

منشأ انواع رسوبات چرت در تناوب با نهشته‌های منگنز در مجموعه افیولیتی نیریز، آبادیه طشک، استان فارس

محمدعلی رجب‌زاده، دانشیار بخش علوم زمین دانشگاه شیراز*

نازنین زمان‌ثانی، دانشجوی دکتری دانشگاه شیراز

چکیده

مجموعه افیولیتی منطقه آبادیه طشک، متشکل از سنگ‌های اولترابازیک و به عنوان بخشی از افیولیت نیریز در ۶۰ کیلومتری شرق شهر ارسنجان در استان فارس واقع شده است. در این منطقه، آمیزه رنگین افیولیتی در جنوب- جنوب غرب و شمال شرق توده‌های اولترابازیکی دارای گسترش فراوانی بوده و میزبان نهشته‌های معدنی منگیزی هستند که به صورت ذخایر کوچک مجزا به طور پیوسته‌ای همراه با چرت‌ها تشکیل شده‌اند. چرت‌ها در انواع رنگ‌های سفید و سفید متمایل به سبز، قرمز روشن تا قرمز تیره و قهوه‌ای با گسترش فراوان و اغلب به طور مستقیم بر روی سنگ‌های اولترابازیک سرپانتینیته شده و عموماً در زیر توده‌های آهک پلاژیک رخنمون دارند. کانسارهای منگنز در سه سیمای متفاوت سین ژنتیک، دیاژنتیک و اپی ژنتیک در چرت‌های میزبان به رنگ‌های قرمز تا قهوه‌ای قابل تشخیص می‌باشند. ترکیبات اولیه منگنز در سیمای سین ژنتیک به صورت نواری با سیلیس بی‌شکل و کوارتز در محیط رسوبی تشکیل شده‌اند. کانی‌های منگنز به صورت نهشته‌های عدسی شکل که نشانگر سیمای دیاژنتیک می‌باشد در محل یال چین‌ها متمرکز شده‌اند. ترکیبات منگنز در نتیجه تحرک و رسوب‌گذاری مجدد با بافت شکافه پرکن طی فرایندهای سوپرژن در چرت‌های قرمز روشن میزبان به صورت اپی ژنتیک تشکیل شده‌اند. چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز در فاصله‌ای دور از کانسارهای منگنز قرار دارند. داده‌های پتروگرافی و نتایج کانی‌شناسی به روش XRD به همراه داده‌های شیمیایی به روش شیمی تر و ICP-MS با تأکید بر عناصر کمیاب و نادر خاکی (REE) بر روی نمونه‌های چرت نشانگر تحول منظم پتروگرافی، کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی این سنگ‌ها از چرت‌هایی با منشأ خاکزاد به سمت آیزاد-گرمابی و سپس با منشأ گرمابی است.

واژه‌های کلیدی: چرت، افیولیت نیریز، کانی‌شناسی، ژئوشیمی، آبادیه طشک.

مقدمه

سنگ‌شناختی آنها مورد تفسیر قرار گرفته‌اند. در این مقاله با استفاده از مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی به بررسی منشأ، نحوه تشکیل و رابطه انواع چرت با نهشته‌های معدنی منگنز پرداخته شده است که می‌تواند در پی‌جویی ذخایر جدید منگنز مورد توجه قرار گیرد.

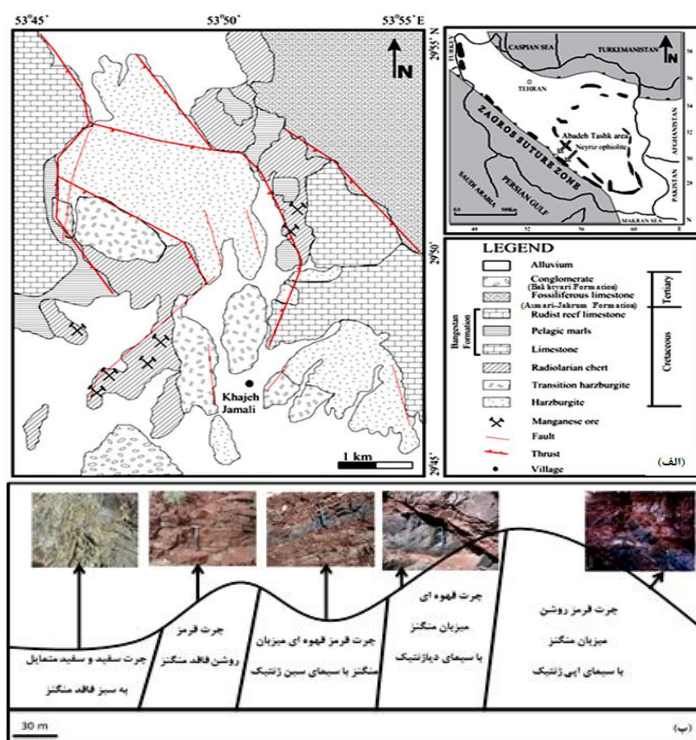
روش مطالعه

جهت تهیه داده‌های ژئوشیمیایی هدفمند، از چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز با فواصل زیاد از نهشته‌های معدنی (با فواصل حدود ۵۰۰ متر) و سپس چرت‌های قرمز روشن (با فواصل ۱۰۰ متر)، چرت‌های قرمز تا قهوه‌ای میزبان نهشته‌های افشان نواری منگنز، چرت‌های قهوه‌ای میزبان عدسی‌های منگنز و چرت‌های قرمز حاوی رگه‌ها و رگچه‌های کوارتزی میزبان رگه‌های پرعیار منگنز در افق‌های چینه‌شناسی بالاتر، تعداد ۶۷ نمونه در مسیرهای عمود بر راستای نهشته‌های معدنی منگنز برداشت گردید. نمونه‌ها با استفاده از روش‌های معمول میکروسکوپی نور انکساری و انعکاسی بر روی مقاطع نازک و نازک صیقلی مورد مطالعه پتروگرافی قرار گرفتند. مطالعات کانی‌شناسی با انجام تجزیه تعداد ۷ نمونه به روش XRD در بخش فیزیک دانشگاه شیراز به وسیله دستگاه Bruker مدل D8 Advance تکمیل گردید. تعداد ۲۷ نمونه (تعداد ۹ نمونه چرت سفید، ۹ نمونه چرت قرمز، ۹ نمونه چرت قهوه‌ای که هر یک از آنها از مخلوط کردن سه نمونه متوالی بافاصله ۰/۸ متر به دست آمده‌اند) از طریق انحلال اسیدی و تهیه محلول (Solution B) جهت تجزیه به روش شیمی‌تر آماده شدند. در این روش میزان ۰/۵ گرم چرت پودر شده در اندازه زیر ۵۰ میکرون به وسیله ۴ میلی لیتر HClO_4 و ۱۵ میلی لیتر HF نرمال حل می‌شود. پس از انحلال نمونه، محلول به مدت ۲ ساعت بر روی حمام بخار قرار

چرت‌ها به عنوان میزبان بسیاری از نهشته‌های رسوبی منگنز همراه با مجموعه‌های افیولیتی در بسیاری از نقاط دنیا گزارش شده‌اند و رابطه زایشی آنها با ترکیبات معدنی منگنز مورد بحث فراوان قرار گرفته است و نظریات متفاوتی در این زمینه مطرح می‌باشد (Skarpelis et al. 1992; Tumiati et al. 2010; Zarasvandi et al. 2013). چرت، شیل سیلیسی، بیگانه سنگ‌های توریدیتی، آهک دگرگون شده پلاژیک به همراه بازالت اسپیلیتی شده به عنوان بخشی از آمیزه رنگین افیولیتی در جنوب- جنوب غرب و شمال شرق مجموعه اولترابازیک افیولیتی نیریز در منطقه آباد طشک دارای گسترش فراوانی می‌باشند (شکل ۱) (میرزایی ۱۳۸۳؛ بیرانوندپور ۱۳۸۵). در این منطقه انواع چرت به رنگ‌های مختلف شامل چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز، چرت‌های قرمز روشن، چرت‌های قرمز تیره تا قهوه‌ای و چرت‌های قرمز روشن با رگچه‌های کوارتزی به عنوان مهمترین سنگ‌های آمیزه رنگین افیولیتی در سطح زمین رخنمون یافته‌اند که برخی از آنها حاوی نهشته‌های با ارزش قابل بهره‌برداری از ترکیبات معدنی منگنز می‌باشند. مجموعه افیولیتی نیریز و آمیزه رنگین در منطقه آباد طشک نشانگر بهم ریختگی شدید واحدهای مختلف سنگی بوده به طوری که مرزهای سنگ‌شناختی اغلب با ساختارهای گسلی مشخص می‌شوند. این وضعیت تعیین ضخامت واقعی و روابط چینه‌شناختی چرت‌ها و سنگ‌های دیگر را مشکل می‌سازد. در مطالعات پیشین کانسارهای کرومیت و اندیس‌های معدنی منگنز از نظر ژئوشیمیایی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (رجب‌زاده ۱۳۷۰؛ میرزایی ۱۳۸۳؛ بیرانوندپور ۱۳۸۵؛ ابراهیمی ۱۳۸۵). در اغلب مطالعات مربوط به ذخایر منگنز، داده‌ها بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی سنگ‌های میزبان و موقعیت

روش گراویمتری واشنگتن معین گردید. تعداد ۳ نمونه نیز با هدف تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه ICP-MS و با تأکید بر عناصر کمیاب و نادر خاکی REE در آزمایشگاه AMDEL استرالیا مورد بررسی قرار گرفتند. از نمودارهای ژئوشیمیایی استاندارد جهت تفسیر داده‌های شیمیایی و تعیین منشأ سنگ‌ها استفاده گردید.

می‌گیرد تا سیلیس محلول بخار شود. باقی مانده از تبخیر محلول اولیه، در ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک نرمال حل و محلول به دست آمده به حجم معین رسانده می‌شود. میزان عناصر (به استثناء Si) با استفاده از دستگاه طیف سنج جذب اتمی - نشر شعله‌ای (Shimadzu- Atomic Absorption/ Flame Emission Spectrophotometer- AA-680-model) و مقایسه با محلول استاندارد در دانشگاه شیراز اندازه‌گیری شد. میزان SiO_2 نمونه‌ها به



شکل ۱- الف) موقعیت چرت ها و اندیس های معدنی منگنز در آمیزه رنگین افیولیتی نیریز بر روی نقشه ساده زمین‌شناسی منطقه آباد طشک (Rajabzadeh and Nazari Dehkordi 2013). ب) مقطع عرضی نمادین زمین‌شناسی نشانگر موقعیت انواع چرت و رابطه آنها با نهشته‌های معدنی منگنز.

بحث

زمین‌شناسی عمومی منطقه

۶۰ کیلومتری از شرق شهر ارسنجان واقع شده است. کوه دالانشین شامل تشکیلات رسوبی آهکی- مارنی گروه بنگستان با سن آلبین پیشین تا سنومانین پیشین در غرب و روشن کوه متشکل از آهک‌های لایه‌ای آسماری- جهرم با سن ائوسن و الیگوسن در شمال شرق منطقه

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق دریاچه طشک در استان فارس بین طول‌های جغرافیایی ۵۳°۴۵" و ۵۳°۵۶" و عرض‌های جغرافیایی ۲۹°۴۷" و ۲۹°۵۵" در فاصله

شواهد رسوبی شامل قالب‌های وزنی حفظ شده در سطح لایه‌بندی، تغییر تدریجی نوارهای غنی از منگنز به نوارهای سیلیسی، گسترش جانبی و ثبات موقعیت لایه‌های معدنی می‌شوند (میرزایی ۱۳۸۳؛ بیرانوندپور ۱۳۸۵). در سیمای دیاژنتیک، دیاژنز و فرآیندهای تکتونیکی تغییر شکل پلاستیک موجب نظم مجدد مواد معدنی به صورت ضخیم‌شدگی در مناطق کم فشار به صورت اشکال عدسی و بودینی در لولای چین‌ها شده‌اند.

ترکیبات منگنز در اشکال بودین و عدسی با قطر ۵/ تا حدود ۷ متر و طول کمتر از ۱۰ متر درون چرت‌های قهوه‌ای رنگ میزبان قرار دارند. شواهد رسوبی در بسیاری از محل‌ها در اثر دگرذیسی‌های بعدی از بین رفته‌اند. فرایندهای پساتکتونیکی شکنا به صورت ایجاد گسل و با ساز و کارهای ایجاد سیستم‌های درز و شکاف در چرت‌های قرمز روشن حاوی رگچه‌های منگنز (سیمای اپی ژنتیک) نشان داده می‌شوند. نهشته‌های پرعیار منگنز با سیمای اپی ژنتیک در اثر تحرک مجدد ترکیبات منگنز و سیلیس تحت تأثیر محلول‌های دما پایین و نهایتاً هوازادگی و اکسایش فزاینده و سپس رسوب آنها در اشکال رگچه‌ای، شکافه پر کن، کلوپورمی و ورنی صحرا تشکیل شده‌اند (رجب زاده و زمان ثانی ۱۳۹۱).

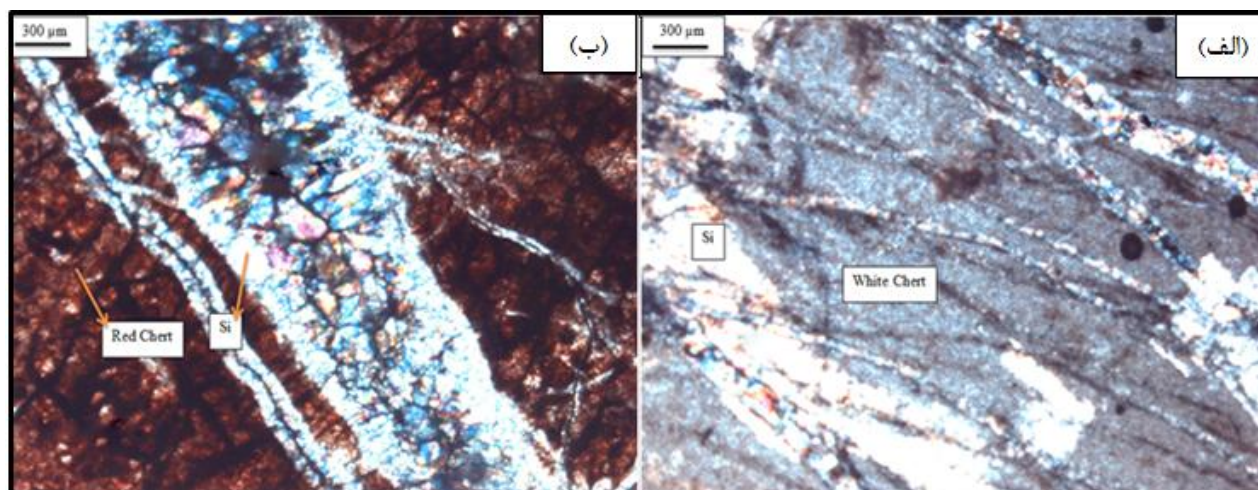
پتروگرافی

مطالعه پتروگرافی مقاطع نازک چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز نشان می‌دهد که این سنگ‌ها فاقد اثرات حضور هر نوع میکروفسیل بوده و کانی کوارتز و اشکال بی‌شکل آن به همراه کلسیت ناچیز مهم‌ترین فازهای تشکیل‌دهنده سنگ می‌باشند (شکل ۲- الف). هیچ گونه آثاری از ترکیبات منگنز در آنها دیده نمی‌شود. علی‌رغم تأثیر دیاژنز، حضور برخی از ذرات و قطعات بی‌شکل تا کروی به همراه میان‌لایه‌هایی از شیل‌های سیلیسی

قرار می‌گیرند. مجموعه افیولیتی نیریز در منطقه آباد طشک نشانگر سری کامل سنگ‌شناسی یک مجموعه افیولیتی نمی‌باشد (Rajabzadeh and Nazari Dehkordi 2013) و به صورت یک سیمای خطی ناپیوسته بین زاگرس مرتفع و رورانگی اصلی زاگرس در ناحیه‌ای به طول ۱۶ و عرض ۱۱ کیلومتر گسترده شده است. با توجه به اینکه مجموعه افیولیتی در شرق منطقه به طور هم شیب به وسیله آهک تربور با سن ماستریشین پوشیده شده است سن جایگیری آن در حاشیه قاره پایان کرتاسه تعیین شده است در حالیکه داده‌های دیرینه‌شناسی بر روی مجموعه رادیولاریت-توربیدیت، سن تریاس فوقانی تا کرتاسه زیرین را برای تشکیل چرت‌ها نشان می‌دهند (Rajabzadeh 1998; Takemura et al. 2002; Nadimi 2003). مجموعه‌های افیولیتی نیریز در محیط‌های فوق فرورانش پوسته اقیانوسی (Supra-subduction zone) تشکیل و در فرایند برخورد قاره‌های عربستان و ایران مرکزی در امتداد زاگرس بر روی حاشیه کوچک قاره ایران مرکزی جایگیری شده‌اند. طی این حوادث، ساختارها و روابط سنگی دچار بهم ریختگی شدید شده‌اند (Rajabzadeh and Nazari Dehkordi 2013). در منطقه مورد مطالعه چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز با فواصل بسیار زیاد و سپس چرت‌های قرمز روشن با فاصله دور از نهشته‌های منگنز قرار دارند. نهشته‌های معدنی منگنز در منطقه آباد طشک به صورت ۷ ذخیره مجزا به طور پیوسته‌ای همراه با چرت‌های رادیولاریتی قرمز تیره تا قهوه‌ای در سه سیمای متفاوت سین ژنتیک، دیاژنتیک و اپی ژنتیک تشکیل شده‌اند ولیکن بر خلاف لایه‌های رسوبی، این نهشته‌ها فاقد ریشه عمیق و گسترش جانبی زیاد هستند. در سیمای سین ژنتیک، ترکیبات منگنز به صورت افشان با نواربندی بسیار نازک ۲-۳ سانتی‌متری به طور متناوب با چرت‌های قرمز تیره تا قهوه‌ای میزبان دیده می‌شوند.

مشاهده نمی‌شود و فاقد هرگونه آثار ذرات آواری نیز هستند. حضور اکسیدهای آهن در متن سنگ موجب ایجاد رنگ قرمز در این چرت‌ها شده است، هرچند هماتیت گاهی نیز به شکل قطعات نیمه خود شکل دیده می‌شود (شکل ۲-ب).

می‌تواند نشانگر اجزای آواری در این چرت‌ها باشد. چرت‌های قرمز روشن که فراوان‌ترین نوع چرت در منطقه مورد مطالعه می‌باشند که با بافت کوارتز موزاییکی و هماتیت بین دانه‌ای مشخص می‌شوند. در این سنگ‌ها آواری از فسیل و ترکیبات کانی‌شناسی مستقل منگنز



شکل ۲- (الف): تصویر میکروسکوپی چرت سفید و رگه‌های سیلیسی (Si) حاصل از فرایند دیاژنز. (ب): چرت قرمز با فاصله دور از نهشته‌های منگنز به همراه رگچه‌های سیلیسی (Si). تصاویر در نور انکساری تهیه شده‌اند.

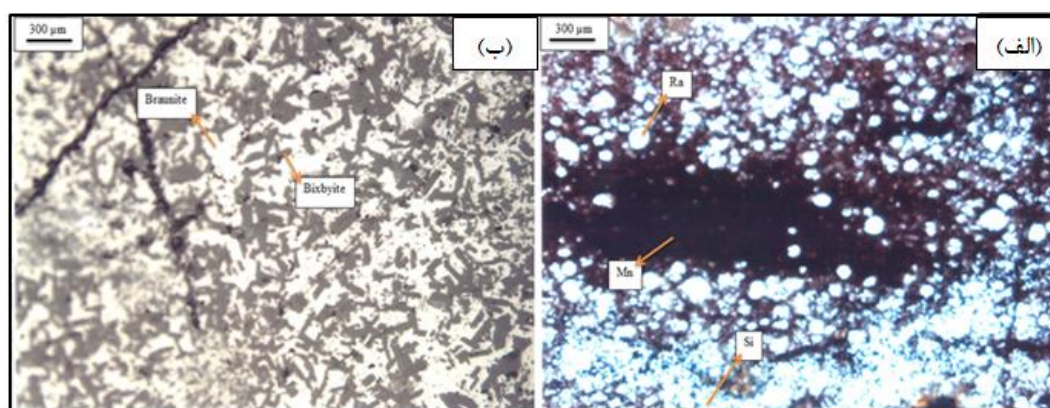
تحقیقاتی گزارش شده است. فعالیت میکروارگانیسم‌ها به ویژه انواع باکتری‌ها با هدف کسب انرژی و تداوم حیات، یا تسریع و سهولت در فعالیت‌های زیستی صورت می‌گیرد که باعث آزاد شدن و سپس نهشته شدن مواد معدنی منگنز می‌شود. داده‌های مرتبط با نقش باکتری‌ها در جدایش بیولوژیکی منگنز از آهن در محیط دریایی از مناطق شمال مراکش و غرب سیسیل (جزیره‌ای در دریای مدیترانه) گزارش شده‌اند (Toner et al. 2005; Xuezheng et al. 2008; Preat et al. 2011; Reolid et al. 2011). علی‌رغم اینکه در نمونه‌های دستی مرز بین نوارهای سیاه رنگ حاوی ترکیبات منگنز با چرت‌های قرمز مشخص می‌باشد، در مقاطع میکروسکوپی تبدیل تدریجی و حضور ترکیبات منگنز در نوارهای چرتی و

در چرت‌های قرمز تا قهوه‌ای میزبان نوارهای حاوی ترکیبات منگنز افشان به خصوص در مکان‌هایی که کمتر تحت تأثیر دیاژنز قرار گرفته آثار میکروفسیل‌های رادیولار بسیار فراوان می‌باشند. این فسیل‌ها در اندازه‌های ریز (۵۰ میکرون) تا درشت (۳۵۰ میکرون) در متن سنگ دیده می‌شوند و تجمع اکسیدهای منگنز در اطراف فسیل‌های رادیولار به طور واضحی مشخص است. حضور میکروفسیل فراوان در این چرت نسبت به انواع دیگر چرت‌ها به همراه مقادیر فراوان اکسیدهای منگنز احتمالاً نشانگر نقش میکروارگانیسم‌ها در نهشت منگنز است. نهشت اکسیدهای منگنز به صورت بیولوژیکی توسط برخی از باکتری‌ها، میکروب‌ها و پروتوزواها به شکل Mn^{IV} و پسیلوملان در مطالعات آزمایشگاهی و

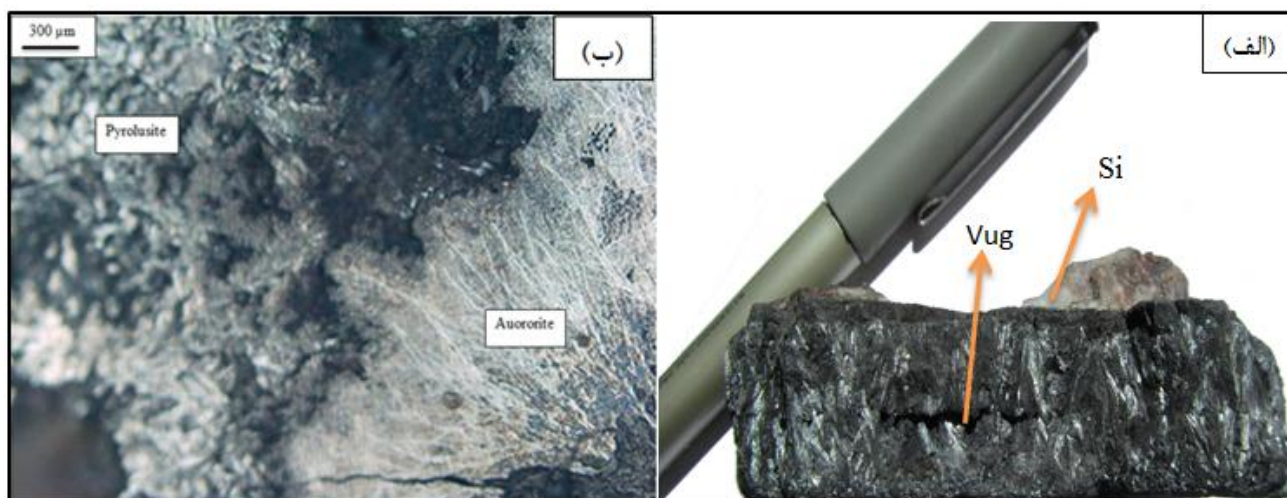
سیمای دیاژنتیک می‌باشد (شکل ۳-ب).

در چرت‌های قرمز رنگ میزبان رگه‌ها و رگچه‌های منگنز و کوارتز که در اثر تحرک و نهشت مجدد ترکیبات منگنز و سیلیس در امتداد شکستگی‌ها ایجاد شده‌اند انواع بافت‌های کلوپورمی و شکافه پر کن نظیر بافت‌های شانهای (Comb structure)، حفره‌ای (Vug) و افزایش اندازه بلور از حاشیه به مرکز در رگچه‌های منگنز نشان‌دهنده سیمای اپی‌ژنتیک منگنز است. رگچه‌های سفید کوارتز به طور نامنظمی همراه با رگچه‌های منگنز با مرز مشخص در درون این چرت‌ها منتشر شده‌اند. ترکیبات منگنز در این رگچه‌ها بسیار پرعیار و فاقد هرگونه ناخالصی سیلیسی می‌باشند. علاوه بر ساخت و بافت شکافه پرکن در این مقاطع اثرات جانشینی سوپرژن پیرولوویت توسط کانی اروریت نیز مشاهده می‌شود (شکل ۴-الف و ب). ویژگی‌های پتروگرافی چرت‌های میزبان این نهشته‌های منگنز بسیار شبیه به چرت‌های قرمز روشن با فاصله دور از نهشته‌های منگنز بوده با این تفاوت که به نظر می‌رسد از نظر چینه‌شناسی و توپوگرافی در افق‌های بالاتر قرار داشته باشند.

بالعکس سیلیس در نوارهای غنی از منگنز به خوبی مشاهده می‌شود. ترکیبات سیلیسی و منگنز بیشتر به صورت بی‌شکل می‌باشند و کانی هماتیت نیز با اشکال بی‌شکل تا نیمه شکل‌دار در این سنگ‌ها فراوان است. این نوع همراهی چرت با منگنز نشانگر سیمای سین ژنتیک در یک محیط رسوبی است (شکل ۳-الف). در چرت‌های قرمز تیره تا قهوه‌ای میزبان عدسی‌ها و ترکیبات توده‌ای منگنز به صورت ساختارهای باقلایی که در محل چین‌ها فراوان بوده، تهی شدگی سنگ سیلیس از ذرات منگنز (آثار جدایش ثقلی) در اثر دیاژنز قابل مشاهده است. آثار برخی از میکروفسیل‌های رادیولار جانشین شده توسط ترکیبات منگنز در برخی از نمونه‌ها دیده می‌شود. در مقاطع صیقلی در زیر میکروسکوپ بافت‌های ترکیبات منگنز اغلب به صورت جانشینی است. وجود مرزهای تدریجی و ایجاد کانی براونیت از واکنش بین ترکیبات منگنز و چرت‌های هماتیتی، همچنین تشکیل کانی بیکسیت (محصول واکنشی بین آهن چرت‌های هماتیتی و بخشی از براونیت) با پیشرفت دیاژنز مشاهده می‌شود که بیانگر



شکل ۳- (الف): نواربندی منگنز و چرت قهوه‌ای میزبان با سیمای سین ژنتیک که در آن اثرات فسیل‌های رادیولار به خوبی قابل مشاهده می‌باشند. (ب): تبدیل تدریجی فازهای حاوی منگنز به هم در توده‌های عدسی شکل با سیمای دیاژنتیک. تصاویر الف در نور انعکاسی و ب در نور انعکاسی تهیه شده‌اند.



شکل ۴- (الف): نمونه کانسنگ منگنز در سیمای اپی ژنتیک نشانگر بافت‌های تاج خروسی، تغییرات تدریجی اندازه بلورها و وجود حفرات (vug) و وجود مرز مشخص با سنگ سیلیسی میزبان (Si). (ب): جانشینی پیرولوزیت توسط اوریت در زیر میکروسکوپ انعکاسی.

تجزیه XRD انواع چرت

تجزیه کانی‌شناسی با استفاده از روش XRD بر روی انواع چرت‌های موجود در منطقه نشانگر تغییرات منظم ترکیب کانی‌شناسی از چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز به سمت انواع قرمز روشن دور از نهشته‌های منگنز و سپس به سمت چرت‌های قرمز تا قهوه‌ای میزبان منگنز می‌باشد. کوارتز در چرت سفید و سفید متمایل به سبز فاز غالب و کلسیت در مقادیر بسیار کمتر وجود دارد. در چرت قرمز روشن دور از نهشته‌های منگنز کانی کوارتز به صورت فاز غالب، اکسید آهن (هماتیت) به عنوان کانی فرعی و منگنز (پیرولوزیت) به میزان بسیار اندک به ثبت رسیده است در حالی که در چرت‌های قهوه‌ای میزبان نهشته‌های سین ژنتیک منگنز، دو فاز غالب شامل کانی براونیت و کوارتز و در چرت‌های قهوه‌ای میزبان نهشته‌های دیاژنتیک منگنز کانی‌های کوارتز، براونیت و بیکسیت اغلب با هم دیده می‌شوند. براونیت از واکنش بین اکسیدهای بی‌شکل اولیه منگنز (ژل‌های پسیلوملان) و لجن‌های سیلیسی هماتی با منشأ

هیدروترمالی و یا پوسته رادیولارها با منشأ زیستی تشکیل می‌شود. این کانی پایدارترین کانی در تمام مراحل دیاژنز و دگرگونی درجه پایین است (Marescotti and Frezzotti 2000; Velilla and Jimenez-Millan 2003). در چرت‌های قرمز روشن میزبان رگچه‌های سیلیسی و ترکیبات منگنز (سیمای اپی ژنتیک) کانی‌های اصلی شامل کوارتز و هماتیت می‌باشند و در رگچه‌های منگنز کانی‌های پیرولوزیت، اوریت و رانشیت فازهای غالب بوده و کانی‌های رامسدلیت و رومانشیت نیز در مقادیر فرعی مشاهده می‌شوند (جدول ۱).

کانی‌های رامسدلیت و رومانشیت نشانگر فرایندهای هوازدگی شدید و اکسایش بر روی ترکیبات منگنز در طی فرایند اپی ژنتیک می‌باشند. همراهی رومانشیت با پیرولوزیت مراحل اولیه هوازدگی را نشان می‌دهد و کانی رامسدلیت یکی از پلی مورف‌های ناپایدار پیرولوزیت است که در نهشته‌های هیدروترمال دما پایین و عموماً همراه با آلتراسیون احتمالی با پیرولوزیت یافت می‌شود (Salem et al. 2012).

براساس داده‌های پتروگرافی و نتایج تجزیه سنگ‌های سیلیسی می‌توان توالی پاراژنتیکی کانی‌های موجود در انواع چرت و نهشته‌های معدنی منگنز همراه در منطقه آباده طشک را تعیین نمود (شکل ۵).

جدول ۱- نتایج تجزیه کانی‌شناسی به روش XRD برای انواع چرت‌های موجود در منطقه آباده طشک (کد نمونه‌ها با جدول ۲ مقایسه شوند).

نمونه‌ها	کد نمونه	فاز اصلی	فاز فرعی	فاز کمیاب
چرت سفید و سفید متمایل به سبز	۲۳	کوارتز	-	-
	۲۶	کوارتز	کلسیت	-
چرت قرمز روشن دور از نهشته‌های منگنز	۱۱	کوارتز	هماتیت	-
	۱۳	کوارتز	هماتیت	پیرولولوزیت
چرت قرمز قهوه‌ای میزبان نهشته‌های منگنز با سیمای سین ژنتیک	۳	کوارتز	براونیت	کلسیت
چرت قرمز قهوه‌ای میزبان سیمای دیاژنتیک منگنز	۲	کوارتز	براونیت - بیکسبیت	-
چرت قرمز روشن میزبان سیمای اپی ژنتیک منگنز	۶	کوارتز	هماتیت	راننشیت - اروریت

مرحله / کانی‌ها	بروندمی	دیاژنز و دگرگونی	سوپرزون
سیلیس آمورف	→		
کوارتز	→	→	→
اکسیدهای بی شکل آهن	→		
هماتیت		→	
پسیلومان	→		
پیرولولوزیت	→	→	→
براونیت	→	→	
بیکسبیت		→	→
راننشیت			→
اروریت			→
رومانشیت			→
رامسدلیت			→

شکل ۵- توالی پاراژنتیکی کانی‌ها در نمونه‌های کانسنگ و چرت‌های میزبان در منطقه آباده طشک.

داده‌های ژئوشیمیایی مربوط به چرت‌ها در جدول ۲ آورده شده‌اند.

مطالعات ژئوشیمیایی

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های چرت به روش شیمی تر در منطقه آبادیه طشک (نمونه‌های ۱ تا ۹ چرت‌های قهوه‌ای میزبان منگنز، نمونه‌های ۱۰ تا ۱۸ چرت‌های قرمز دور از نهشته‌های منگنز و نمونه‌های ۱۹ تا ۲۷ چرت‌های سفید می‌باشند).

نمونه‌ها عناصر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
SiO ₂	۸۷/۶۷	۸۰/۱۶	۸۱/۰۲	۸۸/۲۸	۸۱/۰۰	۷۹/۹۰	۸۰/۰۰	۷۰/۷۰	۷۲/۷۵
TiO ₂	۰/۰۵۴	۰/۰۶۱	۰/۰۹۵	۰/۰۶۰	۰/۰۴۸	۰/۰۵۲	۰/۰۶۰	۰/۰۸۷	۰/۰۷۰
Al ₂ O ₃	۰/۳۸	۰/۰۵	۱/۵۶	۰/۴۹	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۴۲	۱/۳۵	۰/۳۲
Fe ₂ O ₃	۱/۹۶	۱/۲۱	۱/۸۵	۱/۲۰	۳/۲۱	۲/۹۴	۲/۵۲	۲/۵۸	۲/۰۳
MnO	۵/۷۱	۱۵/۲۶	۸/۳۵	۵/۷۴	۸/۹۶	۱۲/۳۸	۱۲/۱۰	۲۰/۵۲	۱۷/۳۴
MgO	۰/۵۴	۰/۳۰	۰/۸۱	۰/۰۳	۰/۸۱	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۰۲۸	۰/۳۱
CaO	۰/۸۲	۱/۲۲	۱/۹۰	۱/۱۲	۱/۰۹	۰/۵۱	۱/۲۸	۲/۵۲	۳/۵۲
Na ₂ O	۰/۳۳	۰/۱۱	۰/۶۳	۰/۱۳	۰/۵۶	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۵۴	۰/۰۶
K ₂ O	۰/۳۸	۰/۱۳	۰/۷۵	۰/۲۱	۰/۵۱	۰/۸۵	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۱۲
P ₂ O ₅	۱/۰۶	۱/۲۶	۱/۸۵	۱/۴۹	۲/۱۰	۱/۲۳	۱/۳۱	۱/۰۳	۱/۹۰
Ba	۱۸۳	۵۲۸	۳۱۵	۲۰۵	۳۲۳	۳۲۴	۵۵۶	۵۹۳	۳۸۷
Sr	۸۵	۳۱۰	۵۹۷	۱۲۹	۱۵۶	۱۲۲	۱۰۲	۱۲۱۱	۱۴۷
Cu	۹۳	۲۰۰	۱۹۳	۱۶۷	۱۰۵	۱۵۷	۸۲	۱۴۸	۵۸
Ni	۱۲۷	۱۳۱	۹۵	۵۶	۷۸	۱۲۲	۸۷	۱۱۳	۷۵
Zn	۵۷	۵۴	۶۵	۱۲۰	۶۸	۸۷	۷۹	۵۶	۵۷
Co	۳۶	۶۳	۲۶۴	۱۱۰	۴۲	۵۶	۵۱	۳۰۰	۸۵
Pb	۸۹	۱۲۲	۱۰۵	۵۵	۱۱۲	۱۰۸	۱۰۱	۶۵	۵۶
Total	۹۸/۹۷	۹۹/۹۰	۹۸/۹۸	۹۸/۸۴	۹۸/۹۲	۹۹/۹۲	۹۹/۳۱	۹۹/۹۴	۹۸/۵۱
Si	۴۲/۱۰	۳۷/۴۷	۳۷/۸۷	۴۱/۲۷	۳۷/۸۶	۳۷/۳۵	۳۷/۳۹	۳۳/۰۵	۳۴/۰۱
Ti	۰/۰۳۲	۰/۰۳۶	۰/۰۵۶	۰/۰۳۵	۰/۰۲۸	۰/۰۳۱	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۴۱
Al	۰/۲۰	۰/۰۳	۰/۸۲	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۶۹	۰/۱۶
Fe	۱/۳۷	۰/۸۴	۱/۲۹	۰/۸۳	۲/۲۴	۲/۰۵	۱/۷۵	۱/۸۱	۱/۴۱
Mn	۴/۴۲	۱۱/۸۲	۶/۴۷	۴/۴۴	۶/۲۴	۹/۵۹	۹/۳۷	۱۵/۹۰	۱۳/۴۴
SiO ₂	۸۸/۰۴	۸۹/۴۵	۹۲/۹۰	۹۰/۰۰	۹۲/۸۱	۸۹/۱۰	۹۱/۵۱	۹۲/۰۰	۹۲/۵۳
TiO ₂	۰/۰۴۸	۰/۰۷۵	۰/۰۶۰	۰/۰۸۷	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۰۰	۰/۱۱۰	۰/۰۹۶
Al ₂ O ₃	۰/۳۵	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۹۹	۱/۰۳	۱/۰۴	۱/۰۹	۱/۲۲	۱/۲۴
Fe ₂ O ₃	۱/۷۸	۵/۳۴	۲/۸۲	۲/۸۶	۱/۱۶	۳/۴۹	۱/۴۸	۰/۹۳	۱/۳۶
MnO	۳/۵۲	۰/۹۱	۰/۵۶	۱/۴۰	۱/۰۸	۰/۷۵	۰/۹۵	۰/۸۳	۰/۷۶
MgO	۰/۵۶	۱/۰۶	۰/۴۰	۰/۸۱	۰/۵۲	۰/۹۸	۰/۷۲	۱/۴۰	۰/۶۵
CaO	۱/۸۳	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۸۹	۱/۱۲	۱/۰۳	۰/۹۸	۱/۳۵	۱/۰۷
Na ₂ O	۰/۴۱	۰/۰۷	۰/۶۶	۰/۷۲	۰/۳۵	۰/۸۵	۰/۶۳	۰/۰۸	۰/۷۶
K ₂ O	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۳۶	۰/۷۵	۰/۱۱	۰/۲۹	۰/۴۶	۰/۱۸
P ₂ O ₅	۲/۰۹	۰/۸۲	۱/۲۳	۱/۴۳	۰/۹۵	۱/۴۹	۲/۱۰	۱/۴۶	۱/۲۰
Ba	۲۷۶	۴۱	۵۵	۵۳	n.d	۳۹	۲۳	n.d	۴۷
Sr	۱۱۱	۸۲	۲۶	۳۵	۲۱	۳۶	۵۲	۷۷	۱۶

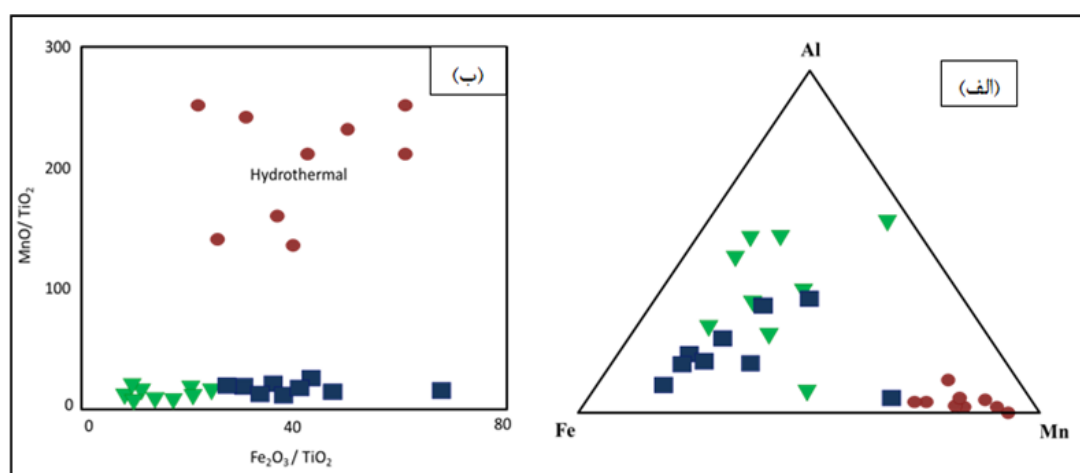
Cu	۷۰	۵۱	۳۲	۳۱	۱۸	۲۷	۳۱	۲۵	۴۲
Ni	۶۳	۱۲	۲۵	۸۲	۱۵	۵۷	۳۸	۵۲	۱۸
Zn	۳۷	۳۵	۴۱	۳۸	۸۲	۱۰۱	۵۶	۱۲۸	۴۰
Co	۵۶	۶۴	۶۴	۸۲	۵۶	۵۵	۷۲	۳۹	۱۶
Pb	۱۱۲	۵۳	۹۲	۶۵	۵۲	۸۰	۵۶	۲۸	۴۸
Total	۹۸/۹۶	۹۸/۷۵	۹۹/۹۴	۹۹/۵۰	۹۹/۹۰	۹۸/۹۸	۹۹/۸۸	۹۹/۸۷	۹۹/۸۷
Si	۴۱/۱۵	۴۱/۸۱	۴۳/۴۲	۴۲/۰۷	۴۳/۳۸	۴۱/۶۵	۴۲/۷۷	۴۳/۰۰	۴۳/۲۵
Ti	۰/۰۲۸	۰/۰۴۵	۰/۰۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲	۰/۰۶۰	۰/۰۵۹	۰/۰۶۵	۰/۰۵۷
Al	۰/۱۸	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۵۲	۱/۰۷	۰/۵۵	۰/۵۷	۰/۶۴	۰/۶۲
Fe	۱/۲۴	۳/۷۳	۱/۹۶	۱/۹۹	۱/۵۰	۲/۴۴	۲/۴۳	۰/۶۴	۱/۶۴
Mn	۲/۷۲	۰/۷۰	۰/۴۳	۱/۰۸	۰/۸۳	۰/۵۸	۰/۷۳	۰/۶۴	۰/۵۸
SiO ₂	۹۰/۴۰	۸۹/۳۱	۹۳/۸۵	۹۲/۵۷	۹۰/۶۳	۹۱/۷۰	۹۲/۰۰	۹۱/۷۳	۹۱/۴۱
TiO ₂	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰
Al ₂ O ₃	۲/۴۸	۲/۱۹	۲/۱۳	۱/۹۹	۱/۹۵	۱/۶۵	۱/۵۲	۱/۴۳	۱/۳۱
Fe ₂ O ₃	۱/۴۰	۲/۴۰	۰/۹۶	۱/۴۶	۳/۵۴	۱/۰۳	۰/۸۳	۱/۰۲	۲/۱۱
MnO	۰/۴۱	۱/۰۲	۰/۵۲	۰/۳۵	۰/۸۶	۰/۹۱	۰/۷۵	۰/۸۶	۱/۲۰
MgO	۰/۳۷	۰/۵۶	۰/۲۴	۱/۶۵	۰/۵۸	۱/۵۰	۰/۳۶	۰/۵۸	۰/۴۸
CaO	۱/۳۸	۱/۵۲	۱/۰۱	۱/۱۲	۰/۱۱	۱/۳۶	۱/۵۱	۱/۵۶	۰/۳۳
Na ₂ O	۰/۱۶	۰/۹۶	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۴۷	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۵۳
K ₂ O	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۲۷	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۲۵	۰/۵۶	۰/۸۹	۰/۸۱
P ₂ O ₅	۱/۵۰	۱/۳۰	۰/۵۰	۰/۹۵	۲/۰۱	۰/۰۷	۱/۰۶	۱/۵۲	۱/۵۷
Ba	n.d	۱۲	۱۷	۱۳	۳۸	n.d	۲۲	۱۷	۷۷
Sr	۵۱	۳۵	۲۷	۶۷	۳۱	۷۶	۵۷	۵۶	۲۵
Cu	۲۳	۳۰	۱۷	۲۳	۲۸	۶۰	۳۱	۳۴	۲۳
Ni	۳۸	۱۲	۲۳	۴۵	۶۷	۶۲	۲۵	۵۲	۳۲
Zn	۱۱۲	۵۸	۳۴	۵۷	۵۶	۵۷	۳۳	۶۳	۲۵
Co	۶۲	۵۵	۴۳	۴۳	۳۲	۶۶	۶۱	۳۵	۸۴
Pb	۲۴	۲۰	۱۹	۱۵	۳۱	۲۹	۱۲	۷۲	۵۶
Total	۹۸/۶۳	۹۹/۷۴	۹۹/۷۱	۱۰۰/۷۸	۱۰۰/۷۹	۹۸/۸۷	۹۸/۹۹	۹۹/۹۰	۹۹/۸۸
Si	۴۲/۲۶	۴۱/۷۵	۴۳/۸۷	۴۳/۲۷	۴۲/۳۷	۴۲/۸۶	۴۳/۰۰	۴۲/۸۸	۴۲/۷۳
Ti	۰/۰۷۲	۰/۰۷۸	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵	۰/۰۵۴	۰/۰۷۷	۰/۰۵۵	۰/۰۵۷	۰/۰۵۹
Al	۱/۳۱	۱/۱۶	۱/۱۲	۱/۰۵	۱/۰۳	۰/۰۹	۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۶۹
Fe	۰/۹۷	۱/۶۸	۰/۶۷	۱/۰۱	۲/۴۷	۰/۷۱	۰/۰۶	۰/۷۱	۱/۴۷
Mn	۰/۳۱	۰/۷۹	۰/۴۰	۰/۲۷	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۵۸	۰/۶۶	۰/۹۳

گرمابی گرایش داشته در صورتی که اکثریت چرت‌های قرمز در محدوده نهشته‌های گرمابی قرار می‌گیرند و چرت‌های قهوه‌ای گرایش به راس Mn نمودار دارند که نشانگر حضور چند هزار Mn ppm در این نهشته‌ها است در صورتی که چرت‌های با منشأ غیر گرمابی دارای

نمودار Al-Fe-Mn جهت طبقه‌بندی محیط‌های نهشتی چرت مورد استفاده قرار گرفته است (Adachi et al. 2005; Kametaka et al. 1986). داده‌های ژئوشیمیایی مربوط به چرت‌های منطقه آباد طشک بر روی شکل ۶- الف مشخص شده‌اند. چرت‌های سفید به محدوده غیر

می‌باشند. چرت‌های قرمز مقادیر بالاتری از $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ را نسبت به چرت‌های سفید نشان می‌دهند ولی مقادیر تقریباً مشابهی از MnO/TiO_2 با چرت‌های سفید دارند در حالی که چرت‌های قهوه‌ای دارای مقادیر MnO/TiO_2 و $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ بالایی بوده و در محدوده نهشته‌های گرمابی قرار می‌گیرند (شکل ۶-ب). چرت‌های با منشأ غیرگرمابی در هر دو نسبت MnO/TiO_2 و $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ فقیر هستند در حالی که در چرت‌های با منشأ گرمابی این نسبت‌ها بالاست (Alexe et al. 2004).

غلظت‌های اندکی از Mn می‌باشند. سیلیس این چرت‌ها به میزان زیادی دارای منشأ گرمابی است چراکه در رسوباتی که تحت تأثیر آلودگی سیال گرمابی قرار می‌گیرند نسبت‌های $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ و MnO/TiO_2 تقویت می‌شود. بنابراین محیط تشکیل و نوع رسوبات به آسانی در نمودار MnO/TiO_2 در مقابل $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ قابل تشخیص است. موقعیت داده‌های مربوط به نمونه‌های منطقه آبادیه طشک نشان می‌دهند که چرت‌های سفید منطقه دارای مقادیر اندکی از $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ و MnO/TiO_2



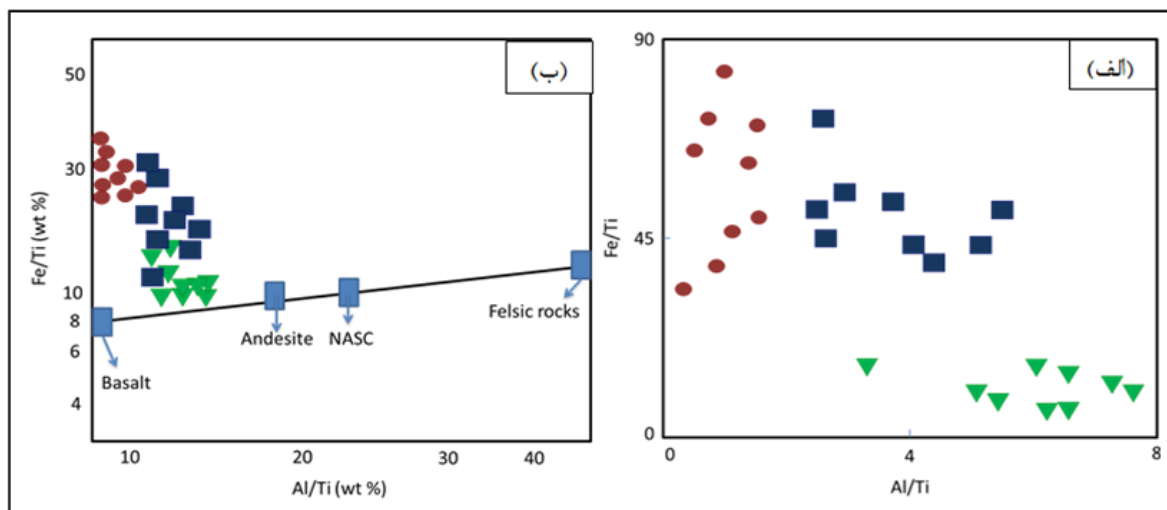
شکل ۶- (الف): جایگاه انواع چرت‌ها بر روی نمودار سه تایی Al-Fe-Mn (برگرفته از Kametaka et al. 2005; (ب): قرارگیری چرت‌های مختلف بر روی نمودار دوتایی MnO/TiO_2 - $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (برگرفته از Adachi et al. 1986). (مثلث: چرت‌های سفید، مربع: چرت‌های قرمز دور از نهشته‌های منگنز، دایره: چرت‌های قهوه‌ای میزبان منگنز).

حدواسط چرت‌های سفید و قهوه‌ای را دارند. این ویژگی‌ها نشان می‌دهند که چرت‌های مورد مطالعه دارای منشأ متفاوت هستند (شکل ۷-الف). از این نمودارها جهت تعیین منشأ چرت‌ها استفاده شده است (Kato et al. 2002; Kametaka et al. 2005). موقعیت داده‌های حاصل از تجزیه انواع چرت در منطقه آبادیه طشک بر روی نمودار $\log \text{Al}/\text{Ti}$ در مقابل $\log \text{Fe}/\text{Ti}$ (برگرفته از Murray 1994; Kato et al. 2002) نیز نشان می‌دهد که

با قراردادن داده‌های حاصل از تجزیه شیمیایی به روش شیمی تر انواع چرت بر روی نمودار دوتایی Al/Ti در برابر Fe/Ti مشاهده می‌شود که چرت‌های سفید گرایش به محور Al/Ti دارند و غنی‌شدگی از عناصر خاکزاد را نشان می‌دهند در حالی که چرت‌های قهوه‌ای میزبان نهشته‌های منگنز گرایش به محور Fe/Ti دارند و غنی‌شدگی Fe (تشکیل‌دهنده هیدروترمال) را نشان می‌دهند و چرت‌های قرمز دور از نهشته‌های منگنز حالت

به غنی‌شدگی از عنصر Fe دارند در صورتی که چرت‌های قهوه‌ای در فاصله دورتری از این خط قرار می‌گیرند و غنی‌شدگی از Fe را نشان می‌دهند (شکل ۷-ب).

چرت‌های سفید به خط اختلاط اجزا آواری نزدیک بوده به طوری که برخی از نمونه‌های چرت‌های سفید بر روی آن قرار می‌گیرند. چرت‌های قرمز در فاصله متوسطی از خط اختلاط تشکیل‌دهنده‌های آواری قرار گرفته و تمایل



شکل ۷- (الف): جایگاه چرت‌های مختلف بر روی نمودار دوتایی Al/Ti-Fe/Ti (برگرفته از Kato et al. 2002; Kametaka et al. 2005). (ب): جایگاه انواع چرت‌ها بر روی نمودار دوتایی log Al/Ti-log Fe/Ti (برگرفته از Murray 1994; Kato et al. 2002) (علائم مشابه شکل ۶ می‌باشند).

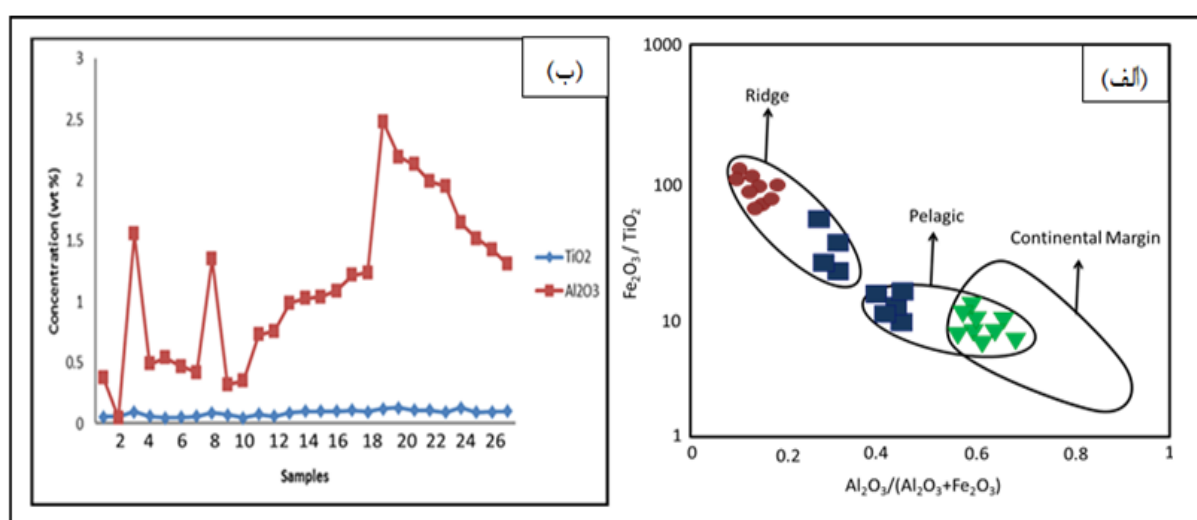
چرت‌های قهوه‌ای کاهش مشخصی قابل مشاهده است. مقدار TiO_2 در چرت‌های سفید بالاتر و در چرت‌های قرمز اندکی کمتر بوده و در چرت‌های قهوه‌ای بسیار کمتر می‌باشد (شکل ۸-ب). همچنین تغییرات منظمی در مقدار Ba در انواع چرت قابل تشخیص است. در چرت‌های سفید بسیار کمتر از انواع دیگر بوده، در چرت‌های قرمز مقدار آن نسبت به چرت‌های سفید افزایش می‌یابد و در چرت‌های قهوه‌ای به طور مشخصی میزان این عنصر افزایش می‌یابد (شکل ۹-الف).

عناصر جزئی در نمونه‌های چرت قهوه‌ای نشانگر مقادیر بالایی از Ba, Sr, As, U, Cu, Zn, Pb, Ni و Mo بوده که با ویژگی‌های ژئوشیمیایی نهشته‌های رسوبی با منشأ گرمابی مطابقت دارند در حالی که از عناصر Y, Th

از نسبت عناصر اصلی شامل Al_2O_3 , TiO_2 و Fe_2O_3 می‌توان در تعیین محیط نهشت چرت استفاده کرد (Murray 1994). داده‌های ژئوشیمیایی سنگ‌های سیلیسی منطقه آباده طشک بر روی نمودار Fe_2O_3/TiO_2 در مقابل $Al_2O_3+Fe_2O_3/Al_2O_3$ نشانگر تشکیل چرت‌های سفید در محیط‌های پلاژیک با گرایش به سمت حاشیه قاره، چرت‌های قرمز در محیط پلاژیک با گرایش به سمت پشته میان اقیانوسی و چرت‌های قهوه‌ای در محیط‌های پشته میان اقیانوسی است (شکل ۸-الف). در داده‌های ژئوشیمیایی تغییرات منظمی از عناصر خاکزاد در انواع چرت‌های مورد مطالعه، مشاهده می‌شود. مقدار Al_2O_3 در چرت‌های سفید بالا بوده، در چرت‌های قرمز این ترکیب کمتر و سپس به طرف

مولیبدن در نهشته‌های گرمابی محیط‌های پشته میان اقیانوسی نیز غنی‌شدگی نشان می‌دهد و منشأ گرمابی آن مشخص است. این عنصر در اکسیدهای گرمابی منگنز از آبشویی شدید سنگ‌های مافیک و اولترامافیک توسط سیال گرمابی منشأ می‌گیرد (Holtstam and Mansfeld 2001; Rantitsch et al. 2003) (جداول ۲ و ۳).

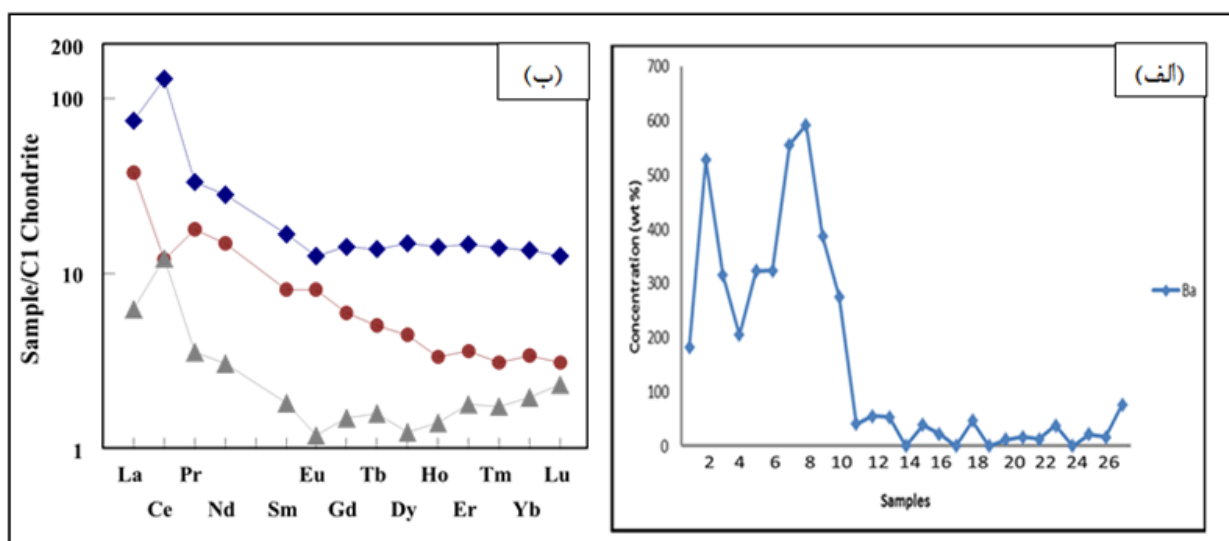
Cr, Co, Rb, Ce, Nb و Zr که به عنوان عناصر با منشأ آواری و آبرزد شناخته شده‌اند تهی‌شدگی نشان می‌دهند. در داده‌های حاصل از نمونه‌های مورد مطالعه، در میان عناصر گرمابی غنی‌شدگی عناصر Ba, Sr و Mo بسیار مشخص‌تر است که با مطالعات جدید بر روی مقادیر بالای Ba و Sr در نهشته‌های منگنز در محیط‌های گرمابی مطابقت دارد (Holtstam and Mansfeld 2001).



شکل ۸- (الف): جایگاه انواع چرت‌ها بر روی نمودار دو تایی $Fe_2O_3/TiO_2-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ (برگرفته از Murray 1994) (علائم مشابه شکل ۶ می‌باشند). (ب): تغییرات عناصر خاکزاد در انواع چرت‌ها (نمونه‌های ۱ تا ۹ چرت‌های قهوه‌ای میزبان منگنز، نمونه‌های ۱۰ تا ۱۸ چرت‌های قرمز دور از نهشته‌های منگنز و نمونه‌های ۱۹ تا ۲۷ چرت‌های سفید می‌باشند).

قرمز می‌باشد. چرت‌های سفید نیز از نظر عناصر Y, Th, Co و Rb غنی‌تر از چرت‌های قرمز می‌باشند این وضعیت نمایانگر حضور قوی‌تر اجزا آواری و آبرزد در چرت‌های سفید نسبت به چرت‌های قرمز است (جداول ۲ و ۳).

مقادیر عناصر Ba, Sr, As, Cu, Zn, Pb, Ni و Mo در چرت‌های قرمز در مقایسه با مقادیر این عناصر در چرت‌های قهوه‌ای پایین‌تر بوده و بالعکس مقادیر Y, Th, Ce, Nb, Co, Rb و Zr در آنها بالاتر است که نشانگر حضور اجزا آواری و آبرزد در ترکیب چرت‌های



شکل ۹- (الف): تغییرات Ba در انواع چرت (نمونه‌های ۱ تا ۹ چرت‌های قهوه‌ای میزبان منگنز، نمونه‌های ۱۰ تا ۱۸ چرت‌های قرمز دور از نهشته‌های منگنز و نمونه‌های ۱۹ تا ۲۷ چرت‌های سفید می‌باشند). (ب): الگوی نسبت عناصر نادر خاکی بهنجار شده با کندریت C1 در انواع چرت (لوزی: چرت‌های سفید، مثلث: چرت‌های قرمز دور از نهشته‌های منگنز، دایره: چرت‌های قهوه‌ای میزبان نهشته‌های منگنز).

غنی‌شدگی LREE در مقایسه با HREE است که اشاره به حضور اجزا آیزاد در نهشته‌های گرمابی دارد. میزان نابهنجاری Eu در آب دریا وابسته به میزان ورودی سیال گرمابی و مواد با منشأ بادی یا رسوبات آواری دارای فلدسپار است. بنابراین نابهنجاری منفی Eu در این گونه چرت‌ها منعکس‌کننده حضور مواد با منشأ آیزاد و قاره‌ای و مشارکت اندک اجزا گرمابی در حوضه رسوبی است. در این میان الگوی توزیع عناصر REE در چرت‌های سفید نشان‌دهنده نابهنجاری مثبت Ce و منفی Eu با غنی‌شدگی LREE در مقایسه با HREE است که بیانگر ورود مواد با منشأ آیزاد یا آواری در ترکیب چرت‌های سفید می‌باشد (شکل ۹- ب و جدول ۳)

الگوی به‌هنجار شده عناصر نادر خاکی (REE) با کندریت C1 در نمونه‌های چرت قهوه‌ای حاوی منگنز، چرت قرمز روشن و چرت سفید نشان‌دهنده نابهنجاری مثبت قوی Eu، نابهنجاری منفی Ce و غنی‌شدگی LREE در مقایسه با HREE در نمونه‌های چرت قهوه‌ای حاوی منگنز است که با منشأ گرمابی این نهشته‌ها کاملاً سازگار است. آنومالی مثبت Eu نشانگر ورود سیال گرمابی در مجاورت محیط پشته میان اقیانوسی است و نابهنجاری Eu تا حد زیادی وابسته به ترکیب سنگ‌هایی است که توسط سیال گرمابی آبخوبی می‌شوند (Rantitsch et al. 2003; Mishra et al. 2007; Dubinin et al. 2008). الگوی توزیع REE در نمونه‌های چرت قرمز نشان‌دهنده نابهنجاری مثبت ضعیف Ce و نابهنجاری منفی Eu و

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های چرت به روش ICP-MS (به علت شباهت داده‌ها با جدول ۲ فقط نتایج برخی از عناصر کمیاب و عناصر نادر خاکی آورده شده است. کد نمونه‌ها مطابق جدول ۲ می‌باشد).

عنصر	حد آشکار سازی (ppm)	روش	۵	۱۴	۲۱
As	۰/۵	IC3E	۱۶/۱	۳۰/۲	۳۲/۹
U	۰/۰۲	IC3M	۱/۰۶	۲/۰۳	۲/۳۳
Mo	۰/۱	IC3E	n.d	n.d	n.d
Th	۰/۰۲	IC3M	۰/۲۱	۰/۵۴	۰/۵۳
Y	۰/۰۵	IC3M	۴/۶۰	۳/۲۴	۱۵/۹۰
Nb	۰/۵	IC3M	۰/۶	۱/۱	۲/۴
Ce	۰/۵	IC3M	۶/۴	۹/۰	۹۹/۲
Rb	۰/۱	IC3M	۱/۴	۱/۱	۴/۲
Zr	۵	IC3M	n.d	۹	۲۲
Cr	۲	IC3E	۲	n.d	n.d
La	۰/۰۵	IC3R	۸/۹۳	۱/۴۹	۱۷/۶۰
Ce	۰/۰۵	IC3R	۷/۳۷	۷/۴۹	۷۹/۱۰
Pr	۰/۰۵	IC3R	۱/۷۱	۰/۳۴	۳/۱۸
Nd	۰/۰۲	IC3R	۷/۰۱	۱/۴۴	۱۳/۱۰
Sm	۰/۰۲	IC3R	۱/۲۵	۰/۲۸	۲/۵۸
Eu	۰/۰۲	IC3R	۰/۴۷	۰/۰۷	۰/۷۳
Gd	۰/۰۵	IC3R	۱/۲۳	۰/۳۱	۲/۹۳
Tb	۰/۰۲	IC3R	۰/۱۹	۰/۰۶	۰/۵۲
Dy	۰/۰۲	IC3R	۱/۱۵	۰/۳۲	۳/۸۰
Ho	۰/۰۲	IC3R	۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۸۱
Er	۰/۰۵	IC3R	۰/۶۰	۰/۳۰	۲/۴۳
Tm	۰/۰۵	IC3R	۰/۰۸	۰/۰۵>	۰/۳۶
Yb	۰/۰۵	IC3R	۰/۵۸	۰/۳۴	۲/۳۳
Lu	۰/۰۲	IC3R	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۳۲

برداشت

انواع چرت در مجموعه آمیزه رنگین افیولیتی نیریز در منطقه آباد طشک نشانگر تغییرات منظم پتروگرافی، کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی می‌باشند که منعکس کننده منشأ متفاوت آنهاست. چرت‌های سفید و سفید متمایل به سبز با فاصله دور از نهشته‌های معدنی منگنز نشانگر با اجزا آواری مشخص می‌شوند و تشکیل آنها در حاشیه قاره صورت گرفته است. عدم حضور اجزا آواری در

چرت‌های قهوه‌ای میزبان نهشته‌های معدنی منگنز از یک سو و ویژگی‌های ژئوشیمیایی عناصر اصلی، فرعی و REE آنها از سوی دیگر نشان می‌دهند که این چرت‌ها بر روی مجراهای گرمایی برون‌دمی کف دریا در محل پشته‌های میان اقیانوسی تشکیل شده‌اند. داده‌های پتروگرافی، کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی مربوط به چرت‌های قرمز روشن نشانگر تشکیل این چرت‌ها در محیط‌های حدواسط (آبزاد-گرمایی) می‌باشند. حضور

Adachi, M., K. Yamamoto, and R. Sagliski, 1986, Hydrothermal chert and associated siliceous rocks from the Northern Pacific: their geological significance As indication of Ocean ridge activity: *Sedimentary Geology* v. 47, p. 125-148.

Alexe, V., V. Trandafir, G. Saptefrati, and A. Mihalache, 2004, Black chert-hosted manganese deposits from the Bistritei Mountains, Eastern Carpathians (Romania): petrography, genesis and metamorphic evolution: *Ore Geology Reviews* v. 24, p. 45-65.

Dubinina, A. V., T. Y. Uspenskaya, G. M. Gavrilenko, and V. A. Rashidov, 2008, Geochemistry and Genesis of Fe-Mn Mineralization in Island Arcs in the West Pacific Ocean: *Geochemistry International* v. 46, p. 1206-1227.

Holtstam, D., and Y. Mansfeld, 2001, Origin of carbonate hosted Fe-Mn-(Ba, As, Pb, Sb, W) deposit of Langbon in Central Sweden: *Mineralium Deposita* v. 36, p. 641-657.

Kametaka, M., M. Takebe, H. Nagai, S. Zhu, and Y. Takayanagi, 2005, Sedimentary environments of middle Permian phorite chert complex from the Northeastern Yangtze platform China the Gufeng Formation: a continental shelf radiolarian chert: *Sedimentary Geology* v. 174, p. 197-222.

Kato, Y., K. Nakao, and Y. Isozaki, 2002, Geochemistry of late Permian to Early Triassic pelagic cherts from southwest Japan implication for an oceanic redox change: *Chemical Geology*, v. 182, p. 15-34.

Maressotti, P., and M. L. Frezzotti, 2000, Alteration of braunite ores from Eastern Liguria (Italy) during syntectonic veining processes: *Mineralogy and fluid inclusions:*

این سه نوع چرت اصلی در کنار هم با نحوه جایگیری مجموعه‌های افیولیتی بر روی حاشیه قاره و آمیختگی واحدهای سنگی با منشأ مختلف در آمیزه‌های رنگین توضیح داده می‌شود.

قدردانی

نگارندگان این مقاله لازم می‌دانند از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شیراز به خاطر حمایت مالی و معنوی در این پژوهش تشکر و قدردانی کنند.

منابع

ابراهیمی، ی. ع.، ۱۳۸۵، تعیین جایگاه سنگ شناختی ذخایر معدنی کرومیت به منظور ارائه راه کار پی‌جویی کرومیت در مجموعه افیولیتی در منطقه آباد طشک: پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

بیرانوندپور، ا.، ۱۳۸۵، جایگاه زمین شناختی ذخایر منگنز آباد طشک: پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

رجب زاده، م. ع.، ۱۳۷۰، جایگاه زمین شناختی و سنگ شناختی کانسارهای کرومیت در شمال غرب افیولیت نیریز، منطقه آباد طشک: پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

رجب زاده، م. ع.، و ن.، زمان ثانی، ۱۳۹۱، مطالعه کانه‌زایی منگنز همراه با مجموعه آمیزه رنگین افیولیت نیریز در منطقه آباد طشک استان فارس با استفاده از داده‌های کانی‌شناسی و ژئوشیمیایی: پذیرفته شده در مجله زمین‌شناسی اقتصادی مشهد.

میرزایی، م.، ۱۳۸۳، مطالعه کانی‌شناسی و زمین‌شیمی اندیس‌های معدنی منگنز در منطقه آباد طشک: پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.

- Reolid, M., K. El. Kadiri, I. Abad, F. Oloriz, and J. Jimenez-Millan, 2011, Jurassic microbial communities in hydrothermal manganese crust of the Rifian Calcareous Chain, Northern Morocco: *Sedimentary Geology* v. 233, p. 159-172.
- Salem, I. A., M. E. Ibrahim, and M. A. E. Monsef, 2012, Mineralogy, geochemistry, and origin of hydrothermal manganese veins at Wadi Malik, Southern Eastern Desert, Egypt: *Arabian Journal of Geosciences* v. 5, p. 385-406.
- Skarpelis, N., K. Hatzipanagiotou, and M. Kaiserloglou, 1992, Manganiferous cherts in siliceous sediments overlying the Koziakas ophiolite, Western Thessaly, Greece: *The Canadian Mineralogist* v. 30, p. 415-421.
- Takemura, A., Y. Alta, R. Horio, and T. Sakai, 2002, Triassic radiolarians from the ocean-floor sequence of waipapa terrane at Arrow Rocks Northland New Zealand: *Journal of Geology and Geophysics* v. 45, p. 289-296.
- Toner, B., S. Fakra, M. Villaobs, T. Warwich, and G. Sposito, 2005, Spatially Resolved characterization of Biogenic Manganese oxide production within a Bacterial Biofilm: *Applied Environmental Microbiology* v. 71, p. 1300-1310.
- Tumiati, S., S. Martin, and G. Godard, 2010, Hydrothermal origin of manganese in the high-pressure ophiolite metasediments of Praborna ore deposit (Aosta Valley, Western Alps): *European Journal of Mineralogy* v. 22, p. 577-594.
- Velilla, N., and J. Jimenez-Millan, 2003, Origin and metamorphic evolution of rocks with braunite and pyrophanite from the Iberian Massif (SW Spain): *Mineralogy and Petrology* v. 98, p. 73-91.
- European Journal of Mineralogy v. 12, p. 341-356.
- Mishra, P. P., B. K. Mohapatra, and P. P. Singh, 2007, Contrasting REE signatures on manganese ores of iron ore group in North Orissa India: *Journal of Rare Earths* v. 25, p. 749-758.
- Murray, R. W., 1994, Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications: *Sedimentary Geology* v. 90, p. 213-232.
- Nadimi, A., 2003, Mantle flow patterns at the Neyriz Paleo-spreading center, Iran: *Earth and Planetary Science Letters* v. 203, p. 93-104.
- Preat, A., B. Mamet, P. Di Stefano, L. Martire, and K. Kolo, 2011, Microbially-induced Fe and Mn oxides in condensed pelagic sediments (Middle-Upper Jurassic, Western Sicily): *Sedimentary Geology* v. 237, p. 179-188.
- Rajabzadeh, M. A., 1998, Minéralisation en chromite et elements du groupe du platine dans les ophiolites d'Assemion et de Neyriz, ceinture du Zagros: Ph.D Thesis. Polytechnique University of Lorraine.
- Rajabzadeh, M. A., Nazari Dehkordi, T., 2013, Mineralogy, geochemistry and geotectonic significance of mantle peridotites with high-Cr chromitites in the Neyriz ophiolite from the outer Zagros ophiolite belts, Iran: *Journal of African Earth Sciences* v. 78, p. 1-15.
- Rantitsch, G., F. Melcher, T. Meisel, and T. Rainer, 2003, Rare earth, major and trace elements in Jurassic manganese shales of the northern Calcareous Alps: hydrothermal versus hydrogenous origin of stratiform manganese deposits: *Mineralogy and Petrology* v. 77, p. 109-127.

- Xuezheng, L., G. Aiguo, and C. Haowen, 2008, Isolation and phylogenetic analysis of cultivable manganese bacteria in sediments from the Arctic Ocean: *Ecologica Sinica* v. 28, p. 6364-6370.
- Zarasvandi, A., D. Lentz, M. Rezaei, and H. Pourkaseb, 2013, Genesis of the Nasirabad manganese occurrence, Fars province, Iran: Geochemical evidences: *Chemie der Erde - Geochemistry* DOI 10.1016/j.chemer.2013.02.003.