

## متالوژنی منطقه مورد مطالعه

## مقدمه:

محدوده طرح بخشی از زمین‌شناسی ایران مرکزی به حساب می‌آید که در فاصله بین رشته کوه‌های البرز در شمال، زون سنندج - سیرجان در غرب و کویر مرکزی در شرق واقع است و دارای ویژگی‌های خاصی است که در ذیل معرفی می‌گردد:

## ۳-۱- زمین‌شناسی ناحیه‌ای

کهن‌ترین رخنمون طبقات در محدوده طرح و نواحی مجاور سازندهای تریاس فوقانی - ژوراسیک زیرین است که با رخساره نایبند و شمشک در زیر طبقاتی از کرتاسه دیده می‌شود. در نواحی دورتر از این منطقه پی‌سنگ کهن ایران زمین با سرشت پوسته قاره‌ای و پوشش پلاتفرمی متشکل از سازندهای پالئوزوئیک تا پرمین و تریاس دارای رخنمون است و بر همین قیاس چنین می‌توان تصور نمود که پیگرد و بنیان اصلی بر پوسته قاره‌ای بنا نهاده شده است.

از سوی دیگر در نواحی غربی این منطقه آثار و بقایایی از پوسته اقیانوسی ملاحظه می‌شود که می‌تواند معرف زمین درزه‌ای از زمان ژوراسیک - کرتاسه به حساب آید، گرچه به فاصله نه چندان دور در سمت دوزلی گل اراک زون سنندج - سیرجان رخنمون دارد. براساس سازندهای شناخته شده منطقه طرح متشکل از پی‌سنگ قاره‌ای با پوشش پلاتفرمی است که در رخداد آلپی به عنوان رویکردی از بسته شدن و هضم پوسته اقیانوسی مزوزوئیک دستخوش پویایی تکتونو - ماگمایی، ماگماتیسم قوس حاشیه قاره‌ای و ریفت درون قوس شده است. گام پسین تکوین زمین‌شناسی گسترش دریای الیگومیوسن و در پی آن تشکیل رخساره مولاسی - کولابی و در نهایت پلایهای کنونی است.

## ۳-۲- ماگماتیسم منطقه‌ای

سیستم ولکانو - پلوتونیسم پالئوژن به عنوان پدیده‌ای فراگیر در ابعاد قاره آسیا و بخش‌هایی از اروپا، مجموعه‌ای از سنگهای آتشفشانی - نفوذی را در زمان پالئوژن به وجود آورده است که سرشتی از تولییتی تا کالک آلکالن و شوشونیتی دارد. گاهی این رخساره دو گانه (Bimodal) و در مناطقی کالک آلکالن و در بعضی مناطق شوشونیتی است. بدین قیاس گرچه به طور کلی مشخصات ولکانو- پلوتونیسم کمان حاشیه قاره‌ای دارد اما بدلیل تغییر در دامنه سدیک تا پتاسیک و ریولیتی تا بازالتی گاهی به خاستگاه نوع ریفت نسبت داده شده است که به لحاظ قیاس محلی درست بوده و می‌تواند رویکردی از ریفت‌های درون گمان ماگمائی به حساب آید گرچه پدیده غالب ماگماتیسم حاشیه قاره‌ای و جایگاه اصلی از نوع ولکانو - پلوتونیسم حاشیه قاره‌ای می‌باشد که فرآیندی از بسته شدن اقیانوس تیس، هضم پوسته اقیانوسی، ذوب بخشی و پویای ماگمایی همزمان و بعد از آن است.

### ۳-۳- جایگاه زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه

محدوده طرح در ایران مرکزی و در کناره غربی دشت کویر جای دارد که از یک سو به کوهستان قم و از طرف دیگر به بلندیه‌های قدیمی البرز محدود می‌شود. این منطقه حوضه فروافتاده‌ای به سن الیگوسن - کواترنری است. رشته کوهستانی کاشان - قم - سلفچگان - ساوه کنار جنوب باختری و غرب آنرا محدود می‌سازد.

سمت شمالی با گسل کوشک نصرت، ارتفاعات نعلبندان، بلندیه‌های دوازده امام و سیاه کوه دارای روند شمال باختری - جنوب خاوری است که با ساختارهای گسله بین حوضه گسلی (Fault Controlled Basin) محدود و شکل گرفته است. این حوضه خود به دو پهنه فروافتاده قابل تقسیم است که عبارتند از:

الف- پهنه قم - ساوه با زون چین‌خورده از سازندهای الیگو - میوسن بصورت تاقدیس مرکب با ساختارهای هیدروکربوردار البرز و سراچه و گنبد‌های نمکی ده نار و ده نمک.

ب- فروافتادگی دریای نمک با دو پلایای دریای نمک و حوض سلطان به سن کواترنری بین این دو پهنه فروافتاده پشته کوهستانی و کشیده کوه سفید - کوه بادامچه با سازندهای آتشفشانی - رسوبی ائوسن قرار دارد که کوه سرگردان در جنوب دریای نمک را میتوان رد جنوب خاوری آن پنداشت. این فروافتادگی که پست‌ترین مکان آن دریای نمک می‌باشد محل تخلیه رودخانه‌های قره‌چای از ارتفاعات جنوب ساوه، قم رود از بلندیه‌های دلیجان و کوهستان قم، رودشور از منطقه اشتهارد، رود کرج از منطقه تهران، رودخانه جاجرود از ارتفاعات البرز و ورامین و بارش‌های شمال گرمسار و فیروزکوه می‌باشد که آنرا بصورت پلایایی با رژیم هیدرودینامیکی فعال تبدیل می‌نماید.

در نوشته‌های پیشین (Badyley, 1967) این حوضه بخشی از Exogeosyncline ایران مرکزی پنداشته شده و مؤلفین دیگر (زمین‌شناسان شرکت نفت) آنرا جزئی از حوضه الیگو - میوسن زاگرس به حساب آورده‌اند. سامانی (۱۹۹۸) دریای نمک را نقطه تلافی نیروهای زمین‌ساختی مؤثری می‌پندارد که از جنوب باختری، شمال و شرق با فراگردهای ساختاری دریای خزر، دریای سرخ اقیانوس هند و دریای عمان مرتبط بوده و در حقیقت مکانی است که فرایندهای پسین سیستم آلپی را در تکوین زمین ثبت کرده و هنوز دستخوش پویایی و تحرک است و دوره دگرشکلی‌های جوان را می‌گذراند.

### ۳-۴- مدل متالوژنی و معیارهای ناحیه‌ای

منطقه طرح از نظر ساختاری، منطقه‌ای با رویکرد حوضه و کوهستان در زمان نئوژن - کوارترنر است که در بستری از روند تکوینی سیستم ولکانو - پلوتونی آلپی پسین یا قوس ماگمایی حاشیه قاره‌ای نئوتیس بوجود آمده است.

براین مقیاس از جنبه تکوین متالوژنی این محدوده ویژگی سیستم‌های ولکانو - پلوتونی قوس حاشیه قاره‌ای را از یکسو دارد که رویکردی از زمین‌ساخت فشاری و ماگماتیسم کالک آلکالن

است و از طرف دیگر تأثیرپذیری تکتونو - ماگمایی با رژیم فشاری و متقاطع یا مایل نسبت به روندهای پیشین با رویکردی از ولکانیسم و ساب ولکانیسم نفوژن (پس از الیگوسن) است که به صورت سیستم‌های ساب‌ولکانیک با سرشت ریولیت تا ریوداسیت عمل کرده است.

فرآیند متالوژنی دوره ائوسن تشکیل کانسارهای مس - (باریت) نوع مانتو، ژئولیت، منگنز و اکسید آهن سه ظرفیتی با کانی‌های غیرفلزی رنگین در سربهای آذرآواری است که نمونه‌هایی از آن در شمال شرق ساوه، ونارچ، رباط کریم، کوه گلستان و... تشکیل کانسار داده است. از چرخه ماگماتیسم گرانیتوئید متعاقب ولکانیسم ائوسن در منطقه رویکرد قابل توجهی دیده نمی‌شود اما هم‌ارزهای ریولیتی آن در شمال باختری محدوده طرح و رخنمون کوچکی از گرانیتوئید در غرب کوه نعلبندان مواردی هستند که می‌توانند معرف این فاز به حساب آیند. کانی‌سازی منتسب به این رویکردها به صورت  $Cu(Au), Pb-Zn$  و گاه باریت رگه‌ای دیده می‌شود اما از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشند.

پویایی تکتونو- ماگمایی اواخر پالئوژن - نفوژن و کواترنر موجب نفوذ ساب ولکانیک‌های داسیتی - ریولیتی دگرسانی گرمابی و کانی‌سازی اپی‌ترمال از فلزات گرانبها می‌تواند شده باشد که نمونه بارز آن در کوشک نصرت و شمال محور حوض سلطان - ساوه می‌باشد. این رخداد می‌تواند به عنوان یک پدیده کانه‌ساز مورد توجه قرار گیرد.

بارزترین چهره متالوژنی این محدوده و نواحی همجوار حضور و زایش کانسارهای آبزاد (Hydrogenic) یا پالایشی (Filtration) است که از زمان فرونشستن و بسته شدن دریای الیگو-میوسن تاکنون در جریان است و نمونه‌های بارزی از کانسارهای پالایشی و نوع فراپالایشی (Ex-Filtration) به طور خام را بوجود آورده است. کانسارهای باریت و سلسستین و همچنین فروهشته‌های اکسید آهن - منگنز با کنترل سنگ چینه‌ای از نمونه‌های بارز این پدیده به حساب می‌آیند. علاوه بر کانی‌سازیهای باریت و سلسستین، از ویژگی متالوژنی این محدوده زایش کانسارهای نمک ( $MgCl_2, KCl, NaCl, Na_2SO_4, CaSO_4$ ) است که معرف حوضه پلایایی و از ترکیب انواع پالایشی (Ex-and-Infiltration) به حساب می‌آیند و از جمله منابع تجدید شونده (Renewable Resources) محسوب می‌گردند که می‌تواند به عنوان پتانسیل معدنی - صنعتی مطرح باشد. گرچه منابع نفت البرز و گاز سراجیه از جمله منابع هیدروکربور شناخته شده در این محدوده به حساب می‌آیند اما به لحاظ موضوعی، خارج از بررسی این پروژه بوده است.

### ۳-۵- متالوژنی و استعداد کانی‌سازی و پتانسیل معدنی

تشکیل منابع معدنی از هرگونه و نسل جدا از سیر تکوینی زمین‌شناسی نبوده و معلول رخدادهایی است که در فراگرد شکل‌گیری محیط زمین‌شناسی به وقوع می‌پیوندد. بدین روی این محدوده می‌تواند رویکردهای کانی‌سازی متفاوتی را در خود ثبت کرده باشد که بر پایه نحوه زایش و میزبانی مربوطه به هفت گروه تقسیم می‌شود:

- ۱- کانی سازی مرتبط با ماگماتیسم آتشفشانی ائوسن و فرآیندهای پسین ماگمایی شامل مس (نوع مانتو)، منگنز رسوبی (نوع ونارچ) و گرمایی (نوع رباط کریم).
- ۲- کانی سازی وابسته به ماگماتیسم نفوذی و ساب ولکانیک پالئوژن و نئوژن با تشکیل کانسارهای باریت، فلزات گرانبها، سرب و روی، آهن، مس، منگنز، خاکها و کانی های صنعتی.
- ۳- تشکیل منابع گچ و نمک در زمان پالئوژن، نئوژن و کواترنر.
- ۴- ایجاد منابع باریت و سلسترین در سازندهای رسوبی الیگو - میوسن.
- ۵- تشکیل منابع سولفات سدیم، کلورومنیزیوم، نمک های کلروره سدیم، پتاسیم و ... در حوضه های پلایایی.
- ۶- شکل گیری منابع و پتانسیل سنگ نما و مواد اولیه صنعتی در سازندهای کریناته.
- ۷- منابع خاک رس، شن و ماسه و مصالح ساختمانی در آبرفت ها و فروهشته های دشت.

### ۳-۵-۱- سیستم ولکانو - پلوتونیسم پالئوژن و نئوژن

کهن ترین واحد سنگی در منطقه طرح به رخساره آتشفشانی، آتشفشانی زیردریایی و رسوبات دریایی ائوسن تعلق دارد که با ترکیب آندزیتی - داسیتی و تراکیتی و گرایش به قطب آلکالن (سدیک) تا کالک آلکالن تعلق دارد و متالوژنی زیر برای آن قابل طرح است.

الف- در این مجموعه دو گونه بارز از کانی سازی فلزی وجود دارد که عبارتند از کانی سازی مس نوع مانتو در گدازه های پورفیری متوسط تا بازیک مراحل پسین آتشفشانی ائوسن که نمود بارز آن در وشنوه و کوه گلستان قابل شناخت است.

نوع دوم کانی سازی متعلق به کانی سازی منگنز آهن - منگنز ونارچ دارد که نمونه بارز آن کانسار منگنز ونارچ می باشد. این کانسار از نوع رسوبی (سامانی، ۱۳۷۴) بوده و در مرز گذر و تغییر رخساره آتشفشانی ائوسن به سری رسوبی و شیمیایی - رسوبی و تبدیل رژیم احيایی به محیط اکسیدان رخ داده است.

ب- انباشته های آتشفشانی و آتشفشانی - رسوبی ائوسن اغلب تغییر رخساره جانبی و عمودی داشته و در شرایط خاصی منابع گچ در آن شکل گرفته است که فرآیند وجود حوضه های تبخیری - شیمیایی کم عمق در محیط پرتلاطم و ملتهب ولکانیسم ائوسن است.

پ- تعداد رخ دادهای ماگمایی در زمان پالئوژن و ادامه آن تا زمان نئوژن همراه با پدیده های دگرسانی و کانی سازی متفاوتی است که رویکردهایی نظیر تشکیل مواد رسی (بنتونیت، کانی های رسی و ...)، کانی سازی گرمایی منگنز (رباط کریم و حسن آباد)، باریت و احتمالاً فلزات گرانبها می باشد.

### ۳-۵-۲- سری رسوبی الیگو - میوسن

حوضه رسوبی قم، حوضه ای باریک، ژرف با روند شمال باختری به جنوب خاوری با تغییر رخساره سدیم از نظر ضخامت و مشخصات رسوبی است. به سمت ENE دریا کم ژرف اما وسیع تر

با تغییرات رخساره‌ای کمتر، اما ثابت است (حوضه سمنان). در حوضه قم تقسیمات چینه‌ای زیر قابل شناخت است:

- آهک قاعده‌ای نسبتاً ثابت که با دگرشیبی زاویه‌دار روی سازند قرمز زیرین (L.R.F)، ائوسن و حتی گاهی سازندهای کهن‌تر جای دارد و ستبرای آن بین ۵۰ تا ۱۵۰ متر می‌باشد. سن این واحد الیگوسن میانی - بالایی است.

الف- بخش مارن ماسه‌ای با ستبرای ۱۵۰-۴۵۰ متر و سن الیگوسن میانی - بالایی.

ب - بخش مارن - آهک میانی با ضخامت ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر و سن الیگوسن فوقانی. این بخش به داشتن تغییر رخساره ناگهانی از مارن به آهک (مانند منطقه دو برادر) دیده می‌شود.

پ- افق ژپیس - انیدریت با ثبات و دوام بیشتر نسبت به سایر بخش‌ها.

ت- بخش مارن سبز که گاهی توأم با ولکانیسم می‌باشد. ضخامت این واحد ۱۰۰ تا ۲۵۰ متر است و سن الیگوسن فوقانی - میوسن زیرین دارد.

ث- آهک فوقانی دارای وجوه تشابه بسیار با افق آهک - مارن میانی و دارای تغییرات سریع با مارن می‌باشد که ضخامت آن ۳۰ تا ۴۰۰ متر است و سن میوسن زیرین دارد.

ج- در نهایت قاعده سازند قرمز فوقانی (U.R.F) که دارای لیتولوژی ماسه‌سنگ قرمز، ژپیس - آهک نازک لایه و مارن سرخ است. این بخش در نهایت به سری تبخیری - تخریبی میوسن میانی - بالایی و پلیوسن تبدیل می‌گردد که ضمانت آن در مواردی بالغ بر ۵۰۰۰ متر تخمین زده شده است.

در این سری علاوه بر منابع هیدروکربور (نفت و گاز) که در تاقدیس‌های البرز و سراجه شناسایی شده است، سنگهای کربنات (آهک)، سنگ گچ و نمک، سلسستین و باریت قابل اکتشاف و بهره‌برداری می‌باشد که آهک و ژپیس - انیدریت آنها در مناطق مختلفی استخراج می‌شود اما هنوز منابع سلسستین و باریت این واحدها، در منطقه قم شناسایی نشده است.

مهمترین کانه استرانسیوم سلسستیت یا سلسستین به فرمول  $StrSO_4$  با رنگهای سفید تا صورتی یا آبی بر حسب نوع ناخالصی است. دارای سختی ۳/۵ و چگالی ۳/۹ می‌باشد، شکننده بوده و دارای رخ کامل منشوری و قاعده‌ای است.

کانسارهای سلسستین عموماً لایه‌ای همراه با گچ و باریت و گاهی در تناوب با لایه‌های شیل و توف رسی است.

کانی‌سازی سلسستین در ایران مرکزی در بخش زیرین سازند قم به سن الیگوسن - میوسن با رخساره تبخیری - کربنات یافت شده است. با وجود کنترل لیتولوژی و چینه‌نگاری، به نظر می‌رسد که کانی‌سازی دیرزاد و تله‌ترمال باشد. شکل تنه‌های کانسنگ و مشخصات ساختاری و بافتی چنین نشان می‌دهد که کانی‌سازی نتیجه پرشدگی فضاهای خالی و پدیده متاسوماتیسم در سنگ‌های آهکی است. گرچه صورتهای رگه‌ای و حجره دارند. اما تنها توده‌های تخت ارزش اقتصادی دارند.

در کانسار طلحه دو لایه سلسنتین در قاعده لایه آهک دیده می‌شود که با لایه ۲ تا ۱/۵ متری مارن از یکدیگر جدا می‌شوند. به صورت محلی همراه سلسنتین کانی‌سازی گالن و مارکاسیت وجود دارد.

این نوع کانی‌سازی در مواردی از ۰/۳ تا ۱/۵ کیلومتر طول دارند و زون مینرالیزه می‌تواند تا ۱۰ کیلومتر تعقیب شود. در ترکیب شیمیایی تعداد SrO بین ۳۳ تا ۵۱/۹ درصد، باریوم ۱ تا ۰/۱ درصد و میزان سرب تا حدود ۰/۳ درصد گزارش شده است.

### ۳-۵-۳- سری رسوبی میوسن - پلیوسن

با آغاز میوسن شرایط دریایی تدریجاً از بین رفته و با رژیم لب شور تا تخریبی - کولابی جایگزین گردیده و حجم وسیعی از رسوبات تخریبی در مناطق دستخوش فرونشینی نهشته شده است. فروهشته‌های میوسن - پلیوسن بنام سازند قرمز فوقانی (Upper Red Formation) نامیده شده که در قاعده آن سنگهای تخریبی (ژیپس و انیدریت) رخنمون فراوان دارد اما نمکها عموماً شسته و از محیط خارج شده است. در بالای سری تبخیری دو لایه شیل نفتی وجود دارد.

روی سری تبخیری حدود ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ متر تناوب یکدست از لایه‌های ماسه‌ای، سیلنتی و مارنی وجود دارد. در بخش‌های شمالی حوضه محیط عموماً نمکی با لایه‌های فراوانی ژپس است (منطقه سمنان). روی مارنهای سبز رنگ حدود ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متر مواد تخریبی جای دارد که سازندهای کهن‌تر را نیز می‌پوشاند.

سازند سرخ فوقانی و طبقات کنگلومرای پلیوسن گستره نسبتاً وسیعی را پوشانیده و از دامنه‌های البرز کوهستانهای مرکزی را شامل می‌شود.

گرچه در این سری هنوز کانسار یا مواد معدنی مشخصی یافت نشده اما لیتولوژی و رخساره آنها می‌تواند مستعد کانی‌سازیهایی نوع تصفیه‌ای (Infiltration) برای اورانیوم و سایر عناصر متحرک و همچنین میزبان کانسارهای نمکی سولفات (سلسنتین)، باریت، گچ و کلورها باشد.

### ۳-۵-۴- سری پلیستوسن و عهد حاضر

فروهشته‌های عهد چهارم (پلیستوسن و عهد حاضر) در حوضه‌های پلایایی، دشت‌های آبرفتی و پهنه کویر تشکیل شده و می‌شوند. رخساره معرف آنها عبارتست از: مخروط افکنه‌های آبرفتی و پای دامنه، پهنه رسی و پهنه نمک که نمونه‌های روز آن را در حوض سلطان و دریای نمک (دریاچه نمک) می‌توان مشاهده نمود. مهمترین کانی‌سازیهایی شناخته شده در این حوضه‌ها متعلق به انواع نمکهای تبخیری است که در ذیل معرفی می‌شود.

کانسارهای رسوبی شیمی‌زاد (Chemogenic) به گروه کانسارهای نهشته شده از محلولهای واقعی (کانسارهای نمک، گچ، انیدریت، بوراتها، سولفاتها و باریت) و گروه زاییده از محلولهای کلوئیدی (کانسارهای رسوبی آهن، منگنز، آلومینیوم، کانی‌های غیر آهنی و کمیاب تقسیم می‌شود).

نمکها عمده‌ترین کانسارهای رسوبی هستند که هالوژنیک یا تبخیری نامیده شده و شامل کلورهاها و سولفاتهای سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم بوده و آلودگی‌هایی از برومورها، یدورها و براتها دارند.

بطور کلی این کانسارها به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

(۱) حوضه‌های نمکی و شورابه‌های طبیعی کنونی

(۲) آبهای شور زیرزمینی

(۳) فروهشته‌های کانی نمک در حوضه‌های کنونی

(۴) کانسارهای نمک کهن و فسیل