

کانه‌زایی رگه‌ای و چینه‌کران تنگستن (مس-طلا-روی) در ایران

سامان قادری^۱، ابراهیم راستاد^۲، نعمت‌اله رشیدنژاد عمران^۳ و محمد محجل^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۲ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۳ استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۳۱

چکیده

کانسارها و رخدادهای معدنی تنگستن (مس-طلا-روی) در ایران را می‌توان با توجه به خاستگاه، جایگاه زمین‌ساختی، پاراژنز کانیایی و فرایندهای مربوط به پیدایش و تشکیل آنها در دو گروه رده‌بندی کرد. دسته اول ذخایری هستند که در توالی آتشفشانی-رسوبی دگرگون‌شده تریاس-پسین-ژوراسیک میانی قرار داشته و گسترش آنها از روند لایه‌بندی (چینه‌سان) پیروی می‌کند. این کانسارها در جایگاه چینه‌ای خاص و در مرز واحدهای آتشفشانی با سنگ‌های کربناتی و در داخل کربنات‌ها قرار دارند. جایگاه ژئودینامیکی این کانسارها، احتمالاً ریفیت درون‌قاره‌ای است. دسته دوم ذخایری هستند که ژئومتری رگه-رگچه‌ای داشته و قطع‌کننده سنگ‌های رسوبی دگرگون‌شده گروه شمشک و توده‌های گرانیتویدی میزبان به سن ژوراسیک هستند. تشکیل این ذخایر توسط گسل‌ها، شکستگی‌ها و پهنه‌های برشی کنترل می‌شود. جایگاه ژئودینامیکی این کانسارها، احتمالاً حاشیه فعال قاره‌ای است. پاراژنز کانیایی گروه اول عمدتاً شلیت و سولفیدهای مس-روی-آهن است. در حالی که پاراژنز گروه دوم بیشتر ولفرامیت، شلیت، کالکوپیریت، آرسنوپیریت همراه با طلا و به‌ویژه بیسموت است.

کلیدواژه‌ها: کان‌زایی تنگستن (مس-طلا-روی)، چینه‌کران، رگه‌ای، توالی آتشفشانی-رسوبی تریاس-ژوراسیک، توده‌های گرانیتویدی ژوراسیک، ریفیت درون‌قاره‌ای، حاشیه فعال قاره‌ای، ایران.

E-mail: Rastad@modares.ac.ir

*نویسنده مسئول: ابراهیم راستاد

۱- پیش‌گفتار

کانسار رگه‌ای چاه‌پلنگ جنوبی داده‌های جدیدی از این کانسار به عنوان نمونه شاخص از کانسارهای رگه‌ای تنگستن (مس-طلا) ایران ارائه شده است.

۲- کان‌زایی

کان‌زایی چینه‌کران و رگه‌ای تنگستن در ایران (شکل ۱)، با سن مزوزویک، به صورت کانسارها و رخدادهای معدنی چندفلزی تنگستن (مس، طلا، روی، بیسموت، قلع و آرسنیک) در رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی تریاس-ژوراسیک گروه شمشک و توده‌های گرانیتویدی به سن ژوراسیک رخ داده‌اند. این کانسارها براساس خاستگاه، جایگاه زمین‌ساختی، پاراژنز کانیایی، ژنز و فرایندهای مسئول تشکیل کانسار در دو گروه قرار می‌گیرند (قادری و همکاران، ۱۳۹۰ ب).

الف) ذخایر رگه‌ای تنگستن (مس-طلا): این دسته از ذخایر به صورت رگه-رگچه‌ای در پهنه‌های گسلی، برشی و همچنین شکستگی‌های موجود در توده‌های گرانیتویدی ژوراسیک و سنگ‌های رسوبی دگرگون‌شده سازند شمشک تشکیل شده‌اند. پاراژنز این دسته عمدتاً شامل ولفرامیت، شلیت، کالکوپیریت، آرسنوپیریت همراه با طلا و به‌ویژه بیسموت است. در شکل‌گیری این دسته از کانسارها، نقش فرایندهای دگرگونی، دگرشکلی و پلوتونیزم گرانیتویدی بسیار حائز اهمیت است. کانسارهای این دسته احتمالاً در موقعیت زمین‌ساختی حواشی فعال قاره‌ای است. (Razmara et al., 2011; Mohajjel et al., 2003) قرار دارند. این گروه از کانسارها، کانسارهای دارای ارزش اقتصادی ایران را تشکیل داده و در گذشته به دلیل محتوای بالای تنگستن و طلا استخراج می‌شده‌اند. در این ذخایر، مطالعه دقیقی بر روی چگونگی رخداد طلا صورت نگرفته و بیشتر مطالعات بر روی ژنز تنگستن متمرکز بوده است. از ذخایر این دسته می‌توان به کانسارهای چاه‌پلنگ جنوبی (قادری و همکاران، ۱۳۹۰ الف)، نظام‌آباد (Nezafati, 2006)، ده حسین (Nezafati, 2006) و تاریک‌دره (قوی و همکاران، ۱۳۸۹) اشاره کرد.

ب) ذخایر چینه‌سان-چینه‌کران تنگستن (مس-روی): عناصر کانساز این ذخایر

اولین فعالیت‌های معدنی برای استخراج تنگستن در ایران، همزمان با جنگ جهانی دوم (۱۳۱۶ تا ۱۳۲۰) و توسط یک گروه آلمانی، در کانسار چاه‌پلنگ جنوبی صورت گرفته است (جهانگیری و منصور، ۱۳۸۶). استخراج این فلز استراتژیک، یک دهه بعد، در کانسارهای چاه‌پلنگ جنوبی (شرکت سهامی فلز انارک، ۱۳۳۵) و نظام‌آباد و رخدادهای معدنی روشت و بامسر (توسط یک شرکت آمریکایی، ۱۳۳۰ تا ۱۳۵۰)، به طور ناپیوسته ادامه پیدا کرده است (زینعلی، ۱۳۷۰). محصول استخراج شده به صورت کنسانتره و یا فلز خالص صادر می‌شده است. با توجه به رخداد ناچیز ذخایر تنگستن در ایران و همچنین پایین بودن عیار و تناژ این ذخایر، در حال حاضر تنگستن در ایران تولید نمی‌شود و نیاز داخلی این فلز از راه واردات تأمین می‌شود که در سال‌های اخیر با رشد ۱۴ درصدی همراه بوده است (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور).

ذخایر تنگستن ایران، همانند بیشتر ذخایر تنگستن جهان در مزوزویک (سنوزویک) و در طی فازهای کوهزایی آلیپ تشکیل شده‌اند. گفتنی است که کان‌زایی تنگستن در سنوزویک، در ایران، بیشتر به صورت عنصر همراه رخ داده و تا کنون ذخایر قابل توجهی در این زمان گزارش نشده‌اند (قربانی، ۱۳۸۶).

کان‌زایی تنگستن به صورت ذخایر اسکاران همراه با توده‌های گرانیتویدی ژوراسیک و الیگو-میوسن به ترتیب در منطقه ابراهیم عطارقرو (حسامی، ۱۳۸۲) و منطقه علم‌کوه-اکاپل (شرکت اکتشافات سراسری فلزات غیر آهنی ایران، مهندسین مشاور، ۱۳۷۳) کلاردشت رخ داده است که در این نوشتار به دلیل نبود اطلاعات آکادمیک از ذکر آنها صرف نظر شده است.

این نوشتار تلاش دارد تا با مروری بر دو نوع ذخایر چینه‌کران و رگه‌ای تنگستن (مس-طلا-روی) در ایران، ضمن تأکید بر جایگاه ژئودینامیکی آنها در تداوم پی‌جویی و اکتشاف آنها، با توجه به ویژگی‌های هر گروه، ضرورت مطالعات ژئوشیمی ایزوتوپی و توجه به اکتشاف طلای همراه با تنگستن نوع رگه‌ای را مورد تأکید قرار دهد. ضمناً نظر به مطالعات اخیر صورت گرفته (قادری و همکاران، ۱۳۹۰ الف)، در

جوی به اعماق، تشکیل شده‌اند. این نوع از رگه- رگچه‌ها فاقد کانه‌زایی بوده و نشان‌دهنده پایان یافتن فاز کانه‌زایی در کانسار چاه پلنگ جنوبی هستند.

دگرسانی صورت گرفته در اطراف رگه‌های کوارتز اغلب ناچیز بوده و به‌سختی در صحرا، قابل تشخیص است. ولی دگرسانی آرژیلی با ستبرای کمتر از ۲ متر در اطراف برخی از رگه- رگچه‌های کانه‌دار به خوبی قابل مشاهده است. دگرسانی‌های اصلی مرتبط با کانه‌زایی شامل انواع دگرسانی کلریتی، سیلیسی، سولفیدی، سریستی، کربناتی و آرژیلی هستند.

خاطر نشان می‌سازد رخداد معدنی طلا (تنگستن) زرین که در ۵۰ کیلومتری جنوب خاور کانسار چاه پلنگ جنوبی قرار دارد (شکل ۲)، دارای سنگ میزبان توده گرانیتوئیدی (ژوراسیک) است که به درون ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌های سازند شمشک تزریق شده است. این توده گرانیتوئیدی از ۳ واحد مونوزوگرانیت، گرانودیوریت و ترونجمیت تشکیل شده است. کانه‌زایی در این اندیس توسط پهنه‌های برشی راستالغز راست بر قطع‌کننده واحد ترونجمیتی کنترل می‌شود. شلیت، آرسنوپیریت، پیریت و گالن، کانه‌های این رخداد را تشکیل می‌دهند. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی، سنگ‌های توده گرانیتوئیدی زرین، در محدوده سنگ‌های کلسیمی- قلیایی قاره‌ای و پرآلومین از نوع توده‌های گرانیتوئیدی پس از کوهزایی قرار می‌گیرند (محجل و همکاران، ۱۳۸۷؛ Valizadeh et al., 2002).

– **کانسار تاریک‌دوره:** این کانسار در شمال خاور ایران و در مرز زون‌های ساختاری ایران مرکزی و کپه‌داغ (خاور رشته‌کوه‌های بینالود) قرار دارد (شکل ۱) (Razmara et al., 2011). سنگ‌های دربرگیرنده کانسار، توده گرانیتوئیدی تریب‌جام (تریاس پسین؟) و شیل و ماسه‌سنگ‌های سازند میانکوهی به سن تریاس هستند. گسل فیروزکوه و گسل‌های تراستی- امتدادلغز فراوانی در منطقه دیده می‌شوند. گسل‌های رخداد در حاشیه توده و سنگ‌های سازند میانکوهی، از عوامل اصلی کنترل‌کننده کانه‌زایی در این کانسار هستند. کانه‌زایی در این کانسار در رگه‌های سیلیسی- کلسیتی آرسنوپیریت‌دار صورت گرفته است. از کانه‌های اصلی آن می‌توان به شلیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، پیریت و اورپیمت اشاره کرد. طلا ظاهراً به‌صورت آزاد در رگه‌های معدنی دیده می‌شود. کانی‌های حاصل از دگرسانی شامل کوارتز، کلسیت و سریست هستند (قوی و همکاران، ۱۳۸۹).

– **کانسار ده‌حسین:** این کانسار در زیر پهنه با دگرشکلی پیچیده زون سنندج- سیرجان (Mohajjel et al., 2003) قرار دارد (شکل ۱). سنگ‌های میزبان کانه‌زایی، ماسه‌سنگ‌های دگرگون شده ژوراسیک هستند (شکل ۳) که گسل‌ها و شکستگی‌های فراوانی در آنها رخ داده است. کانه‌زایی به‌صورت رگه- رگچه‌های کوارتز سولفیددار صورت گرفته است. کانه‌های اصلی، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، فربریت، پیریت، بیسموت خالص و بیسموتینت هستند. طلا در این کانسار به‌صورت غیر قابل رؤیت در آرسنوپیریت و کانی‌های بیسموت‌دار رخ داده است. از کانی‌های باطله اصلی می‌توان به کوارتز، سریست و تورمالین اشاره کرد. گسل‌ها و شکستگی‌ها، از عوامل اصلی کنترل‌کننده کانی‌زایی در این کانسار هستند (عبدی، ۱۳۸۶؛ Nezafati, 2006).

– **کانسار نظام‌آباد:** این کانسار، مانند کانسار ده‌حسین در زیر پهنه با دگرشکلی پیچیده زون سنندج- سیرجان (Mohajjel et al., 2003; Ahmadi-Khalaji et al., 2007) قرار دارد (شکل ۱). سنگ میزبان این کانسار واحد کوارتزیدیوریت توده گرانیتوئیدی بروجرد است (شکل ۳). کانه‌زایی در رگه‌های کوارتز تورمالین‌دار (شکل ۷) قطع‌کننده واحد کوارتزیدیوریت رخ داده است. از کانه‌های اصلی آن می‌توان به شلیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، پیرویت، پیریت و کانی‌های بیسموت اشاره کرد. طلا در این کانسار به‌صورت غیرقابل رؤیت در آرسنوپیریت و ادخال‌های بیسموت رخ داده است. کانی‌های اصلی حاصل از دگرسانی، کوارتز، تورمالین، سریست و کلسیت هستند. گسل‌ها و شکستگی‌ها،

همزمان با تشکیل توالی‌های آتشفشانی- رسوبی زیردریایی به صورت برون‌دیمی به محیط رسوبی افزوده شده‌اند. تحرک این عناصر کانه‌ساز سبب تمرکز بعدی مواد معدنی در اثر فرایندهای دیاژنز، دگرگونی ناحیه‌ای و دگرشکلی، به‌صورت چینه‌سان- چینه‌کران، در مرز واحدهای آتشفشانی با سنگ‌های رسوبی و در داخل سنگ‌های کربناتی شده است. این گروه احتمالاً در محیط‌های ریفت درون قاره‌ای تشکیل شده و دارای پارائنز تنگستن- مس (روی) بوده و فاقد طلا هستند. از ذخایر این دسته می‌توان به کانسار چاه کلب (شعله و همکاران، ۱۳۸۶)، رخداد‌های معدنی بامسر (عزیزپور مغوان، ۱۳۷۸) و آق‌بلاغ (عبدی، ۱۳۸۶) اشاره کرد.

با توجه به اهمیت ذخایر رگه‌ای و اقتصادی بودن آنها، ابتدا ذخایر رگه‌ای و سپس ذخایر چینه‌سان مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۲-۱. ذخایر رگه‌ای

– **کانسار چاه پلنگ جنوبی:** کانسار چاه پلنگ جنوبی در بخش میانی بلوک یزد (شکل ۲) با پی‌سنگ نئوپروتوزویک پسین- کامبرین پیشین (Ramazani & Tucker, 2003) قرار دارد. این بخش از بلوک یزد در نئوپروتوزویک پسین- کامبرین پیشین در موقعیت کمان ماگمایی قاره‌ای (Ramazani & Tucker, 2003) قرار داشته و در طول پالتوزویک- تریاس میانی توسط رسوبات پلانفورمی و فلات قاره‌ای پوشیده شده است (Wendt et al., 2005). در تریاس پسین، این بخش از بلوک یزد به دنبال برخورد با صفحه توران، به عنوان پیش‌بوم رشته‌کوه‌های کیمبرین عمل کرده و محل تجمع فلش‌های بیاضه (تریاس پسین) و رسوبات مولاس گروه شمشک (ژوراسیک پیشین) شده است (Wilmsen et al., 2009; Zanchi et al., 2009; Bagheri & Stampfli, 2008).

کانسار چاه پلنگ جنوبی در جنوب خاور انارک و در یال جنوب باختری یک طاق‌دیس بزرگ با امتداد شمال باختری- جنوب خاوری قرار گرفته است. سنگ درونگیر کانسار، ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌های سازند شمشک هستند که در رخساره پایین شیب سبز دگرگون شده و دگرشکلی قابل ملاحظه‌ای از خود نشان می‌دهند. درجه دگرگونی سنگ‌ها خیلی پایین است، به‌طوری‌که بافت‌های رسوبی به‌خوبی در آنها حفظ شده‌اند (Romanko et al., 1984). گسل‌های تراستی- امتدادلغز منطقه که دارای امتداد شمال باختری- جنوب خاوری بوده و هم‌راستا با محور طاق‌دیس هستند، موجب رانده شدن یال جنوب باختری طاق‌دیس بر روی هسته آن شده‌اند (قادری و همکاران، ۱۳۹۰ الف). کانه‌زایی در این کانسار به‌صورت رگه- رگچه‌های کوارتز تشکیل شده که در پهنه‌های گسلی نرمال، قطع‌کننده گسل‌های تراستی- امتدادلغز، متمرکز شده است (شکل ۴).

رگه- رگچه‌های موجود در کانسار چاه پلنگ جنوبی را می‌توان بر حسب پارائنز کانه‌ها و نوع کانی باطله و بافت و رنگ آنها به چهار دسته اصلی تقسیم کرد. الف) رگه- رگچه‌های نوع اول که حاوی کوارتزهای شیری- سفید، آپاتیت و فلدسپار پتاسیم هستند (شکل ۵). کانه اصلی این رگه‌ها و لفرامیت همراه با ادخال‌هایی بسیار ریزی از آرسنوپیریت، کالکوپیریت و پیریت است. در این نوع از رگه- رگچه‌ها شلیت، به مقدار کم، به صورت هم‌رشد با لفرامیت تشکیل شده است. ب) رگه- رگچه‌های نوع دوم از کوارتز سفیدرنگ تشکیل شده‌اند که توسط مقدار کمی آپاتیت همراهی می‌شود (شکل ۶). شلیت در این نوع رگه- رگچه‌ها به صورت هم‌رشد با آپاتیت در شکستگی‌های کوارتز و یا به صورت ادخال در داخل فازهای آرسنیک‌دار تشکیل شده است. طلا به صورت ادخال‌های بسیار ریز در شلیت و یا هم‌رشد با آن، رخ داده است. از کانه‌های سولفیدی این رگه- رگچه‌ها می‌توان به کالکوپیریت، بورنیت، پیریت، پیرویت، بیسموت طبیعی، نیکلین، کبالتیت، سولفیدهای مس- نیکل- آهن و اسفالریت اشاره کرد. ج) دسته سوم رگه- رگچه‌های کوارتز- هماتیت و د) دسته چهارم رگه- رگچه‌های تأخیری کربناتی هستند که قطع‌کننده رگه- رگچه‌های پیشین بوده و در اثر نفوذ آب‌های

رسوبات گروه شمشک یک هاله دگرگونی حرارتی در رسوبات ایجاد شده است. کانه‌زایی قلع (تنگستن) در توده، در ارتباط با واحد مونزوگرانیت - گرانودیوریت رخ داده است. از نظر ژئوشیمیایی، این توده گرانیتیویدی پرآلومین - متالومین بوده و جزو گرانیت‌های تیپ I و انتقالی بین تیپ‌های I و S قرار می‌گیرند. همچنین این توده گرانیتیویدی دارای ویژگی‌های سری‌های ماگمایی کلسیمی - قلیایی پتاسیم بالا و ساب‌آلکالن - آلکالن است. ذوب بخشی سنگ‌های قاعده پوسته قاره‌ای به عنوان منشأ این توده گرانیتیویدی پیشنهاد شده است (Esmaily et al., 2005).

۲-۳. ذخایر چینه‌سان - چینه‌کران

- **کانسار چاه‌کلپ:** این کانسار در محل اتصال بلوک لوت با زمین‌درز سیستان و در پایانه شمالی گسل امتدادلغز نایبند قرار دارد (شکل ۱). بخش کربناتی توالی آتشفشانی - رسوبی تریاس بالایی - ژوراسیک که تا رخساره شیست سبز - آمفیولیت پایینی دگرگون شده است، میزبان اصلی کانه‌زایی در کانسار است. کانه‌زایی به صورت لایه‌ای و عدسی‌شکل رخ داده است (شکل ۸). ۶ افق کانه‌دار در توالی آتشفشانی - رسوبی منطقه معدنی چاه‌کلپ دیده شده است که ۳ افق در داخل شیست‌ها و ۳ افق در داخل آهک‌های دگرگون شده قرار دارند. کانه‌های اصلی در این کانسار شامل کالکوپریت، پیریت، شلیت، اسفالریت، پیروتیت و آرسنوپیریت هستند که بافت‌های توده‌ای، نواری، برشی، لامینه، دانه‌پراکنده (شکل ۹) و پراکنده فضای خالی از خود نشان می‌دهند. کانی‌های کالک‌سیلیکاتی به فراوانی در منطقه معدنی دیده می‌شوند. کوارتز و کلیست، از محصولات دگرسانی به‌شمار می‌روند (شعله و همکاران، ۱۳۸۵).

- **رخداد معدنی بامسر:** این رخداد معدنی نیز در زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده زون سنندج - سیرجان (Mohajjel et al., 2003) قرار دارد (شکل ۱). سنگ‌های میزبان رخداد معدنی، عمدتاً کالک - شیست و توف سیلیسی توالی آتشفشانی - رسوبی تریاس پسین - ژوراسیک میانی و آهک‌های چرتی دگرگون‌شده هستند (شکل ۳). کانه‌زایی در این رخداد معدنی به صورت لامینه (شکل ۱۰)، لایه‌ای و رگچه‌ای بوده و رگچه‌ها درون عدسی‌های همخوان با لایه‌بندی تشکیل و محدود شده‌اند. در رخداد معدنی بامسر نیز ۶ افق کانه‌دار شناسایی شده است. پاراژنز ماده معدنی شامل شلیت، کالکوپریت، آرسنوپیریت، پیروتیت و اسفالریت است. توالی آتشفشانی - رسوبی، جایگاه چینه‌ای خاص، رخساره کربناتی - چرتی و فرایندهای دگرگونی ناحیه‌ای، عوامل کنترل‌کننده کانه‌زایی در این رخداد معدنی به‌شمار می‌روند (عزیزپور مغوان، ۱۳۷۸؛ قادری و همکاران، ۱۳۸۴).

- **رخداد معدنی آق‌بلاغ:** این رخداد نیز در زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده، پهنه ساختاری سنندج - سیرجان (Mohajjel et al., 2003) قرار دارد. میزبان کانه‌زایی در این رخداد، کالک‌شیست‌ها و آهک‌های چرتی دگرگون شده و متاولکانیک‌های بازیگ و اسیدی هستند. بافت‌های اصلی کانه‌ها شامل لامینه، نواری، عدسی‌شکل، دانه‌پراکنده و جان‌شینی هستند. شلیت، پیروتیت، کالکوپریت و اسفالریت، کانی‌شناسی ماده معدنی را تشکیل می‌دهند. ولکانیسم زیردریایی، فرایندهای دیاژنز و دگرگونی ناحیه‌ای و رخداد پهنه‌های برشی، مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده کانه‌زایی در این رخداد به‌شمار می‌آیند (عبدی، ۱۳۸۶).

۳- بحث

۳-۱. ذخایر رگه‌ای

در فانروزویک، غنی‌شدگی عنصر تنگستن در پوسته زمین، در محیط‌های فرورانش قاره‌ای، که توسط فرایندهای چندگانه ذوب دوباره، اختلاط ماگمایی و دگرگونی مشخص می‌شوند، صورت گرفته است (BGS, 2011; Schubert et al., 2006). در این حواشی فعال قاره‌ای، کانسارهای تنگستن تیپ رگه‌ای بلافاصله در موقعیت پشت کمان ماگمایی (شکل ۱۱)، در حالی که کانسارهای تیپ اسکارن و پورفیری

از عوامل اصلی کنترل‌کننده کانه‌زایی هستند (قادری و همکاران، ۱۳۸۴؛ حق‌نظر، ۱۳۸۶؛ Nezafti, 2006).

- **کانسار قلع (تنگستن) شاهکوه:** این کانسار در مرز خاوری بلوک لوت، و در توده گرانیتیویدی شاهکوه (۱۶۵ میلیون سال) و رسوبات دگرگون شده گروه شمشک قرار دارد (شکل ۱). مونزوگرانیت و گرانودیوریت سنگ‌شناسی اصلی توده گرانیتیویدی شاهکوه را تشکیل می‌دهند که توسط فاز جوان‌تر سینیوگرانیتی قطع شده‌اند. رخنمون‌های کوچکی از سنگ‌های میکروگرانیتی نیز در این توده مشاهده می‌شود. ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌های سازند شمشک در حد رخساره شیست سبز - آمفیولیت دگرگون شده‌اند (Esmaily et al., 2005). تشکیل توده گرانیتیویدی شاهکوه تقریباً همزمان با دگرگونی و دگرشکلی سنگ‌های میزبان، در یک پهنه برشی فعال صورت گرفته است (Mahmoudi et al., 2010). کانه‌زایی قلع (تنگستن) در رگه‌های کوارتز - تورمالین موجود در بخش شمال و شمال باختری توده گرانیتیویدی و زون‌های برشی موجود در رسوبات دگرگون شده، به صورت کانه‌های کاسیتريت، شلیت، کالکوپریت و پیریت رخ داده است (Esmaily et al., 2005).

۲-۲. توده‌های گرانیتیویدی میزبان ذخایر رگه‌ای

توده‌های گرانیتیویدی، که میزبان کانه‌زایی ذخایر رگه‌ای تنگستن - طلای ایران هستند، دارای ویژگی‌های تقریباً مشابه بوده و در موقعیت حاشیه قاره‌ای فعال، در محل کمان و یا پشت کمان ماگمایی، تشکیل شده‌اند. این توده‌ها در مراحل آغازین فرورانش و یا در مراحل پایانی فرورانش تشکیل شده (Razmara et al., 2011; Ahmadi-Khalaji et al., 2007) و از انواع توده‌های I و S هستند. شواهد تزریق همزمان با فعالیت‌های زمین‌ساختی در این توده‌ها، توسط جهت‌یافتگی ترجیحی کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگ، وجود بافت‌های میولیتی، پهنه‌های برشی و شکل کشیده توده‌ها مشخص می‌شود. همچنین وجود گسل‌ها و شکستگی‌ها، تأثیر فعالیت‌های زمین‌ساختی پس از تشکیل توده‌ها را ثابت می‌نماید (Esmaily et al., 2005; Ahadnezhad et al., 2010).

توده گرانیتیویدی تربت جام با سن تریاس پسین - ژوراسیک پیشین (؟) از ۳ واحد گرانودیوریتی، کوارتزمونوزودیوریت و کوارتز - دیوریت تشکیل شده است، که کانه‌زایی طلا - تنگستن بیشتر در ارتباط با واحد کوارتزیدیوریت است. این توده گرانیتیویدی از نظر ویژگی‌های ژئوشیمیایی متالومین تا کمی پرآلومین بوده و جزو سری‌های ماگمایی کلسیمی - قلیایی پتاسیم بالا و ساب‌آلکالن قرار می‌گیرند. ویژگی اصلی این توده گرانیتیویدی، I-type بودن آن است که مشخصه اصلی زون‌های فرورانش است (Razmara et al., 2011).

مجموعه گرانیتیویدی بروجرد با سن ژوراسیک میانی (۱۶۹ میلیون سال) نیز در موقعیت حاشیه فعال قاره‌ای (کمان ماگمایی) جایگزین شده و از ۳ واحد گرانودیوریت، مونزوگرانیت و کوارتزیدیوریت تشکیل شده‌اند. کانه‌زایی تنگستن - طلا در این مجموعه، در واحد کوارتزیدیوریت رخ داده است. از نظر ژئوشیمیایی، این مجموعه گرانیتیویدی متالومین تا کمی پرآلومین بوده و جزو گرانیت‌های شاخص تیپ I قرار می‌گیرد. مجموعه گرانیتیویدی بروجرد جزو گرانیت‌های کمان آتشفشانی مرتبط با حاشیه قاره‌ای فعال بوده و دارای ویژگی‌های سری‌های ماگمایی کلسیمی - قلیایی پتاسیم بالا و ساب‌آلکالن است (Ahmadi-Khalaji et al., 2007). شواهد ایزوتوپی نشان‌دهنده سنگ منشأ پوسته‌ای (Ahmadi-Khalaji et al., 2007) و به‌ویژه پوسته زیرین (Nezafti, 2006) برای ماگمای سازنده مجموعه گرانیتیویدی بروجرد هستند.

توده گرانیتیویدی شاهکوه با سن ژوراسیک میانی (۱۶۵ میلیون سال) در حاشیه قاره‌ای فعال (پشت کمان ماگمایی) جایگزین شده و از واحدهای مونزوگرانیت، گرانودیوریت، سینیوگرانیت و میکروگرانیت تشکیل شده است. گرانیت‌های گریزنی شده در بخش خاوری توده رخنمون دارند. تحت تأثیر نفوذ این توده به درون

آتشفشان- رسوبی و با شکل عدسی همخوان با لایه‌بندی، لامینه، نواری، دانه پراکنده و جانیشینی در محل تغییر رخساره سنگ‌های آتشفشانی به سنگ آهک‌های چرت‌دار رخ داده است. شواهدی از جمله، عدم ارتباط زمانی و مکانی افق‌های کانه‌دار با توده‌های گرانیتویدی و عدم پیرویی کانه‌زایی از گسل‌ها و شکستگی‌ها، تأییدی بر تشکیل این ذخایر به صورت چینه‌سان- چینه‌کران در توالی‌های آتشفشان- رسوبی تریاس پسین- ژوراسیک میانی هستند. شیلیت کانی اصلی تنگستن در ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران است که توسط کالکوپیریت، اسفالریت همراهی می‌شود (BGS, 2011). مهم‌ترین کانه تنگستن در ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران ایران نیز شیلیت است که همراه با مقادیر کمتری اسفالریت، کالکوپیریت و آرسنوپیریت تشکیل شده است. عناصر دارای ارزش اقتصادی این دسته از ذخایر تنگستن و مس هستند (جدول ۲).

تقسیم‌بندی کانسارهای تنگستن پروندمی، بر اساس فاصله زمانی و مکانی از مرکز آتشفشانی به نزدیک به منشأ (Proximal) و دور از منشأ (Distal) توسط پژوهشگران مختلفی صورت گرفته است. (Cheilletz, 1988) در مقاله خود، با عنوان مروری بر کانسارهای تنگستن چینه‌سان، تقسیم‌بندی جامعی از این کانسارها ارائه می‌دهد. کانسارهای نزدیک به منشأ، با نسبت بالای سنگ‌های آتشفشانی به رسوب، رخداد پلوتونیزم و توسعه دگرسانی سنگ دیواره، وجود رگه- رگچه‌های کوآرتز- سریست مشخص می‌شوند. در کانسار چاه کلپ و رخدادهای معدنی بامسر و آبی بلاغ فعالیت انفجاری شدید، پلوتونیزم و دگرسانی شدید سنگ دیواره رخ نداده است. از سوی دیگر، حجم سنگ‌های رسوبی در توالی آتشفشانی- رسوبی نیز بالاست. همچنین، رگه- رگچه‌های کوآرتز- سریست در ذخایر میزور دیده نشده‌اند (شکل ۱۳). بنابراین، شواهد یادشده می‌تواند نشان‌دهنده دور از منشأ بودن این ذخایر باشد (شعله و همکاران، ۱۳۸۶؛ عزیزپور مغوان، ۱۳۷۸؛ Plimer, 1978؛ Cheilletz, 1988). جایگاه ژئودینامیکی ذخایر تیب رگه‌ای حاشیه‌های فعال قاره‌ای است که در آن رسوبات ماسه‌سنگی و شیلی دچار دگرگونی و دگرشکلی شده و سپس توده‌های گرانیتویدی به داخل آنها تزریق می‌شوند. در حالی که در ذخایر تیب چینه‌سان- چینه‌کران توالی‌های آتشفشانی- رسوبی میزبان کانه‌زایی در محیط‌های ریفت درون قاره‌ای تشکیل می‌شوند (جدول ۳).

ولفرامیت، شیلیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت و کانی‌های بیسموت کانه‌های اصلی در رگه- رگچه‌های کوآرتز ذخایر تیب رگه‌ای هستند، در حالی که شیلیت، کالکوپیریت و اسفالریت کانه‌های موجود در لامینه‌ها و نوارهای ذخایر تیب چینه‌سان- چینه‌کران هستند (جدول ۳). تنگستن، قلع و بیسموت در ذخایر تیب رگه‌ای و تنگستن و مس در ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران، عناصر دارای ارزش اقتصادی را تشکیل می‌دهند. طلا به صورت آزاد و یا غیرقابل رؤیت در فازهای آرسنیک و بیسموت‌دار، فقط در ذخایر تیب رگه‌ای رخ داده است (جدول ۳).

توده‌های گرانیتویدی، گسل‌ها و شکستگی‌ها در ذخایر تیب رگه‌ای، جایگاه چینه‌ای خاص در توالی‌های آتشفشانی- رسوبی، فرایندهای دیاژنز و دگرگونی ناحیه‌ای در ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران، مهم‌ترین عوامل کنترل‌کننده کانه‌زایی به شمار می‌روند (جدول ۳).

۴- نتیجه‌گیری

اصولاً کانسارهای تنگستن تیب رگه‌ای در موقعیت‌های زمین‌ساختی حواشی فعال قاره‌ای، در مناطق پشت کمان قاره‌ای که میزان برهم‌کنش بین پوسته و گوشته بالا می‌باشد، تشکیل می‌شوند (Mao et al., 2007; Schubert et al., 2006). کمرندهای برخوردی قاره‌ای، کمان‌های ماگمایی قاره‌ای و مناطق بازشدگی قاره‌ای، از دیگر محیط‌های زمین‌ساختی تشکیل کانسارهای تنگستن تیب رگه‌ای هستند (Sinclair, 1996). ذخایر رگه‌ای تنگستن (مس- طلا) ایران احتمالاً در جایگاه

در فاصله دورتری از کمان ماگمایی تشکیل می‌شوند (Schubert et al., 2006). ذخایر رگه‌ای تنگستن- طلای ایران، همانند نمونه‌های شاخص دنیا، احتمالاً در جایگاه ژئودینامیکی حاشیه‌های فعال قاره‌ای (شکل ۱۲) (Mohajjel et al., 2003; Razmara et al., 2011; Ahmadi-Khalaji et al., 2007) ناشی از فرورانش پالئوتیس (کانسار تاریک‌دره) و نئوتیس (کانسارهای ده‌حسین و نظام‌آباد در پهنه دگرگونی سنندج- سیرجان، کانسار شاهکوه در خاور بلوک لوت و کانسار چاه‌پلنگ جنوبی در توالی‌های رسوبی دگرشکل و دگرگون شده بلوک یزد) تشکیل شده‌اند (جدول ۳).

سنگ دیواره کانسارهای تنگستن تیب رگه‌ای، اساساً شامل سنگ‌های رسوبی، مانند ماسه‌سنگ‌های گریوکی، اسلیت و شیل، دارای درجه گریوکی ضعیف هستند و در برخی موارد توده‌های گرانیتویدی میزبان رگه- رگچه‌های تنگستن‌دار هستند (Liu & Ma, 1993). سنگ درونگیر ذخایر رگه‌ای ایران، رسوبات شمشک و توده‌های گرانیتویدی هستند که دگرشکلی بالایی را تحمل کرده‌اند. توده‌های گرانیتویدی میزبان کانه‌زایی در این کانسارها به طور شاخص از انواع I و S بوده و جزو سری‌های ماگمایی کلسیمی- قلیایی پتاسیم بالا و ساب‌آلکانل به شمار می‌روند (جدول ۳). کانه‌زایی تنگستن- طلا بیشتر در ارتباط با واحد کوآرتز دیوریت این توده‌های گرانیتویدی است (قادری و همکاران، ۱۳۹۰ ب).

کانی‌شناسی کانسارهای تنگستن تیب رگه‌ای ممکن است ساده یا بسیار پیچیده بوده و به طور عمده از کوآرتز و ولفرامیت تشکیل شده است. در برخی کانسارها شیلیت نیز دارای اهمیت است (BGS, 2011; Schubert et al., 2006). مولیبدنیت، آرسنوپیریت، پیریت، پیرویت، سولفیدهای فلزات پایه، کانی‌های بیسموت، هماتیت و سولفوسالت‌ها، از دیگر کانه‌های موجود در این تیب کانسارها هستند (Elliot et al., 1986). کانه‌های تنگستن در ذخایر تیب رگه‌ای ایران شامل ولفرامیت (کانسار چاه‌پلنگ جنوبی)، فربریت (کانسار ده‌حسین) و شیلیت (کانسارهای چاه پلنگ جنوبی، نظام‌آباد، تاریک‌دره و شاهکوه) هستند. محتوای سولفیدی این ذخایر پایین بوده و توسط آرسنوپیریت، پیریت، کالکوپیریت و کانی‌های بیسموت مشخص می‌شوند (جدول ۳). قلع، مولیبدن، فلزات پایه و طلا، از جمله عناصری هستند که همراه با تنگستن در ذخایر تیب رگه‌ای تشکیل می‌شوند (BGS, 2011; Liu & Ma, 1993). عناصر دارای ارزش اقتصادی ذخایر رگه‌ای ایران، تنگستن، طلا (قلع) هستند که توسط مقادیر غیر اقتصادی مس همراهی می‌شوند (جدول ۱). طلا به صورت آزاد و غیرقابل رؤیت در کانی آرسنوپیریت و کانی‌های بیسموت‌دار رخ داده است. دگرسانی‌های شاخص در کانسارهای تنگستن تیب رگه‌ای شامل سیلیسی، سریستی، مسکویت، فلوریتی، سولفیدی، تورمالینی، کلریتی و بیوتیتی هستند (Liu & Ma, 1993). انواع دگرسانی سیلیسی، سولفیدی، کربناتی، سریستی و تورمالینی از دگرسانی‌های اصلی همراه با کانه‌زایی ذخایر رگه‌ای ایران هستند (جدول ۳).

۳-۲. ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران

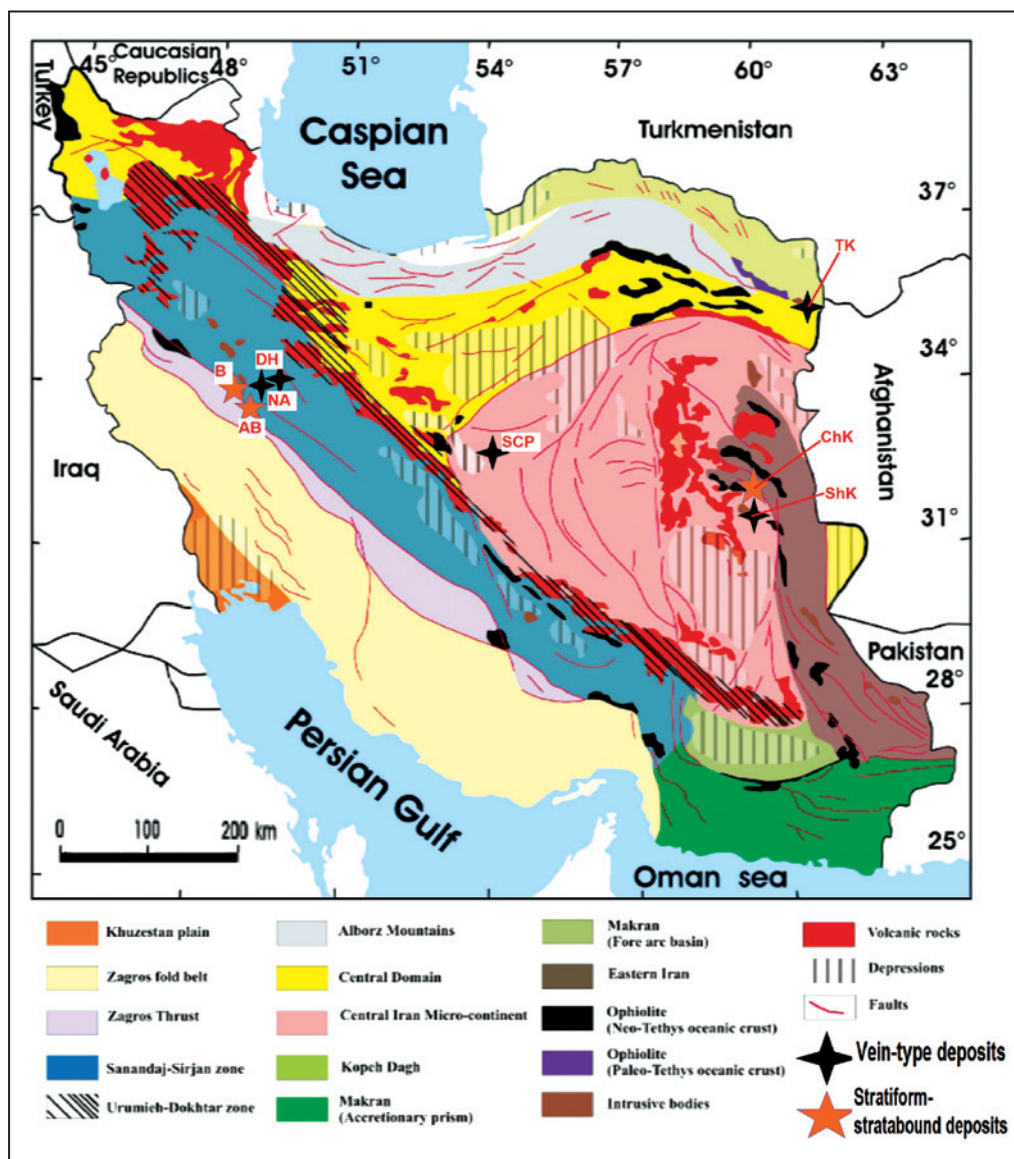
کانسارهای تنگستن چینه‌سان- چینه‌کران در محیط‌های ریفت درون قاره‌ای و همراه با توالی‌های آتشفشانی- رسوبی که در آنها رسوبات شیمیایی مرتبط با فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی دارای غنی‌شدگی اولیه تنگستن هستند، تشکیل می‌شوند (BGS, 2011). ذخایر تنگستن چینه‌سان- چینه‌کران ایران احتمالاً در محیط‌های ریفتی درون قاره‌ای (مرتبط با شکل‌گیری اقیانوس نئوتیس) تریاس پسین- ژوراسیک زیرین (بلوک لوت و پهنه سنندج- سیرجان) که محیط مناسبی برای فعالیت آتشفشانی زیردریایی و نهشت مجموعه‌های آتشفشانی- رسوبی بوده‌اند (شکل ۱۲)، تشکیل شده‌اند.

کانه‌زایی در ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران به صورت لایه‌ای، دانه پراکنده، توده‌ای و عدسی‌های همخوان با لایه‌بندی رخ می‌دهد (Plimer, 1978). کانه‌زایی در ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران ایران، همزمان با رسوب‌گذاری توالی

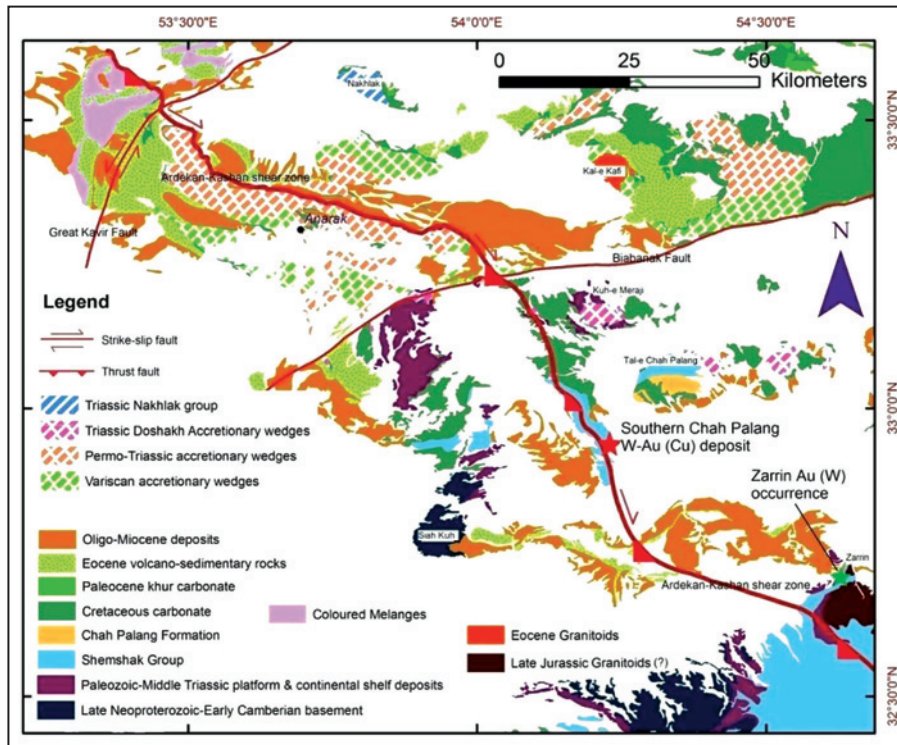
برخلاف حجم زیاد مطالعات انجام شده بر روی ذخایر تنگستن ایران، منشأ سیالات کانسارساز و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آنها هنوز ناشناخته مانده است. بنابراین انجام مطالعات ایزوتوپی پایدار و سیالات درگیر برای تعیین منشأ سیالات کانسارساز و دما و شوری آنها، در این ذخایر ضروری به نظر می‌رسد. بر خلاف ذخایر تیپ چینه‌سان-چینه‌کران که سن کانه‌زایی آنها برابر با سن تشکیل سنگ درونگیر است (تریاس پسین- ژوراسیک پیشین)، سن دقیق کانه‌زایی در ذخایر تیپ رگه‌ای نامشخص بوده، از این رو، ضرورت انجام مطالعات ایزوتوپی ناپایدار، برای تعیین سن ذخایر تیپ رگه‌ای کاملاً احساس می‌شود.

خاطر نشان می‌سازد مطالعات پیشین انجام شده بر روی ذخایر رگه‌ای، عمدتاً بر روی ژنز تنگستن متمرکز بوده و نحوه رخداد طلا (اغلب به صورت غیرقابل رؤیت) مورد بررسی قرار نگرفته است. با این دیدگاه و با توجه به افزایش قیمت طلا، امید است در آینده مطالعات دقیق تر و جامع تری بر روی ژنز این کانسارها صورت گیرد.

ژئودینامیکی حواشی قاره‌ای فعال، در کمان‌های ماگمایی قاره‌ای، تشکیل شده‌اند. به‌طور کلی، محیط‌های ریفت درون قاره‌ای که در آنها توالی‌های آتشفشانی- رسوبی در تناوب با همدیگر قرار دارند، مناسب‌ترین مکان برای تشکیل کانسارهای تنگستن چینه‌سان-چینه‌کران هستند (Cheilietz, 1988). ذخایر چینه‌سان-چینه‌کران تنگستن (مس- روی) ایران، احتمالاً در محل ریفت‌های درون قاره‌ای تشکیل شده‌اند. توالی‌های آتشفشانی- رسوبی مرتبط با بازشدگی اقیانوس نتوتیس در مناطق مختلف ایران از جمله پهنه سندج- سیرجان و بلوک لوت گسترش زیادی داشته و میزان کانسار چاه کلب و رخداد معدنی بامسر هستند و برخلاف فاصله نسبتاً زیاد، سن سنگ درونگیر آنها یکسان (تریاس پسین- ژوراسیک پیشین) است. ولکانیسم زیردریایی در محیط‌های یادشده، تأمین‌کننده عناصر کانه‌ساز بوده است که تحت تأثیر فرایندهای دیاژنز و دگرگونی بعدی، تمرکز ماده معدنی در محل تماس واحدهای آتشفشانی و سنگ‌های کربناتی و در داخل سنگ‌های کربناتی صورت گرفته است.

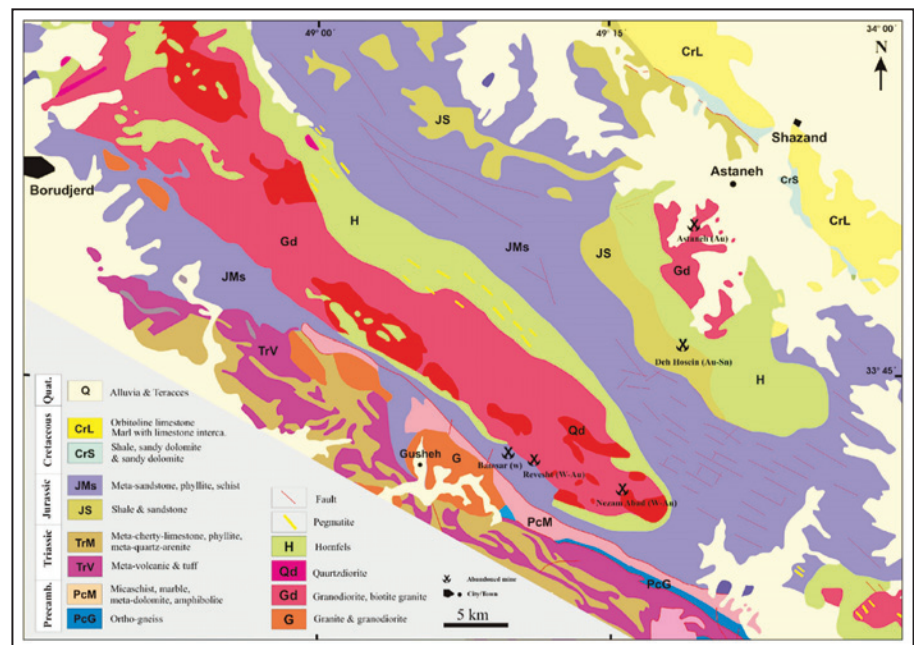


شکل ۱- موقعیت ذخایر تنگستن (مس- طلا- روی) در نقشه ساختاری ایران. کانسار چاه‌پلنگ جنوبی (SCP)، کانسار نظام‌آباد (NA)، کانسار چاه کلب (ChK)، رخداد معدنی بامسر (B)، رخداد معدنی آق‌بولاغ (AB) ده‌حسین (DH)، کانسار شاهکوه (ShK)، کانسار نظام‌آباد (NA)، کانسار چاه کلب (ChK)، رخداد معدنی بامسر (B)، رخداد معدنی آق‌بولاغ (AB) و بلوک یزد (YB)، بلوک طبس (TB)، بلوک لوت (LB)، (بر اساس آقابنایی، ۱۳۸۵).

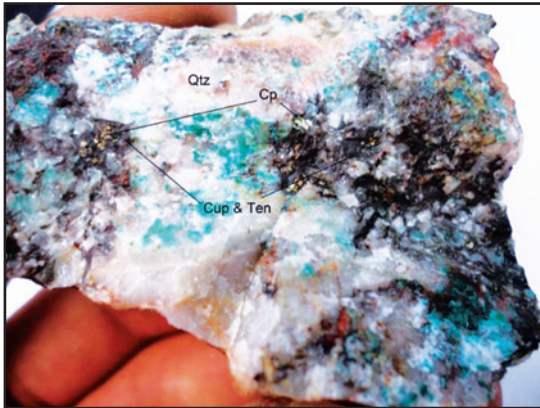


شکل ۲- موقعیت کانسار تنگستن - طلا (مس) چاه پلنگ جنوبی و رخداد معدنی طلا (تنگستن) زرین در پهنه برشی راست‌الغز راست‌بر در بخش میانی بلوک یزد (تلفیق نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ اردکان (Haghipour et al., 1972) انارک (Sharkovski et al., 1978) خور (Bagheri et al., 2009; Perfiliev et al., 1978); (Bagheri & Stampfli, 2008).

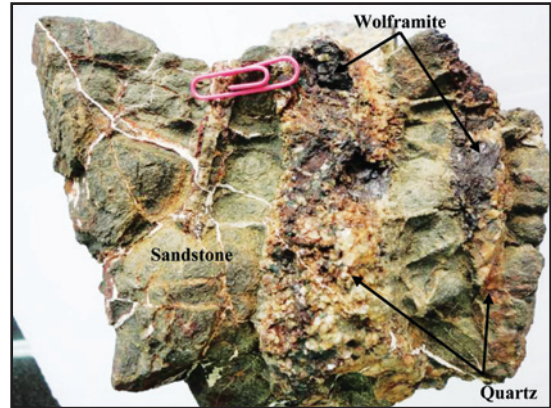
شکل ۳- موقعیت کانسارهای تنگستن - طلا (مس) نظام آباد، ده‌حسین و رخداد معدنی تنگستن (مس- روی) بامسر در بخشی از نقشه زمین‌شناسی پهنه سندج- سیرجان میانی (Nezafati, 2006).



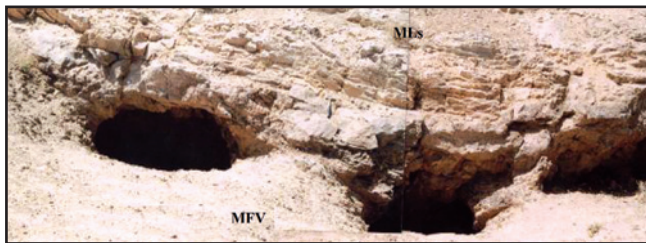
شکل ۴- رگه- رگچه‌های کوارتز کانسار چاه پلنگ جنوبی، جهت دید به سمت جنوب خاور.



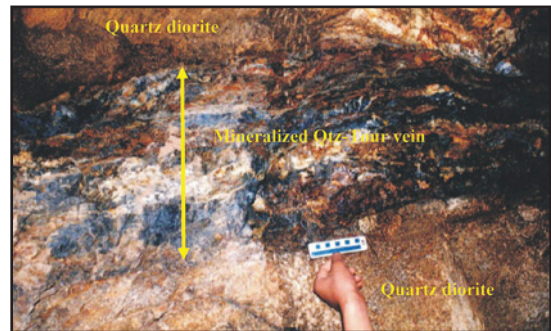
شکل ۶- نمونه دستی از رگه- رگچه‌های کوارتز سفید رنگ نوع دوم حاوی کانی‌های سولفیدی در کانسار چاه پلنگ جنوبی.



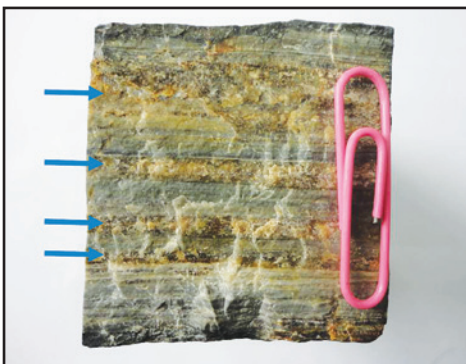
شکل ۵- نمونه دستی از رگه- رگچه‌های کوارتز شیری- سفید رنگ نوع اول حاوی ولفرامیت در کانسار چاه پلنگ جنوبی.



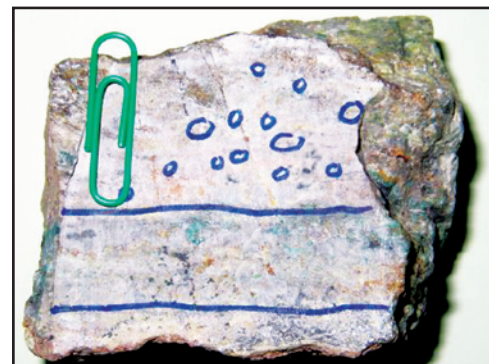
شکل ۸- کانه‌زایی همروند لایه‌بندی تنگستن (مس) در قاعده و در داخل سنگ آهک‌های دگرگون شده در توالی آتشفشانی- رسوبی کانسار چاه کلپ. کنده کاری‌های قدیمی همروند با لایه‌بندی سنگ آهک دگرگون شده (MLs) و در مرز با سنگ‌های آتشفشانی- رسوبی (MFV) رخ داده است (شعله و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۷- نمایی از رگه- رگچه‌های کوارتز- تورمالین شیلیت دار با سنگ میزبان کوارتزدیوریتی در کانسار نظام آباد (Nezafati, 2006).

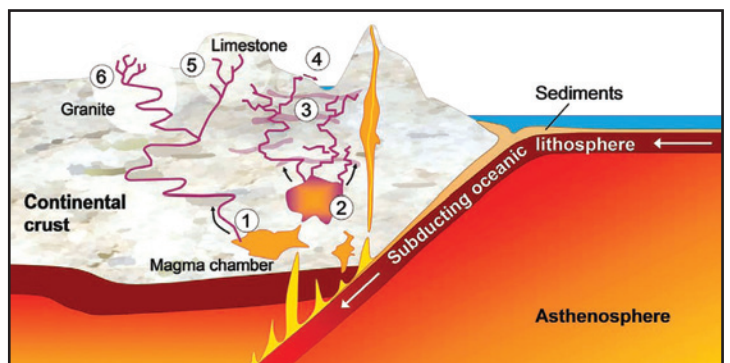


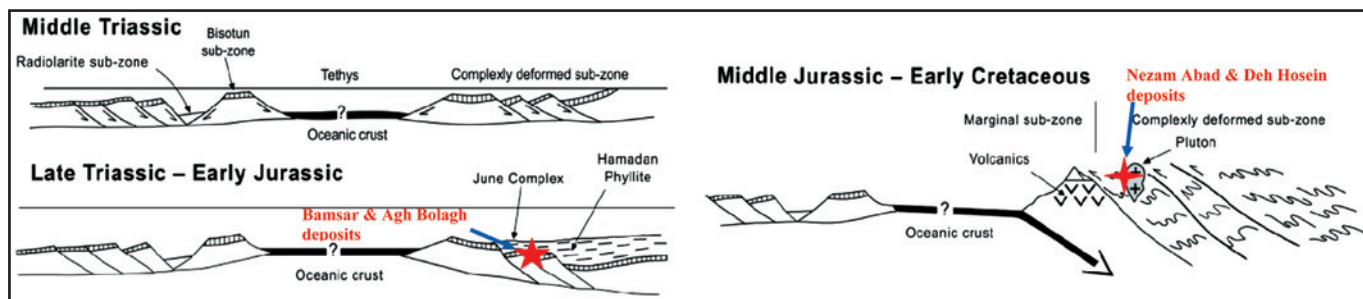
شکل ۱۰- نمونه دستی از لامینه‌های شیلیت- گارنت اسکارنی در رخدادهای معدنی تنگستن (مس- روی) بامسر (عزیزپور مغوان، ۱۳۷۸).



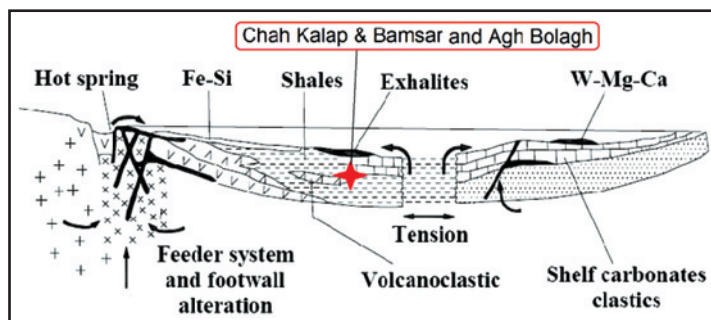
شکل ۹- بافت دانه پراکنده و لامینه شیلیت (مشخص شده با ماژیک) در کانسار تنگستن (مس) چاه کلپ (شعله و همکاران، ۱۳۸۶).

شکل ۱۱- موقعیت قرارگیری تیپ‌های اصلی کانسارهای تنگستن در محیط‌های فرورانش قاره‌ای (Schubert et al., 2006). (۱) منطقه دارای غنی‌شدگی کم و بی‌هنجار از تنگستن، (۲) کانسارهای کوچک و کم‌عبار پگماتیته، (۳) کانسارهای رگه‌ای و استوک‌ورک (مشابه کانسارهای چاه پلنگ جنوبی و نظام آباد)، (۴) کانسارهای پلاستی، (۵) کانسارهای اسکارن و (۶) کانسارهای پورفیری.





شکل ۱۲- جایگاه زمین‌ساختی احتمالی ذخایر چینه‌سان- چینه‌کران بامسر و آق‌بلاغ در محیط‌های ریفت درون قاره‌ای (تریاس پسین- ژوراسیک پیشین) و ذخایر رگه‌ای نظام‌آباد و ده‌حسین در حاشیه‌های فعال قاره‌ای (ژوراسیک میانی- کرتاسه پیشین) در پهنه سوندج- سیرجان میانی (بر اساس Mohajjel et al., 2003 با تغییرات).



شکل ۱۳- جایگاه زمین‌ساختی احتمالی ذخایر تنگستن (مس- روی) چینه‌سان- چینه‌کران (چاه کلب- بامسر و آق‌بلاغ) ایران (بر اساس Cheilietz, 1988).

جدول ۱- عیار تنگستن، طلا و مس در ذخایر رگه‌ای تنگستن- مس- طلای رگه‌ای ایران.

عیار عنصر	کانسار	چاه پلنگ جنوبی	نظام‌آباد	ده‌حسین	تاریک‌دره	شاهکوه
طلا (گرم بر تن)	۴/۲	۰/۱۰۵ تا ۳۶/۲	۰/۲۴	۱۳/۳ تا ۰/۰۵	۸ تا ۱	؟
تنگستن (درصد)	۰/۶۶	۰/۳۴	حد اکثر ۱۰	حد اکثر ۱۰	۰/۱۹	۲۶ گرم بر تن (قلع ۱۶۱ گرم بر تن)
مس (درصد)	۳/۹	حد اکثر ۱۰	حد اکثر ۱۰	حد اکثر ۱۰	۱/۵ تا ۰/۵	حد اکثر ۱/۸
منبع	جهانگیری و منصوری (۱۳۸۶)	Nezafati (2006)	Nezafati (2006)	Nezafati (2006)	قوی و همکاران (۱۳۸۹)	Esmacily et al. (2005)

جدول ۲- عیار تنگستن و مس در ذخایر تنگستن (مس) چینه‌سان- چینه‌کران ایران.

عیار عنصر	کانسار	چاه کلب	بامسر	آق‌بلاغ
تنگستن (درصد)	۰/۳۳	۰/۱۱	؟	؟
مس (درصد)	؟	؟	؟	؟

جدول ۳- مقایسه ویژگی‌های مهم ذخایر رگه‌ای تنگستن (مس- طلا- بیسموت) و چینه‌سان- چینه‌کران تنگستن (مس- روی) ایران.

کانسار و ویژگی‌ها	ذخایر رگه‌ای						
	چاه پلنگ جنوبی	ده‌حسین	نظام‌آباد	تاریک‌دره	شاهکوه	بامسر	آق‌بلاغ
جایگاه زمین‌ساختی و زمین‌شناسی	بلوک یزد، حاشیه فعال قاره‌ای	زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده سنندج- سیرجان	زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده سنندج- سیرجان	کوه‌های بینالود، مرز ایران مرکزی با کپه‌داغ	حاشیه خاوری بلوک لوت، حاشیه فعال قاره‌ای	زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده زون سنندج- سیرجان	زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده زون سنندج- سیرجان
سنگ درونگیر	ماسه‌سنگ‌های دگرگون‌شده سازند شمشک	ماسه‌سنگ‌های رسوبی دگرگون شده ژوراسیک	واحد کوارتز دیوریت توده گرانیتیویدی پروجر	سازند گرانیتیویدی توده گرانیتیویدی تربت‌جام (تریاس بالایی)	توده گرانیتیویدی شاهکوه و رسوبات گروه شمشک	توالی آتشفشانی- رسوبی تریاس پسین- ژوراسیک	توالی آتشفشانی- رسوبی ژوراسیک در بخش کربناتی
بافت و ساخت	رگه- رگچه‌های کوارتز شیری- سفید و کوارتز سفید رنگ	رگه- رگچه‌های کوارتز سولفیددار	رگه‌های کوارتز- تورمالین	رگه‌های سیلیسی- کلسیتی آرسنوپریت دار	رگه- رگچه‌های کوارتز- تورمالین	لامینه، رگه‌های کوچک قطع‌کننده لایه‌بندی	لامینه، نوری، عدسی شکل، دانه‌پراکنده، جانیشینی
کانی‌شناسی ماده معدنی	ولفرامیت، شلیت، کالکوپریت، بورنیت، نیکلین، کبالتیت، بیسموت طبیعی	آرسنوپریت، کالکوپریت، پیریت، بیسموت خالص، بیسموت تینت	شلیت، کالکوپریت، آرسنوپریت، پیریت، کانی‌های بیسموت	شلیت، آرسنوپریت، کالکوپریت، پیریت، مارکاسیت، اریمننت، رانگار	کاستریت، شلیت، کالکوپریت، پیریت	شلیت، پیریت، آرسنوپریت، اسفالریت، کالکوپریت، پیروتیت	شلیت، کالکوپریت، پیریت، اسفالریت

کانسار ویژگی‌ها	ذخایر رگه‌ای						
	چاه پلنگ جنوبی	ده حسین	نظام آباد	تاریک دره	شاهکوه	بامسر	آق‌بلاغ
عناصر دارای ارزش اقتصادی	طلا، تنگستن (مس)	طلا، تنگستن، مس (قلع)	طلا، تنگستن، مس (قلع)	طلا، تنگستن، مس (بیسموت، تلوریم، نقره)	قلع (تنگستن)	تنگستن، مس (روی)	تنگستن - مس (روی)
نحوه رخداد طلا	ادخال‌های ریز در داخل و یا هم‌شد با شلیت‌های رگه - رگچه‌های کوارتز سفید حاوی سولفید	غیرقابل رؤیت در آرسنوپیریت و کانی‌های بیسموت‌دار	غیرقابل رؤیت در آرسنوپیریت و ادخال‌های بیسموت	رخداد طلا به‌صورت آزاد	فاقد طلا (؟)	فاقد طلا	فاقد طلا
کانی‌های حاصل از دگرسانی	کلریت، کوارتز، سریسیت، کربنات‌ها	کوارتز، سریسیت، تورمالین، مونازیت	کوارتز، کلریت، سریسیت، دولومیت	کوارتز، کلریت، سریسیت	کوارتز، تورمالین، سریسیت، کلریت	کوارتز، کلریت، کانی‌های کالک - سیلیکاتی	کوارتز، کلریت، دولومیت، کلریت
منشأ سیال کانه‌دار	ماگمایی - جوی (ایزوتوپ اکسیژن)	دگرگونی - ماگمایی (ایزوتوپ اکسیژن)	دگرگونی - ماگمایی (ایزوتوپ اکسیژن و بور)	نامشخص	نامشخص	نامشخص	نامشخص
عوامل کنترل‌کننده کانه‌زایی	توده‌های گرانیتیویدی، گسل‌های نرمال	توده‌های گرانیتیویدی، گسل‌ها و شکستگی‌ها	توده گرانیتیویدی، پروجرده، گسل‌ها و شکستگی‌ها	توده گرانیتیویدی، تربت‌جام، گسل‌ها و شکستگی‌ها	توده گرانیتیویدی، شاهکوه، گسل‌ها و شکستگی‌ها	توالی آتشفشانی - رسوبی، جایگاه چینه‌ای خاص، دیاژنز و دگرگونی ناحیه‌ای	توالی آتشفشانی - رسوبی، جایگاه چینه‌ای خاص، دیاژنز و دگرگونی ناحیه‌ای
منبع	(قادری و همکاران، الف ۱۳۹۰) و (چهاردهمین، منصور، ۱۳۸۶)	(Nezafati, 2006) و (عبدی، ۱۳۸۶)	(Nezafati, 2006) (حق نظر، ۱۳۸۶) و (قادری و همکاران، ۱۳۸۴)	(قوی و همکاران، ۱۳۸۹)	Esmaily et al., 2005	(عزیزپور مغوان، عبدی، ۱۳۷۸) و (قادری و همکاران، ۱۳۸۴)	(عبدی، ۱۳۸۶)

کتابنگاری

آقاباتی، س. ع.، ۱۳۸۵ - زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ صفحه.

جهانگیری، ح. و منصور، ا.، ۱۳۸۶ - گزارش اکتشاف قلع و تنگستن در منطقه چاه پلنگ جنوبی، طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

حسامی، ع. ف.، ۱۳۸۲ - پروژه اکتشاف نیمه تفضیلی تنگستن قروه، شرکت کانی کاوان خاور، سازمان صنایع و معادن استان کردستان، وزارت صنایع و معادن.

حق نظر، م.، ۱۳۸۶ - پتروژنز و کانه‌زایی تنگستن در بخش جنوب‌خاوری توده گرانیتیویدی بروجرد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۳۵ صفحه.

زینعلی، ح.، ۱۳۷۰ - گزارش اکتشافات تفضیلی در منطقه نظام‌آباد اراک، سازمان زمین‌شناسی کشور.

شرکت اکتشافات سراسری فلزات غیر آهنی ایران (مهندسین مشاور)، ۱۳۷۳ - طرح پی‌جویی مواد معدنی استان مازندران، مطالعات فلزات موجود در اسکارن‌های ناحیه کلاردشت، اداره کل معادن و فلزات استان مازندران، وزارت معادن و فلزات.

شعله، ع.، راستاد، ا. و باباخانی، ع. ر.، ۱۳۸۶ - کانه‌زایی برون‌مدی - آتشفشان‌زاد چینه‌سان تنگستن (مس - روی) در کانسار چاه کلب (جنوب بیرجند) و افق‌های کانه‌دار آن، فصلنامه علوم زمین، سال هفدهم، شماره ۶۵، صفحه ۸۰ تا ۹۹.

عبدی، م.، ۱۳۸۶ - بررسی لیتوژئوشیمیایی و خاستگاه کانی‌سازی در کانسارهای تنگستن - قلع (مس) ده حسین و نظام‌آباد و مقایسه آن با کانسار بامسر، جنوب‌باختر شازند اراک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۳۱۸ صفحه.

عزیزپور مغوان، م.، ۱۳۷۸ - ژئوشیمی، کانی‌شناسی و ژنز اثرهای معدنی تنگستن اسکارنی بامسر و رگه‌ای روش و مقایسه آنها با کانسار تنگستن نظام‌آباد (شازند اراک)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۶۲ صفحه.

قادری، س.، راستاد، ا.، رشیدنژاد عمران، ن. و محجل، م.، ۱۳۹۰ الف - کانه‌زایی تنگستن (مس - طلا) در پهنه‌های برشی منطقه چاه پلنگ جنوبی، بلوک یزد، شمال اردکان، دومین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه لرستان.

قادری، س.، راستاد، ا.، قادری، م.، رشیدنژاد عمران، ن. و محجل، م.، ۱۳۹۰ ب - کانه‌زایی رگه‌ای و چینه‌کران تنگستن (مس - طلا) در ایران، با تأکید بر کانسار چاه پلنگ جنوبی، جنوب خاور اناک، سی‌امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

قادری، م.، فردین‌دوست، ز. و هرین، ج.، ۱۳۸۴ - مطالعه عناصر خاکی نادر در شلیت‌های ذخایر تنگستن جنوب‌باختر آستانه اراک، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۱، صفحه ۲۹ تا ۴۲.

قربانی، م.، ۱۳۸۶ - زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران، انتشارات آراین زمین، جلد اول، ۵۱۵ ص.

قوی، ج.، کریم‌پور، م. ح.، قادری، م.، رحیمی، ب. و مظاهری، س. ا.، ۱۳۸۹ - زمین‌شناسی و زون‌های کانی‌سازی در محدوده اکتشافی طلا - تنگستن تاریک‌دره، شمال تربت‌جام، شمال‌خاوری ایران، چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین، دانشگاه ارومیه.

محجل، م.، مسعودی، ف. و شاگرد اردکانی، ف.، ۱۳۷۸ - پهنه برشی زرین (شمال اردکان) و اهمیت زمین‌ساختی آن در خردقاره ایران مرکزی، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد ۳۴، شماره ۵، صفحه ۲۶۱ الی ۲۷۶.

References

- Ahadnezhad, V., Valizadeh, M. V., Deevsalar, R. & Rasouli, J., 2010- The field and microstructural study of Malayer plutonic rocks, west of Iran, *Journal of Geopersia*, 1, p. 59-69.
- Ahmadi-Khalaji, A., Esmaily, D., Valizadeh, M. V. & Rahimpour-Bonab, H., 2007- Petrology and geochemistry of the granitoid complex of Boroujerd, Sanandaj-Sirjan zone, western Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*, 29, p. 859-877.
- Bagheri, S. & Stampfli, G. M., 2008- The Anarak, Jandaq and Posht-e-Badam metamorphic complexes in central Iran: New geological data, relations and tectonic implications, *Tectonophysics*, 451, p. 123-155.
- Bagheri, S., Buchs, D., Salari, T. & Nabavi, M., 2009- Neogene tectonics of the Anarak area in the Central Iran, 7th Swiss Geoscience Meeting, Abstract Volume.
- British Geological Survey (BGS), 2011- Tungsten, Mineral Profile, p. 1-32.
- Cheilletz, A., 1988- Stratiform tungsten deposits: a review, *Geologie en Mijnbouw*, 67, p. 293-311.
- Elliot, J. E., Kamilli, R. J., Miller, W. R. & Livo, K. E., 1986- Vein and greisens Sn and W deposits (Models 15a-c), In: Cox, D.P., Singer, D.A. (eds.), *Mineral Deposits models*, U.S. Geological Survey Bulletin 1693, p. 62-69.
- Esmaily, D., Nedelec, A., Valizadeh, M. V., Moore, F. & Cotten, J., 2005- Petrology of the Jurassic Shah-Kuh granite (eastern Iran), with reference to tin mineralization, *Journal of Asian Earth Sciences*, 25, p. 961-980.
- Haghipour, A., Pelissier, G., Bolourchi, M. H., Valeh, N. & Aghanabati, A., 1972- Geological map of Ardekan, 1:250000 Series Sheet, Geological Survey of Iran (GSI).
- Liu, Y. & Ma, D., 1993- Vein-type tungsten deposits of China and adjoining regions, *Ore Geology Reviews*, 8, p. 233-246.
- Mahmoudi, S., Masoudi, F., Corfu, F. & Mehrabi, B., 2010- Magmatic and metamorphic history of the Deh-Salm metamorphic complex, Eastern Lut block, (Eastern Iran), from U-Pb geochronology, *International Journal of Earth Sciences*, 99, p. 1153-1165.
- Mao, J. W., Xie, G. Q., Guo, C. L. & Chen, Y. C., 2007- Large-scale tungsten-tin mineralization in the Nanling region, South China: metallogenic ages and corresponding geodynamic processes (in Chinese with English abstract), *Acta Petrol Sinica*, 23, p. 2329-2338.
- Mohajjel, M., Fergusson, C. L. & Sahandi, M. R., 2003- Cretaceous-Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj-Sirjan, western Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*, 21, p. 397-412.
- Nezafati, N., 2006- Au-Sn-W-Cu Mineralization in the Astaneh-Sarband area, West Central Iran, Ph.D thesis, University of Tubingen, Germany, 128 p.
- Perfiliev, Y., Aistov, L., Melnikov, B., Krivyakin, B., Remizov, N., Selivanov, E. & Romanko, E., 1978- Geological map of Khur, 1:250000 Series Sheet, Geological Survey of Iran (GSI).
- Plimer, I. R., 1978- Proximal and distal stratabound ore deposits, *Mineralium Deposita*, 13, p. 345-353.
- Ramezani, J. & Tucker, R., 2003- The Saghand region, Central Iran: U-Pb geochronology, petrogenesis and implications for Gondwana tectonics, *American Journal of Science*, v. 303.
- Razmara, M., Yousefi, M., Kavooosi, N., Rashidi, S. & Rahim Panah, M., 2011- The geochemical, mineralogical and characterization of mineralization zones in quartz diorite, quartz monzodiorite and granite associations (suite) of Tarik Darreh (Torbat-e Jam) area by multispectral data (RS) and Artificial Neural Networks (ANN) methods, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, p. 1595-1604.
- Romanko, E., Kokorin, Y., Krivyakin, B., Susov, M., Morozov, L. & Sharkovski, M., 1984- Outline of metallogeny of Anarak area (Central Iran), V/O Technoexport, Contract 73105, Report TE/no. 21-1984, 136 p.
- Schubert, W. D., Lassner, E. & Walser, P., 2006- Geology of tungsten, The ITIA's Technical Consultancy continues its series on the many aspects of tungsten, p. 1-10.
- Sharkovski, M., Filichev, I., Selivanov, E., Susov, M., Dvoryankin, A., Amidi, S. M., Davoudzadeh, M. & Romanko, E., 1978- Geological map of Anarak, 1:250000 Series Sheet, Geological Survey of Iran (GSI).
- Sinclair, W. D., 1996- Vein-stockwork tin, tungsten, in *Geology of Canadian Mineral Deposit Types*, (ed.) Eckstrand, O.R., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I., Geological Survey of Canada, 8, p. 409-420.
- Valizadeh, M. V., Omrani, J. & Moritz, R. P., 2002- Petrogenesis of the gold bearing Zarrin Granite. *Iranian International Journal of Science*, 3(2), p. 171-185.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N. & Karimi-Bavandpur, A. R., 2005- Devonian- Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran, Part II. Northern and Central Iran, *Acta Geologica Polonica*, v. 55, no. 1, p. 31-97.
- Wilmsen, M., Fursich, F., Seyed-Emami, K., Majidifard, M. R. & Taheri, J., 2009- The Cimmerian orogeny in the northern Iran: Tectonic-stratigraphic evidence from the foreland, *Terra Nova*, 21, p. 211-218.
- Zanchi, A., Zanchetta, S., Garzanti, E., Balini, M., Berra, F., Mattei, M. & Muttoni, G., 2009- The Cimmerian evolution of the Naxhlak-Anarak area, Central Iran, and its bearing for the reconstruction of the history of the Eurasian margin, *Geological Society of London*, v. 312, p. 261-286.