

نقش تکتونیک در پراکندگی ذخایر معدنی ایران

رضا فرهادی (کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی)

چکیده:

تکتونیک صفحه‌ای، یک مدل جدید برای طبقه‌بندی محیط‌های رسوبی و رخساره‌های سنگی (Lithofacies) است. کشور ایران براساس این مدل به چندین واحد مختلف تقسیم می‌شود و هر واحد حوضه‌های رسوبی رخساره‌های سنگی و در نتیجه کانسارهای خاص خود را داراست. فرآیند زایش و رقت در پوسته قاره‌ای ایران مرکزی و در طول اینفراکامبرین با تشکیل کانسارهای آهن، نیکل، کبالت، مس و منیزیت همراه بوده است. کمرند کوه‌زایی البرز حاصل بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس و محل تصادم خردقاره ایران با صفحه توران است. در این کمرند حوضه‌های نوع فورلند (foreland basins) محل تشکیل ذخایر ذغال هستند. فعالیتهای ولکانیکی دوران سوم کانسارهای تیپ آتشفشانی و رگه‌ای را در البرز بوجود آمده است.

کمرند کوه‌زایی زاگرس در اثر فرورائشی پوسته اقیانوس نیوتتیس در زیر خردقاره ایران و طی برخورد خردقاره و سیر عربستان شکل گرفته و همچنان پویا است. در این کمرند کوه‌زایی، دشت خوزستان و کمرند چین‌خورده زاگرس محل تمرکز انبوه ذخایر بر هیدروکربوری است. افیولیت‌های زاگرس مرتفع جایگاه ذخایر کرومیت هستند. ناحیه مسندج - سیرجان یک حوضه جلوی قوس ولکانیکی (Forearc basin) است و کمرند معدنی اصفهان - ملایر بر روی این ناحیه، حاوی اندیسهای بی‌شماری از کانسارهای ولکانو رسوبی سرب و روی است و بالاخره کمرند ولکانیکی ارومیه - دختر قوس آتشفشانی سیستم فرورائشی پوسته اقیانوس نیوتتیس محسوب می‌شود. و در ایران به کمرند مسی معروف است.

بلوک لوت قسمتی از خردقاره ایران است و توده‌های گرانیتی دبورتی زاهدان - ده‌سلم و بزمان محصول حاشیه قاره‌ای فعال محسوب می‌شوند که باز شدن اقیانوس نیوتتیس شکل گرفته و حاوی کانی‌سازهای قلع و تنگستن هستند. کمرند ولکانو پلوتونیک در حاشیه جنوبی بلوک

لوت قوس آتشفشانی حاصل از فرورائشی پوسته اقیانوس نیوتتیس محسوب می‌شود. این کمرند ولکانیکی میزان کانسارهای مس و مولیبدن پرفیزی است.

مجموعه رخساره‌های کوهستانهای شرق ایران محصول باز شدن حوضه‌ای بین قطعات قاره‌ای است. این حوضه با زایش پوسته اقیانوس همراه بود و افیولیت‌های آن برای کرومیت پتانسیل بالایی دارند؛ کانسارهای پنبه‌سوز و منیزیت نیز از ویژگیهای این افیولیت‌ها است.

شناخت پراکندگی ذخایر معدنی در واحدهای تکتونیک و رخساره‌های سنگی مختلف، راهنمای اکتشافی مناسبی برای پی‌گیری ذخایر معدنی محسوب می‌شود.

پیشگفتار

امروز تکتونیک صفحه‌ای، یک مدل موفق برای تفسیر پدیده‌های زمین‌شناسی و مبنای بسیاری از تقسیم‌بندی‌هاست. فرآیندهای تکتونیک، گسترش و نوع حوضه‌های رسوبی و در نتیجه نوع رسوبات و سنگهای رسوبی را کنترل می‌کنند. همچنین فعالیتهای آذرین درونی و بیرونی در نواحی مختلف کره زمین تابع شرایط تکتونیک خاص هر ناحیه است. دگرگونی ناحیه‌ای نیز محصول فرآیندهای زیودینامیکی است و این فرآیندها متأثر از حرکت صفحات مختلف پوسته زمین هستند. از طرفی تشکیل سنگ در پوسته زمین تابع فرآیندهای رسوب‌گذاری، آذرین و دگرگونی است. لذا سنگ‌زایی (Lithogenesis) توسط حرکت صفحات پوسته زمین و تحولات مثل کنترل می‌شود.

لازینکا (Lazinek, 1992) معتقد است که مواد معدنی فلزی در واقع نوعی سنگ هستند. بنابراین تشکیل سنگها و ذخایر معدنی در هر ناحیه از کره زمین را می‌توان براساس شرایط تکتونیک آن ناحیه تفسیر و توجیه کرد. چنین مدلی برای اکتشافات معدنی ارزش دارد، یعنی در

کرده است و مجموعه رسوبات آن بسیار شبیه به البرز مرکزی می باشد. سرب در دولومیت های سازنده سیب زار کوه های نمونه ای از کانسارهای پلاتفرم ایران مرکزی در دوران اول است.

در طول دورانهای دوم و سوم (۲۲۵ تا ۱۲ میلیون سال قبل) نواحی مختلفی از ایران مرکزی به صورت حوضه های پشت قوس ولکانیکی (backarc basin) عمل کرده اند. گاهی شدت کشش در این حوضه ها به اندازه ای بوده که پوسته های اقیانوسی، در بستر حوضه شکل گرفته است. افولیتها و ملازهای حاصل از بسته شدن این ریفتها برای کانسارهای کرومیت پتانسیل بالایی دارند (کرومیت های سبزوار) اوترا بازیکها و بازالت های این مجموعه ها برای کانسارهای مس و طلای نوع قبرسی یا جزایر قوسی دارای پتانسیل هستند، مانند ذخایر مس در منطقه عباس آباد سبزوار، کانسارهای ولکانوژنیک منگنز در ایران مرکزی نیز در حوضه های پشت قوس تشکیل شده اند، از قبیل و نارچ و رباط کریم. اما حوضه طیس - کرمان نمونه ای از حوضه های درون کراتونی (Intracratonic basin) در ایران مرکزی با ضخامت زیادی از رسوبات مختلف است. آتک بادامو، سازند شیلی - ماسه ای زغال دار هوجو شیل های سیلنی و مازنی بغشاه، شیل های مارنی - ماسه ای و سیلنی به همراه آتکهای لایه نازک معروف به قلعه دختر، آتک ریغی اسفندپار، آتکها - ماسه سنگها و مارنهای ژیبس دار سازند بید و بالاخره سازند نمکی ژوراسیک فوقانی، مجموعه رسوبانی هستند که در حوضه کراتونی خردقاره ایران نهشته شده اند، این رسوبات برای ذخایر هیدروکربوری (نفت و گاز) پتانسیل بالایی دارند.

فعالیت ماگمایی به صورت نفوذی متشکل از توده های گرانیتی و گرانودیوریتی متعلق به ژوراسیک (۱۸۰ میلیون سال قبل) در نقاط مختلف ایران مرکزی وجود دارد (برای مثال با تولید شیرکوه یزد). فعالیت های آتشفشانی دوران سوم (۶۵ تا ۲ میلیون سال قبل) توسعه فراوانی در این واحد دارد؛ در ارتباط با ماگماتیسم دوران سوم ذخایر رگ های طلا، ارسنیک و انتیموان جایز اهمیت هستند.

پراکندگی کانسارها در رشته کوه های البرز:

لازمه تشکیل و پیدایش هر اقیانوسی وجود ریفت های بین قاره ای است و پیدایش اقیانوس پالیوتیس با تشکیل ریفت آغاز شده است. فعالیت های آتشفشانی مربوط به ایجاد ریفت تا دونین (۳۹۵ میلیون سال قبل) ادامه داشته و آثار آن در البرز قابل مشاهده است. پس از ایجاد پوسته اقیانوس پالیوتیس، رژیم پادگان قاره ای در حاشیه خرد قاره ایران از ابتدای پالئوژنیک فوقانی (دونین) تا اواخر یاس (۱۹۰ میلیون سال قبل) برقرار بوده و بر سطح خردقاره ای ایران رژیم پلاتفرمی حاکم بوده است. این شرایط در حاشیه یک حوضه باز شونده برای بسیاری از کانسارهای رسوبی دارای پتانسیل است. بعضی از این کانسارها به شرح زیر هستند:

● دومین افق فسفات دار ایران متعلق به دونین فوقانی است؛ این افق در نقاط مختلفی از البرز مرکزی تعقیب شده و در دره شمشک (دهکده جیرو) استخراج گردیده است.

ناحیه ای با شرایط تکنوتیکی مشخص، انواع بخصوص از سنگها و مواد معدنی پی گیری می شود. لازم به توضیح است که ذخایر معدنی پوسته زمین به زمانهای زمین شناسی متفاوتی تعلق دارند، پس نحوه ایجاد آنها تابع شرایط تکنوتیک صفحه ای، تا حدودی ناشناخته است و هنوز در مواردی نظریه های زیوسنگینالی یا تئوریهای قدیمی تکنوتیک، اساس تفسیرها هستند. در این مقاله نواحی تکنوتیکی ایران براساس جدیدترین مدل های موجود معرفی می شوند اما باید به این نکته توجه داشت که این مدلها نیز بدون اشکال نیستند.

پراکندگی کانسارها در ایران مرکزی:

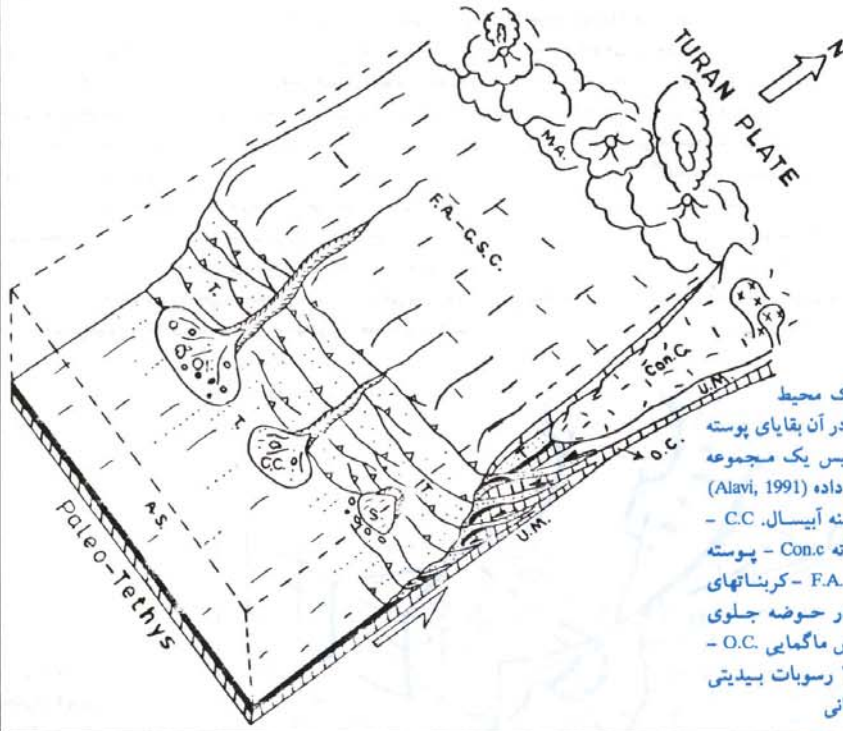
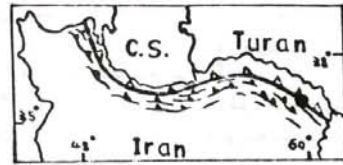
فعالیت ریفت زایی با گسترش شکاف در پوسته قاره ای، ایجاد گسل های کششی، زایش پوسته اقیانوس و با فعالیت شدید همراه است. توده های نفوذی، ولکانیسم و دگرگونی ناحیه ای نیز از پی آمده های بسته شده ریفتها هستند. تقریباً همه زمین شناسان اتفاق نظر دارند که در طی دوره اینفراکامبرین (۶۵۰ تا ۵۷۰ میلیون سال قبل) ایران در جنوب عربستان و در حاشیه کناری سومالی قرار داشته و در بخشهایی از کشور ما حالت ریفتی برقرار بوده است. سنگهای آذرین خروجی (بازالت تا رپولیت)، نهشته های آذرآواری، تیخیرها و گسری واکها - سنگ آتکها آتکهای دولومیتی و دولومیت های کانه دار در این ریفتها معمول هستند.

انبوه معادن آهن در منطقه یافت تا ساغند شامل چادرملو، چغارت، اسفوردی، میشدان و غیره حاصل فعالیت ماگمایی ریفت هایی پرکامبرین ایران است. فسفات اسفوردی در ۳۰ کیلومتری شمال شرق چغارت نیز حاصل فعالیت ماگمایی ریفت و عدم اختلاط اکسیدی با فسفات است.

در قاعده شیل های فوقانی سازند سلطانیه در البرز مرکزی، رسوبات فسفات به صورت لایه های نازک دیده می شود. برای مثال در ۴۰ کیلومتری جنوب غرب چالوس کانساری با ذخیره احتمالی ۲۳ میلیون تن و عیار متوسط یازده درصد کشف شده است. تشکیل اولین افق فسفات ایران به ریفت های قاره ای اینفراکامبرین مربوط می شود، پس از آنکه جریانهای دریایی در محل ریفت برقرار شد، مسفریت تشکیل می شود؛ با عریضتر شدن دریا رخساره های فسفات دار کاهش یافته و رخساره های کربناته کانه دار نهشته شده اند (آتکهای سلطانیه). فعالیت آتشفشانی باعث ورود حجم عظیمی از کانیوئا به آب دریا می شود لذا کانسارهای ولکانو رسوبی در نواحی ریفت معمول هستند که از میان آنها می توان به کانسار عظیم سرب و روی انگوران (غرب زنجان) اشاره کرد. سرب و روی در زریگان، نریگان، اردکان یزد و اردستان ناین نیز در ارتباط با ریفت های پرکامبرین است. گاهی فعالیت ریفت زایی با پیدایش پوسته اقیانوسی همراه بوده است و بعد از بسته شدن ریفت مجموعه های افیولیتی شکل گرفته اند؛ افیولیت های ضخیم انارک از این گروه هستند و انیوهی از کانسارهای نیکل، کبالت، مس و منیزیت را در خود جای داده اند.

ایران مرکزی در طول دوران اول ۵۷۰ تا ۲۲۵ میلیون سال قبل پلاتفرمی بوده که رسوبات دریایی کم عمق اقیانوس پالیوتیس را دریافت

نگاره (۱ - الف) نقشه شمال ایران - نمایش
کمر بند کوهزایی البرز محل برخورد خردقاره
ایران و صفحه توران (Alavi, 1991)



نگاره (۱-ب)

نمایش شماتیک محیط
تکتونو رسوبی که در آن بقایای پوسته
اقیانوس پالئوتتیس یک مجموعه
رورانده را تشکیل داده (Alavi, 1991)
- A.S - رسوبات پهنه آبیسال، C.C -
کنگلومرای کربناته Con.c - پوسته
قاره‌ای C.S.C و F.A - کربناتهای
پادگانه قاره‌ای در حوضه جلوی
قوس M.A - قوس ماگمایی O.C -
پوسته اقیانوس T. رسوبات بیدیتی
U.M. - گوشه فوقانی

ماسوله) بقایای بستر اقیانوس تیتس می‌داند و محل برخورد خرد قاره ایران با ورق توران را مطابق نگاره (۱ - الف) معرفی می‌کند. علوی معتقد است که جایگیری پوسته اقیانوس پالئوتتیس روی حاشیه خرد قاره ایران نگاره (۱ - ب) قبل از تریاس پایانی یعنی از ۲۱۰ میلیون سال قبل آغاز شده است. یعنی تا اواخر تریاس اقیانوس پالئوتتیس بین خردقاره ایران و صفحه توران قرار داشته و رسوبات پلاتفرمی دوران اول و رسوبات تریاس حوضه البرز اکنون در تراسهای البرز رخنمون دارند. با فروزش پوسته اقیانوس و کاهش عمق حوضه‌های رسوبی سازند کربناته الیکا (تریاس) جای خود را به رسوبات تبخیری (ژیپس) داده است و در سرحد تریاس و ژوراسیک

● چهار افق اکسید آهن در کوههای بینالود و در آهکهای سازند بهرام شناسایی شده‌اند؛ کانسارهای استراتا باند سرب - روی و باریم نیز به موازات افقهای آهن دار سازند بهرام و در قسمت‌های فوقانی آن قرار دارند.
● اندیسهای سرب و کانسارهای فلئوبورین (فلئوبورین پاچی میانا) در مازندران در دولومیت‌های تریاس فوقانی قرار گرفته‌اند.

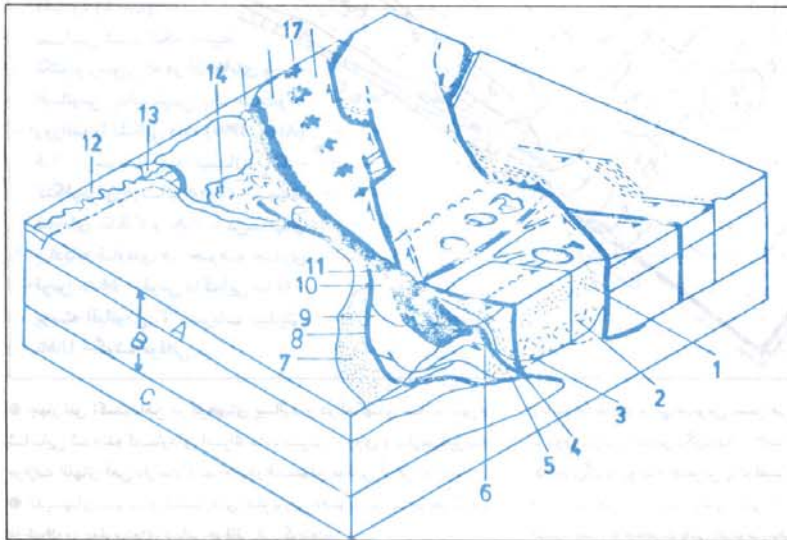
علوی (Alavi, 1993) طی مطالعه‌ای دقیق در مقیاس مقاطع میکروسکوپی، نمونه دستی، رخنمون و ناحیه‌ای نشان داده است که سنگهای دگرگونی و اولترامافیک جنوب مشهد، مجموعه‌هایی اقیولیتی هستند. او این سنگها را به همراه توده‌های سرپانتینی اطراف رشت

محسوب می‌شود که حاصل فعالیت‌های ولکانیکی و گرمایی دوران سوم در کمر بند کوه‌زایی البرز است.

پراکندگی کانسارها در کمر بند کوه‌زایی زاگرس:

حوضه زاگرس در پرمین (۲۸۰ میلیون سال قبل) مرحله ریفت زایی را پشت سر گذاشت. سپس با حرکت خردقاره ایران به سمت صفحه توران و بسته شدن اقیانوس پالئوتیس، صفحه اقیانوس نیوتیس در بین خردقاره ایران و سپر عربستان بوجود آمد. لذا حوضه زاگرس از تریاس تا میوسن (از ۲۲۵ تا ۲۶ میلیون سال قبل) مرحله دریایی و دریای عمیق داشته و انبوهی از رسوبات کربناته، آواری و تبخیری را در خود جای داده است. حرکت سپر عربستان به سمت شمال شرق باعث فرورانشی پوسته اقیانوس نیوتیس در زیر خرد قاره ایران شده است. بعد از فرورانشی کامل پوسته اقیانوس سپر عربستان با خردقاره ایران برخورد کرده و زون تصادم قاره (سوچر) شکل گرفته است؛ گسترش بستر دریای سرخ باعث حرکت بیشتر سپر عربستان به سمت شمال شرق می‌شود لذا کمر بند کوه‌زایی زاگرس همچنان پویا است. در این سوچر (نگاره ۲) سپر عربستان فورلند (foreland) و خردقاره ایران هینترلند (hinterland) نامیده می‌شود و هر کدام مجموعه‌ای از ساختمان‌های خاص خود را دارند. مجموعه رسوبانی که در حوضه زاگرس در بستر اقیانوس، ترنج، شیب قاره، پادگاه قاره‌ای و

(۱۹۰ میلیون سال قبل) گدازه‌های بازالتی وجود دارند که حاصل ذوب آخرین بازمانده‌های فرورونده پالئوتیس هستند؛ این ولکانیسم با افقی از لائریت، بوکسیت و خاک نسوز همراه است و ارزش اکتشافی دارد. پس از برخورد خردقاره ایران با صفحه توران مدل تکتونیکی حاشیه قاره و پلانفرمی، جای خود را به مدل تکتونیکی محل تصادم دو قاره می‌دهد. براساس این مدل در مقابل سقره‌های روراندگی (Nappe) حوضه‌های رسوب‌گذاری نوع فورلند تشکیل می‌شوند؛ فورس (Force, 1991) معتقد است که این نوع حوضه‌های برای ذخایر هیدروکربوری، پتانسیل بالایی دارند؛ و دقیقاً از تریاس بالایی به بعد سازندهای ذغال‌دار البرز شروع می‌شوند. در طول ژوراسیک برقراری حوضه‌های نوع فورلند با تشکیل ذخایر ذغال همراه است. تشکیل سریع حوضه تغییرات ناگهانی عمق پر شدن سریع حوضه از رسوبات، تنوع رسوبات از آواری و تبخیری تا کربناته و به خصوص محلی و مردابی بودن حوضه‌ها از ویژگی‌های حوضه‌های فورلند است که در طول ژوراسیک و کرتاسه در البرز گسترش داشته‌اند. بالاخره فعالیت‌های ولکانیکی دوران سوم در نواحی شمال شرق زنجان و شرق سلطانیه کانسارهای تیپ آتشفشانی و رگه‌ای را بوجود آورده است؛ انواع کانی‌سازی گرمایی سرب و روی، مس، طلا، گوارد و آلونیت نیز گزارش شده‌اند. معدن کاپولن کچل در جنوب اردبیل با ذخیره‌ای بسیار بالا و درجه خلوص بیش از ۹۰ درصد نیز یکی از مهمترین ذخایر کاپولن کشور



نگاره (۲)

نمایشی از مدل تصادم دو قاره (سوچر) که با وضعیت کمر بند کوه‌زایی زاگرس تا حد زیادی قابل مقایسه است (Mial, 1990) - با اندکی تغییر).

- ۱- توده‌های نفوذی گرانیتی ۲- ذوب بخشی در پوسته ۳- پرسته قاره‌ای خرد شده ۴- گوشته خرد شده ۵ و ۶- زون شیب‌های آبی و افیونیهای دگرگون شده ۷- حوضه رسوبات آواری دانه درشت ۸- مرزوروراندگیها ۹- سقره‌های روراندگی از پی سنگ قاره‌ای خرد شده ۱۰- سقره‌های روراندگی از پرجسنگی قاره ۱۱- سقره‌های روراندگی افیونی ۱۲- حوضه رسوبی اولاکوزن ۱۳- دلنا ۱۴- رسوبات آواری دریای عمیق ۱۵- گودال اقیانوس ۱۶- فضای بین قوس ولکانیکی و ترنج ۱۷- قوس ولکانیکی ۱۸- حوضه پست قوس ۱۹- لیتومفر C- زون سرعت پایین.

بر روی پلاتفرم عربستان نهشته شده‌اند طی برخورد سپر عربستان با خردقاره ایران، در کمربند چین خورده زاگرس و رد منطقه زاگرس مرتفع چین خورده و تراست شده‌اند. روند زاگرس شمال غرب جنوب شرق است. لذا واحدهای ساختمانی و پراکندگی کانسارها را در جهت عمود بر این روند یعنی از جنوب غرب به سمت شمال شرق تشریح می‌کنیم.

دشت خوزستان و کمربند چین خورده زاگرس:

دشت خوزستان به وسیله رسوبات آبرفتی پوشیده شده است. اطلاعاتی که از حفرها و اکتشافات ژئوفیزیکی به دست آمده، نشان می‌دهد که سازندهای دوران اول تا عهده حاضر در آن وجود دارند. این دشت دارای چین خوردگیهای بسیار ملایم با محور شمالی جنوبی است و طاق‌دیسهای آن، تله‌های مناسبی برای ذخایر هیدروکربوری هستند. کمربند چین خورده زاگرس با پهنای ۱۵۰ کیلومتر تا ۲۵۰ کیلومتر در جنوب غربی ایران واقع شده و روند عمومی آن شمال غرب - جنوب شرق است؛ در این منطقه رسوبات پالئوزویک، مزوزویک و دوران سوم به طور هم شیب روی هم قرار دارند. این رسوبات در پلیوسن (۱۲ میلیون سال قبل) تغییر شکل یافته، چین خورده و ساختمانهای نفت‌گیر در آنها ایجاد شده است. در بخش جنوبی کمربند چین خورده زاگرس، گنبدیهای نمکی فراوانی دیده می‌شود.

که بسیاری از آنها به اینفراکامبرین تعلق دارند؛ اکثر جزایر خلیج فارس در نتیجه دیابریسم همین نمکها بوجود آمده‌اند و نفت‌گیرهای مناسبی نیز ایجاد کرده‌اند؛ این نمک‌های عناصر کمیاب پتانسیل دارند. سوئین و چارمین افتقهای فسات‌دار کشور یکی در قاعده پالیوسن و دیگری در مرز ابوسن و الیگوسن و در حوضه زاگرس تشکیل شده‌اند.

زاگرس مرتفع:

نوار چین خورده زاگرس به تدریج در سمت شمال شرق به یک منطقه روراندن منتهی شده که این ناحیه را روراندگی زاگرس نامیده‌اند. در این ناحیه رسوبات درانه‌های اول و دوم در چندین راندگی قلمی مانند (thrust) به طرف جنوب غرب رانده شده‌اند و بر روی طبقات جوانتر دوران دوم و سوم قرار گرفته‌اند. با توجه به نوع رسوبات و ساختمانهای موجود، زاگرس مرتفع در واقع مجموعه‌ای از پوسته آقیانوس نیوتیس، رسوبات عمیق بستر آقیانوس و رسوبات ناحیه ترنج است که روی لبه صفحه عربستان تراست شده‌اند. کمربند چین خورده زاگرس و دشت خوزستان در مقابل این تراستها، حوضه‌های نوع فورلند به شمار می‌روند.

به هر حال اقیولیتها، رسوبات عمیق دریا شامل فیلش و رسوبات شیعیایی، رادیولاریتها، اولیستوسترمها و سنگهای ولکانیکی، ترکیب سنگ‌شناسی زاگرس مرتفع را تشکیل می‌دهند؛ اگر چه انبوهی از رسوبات دوران سوم و جوان نیز حضور دارند. این منطقه برای کانسارهای کرومیت موجود در اقیولیتها (کرومیت اسفندقه) دارای پتانسیل بالایی است.

آمیزه‌های رنگین زاگرس مرتفع برای گل سفید و دیاتومیت پتانسیل دارند.

ناحیه سنندج - سیرجان

این ناحیه با روند شمال غرب - جنوب شرق حوضه مقابل قوس ولکانیکی به شمار می‌رود و بر روی باقی مانده‌های پوسته آقیانوس نیوتیس قرار دارد که احتمالاً تا روی پوسته قاره‌ای جلوی قوس ولکانیکی (خردقاره ایران) توسعه یافته‌است. میال (Miall, 1990) و فورس (Force, 1991)

معتقدند که رسوبات دریایی کم عمق و یا رسوبات غیردریایی فراوانترین رسوبات در حوضه‌های مقابل قوس هستند؛ دلتاهای گسترش داشته و تناوبی از رسوبات آواری و کربناته دیده می‌شود. قسمتی از ناحیه سنندج - سیرجان که به کمربند معدنی اصفهان - ملایر معروف است؛ در این کمربند رسوبات کم عمق دریای کرتاسه گسترش دارند، این رسوبات انبوهی از کانسارهای سرب و روی ولکانورسویی دور از منشأ (distal) را در خود جای داده‌اند؛ از قبیل سرب و روی امارت، روی و سرب ایرانکو و تقریباً نیمی از کانسارهای آهن متگنژدار کشور نیز روی ناحیه سنندج - سیرجان ردیف شده‌اند و مهم‌ترین آنها کانسار آهن متگنژدار شمس‌آباد اراک است؛ این کانسارها نیز از نوع ولکانو رسویی دور از منشأ هستند که همراه رسوبات کم عمق دریایی نهشته شده‌اند. در اثر برخورد سپر عربستان با خرد قاره ایران، ناحیه سنندج - سیرجان تغییر شکل یافته، به شدت تحت نفوذ ماگما قرار گرفته است و سنگهای دگرگونی در آن گسترش دارند. توده‌های نفوذی لواخر ژوراسیک و دوران سوم (۱۴۰ تا ۲ میلیون سال قبل) از نوع گرانیت و دیوریت، در این ناحیه فراوان هستند که از مشخصات حاشیه‌های قاره‌ای فعال و محل تصادم دو قاره است. اندیسهای طلای آنار زیادی را در این زون نشان می‌دهند مانند کانسار طلای موله، کانسارهای طلای رگه‌ای خاص سوچرها هستند لذا نه تنها در این زون تصادم بلکه در سوچر البرز نیز آثار طلا مشاهده می‌شود (اندیس طلای طبرقیه). مجموعه فعالیت‌های ولکانیکی که در سرحد تریاس - ژوراسیک (۱۹۰ میلیون سال قبل) در ژوراسیک میانی (۱۶۰ میلیون سال قبل) و رد سرحد پالیوژن - نیوژن (۳۷ میلیون سال قبل) رخ داده، عامل کانه‌سازی گرمایی بوده‌اند؛ به طوری که این ناحیه برای فلزاتی چون تنگستن (نظام‌آباد اراک) اتیمون، ارسنیک، طلای این‌نرمال و غیره پتانسیل دارد.

کمربند ولکانیکی ارومیه - دختر:

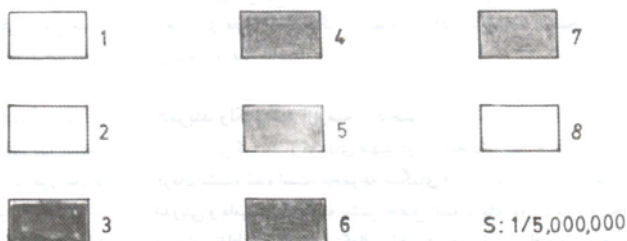
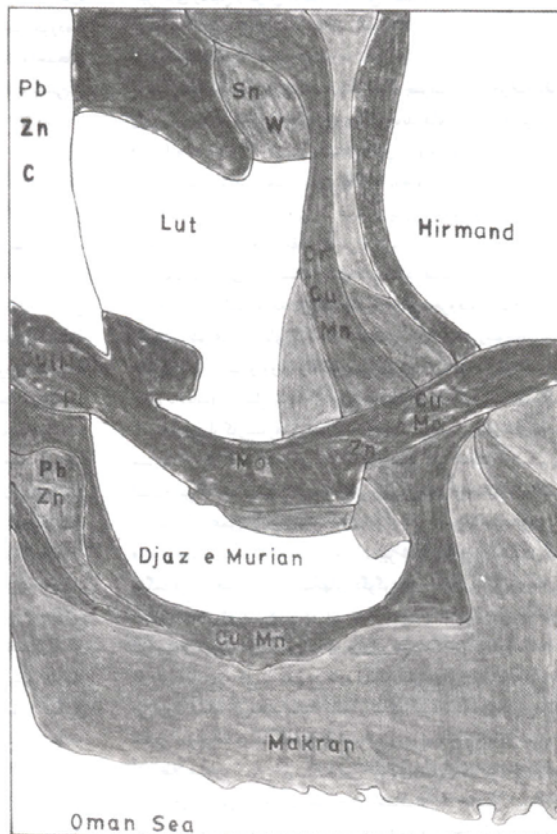
این کمربند از کوه‌های سه‌د در آذربایجان تا سیرجان در استان کرمان کشیده شده است. مجموعه سنگهای این ناحیه غالباً گدازه‌های آندزیتی و دامیستی است که بیشتر حاصل آتشفشانهای دوران سوم هستند. در برخی نقاط این ناحیه، سنگهای ولکانیکی فرسایش یافته و توده‌های نفوذی در سطح زمین ظاهر شده‌اند. این کمربند در تقسیم‌بندیهای تکتونیکی قوس ولکانیکی حاشیه قاره (volcanic arc) محسوب می‌شود. روی خرد قاره ایران قرار داشته و حاصل فرورائشی پوسته آقیانوس نیوتیس به زیرخرد قاره می‌باشد. کمربندهای ولکانیکی حاشیه قاره در زوئهای فرورائشی برای

کانسارهای مس و مولیبدن پرفیری پتانسیل بالایی دارند و این ناحیه در ایران به کمربند مس معروف است. مس و مولیبدن عظیم سنگون در استان آذربایجان شرقی و کانسار مس سرچشمه در استان کرمان در دو سوی این کمربند قرار دارند. کانسارهای مس دیگری از قبیل کانسار شهر بابک نیز در این کمربند پی گیری شده‌اند. طلا به عنوان محصول جانبی سیستمهای مس پرفیری استخراج می‌شود. به علت فعالیت آنشفسانی در این کمربند، کانسارهای نوع گرمایی رگه‌ای شامل انتیموان، جیره، بیسموت، آرسنیک و طلا (زرشوران تکاپ) گسترش دارند.

پراکندگی کانسارها در پهنه مکران، کوهستانهای شرق ایران و بلوک لوت
براساس ویژگیهای زمین‌شناسی، منطقه جنوب شرقی ایران را می‌توان به پهنه مکران، بلوکهای لوت - هیرمند و کوهستانهای شرق ایران تقسیم کرد (نگاره ۳).

مکران:

پهنه مکران به عنوان یک زون فرورانش حاشیه قاره‌ای شناخته شده لذا فیولیت‌های و آمیزه رنگین آن حاصل فرآیند فرورانش پوسته اقیانوس فیوتئیس به زیر خردقاره‌ای ایران است؛ کمربند ولکانوپلوتونیک در حاشیه جنوبی بلوک لوت نیز قوس ولکانیک حاصل از این فرورانش محسوب می‌شود. اما ولکانیسم تفتان - بزمان در مرحله جوانی قرار دارد و دومین چرخه ولکانیسم حاشیه قاره به شمار می‌رود؛ این ولکانیسم، حاصل فرورانش جوان پوسته اقیانوس هند در زیر مجموعه نیوتئیس، لوت و هیرمند است؛ در این سیستم تکتونیک جوان، ستر گودال جازموریان از نوع پوسته اقیانوس است و یک حوضه جلوی قوس ولکانیک می‌باشد. کمربند ولکانیک جنوب لوت، مزبان کانسارهای مس و مولیبدن مادوقتی، خارستان، زردان نقره‌ای و ... است. علاوه بر این کانی سازینهای گرمایی (رگه‌ای) سرب و روی، سرب



نگاره (۳) تقسیمات تکتونیک جنوب شرق ایران (سامانی و اشتری، سال ۱۳۷۱ شمسی - با تغییر)

۱- دریای عمان ۲- رسوبات جوان ۳- قوس ولکانوپلوتونیک ۴- پوسته اقیانوس و اقیولیتها ۵- سربهای فیلیش ۶- کمربند ماگمایی ۷- بیرون‌زدهای اوایل زوراسیک ۸- پی سنگ ایران مرکزی

نتایج:

امروزه زمین‌شناسان آمریکا، کانادا، استرالیا و آفریقای جنوبی در نواحی وسیع به آنالیز حوضه رسوبی و آنالیز رخساره‌های سنگی می‌پردازند. منظور از آنالیز حوضه و رخساره، گردآوری و تکمیل کلیه اطلاعات ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی، سنگ‌شناسی، رسوب‌شناسی، زمین‌شناسی، ساختمانی و ... است. آنها براساس این اطلاعات موقعیت تکتونیکی هر منطقه و همچنین نوع حوضه رسوبی و نوع رخساره‌های سنگی آن منطقه را مشخص می‌کنند، با توجه به این که ذخایر معدنی از موقعیت تکتونیکی و نوع رخساره‌های سنگی تبعیت می‌کند لذا اهداف اکتشافی در هر منطقه مشخص می‌شود. بعد از روشن شدن هدف عملیات پی‌گیری به نحوی طراحی و تنظیم می‌شود که با حداقل هزینه و زمان بیشترین نتیجه کسب شود و از انجام مطالعات اضافی خودداری گردد. برای مثال برحسب اطلاعات موجود، در واحد تکتونیکی البرز در یک حوضه رسوبی نوع پادگانه قاره‌ای در رخساره دولومیتی سازندالیکا (همچنین در پلاتفرم ایران مرکزی در سازند شتری) باسن تریاس هدف عملیات پی‌گیری عبارت است از شناسایی هر چه بیشتر ذخایر فلورین فلات ایران از نظر تکتونیک صفحه‌ای به چندین واحد مختلف تقسیم می‌شود که شرح آنها گذشت. در رخساره‌های سنگی مختلف موجود در هر یک از این واحدهای تکتونیکی کانسارهای خاصی متمرکز می‌شوند. لذا تقسیم‌بندی تکتونیکی کشور و آنالیز حوضه‌ها و رخساره‌ها راهنمای بسیار مفیدی برای اکتشافات معدنی است. برای مثال شباهت حوضه رسوبی طبس - کرمان با حوضه‌های دارای ذخایر هیدروکربور (کپه‌داغ) راهنمای اکتشافی مناسبی در این حوضه و پلاتفرم لوت است. اما آنالیز حوضه و رخساره در منطقه طبس - کرمان باید با دقت بسیار بالایی انجام شود به طوری که شرکت‌های نفتی بتوانند از اطلاعات جمع‌آوری شده برای طراحی اکتشافات ژئوفیزیکی استفاده کرده و سرمایه‌گذاری را توجیه کنند. □

منابع فارسی و انگلیسی

- درویش زاده، علی، سال ۱۳۶۸ شمسی، زمین‌شناسی ایران، انتشارات امیرکبیر
- سامانی، بهرام - اشتری، شادی، سال ۱۳۷۱ شمسی، چرخه‌های فلزایی و مدل متالورژی ناحیه سیتان و بلوچستان، علوم زمین شماره ۴، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- فرهادی، رضا - لاثی، فرخ، سال ۱۳۶۸ شمسی، مطالعات زمین‌شناسی ساختمانی در بلوک لوت، خلاصه مقالات اولین سمپوزیوم زمین‌شناسی شرق ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- Alavi, M., 1991, Sedimentary and Structural Characteristics of the Paleozoic Tethys Remnants in northeastern Iran: Geological Society of America Bulletin, V.103, P. 983-992.
- Force E.R., Eidel, J.J., and Maynard, J.B., 1991, Sedimentary and Diagenetic Mineral Deposits: A Basin Analysis Approach to Exploration: Reviews in Economic Geology, vol.5, Society of Economic Geologists, PP.141-159.
- Laznicka, P., 1985, Empirical Metallogeny, Depositional Environments, Lithologic Associations and Metallic ores, vol.1: Phanerozoic Environments, Associations and Deposits, part B: Elsevier Science publishers.
- Miall, Andrew D., 1990 Principle of Sedimentary Basin Analysis, Second Edition : Springer Verlag New York, Inc.
- Sawkins, F.J., 1990, Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics, Second Revised and Enlarged Edition: Springer Verlag P.

همراه با انتی‌موان، نقره و طلا شناسایی شده‌اند. افیولیت‌های پهنه مکران برای کانسارهای محدود منگنز اما با عیار بالا که در بستر اقیانوس نهشته شده‌اند، پتانسیل دارد؛ کرومیت همراه سنگهای اولترابازیک این پهنه گزارش نشده است.

بلوک لوت:

وجود پلاتفرم پالئوزوئیک بر روی بلوک لوت، نشان می‌دهد که این بلوک قسمتی از خردقاره ایران (پوسته قاره‌ای) است، و توده‌های گرانیتی دیوریتی زاهدان - ده مسلم و بزمان محصول حاشیه قاره‌ای فعال (active continental margin) است که با بازشدگی نیوتیس شکل گرفته‌اند. مطالعه سیستم‌های شکستگی مزدوج را در این بلوک نشان داده است که بلوک لوت از اواخر دوران سوم و در طول کواترنر تحت تأثیر نیروهای فشار و در راستای تقریبی شمالی - جنوبی و نیروهای کششی در امتداد شرقی - غربی قرار دارد (فرهادی سال ۱۳۶۸ شمسی). لذا ماگمای بازالتی در امتداد شکافها به سطح بلوک راه یافته و ولکانیسم شدیدی در سطح بلوک لوت ایجاد کرده است. کانی‌سازهای قلع و تنگستن از جمله پتانسیلهای قابل توجه در توده‌های نفوذی این بلوک است و بخشهایی از این توده‌ها برای اورانیوم پتانسیل دارند. در رخساره‌های پگماتییتی این توده‌ها عناصر کمیاب مانند تالیوم، زیرکونیوم، نیوبیوم و ... در حواشی آنها کانسارهای نوع اسکارنی قابل توجه هستند. راه یافتن ماگمای بازالتی به سطح بلوک لوت، در بعضی موارد با کانی‌سازی رگدای مس، طلا، سرب و روی همراه می‌باشد، مس و طلای معروف قلعه زرین نمونه‌ای از این کانسارها است.

کوهستانها شرق ایران

رشته‌کوه‌هایی که در شرق ایران از بیرجند تا ایرانشهر گسترش دارند به کوهستانهای شرق ایران معروف هستند. به نظر میرسد که تحت عملکرد گسلهای امتداد لغز، حوضه‌ای این قطعات خرد قاره ایران شکل گرفته باشد (Transform fault basin) که بازایش پوسته اقیانوس همراه بوده است. با بسته شدن این حوضه، سری کاملی از رخساره‌های افیولیتی و رسوبات نوع قبلیش در سفره‌های رورانده، بین بلوکهای هیرمند و لوت تشکیل شده‌اند. افیولیت‌های این مجموعه تکتونیکی برای کرومیت پتانسیل بالایی دارند و اخیراً طی مشاهدات صحرائی، توده‌هایی کرومیت رد جنوب بیرجند شناسایی شده‌اند. کانی‌سازی منگنز در این افیولیتها از نوع رسوبگذاری در بستر اقیانوس است که تناز بالایی ندارد اما عیار آن قابل توجه است. بارزترین ویژگی افیولیت‌های شرق ایران، تشکیل کانسارهای بارزش منیزیت و پنبه‌سوز است. مجموعه عواملی چون فعالیت گسلها، تشکیل سیستم‌های شکستگی مناسب، نفوذ آبهای سطحی گازکربونیک دار و همچنین برقراری رژیم گرمایی باعث انحلال و انتقال منیزیم و نهشت کانسارهای منیزیت شده است؛ که از میان آنها می‌توان به منیزیت چاه‌خو و پنبه‌سوز حاجات اشاره کرد.