $2 \pm 7$  mm/yr کوتاه‌شدگی در زاگرس،  $2 \pm 5$  mm/yr کوتاه‌شدگی در البرز،  $2 \pm 3$  mm/yr کوتاه‌شدگی در ایران مرکزی، جنوب البرز و شمال پهنه سندج - سیرجان روی می‌دهد. بقیه این مقدار یعنی حدود  $7$  mm/yr در حوضه خزر جنوبی دیده می‌شود. برای بخش داخلی بلوک ایران مرکزی دگرشکلی کوچک‌تر از  $2$  mm/yr برآورد شده است (Vernant et al., 2004b).

تکامل ساختاری - رسوبی سکوی (پلت فرم) ایران مرکزی با تشکیل حوضه‌های رسوبی مجزا که در همه طول پالئوژویک و اوایل مزوزویک محل تجمع رسوبات کم‌ژرفای دریایی بوده‌اند، آغاز می‌شود. حرکات کوهزایی در ایران مرکزی از اواسط مزوزویک (اوایل ژوراسیک) با ایجاد گسلش وارون و چین‌خوردگی آغاز و در طی مزوزویک و سنوزویک با فعالیت‌های شدید ماگمایی نیز همراه شده است. بدون شک با در اختیار داشتن داده‌های سنی و ساختاری از حوضه‌های رسوبی این محدوده می‌توان اطلاعات با ارزشی از شیوه تکاپوهای زمین‌ساختی در گذشته و

عهد حاضر به دست آورد. از جمله این حوضه‌ها می‌توان به حوضه رسوبی انارک - تلمسی اشاره کرد. از ویژگی‌های مهم این حوضه وجود ستبری زیاد رسوبات نئوژن (سازند سرخ زیرین - الیگوسن) در منطقه‌ای با پی‌سنگی از دگرگونی‌های با سن پیرامون پرکامبرین است که طبق شواهد ریخت‌شناختی نرخ فرایندهای فرسایشی در آن بالاست. در این پژوهش تلاش شده است تا ضمن بررسی میزان فرایش، زمین‌شناسی ساختمانی - زمین‌ساخت و نرخ فرسایش حاکم بر این حوضه رسوبی، تاریخچه تکوین ساختاری و سامانه‌های کنترل‌کننده آن شناسایی شود.

## ۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی عمومی

منطقه مورد مطالعه در سوی باختر زیرپهنه یزد از پهنه زمین‌شناسی و ساختاری ایران مرکزی (بزرگ‌ترین و کهن‌ترین پهنه ساختمانی - رسوبی ایران) قرار دارد و بخش کوچکی از شمال خاور نقشه زمین‌شناسی عشین با مقیاس  $1:100000$  (سازمان زمین‌شناسی ایران) است. محدوده تلمسی در فاصله ۲۸ کیلومتری باختر انارک در مسیر جاده انارک - معدن مسکنی - معدن تلمسی قرار دارد. موقعیت مکانی این محدوده، در استان اصفهان، شهرستان نایین و شهر انارک قرار گرفته است. معدن متروکه مس تلمسی در فاصله حدود سه کیلومتری شمال باختر محدوده مطالعاتی قرار دارد. حوضه رسوبی تلمسی که از شمال و جنوب با دگرگونی‌های انارک در بر گرفته شده است (شکل ۱)، شامل یک ناودیس خیلی باز است؛ به گونه‌ای که زاویه میان یالی آن تا  $140^\circ$  درجه نیز می‌رسد (شکل ۲). این ناودیس محوری با امتداد شمال باختر - جنوب خاور و پلانژ به سوی جنوب خاور دارد که دو سوی خاور و باختر آن را رسوبات کواترنری فرا گرفته است. مجموعه رسوبی و تخریبی سرخ رنگ سازند سرخ زیرین با سن الیگوسن، سنگ‌های این ناودیس را تشکیل داده است (شکل ۳). سنگ‌شناسی اصلی در محدوده تلمسی شامل لایه‌های سنگ رس یا مارن است که به‌صورت میان‌لایه دارای سنگ‌هایی از جنس کنگلومرا، ماسه سنگ و سیلستون است. فرسایش، محدوده را به سیمایی پله‌ای شکل تبدیل کرده است. در بخش خاوری، این لایه‌های رسوبی (دیواره مانند) به‌صورت پهنه‌ای پوشیده شده با رسوبات کواترنری

ردگیری شده است. در این گستره و در دامنه کوه‌ها ۳ تراز توپوگرافی متشکل از مخروط‌افکنه‌های آبرفتی با سن‌های نسبی متفاوت دیده می‌شود. بالاترین سطح یا دشت بالایی ارتفاع حدود ۱۵ تا ۲۰ متر از تراز دشت در دامنه کوه‌ها دارد و شیب آن به سوی دشت مرکزی است. در دشت میانی ارتفاع واحدهای کواترنری ۵ تا ۷ متر است. ارتفاع دشت پایینی از پایین‌ترین نقطه فرسایشی رودخانه‌ها ۰/۵ تا ۱/۵ متر گزارش شده است. اگر چه از روی حدس و گمان نرخ روکنی ارتفاعات با رسوب‌گذاری در دشت‌ها از پس از الیگوسن برابر فرض شده ولی ریختار منطقه نشان می‌دهد که فرسایش ارتفاعات بیشتر از فرونشست دشت‌ها در شکل‌گیری ریخت‌شناسی جوان منطقه مؤثر بوده است.

با توجه به موقعیت منطقه تلمسی و وجود پرتگاهی با ارتفاع بیش از ۵۰ متر که منطقه را به دو بخش بالایی و بخش فروافتاده تقسیم کرده است، بیشترین ارتفاع (۱۵۲۸/۲۸ متر) و کمترین ارتفاع (۱۴۲۸/۲۹ متر) به ترتیب در خاور و باختر منطقه قرار دارند. از اتصال بیشترین و کمترین ارتفاع، نیمرخ عرضی منطقه تلمسی تهیه شد (شکل ۶). نیمرخ عرضی برش خطی عمود بر منحنی میزان است که توپوگرافی منطقه را بهتر نشان می‌دهد (شکل ۷).

با توجه به ویژگی‌های سنگ‌شناسی و اقلیمی منطقه تلمسی و بر پایه بازدید از منطقه و همچنین استفاده از عکس‌های هوایی، سامانه چیره فرسایشی، فرسایش آبی است که به صورت فرسایش شیاری، خندقی، سیلابی و بدلدندی در منطقه به نمایش درآمده است (شکل ۸). وجود مارن‌های زیاد در منطقه و همراهی شیب بالا، دلیل اصلی پویا بودن سازوکار فرسایشی قوی در منطقه است؛ به گونه‌ای که با هر بار بارش، حجم زیادی از رسوبات از محدوده مورد مطالعه بیرون می‌رود و همین امر سبب ناپایداری ساختار منطقه شده است. در منطقه فروافتاده که پوشیده از رسوبات کواترنری است، عامل‌های پایدار محیطی بیشتری حاکم است. مهم‌ترین این عامل‌ها شیب بسیار ضعیف به همراه رسوبات کواترنری است که در مقایسه با مارن‌های منطقه در برابر فرسایش آبی بسیار مقاوم رفتار می‌کند. طبق نتایج به دست آمده از روش سن‌سنجی روی رسوبات کواترنری این حوضه (شایانفر، ۱۳۹۳) نرخ فرسایش در این حوضه حدود ۰/۰۱۰۶ میلی متر در سال برآورد شده است.

#### ۵- نتیجه‌گیری

منطقه مورد پژوهش که بخش بسیار کوچکی از گستره ایران مرکزی است می‌تواند تاریخچه شکل‌گیری حوضه پالئوژن ایران مرکزی را به نمایش گذارد و رخدادهای کوچک‌مقیاس پدید آمده در این پهنه را نشان دهد. در واقع پس از برخورد پوسته‌های قاره عربی و ایران، تداوم دگرشکلی و حاکم بودن سامانه فشارشی سبب تبدیل حوضه ایران مرکزی به حوضه حاشیه‌ای شده است و نهشته‌های تبخیری با ستبرای زیاد (سازندهای سرخ زیرین- قم و سرخ بالایی) در آن پدید آمده‌اند. چین‌خوردگی و شکستگی‌های ناشی از فشارش سبب ایجاد حوضه‌های کوچک‌مقیاس در این ناحیه نیز شده که حوضه رسوبی تلمسی با ستبرای بیش از ۵۰۰ متر متشکل از سازند سرخ زیرین از آن جمله است. این حوضه که جایگاه نهشته‌های تبخیری- تخریبی الیگوسن بوده در طول عمر خود توسط گسل‌های وارون F1 و F2 کنترل شده و در حقیقت یک حوضه فشارشی فروافتاده است (شکل ۹). با تداوم فرایند فشارش در طی الیگوسن پسین- میوسن پیشین، این حوضه دچار چین‌خوردگی و با کنترل گسل‌های محدود کننده F1 و F2 دچار فرایش شده است. این حوضه که اکنون به شکل یک ناودیس خودنمایی می‌کند تا کواترنری تحت تأثیر فرسایش بوده است و نهشته‌های جوان‌تر مانند قم و سرخ بالایی روی آن انباشته نشده‌اند.

مخروط‌افکنه‌ای با دره‌های ژرف‌تر (با توجه به حوضه آبریز زیاد در بالادست) نسبت به پهنه آبرفتی باختری دیواره که شیب کمتر، ذرات سازنده کوچک‌تر و آبراهه‌های کم‌ژرفا و بیشتر محلی دارند دیده می‌شود. به‌طور کلی در محدوده مورد مطالعه ۳ واحد سنگی به ترتیب از قدیم به جدید شامل سری‌های رسوبی ائوسن- الیگوسن، سری رسوبی الیگوسن (معروف به سازند سرخ زیرین) و رسوبات کواترنری وجود دارد.

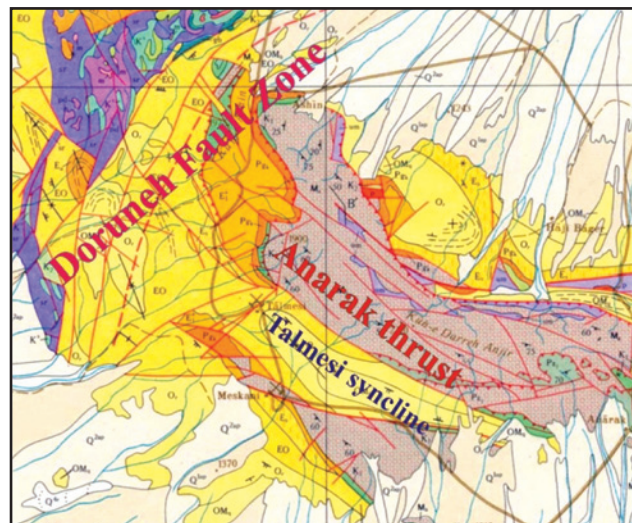
#### ۳- زمین‌شناسی ساختمانی و زمین‌ساخت

به‌طور کلی سازوکار گسل‌های ایران مرکزی کوتاه‌شدگی کمی را در بخش میانی آن نشان می‌دهد (شکل ۴). گسل‌های منطقه در شعاع‌های ۵ تا ۱۰۰ کیلومتری شناسایی و بررسی شدند و سپس مطالعات بررسی روند‌های ساختاری در محدوده مطالعاتی انجام شد. شکل ۵ گسل‌های موجود در شعاع ۵ کیلومتری از مرکز محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد. این گسل‌ها روی نقشه‌های توپوگرافی پوشش‌دهنده منطقه و با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شده است (شایانفر، ۱۳۹۳).

همان‌گونه که دیده می‌شود گسل‌های دره انجیر (F1) در شمال و F2 در جنوب محدوده مطالعاتی، با سازوکاری وارون، نزدیک‌ترین گسل‌های محدوده مطالعاتی به شمار می‌روند و حوضه رسوبی مورد مطالعه روی فرودپایه آنها قرار گرفته است. در حقیقت گسل‌های یاد شده مرز میان واحدهای دگرگونی و رسوبات نئوژن حوضه رسوبی تلمسی را تشکیل داده‌اند و این در حالی است که این گسل‌ها هیچ دگرشکلی را به واحدهای کواترنری محدوده مطالعاتی تحمیل نکرده‌اند. بر پایه مطالعات ریززمین‌ساخت انجام شده در گستره پیرامون محدوده مطالعاتی تنها یک زمین‌لرزه (رویداد ۲۲ ژوئیه ۱۹۲۷ میلادی با بزرگای Ms ۶/۴) در فاصله ۸۶ کیلومتری مرکز محدوده مطالعاتی رخ داده و دیگر زمین‌لرزه‌ها بسیار کم‌تعداد و با بزرگای کمتر از ۵ هستند (Shayanfar et al., 2010)؛ بنابراین سطح لرزه‌خیزی گستره مطالعاتی در دوره دستگاهی بسیار پایین ارزیابی شده است. از سوی دیگر، مطالعات سطحی و زیرسطحی صورت گرفته در محدوده این حوضه رسوبی نبود گسلش در کف این حوضه را تأیید می‌کند. همچنین نتایج با انجام سن‌سنجی به روش OSL روی رسوبات کواترنری این حوضه توسط شایانفر (۱۳۹۳) نرخ بالآمدگی در این حوضه ۱/۵ میلی متر در سال به دست آمده است که این مقدار معادل مقادیری است که Vernant et al. (2004b) برای بخش داخلی بلوک ایران مرکزی برآورد کرده‌اند. بنابراین با توجه به مطالب یاد شده می‌توان نتیجه گرفت محدوده مورد مطالعه با شواهد موجود، منطقه فعالی از دید زمین‌ساختی نیست.

#### ۴- فرایندهای فرسایشی

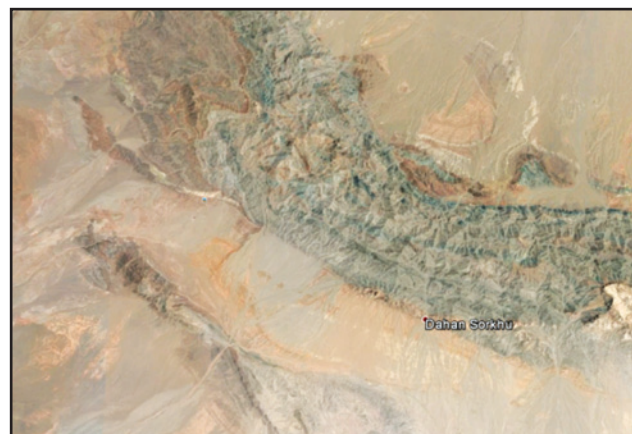
از دید توپوگرافی و ریخت‌شناسی، محدوده تلمسی میان دو رشته‌کوه عشین (در سوی شمال) و کوه مسکنی (در سوی جنوب) قرار گرفته است. این محدوده حالتی تپه‌ماهوری با ارتفاع حدود ۱۴۳۰ تا ۱۵۲۰ متر دارد و به‌طور کلی مجموع اختلاف ارتفاع میان کمترین و بیشترین ارتفاع برابر ۹۸/۲۹ متر است. این محدوده به حالت فروزمین (گراین) میان دو سری بلندی یا فرازمین (هورست) در منطقه دیده می‌شود. پرتگاه‌های فرسایشی و سکوهایی که در اثر فرسایش ایجاد شده‌اند سازنده سیماهای ریخت‌ساز در منطقه است. برقراری رابطه میان پر شدن حوضه‌های رسوبی و نرخ فرسایش ارتفاعات از ابتدای الیگومیوسن و در چهار مرحله الیگومیوسن، میوسن، پلیوسن و کواترنری قابل ارتباط بوده است. برجستگی‌های شکل گرفته ۲ مرحله اول در کوهستان‌ها ثبت و برجستگی‌های جوان‌تر بیشتر در کوهپایه‌ها و فرونشست‌ها



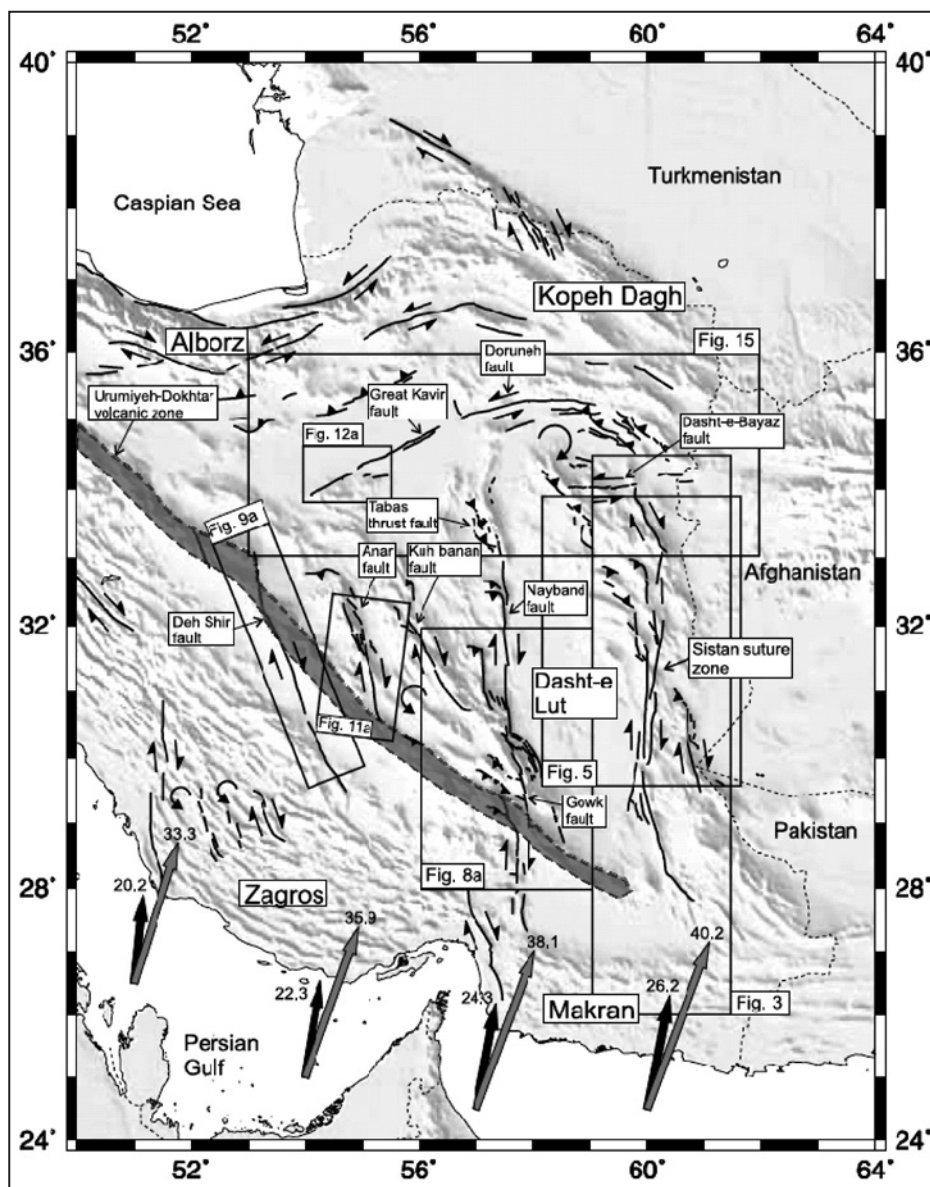
شکل ۱- موقعیت ناودیس تلمسی نسبت به گسل‌های اصلی درونه و راندگی انارک که روی نقشه (نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ انارک، سازمان زمین شناسی کشور) نشان داده شده است.



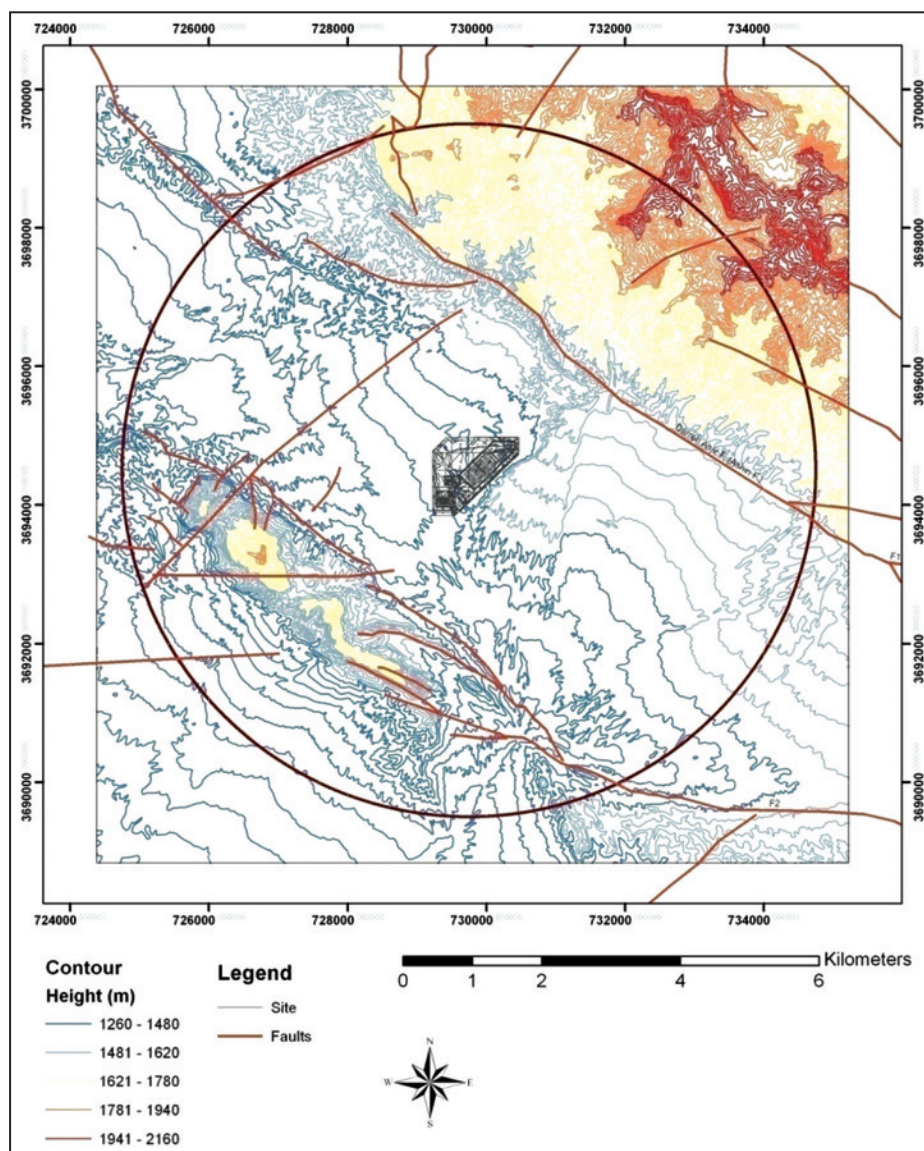
شکل ۲- نمای کلی سازند سرخ زیرین (LRF) در محدوده تلمسی (دید به سوی خاور).



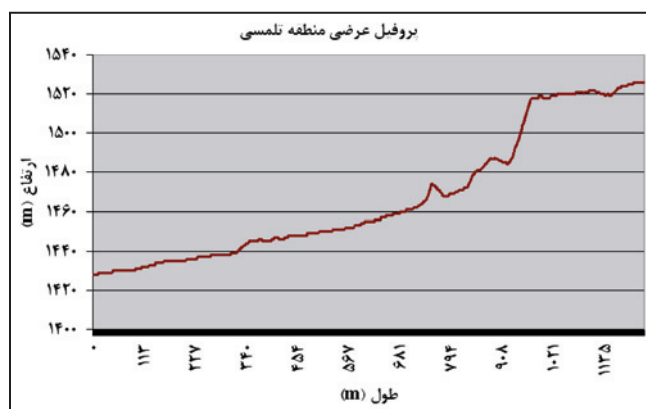
شکل ۳- موقعیت حوضه رسوبی تلمسی نسبت به دگرگونی‌های انارک.



شکل ۴- موقعیت گسل های مهم ایران و سازوکار مربوط به آنها (Walker & Jackson, 2004).



شکل ۵- گسل‌های موجود در شعاع ۵ کیلومتری از مرکز محدوده مطالعاتی (شایانفر، ۱۳۹۳).



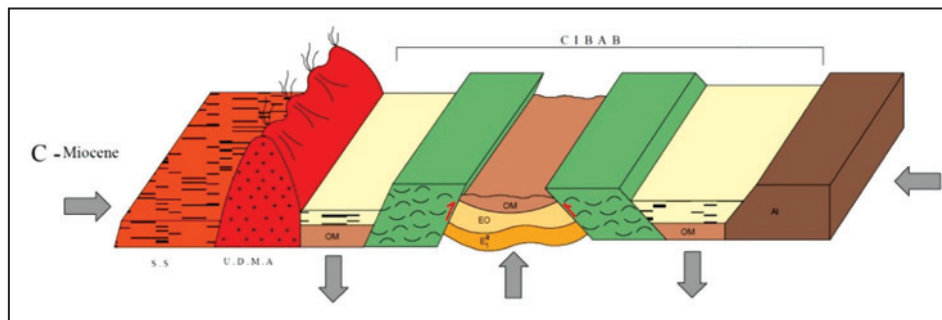
شکل ۶- نیمرخ عرضی منطقه تلمسی.



شکل ۸- نمونه‌ای از فرسایش خندقی در حوضه تلمسی.



شکل ۷- بخش پرتگاهی و مسطح حوضه رسوبی تلمسی (دید به سوی شمال).



شکل ۹- فرایش حوضه رسوبی تلمسی تحت تأثیر عملکرد گسل‌های کنترل‌کننده آن و سامانه فشارشی حاکم بر کل ایران مرکزی (شایانفر، ۱۳۹۳).

### کتابنگاری

- شایانفر، م.، ۱۳۹۳- ویژگی‌های تکتونیکی گستره انارک-تلمسی با نگرشی بر سائزمو تکتونیک و فرونشست زمین‌ساختی، رساله دکتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ۱۸۳ ص.
- نقشه زمین‌شناسی انارک، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نقشه زمین‌شناسی عشین، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

### References

- Buchs, D., Bagheri, S., Martin, L., Hermann, J. & Arculus, R. J., 2013- Paleozoic to Triassic ocean opening and closure preserved in Central Iran. *ELSEVIER; lithos* 172: 267-287.
- Masson, F. & Anvari, M., 2007- Large scale velocity field and strain tensor in Iran inferred from GPS measurements: new insight for the present-day deformation pattern within NE Iran. *Geophysical Journal International* 170: 436-440.
- Nilforoushan, F., Masson, F., Vernant, P., Vigny, C. & Martinod, J., 2003- GPS network monitors the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran. *Journal of Geodesy* 77: 411-422.
- Shayanfar, M., Ghorashi, M. & Mahdavian, A., 2010- Seismotectonic report of Anarak-Talmissi Basin. Iran Nuclear Waste Management Company, 218p.
- Vernant, P., Nilforoushan, F., Chéry, J., Bayer, R., Djamour, Y., Masson, F., Nankali, H., Ritz, J. F., Sedighi, M. & Tavakoli, F., 2004a- Deciphering oblique shortening of central Alborz in Iran using geodetic data. *Earth and Planetary Science Letters* 223 : 177-185.
- Vernant, P., Nilforoushan, F., Hatzfeld, D., Abassi, M., Vigny, C., Masson, F., Nankali, H., Martinod, J., Ghafory-Ashtiany, M., Bayer, R., Tavakoli, F. & Chéry, J., 2004b- Present-day crustal deformation and plate kinematics in Middle East constrained by GPS measurements in Iran and Northern Oman. *Geophysical Journal International* 157:381-398.
- Walker, R. & Jackson, J., 2004- Tectonics and late Cenozoic strain distribution in central and eastern Iran. *Active Tectonics* 23: TC5010, doi: 10.1029/2003TC001529, Active.

## Geology and structural pattern of Anarak-Talmessi sedimentary basin

M. Shayanfar <sup>1\*</sup>, M. Ghorashi <sup>2</sup>, S. J. Ahmadi <sup>3</sup>, A. Saeedi <sup>4</sup> & A. R. Shahidi <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ph. D., Iran Nuclear Waste Management Co., Atomic Energy Organization of Iran, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Associate Proessor, Islamic Azad University, North Tehran Branch; Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Nuclear Fuel Cycle Institute, Atomic Energy Organization of Iran, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Ph. D., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2014 February 18

Accepted: 2014 June 02

### Abstract

The existence of a sedimentary basin with a large thickness of Neogene sediments (Lower Red Formation) in the Anarak-Talmessi region of central Iran with a basement of Precambrian metamorphic rocks, high rate of erosion processes, and more importantly its safety necessity led us to define the structural pattern and analyze its active tectonics and seimotectonics. In this regard, field observations, processing of satellite images, and investigation of eroded landforms were used. According to the lack of Qom and Upper Red Formations and faulting plus aseismic characteristics of the area up to a radial distance of 86 km, it can be concluded that a combination of a stair-step uplift-erosion system has controlled the basin, which caused its scarp shape and lack of younger sediments.

**Keywords:** Paleogene sedimentary basin, Anarak-Talmessi, Uplift, Structural pattern, Erosion rate.

For Persian Version see pages 315 to 320

\*Corresponding author: M. Shayanfar; E-mail: mshayanfar@aeoi.org.ir