فصلنامه علمی، پژوهشی زمین‌شناسی و محیط‌زیست
سال سوم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸

تکتونیک نمک حوضه گرمسار (شمال ایران مرکزی)

محسن پورکرمانی[۱]، مهدی نظری‌زاده[۲]، محمدعلی قربانی[۳]

۱- استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۲- کارشناس ارشد شرکت مهندسین مشاور گوهریابان زاگرس

۳- کارشناس ارشد شرکت مهندسین مشاور کان آذین

چکیده

حوضه تبخیری محدوده شمال و غرب گرمسار از لحاظ جایگاه زمین‌ساختی، یک فروزمین شرقی ـ غربی واقع در حاشیه شمالی حوضه پشت‌کمانی ایران مرکزی است. گسل گرمسار، مهم‌ترین ساختار تکتونیکی در این محدوده با راستای عمومی شرقی ـ غربی در شمال گرمسار قرار دارد که به سمت غرب خم‌های زیادی پیدا کرده و دارای راستای شمال غرب ـ جنوب شرق می‌شود. این گسل دارای سازوکار راندگی با شیب به سوی شمال و مولفه امتدادلغز چپگرد است. بررسی سیستم‌های شکستگی در ساختارهای نمکی، دلالت بر اشتراک روند ساختاری شرقی- غربی متأثر از گسل راندگی گرمسار دارد. گسل راندگی گرمسار به عنوان شکستگی اصلی، عمده‌ترین نقش را در حرکت صعودی و به سطح رسیدن توده‌های نمک ائوسن بالایی ـ الیگوسن ایفا نموده است و کل مجموعه، مبین یک سفره روراندگی نمکی در شمال ایران مرکزی است.

واژگان کلیدی: گسل راندگی گرمسار، ساختار نمکی، سفره روراندگی، لبه پیشرو آشکارشده، صفحه‌های نمکی نابرجا.

مقدمه

طبق کاربرد معمول، واژه "نمک" شامل همه مجموعه‌های سنگی متشکله از هالیت اولیه (NaCl) می‌باشد. نمک از لحاظ مکانیکی ضعیف است و همانند یک سیال حتی در نرخ‌های سریع واتنشی جریان می‌یابد. از طرفی نمک به طور نسبی تراکم‌ناپذیر می‌باشد. رفتار سیالیتی و نیز ویژگی تراکم‌ناپذیری نمک، آن را ذاتاً تحت بازه گسترده‌ای از شرایط زمین‌شناسی ناپایدار ساخته است. در بسیاری از متون زمین‌شناسی ساختمانی، به تکتونیک نمک زیاد پرداخته نشده است در حالی‌که این موضوع در مباحث زیادی از زمین‌شناسی از قبیل تشکیل نفتگیرهای ساختاری، مهاجرت سیالات و انتقال و نهشت فلزات توسط آب‌های داغ اشباع از نمک (Hot brine) و همچنین فراهم نمودن ذخایر مهم اقتصادی از قبیل نمک‌های پتاسی، نمک‌های سدیمی، ژیپس، سولفور، بورات‌ها، نیترات‌ها و زئولیت‌ها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد [16].

همه تبخیری‌ها در چهار وضعیت تکتونیکی اصلی نهشته شده‌اند: ۱) حوضه‌های کراتونی، ۲) حوضه‌های هم‌زمان با کافتی شدن، ۳) حاشیه‌های غیرفعال پس از

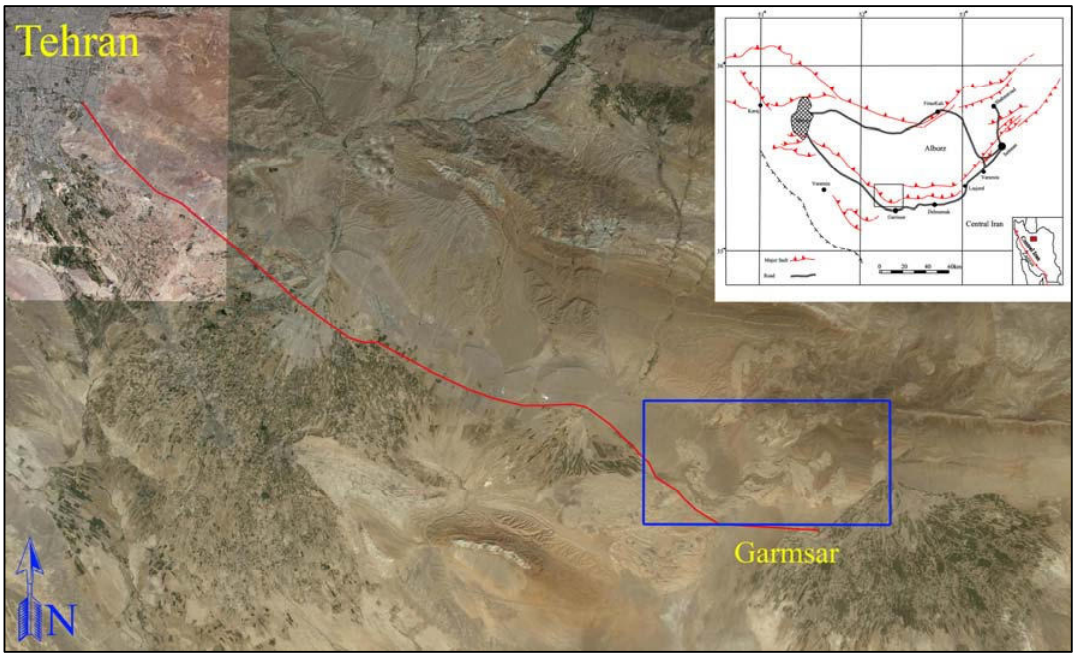
کافتی شدن و ٤) پهنه‌های برخورد قاره‌ای و حوضه‌های پیش‌خشکی. حدود ۱۲۰ حوضه در سراسر جهان متأثر از تکتونیک نمک گشته و دگرشکلی شامل جریان نمک در آن‌ها می‌باشد. تکتونیک نمک هم می‌تواند حاصل کوتاه‌شدگی یا کشیدگی‌های ناحیه‌ای و هم نتیجه دگرشکلی‌های منحصراً مشتق شده از ثقل (هالوکینز Halokinesis) در غیاب تنش‌های جانبی تکتونیکی باشد [10].

ساختارهای نمکی محدوده شمال ایران مرکزی (گرمسار) را بر اساس رده‌بندی جکسون (۱۹۹۱) [11]، می‌توان به چهار نوع استوک‌ها، تاقدیس‌ها، دیوارها و زبانه‌های نمکی تقسیم نمود [۲]. در این مقاله، به بررسی ساختارهای رخنمون یافته و ارتباط آن‌ها با عارضه‌های مهم تکتونیکی در ناحیه به ویژه گسل راندگی گرمسار پرداخته می‌شود.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

محدوده مورد مطالعه در شمال- شمال غربی شهر گرمسار در استان سمنان واقع شده است. جهت مطالعه و بررسی ساختارهای نمکی موجود، منطقه‌ای به وسعت ۳۳۳ کیلومتر مربع در محدوده‌ای به طول جغرافیایی ´۰۸ °۵۲ تا ´۲۵ °۵۲ شرقی و به عرض جغرافیایی ´۱٤ °۳۵ تا ´۲۱ °۳۵ شمالی در نظر گرفته شده است.

مهم‌ترین راه دست‌یابی به محدوده، محور اصلی تهران ـ گرمسار و دسترسی به ساختارهای نمکی از طریق جاده‌های فرعی که بیشتر آن‌ها به معادن فعال و غیرفعال موجود در منطقه ختم می‌شوند، میسر می‌باشد. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در شمال ایران مرکزی و جنوب رشته‌کوه البرز در شکل۱ به نمایش در آمده است.



شکل۱- موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه در شمال گرمسار

جایگاه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

نمک ترشیری در بسیاری از بخش‌های ایران مرکزی به سطح زمین رسیده است. بیشترین حجم از رخنمون‌های نمک را می‌توان در حوضه کویر بزرگ و حوضه‌های فرعی پیرامونی آن همانند حوضه‌های قم، گرمسار و دامغان یافت. لایه‌های ترشیری این نواحی، که به صورت ناپیوسته لایه‌های چین‌خورده مزوزوئیک را می‌پوشانند، با رسوبات دریایی ائوسن همراه سنگ‌های ولکانیکی شروع می‌شوند [12].

اولین تبخیری‌ها با حدود ۵۰۰ متر ضخامت، در طول ائوسن میانی و در بخش‌های جنوبی حوضه کویر بزرگ، نهشته شده‌اند. در پایان ائوسن، سنگ‌های نمکی گچ‌دار در بخش‌های شمالی حوضه (نواحی قم و گرمسار)، ایجاد شده‌اند. نهشته شدن این تبخیری‌ها تا الیگوسن پیشین ادامه داشته است و سبب انباشته شدن صدها متر توالی تبخیری‌ها گشته است [12].

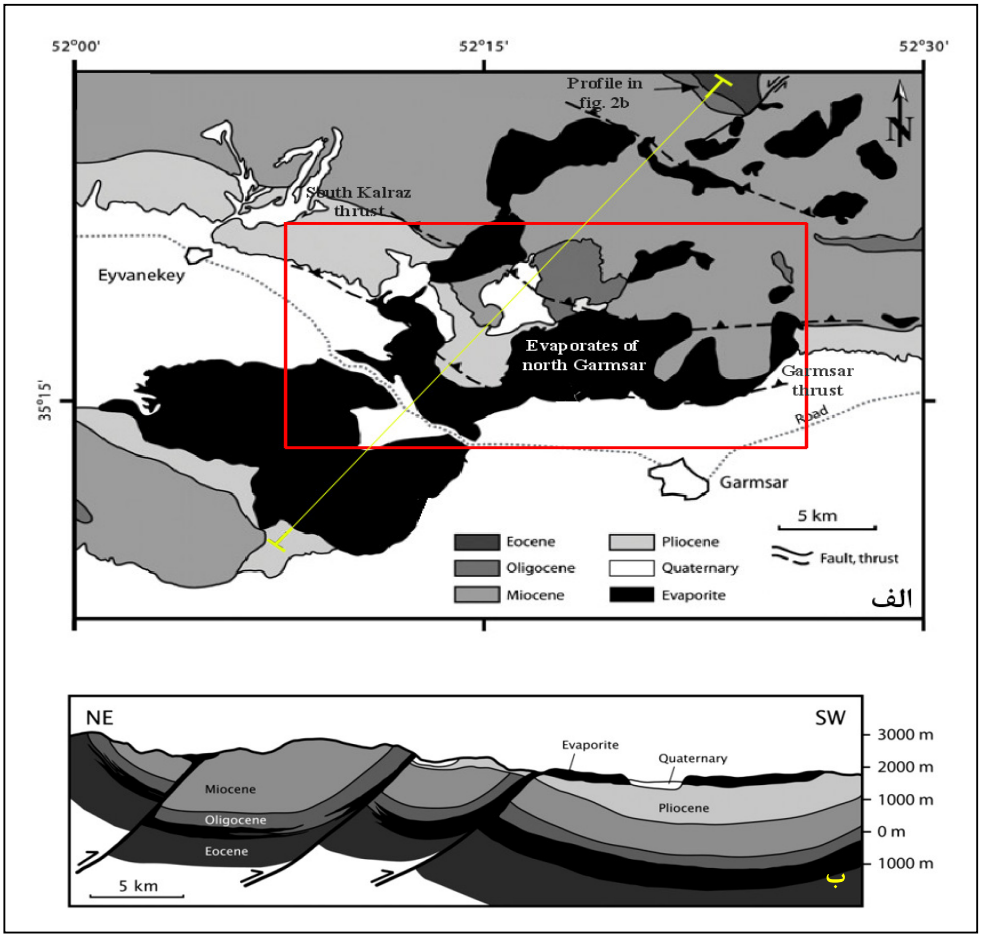
در پی جنبش‌های تکتونیکی ائوسن، حوضه‌های فرعی از حوضه کویر بزرگ جدا گشتند. بعد از این جنبش‌ها، یک چرخه رسوبی جدید آغاز شد که قاعده آن به وسیله یک ناپیوستگی واضح مشخص است. این چرخه رسوبی جدید با رسوبات تخریبی قاره‌ای قرمز رنگ و نیز نهشته‌های تبخیری الیگوسن موسوم به سازند قرمز پایینی، شروع می‌شود که توسط سازند دریایی الیگوسن ـ میوسن پایینی (سازند قم) و رسوبات قرمز رنگ میوسن (سازند قرمز بالایی)، پوشیده می‌شود [15,12]. بیشینه ضخامت سازند قرمز پایینی به حدود ۱۰۰۰ متر در جنوب حوضه قم می‌رسد و شامل رسوبات عمدتاً تخریبی قرمز دارای میان لایه‌های ولکانیکی می‌باشد. ضخامت نهشته‌های تبخیری سازند قرمز پایینی حدود ۳۰۰ متر در حوضه قم است که به سوی شرق به رخساره‌های آواری و غیر تخریبی تغییر می‌کند [12]. سازند قم شامل یک توالی با حدود ۱۰۰۰ متر ضخامت از سنگ آهک تیپ فلات قاره و نهشته‌های مارنی، شیلی، ماسه‌سنگی و سنگ گچ است [7,8,12]. بیشینه ضخامت نهشته‌های قرمز بالایی به سن میوسن به حدود ۵۰۰۰ متر در حوضه‌های قم و گرمسار می‌رسد. سازند قرمز بالایی در حوضه گرمسار قابل تقسیم به سه عضو می‌باشد [12]. پایین‌ترین عضو با حدود ۷۰۰ متر ضخامت، شامل رخساره‌های رسوبی نمک‌دار منظم و نیز لایه‌های سنگ نمک ناخالص نازک (ضخامت کمتر از ۱۰ متر) می‌باشد. عضو میانی با حدود ۳۰۰۰ متر ضخامت، شامل سنگ‌های گلی گچ‌دار است و بالایی‌ترین عضو، متشکل از تناوب سنگ‌های گلی نمک‌دار و سنگ‌های گچی است.

چندین محقق معتقدند که تمام ساختارهای نمکی در ایران مرکزی، در دو توالی نمکی مشابه خلاصه می‌شوند: اول نمک‌های به نسبت ناخالص ائوسن بالایی ـ الیگوسن پایینی مربوط به قاعده سازند قرمز پایینی و دوم، توالی نمکی خالص الوان میوسن تحتانی مربوط به سازند قرمز بالایی [7,12,15]. ناحیه گرمسار یک حوضه خلیج‌مانند (Embayment) پیرامونی حوضه ترشیری کویر بزرگ ایران است که توسط برجستگی‌های کوه گچاب و دولاسین مجزا شده است. این حوضه تقریباً بین شهرهای ایوانکی و گرمسار واقع شده است. با وجودی که ستون چینه‌شناسی منطقه به واسطه تکتونیک نمک به شدت به هم خورده است، محاسبه ضخامت دقیق رسوب‌گذاری مشکل است اما به نظر می‌رسد متجاوز

از ۸۰۰۰ متر رسوب در این پیش‌ژرفا (Foredeep) بر جای گذاشته شده است [12].

نمک ترشیری از زیر پوشش نازکی از کوه‌های البرز بیرون زده است و در شمال گرمسار در اثر عملکرد گسل‌های راندگی به سطح زمین رسیده است (شکل ۲ الف و ب). تپه‌های گرمسار به طور عمده شامل توده‌های دیاپیری عظیم نمک و سنگ گچ است که دارای ادخال‌هایی از سنگ‌های آذرین مافیک همراه با مارن، مارن آهکی، شیل و ماسه‌سنگ می‌باشد [6]. به علت فقدان هر گونه فسیل، تعیین سن دقیق توده‌های تبخیری امکان‌پذیر نیست اما به دلیل شباهت سنگ‌شناسی به حوضه‌های قم‌کوه وکویر بزرگ [15]، سن ائوسن بالایی- الیگوسن برای این تبخیری‌ها پیشنهاد می‌شود. همچنین این موضوع که آیا پهنه‌های نمکی امروزه در حال حرکت هستند یا خیر مورد بحث می‌باشد [14].

سطح فعلی تبخیری‌ها در محدوده مطالعاتی در بیشتر مکان‌ها به وسیله پوششی از گچ‌های سبز روشن تا قهوه‌ای روشن به همراه مارن و مارن‌های آهکی پوشیده شده است [6].



شکل۲- الف و ب- نقشه زمین‌شناسی و پروفیل ساده شده تبخیری‌های محدوده گرمسار، گستره منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است (با اندکی تغییر از [14]).

اگرچه در محدوده مورد مطالعه، نمک‌ها به واسطه دسته‌جات چین‌های خوابیده متحمل دگرشکلی نسبتاً شدید گردیده‌اند با این وجود، به نظر می‌رسد دارای لایه‌بندی با شیب بسیار ملایم و نیمه افقی باشد [14].

جکسون و همکاران (۱۹۹۰)، حوضه گرمسار را یک فرورفتگی و مرکز رسوب‌گذاری (Depocenter) نمک در شمال غرب و غرب حوضه کویر بزرگ در نظر گرفته‌اند. ایشان حوضه رسوبی کویر بزرگ را یک حوضه درون قاره‌ای پر شده از رسوبات تبخیری به ضخامت ٦ تا ۷ کیلومتری می‌دانند. فرونشست این حوضه از کرتاسه پیشین آغاز گشته و رسوبات ائوسن تا عهد حاضر در آن انباشته شده است [12].

همراهی سنگ‌های آذرین آلکالن با نمک‌های این منطقه، گویای تشکیل تبخیری‌های شمال و غرب گرمسار بر اساس الگوی ولکانوژنیک پیدایش ذخایر تبخیری [13]، حاصل از فعالیت‌های آتشفشانی آلکالن زیردریایی (به دلیل فراوانی نهشته‌های نمکی سولفاته) می‌باشند [4].

جایگاه زمین‌ساختی گستره تبخیری‌های شمال و غرب گرمسار را می‌توان یک فروزمین واقع در حاشیه شمالی حوضه پشت‌کمانی ایران مرکزی دانست [۳]. یک فروزمین شرقی ـ غربی که به گمان بسیاری در درازای بخشی از مرز البرز ـ ایران مرکزی، دست‌کم از ایوانکی تا سرخه تشکیل شده که قابلیت فرونشست تدریجی و فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی آلکالن را دارا بوده است. این وضعیت تا آغاز رسوب‌گذاری سازند قم ادامه پیدا کرده اما به دنبال پسروی دریایی، سازند قم و در اثر برقراری رژیم فشاری در حوضه پشت کمانی ایران مرکزی، به تدریج شرایط قاره‌ای حاکم و سازند قرمز بالایی در نتیجه این تغییر شرایط نهشته گردید.

زمین‌شناسی ساختمانی

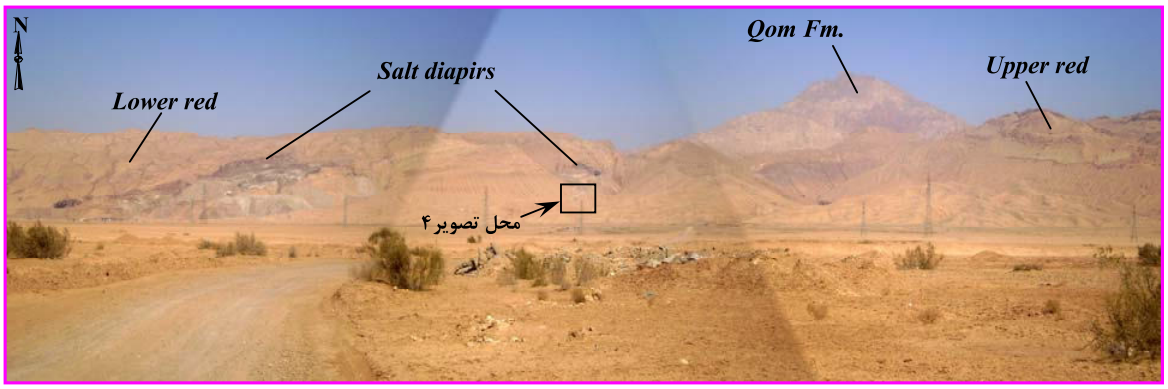
محدوده مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی پهنه‌های رسوبی ـ ساختاری عمده ایران [۱]، در حاشیه شمالی پهنه ایران مرکزی و بخش‌های جنوبی کوه‌های البرز واقع شده است. گسل راندگی گرمسار جداکننده رشته کوه های البرز از بخش‌های مرکزی ایران در این منطقه به شمار می‌رود. در بخش غربی منطقه روند شمال غرب ـ جنوب شرق یعنی روند کلی البرز غربی به خوبی قابل تشخیص می‌باشد. در بخش شرقی نیز روند شرقی- غربی غالب می‌باشد (شکل ۲-الف). تبدیل این روند به روند کلی البرز شرقی یعنی شمال شرقی ـ جنوب غربی در خارج از منطقه مورد مطالعه صورت می‌گیرد. عملکرد بعضی از گسل‌های فرعی و چین خوردگی‌های محلی، که غالباً متاثر از نفوذ دیاپیرها می‌باشند، در محدوده‌های کوچکی بر روندهای کلی منطقه تاثیر گذاشته‌اند.

گسل گرمسار

گسل گرمسار، مهم‌ترین ساختار تکتونیکی در محدوده مورد مطالعه با راستای شرقی- غربی در شمال گرمسار قرار دارد و به سمت غرب خم‌های زیادی پیدا کرده و پس از گذشتن از دامنه کوه‌های تخت‌رستم و کوه‌سرخ، در جنوب شرقی ورامین به گسل پیشوا می‌رسد. درازای گسل گرمسار از شمال ده‌نمک در قسمت شرقی تا جنوب غربی کوه‌سرخ در غرب، بیش از ۷۰ کیلومتر است. در شمال شرقی گرمسار، این

گسل مرز روشنی میان سازند آبرفتی هزار دره و آبرفت‌های دشت را تشکیل می‌دهد (شکل ۳). آرایش هندسی این گسل سازوکار راندگی با شیب به سمت شمال را پیشنهاد می‌کند [۳] که دارای مولفه امتداد لغز نیز می‌باشد این گسل توسط گسل‌های چپ لغز با امتداد شمال شرقی- جنوب غربی جا به جا شده و به صورت پلکانی در آمده است.

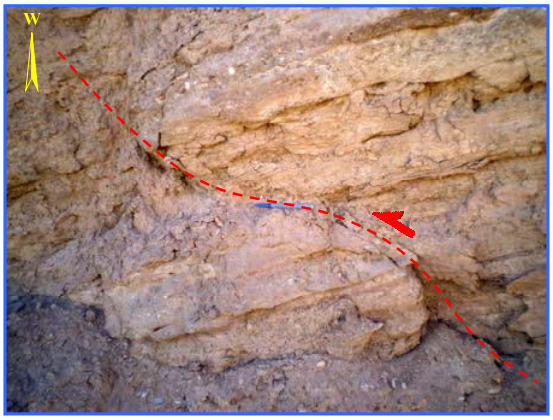
با توجه به مطالعات انجام شده، گسل گرمسار را می‌توان از لحاظ مکانیسم و همچنین نفوذ دیاپیرها در امتداد آن با گسل جنوب کوه کلرز در شمال آن مشابه دانست (شکل ۲-الف). عملکرد این گسل را در منطقه مورد مطالعه در سمت شرق معدن نمک راه‌راهک به صورت ایجاد بریدگی در سازند قرمز فوقانی و نهشته‌های میو ـ پلیوسن می‌توان دید (شکل ٤). در دو سمت شرقی و غربی این محدوده به علت حرکت ثقلی نمک، توده‌های نمک حدود ٦۰۰ متر به سمت جنوب روی دشت گرمسار حرکت کرده‌اند، که این عمل باعث شده است تا از نظر ریخت‌شناسی، ارتفاعات به سمت دشت کشیده شوند. در مسیر این گسل و تحت تأثیر حرکت راندگی به سوی جنوب، دیاپیرهای نمکی با پوشش گچی و مارنی رخنمون یافته است (شکل ۲- الف و ب).



شکل ۳- گسل راندگی گرمسار با شیب به سوی شمال، تشکیل دهنده مرز بین کوه و دشت در شمال گرمسار

مطالعه شکستگی‌ها در ساختارهای نمکی

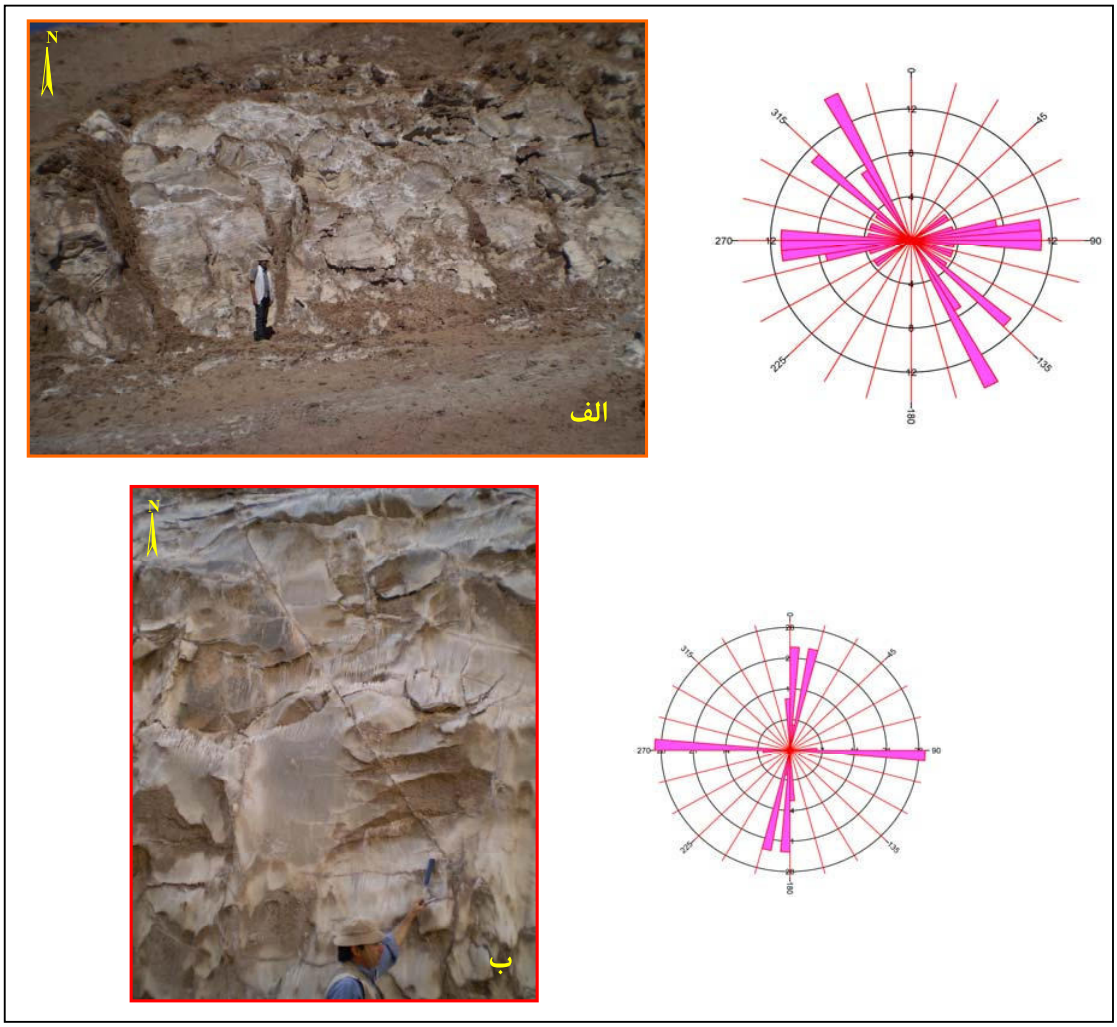
برای بررسی هندسی شکستگی‌های داخل ساختارهای نمکی، معدن نمک راه‌راهک و نیز تعدادی از معادن نمک متروکه دیگر انتخاب شده‌اند. آنچه که از بررسی نمودارهای گل‌سرخی (Rose diagram) ایستگاه‌های مختلف قابل استنباط است، روند شرقی- غربی متأثر از راستای عمومی گسل راندگی گرمسار در همه ایستگاه‌ها به عنوان یکی از روندهای اصلی دیده می‌شود.



شکل٤- راندگی با شیب به شمال منطبق بر گسل گرمسار در نهشته‌های کواترنری در شمال گرمسار

علاوه بر این، روند اصلی دیگر، شمال شرق- جنوب غرب (آزیموت ۲۵ الی ۳۵ درجه) است. ضمن این‌که روند ضعیف‌تر شمال غرب ـ جنوب شرق نیز وجود دارد.

مقایسه نمودارهای مذکور با یکدیگر (شکل۵)، به خوبی اشتراک شکستگی‌های شرقی ـ غربی را در آن‌ها نشان می‌دهد. حرکت ثقلی نمک به سمت جنوب باعث پوشیده شدن رخنمون گسل گرمسار شده است (شکل ۲-الف). مشابهت حرکت نمک با حرکت توده‌های عظیم یخ و ایجاد کشش در محور حرکت آن‌ها می‌تواند دلیل عمده‌ای برای ایجاد ترک‌هایی عمود بر جهت کشش (با امتداد شرقی- غربی) باشد. مشابهت امتداد شکستگی‌های شرقی- غربی با راستای گسل‌های منطقه خصوصاً گسل گرمسار و در نتیجه تأثیر تکتونیک کلی منطقه را در ایجاد آن‌ها نباید از نظر دور داشت، با این وجود، ایجاد شکستگی‌های مذکور در ارتباط با حرکت ثقلی نمک نیز محتمل می‌باشد [۵] که این امر می تواند عامل تغییر برخی روندهای شکستگی‌ها در این منطقه باشد.



شکل ۵- نمایی از سیستم‌های شکستگی همراه با نمودارهای گل‌سرخی آن‌ها در معادن متروکه نمک، الف) ایستگاه شماره ۱ واقع در معدن راه‌راهک و ب) ایستگاه شماره ۲ واقع در یکی از معادن متروکه غرب محدوده مورد مطالعه

دیاپیریسم نمک

وزن مخصوص هالیت، ۲/۱٦ است. بنابراین هنگامی‌که سنگ‌های رسوبی پوشاننده و اطراف نمک‌ها تحت فشار قرار گیرند، چگالی کلی آن‌ها به طرز قابل ملاحضه‌ای افزایش می‌یابد اما قابلیت فشردگی نمک خیلی ناچیز است. حال چنان‌چه پوشش رسوبی رویی حداقل ۳۰۰ تا ۷۰۰ متر ضخامت داشته باشند، فشار حاصله سبب می‌شود که چگالی آن‌ها به ۲/۲ یعنی بیش از چگالی نمک برسد. بنابراین تحت فشارهای فوقانی که هالیت به صورت پلاستیک عمل می‌کند، با فشارهای زمین‌ساختی نسبتاً جزئی نیز، حرکت نمک در جهت کاهش فشارهای لیتوسفری آغاز می‌شود. این حرکت از میان نزدیک‌ترین مناطق شکسته شده سنگ‌های رویی به طرف سطح صورت می‌پذیرد. به اعتقاد صفایی (۱۳٦۹)، بر اساس تبعیت دیاپیرهای نمکی از راستای گسل‌های فشاری و راستالغز، حرکت نمک به درون شکستگی‌ها به عنوان سازوکار چیره دیاپیریسم عنوان می‌شود. در ضمن وی وجود تنش‌های افقی را به عنوان عامل حرکت نمک از اعماق کم مطرح ساخته است [۵].

قطع‌شدگی سازند کهریزک به وسیله دیاپیرهای نمکی در جنوب شرقی ایوانکی، نشانه به سطح رسیدن نمک در پلیستوسن پایانی است [6]. در این‌صورت باید برای آغاز دیاپیریسم، زمانی پیش از کواترنری (زمان به سطح رسیدن) و پس از الیگومیوسن (زمان نهشته‌شدن نمک) در نظر گرفته شود [۲]. بنابر دلایل زیر، محدوده زمانی پلیوسن آغازی می‌تواند مناسب‌ترین زمان برای آغاز دیاپیریسم باشد:

الف) در این زمان نمک در زیر بیش از ٤۰۰۰ متر رسوب (سازند قم و قرمز بالایی) قرار گرفته است.

ب) در این وضعیت، چگالی نمک کمتر از چگالی کلی لایه‌های پوشاننده شده و شرایط برای هالوکینز یا صعود نمک در اثر ناپایداری ثقلی فراهم شده است.

پ) رخداد کوهزایی پلیوسن آغازی می‌توانسته به عنوان عامل مکمل و محرک خارجی، سبب توسعه دیاپیریسم شده باشد.

ت) توسعه چین‌خوردگی‌ها و گسل‌ها در این زمان که شاهد آن فرازگیری، رخنمون پیداکردن و فرسایش سنگ‌های قدیمی‌تر است، می‌توانسته به عنوان سازوکار محرک کاملاً مناسبی عمل کرده باشد.

جایگیری صفحه‌های نمکی نابرجا

در جایی که نمک به دلیل سیالیت حرکت می‌کند و روی توالی‌های چینه‌شناسی جوان‌تر از خود قرار می‌گیرد، از واژه نابرجا برای آن استفاده می‌شود [10]. یک صفحه نمکی شامل نمک‌های نابرجای منشأ گرفته از تغذیه‌کننده‌ای منفرد است که پهنایی چندین برابر بزرگ‌تر از ضخامت بیشینه‌اش دارد [9]. صفحه‌های نمکی در بیش از ۳۵ حوضه در سراسر جهان شناخته شده‌اند. بر اساس هندسه و ضخامت پوشش رویی صفحه پیشرفته، حرکت به جلو در صفحه‌های نمک طی چهار سازوکار صورت می‌گیرد:

۱)پیشرفت به شکل بیرون زده (Extrusive advance)،

۲) پیشرفت به صورت لبه پیشرو آشکارشده در سفره‌های رورانده (Open-toed advance)،

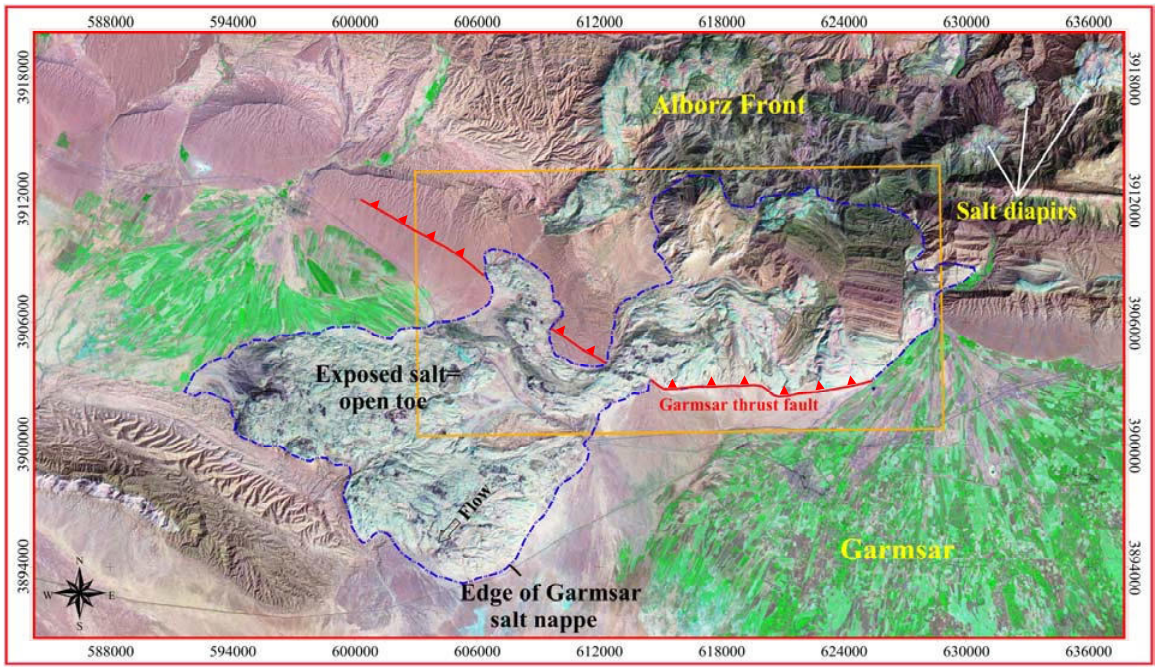
۳) پیشرفت به صورت راندگی (Thrust advance) و

٤) نفوذ زائده مانند نمک (Salt-wing intrusion)[9] .

بر اساس هندسه و ضخامت پوشش رویی ورقه پیشرفته، به نظر می‌رسد در محدوده گرمسار، سازوکار دوم یعنی پیشرفت به صورت لبه پیشرو در سفره‌های روراندە، عمل نموده باشد. یک صفحه پیشرو آشکارشده، به صورت بخشی توسط یک پوشش مهم به طور مکانیکی دفن گردیده است اما هنوز دارای یک لبه بیرون‌آمده است. پوشش رویی به طور ویژه آهسته‌تر از نمک‌های زیرین پیشرفت می‌نماید. از طرف دیگر، جریان نمک یک کشش بر قاعده پوشش رویی اعمال می‌کند که ممکن است آن را توسط شکستگی‌های کششی از هم گسسته کند [10].

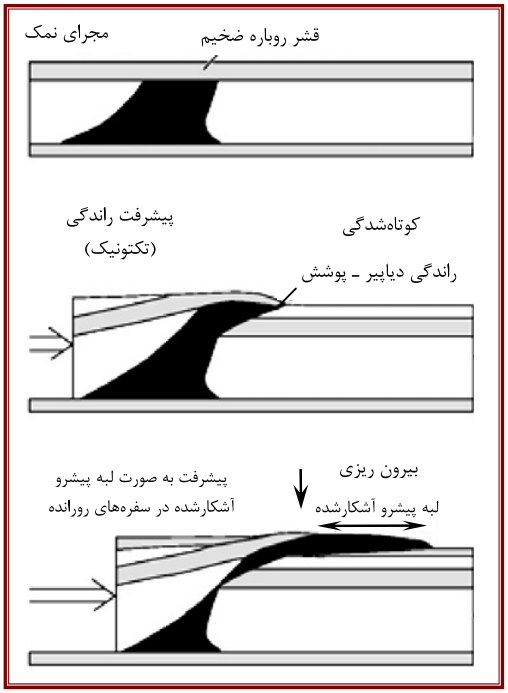
در پیشرفت به صورت راندگی، ورقه و پوشش رویی پیوسته آن در طول یک گسل راندگی به عنوان یک لبه پیشرو ورقه نمک، به جلو حرکت می‌نماید. راندگی ممکن است به وسیله توزیع ثقلی صفحه و یا کوتاه‌شدگی تکتونیکی صورت بگیرد. شکل قاعده نمک در یک صفحه روراندگی، هندسه لبه پیشرو راندگی را منعکس می‌کند. در مقابل، نرخ رسوب‌گذاری منعکس کننده شکل‌های بیرون‌زده و صفحه‌های پیشرو آشکارشده در سفره‌های روراندە می‌باشد.

ساختارهای نمکی منطقه گرمسار- سفره روراندگی نمکی- یک صفحه بیرون زده پیشرو در شمال ایران می‌باشد. نمک ائوسن بالایی- الیگوسن در طول گسل راندگی گرمسار که یکی از راندگی‌های پیشانی کوه‌های البرز است، رو به بالا حرکت کرده و به سطح زمین رسیده است. فرسایش لبه پیشرو این کمپلکس راندگی سبب رخنمون یافتن نمک شده است و آن را قادر ساخته تا همانند یک لبه پیشرو آشکار شده بیرون آید (شکل ٦).



شکل ٦- تصویر ماهواره‌ای از سفره روراندگی نمکی گرمسار در شمال ایران؛ نمک ائوسن بالایی- الیگوسن در طول گسل راندگی گرمسار به سطح زمین رسیده است (با اندکی تغییر از [10])

راندگی‌های تغذیه شونده با دیوارها یا گنبدهای نمکی (Plug-fed thrust)، زمانی شکل می‌گیرند که دیاپیرهای روباره‌ای توسط راندگی تحت کوتاه‌شدگی واقع شده و به صورت یک صفحه نمکی از دیاپیر در قاعده فرادیواره گسل راندگی، حمل می‌شوند (شکل۷).



تصویر۷. مراحل متوالی صعود دیاپیر نمکی و تشکیل سفره‌های رورانده‌گی نمک (اقتباس از [9]).

این تیپ خاص از دگرشکلی در کمربندهای کوهزایی جایی که تنش‌های فشارشی به اندازه‌ای شدید هستند تا حتی پوشش ضخیم دیاپیرها را دگرشکل کنند، بسیار معمول است. مثال‌هایی هم‌چنین در سفره‌های رورانده فشارشی در بعضی از حاشیه‌های غیرفعال وجود دارد. خاستگاه سفره‌های نمکی این‌چنینی، ممکن است توسط بیرون‌ریزی مجدد نمک مبهم بماند [9,10]. چنین حالتی در مورد گسل راندگی گرمسار کاملاً صادق است و حرکت ثقلی نمک به سمت جنوب باعث پوشیده بخشی از رخنمون آن شده است (شکل ٦).

نتیجه

بنابر مطالبی که گذشت، جایگاه زمین‌ساختی گستره تبخیری‌های شمال و غرب گرمسار را می‌توان یک فروزمین شرقی ـ غربی واقع در حاشیه شمالی حوضه پشت‌کمانی ایران مرکزی دانست. گسل گرمسار، مهم‌ترین ساختار تکتونیکی در محدوده مورد مطالعه است که با راستای شرقی ـ غربی در شمال گرمسار قرار دارد و به سمت غرب خم‌های زیادی پیدا کرده و دارای سازوکار راندگی با شیب به سوی شمال و مولفه امتداد لغز چپگرد است. بررسی سیستم‌های شکستگی در ساختارهای نمکی محدوده مطالعاتی، دلالت بر اشتراک روند ساختاری شرقی ـ غربی متأثر از گسل راندگی گرمسار در آن‌ها دارد. مدل ارائه شده در بالا، (Plug-fed thrust)، قابل انطباق با نحوه رخنمون ساختارهای نمکی در محدوده حوضه گرمسار در شمال ایران مرکزی به عنوان یک حوضه حاشیه صفحه‌ای به شمار می‌رود. بر این اساس گسل راندگی گرمسار (شکل۲)، به عنوان شکستگی اصلی، عمده‌ترین نقش را در حرکت صعودی و به سطح رسیدن توده‌های نمک ائوسن بالایی ـ الیگوسن ایفا نموده است و کل مجموعه تبخیری رخنمون یافته، مبین یک سفره رورانده‌گی نمکی در شمال ایران مرکزی می‌باشد.

منابع

۱-آقانباتی، علی، (۱۳۸۳). زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ٦٠٦ ص.

۲-اسدیان، ف.، پورکرمانی، م. و آرین، م.، (۱۳۸٦). ژئومورفولوژی ساختمانی ساختارهای نمکی در گستره گرمسار ـ لاسجرد، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ٦٠، ص ۸۵-۷۵.

۳-بربریان، م. و یاسینی، ا.، (۱۹۸۳). گوناگونی و گسترش رخساره‌ای و خط‌های کلی پارینه چغرافی نئوژن در ایران‌زمین، بخش چهارم، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش شماره ۵۲.

٤-شهریاری، س، صفایی، هـ و شریفی، م، (۱۳۷۸)، تعیین محیط تکتونوماگمایی بازالت‌های همراه با گنبدهای نمکی البرز شرقی (منطقه گرمسار)، فشرده مقالات سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شیراز، ص ۳۹۰-۳۸٦.

۵-صفایی، هـ (۱۳٦۹). دیاپیریسم و لرزه‌زمین‌ساخت منطقه گرمسار، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد تکتونیک دانشگاه تربیت معلم تهران، ۲۵۹ ص.

6- Amini, B. and Rashid, H., (2005). Garmsar geological map 1:100000 in scale. Geological Survey of Iran, Tehran, Iran.

7- Gansser, A., (1960b). U¨ ber Schlammvulkane und Salzdome. Naurforschende Gesellschaft in Zurich Vierteljahrschrift 105, 1-46.

8- Gretener, P.E., (1982). Another look at the Alborz Nr. 5 in central Iran. Bulletin der Vereinigung Schweitzerisches Petroleum Geologen und Ingenieur,48,1-8.

9- Hudec, M.R. and Jackson, M.P.A., (2006). Growth of allochthonous salt sheets in passive margins and orogens. AAPG Bulletin, 90, 1535–1564.

10- Hudec, M.R. and Jackson, M.P.A., (2007). Terra infirma: Understanding salt tectonics. Earth-Science Reviews, 82, 1-28.

11- Jackson, M.P.A. and Talbot, C.J., (1991). A glossary of salt tectonics. Geological Circular, 91-4, The University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology, 44 p.

12- Jackson, M.P.A., Cornelius, R.R., Craig, C.R., Gansser, A., Stöcklin, J. and Talbot, C.J., (1990). Salt diapirs of the Great Kavir, Central Iran. GSA Memoir 177, 139 p.

13- Mitchell, A.H.G. and Garson, M.S., (1981). Mineral deposits and global tectonic settings. Academic Press, London, 405 P.

14- Schléder, Z. and Urai, J.L., (2006). Deformation and recrystallization mechanisms in mylonitic shear zones in naturally deformed extrusive Eocene–Oligocene rocksalt from Eyvanekey plateau and Garmsar hills (central Iran). Journal of Structural Geology, 28, 1-15.

15- Talbot, C.J. and Aftabi, P., (2004). Geology and models of salt extrusion at Qom Kuh, central Iran. Journal of the Geological Society, 161, 321-334.

16- Warren, J., (1999). Evaporites: Their Evolution and Economics. Blackwell Science, Oxford. 438 p.