مجله علمی پژوهش‌های کاربردی در علوم زمین (سال چهارم)
شماره ۱۱ / بهار ۱۳۹۸ / ص ۹ - ۱

مطالعات سنگ‌نگاری و کانه‌نگاری اندیس منگنز خلیفه‌کمال (جنوب غرب میانه، استان آذربایجان شرقی)

نیما یادگاری[۱]، حانیه بابائی[۲]

[۱]دانشجوی دکتری، زمین شناسی اقتصادی، دانشکده علوم طبیعی، گروه زمین شناسی، دانشگاه تبریز

[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد، زمین‌شناسی اقتصادی، دانشکده پردیس علوم، گروه زمین شناسی، دانشگاه تهران

نام نویسنده مسئول:

نیما یادگاری

چکیده

محدوده مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی و در ۶۹ کیلومتری جنوب‌غرب شهرستان میانه واقع گردیده است. محدوده مورد نظر در زون بندی های زمین شناسی ایران، بخشی از زون البرز است. کانی‌سازی در منطقه به صورت رگه‌ای بوده و داخل گسل‌ها، درزه‌ها و شکستگی‌های سنگ‌ها صورت گرفته است. سنگ میزبان اندیس منگنز خلیفه‌کمال شامل آندزیت‌ها، بازالت‌ها، توف ایگنمبریتی و ریولیت بوده که کانی‌های سازنده آن‌ها شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن، بیوتیت، الیوین و کوارتز می‌باشد. مهم‌ترین کانه‌ها شامل پیرولوسیت، پسیلوملان و منگانیت بوده و کانی‌های باطله شامل کلسیت، سیلیس، باریت و هماتیت می‌باشد. بافت‌های مشاهده شده در منطقه شامل پورفیریتیک، هیالو پورفیریتیک، میکرولیتیک پورفیریتیک، گلومرو پورفیریتیک، بادامکی و لایه‌ای می‌باشد.

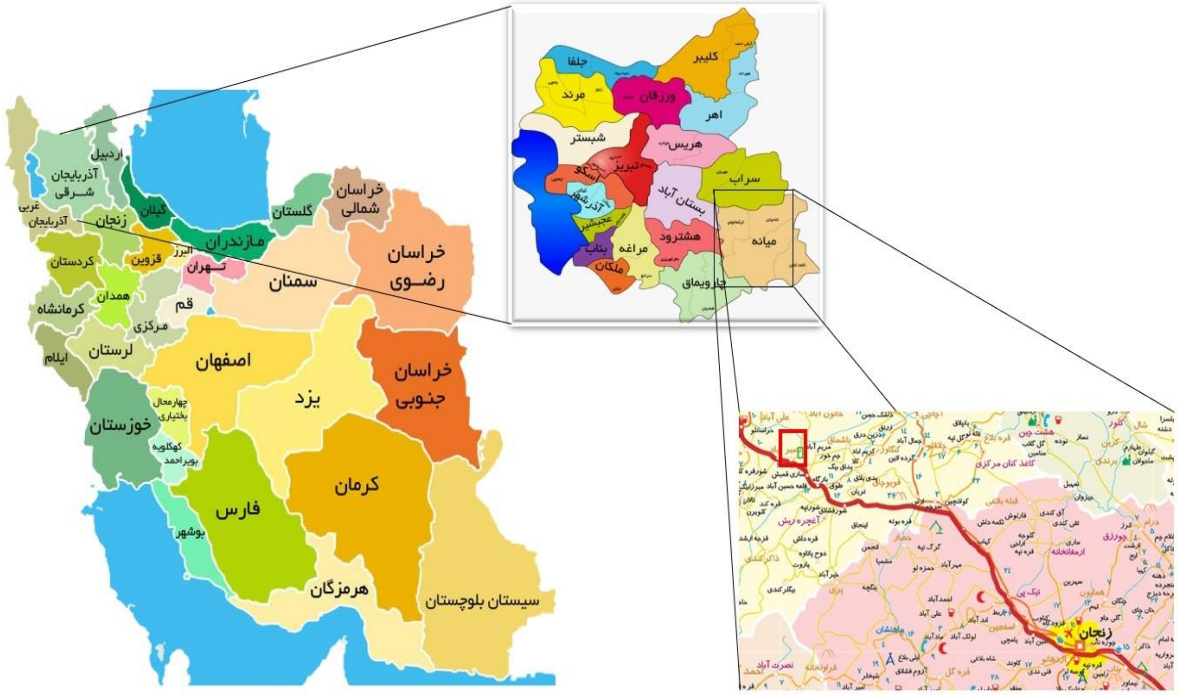
کلمات کلیدی: منگنز، سنگ‌نگاری، کانه‌نگاری، خلیفه‌کمال.

مقدمه

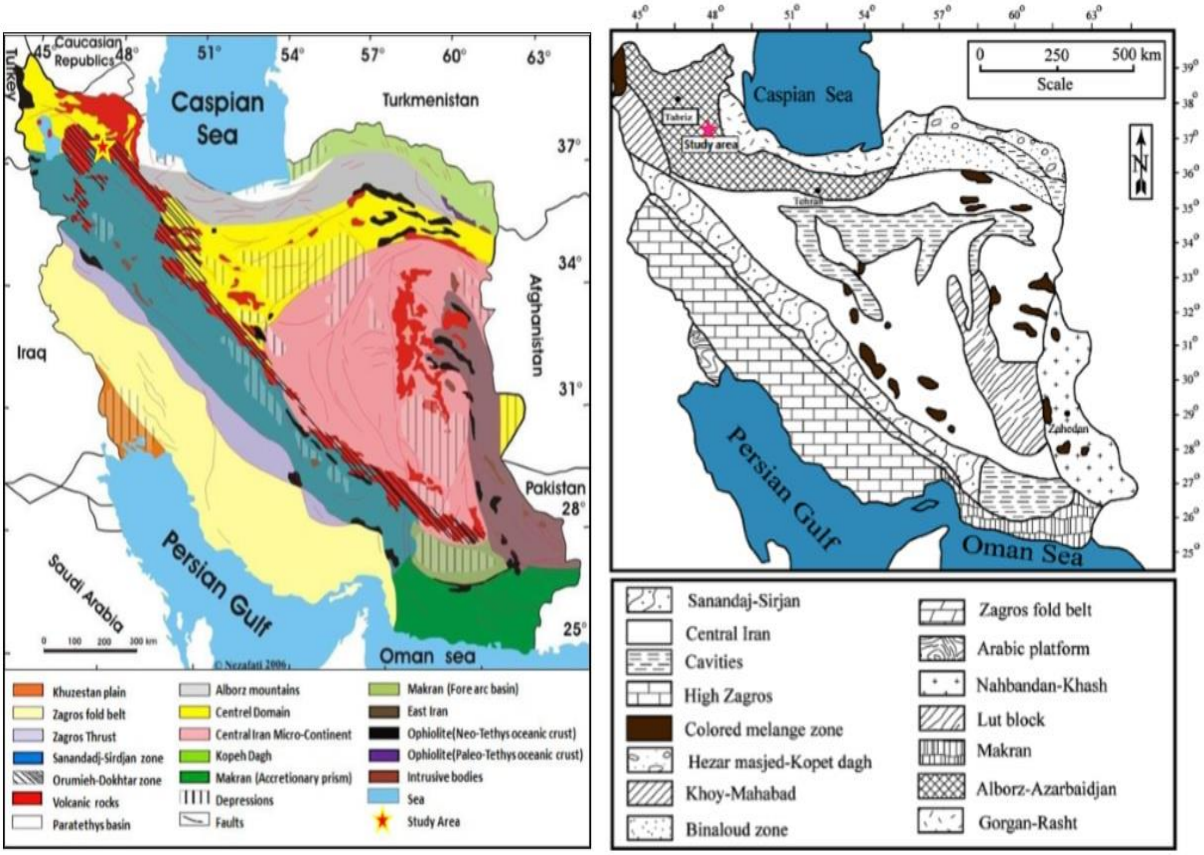
منگنز یکی از عناصر شیمیایی جدول تناوبی با نماد Mn و دارای عدد اتمی ۲۵ می‌باشد. این عنصر به لحاظ فراوانی یازدهمین عنصر فراوان در پوسته کره زمین می‌باشد [۸]. فلز منگنز در گروه فلزات آهنی قرار می‌گیرد [۱۶]. این فلز برای اولین بار در سال ۱۷۷۰ توسط Kaun که توانست منگنز را از پیرولوسیت استخراج کند، کشف شد [۱۱]. از سال ۱۸۳۹ استفاده صنعتی آن به ویژه در صنایع فولاد آغاز شد [۱۶]. حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد تولید جهانی منگنز در صنایع متالوژی به عنوان ماده زداینده اکسید و زداینده سولفات در تولید فولاد و نیز به عنوان ماده مهم در تهیه آلیاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲]. کانی‌های منگنزدار دارای تنوع زیادی در طبیعت می‌باشند [۹]. کانی‌های منگنزدار شامل زیرگروه‌های اکسیدها (پیرولوزیت، پسیلوملان، تودورکیت، هاوسمانیت، کریپتوملان، بیرنسیب، رامسدلیت و نسوتیت)، هیدروکسیدها (منگانیت و پیروکرویت)، سیلیکات‌ها (براونیت) و کربنات‌ها (رودوکروسیت و کوتانهوریت) می‌باشد [۱۳]. از این میان کانی‌های منگنزدار پیرولوزیت عمده‌ترین فاز کانیایی منگنزدار می‌باشند و به طور گسترده در ذخایر منگنز جهان گزارش شده است [۱۰]. تاکنون رده‌بندی‌های مختلفی برای کانسارهای منگنز ارائه شده است. از این میان رده‌بندی‌های [۱۸، ۱۷ و ۱۴] از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و کاربردی‌تر است. عمده‌ترین فرآیندهای تشکیل ذخایر منگنز شامل فرآیندهای گرمابی، دیاژنز، هوازدگی و آب‌زاد می‌باشند. ۷۰ درصد ذخایر اصلی منگنز موجود در قاره‌ها مربوط به دوره پروتروزوئیک می‌باشد [۱۵]. پهنه ایران زمین از مناطق با پتانسیل معدنی بالا برای منگنز قلمداد می‌شود. در ایران حدود ۴۰ تا ۴۵ معدن، کانسار و رخداد منگنز وجود دارد [۴]. در ایران کانسارهای منگنز با خاستگاه‌های گوناگون رسوبی، رسوبی-آتشفشانی وگرمابی شناخته شده‌اند. فازهای کانه‌زایی منگنز در ایران شامل پرکامبرین پسین-کامبرین پیشین، پالئوزوییک پسین، کرتاسه، کرتاسه-پالئوژن، ائوسن-الیگوسن و میوسن پسین-پلیوسن می‌باشند. در این میان بیشتر ذخایر منگنز در زمان ترشیاری تشکیل شده است [۵]. محدوده مورد مطالعه به صورت شش ضلعی ABCDEF می‌باشد که مختصات جغرافیایی آن در (جدول۱) آمده است. محدوده ذخیره منگنز خلیفه کمال واقع در فاصله حدود ۱۵۵ کیلومتری شهر زنجان در اتوبان زنجان - تبریز سمت راست جاده ۷ کیلومتر خاکی و با جاده های دسترسی به روستای خلیفه کمال می رسیم که در مجاورت محدوده واقع است(شکل۲). منطقه مورد مطالعه در تقسیم‌بندی های زمین‌شناسی و ساختمانی ایران که توسط نبوی (۱۳۵۵) [۷] ارائه شده است در زون البرز واقع شده است (شکل۳) و بر اساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ساختمانی ایران توسط Stocklin (1968) [۱۹] منطقه مورد مطالعه جز زون ایران مرکزی محسوب می‌شود (شکل۴). این محدوده برروی نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰ هشترود (شکل۵) [۲] و ۱:۱۰۰۰۰۰ میانه [۳] محدوده واقع شده است.

جدول۱: مختصات طول و عرض جغرافیایی رئوس چهار ضلعی محدوده

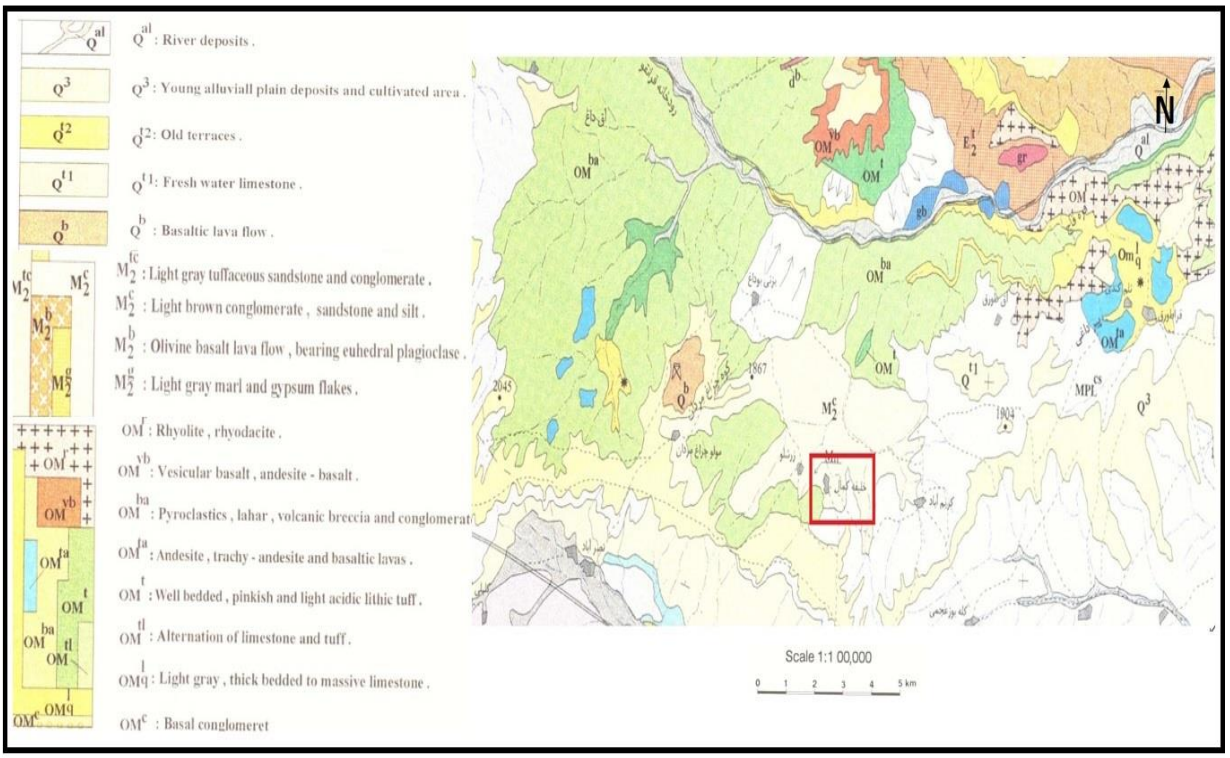
	NORTHING	EASTING	(Utm)X ,Y
A	0.N37 17 47	0.E47 17 51	38 S 703641 4130227
B	0.N37 18 24	0.E47 17 51	38S 703613 4131368
C	0.N37 18 24	0.E47 19 26	38S 705952 4131425
D	0.N37 17 00	0.E47 19 26	38S 706016 4128836
E	0.N37 17 00	0.E47 18 26	38 S 704538 4128800
F	0.N37 17 47	0.E47 18 26	38 S 704503 4130248



شکل۱: نقشه راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن در نقشه جغرافیایی ایران



شکل۲: پهنه‌های رسوبی – ساختاری ایران (آقانباتی، ۱۳۸۳) [۶] . **شکل۳:** تقسیم‌بندی واحدهای ساختمانی-رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)



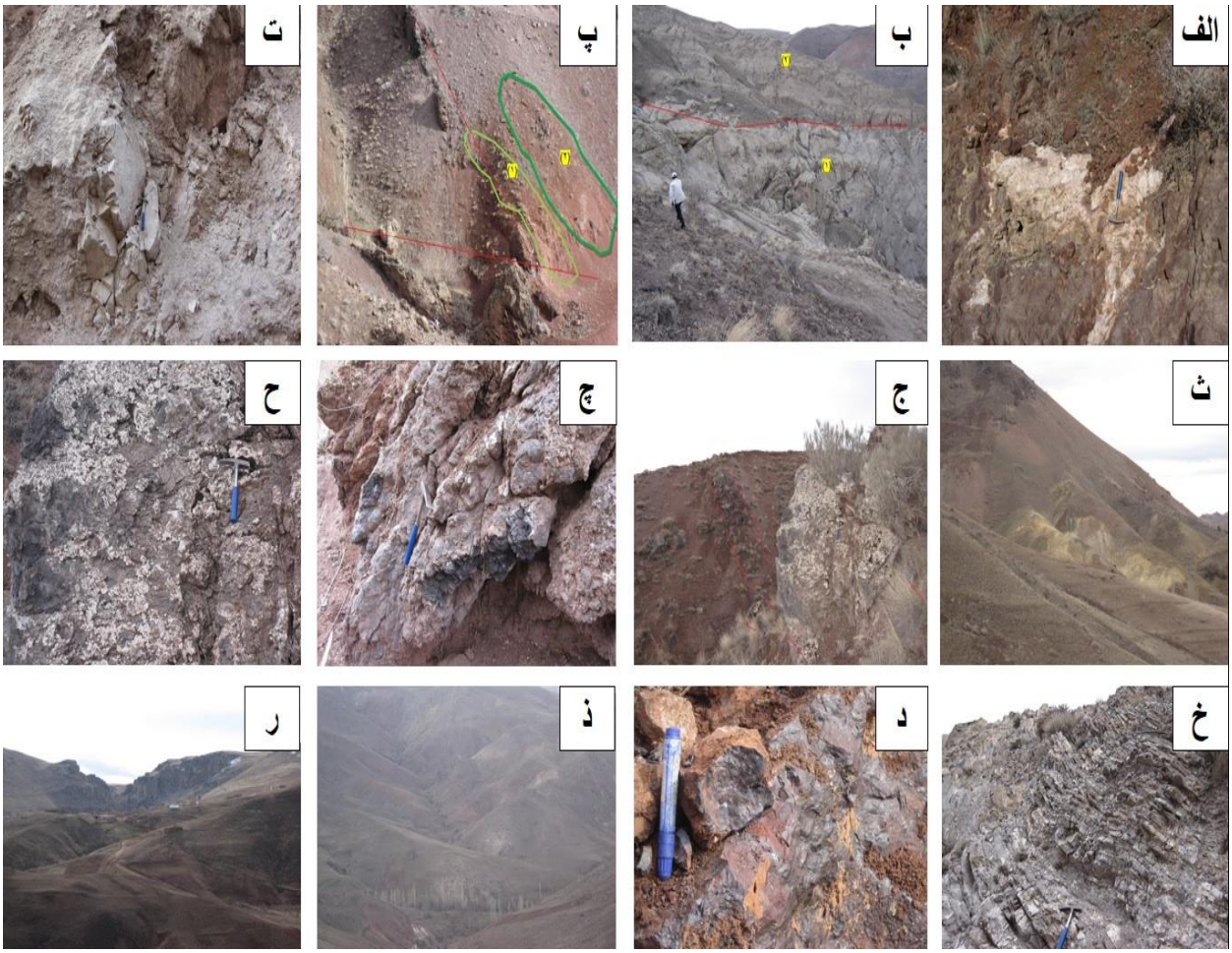
شکل۴: موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هشترود

روش مطالعه

برای کسب اطلاعات پایه و اولیه، اقدام به مطالعه نقشه‌ها (توپوگرافی، زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ هشترود و میانه)، عکس‌های هوایی (۱:۵۰۰۰، ۱:۱۰۰۰۰، ۱:۲۰۰۰۰)، تصاویر ماهواره‌ای، پایان نامه‌ها، گزارشات، مقالات [۶] و جستجوهای رایانه‌ای از پایگاه‌های اینترنتی جهت آشنایی هر چه بیشتر با موضوع و منطقه مورد مطالعه گردید تا یک دید کلی و جامع از مراحل انجام کار و تحقیقات به دست آید. سپس مطالعات صحرایی شامل پیمایش، شناسایی واحدهای سنگی و زون‌های کانه‌زایی، نمونه‌برداری از رخنمون رگه‌ها و عکس برداری از پدیده‌ها و عوارض زمین‌شناسی به عمل آمد. به منظور مطالعات سنگ‌نگاری و کانه‌نگاری تعداد ۸ نمونه از کانه برای تهیه مقاطع صیقلی و ۱۲ نمونه از سنگ میزبان برای مقاطع نازک مورد استفاده قرار گرفتند، بافت آن‌ها مشخص گردید و با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان مورد بررسی قرار گرفتند.

زمین‌شناسی منطقه

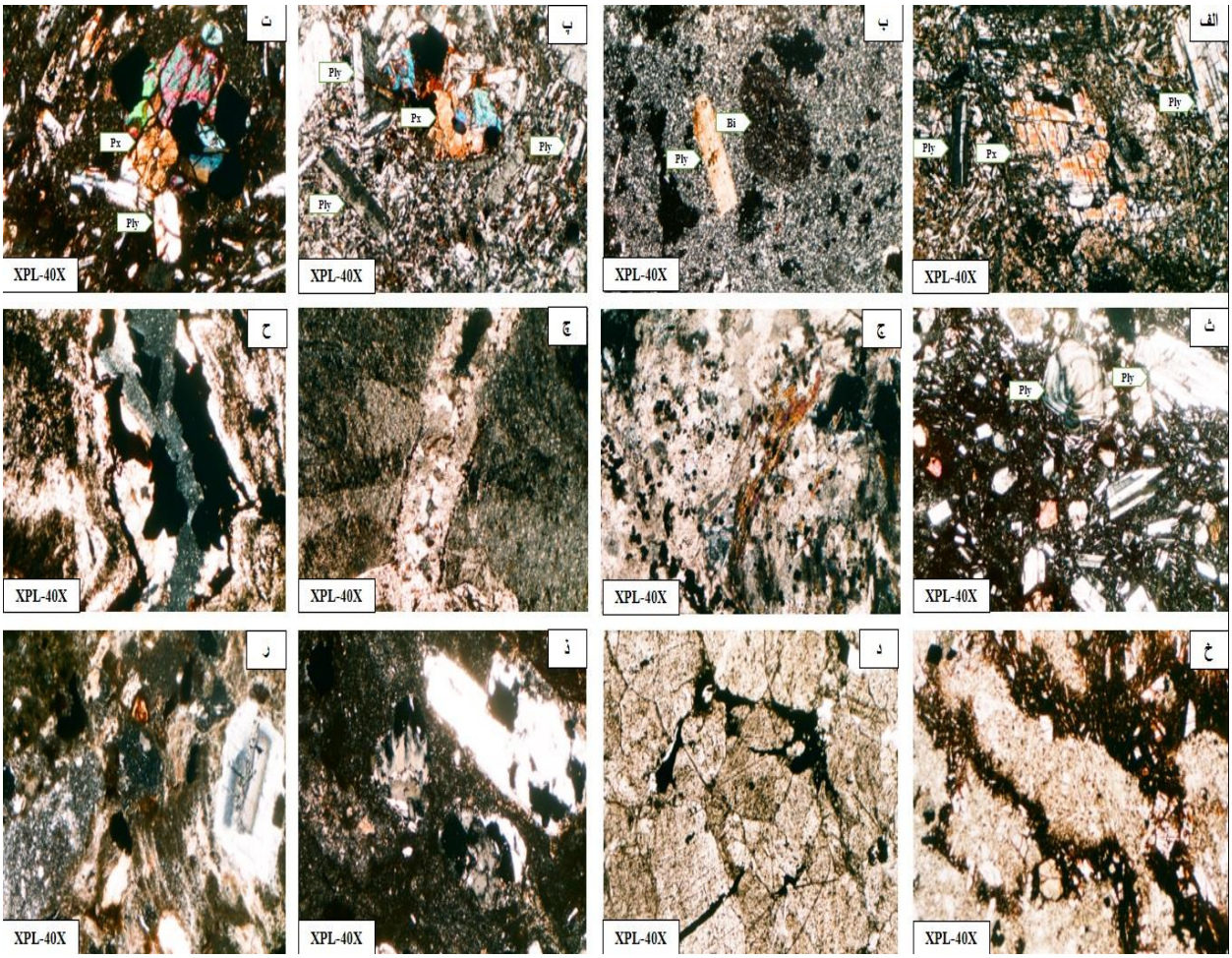
با توجه به "تقسیم‌بندی زمین‌شناسی کانسارهای منگنز به روش گیلبرت و پارک" و همچنین "تقسیم‌بندی ذخایر منگنز ایران از لحاظ منشا" این ذخیره در دسته ذخایر گرمابی یا هیدروترمال منگنز تقسیم‌بندی می‌شود، و دارای سنگ میزبان آندزیتی و رگه‌های هیدروترمال سیلیسی همراه با کربنات کلسیم و باریت می‌باشد.کانی‌های همراه در اثر ماهیت، اصول انتقال و ته‌نشست سیالات کانه‌دار بوجود آمده‌اند. البته اکسیدهای آهن هماتیت و گوتیت نیز در رگه ها مشهودند. رگه محدوده خلیفه کمال درون سنگ میزبان وسیع آندزیتی دارای اکسید آهن بالا قرار گرفته و خود رگه کلسیتی همراه با کانه‌های ریز و درشت پیرولوزیت به صورت پراکنده در متن رگه می‌باشد. ترانشه‌هایی که در رخنمون‌های رگه که از واریزه پر شده و تخته سنگ‌های رخنمون یافته حفر شده است نشان می‌دهد که عیار منگنز در ترانشه‌ها بیشتر از سطح بوده و به صورت سیاه تر و با تمرکز بالاتر از پیرولوزیت مشخص می‌باشد. این کم عیار بودن در سطح را این‌گونه می‌توان توجیه نمود که کانی‌های ریزدانه پیرولوزیت در سطح نرم بوده و با فرسایش از روی رگه شسته شده اند. وجود کلسیت، فرآیند سیلیسیفیکاسیون و باریت در رگه‌ها باعث افزایش مقاومت در برابر فرسایش شده است لذا عیار در سطح، کمتر از ترانشه‌ها و عیار ترانشه‌ها کمتر از عمق‌های بیشتر خواهد بود. رگه خلیفه کمال دارای ۱۰۰ متر رخنمون به ضخامت ۲ متر و عیار میانگین حدود ۴۰٪ MnO و خود رگه آهکی می باشد.



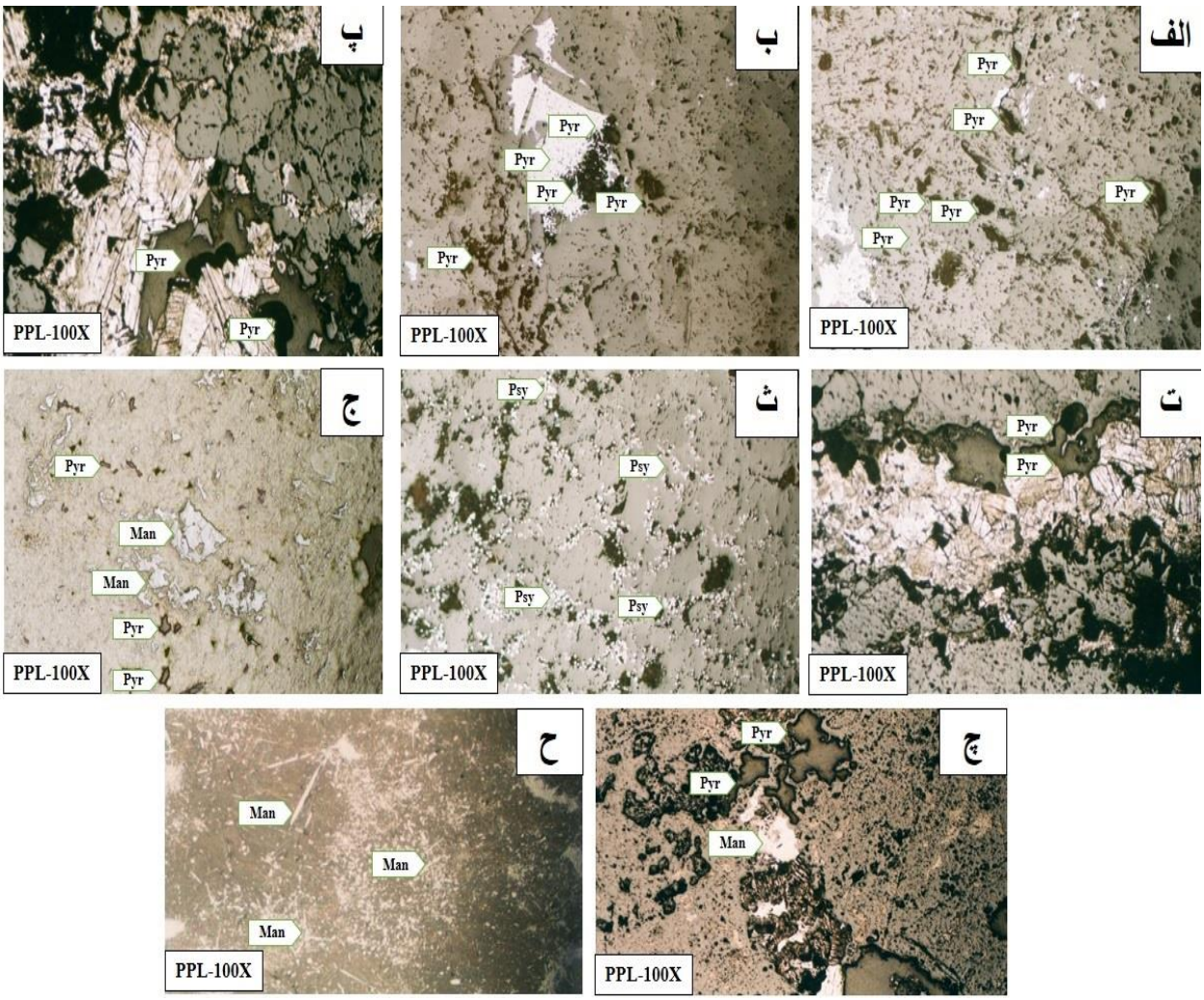
شکل۵: الف) رخنمون باریت هیدروترمالی در سنگ میزبان آندزیتی ب) کنتاکت واحد لیتیک توف (۱) با واحد جوانتر کنگلومرا(۲) پ) زون خرد شده(۱) زون آلتراسیون آرژیلیک (۲) و موقعیت رگه ها و گسل ها ت) تراکیت توف در دره الله داد دره سی ث) توف با رنگ زرد روشن در مجاورت رگه ج) رخنمون رگه خلیفه کمال چ) رخنمون ضعیف پیرولوزیتی رگه ح) آثار پیرولوزیت خ) تکتونیک فعال در منطقه د) رخنمون هماتیت منگنز دار در رگه ذ) نمایی از مورفولوژی منطقه ر) نمای روستای خلیفه کمال در مجاورت محدوده

مطالعات سنگ‌نگاری و کانه‌نگاری

مطالعات سنگ‌نگاری شامل مطالعه کانی‌شناسی کانی‌های سنگ‌ساز و باطله (غیرفلزی) و مطالعه بافت‌های موجود در سنگ می‌باشد. با توجه به مشاهدات صحرایی و مطالعات میکروسکوپی بر روی نمونه‌های اخذ شده از منطقه مطالعاتی، سنگ‌شناسی منطقه شامل آندزیت‌ها، بازالت‌ها، توف‌های ایگنمبریتی و ریولیت بوده و باطله‌های تشکیل دهنده آن‌ها عمدتا کلسیت، سیلیس و باریت می‌باشد که مقدار زیادی کانی کدر آن‌ها را همراهی می‌کنند. مطالعات کانه‌نگاری شامل کانی‌های کدر می‌باشند که عمدتا شامل پیرولوسیت، منگانیت و هماتیت می‌باشد که همانند کوارتز در اثر دگرشکلی شکننده خرد شده‌اند ولی گاها شکل خود را حفظ کرده‌اند. بافت‌های مشاهده شده در منطقه شامل پورفیریتیک، هیالو پورفیریتیک، میکرولیتیک پورفیریتیک، گلومرو پورفیریتیک، بادامکی و لایه‌ای می‌باشد.



شکل۶: تصاویر میکروسکوپی از مقاطع سنگی منطقه مورد مطالعه. الف) سنگ آندزیتی با فنوکریست‌های پلاژیوکلاز و پیروکسن در زمینه کلسیت، پلاژیوکلاز، شیشه و اپاک با بافت هیالوپورفیریتیک و میکرولیتیک پورفیریتیک، ب) توف آندزیتی دگرسان شده، پ) سنگ بازالت با فنوکریست‌های پیروکسن و پلاژیوکلاز با بافت گلومروپورفیریتیک، ت) توف بازالتی الیوین‌دار با فنوکریست‌های پیروکسن و پلاژیوکلاز با خمیره شیشه‌ای و بلورهای ریز پلاژیوکلاز و پیروکسن، ث) سنگ توف آندزیتی با فنوکریست‌های پلاژیوکلاز با ماکل پلی‌سنتیک و زونینگ همراه پیروکسن در زمینه‌ای از شیشه و کانی‌های اپاک، ج) تبلور بلورهای ترمولیت، اکتینولیت در زمینه کلسیت همراه نمونه‌های کانساری پراکنده، چ) رگه کلسیتی در متن سنگ اسپارایتی به همراه بلورهای ریز که کانسار منگنز را قطع می‌کنند، ح) پدیده دولومیتی شدن در امتداد رگه‌های موجود در متن سنگ کلسیت به همراه کانی‌های اپاک (پیرولوسیت)، خ) تمرکز اکسید آهن به صورت لایه‌ای در بین توف بازالتی، د) بلورهای اسپارایتی خرد شده کلسیت که در مرز آن‌ها جایگزینی کانه‌های فلزی مشاهده می‌شود، ذ) متن سنگ ایگنمبریتی با ترکیب آآندزیتی با بلورهای سوزنی شیشه‌ای، ر) سنگ توف ریولیتی با فنوکریست‌های پیروکسن، بیوتیت و سانیدین با ذرات ریز کوارتز و اپاک.



شکل ۷: تصاویر میکروسکوپی از کانه‌های مشاهده شده: الف) تجمع بلورهای ریز پیرولوسیت به صورت دانه‌ای و پراکنده، ب) بلورهای ریز پیرولوسیت که با هم تجمع یافته و سطحی را به خود اختصاص داده‌اند، پ) بلورهای خرد شده پیرولوسیت در بین بلورهای سنگ در برگیرنده، ت) بلورهای خرد شده پیرولوسیت با سطح کلیواژ مشخص در امتداد رگه‌های موجود در متن سنگ، ث) تمرکز بلورهای ریزدانه گرد شده پسیلوملان در حواشی و مرز دانه‌های سنگ در برگیرنده، ج) نمایی از کانی‌های پراکنده پیرولوسیت و بلورهای سفید رنگ مانگانیت، چ) نمرکز بلورهای درشت پیرولوسیت و کریپتوکریستالین در متن سنگ با بلورهای سفید رنگ مانگانیت، ح) بلورهای رشته‌ای و الیافی مانگانیت در متن سنگ.

مقایسه کانسار منگنز خلیفه کمال با کانسارهای منگنز آتشفشانی- رسوبی

براساس تقسیم‌بندی موزیر و پیج [۲۰]، کانسارهای منگنز آتشفشانی-رسوبی به چهار نوع قبرس، کوبا، المپیک پنینسولا و فرانکسین تقسیم می‌شوند که ویژگی‌های زمین‌ساختی، سنگ میزبان، شکل هندسی ماده معدنی، عناصر فلزی، کانه‌های معدنی، کانه‌های باطله و دگرسانی آن‌ها با کانسار منگنز خلیفه کمال مورد مقایسه قرار گرفته است.

جدول۲: مقایسه کانسار منگنز خلیفه‌کمال با انواع مختلف کانسارهای منگنز آتشفشانی-رسوبی بر اساس رده‌بندی موزیر و پیج

ویژگی‌های شاخص	کانسار منگنز خلیفه کمال	نوع فرانکسین	نوع کوبا	نوع المپیک پنینسولا	نوع قبرس
محیط زمین‌ساختی	----------	پشته‌های میان اقیانوسی، پشت کمانی	کمانی و پشته‌های میان اقیانوسی	کوه‌های میان اقیانوسی	پشته‌های میان اقیانوسی و پشت کمان
سنگ میزبان	آندزیت‌ها، بازالت‌ها، توف ایگنمبریتی و ریولیت	چرت، شیل، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ تیره و توف	توف ریولیتی تا آندزیت، ژاسپر و چرت	بازالت‌های بالشی، آهک‌های قرمز و آگلومرا	چرت رادیولاریتی، بازالت بالشی و ژاسپر قرمز
شکل هندسی ماده معدنی	به صورت رگه‌ای بوده و داخل گسل‌ها، درزه‌ها و شکستگی‌های سنگ‌ها	نازک و کم پهنا تا عدسی و عریض	عدسی شکل	عدسی کم پهنا و نازک	عدسی شکل
عناصر فلزی	Mn, Fe, Cu	Mn, Fe, Cu, Ba, Hg	Mn, Fe, Cu, Ba	Mn, Fe, Cu, Ba, Hg	Mn, Fe, Ni, Co, Zn, Cu
کانه‌های معدنی	پیرولوسیت، پسیلوملان و منگانیت	پسیلوملان و پیرولوزیت	پسیلوملان، پیرولوزیت و براونیت	بمنتیت، هاوسمانیت و نئوتوسیت	هیدروکسید منگنز بی‌شکل و غیرقابل تشخیص
کانه‌های باطله	کلسیت، سیلیس، باریت و هماتیت	کوارتز، کلسدونی، هماتیت و باریت	کوارتز، کلسیت و ژاسپر	کوارتز، هماتیت، کلسیت و باریت	پیریت، کوارتز، کلسیت و باریت
دگرسانی	آرژیلیکی، کلسیتی‌شدن، سیلیسی‌شدن و باریتی شدن	کربناتی و سیلیکاتی	کلریتی، آرژیلیکی و هماتیتی شدن	سیلیسی	---------

نتیجه گیری

کانی‌سازی در منطقه به صورت رگه‌ای بوده و داخل گسل‌ها، درزه‌ها و شکستگی‌های سنگ‌ها صورت گرفته است. سنگ میزبان اندیس منگنز خلیفه‌کمال شامل آندزیت‌ها،بازالت‌ها، توف ایگنمبریتی و ریولیت بوده که کانی‌های سازنده آن‌ها شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن، بیوتیت، الیوین و کوارتز می‌باشد. مهمترین کانه‌ها شامل پیرولوسیت و منگانیت بوده و کانی‌های باطله شامل کلسیت، سیلیس، باریت و هماتیت می‌باشد. بافت‌های مشاهده شده در منطقه شامل پورفیریتیک، هیالو پورفیریتیک، میکرولیتیک پورفیریتیک، گلومرو پورفیریتیک، بادامکی و لایه‌ای می‌باشد.

منابع و مراجع

[۱] آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور،۵۸۶ صفحه.

[۲] امینی‌آذر، ر.، قدیرزاده، ا.، ۱۳۸۲. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ هشترود، سازمان زمین‌شناسی کشور.

[۳] خدابنده، ع. ا.، فریدی، م.، ۱۳۸۱. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ میانه، سازمان زمین‌شناسی کشور.

[۴] سامانی، ب.، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ایران، کانسارهای منگنز، سازمان زمین‌شناسی ایران، ۲۱۲ صفحه.

[۵] قربانی، م.، ۱۳۸۱. دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی اقتصادی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۶۹۵ صفحه.

[۶] مرسلی، س.ج.،حسین‌زاده.م.ر.،موید.م.، ۱۳۹۲، "کانی‌شناسی و ژنز کانسنگ کانسار منگنز زرشلو جنوب‌غرب میانه (استان آذربایجان شرقی)"، هفدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی

[۷] نبوی، م.، ۱۳۵۵. دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۰۹ صفحه.

[8] Anschutz, P., Dedieu, K., Desmazes, F., Chaillou, G., 2005. Speciation, oxidation state, and reactivity of particulate manganese in marine sediments. Chemical Geology 218, 265-27.

[9] Brusnitsyn, A.I., 2010. Mineralogy of metamorphosed manganese deposits of the South Urals. Geology of Ore Deposits 52, 551-565.

[10] Das, A.P., Sukla, L.B., Pradhan, N, Nayak, S., 2011. Manganese biomining: A review. Bioresource Technology 102, 7381–7387.

[11] Fan, D., Dasgupta, S., Bolton, B.R., Hariya, Y., Momoi, H., Miura, H., Li, J., Roy, S., 1992a. Mineralogy and geochemistry of the Proterozoic Wafangzi ferromanganese deposit, China. Econ. Geol. 87, 1430–1440.

[12] Fan, D., Yang, P., 1999. Introduction to and classification of manganese deposits of China. Ore Geology Reviews 15, 1-13.

[13] Gadd, G.M., 2010. Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. Microbiology 156, 609–643.

[14] Guilbert, J.M. and Park, Jr.C. F., 1997. The Geology of Ore Deposits, Freeman and company, New York, 985 P.

[15] Kuleshov, V.N., 2011. Manganese Deposits: Communication 1. Genetic Models of Manganese Ore Formation. Lithology and Mineral Resources 46, 473–493.

[16] Laznicka, P., 2006. Giant Metallic Deposits, Future Sources of Industrial Metals. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 719pp.

[17] Nicholson, k., 1992. Contrasting mineralogical-geochemical signatures of manganese oxides: Guides to metallogenesis, Economic Geology 87, 12531264.

[18] Roy, S., 1981. Manganese Deposits. Academic Press, London 458 p.

[19] Stöcklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: A review. AAPG Bulletin. 52, 1229-1258.

[20] Mosier Dan L., Norman J., "Descriptive and Grade-tonnage Models of Volcanogenic Manganese Deposits in Oceanic Environments: A Modification. US Government Printing Office", (1988).