سی و ششمین گردهمایی و
سومین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین
۶-۸ اسفند ماه ۱۳۹۶

کنترل زمین‌ساختی بر تراورتن‌زایی، جنوب شرق روستای آستانه، استان سمنان

◊◊◊◊◊◊◊

محمد حسن اکبری، کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشجو، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، makbari.geo@gmail.com
حسین حاجی‌علی‌بیگی، دکترای تکتونیک، استادیار گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، h-alibeigi@sbu.ac.ir
احمد علوی، دکترای تکتونیک، استاد، گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، a-alavi@sbu.ac.ir

◊◊◊◊◊◊◊

چکیده:

منطقه مطالعاتی این پژوهش، مشتمل بر تراورتن‌های جنوب شرق روستای آستانه، در شمال غرب شهرستان دامغان واقع در استان سمنان، قرار دارد. این منطقه مطالعاتی از نظر زمین‌ساختی در پهنه رسوبی – ساختاری البرز واقع شده است. به منظور درک کنترل زمین‌ساختی بر نحوه فعالیت تراورتن‌زایی در این منطقه، وضعیت واحدهای سنگ‌شناسی و عوارض ساختمانی آن با توجه به نقشه‌ها و مطالعات صحرایی انجام شده مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت. تراورتن‌زایی در این منطقه در امتداد گسل‌های F1 و F2 و عمدتا در بخش انتهایی این دوگسل با ساختار افشانه دم اسبی کششی صورت گرفته است . هر دو گسل در پهنه برشی، حدفاصل دو گسل آستانه و طزره بوده و کمابیش به موازات این دو گسل قرار دارند. به نظر می‌رسد که خمیدگی ایجاد شده در این بخش از پهنه البرز از پلیو- کواترنر تا کنون موجب چرخش و تغییر در راستای تنش‌های وارده بر این منطقه شده است. حاکمیت زمین‌ساخت حاصل از این خمیدگی، سبب چرخش در پهنه‌های برشی و تشکیل ساختارهای کششی – جدایشی حدفاصل گسل‌های طزره و آستانه شده است. در نهایت فرآیند تراورتن‌زایی در طول این گسل‌ها و بخصوص در پایانه آنها انجام و در سطح زمین رخنمون شده است.

کلید واژه ها: تراورتن، روستای آستانه، کنترل زمین‌ساختی، سمنان، دامغان

Tectonic control on travertine deposits, South East Astaneh Village, Semnan Province

Author [1] (Mohammad Hasan, Akbari, makbari.geo@gmail.com), Author [2] (Hossein, Hajialibeigi, h-alibeigi@sbu.ac.ir),
Author [3] (Ahmad, Alavi, a-alavi@sbu.ac.ir)

Abstract:

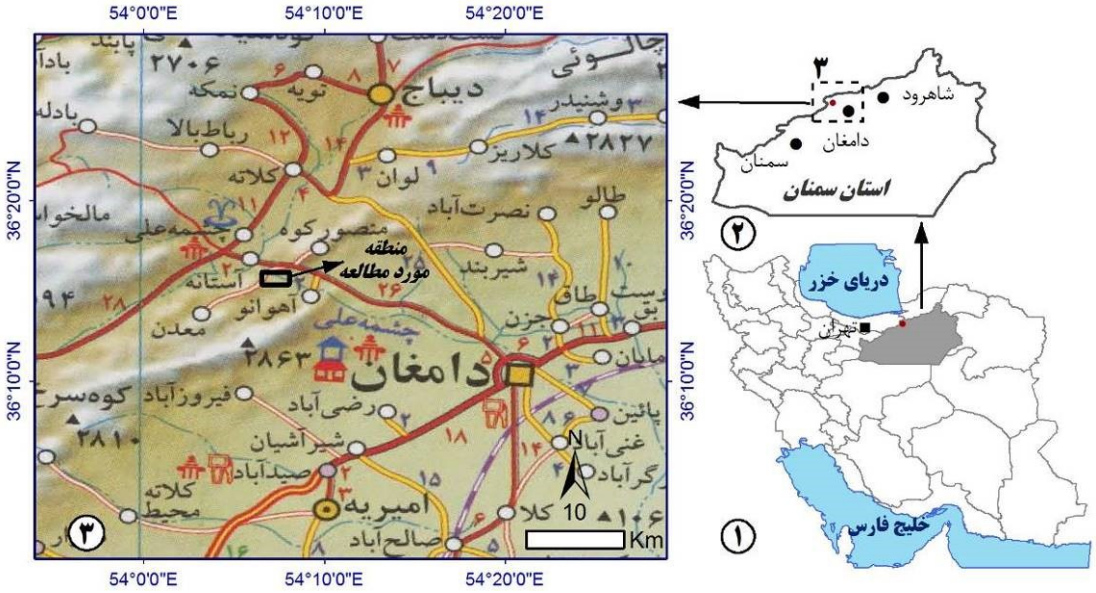
The study area of this research which includes travertines is located in the southeast of Astaneh village, northwest of Damghan in Semnan province. This area is tectonically located in the Alborz structural-sedimentary zone. In order to understand the tectonic control of the travertine process in this area, according to the maps and field studies, lithological units and its structural elements have been evaluated. Travertine deposition has been done along and often in termination of F1 and F2 faults with extensional horsetail splay structures. Both faults which are parallel are located between Tazareh and Astaneh faults within shear zone of them. It seems that the curvature created in this part of the Alborz zone, From Plio-Quaternary to the present, has caused the rotation and changing in the orientations of the principal stresses on the area. The overcoming of the tectonic regime resulting from this curvature has led to the formation of pull-apart structures between the Astaneh and Tazareh faults. Finally, the travertine process was performed along of the F1 and F2 faults and specially at terminations and was exposed.

Keywords : Travertine, Astaneh Village, Tectonic Control, Semnan

◊◊◊◊◊◊◊

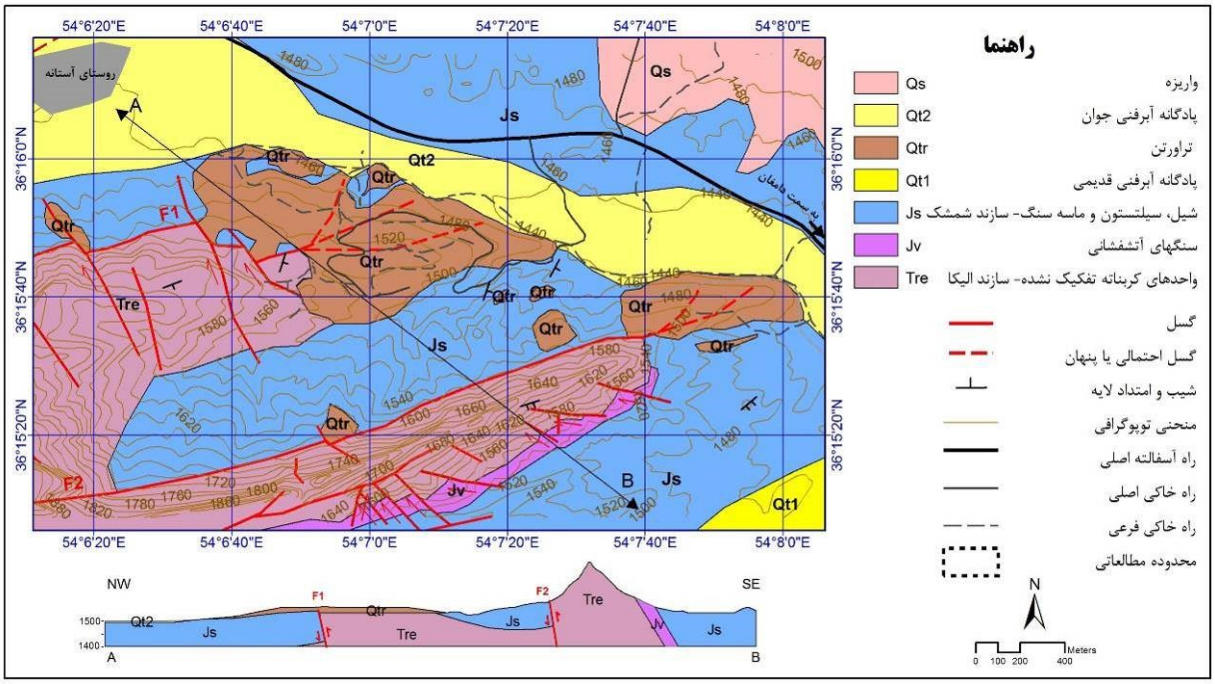
مقدمه :

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق روستای آستانه و در ۱۸ کیلومتری شمال غرب شهرستان دامغان، واقع در استان سمنان قرار گرفته است (شکل ۱). این منطقه در دامنه جنوبی پهنه رسوبی- ساختاری البرز و در نزدیکی مرز بخشهای میانی و شرقی آن واقع شده است. در این مقاله کوشش خواهد شد تا ضمن بررسی و ارزیابی دقیق ارتباط زمین‌ساختی و عوارض ساختاری با تراورتن‌زایی صورت گرفته در جنوب شرق آستانه، مدلی برای فرایند تراورتن‌زایی انجام شده، در این منطقه مطالعاتی ارائه گردد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران (۱) و استان سمنان (۲) و راههای دسترسی به آن (۳) (برگرفته از اطلس راه‌های ایران، ۱۳۸۰)

نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه با بهره‌گیری از مطالعات صحرایی، تصاویر ماهواره‌ای، عکس هوایی و نقشه زمین‌شناسی ۱۰۰ ۰۰۰: ۱ دامغان، تهیه و ترسیم گردید (شکل ۲). قدیمی‌ترین واحدها در منطقه مطالعاتی مربوط به واحد کربناته تفکیک نشده سازند الیکا (Tre) به سن تریاس بوده که شامل سنگ آهک خاکستری، شیل نخودی و دولومیتهای توده‌ای زرد است (شکل ۳- ۱). بر روی سازند الیکا توالی ضخیم سازند شمشک (Js) به سن ژوراسیک، متشکل از تناوب ماسه‌سنگ ارغوانی نازک تا ضخیم لایه و سیلتستون و شیلهای نازک‌لایه زغالدار سبز تا سیاه قرار گرفته است. هرچند مرز این دو سازند در برخی قسمتها گسلی است (شکلهای ۳- ۲ و ۳- ۳). در بخش زیرین سازند شمشک سنگهای آتشفشانی عمدتا بازالتی (Jv1) دیده می‌شود که لاتریتی شده‌اند. تراورتن‌های منطقه (Qtr) متعلق به دوران کواترنری، بصورت دگرشیب بر روی واحدهای قدیمی‌تر نهشته شده‌اند. ستبرای آنها در بخشهای میانی گاه به بیش از ۳۰ متر نیز می‌رسد (شکل ۳- ۴).



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی تهیه شده برای منطقه مطالعاتی (مستطیل خط چین) و واحدهای سنگ چینه‌ای آن، همراه با مقطع زمین‌شناسی ساختاری ترسیم شده در امتداد AB. موقعیت محدوده مطالعاتی در شکل ۱- ۳ با کادر مشخص شده است

هانکوک و همکاران (Hancock et al.,1998) به کاربردهای نهشته‌های تراورتنی ناشی از چشمه‌های آبگرم، در مطالعات نوزمین‌ساخت و تاریخچه عوارض ساختاری، تحت عنوان "تراویتونیکس" اشاره نمودند. رسوبات تراورتن ترجیحا در امتداد درزه‌ها، بلافاصله بر روی شکافهای کششی و یا در فرادیواره گسلهای نرمال ایجاد می‌شوند، از راستای شکاف میانی در نهشته‌های تراورتنی می‌توان برای پی بردن به جهت کشش محلی استفاده نمود (Hancock et al.,1998). بنا بر تعریف کاپزولی (Capezzuoli & Gandin, 2014) آن دسته از نهشته‌های آهکی آب شیرینی که همواره تشکیل آنها با زمین‌ساخت در ارتباط است، تراورتن نامیده می‌شوند. در این نهشته‌ها منشا دی اکسید کربن، عمدتا ترموژن یا ترمومتئوژن بوده، دمای آب چشمه تراورتن‌ساز عموما بالای ۳۰ درجه و منبع حرارت در آنها زمین‌گرمایی است. علاوه بر کلسیت، کانی‌زایی آراگونیت بصورت باندی دیده شده و تخلخل اولیه عموما کمتر از ۳۰ درصد است. غالبا نهشته‌های تراورتنی با مورفولوژی تپه‌ای و پشته‌ای و با لایه‌بندی واضح دیده می‌شوند.

تراورتن‌های جنوب شرق روستای آستانه، مورفولوژی تپه‌ای و گاه پشته‌ای دارند. این سنگها منطقه مطالعاتی در دو رخنمون اصلی و چند رخنمون فرعی دیده می‌شوند و در مجموع مساحتی در حدود ۸۰ تا ۱۰۰ هکتار را در بر گرفته اند. شکلهای ۳- ۵ تا ۳-۹ وضعیت لایه‌بندی، بازشدگی و پرشدگی شکافهای کششی، تخلخل و ساختهای انحلالی در این تراورتن‌ها را نشان می‌دهند.

منطقه مطالعاتی در نزدیکی مرز بخشهای میانی و شرقی پهنه البرز جای گرفته است. در مدلهای ارائه شده جدید از سیر تکامل زمین‌ساختی شمال ایران، همانند آنچه توسط متئی (Mattei et al. 2017) ارائه شده، پهنه البرز در ابتدای تشکیل، بصورت پهنه‌ای مستقیم و فاقد خمیدگی قابل ملاحظه در نظر گرفته شده است. با فرورانش بلوک جنوب خزر به زیر پلیت اوراسیا، در حدود ۴ تا ۶

میلیون سال قبل، در مرز البرز میانی با البرز شرقی و غربی چرخش و خمیدگی صورت پذیرفته و در نهایت این خمیدگی در پهنه البرز به شکل فعلی خود رسیده است. بررسی وضعیت کنونی حرکت صفحات ایران در مقیاسی وسیع‌تر، کمابیش تغییر در جهت و میزان حرکت صفحات را در این بخش از البرز نشان می‌دهد (Jackson et al. 2002).

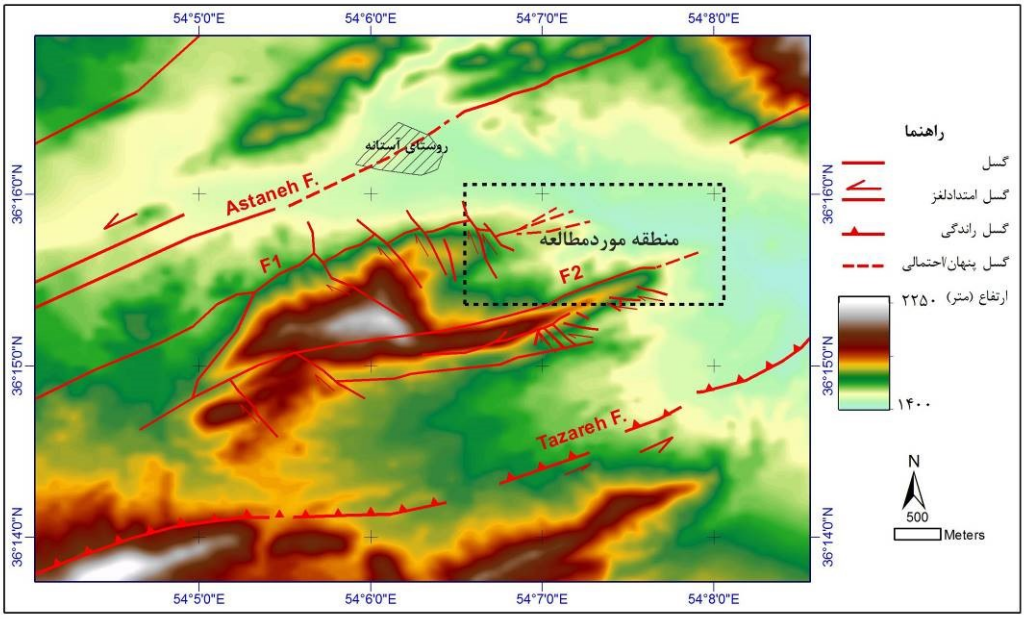
◊◊◊◊◊◊◊

بحث و روش تحقیق:

در طی مطالعات پس از اینکه نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و عکسهای هوایی منطقه جمع‌آوری و مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. با انجام مطالعات صحرایی به بررسی و برداشت واحدهای سنگ‌چینه‌ای، مرز آنها و عوارض ساختمانی و درزه‌ها و شکافها و ساختارهای موجود در تراورتن‌ها و سایر واحدهای سنگی منطقه پرداخته شد و نهایتا نقشه زمین‌شناسی منطقه تهیه گردید. پس از تفسیر این نتایج و تعیین جهت‌گیری تنش‌های اصلی منطقه، تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و مقایسه نتایج مطالعات صحرایی با منابع و نقشه‌های موجود انجام گرفت. سرانجام پس از تحلیل و بررسی، نتیجه‌گیری نهایی صورت پذیرفت. منطقه مورد مطالعه حد فاصل بخش انتهای غربی گسل طزره و بخش میانی گسل آستانه واقع شده است که در داخل محدوده دو گسل فرعی F1 و F2 نیز دیده می‌شود (شکل ۵). گسل طزره یا گسل شمال دامغان (بربریان، ۱۹۷۷) به طول تقریبی ۷۵ کیلومتر دارای راستای تقریبی W-E است که سطح آن به سمت شمال تمایل دارد. سازو کار آن از نوع معکوس با مولفه امتدادلغز چپ‌گرد عنوان شده است (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲). گسل آستانه به طول ۱۰۰ کیلومتر (نظری، ۲۰۰۶)، دارای راستای NE-SW می‌باشد. ساز وکار آن امتدادلغز چپ‌گرد بوده اما به گمان هالینگورث و همکاران (Hollingsworth et al. 2008)، سازوکار گسل، راندگی با مؤلفه چپ‌گرد است (شیخ‌الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲). گسل آستانه به سمت خاور در شمال غرب منطقه مطالعاتی، درون کوهستان خم می‌شود و یک حوضه کششی جدایشی چپ‌بر بزرگ به طول ۳۰-۴۰ کیلومتر ایجاد می‌کند (Hollingsworth et al. 2008). به باور ریتز و همکاران (۲۰۰۶) همگرایی مایل در راستای البرز مرکزی - خاوری به وسیله تراکشش فعال امروزی در راستای سامانه گسل‌های آستانه ـ فیروزکوه ـ مشا جذب می¬شود.گسل‌های F1 و F2 با روند SWW-NEE و به ترتیب با درازای بیش از ۵/۵ و ۵ کیلومتر از بخش شمالی و جنوبی منطقه مطالعاتی می‌گذرند. شیب هر دو گسل F1 و F2 در حدود ۷۰ تا ۸۰ درجه بوده و به سمت جنوب تمایل دارند. ساز و کار آنها از نوع معکوس با مولفه امتدادلغز چپ‌گرد است. همچنین یک سری گسل فرعی با مولفه امتدادلغز، گسل F1 و ندرتا گسل F2 را قطع نموده‌اند که عمدتا جابجایی راستگرد دارند اما با توجه جهت‌گیری اولیه تنشها در منطقه، احتمالا برخی از آنها در ابتدا ساز و کار کششی داشته‌اند. درزه و شکافهای موجود در واحدهای سنگی سازند شمشک و نهشته‌های تراورتن، در ۱۳ ایستگاه مختلف موردمطالعه و برداشت قرار گرفت (شکل ۶). از بررسی درزه‌های ایجاد شده در واحدهای سنگی سازند شمشک، راستای SE-NW برای تنش حداکثری وارد بر منطقه مطالعاتی استنباط می‌گردد. همچنین غالب ساختارهای مرتبط با فشارش مانند محور چین‌خوردگی‌ها و لایه‌بندی موجود در واحدهای قدیمی منطقه و گسلهای معکوس اصلی دارای راستای SW–NE بوده که معرف تنش حداکثری عمود بر این راستاها می‌باشند. اما شکافهای موجود در تراورتن‌ها غالبا از راستای SWW-NEE تا SW-NE برخوردار هستند. بنابراین راستای SWW-NEE تا SW-NE برای تنش حداکثری وارد بر منطقه مطالعاتی، در طول دوره تروارتن‌زایی در کواترنر استنباط می‌گردد.



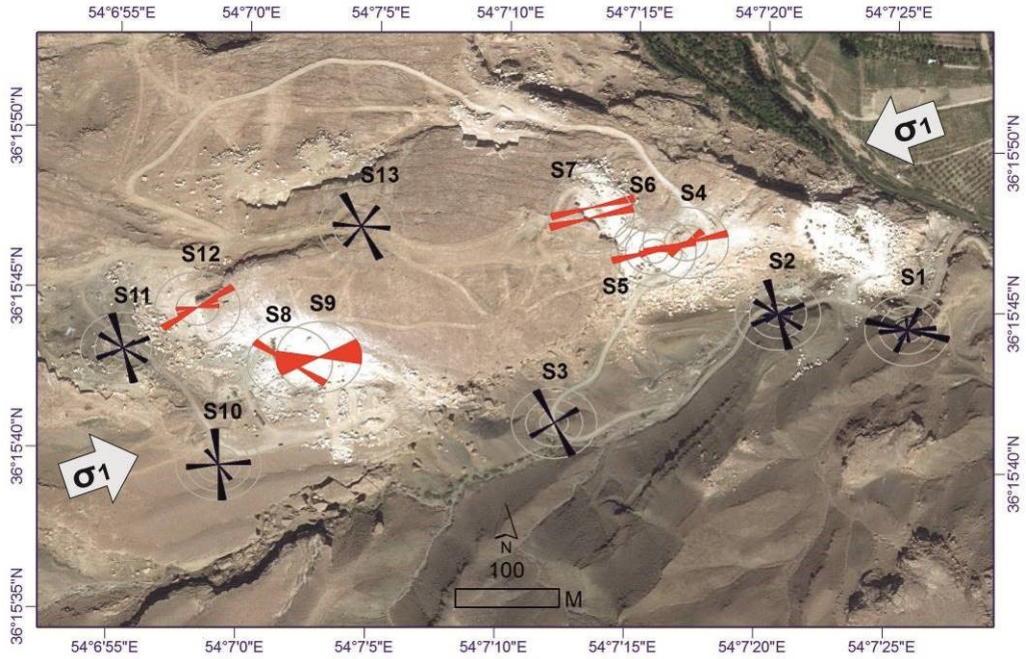
شکل ۳- نمایش واحدهای صخره‌ساز سازند الیکا (.Tre.For) در زیر واحدهای فرسایش پذیر سازند شمشک (.Js.For) و نهشته‌های تراورتن (Qtr) (دید به سمت شمال) (۱)، نمایش وضعیت توده سنگ در بخش ماسه‌سنگی سازند شمشک (.Js.For) همراه با میان لایه شیلی (دید به سمت جنوب) با مرز گسلی در زیر سازند الیکا (.Tre.For) (۲)، تناوب شیل نازک لایه با ستبرای زیاد و واحدهای ماسه‌سنگی متوسط تا ضخیم‌لایه در سازند شمشک (.Js.For) (دید به سمت جنوب) (۳)، قرار گیری سازند شمشک (.Js.For) با ناپیوستگی زاویه‌دار در زیر نهشته‌های کم شیب تا افقی تراورتن (Qtr) (٤) وجود شکافهای کششی (T) متوالی و با راستای کمابیش موازی در تراورتنهای کرم تا استخوانی (٥) دو شکاف موازی با بازشدگی متفاوت و پر شدگی از رس و لای آهکی (سمت چپ) و دیگری از تراورتن باندی از جنس آراگونیت (سمت راست) (٦) دهانه یک شکاف پشته‌ای نسبتا بزرگ در بخشهای پشته تراورتنی (۷) شکافهای عمدتا با راستای کمابیش یکسان و شیبهای مختلف، با آثار تراورتن‌زایی باندی از جنس آراگونیت و کلسیت در دیواره‌ها و گاه آثار کانی‌زایی اکسیدها تحت تاثیر نفوذ محلولهای هیدروترمال غنی از اکسیدهای آهن (۸) تخلخل در تراورتن منطقه همراه با حفرات نسبتا بزرگ انحلالی (۹)



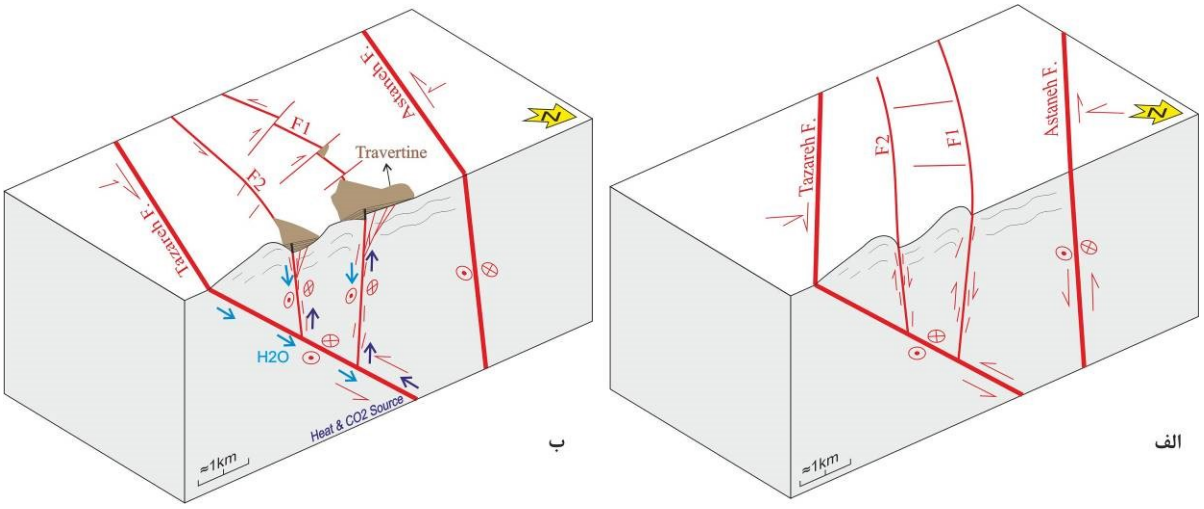
شکل ۵- نقشه گسلهای اصلی منطقه مطالعاتی و پیرامون آن بر روی مدل رقومی ارتفاعی،

به نظر می‌رسد در اثر همگرایی مایل ایجاد شده در این بخش از البرز راستای بردار حرکتی صفحات و در نتیجه آن جهت تنشهای اصلی نیز تغییر می‌کند. این تغییرات بر روی عملکرد گسلهای اصلی این بخش از البرز نیز اثرگذار بوده است. بطوریکه به مرور و با کمانی شدن البرز و تغییر در راستای حرکت صفحات و تنشهای اصلی، عمدتا گسلهای با ساز و کار فشارشی، به مرور مولفه امتدادلغز پیدا کرده‌اند. تغییر در راستای تنشها در این قسمت از البرز گاه بصورت ایجاد حوضه‌های کششی- جدایشی خود را نشان داده (Hollingsworth et al. 2008) و گاه بصورت چرخش بلوکی (Block Rotation) در کنده‌های گرفتار در پهنه‌های برشی ایجاد شده، نمایان گردیده است. در منطقه مطالعاتی . به نظر می‌رسد عملکرد توامان گسلهای امتدادلغز راست‌گرد و گسلهای F1 و F2 کمابیش چرخش بر خلاف حرکت عقربه‌های ساعت، در بلوکهای گرفتار در این پهنه برشی چپ‌گرد را میسر نموده‌اند. در منطقه مطالعاتی شکل‌گیری ساختارهای فشارشی در واحدهای رسوبی قدیمی‌تر به وضعیت تنش‌ها، قبل از کواترنر مربوط می‌گردد (شکل ۷- الف). با چرخش و تغییر در راستای تنشهای اصلی منطقه، تنش حداکثری راستای SWW-NEE تا SW-NE به خود گرفته است. در اثر همین چرخش، در بخشهای انتهایی و بخش شرقی پیشانی بلوکهای چرخیده، کشش ایجاد شده است. در نتیجه صعود سیالات گرمابی بطور عمده از همین مناطق تحت کشش و به ندرت از محل تقاطع این گسها با گسلهای فرعی صورت پذیرفته است. شکاف‌های کششی موجود در تراورتن‌های منطقه نیز به موازات همین گسلها شکل گرفته‌اند (شکل ۷- ب). ذکر این نکته ضروری است که عمدتا این تراورتن‌زایی در بخشهای انتهایی دو گسل F1 و F2 و به ندرت در تقاطع آنها با گسلهای فرعی صورت گرفته است. پایانه شرقی گسلهای مذکور احتمالا از نوع ساختار افشانه دم‌اسبی کششی (extensional horsetail splay

structures) است. در این مناطق شبکه متراکم و به هم پیوسته ای از درز و شکافها و گسلهای کوچک فرعی ایجاد شده و در نتیجه موجب افزایش نفوذپذیری و نهایتا صعود محلولهای هیدروترمال و رسوبگذاری تراورتن در سطح شده است.



شکل ٦- نمایش ایستگاههای برداشت درزه (S1، S2، S3، S10، S11 و S13) و رزدیاگرام آنها (به رنگ سیاه) و موقعیت شکافهای برداشت شده در نهشته‌های تراورتن (S4، S5، S6، S7، S8، S9، S12) و رزدیاگرام آنها (به رنگ قرمز). فلش راستای بیشینه تنش احتمالی وارد بر منطقه مطالعاتی در زمان تشکیل نهشته‌های تراورتن (کواترنر) را نشان می‌دهد



شکل ۷- مدل تراورتن‌زایی منطقه مطالعاتی. وضعیت ساختارهای کنترل کننده تراورتن‌زایی در منطقه مطالعاتی قبل از کواترنر (الف) و همزمان با تراورتن‌زایی (ب)

◊◊◊◊◊◊◊

نتیجه گیری :

منطقه مطالعاتی این پژوهش که مشتمل بر نهشته‌های تراورتنی جنوب شرق روستای آستانه در شمال غرب شهرستان دامغان است، بخشی از پهنه رسوبی- ساختاری البرز می‌باشد. تراورتن‌زایی صورت گرفته در این منطقه در راستا و بخصوص پایانه شرقی گسل‌های F1 و F2 که هر دو حدفاصل گسل‌های طزره و آستانه قرار دارند، صورت گرفته است. کنترل زمین‌ساختی انجام شده بر نحوه فعالیت تراورتن‌زایی این منطقه مبتنی بر مطالعات صحرایی تائیدکننده حاکمیت مکانیسم چرخش در بلوکها و تغییر راستای تنشها در پهنه برشی ایجاد شده است. این مکانیسم حاصل از خمیدگی صورت گرفته در این بخش از پهنه البرز می‌باشد. به نظر می‌رسد که خمیدگی ایجاد شده در این بخش از پهنه البرز، از پلیو- کواترنر تا کنون موجب تغییر در راستای تنش‌های وارده بر این منطقه ، تغییر در ساز و کار گسلها، چرخش بلوکی و ایجاد مناطق تحت کشش و در نهایت صعود سیالات هیدروترمال از این مناطق و شکل‌گیری نهشته‌های تراورتنی در این بخش از گسل‌های F1 و F2 شده باشد.

◊◊◊◊◊◊◊

منابع فارسی :

آقا نباتی، س. ع.، (۱۳۸۳)، "زمین‌شناسی ایران"، چاپ اول ، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

شیخ‌الاسلامی، م.ر.، جوادی، ح.ر.، اسدی، م.، آقاحسینی، ا.، کوهپیما، م.، وحدتی، ب. ، (۱۳۹۲)، "دانشنامه گسلهای ایران" و " نقشه گسلهای ایران (مقیاس ۱:۱ ۰۰۰ ۰۰۰)"، چاپ اول، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

◊◊◊◊◊◊◊

References:

Altunel, E., & Hancock, P.L., 1996. "*Structural Attributes of Travertine- Filled Extentional Fissures in the Pamukkale Plateau, Western Turkey*", International Geology Review 38, p. 768-777

Capezzuoli, E., Gandin, A., 2014. "*Decoding tufa and travertine (fresh water carbonates) in the sedimentary record"* The state of the art, Sedimentology, 61, p.1-21

Ford, T.D., Pedley, H.M., 1996. "*A review of tufa and travertine deposits of the world, Earth-Science Reviews*" 41, p. 117-175

Hancocka, P.L., Chalmersa, R.M.L., Altunel, E., Cakir, Z. , 1998. "*Travitonics: using travertines in active fault studies*", Journal of Structural Geology, 21, p. 903-916

Hollingsworth, J., Jackson, J., Walker, R., Nazari, H., 2008. " *Extrusion tectonics and subduction in the eastern South Caspian region since 10 Ma*", Geoscience, 36, p. 763-766

Jackson, J., Priestley, K., Allen, M., Berberian, M., 2002. "*Active tectonics of the South Caspian Basin*", Geophysical Journal International, 148, p. 214–245

Matteia, M., Cifelli, F., Alimohammadian, H., Rashid, H., Winkler, A., Sagnotti, L., 2017. "*Oroclinal bending in the Alborz Mountains (Northern Iran): New constraints on the age of South Caspian subduction and extrusion tectonics*, Gondwana Research, 42, p. 13-28

Pentecost, A., 2005. "*Travertine*", First Edition, Springer