

نقش گسلش در گسترش سطحی نهشته‌های تبخیری محدوده ورامین - سمنان

مهرا ن آرین*^۱، فرانک فیضی^۲

۱- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

(*عهده دار مکاتبات - mehranarian@yahoo.com)

چکیده

گسترش سطحی نهشته‌های تبخیری از دیدگاه منابع طبیعی، دارای اثرات زیانباری بر کیفیت منابع آب و خاک می‌باشد. در این مقاله، دلیل گسترش سطحی نهشته‌های تبخیری محدوده ورامین - سمنان مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس، گسل‌ها به عنوان عامل اصلی به سطح رسیدن نمک‌ها مطرح گردیده‌اند. این نمک‌های به سطح رسیده مربوط به سازندهای کند و قرمز زیرین (با سن ائوسن پایانی و الیگوسن) می‌باشند و هم اکنون تحت تأثیر شرایط اقلیمی گرم و خشک در حال توسعه هستند.

واژگان کلیدی: نهشته‌های تبخیری، گسل، ورامین، سمنان، نگاره‌ماهوره‌ای.

۱- مقدمه

یک پدیده یا سیمای حاصل از دگرشکلی یا جابه‌جاشدگی سنگ‌ها نظیر یک چین یا گسل، یک سیمای ساختاری نامیده شده است (Jackson & Bates, 1997). در این مقاله، ابتدا سیماهای ساختاری موثر در گسترش سطحی نهشته‌های نمکی در محدوده ورامین - سمنان براساس بررسی‌های صحرایی و نگاره‌های ماهواره‌ای لندست معرفی شده‌اند و سپس با توجه به نتایج بررسی‌های صورت پذیرفته، مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. منطقه مورد مطالعه در گستره استان سمنان قرار دارد و تنها بخشی از حاشیه باختری در استان تهران واقع شده است. عرض جغرافیایی منطقه مورد نظر بین ۱۰' و ۳۵° الی ۲۰' و ۳۵° و ۵۰' الی ۳۵° و ۵۰' در بخش باختری و ۲۰' و ۳۵° الی ۵۰' و ۳۵° در بخش خاوری می‌باشد و طول آن بین ۵۰' و ۵۱° الی ۵۵' و ۵۳° خاوری است. راه‌های دسترسی به این منطقه از تهران عبارتند از: مسیر تهران - فیروزکوه - سمنان و مسیر تهران - گرمسار - سمنان (شکل ۱). این منطقه در دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز مرکزی - خاوری واقع شده و ارتفاع آن از شمال به جنوب کاهش می‌یابد و بالاخره در حاشیه دشت کویر به حداقل میزان خود (۶۷۰ متر بالای سطح میانگین دریا) می‌رسد (شریعت و رنجبر، ۱۳۶۷).

۲- آب و هوا

به طور کلی این منطقه تحت تأثیر جریان‌های هوایی گرم و خشک دشت کویر قرار دارد ولی عواملی چون دوری از دریا، جهت و امتداد کوه‌ها ارتفاع و وزش بادهای نیز در آب و هوای آن موثرند. بیشترین میزان بارندگی نیز بر اساس نمودار میانگین آن در شهر سمنان، حدود ۴۰ میلی‌متر می‌باشد که مربوط به ماه‌های دی و بهمن است. در این منطقه دو نوع آب و هوا را می‌توان مشخص نمود: آب و هوای نسبتاً سرد و خشک در زمستان و معتدل در تابستان که در

بخش‌های شمالی منطقه مورد مطالعه نظیر مهدی‌شهر و شه‌میرزاد حکمفرماست و آب و هوای کویری نسبتاً گرم و خشک در تابستان و سرد و خشک در زمستان که در بخش‌های جنوبی منطقه مورد مطالعه نظیر گرمسار و جنوب شهرستان سمنان حکمفرماست.

۳- توده‌های تبخیری

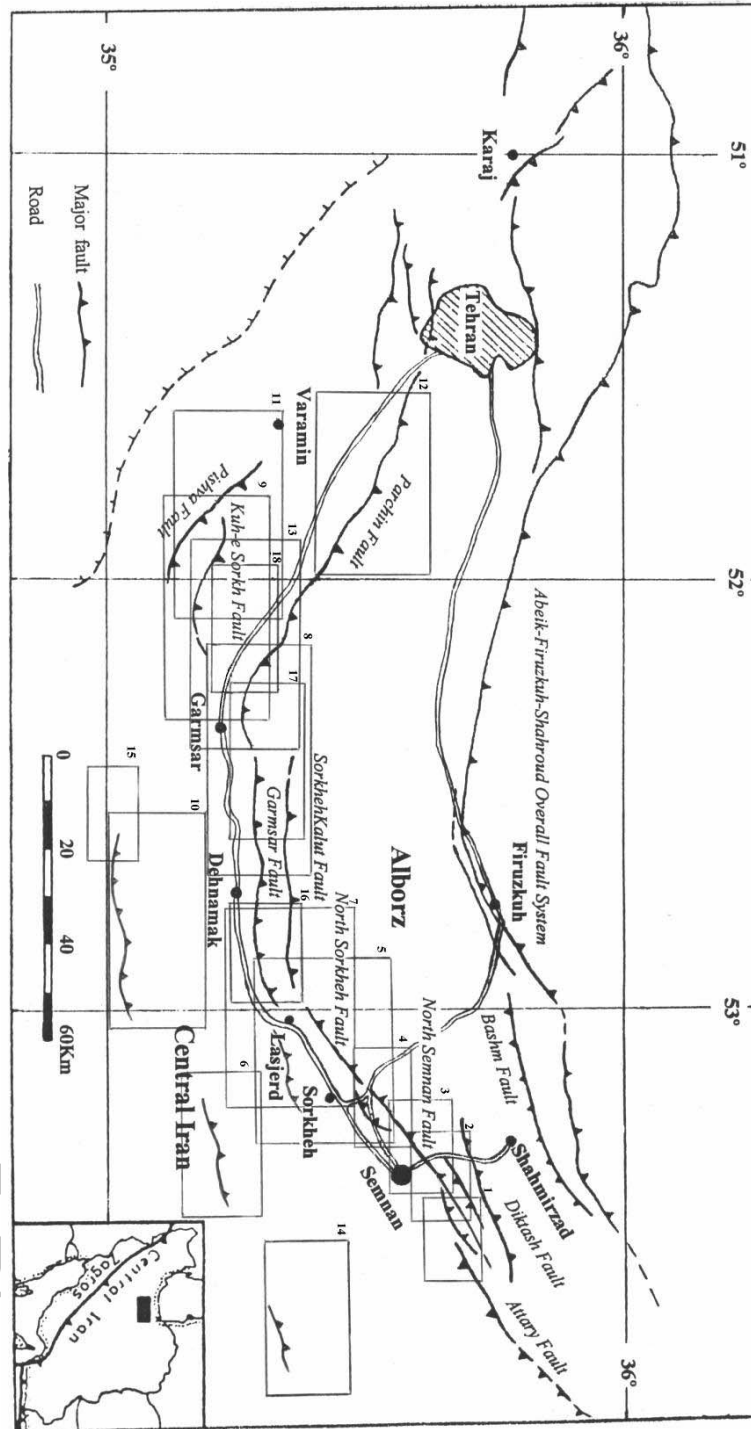
توده‌های تبخیری در باختر، شمال باختری و شمال خاوری گرمسار، شمال خاوری ده نمک و جنوب لاسجرد و سمنان رخنمون یافته‌اند لایه مادر این توده‌های دی‌پیری، بخش‌های تبخیری سازندهای قرمز زیرین، کند و یا سمنان است. سازند سمنان با سن ائوسن پایانی - الیگوسن آغازین شامل تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ درشت دانه و لایه‌های ماری است که تدریجاً توفی شده و سرانجام به حدود ۱۰۰ متر لایه‌های گچ سفید و گاهی قرمز ختم می‌شود (Huber, 1960). این سازند معادل با سازند کند در نظر گرفته شده است (Huber, 1966a,b). بزرگ‌ترین توده تبخیری دی‌پیری شده، در باختر گرمسار قرار دارد.

۴ - گسل‌ها

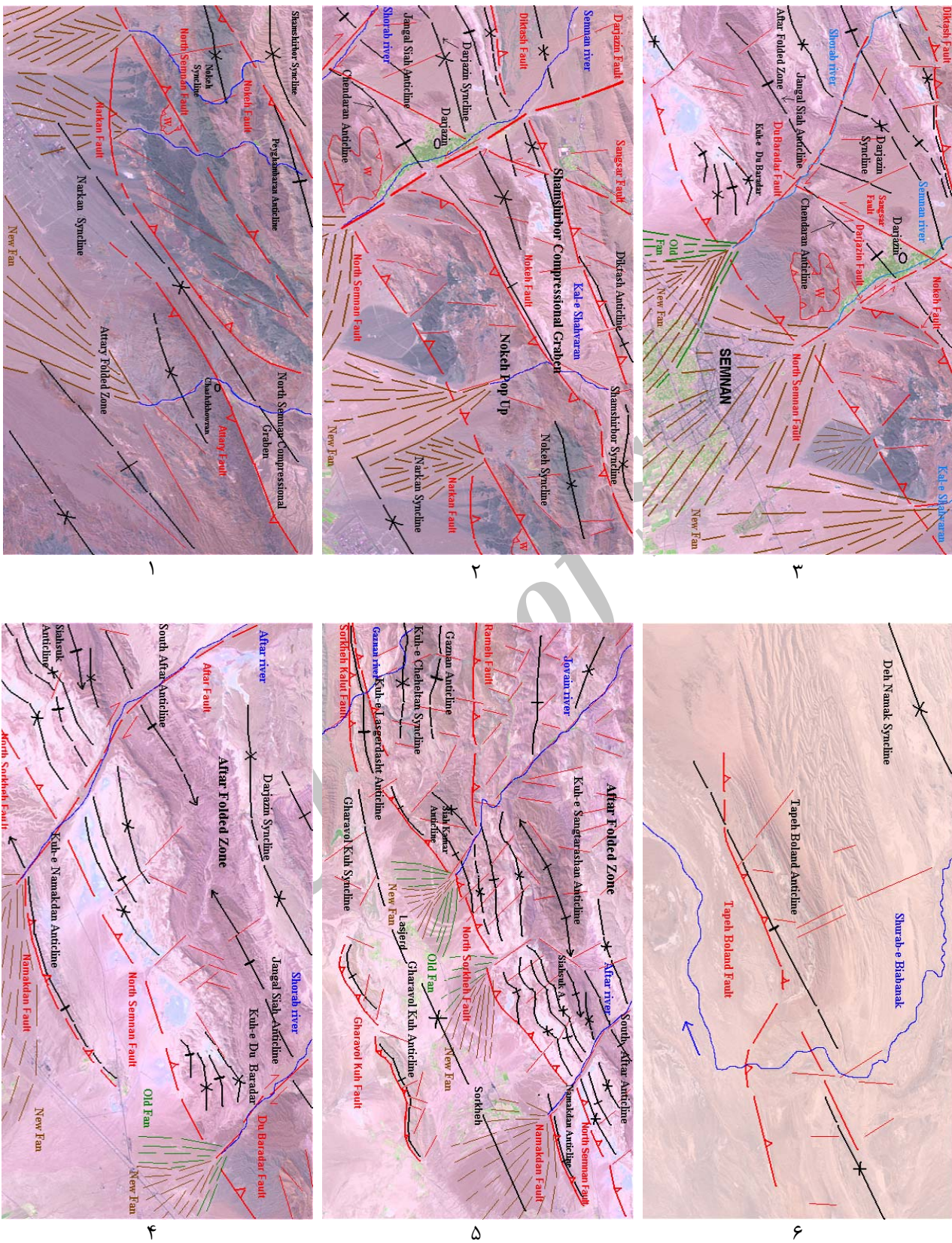
گسل‌ها، بارزترین سیمای ساختاری منطقه مورد مطالعه می‌باشند. روند ساختاری چیره آن‌ها در بخش باختری منطقه، شمال باختری - جنوب خاوری، در بخش میانی منطقه خاوری - باختری و در بخش خاوری منطقه مورد نظر، شمال خاوری - جنوب باختری است (شکل ۲). بر مبنای نگاره‌های ماهواره‌ای شکل ۱ گسل‌های بخش خاوری منطقه مورد مطالعه را می‌توان به شرح زیر بررسی کرد.

۴-۱- راندگی شمال سمنان

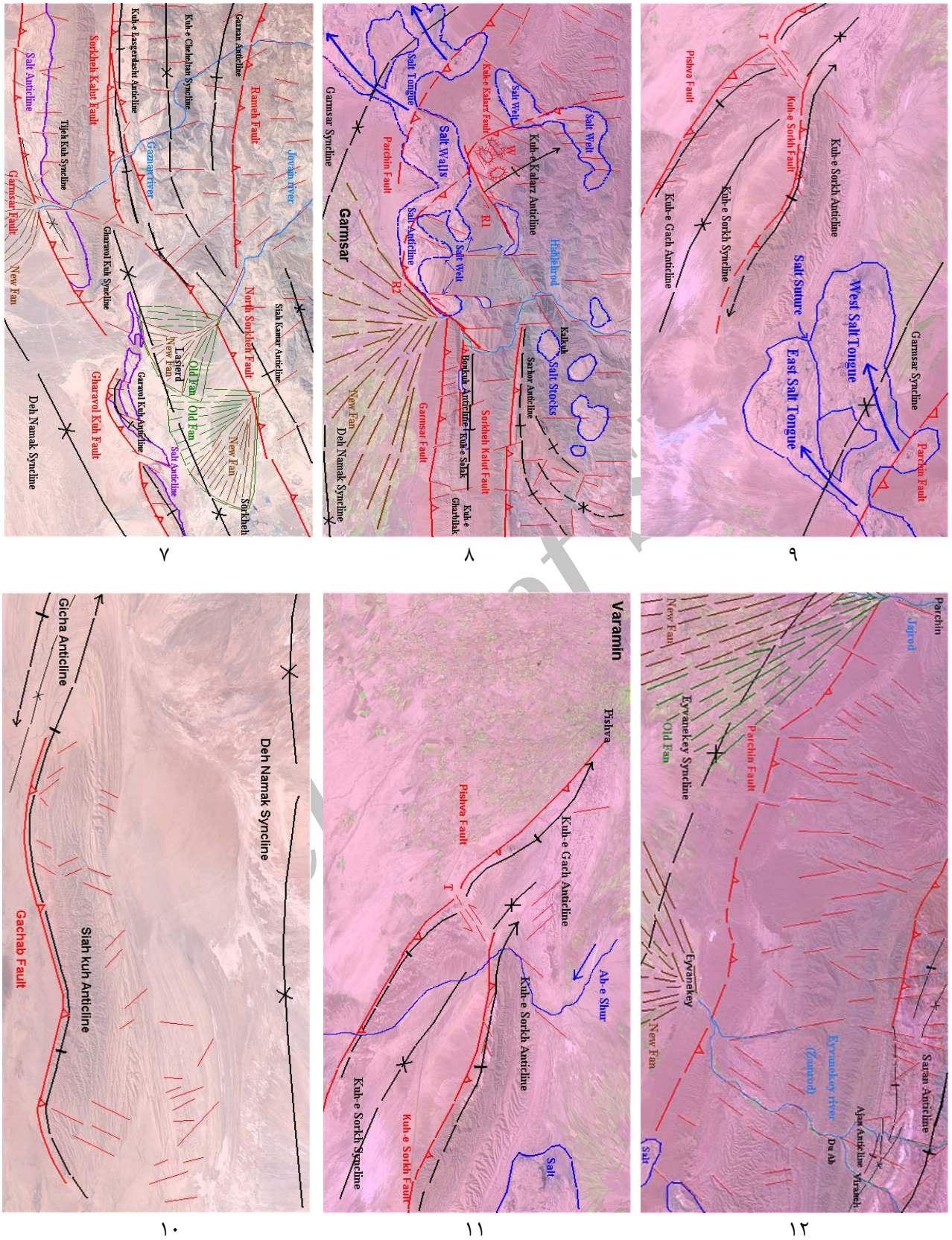
این راندگی با درازای حدود ۴۵ کیلومتر و راستای چیره شمال خاوری - جنوب باختری از جنوب عبدل آباد در باختر نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ جام آغاز و پس از عبور از شمال و شمال باختری شهر سمنان تا شمال کوه نمکدان و یا رمپ جانبی افتر ادامه می‌یابد (شکل ۳). سازوکار چیره این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است. در شکل ۴، مارن و کنگلومرای ائوسن بالایی (تشکیل دهنده فرادیواره راندگی شمال سمنان) در خاور کوه دوبرادر قابل مشاهده است. رمپ جانبی افتر یک گسل انتقالی ۳ راست‌بر با راستای ۱۳۳ و درازای بیش از ۱۱ کیلومتر است. کارکرد این راندگی و توسعه شکستگی‌های مرتبط با آن، سبب رخنمون یافتن میکرودیوریت‌های ترشیری در توف‌های داسیتی سازند کرج (در بخش خاوری گسل) شده است. این رخنمون که هم راستا با راندگی شمال سمنان نیز می‌باشد، تا ۱۲ کیلومتر درازا دارد. تلاقی بخشی از خطوط مغناطیسی F-11 (در بخش خاوری راندگی سمنان) و توده آذرین کم عمق مشخص شده در نقشه مغناطیس هوایی چهارگوش سمنان (GSI, 1977) به عنوان عامل برونزد میکرودیوریت‌ها در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که، سنگ‌های آتشفشانی ائوسن را به عنوان پی‌سنگ مغناطیس گستره چهارگوش سمنان پیشنهاد نموده‌اند (بربریان وهمکاران ۱۳۷۵).



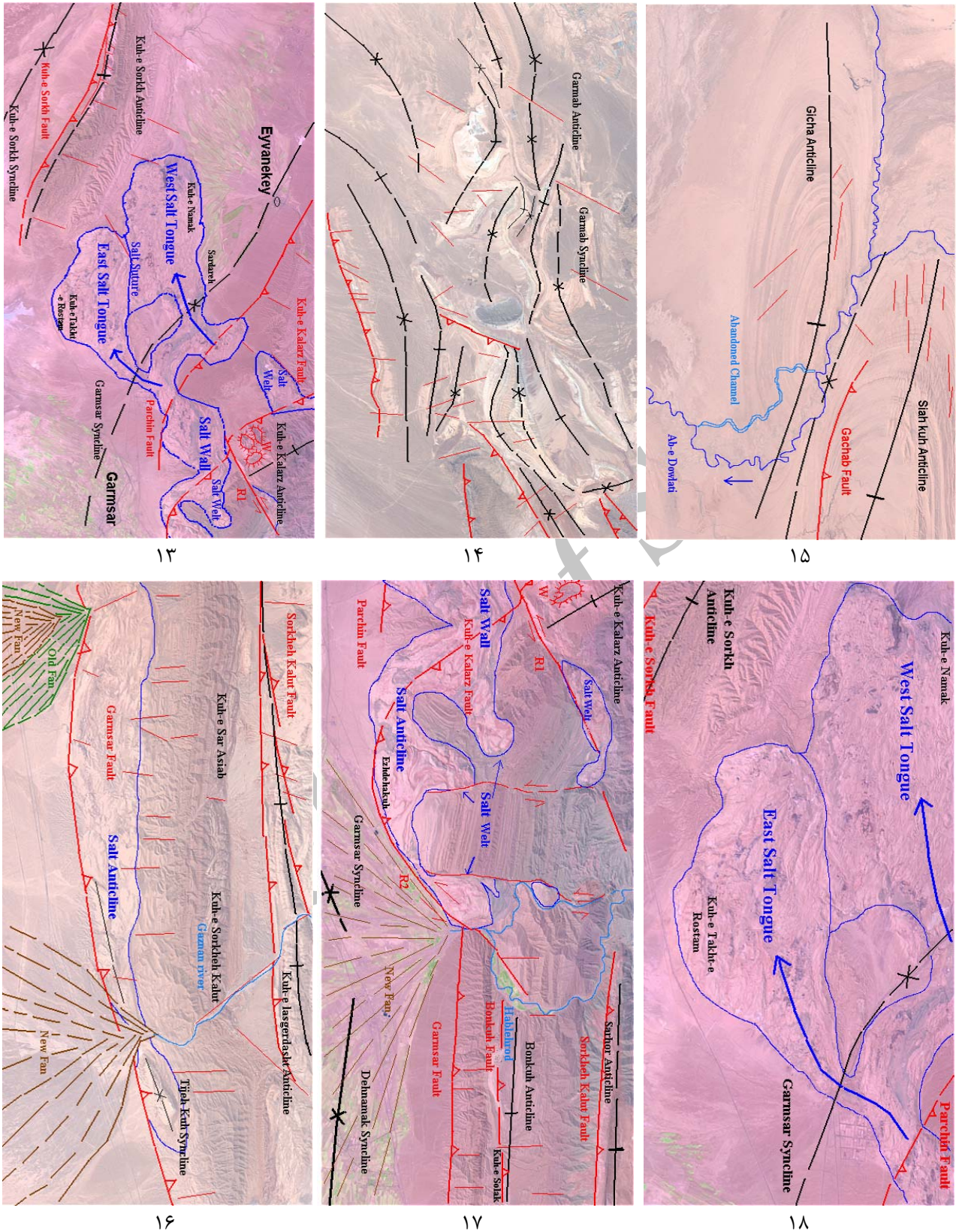
شکل ۱: نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه و گسل‌های اصلی دامنه جنوبی البرز مرکزی - خاوری. کادرهای چهارگوش، نشانگر موقعیت نگاره‌های ماهواره‌ای ارائه شده در ذیل هستند



ادامه شکل ۱: موقعیت نگاره‌های ماهواره‌ای در محدوده مورد مطالعه



ادامه شکل ۱: موقعیت نگاره‌های ماهواره‌ای در محدوده مورد مطالعه



ادامه شکل ۱: موقعیت نگاره‌های ماهواره‌ای در محدوده مورد مطالعه



شکل ۳: بالا: نمایی از راندگی شمال سمنان که سبب همبری واحدهای تبخیری ائوسن - الیگوسن و کنگلومرای پلیوسن در شمال کوه نمکدان شده است (دید به سمت خاور). پایین: نمای نزدیک از راندگی شمال سمنان که سبب همبری واحدهای تبخیری ائو - الیگوسن با آبرفت‌های کواترنری در شمال کوه نمکدان شده است (دید به سمت خاور)



شکل ۴: نمای نزدیک از مارن و کنگلومرای ائوسن بالایی در شمال باختری سمنان (دید به سمت شمال باختری)

این راندگی در شمال سمنان سبب همبری واحدهای سنگی ائوسن و دشت آبرفتی کواترنری شده است. به سمت باختر و پس از رمپ جانبی درجین (یک گسل انتقالی چپ‌بر با درازای بیش از ۱۲ کیلومتر و راستای چیره 150° که از شمال سمنان تا باختر طالب‌آباد ادامه یافته است)، کنگلومرا و برش ائوسن و واحدهای گچی و مارنی ائوسن - الیگوسن بر روی آبرفت‌های کواترنری رانده شده‌اند.

موقعیت راندگی شمال سمنان، در نگاره‌های ماهواره‌ای متوالی و دارای هم‌پوشانی ۱ الی ۴ (به ترتیب از خاور به سمت باختر) به همراه سایر سیماهای ساختاری قابل مشاهده است. موقعیت این نگاره‌ها، به صورت یک کادر چهارگوش به همراه ذکر شماره آن‌ها در گوشه بالا سمت چپ کادرها در شکل ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

۲-۴- راندگی نارکان

این راندگی با درازای حدود ۱۸ کیلومتر و راستای چیره شمال خاوری - جنوب باختری در جلوی بخش شمال خاوری راندگی شمال سمنان قرار دارد. سازوکار چیره این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است. کارکرد این راندگی سبب همبری سازند کرج با نهشته‌های آبرفتی کواترنری شده است. در صورت اتصال این راندگی به راندگی شمال سمنان در عمق، می‌توان آن را یک شاخه مجزا بر اساس تعریف McClay (1992)، یک شاخه مجزا (Isolated Imbricate or Splay) به حساب آورد. موقعیت راندگی نارکان در نگاره ماهواره‌ای ۱، قابل مشاهده باشد.

۳-۴- راندگی نمکدان

این راندگی با درازای بیش از ۱۰ کیلومتر و راستای چیره شمال خاوری - جنوب خاوری در جلوی بخش باختری راندگی شمال سمنان و در خاور رمپ جانبی افتر واقع شده است. قرارگیری سازند قرمز زیرین از سمت شمال بر روی آبرفت‌های کواترنری در جنوب، نتیجه کارکرد راندگی نمکدان می‌باشد (شکل ۵). در صورت اتصال این راندگی به راندگی شمال سمنان در عمق، می‌توان آن را یک شاخه مجزا به حساب آورد. موقعیت راندگی نمکدان در نگاره ماهواره‌ای ۴، قابل مشاهده است.

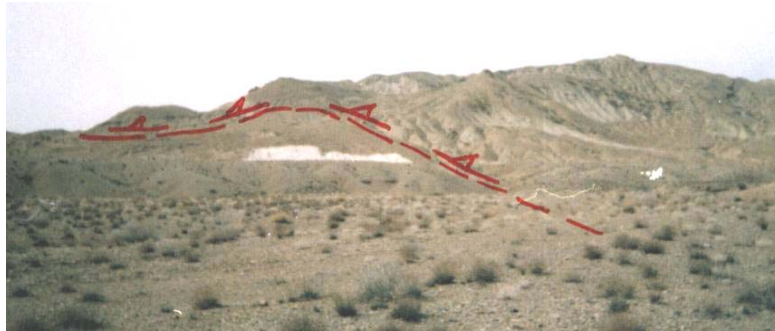


شکل ۵: نمایی از راندگی نمکدان که سبب رانده شدن سازند قرمز زیرین بر روی واحدهای سنگی کواترنری شده است (دید به سمت خاور)

۴-۴- راندگی شمال سرخه

در ادامه جنوب باختر راندگی شمال سمنان، (شکل ۶) یک خطواره در حد ارتفاعات و دشت شمال سرخه تا لاسجرد قابل مشاهده است. این خطواره، در این نوشتار با عنوان راندگی شمال سرخه معرفی شده است. این راندگی با درازای حدود ۲۴ کیلومتر و راستای چیره شمال خاوری - جنوب باختری از جنوب باختری کوه نمکدان آغاز و تا باختر لاسجرد ادامه می‌یابد (نگاره ماهواره‌ای ۵).

سازوکار چیره این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال می‌باشد و کارکرد آن سبب همبری سازند کرج و قم (در پایانه باختری گسل)، با نهشته‌های آبرفتی کواترنری شده است. به هر حال، بر اساس نحوه کارکرد، رده فعالیت‌های زمین‌ساختی نسبی و موقعیت این راندگی، می‌توان آن را به عنوان ادامه جنوب باختری راندگی شمال سمنان در نظر گرفت. لیکن پوشیده شدن محل اتصال احتمالی آن‌ها توسط کنگلومرای پلیوسن، سبب عدم امکان اظهار نظر قطعی شده است.



شکل ۶: نمایی از همبندی واحدهای تبخیری ائو - الیگوسن و کنگلومرای پلیوسن در اثر کارکرد راندگی شمال سرخه در باختر کوه نمکدان (دید به سمت باختر)

۴-۵- راندگی قراول کوه

این راندگی با درازای خم‌دار و ناپیوسته ۲۰ کیلومتر در راستای چیره شمال خاوری - جنوب باختری دریال جنوبی تاقدیس قراول کوه در جنوب لاسجرد قرار دارد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال باختری است. کارکرد این گسل، سبب رانده شدن سنگ‌های تبخیری الیگوسن و سازند قم (از سوی شمال بر روی آبرفت‌های کواترنری در جنوب) شده است. راندگی قراول کوه به لحاظ موقعیت و کارکرد، شباهت زیادی با بخش خاوری راندگی گرمسار دارد. در ضمن واقع شدن این راندگی در مقابل پیشانی شمال سرخه، سبب شده تا بتوان آن را به عنوان یک پیشانی جوان در برابر پیشانی قدیمی‌تر شمال سرخه در نظر گرفت (نگاره ماهواره‌ای ۵).

۴-۶- راندگی تپه بلند

این راندگی با درازای ۲۸ کیلومتر و راستای خم‌دار خاور، شمال خاوری - باختر، جنوب باختری دریال جنوبی تاقدیس تپه‌بلند قرار دارد. بربریان و همکاران (۱۳۷۵) این گسل را به عنوان راندگی کوه سرخ معرفی نموده‌اند ولی در این نوشتار، به خاطر استفاده از این نام برای معرفی گسل دیگری واقع در باختر گرمسار (واقع دریال جنوب باختری کوه سرخ)، از عنوان راندگی تپه‌بلند استفاده شده است. ساز و کار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است و کارکرد آن سبب شده که سازند قرمز بالایی (از سوی شمال) بر روی نهشته‌های آبرفتی کواترنری (در جنوب) رانده شوند. در نگاره ماهواره‌ای ۶، موقعیت تاقدیس و راندگی تپه‌بلند نشان داده شده است. در ادامه بر مبنای نگاره‌های ماهواره‌ای شکل ۱ گسل‌های بخش میانی منطقه مورد مطالعه را می‌توان به شرح زیر بررسی کرد.

۴-۷- راندگی گرمسار

این راندگی با درازای حدود ۶۰ کیلومتر و راستای چیره خاوری - باختری از جنوب باختری لاسجرد آغاز و پس از عبور از شمال ده نمک تا شمال باختری گرمسار ادامه می‌یابد (نگاره‌های ماهواره‌ای ۷ و ۸). سازوکار چیره این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است. راندگی گرمسار، مرز بین کنگلومرای پلیوسن و آبرفت‌های کواترنری را در بخش باختری (شکل ۷) و مرز بین کنگلومرای دگرشکل شده پلیوسن (در اثر بالا آمدگی توده‌های دیابیری شده از سازند قرمز زیرین) و آبرفت‌های کواترنری را در بخش خاوری خود (شکل ۸) تشکیل داده است. راندگی گرمسار را از سوی باختر تا گسل پیشوا ادامه داده‌اند (بربریان و همکاران ۱۳۶۴).

به بیان دیگر، این راندگی را مرز بین نمک‌های الیگوسن (سازند قرمز زیرین) شمال و باختر گرمسار با دشت جنوب آن‌ها دانسته و سپس آن را به موازات یال جنوب باختری تاقدیس کوه سرخ تا گسل پیشوا ادامه داده‌اند. بنابراین ناگزیر به پذیرش خم‌های متعددی (حاصل از جریان نمک) در بخش باختری این راندگی (برخلاف بخش خاوری آن) شده‌اند.

مطالعات ساختاری انجام پذیرفته نشان می‌دهند، مرز بین نمک‌های سازند قرمز زیرین و آبرفت‌های کواترنری در شمال خاوری گرمسار، در واقع پایانه جنوب خاوری راندگی کوه کلرز می‌باشد که توسط یک رمپ جانبی چپ‌بر (R2 در نگاره ماهواره‌ای ۸) با درازای حدود ۷ کیلومتر به پایانه باختری راندگی گرمسار متصل شده است. گسل واقع در یال جنوب باختری تاقدیس کوه سرخ نیز، یک راندگی مجزا با کارکرد مشخص است که نه ادامه باختری آن به گسل فشاری پیشوا می‌رسد و نه ادامه خاوری آن به دیاپیرهای نمکی باختر گرمسار (نگاره ماهواره‌ای ۹).

در هر حال سنگ‌های تبخیری منتسب به الیگوسن (GSI, 1994) در اثر کارکرد ویژه بخش خاوری این راندگی به سطح رسیده‌اند (نگاره ماهواره‌ای ۷). در ضمن چندین زمین‌لرزه نیز به سبب جنبش راندگی گرمسار روی داده‌اند (بربریان و همکاران ۱۳۷۵).



شکل ۸: نمایی از کنگلومرای دگرشکل شده پلیوسن (پایین) در اثر بالآمدگی توده‌های دیاپیری (وسط) و کارکرد راندگی گرمسار در شمال خاوری ده نمک (دید به سمت شمال)



شکل ۷: نمایی از راندگی گرمسار و سنگ‌های تشکیل دهنده فرادیواره آن در بن کوه (دید به سمت شمال باختری)

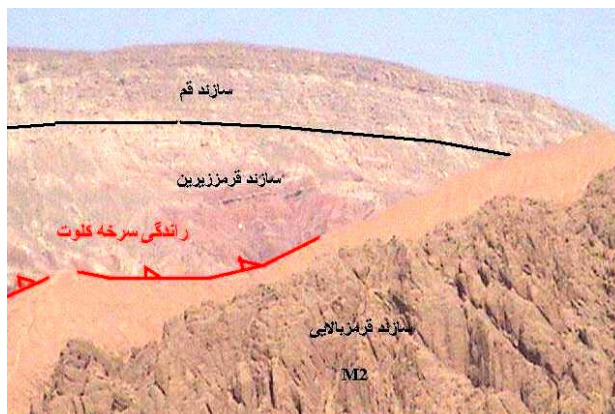
۴-۸- راندگی سرخه کلوت

این راندگی با درازای حدود ۵۳ کیلومتر و راستای چیره خاوری - باختری از باختر لاسجرد آغاز و در سوی شمال و به موازات راندگی گرمسار تا رودخانه حبله رود در جنوب باختری کل کوه ادامه می‌یابد. سازوکار چیره این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است.

راندگی سرخه کلوت در بخشی از درازای خود، سبب بریده شدن سنگ‌های سازندهای قرمز زیرین، قم و قرمز بالایی گردیده است و یک گسل کواترنری می‌باشد (شکل‌های ۹ و ۱۰). کارکرد راندگی سرخه کلوت، سبب فرازگیری و فرسایش فرادیواره آن گردیده که نتیجه آن، برونزد گستره نسبتاً وسیعی از سازند قم و سنگ‌های قدیمی‌تر شده است. گستره مورد نظر، یک ناودیس (کوه چهل‌تن) واقع در حد فاصل دو تاقدیس خاوری - باختری گزنان و کوه لاسگردشت می‌باشد (نگاره ماهواره‌ای ۷). در هر حال، رخنمون یافتن سازند کرج در این منطقه را باید نتیجه توأمان فرسایش و فرازگیری مستمر فرادیواره راندگی سرخه کلوت و عمیق شدگی تنگه چهارطاق، تنگه قالیباف و دره خوشاب رود (سرخه‌های رود آب لזור در شمال ده نمک) و دره گزنان (سرخه رود گزنان در شمال عبدل آباد واقع در ۲۰ کیلومتر خاور ده نمک) دانست.

در ضمن لازم به ذکر است که پایانه خاوری این راندگی، متشکل از دو شاخه دربردارنده منطقه لولایی تاقدیس کوه لاسگردشت می‌باشد (نگاره ماهواره‌ای ۷ و مقطع ب شکل ۲) اما پایانه باختری راندگی سرخه کلوت، سبب بریده شدن هسته تاقدیس سرحر شده است (مقطع ج شکل ۲). به گمان بسیار، شاخه‌ای از این راندگی، در یال جنوبی

تاقدیس بن کوه (واقع در جنوب تاقدیس سرخر) نفوذ کرده که با عنوان راندگی بن کوه معرفی شده است.



شکل ۹: نمایی از سازند قرمز بالایی در یال جنوبی تاقدیس بن کوه و سازند قرمز زیرین که در اثر کارکرد راندگی سرخه کلوت در شمال تاقدیس بن کوه رخنمون یافته است. سازند قم بر روی سازند قرمز زیرین قابل مشاهده است (دید به سمت شمال خاوری)



شکل ۱۰: نمایی از سازند قرمز بالایی در یال جنوبی (برگشته) تاقدیس سرخر و سازند قرمز زیرین که در اثر کارکرد راندگی سرخه کلوت در شمال کوه قریبک (شمال باختری ده نمک) رخنمون یافته است. سازند قم بر روی سازند قرمز زیرین قابل مشاهده است (دید به سمت شمال باختری)

۴-۹- راندگی بن کوه

این راندگی با درازای بیش از ۱۰ کیلومتر و راستای چیره خاوری - باختری از خاور ایستگاه بن کوه آغاز و تا خاور کوه سولک ادامه می‌یابد (نگاره ماهواره‌ای ۸). سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است. راندگی بن کوه در شمال راندگی گرمسار و جنوب راندگی سرخه کلوت واقع می‌باشد و نتیجه کارکرد آن، به سطح رسیدن واحدهای تبخیری الیگوسن در بخش باختری درازای آن است (مقطع و شکل ۲). این راندگی در یال جنوبی تاقدیس بن کوه قرار دارد و به گمان بسیار یک شاخه هم آغوش از راندگی سرخه کلوت می‌باشد.

۴-۱۰- راندگی رامه

این راندگی با درازای حدود ۵۰ کیلومتر و راستای چیره باختر، شمال باختری - خاور، جنوب خاوری از شمال باختری لاسجرد آغاز و تا رودخانه حبله رود ادامه می‌یابد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است. کارکرد این گسل، سبب رانده شدن سازند کرج و سنگ‌های مربوط به ائوسن میانی - پایانی (از سوی شمال) بر روی سنگ‌های آهکی سازند قم شده است (نگاره ماهواره‌ای ۷). این گسل در راستای خود، گچ‌های ائوسن، مارن‌های

رنگارنگ الیگوسن و سنگ‌های سازند قم را بریده است.

۴-۱۱- راندگی گچاب

این راندگی با درازای حدود ۳۵ کیلومتر و راستای خم‌دار کم و بیش خاوری - باختری در یال جنوبی تاقدیس سیاه کوه قرار دارد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال است. کارکرد این گسل، سبب رانده شدن سازند قرمز بالایی (از سوی شمال) بر روی نهشته‌های آبرفتی کواترنری (در جنوب) شده است (نگاره ماهواره‌ای ۱۵ و ۱۰). کارکرد این راندگی در مقطع ه شکل ۲ قابل مشاهده می‌باشد. در ادامه بررسی‌ها بر مبنای نگاره‌های ماهواره‌ای شکل ۱ گسل‌های بخش باختری منطقه مورد مطالعه را می‌توان به شرح زیر بررسی کرد.

۴-۱۲- راندگی کوه کلرز

اولین بار این گسل را به عنوان راندگی کلرز معرفی شده است (دری، ۱۳۷۰). وی راستای این راندگی را خاوری - باختری و شیب آن را به سمت شمال دانسته است. افزون بر این، بر اساس مطالعات چینه‌شناسی، سرپنجره را در ادامه جنوبی کوه کلرز تشخیص داده است. بر اساس بررسی‌های صورت پذیرفته، راندگی کوه کلرز، گسلی با درازای خم دار حدود ۲۲ کیلومتر و راستای چیره شمال باختری - جنوب خاوری است که از شمال باختری کوه کلرز آغاز و تا شمال خاوری گرمسار ادامه می‌یابد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال خاوری است. راندگی کوه کلرز سبب قرار گرفتن سازند قم بر روی سازند قرمز بالایی در بخش میانی گسل و به سطح رسیدن نهشته‌های تبخیری به صورت دیپیری در بخش‌های شمال باختری و جنوب خاوری خود شده است (نگاره ماهواره‌ای ۸). در ضمن توسعه رمپ‌های جانبی مایل، نسبت به درازای این گسل، سبب خمیدگی اثر سطحی آن شده است. دو رمپ جانبی قابل توجه در بخش میانی و پایانه جنوب خاوری این گسل قابل مشاهده هستند. اولین رمپ (R1 در نگاره ماهواره‌ای ۸)، امکان پیشروی هر چه بیشتر (به سمت جنوب باختر) بخش شمالی باختری این گسل نسبت به بخش جنوب خاوری آن را فراهم ساخته است و به گمان، همین پیشروی بوده که کارکرد توأم آن با بالا آمدگی نهشته‌های تبخیری واقع در زیر آن، سبب چین‌خوردگی فرادیواره و تشکیل تاقدیس کوه کلرز شده است. R1 یک گسل انتقالی چپگرد ۰۶۵ و درازای حدود ۱۲ کیلومتر می‌باشد. در هر حال، فرسایش سبب تشکیل سه پنجره (W در نگاره ماهواره‌ای ۸) و رخنمون یافتن سازند قرمز بالایی از زیر نهشته‌های مربوط به سازند قم گردیده است (شکل ۱۱). اما در درازای دومین رمپ جانبی مورد اشاره در بالا (R2 در نگاره ماهواره‌ای ۸) که سبب اتصال پایانه جنوب خاوری راندگی کوه کلرز به پایانه باختری راندگی گرمسار شده است نیز سنگ‌های تبخیری دیپیری شده قابل مشاهده هستند. R2 یک گسل انتقالی چپ‌بر با راستای 050° و درازای حدود ۱۰ کیلومتر است. نمونه‌ای از چین‌های نیامی مجدداً چین‌خورده که معمولاً در پای استوک مرکزی تشکیل می‌شوند در مارن‌های رنگارنگ مربوط به واحدهای تبخیری سازند قرمز زیرین شناسایی شده است. این چین که در درازای یک رمپ جانبی (R2) به صورت مایل بریده شده است، در اثر جریان یافتن واحدهای تبخیری به سمت ناودیس گرمسار (در جهت جنوب باختری) در شمال خاوری گرمسار قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: نمایی از چین نیامی مجدداً چین خورده در شمال خاوری گرمسار (دید به سمت شمال)



شکل ۱۱: نمایی از کوه کلرز متشکل از سازند قم و پنجره قابل مشاهده در سمت چپ آن در شمال نهشته‌های تبخیری الیگوسن (پایین) واقع در شمال باختری گرمسار (دید به سمت شمال).

۴-۱۳- راندگی کوه خرس دره

این راندگی با درازای حدود ۲۲ کیلومتر و راستای چپه شمال باختری - جنوب خاوری، در جنوب و به موازات راندگی کوه کلرز قرار دارد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال خاوری است. راندگی کوه خرس دره که به گمان بسیار از نهشته‌های تبخیری سازند کند و یا سازندهای قدیمی‌تر منشعب شده، سبب قرار گرفتن سازند قم بر روی سازند قرمز بالایی شده است.

۴-۱۴- راندگی کبوتر دره

این راندگی با درازای حدود ۱۰ کیلومتر و راستای چپه شمال باختری - جنوب خاوری، در شمال و به موازات راندگی کوه کلرز قرار دارد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت جنوب باختری است. راندگی کبوتر دره که به گمان بسیار، یک پس‌راندگی از راندگی کوه کلرز می‌باشد، سبب همبندی بخش زیرین سازند قرمز بالایی (M1) و بخش بالایی آن (M3) شده است.

۴-۱۵- گسل پیشوا

این گسل با درازای ناپیوسته حدود ۴۳ کیلومتر و راستای چپه شمال باختری - جنوب خاوری از جنوب خاوری ورامین آغاز و تا میل جنوب خاوری تاقدیس کوه گچ ادامه می‌یابد. سازوکار این گسل، فشاری یا شیب به سمت شمال خاوری است. گسل پیشوا به روشنی رسوبات کواترنری را بریده و مرز میان کوه (تاقدیس کوه گچ) و دشت را تشکیل می‌دهد (بربریان و همکاران، ۱۳۶۴). در حال حاضر بخش خاوری پیشوا بر روی این گسل توسعه یافته است (نگاره ماهواره‌ای ۱).

از نظر هندسی، می‌توان گسل پیشوا را به دو بخش شمال باختری و جنوب خاوری تقسیم‌بندی نمود و در حد فاصل آن‌ها یک گسل برنده از نوع انتقالی چپ‌بر را در نظر گرفت. از دیدگاه ساختاری نیز باید گسل پیشوا را به عنوان گسلی در یال جنوب باختری تاقدیس کوه گچ و به موازات آن به حساب آورد که سبب فرازگیری تاقدیس مورد نظر نسبت به دشت ورامین شده است.

۴-۱۶- راندگی کوه سرخ

این راندگی با درازای حدود ۲۵ کیلومتر و راستای چپه باختر، شمال باختری و خاور، جنوب خاوری از میل

شمال باختری تاقدیس کوه سرخ آغاز و تا جنوب کوه‌های تخت رستم ادامه می‌یابد. سازوکار این گسل، راندگی با شیب به سمت شمال خاوری است.

راندگی کوه سرخ سبب همبری سازند قم و قرمز بالایی و آبرفت‌های کوتاه‌تری واقع در جنوب باختری تاقدیس کوه سرخ شده است. به بیان دیگر، تاقدیس کوه سرخ در درازای این گسل بر روی یال جنوب باختری خود رانده شده است. لازم به ذکر است که، این راندگی را به عنوان ادامه شمال باختری راندگی گرمسار در نظر گرفته‌اند (بربریان و همکاران، ۱۳۶۴)، در حالی که متفاوت بودن مواردی چون نحوه کارکرد، هندسه، جایگاه ساختاری و موقعیت آن‌ها نسبت به یکدیگر (نگاره ماهواره‌ای ۱۱ و ۹) لزوم در نظریه‌گیری آن‌ها را به صورت دو گسل مجزا مطرح می‌سازد.

۴-۱۷- گسل پارچین

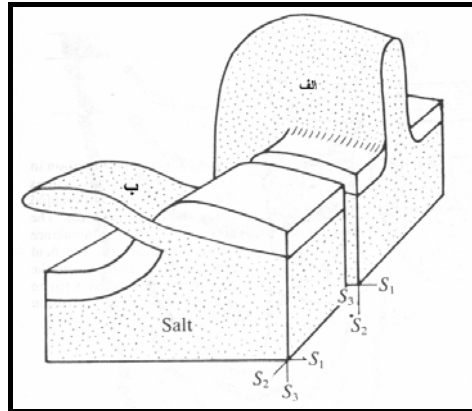
این گسل با درازای ناپیوسته حدود ۷۵ کیلومتر و راستای چیره شمال باختری - جنوب خاوری از شمال باختری پارچین آغاز و سپس از عبور از شمال ایوانکی، تا شمال باختری گرمسار ادامه می‌یابد. سازوکار این گسل، فشاری با شیب به سمت شمال خاوری است. گسل پارچین مرز بین کنگلومرای هزاردره و دشت را تشکیل داده و یک گسل کوتاه‌تری است. بربریان و همکاران (۱۳۶۴) بخش خاوری این گسل را تا جنوب خاوری ایوانکی ادامه داده‌اند (نگاره ماهواره‌ای ۱۲)، در حالی که بررسی نگاره‌های ماهواره‌ای، گویای ادامه‌یافتگی این گسل تا شمال باختری گرمسار هستند. زیرا علی‌رغم پوشیده شدن بخشی از مسیر گسل پارچین توسط نمک‌های مربوط به سازند قرمز زیرین در خاور ایوانکی، جهت یافتگی سیمای خطی همراستا با گسل در توده‌های نمکی، کاملاً مشخص می‌باشد (نگاره ماهواره‌ای ۱۳) و از سوی دیگر، ویژگی این گسل (مرز بین کنگلومرای هزاردره و دشت) تا شمال باختری گرمسار قابل تعقیب است.

در هر حال، پایانه جنوب خاوری این گسل را می‌توان، محل به سطح رسیدن نهشته‌های تبخیری به صورت یک سیل نمکی در باختر گرمسار به حساب آورد (شکل ۱۳). البته به گمان بسیار، دی‌پایریسم کامل تا مرحله بعد از چین‌خوردگی که تنش‌های جانبی کوچک‌تر شده و فشار سیال نمک توانسته باشد سنگ میزبان را عقب بزند، به تأخیر افتاده است. در این منطقه، شیب توپوگرافی حاصل از توسعه ناودیس گرمسار در مقابل نهشته‌های تبخیری به سطح رسیده، سبب جریان یافتن نمک‌ها به سمت پایین دست (جنوب باختری) و توسعه دو زبانه نمکی (Salt Tongue) شده است.

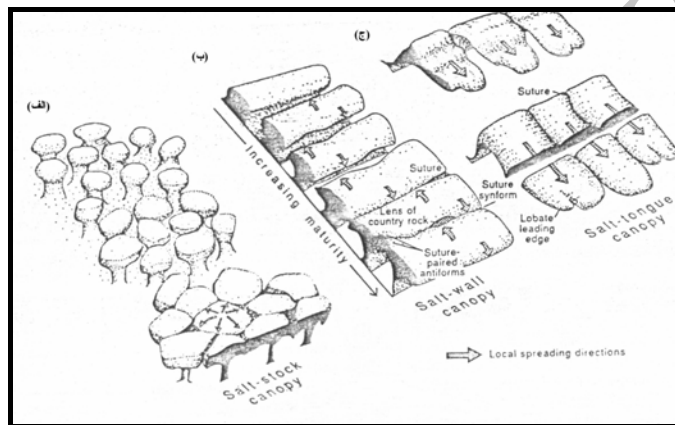
زبانه نمکی یا یک ورقه نمکی (نمک نابرجایی که وسعتش چندین برابر ضخامت بیشینه آن است) به شدت نامتقارن که توسط یک ساقه منفرد تغذیه شده است (شکل ۱۴). این ساختار که مسیر ایوانکی - گرمسار از داخل آن می‌گذرد، می‌تواند حاصل از عمل نمودن محور تنش اصلی حداقل به صورت قائم باشد. در این صورت، یک گسل فشاری یا راندگی تشکیل شده (بخش خاوری گسل پارچین) و نفوذ نمک به داخل آن (به صورت یک سیل نمکی) میسر می‌گردد (شکل ۱۳). زبانه نمکی مورد نظر از دو لب (Lobe) پیشرو مجزا (خاوری - باختری) تشکیل یافته و در حد فاصل آنها یک شکاف نمکی (Salt suture) قابل مشاهده است.

این شکاف نمکی، در واقع پیوستگاه دو زبانه نمکی درآمیخته به طور جانبی می‌باشد که به دلیل رسیدگی ساختاری، یک سایبان زبانه نمکی (Salt - Tongue Canopy) را تشکیل داده است (شکل ۱۴ ج).

شاهد این رسیدگی ساختاری، گسترش به سمت جنوب باختری نمک در داخل ناودیس گرمسار و نازک شدگی نسبی محل اتصال زبانه‌ها به ساقه تغذیه کننده آنها می‌باشد که در درازای بخش باختری گسل پارچین واقع شده است (نگاره ماهواره‌ای ۱۸ و ۱۳).



شکل ۱۳: دیوار (الف) و سیل (ب) نمکی تشکیل یافته در اثر چین خوردگی یک لایه نمکی و سنگ‌های دربردارنده آن، اقتباس از (Price and Cosgrove, 1990)



شکل ۱۴: سه نوع اصلی خیمه‌های نمکی که حاصل از در هم آمیختگی استوک‌ها (الف)، دیوارها (ب)، زبانه‌های نمکی (ج) هستند، اقتباس از (Jackson and Talbot, 1994)

۵- رده بندی گسل‌های منطقه مورد مطالعه

در این بخش سعی شده تا گسل‌های اصلی و فرعی منطقه مورد مطالعه بر اساس جهت گیری آن‌ها نسبت به روندهای ساختاری اصلی که در بخش‌های باختری (شمال باختری - جنوب خاوری)، میانی (خاوری - باختری) و خاوری (شمال خاوری - جنوب باختری) متفاوت هستند، رده بندی شوند. درضمن، مقادیر کمینه لغزش کلی (Net Slip) و بیشینه مولفه‌های قائم و افقی جدایش شیسی (Heave & Throw) گسل‌های اصلی که به کمک مقاطع عرضی (شکل ۲) در محل همبری‌های مناسب سازندها در فرادیواره و فرودیواره آن‌ها برآورد گردیده است نیز، در جدول ۱ ارائه شده‌اند. بدین ترتیب، گسل‌های طولی و مورب به عنوان گسل‌های اصلی (جدول ۱) و گسل‌های عرضی به عنوان گسل‌های فرعی (جدول ۲) تقسیم بندی گردیدند:

جدول ۱: مشخصات گسل‌های اصلی منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام گسل	سازوکار چیره	بخش	موقعیت چیره	درازا (Km)	نوع گسل	سطح آزمون: رأس سازند	Throw (m)	Heave (m)	Net Slip (m)
۱	عطاری	راندگی	خاوری	۳۶-۵۵ و ۰۶۰	<۵۰	طولی	کرج	۲۰۰	۲۰۰	۲۸۰
۲	شمال سمنان	راندگی	خاوری	۲۳۷ و ۴۰-۵۰	۴۵	طولی	کرج	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰
۳	نارکان	راندگی	خاوری	۲۳۰ و ۴۰-۴۵	۱۸	طولی	کرج	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰
۴	نوکه	فشاری	خاوری	۲۴۰ و ۵۰-۶۰	۲۶	طولی	شمشک	۳۵۰۰	۲۳۰۰	۴۲۰۰
۵	دیکناش	فشاری	خاوری	۲۴۵ و ۵۵-۶۵	۵۵	طولی	شمشک	۳۰۰۰	۱۸۰۰	۳۵۰۰
۶	نمکدان	راندگی	خاوری	۲۴۶ و ۱۵-۲۰	۱۰	طولی	کرج	۷۰۰	۱۴۰۰	۱۶۰۰
۷	شمال سرخه	راندگی	خاوری	۲۳۳ و ۴۰-۴۸	۲۴	طولی	کرج	۱۵۰۰	۲۷۰۰	۳۰۰۰
۸	بشم	فشاری	خاوری	۰۶۵ و ۴۵-۵۰	۵۲/۵	طولی	سلطانیه	۶۰۰۰	۵۰۰۰	۸۰۰۰
۹	تپه بلند	راندگی	خاوری	۲۵۰-۲۹۰ و ۳۰-۴۰	۲۸	طولی	-	؟	؟	؟
۱۰	قراول کوه	راندگی	خاوری	۲۴۵ و ۴۰-۵۰	۲۳	طولی	قرمزبالایی	۱۲۰۰	۱۳۰۰	۱۷۰۰
۱۱	رامه	راندگی	میانی	۲۷۵-۳۰۵ و ۴۰-۵۰	۵۰	مورب	کرج	۷۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
۱۲	سرخه کلوت	راندگی	میانی	۲۶۸ و ۴۲-۴۷	۵۳	طولی	قم	۴۰۰	۴۵۰	۶۰۰
۱۳	بن کوه	راندگی	میانی	۲۶۸ و ۳۰-۳۵	<۱۰	طولی	قم	۷۰	۱۵۰	۱۷۰
۱۴	گرمسار	راندگی	میانی	۲۶۶ و ۴۰-۴۵	۵۶	طولی	قم	۳۰۰	۵۰۰	۵۸۰
۱۵	قربیلک	فشاری	میانی	۰۹۰ و ۶۵	۲۴	طولی	-	؟	؟	؟
۱۶	گچاب	راندگی	میانی	۲۶۰-۲۸۰ و ۳۵-۴۵	۳۵	طولی	-	؟	؟	؟
۱۷	کوه کلرز	راندگی	باختری	۳۲۵ و ۲۰-۲۵	۷	مورب	کرج	۷۰۰	۱۴۰۰	۱۶۰۰
۱۸	کوه خرس دره	راندگی	باختری	۳۲۵ و ۳۰-۳۵	۲۲	مورب	-	؟	؟	؟
۱۹	کبوتر دره	راندگی	باختری	۱۲۰ و ۴۰-۵۰	۱۰	مورب	قم	۲۲۰۰	۲۳۰۰	۳۲۰۰
۲۰	کوه سرخ	راندگی	باختری	۳۰۶ و ۳۰-۴۰	۲۲	مورب	قم	۸۵۰	۱۳۰۰	۱۵۰۰
۲۱	پیشوا	فشاری	باختری	۳۲۴ و ۵۰-۵۸	۳۱	طولی	قرمزبالایی	۴۰۰	۳۰۰	۵۰۰
۲۲	پارچین	فشاری	باختری	۳۰۷ و ۴۹-۵۵	۷۰	طولی	قرمزبالایی	۱۰۰۰	۷۵۰	۱۲۰۰

جدول ۲: مشخصات گسل‌های فرعی منطقه مورد مطالعه

ردیف	نام گسل	سازوکار چیره	نوع گسل بر اساس نحوه کارکرد	نوع جدایش راستایی	نام گسل جدایش یافته	میزان جدایش (متر)	راستا	درازا (کیلومتر)	نوع گسل بر اساس جهت‌گیری
۱	سنگ‌سر	راستالغز	گسل برنده	چپ‌بر	دیکناش	۱۰۰۰	۰۱۶	<۲۰	عرضی
۲	درجزین	راستالغز	رمپ جانبی	چپ‌بر	دیکناش-شمال سمنان	۹۰۰-؟	۱۸۰	۱۲	عرضی
۳	دوبرادر	راستالغز	رمپ جانبی	راست بر	شمال سمنان	۵۰۰	۱۳۵	۱۰	عرضی
۴	افتر	راستالغز	رمپ جانبی	راست بر	شمال سمنان - سرخه	۳۰۰-؟	۱۳۳	<۱۱	عرضی
۵	R1	راستالغز	رمپ جانبی	چپ‌بر	کوه کلرز	۲۰۰	۰۶۵	۱۲	عرضی
۶	R2	راستالغز	رمپ جانبی	چپ‌بر	گرمسار - کوه کلرز	؟	۰۵۰	۱۰	عرضی
۷	T	راستالغز	گسل انتقالی	چپ‌بر	پیشوا	۸۰۰	۰۶۶	۸	عرضی

۶- چین‌های مرتبط با راندگی

به طور کلی، منطقه مورد مطالعه را می‌توان یک گستره دارای چین‌خوردگی نسبتاً ملایم تا باز در نظر گرفت. چین‌خوردگی‌هایی نیز در فرادیواره گسل‌های فشاری و معکوس و یا در حد فاصل آن‌ها شکل گرفته‌اند (شکل ۲). به همین دلیل راستای سطح محوری آن‌ها از راستای گسل‌های مورد اشاره در بالا تبعیت می‌نماید. در هر حال در این مقاله سعی شده تا بر اساس شواهد موجود، چین‌های مرتبط با راندگی‌ها معرفی گردند.

چین‌های مرتبط با راندگی، درجایی تشکیل می‌شوند که تغییرات زاویه‌ای در سطح آن، از نظر هندسی سبب ایجاد ساختارهایی در بلوک فرادیواره و لذا سطح راندگی می‌شود. این‌گونه چین‌ها، همچنین در جایی که تغییر نرخ لغزش راندگی در درازای سطح آن، سبب ایجاد واکنش‌های فرادیواره‌ای همراه با چین‌خوردگی می‌شود، تشکیل می‌گردند. به طور شاخص دو مد (Mode) از چین‌خوردگی‌های رایج در پهنه‌های رانده براساس رده‌بندی McClay (2000) در این منطقه شناسایی گردیده است:

۶-۱- چین‌خوردگی خمش گسلی

چین‌های خمش گسلی، معمولاً به وسیله دگرشکلی فرادیواره در بالای یک مسیر پلکانی ایجاد می‌شوند. زیرا در بالای هر تاخدگی (Kink) در سطح گسل، ایجاد یک چین از نظر هندسی ضروری است. بدین ترتیب یک هندسه کلاسیک کله ماری (Snakes head) تشکیل می‌گردد.

Jamison (1987), Suppe (1983, 1985)، تحول هندسی چین‌های خمش گسلی را به طور دقیق بررسی نموده‌اند. به خصوص Jamison (1987) چین‌های خمش گسلی تحت نازک شدگی و یا ضخیم شدگی یال جلویی را نیز تحلیل نموده است. در تحلیل وی، اندازه‌گیری زاویه بین یالی چین (γ) روی چین تاقدیس پیشرو و اندازه‌گیری شیب رمپ فرودیواره (α) سبب می‌گردد تا نازک شدگی و یا ضخیم شدگی نسبی یال جلوی قابل تعیین باشد. به این ترتیب حتی مد I و II چین‌های خمش گسلی نیز از یکدیگر قابل تشخیص هستند.

در هر حال، بر اساس بررسی‌های انجام پذیرفته می‌توان تاقدیس کوه کلرز را به عنوان نمونه‌ای از یک تاقدیس خمش گسلی با شیب رمپ ۲۲ درجه و زاویه بین یالی ۱۱۵ درجه در نظر گرفت (مقطع ز شکل ۲). بنابراین باید آن را یک تاقدیس خمش گسلی مد I به حساب آورد که دچار نزدیک به ۲۵٪ ضخیم شدگی یال جلویی شده است. از سوی دیگر، با توجه به هندسه و موقعیت ساختاری، می‌توان تاقدیس کوه کلرز را بر اساس رده‌بندی Mitra (1986) و با فرض توالی راندگی با شکستگی رو به جلو مطرح گردیده است، یک دوپلکس با شیب به سمت هینترلند در نظر گرفت. در هر حال، تشکیل این تاقدیس را باید حاصل از چین‌خوردگی دوپلکس، در اثر توسعه راندگی به سطح رسیده کوه خرس دره دانست. در چنین وضعیتی، راندگی سقف (راندگی کلرز) نیز چین می‌خورد و لذا یک دوپلکس سقف خمیده (Corrugated or bumpy roof duplex) در هسته تاقدیس خمش گسلی کوه کلرز تشکیل می‌گردد. در ضمن لازم به ذکر است که افزایش فشردگی و وجود واحدهای شکل‌پذیر مناسب جهت ایجاد سطوح جدایش (نظیر سازند کند و قرمز زیرین) سبب توسعه پس‌راندگی کبوتر دره (به گمان، منشعب از راندگی کوه کلرز) با درازای نزدیک به ۱۰ کیلومتر شده است.

۶-۲- چین‌خوردگی گسترش گسلی

چین‌های گسترش گسلی به وسیله واکنش‌های مسبب چین‌خوردگی بر روی رمپ گسل (جایی که جابه‌جایی راندگی به صفر می‌رسد) ایجاد می‌شوند. این‌گونه چین‌ها به وسیله یال جلویی پرشیب تا برگشته و ناودیس‌های گسل‌خورده به سمت خارج در فرودیواره راندگی، تشخیص داده می‌شوند. چین‌های گسترش گسلی در لبه پیشرو راندگی‌ها رایج هستند و در جلوی آن‌ها، دگرشکلی رخ نداده است.

بررسی الگوهای تحول پیشرونده یک چین گسترش گسلی نشان می‌دهد که چنانچه زاویه بین یالی ناودیس جلویی فشرده شود (حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه)، چین به دلیل ایجاد مسئله فضا در هسته ناودیس قفل می‌شود. در این وضعیت، یا راندگی از ساختار عبور کرده (صعود می‌نماید) و یک چین گسترش گسلی انتقال یافته توسعه می‌یابد یا اینکه راندگی‌های خارج شده از ناودیس به دلیل همراه شدن با افزایش دامنه چین و فشردگی ناودیس پیشرو، تشکیل می‌گردند. تشخیص چین ایجاد شده در حالت اول (گسترش گسلی انتقال یافته) از چین‌های خمش گسلی مد II مشکل است و تنها به وسیله شناسایی یک ساختار کوچک مقیاس به نام خم پس‌آیند (Residual kink) در قله تاقدیس جلوی میسر می‌گردد.

ضخیم شدگی و یا نازک‌شدگی یال جلویی چین‌های گسترش گسلی و نوع انتقال یافته آن نیز بر اساس زاویه بین یالی تاقدیس و شیب رمپ، مورد تحلیل قرار گرفته است.

بر اساس بررسی‌های انجام پذیرفته، می‌توان تاقدیس سرحر با شیب رمپ ۲۵ درجه و زاویه بین یالی ۵۵ درجه را نمونه‌ای از تاقدیس‌های گسترش گسلی بریده شده (مقطع و شکل ۲) و تاقدیس تیجه کوه (نگاره ماهواره‌ای ۱۶) با شیب رمپ ۲۵ درجه و زاویه بین یالی ۸۰ درجه را نمونه‌ای از تاقدیس‌های گسترش گسلی انتقال یافته (مقطع د شکل ۲) به حساب آورد. در ضمن باید تاقدیس سرحر (نگاره ماهواره‌ای ۱۷) را به عنوان یک تاقدیس گسترش گسلی بریده شده دچار نازک‌شدگی (کمتر از ۲۵ درصد) یال جلویی و تاقدیس تیجه کوه را به عنوان یک تاقدیس گسترش گسلی انتقال یافته دچار نازک‌شدگی (کمتر از ۲۵ درصد) یال جلویی در نظر گرفت. خم پس‌آیند واقع در قله تاقدیس تیجه کوه در شکل ۱۵ قابل مشاهده است.



شکل ۱۵: نمایی از پس‌آیند شکل گرفته در سازند قم بر روی سازند قرمز زبرین در خاور تاقدیس تیجه کوه واقع در ۲۵ کیلومتری خاور ده نمک (دید به سمت شمال باختری)

۷- نتیجه‌گیری

سیماهای ساختاری و به ویژه گسلش، نقش اصلی را در به سطح رسیدن نهشته‌های نمکی محدوده ورامین- سمنان که مربوط به سازندهای کند و قرمز زبرین (ائوسن پایانی والیگوسن) هستند، دارا می‌باشند. گسل‌ها یا به طور مستقیم سبب به سطح رسیدن نهشته‌های نمکی شده‌اند نظیر بخش جنوب خاوری گسل پارچین و یا اینکه با ایجاد چین‌خوردگی و بالآمدگی در فرادیواره خود، سبب به سطح رسیدن این نهشته‌ها گردیده‌اند نظیر گسل قراول کوه و بخش خاوری گسل گرمسار.

این نهشته‌های نمکی، در حال حاضر در معرض فرسایش در یک اقلیم گرم و خشک هستند و سبب کاهش کیفیت منابع آب و خاک منطقه شده‌اند. لذا اکنون با آگاهی از منشاء نمک‌ها در بخش‌های مختلف محدوده مورد مطالعه، می‌توان تدابیر مناسب را جهت کاهش اثرات زیانبار آن‌ها اندیشید.

۸- منابع

۱. بربریان، م.؛ قرشی، م.؛ طالبیان، م. و شجاع طاهری، ج.، ۱۳۷۵، پژوهش و بررسی نو زمین ساخت لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه، گسلش در گستره سمنان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش شماره ۶۳، ۲۶۶ صفحه، صفحات ۶۵ الی ۱۲۰.
۲. بربریان، م.؛ قرشی، م.؛ ارژنگ روش، ب. و مهاجر اشجعی، ا.، ۱۳۶۴، پژوهش و بررسی ژرف نوزمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه - گسلش در گستره تهران و پیرامون، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۵۶، ۳۱۵ صفحه، صفحات ۳۳ الی ۵۴.
۳. دری، م.ب.، ۱۳۷۰، مطالعه زمین شناسی و چینه شناسی کوه کلرز (شمال گرمسار)، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد گرایش چینه و فسیل شناسی، دانشگاه تهران، ۱۴۹ صفحه، صفحات ۱۱۳ الی ۱۸۰.
۴. شریعت، م. و رنجبر، ع.، ۱۳۶۷، بررسی کیفی آبهای مناطق کویری استان سمنان (قسمت اول)، نشریه بیابان، شماره ۲۲، مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران، صفحه ۶-۴.
5. Geological Survey of Iran, 1977, Aeromagnetic map of Semnan, Scale 1:250/000, Geol. Surv. Iran, Tehran.
6. Geological Survey of Iran, 1994, Geological map of Semnan quadrangle. Scale 1:250/000, Geol. Surv. Iran, Tehran.
7. Huber, H., 1960, Explanatory note to the compilation map of North-Central Iran, Geological Rep. No. 217, Part A, NIOC, 17P.
8. Huber, H., 1966a, Geological Report on the South Semnan-Gugird-Gatchab area and oil possibilities in North - Central Iran, Geological Rep. No. 217, part B, NIOC.
9. Huber, H., 1966b, A Short Review salt formation and salt structures in the East Tehran and South Semnan Area, NIOC, 12P.
10. Jackson, J.A. and Bates, R.L., 1997, Glossary of Geology, 4th edition, American Geological Institute, 769 P.
11. Jackson, M.P.A. and Talbot, C.J., 1994, Advances in salt Tectonics, In: Continental Deformation, (ed. by P.L. Hancock), Pergamon press ltd. Oxford, pp. 173-176.
12. Jamison, W.R., 1987, Geometric Analysis of fold development in overthrust terranes, Journal of structural Geology, Vol. 9, pp. 207-219.
13. McClay, K.R., 1992, Glossary of thrust tectonics terms, In: Thrust Tectonics, (ed. by K.R. McClay), Chapman & Hall, London, 441P, PP: 419-433.
14. McClay, K.R., 2000, Structural Geology for Petroleum Exploration, unpublished, pp. 383-413, 482-484, 503P.
15. Mitra, S., 1986, Duplex structures and imbricate thrust systems: Geometry, structural position and hydrocarbon potential. The American Association of petroleum Geologists Bulletin, Vol. 70, pp. 1087-1112.
16. Price, N.J. and Cosgrove, J.W., 1990, Analysis of geological structures, Cambridge university press, pp. 96-102, 502P.
17. Suppe, J., 1983, Geometry and Kinematics of fault bend folding American Journal of Science, Vol. 283, pp. 684-721.
18. Suppe, J., 1985, Principles of Structural Geology, Prentice - Hall, Inc, PP. 341-353, 537p.