

کانی شناسی و ژئوشیمی کانسنگ و سنگ میزبان کانسار منگنز جلال (جنوب غربی قم)

منصوره مهدوی^۱، محمد یزدی^۲، محمد هاشم امامی^۳

۱- دانش آموزته کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

mahdavi.mansore@yahoo.com

۲- دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۳- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، اسلامشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۹ تاریخ تصویب: ۹۲/۱۲/۱۶

چکیده

معدن منگنز جلال در شمال غرب معدن و نارچ، در جنوب غربی قم و در کمربند ولکانیکی ارومیه - دختر قرار گرفته است. بخش عمده رخنمون های منطقه را سنگ های آذرین - رسوبی تشکیل می دهند. توف، توف شیلی و سیلتی، توف برش، گدازه های آندزیت بازالتی اسپیلیتی شده و گدازه های اسپیلیتی که با ساختمان بالشی سنگ های غالب منطقه می باشند. یک سری توده های آذرین درونی در منطقه رخنمون دارند که جوان تر از توالی آذرین-رسوبی بوده و در آن ها نفوذ کرده است. بعلاوه دایک های متعددی با ترکیب آندزیت بازالتی، مخصوصا در بخش شمال غرب منطقه مشاهده می شوند که تمام واحدهای سنگی را قطع نموده و جوان تر از همه بخش های آن ها می باشند. این کانسار درون سنگ های آتش فشانی بالایی قرار دارد. کمر پایین و کمر بالای لایه منگنز دار را گدازه های آندزیت بازالتی و گدازه های اسپیلیتی تشکیل می دهند. لایه معدنی به موازات یکدیگر و در یک روند شمال غربی - جنوب شرقی دارند. گسترش طولی این لایه ها در حدود ۲۰۰۰ متر می باشد. لایه های منگنزدار این معدن در طول توسط چندین گسل (با امتداد تقریبا عمود بر امتداد لایه ها) قطع و جابجا شده است که در منتهی الیه شمال غرب این معدن به یک گسل نسبتا بزرگ محدود می گردد. موازی بودن لایه ها و همچنین عملکرد گسل ها سبب تفکیک این لایه ها شده است. به منظور تسهیل کار استخراجی آن ها به نام های معدن جلال D.B.A نامگذاری شده اند. بررسی پروفیل گمانه ها نشان می دهد که شیب لایه ها در اعماق به سمت شمال شرق می باشد. این کانسار یک کانسار پر شیب است که برخی از گسل های موجود باعث برگشتگی آن شده اند. کانه های اصلی در این لایه ها شامل پیرولوویت، پسیلوملان، اکسیدهای منگنز و کانی های باطله همراه اغلب کوارتز و کلیست است. مطالعات صحرایی، کانی شناسی و ژئوشیمیائی نشان می دهد که این کانسار از نوع اپی ترمال است.

واژگان کلیدی: کانی شناسی، ژئوشیمی، سنگ های آذرین-رسوبی، معدن منگنز جلال، قم

مقدمه

کانسار منگنز جلال در جنوب غربی قم و در مجاورت
معدن منگنز و نارچ قرار دارد و در چهار گوش ۱:۲۵۰,۰۰۰
قم و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ بر گه کهک قرار
داشته و بین طول جغرافیایی ۵۰°۴۰' الی ۵۰°۴۷' و
عرض جغرافیایی ۳۴°۲۳' الی ۳۴°۲۷' واقع شده
است. کانسار مورد مطالعه در بخش حاشیه غربی

کانی زایی در محدوده معدن به صورت چند افق چین خورده با شیب ۸۰ درجه شمال شرقی با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی، با لایه های رسوبی و آذرآواری بخش (E6) از سری ائوسن فوقانی نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ کهک به طور همشیب قرار دارد که توسط دوسری گدازه آندزیتی (درپاین) و آندزیت بازالتی (دربالا) احاطه شده است.

در سنگهای منطقه مورد مطالعه با توجه به شواهد بافتی، کانی شناسی و ژئوشیمیایی پدیده تفریق، ذوب پوسته ای اختلاط ماگمایی و آلاینش پوسته ای نیز در تکوین سنگ های حدواسط و اسیدی منطقه تاثیر گذاشته است.

بطور کلی منطقه معدن دارای یک توپوگرافی ملایم بوده که شامل توالی از سنگهای ولکانوسدیمتر می باشد.

روش تحقیق

پس از بازدید های صحرائی و مطالعه نقشه های زمین شناسی منطقه، نمونه گیری غیر سیستماتیک (پراکنده) از محدوده معدنی جهت مطالعه کانی شناسی (سنگهای میزبان و کانسنگ ها) و ساخت، بافت های مختلف کانه و سنگ درون گیر انجام گردید. از میان ۵۵ نمونه تعداد ۲۵ مقطع نازک برای مطالعات پتروگرافی، ۱۷ نمونه مقطع صیقلی برای مطالعه کانه ها و روابط بافتی آنها و ۱۳ نمونه (سنگ و کانسنگ) جهت نتیجه آنالیز برای تجزیه عناصر فرعی و کمیاب و نادرخاکی بوسیله دستگاه ICP-MS و اکسیدهای

کمر بند آتشفشانی ارومیه دختر در ایران مرکزی می باشد. ترکیب سنگ شناسی این مجموعه آتشفشانی محدوده ای از سنگ های ریولیت، تراکیت، آندزیت و بازالت را در بر می گیرد.

کانی سازی منگنز در منطقه به صورت رگه ها دیرزاد (اپی ژنتیک) رخ داده است. فعالیت های آتشفشانی منطقه معدنی در محیط خشکی صورت گرفته و ماگمای سازنده سنگهای منطقه از سری ماگماهای پرپتاسیم قلیایی است.

ماگماتیسیم رخ داده در منطقه مورد مطالعه از فرورانش پوسته اقیانوسی تئیس به زیر پوسته قاره ای ایران است [۲].

کانه زایی در این کانسار با واحدهای آذرآواری حد واسط تراکیتی و ایگنمبریتی در ارتباط بوده و تشکیل ماده معدنی در این کانسار در دو مرحله رخ داده است. در مرحله نخست، کانه زایی در واحد آذرآواری تراکیتی صورت گرفته و اکسیدهای منگنز به صورت سیمان بین رگه ورگچه های کوچک و بزرگ با بافت توده ای، گل کلمی و پراکنده تشکیل شده و مرحله دوم کانه زایی که از نظر اقتصادی دارای اهمیت است.

رگه های پرعیار ماده معدنی است که با داشتن ویژگی هایی مانند کنترل ساختاری و محدود بودن در لایه های چینه شناسی خاص، مشخص شده و می تواند یک کانسار رگه ی دیرزاد به شمار آید که سیال های گرمابی مسئول کانه زایی منگنز در هر دو مرحله شناخته شده اند.

اصلی منگنز شامل براونیت، پیرولوزیت، پسیلوملان، کریپتوملان، مانگانیت، بیکسبایت، هاسمانیت می باشد [۱].

کانی های آهن نیز به میزان زیاد در نمونه های کانسنگ دیده می شوند که شامل کانی های هماتیت هستند.



شکل ۱- توالی رسوبی آذرآواری چین خورده میزبان کانی زایی (لایه های تیره : کانسنگ منگنز)



شکل ۲- ساخت بالشی در آندزیت های کمر پایین افق کانه دار

اصلی نیز با دستگاه XRF تهیه و جهت تجزیه شیمیایی به سازمان زمین شناسی کشور ارسال گردید.

بحث

زمین شناسی منطقه

از لحاظ چینه شناسی در منطقه مورد مطالعه ، منطقه با چهار گروه سنگی شامل سنگهای آتشفشانی، سنگهای آذرین درونی (نفوذی)، سنگهای رسوبی و بالاخره کانسنگ منگنز- آهن با مقدار جزئی کلسیت و کربنات در منطقه می باشد.

واحدهای آتشفشانی منطقه شامل دو گروه گدازه ای و آذر آواری است. طبق نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ کهک سن احتمالی تراکی آندزیت ها ائوسن پایانی - الیگوسن پیشین است.

شکستگی های اصلی منطقه روند NE-SW را دارند این روند یکی از عوامل کنترل کننده کانه زایی رگه ای منگنز در منطقه به شمار می رود [۵].

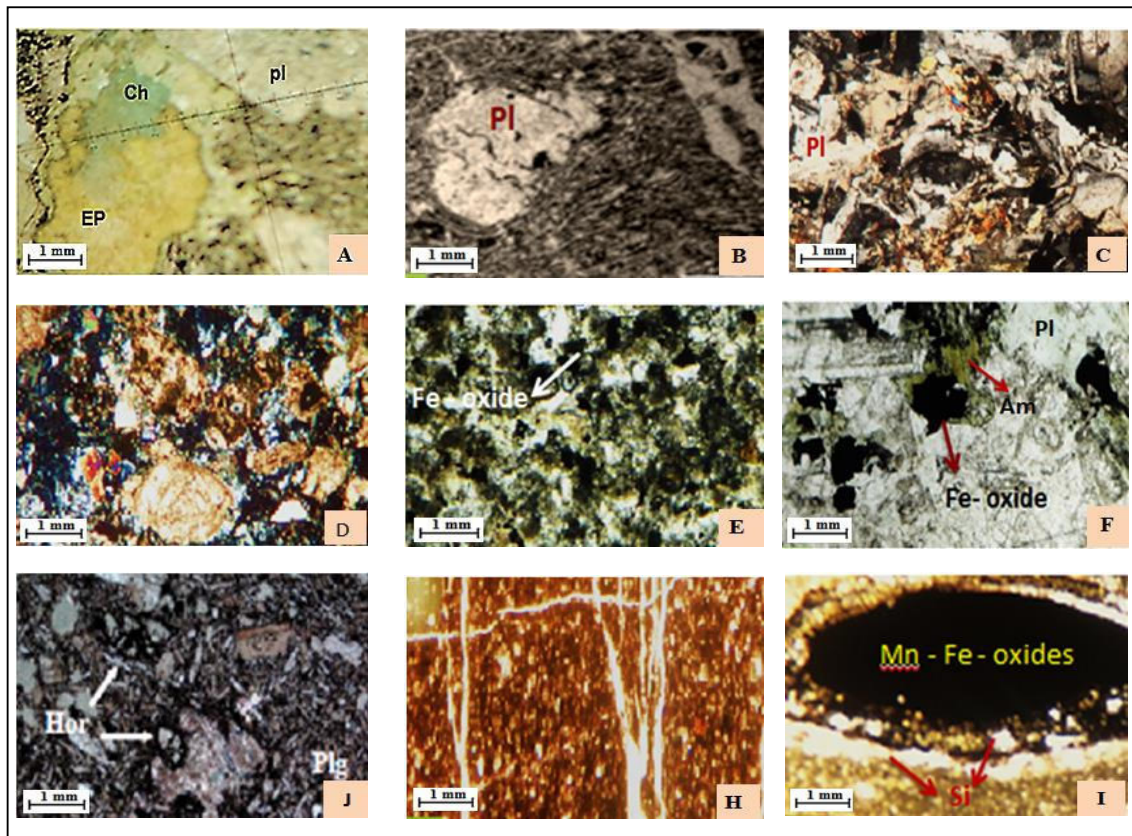
کانه زایی: کانی زایی منگنز بصورت چند افق (در مجموع با ضخامت ۱۰-۱۵ متر) غالباً بطور هم شیب و همراه با سنگ های رسوبی (شیل هماتیتی، شیل توفی، سیلتستون، آهک توفی، برش توفی، رسوبات آذرآواری شکل گرفته است (شکل ۱).

این توالی رسوبی، آذرآواری توسط گدازه های مگاپورفیری آندزیتی دگرسان شده با ساخت بالشی درپایین (شکل ۲) و گدازه های آندزیت بازالتی، توف سبز و رسوبات کلاستیکی در بالا احاطه شده است.

کانه زایی اصلی رگه ای با همین امتداد و با طول حدود ۶۰۰ متر و ضخامت های چند سانتیمتر تا ۱/۵ متر با شیب تقریباً قائم مشاهده می شود که کانه های

مطالعه پتروگرافی: از جمله بافت های مشاهده شده در گدازه های آندزیتی و آندزیت بازالتی می توان به انواع بافت های هیالو میکرولیتیک پورفیریتیک که بیشتر از فنوکریست های پلاژیوکلاز تشکیل شده (شکل ۳- A)، بافت لیتو- ویتروکلاستیک شامل قطعات آتشفشانی با زمینه شیشه ای (شکل ۳- B)، بافت کریستالو- لیتو کلاستیک با قطعات بلوری

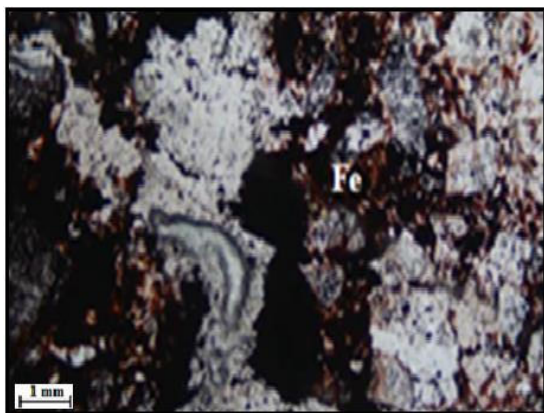
پلاژیوکلاز خرد شده و کلینوپیروکسن (شکل ۳- C)، بافت لیتو- کریستالوکلاستیک با آثار فسیلی (۳- D)، بافت کلاستیک یا ولکانوکلاستیک همرا با دانه های اپک (شکل ۳- E)، بافت گرانولار (شکل ۴- F)، بافت پورفیریتیک با خمیره میکرولیتی شیشه ای (شکل ۴- J)، بافت لامینه (شکل ۳- H) و بافت نواری همرا با اکسیدهای آهن (شکل ۳- I) نام برد.



شکل ۳- انواع بافت ها و کانیهایی موجود در سنگ های منطقه مورد مطالعه A- این نمونه شامل فنوکریست های پلاژیوکلازهای است که مقدار زیادی به کرنات و سریسیت تجزیه شده و حفره های سنگ از کلسیت، کلریت و گاه اپیدوت پر گشته است (xpl). B- قطعات آتشفشانی با زمینه شیشه ای که حاوی میکرولیت های پلاژیوکلاز گاه فنوکریست از پلاژیوکلاز حضور دارند (xpl). C- قطعات بلوری پلاژیوکلاز خرد شده و کلینوپیروکسن همراه با قطعات لیتیک آندزیت بازالتی با زمینه ی شیشه ای اوپاسیتی یا کدر شده است (ppl). D- ویژگی های این نمونه حضور آثار فسیلی اعم از فرامینفرها و یا قطعات پوسته ای صدف هاست که قالب این فسیل ها توسط (سیلیس آمورف و کلسیت) پر شده است (ppl). E- آثار فسیلی (اکسید آهن) و لکه های از کلسیت در قطعات آتشفشانی شیشه ای که توسط رگه های از کرنات کلسیم پر گشته (ppl). F- فنوکریست پلاژیوکلاز که به کانیهایی رسی و اپیدوت تجزیه شده اند در داخل پلاژیوکلازها آمفیبول نیز وجود دارد علاوه بر آن اکسیدهای آهن (xpl). J- درشت بلورهای پلاژیوکلاز در زمینه ای از میکرولیتهای شکل دار پلاژیوکلازو هورنبلندهای ریز دانه به همراه اکسیدهای آهن (xpl). H- اکسید و هیدروکسیدهای آهن به رنگ قرمز، قهوه ای با کمی لکه های کلسیت (xpl). I- اکسید آهن همراه با منگنز بصورت کلونیدی (xpl).

مطالعه دگرسانی

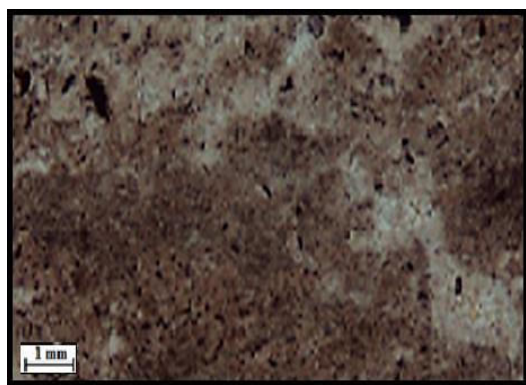
دو ظرفیتی در سیال گرمابی بالا است، به وجود می آید (شکل ۵).



شکل ۵- دگرسانی هماتی، نفوذ اکسید آهن به درون سنگ (نور ppl)

دگرسانی آرژیلیکی

دگرسانی آرژیلیکی بر اساس نتایج پراش پرتو ایکس و پاراژنز کانی شناختی در منطقه شامل کانی های کائولینیت، مونتوریلونیت، کوارتز، سریسیت می باشد (جدول ۱). این نوع دگرسانی در اثر فعالیت سیال گرمابی ایجاد می گردد. این سیال در حین عبور از فلدسپارهای موجود در سنگ های منطقه موجب از بین رفتن عناصر قلیایی و قلیایی خاکی (K^+, Na^+, Ca^{2+}) و جایگزینی H^+ می شود (شکل ۷) [۹].



شکل ۶- دگرسانی آرژیلیک (نور ppl)

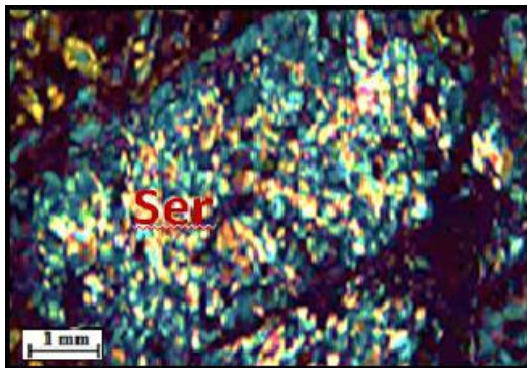
مطالعات دگرسانی براساس بررسی های صحرایی، پتروگرافی و نتایج پراش اشعه ایکس بوده است. مهم ترین دگرسانی های معدن منگنز جلال، در بخش های شرق و جنوب شرق منطقه به صورت گسترده ای مشاهده می شود. از میان فرایندهای دگرسانی موجود در منطقه، دگرسانی هماتی، دگرسانی آرژیلیک (شکل ۴)، سریسیتی شدن نمود بیشتری دارند. پیدایش کانی های رسی و سریسیتی و کربنات زایی بیشتر حاصل تجزیه پلاژیوکلاز و ظهور پدیده هایی مانند کلریتی شدن هوازگی و یا دگرسانی کانی هایی مانند هورنبلند و بیوتیت می باشد که ایجاد این دگرسانی ها وابسته به حرارت و ترکیب سیال گرمابی می باشد.



شکل ۴- دگرسانی های هماتی و آرژیلیکی منطقه

دگرسانی هماتی: بخش اعظم دگرسانی های شرق- جنوب شرق منطقه را به خود اختصاص داده است. به طور کلی دگرسانی هماتی در محیط اکسیدان و تقریباً اسیدی و در شرایطی که آهن

فلدسپار پتاسیم در اثر هجوم سیال گرمایی که حاوی یون های هیدروژن هستند به کانی های مسکوویت ریزدانه (سریسیت) تبدیل می شود (شکل ۷) [۹].



شکل ۷- درشت بلورهای پلاژیوکلاز شدیداً به سریسیت دگرسان شده اند. (xpl)

دگرسانی سریسیتی: کانی های مهم این دگرسانی عبارتند از سریسیت، کوارتز، پیریت، پیروفیلیت، کائولینت که در این میان درصد سریسیت از بقیه بیشتر است.

بر طبق نتایج حاصل از پراش پرتو ایکس، کانی های مهم این دگرسانی در منطقه مورد مطالعه می توان به کانی های مسکوویت، کوارتز، کائولینت اشاره نمود (جدول ۱). دگرسانی سریسیتی ساده ترین دگرسانی است که در طی آن کانی های فلدسپار مخصوصاً نوع

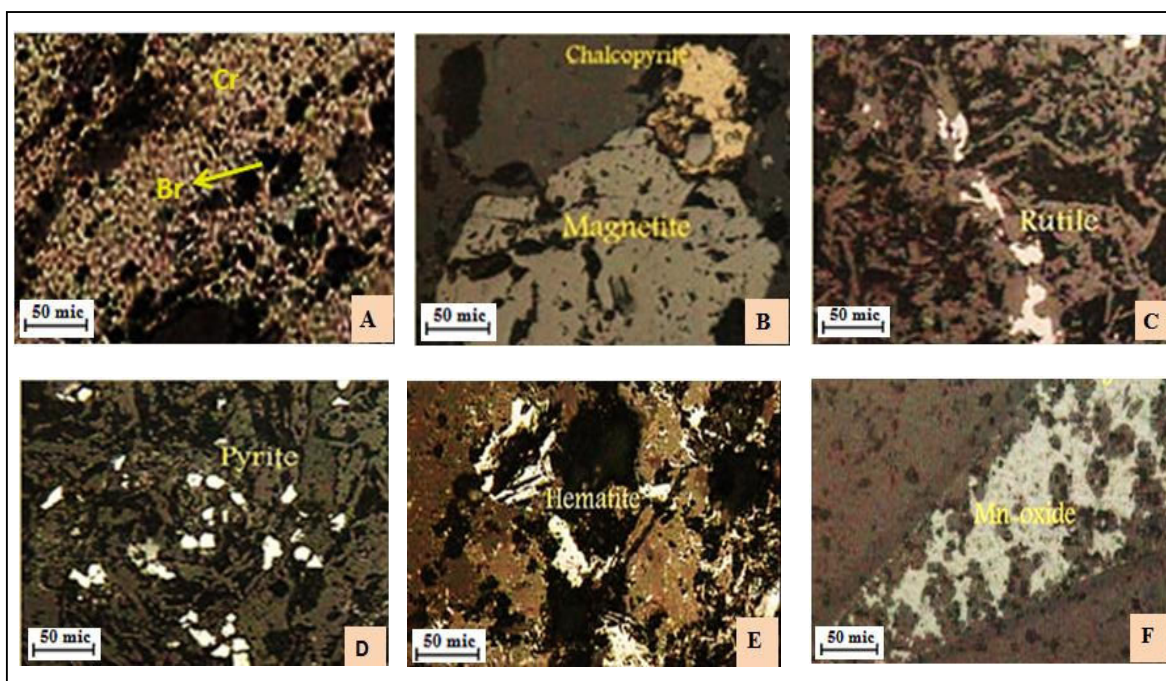
جدول ۱- نتایج پراش پرتو ایکس از نمونه های دگرسانی منطقه معدن منگنز جلال

شماره نمونه	نوع دگرسانی	نتایج تجزیه
M J - D1	دگرسانی سریسیتی	Quartz(SiO ₂), Orthoclase (KAlSi ₃ O ₈) Albite (NaAlSi ₃ O ₈), Muscovite (KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₂)
M J - D2	دگرسانی سریسیتی - آرژیلیکی - هماتیتی	Sanidin(KAlSi ₃ O ₈), Orthoclase(KAlSi ₃ O ₈) (Quartz(SiO ₂), Calcite(CaCo ₃) Muscovite(KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₂), Kaolinite (Hematite(Fe ₂ O ₃))
M J - D2 -1	دگرسانی آرژیلیکی	(Calcite(CaCo ₃), Quartz(SiO ₂) Montmorillonite(Na _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ .H ₂ O (Chlorite, Sanidin(KAlSi ₃ O ₈))
M J - D3	دگرسانی هماتیتی	Quartz(SiO ₂), Sanidin(KAlSi ₃ O ₈) ,(Orthoclase(KAlSi ₃ O ₈) Calcite(CaCo ₃) (Chlorite, Hematite(Fe ₂ O ₃))
M J - D4	دگرسانی کلریتی	(Sanidin(KAlSi ₃ O ₈), Orthoclase(KAlSi ₃ O ₈) Quartz(SiO ₂), Calcite(CaCO ₃), Chlorite
M J - D4 - 2	دگرسانی آرژیلیکی - هماتیتی	(Orthoclase(KAlSi ₃ O ₈), Calcite(CaCo ₃) Montmorillonite(Na _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ .H ₂
M J - D5	آرژیلیکی - هماتیتی	Montmorillonite(Na _{0.3} (Al,Mg) ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ .H ₂ O Quartz(SiO ₂), Sanidin(KAlSi ₃ O ₈), Anorthoclase, (Albit(NaAlSi ₃ O ₈))

مطالعه مقاطع صیقلی

می شوند. کانی براونیت هم بصورت ریزدانه در زمینه و گاهی هم بصورت بلورهای ساب هدرال (نیمه شکل) و بی شکل درشت دانه تر مشاهده می شود [9]. براونیت کانی است که در شرایط pH پایین در Eh خیلی بالا و در شرایط pH بالا در Eh پایین تشکیل می شود. سایر کانه های منگنز که با روش XRD شناسایی شدند عبارتند از: ردونیت، منگانیت، هاسمانیت می باشد (شکل ۸).

مهم ترین کانه هایی که در مقاطع صیقلی مشاهده می شوند شامل کانی های براونیت (سیلیکات منگنز)، پیرولوزیت و تجمع پسیلوملان و باطله های کلسیت، روتیل، رودوکروزیت، کالکوپیریت، پیریت و هماتیت می باشد. کانی های منگنز منطقه از نظر اندازه میکروکریستالین (کوچک تر از ۱۵μ) هستند و اغلب بصورت لامینه ای و به موازات کانی های باطله دیده



شکل ۸- تصاویر میکروسکوپی از اکسیدهای منگنز و کانه های باطله. A- کانی پسیلوملان به همراه کریپتوملان (نور xpl). B- پراکندگی کانی مگنتیت و کالکوپیریت (xpl). C- پراکندگی کانی روتیل در کانسنگ (xpl). D - نفوذ کانی پیریت در کانسنگ (xpl). E- کانی هماتیت در بین اکسیدهای منگنز (xpl). F- رگه نفوذی کلسیت در مجاورت کانی براونیت نور (xpl).

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای عناصر اصلی سنگهای پلوتونیک و ولکانیک منطقه مورد مطالعه

Sampl.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	SO ₃
M-J-QM1	57.44	15.97	1.83	7.02	3	2.3	3.37	3.89	0.51	0.09	1.19	0.1
M-J-QM2	58.24	15.19	1.83	8	2	2.34	2.81	4.6	0.57	0.16	1.3	0.1
M-J-QM3	55.63	16	1.69	7.46	3.3	2.51	3	3	0.48	0.16	1.22	0.1
M-J-QM4	56.54	16.29	1.81	8.13	2.8	2.33	2.48	4.3	0.51	0.14	1.31	0.1
M-J-G1	70.65	17	0.92	1.88	1.26	0.77	0.47	4.61	0.01	0.05	0.35	0.1
M-J-G2	69.35	17.38	1.88	2.8	0.92	1.85	0.27	2.63	0.01	0.06	0.32	0.1
M-J-MD1	54	15.9	2.71	6.46	5.98	4.5	4.29	3.07	0.02	0.09	0.82	0.1
M-J-MD2	52.65	18.48	3.79	7.14	5.81	3.78	5.83	0.19	0.02	0.13	0.69	0.1
M-J-B1	43.1	20.9	0.5	0	15.1	0.2	4.7	0.1	0.09	0.05	0.48	0.1
M-J-B2	48.77	17.28	10.34	3.1	5.61	3.91	4.02	2.78	0.59	0.2	3.18	0.1
M-J-A1	65.2	16.4	1.95	2.05	3.5	1.5	4.1	2.1	0.11	0.31	0.34	0.1
M-J-A2	56.2	17.8	5.6	60	7.5	4.86	3.5	1.65	0.32	0.13	0.64	0.1

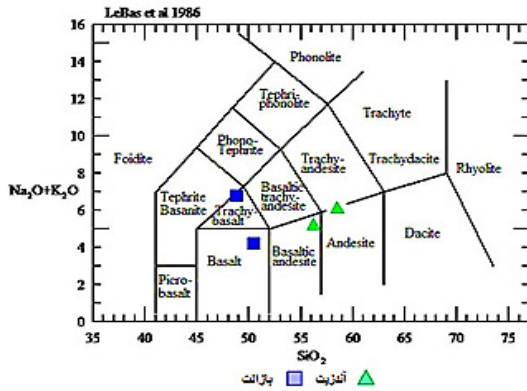
جدول ۴- نتایج تجزیه های شیمیایی عناصر کمیاب و کمیاب خاکی نمونه های مورد مطالعه

Sample	M-J-QM1	M-J-QM2	M-J-QM3	M-J-QM4	M-J-G1	M-J-G2	M-J-MD1	M-J-MD2	M-J-B1	M-J-B2	M-J-A1	M-J-A2
Ag	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	2.13	-	3.47	-
As	<1	8.4	<1	4.7	3	1.3	3	3.2	100.03	-	99.9	-
Ba	893	950	1000	850	279	200	430	350	29884.68	-	24322.81	-
Bi	2.5	1.9	2.3	2	1	0.5	1	2	0.2	0.2	0.2	0.1
Be	1.5	2	2	1.8	2	3	2	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cd	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	647.1	650	764.3	755
Ce	104	100	99	104	95	65	120	119	2.5	2.25	1.5	2
Co	12	7	11	10	1.3	2	28	28	1.5	1.75	2.9	3
Cu	29	25	33	40	0.4	0.3	22.8	2	52.5	50	31.6	13
Dy	7.84	9	7	9.5	8.37	5	5	10.5	20.6	23	27.6	26
Eu	2.63	2.87	2.63	2.7	1.1	0.9	4	3.5	62.1	50	24.5	40
Ga	25	24	24	24	16.5	20	25.5	23	30.7	35	150.9	120
Gd	11	9	11	9.5	5	8.5	12	7.5	5.2	5.62	5.4	5
Ge	1.5	1.4	1.9	1.5	16.5	18	25.5	24	21	1.18	25	3
Hf	9	11	9	8.5	9.8	9	8	11	1.2	2.12	1.8	0.94
Hg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	18.4	17.2	24	22.2
Ho	1.48	1.83	1.48	1.83	1.75	1.07	0.69	0.83	7.7	7.5	12	10
La	52	60	50	48	44	40	74	35	1.7	1.5	27	2.2
Lu	0.57	0.67	0.65	0.75	0.77	0.69	0.14	0.2	26.8	25	8.1	7.5
Mn	681.5	1059.4	998.2	1421.3	-	-	-	-	0.09	0.05	0.03	0.01
Mo	1.8	145.4	47.1	53.2	0.1	0.1	1.8	1	1	1.1	1.3	0.39
Nb	37.7	45.5	42.4	47.5	-	-	-	-	26.8	24.5	18.4	16.25
Nd	24.8	42.7	36.7	31.5	45.5	32	61	66.5	681.5	655.7	1982.5	1546
Pr	11.8	12	12.5	11.5	12.07	12	16.16	14.57	24.8	27	20	13
Rb	96	118	90	103	109	80.3	66	60.2	14.8	31	12.9	15
Sb	0.9	0.7	0.7	0.6	0.2	0.1	0.3	0.1	24.8	21	25.5	23
Sc	19	21	20	19	9	11	11.28	11.28	9.1	6.66	12.7	3.22
Sm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	152.4	145	157.8	150
Sn	9.42	11.8	9.5	10.5	9.1	6.5	12.19	13.66	0.9	0.8	5.2	4.5
Sr	3	5	3	4	3	4	5	4	17.7	16.5	24.1	23
Ta	270	224	197	120	28.5	37.5	409	471	0.1	0.1	<0.1	0.1
Tb	1.5	1.86	1.5	1.9	0.62	0.6	0.85	1.5	3.8	2	5.8	1
Ti	4551.4	5451.7	6137.6	3877.6	95	98	73	75	588.8	415	592.2	730
Th	10.2	13.6	10	11	13.7	14.1	8.3	7.6	22	21	2.3	2.5
Tl	0.47	0.59	0.46	0.51	0.5	0.6	0.45	0.23	0.9	0.5	0.8	0.7
Tm	0.59	0.73	0.59	0.71	0.76	0.82	0.96	0.21	5451.4	5445	4799.2	4500
U	3.49	5.51	3.5	3.41	2.9	3	0.9	22	24	2.25	20.7	1.7
V	84	61	62	73	16	17	104	220	0.8	0.49	1.2	0.49
Y	47.5	56.2	49.3	56.4	50.4	47.2	21.3	23	0.6	0.42	0.9	0.16
Yb	3.6	4.4	3.5	4.19	4.99	4.65	2.5	1.01	6.7	6.5	12.3	0.5
Zn	138	275	290	257	9	4.5	105	97	19.13	24.8	320.3	300

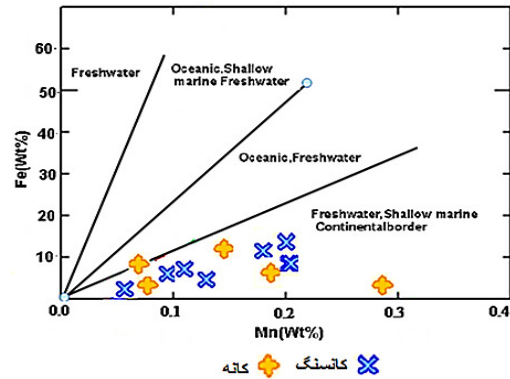
ژئوشیمی کانسنگ

به منظور تعیین تیپ کانسار و محیط نهشت آن ها از نمودارهای (Fe-Mn)، (Fe-Mn-Al) استفاده شده است (شکل های ۹ و ۱۰).

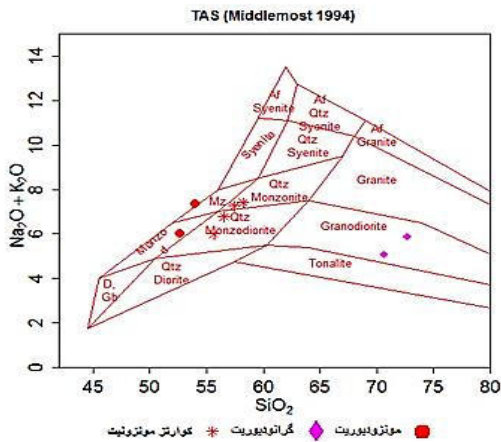
نمودارهای ابروین بارگار (شکل ۱۴) استفاده شده [11] است که براساس این نمودارها سنگ های منطقه در محدوده ساب آکالن قرار می گیرند.



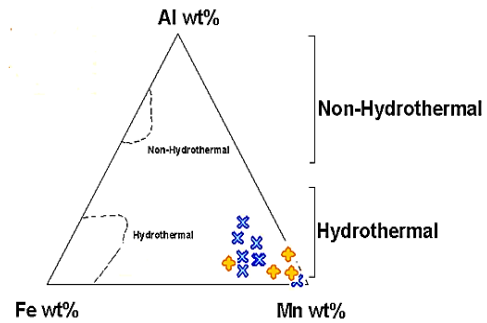
شکل ۱۱- طبقه بندی ژئوشیمیایی و نام گذاری سنگهای آتشفشانی با استفاده از نمودار مجموع آکالی در مقابل SiO₂ [12].



شکل ۹- نمودار Fe-Mn برای تفکیک محیط رسوب گذاری منگنز [16].



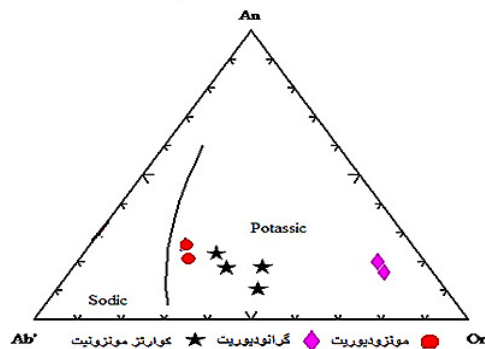
شکل ۱۲- نمودار نامگذاری سنگهای نفوذی منطقه با استفاده از نمودار TAS [14].



شکل ۱۰- نمودار سه تایی Mn-Al-Fe جهت تفکیک تیپهای مختلف کانسار منگنز [17].

ژئوشیمی سنگ میزبان

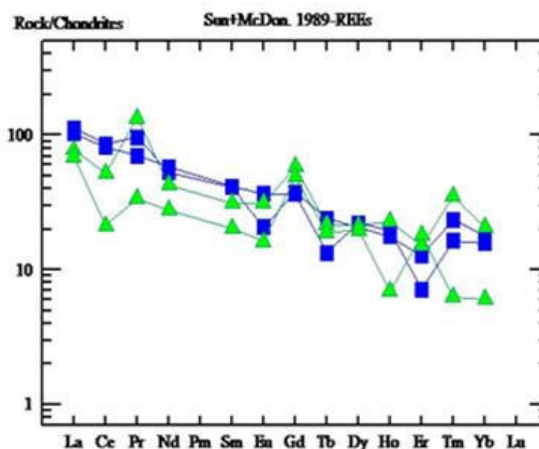
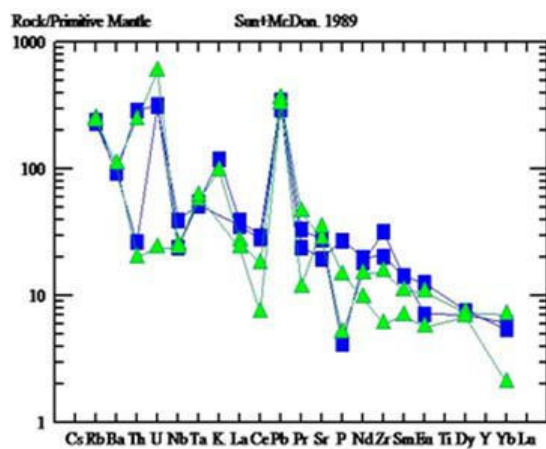
براساس نمودار TAS و نمودار مجموع آکالی در مقابل SiO₂ طبقه بندی ژئوشیمیایی و نام گذاری سنگ های آتش فشانی و پلوتونیک سنگ های منطقه (شکل های ۱۱ و ۱۲) در محدوده بازالت، تراکی بازالت، آندزیت، آندزیت- بازالت و سنگ های نفوذی در محدوده مونزونیت، گرانودیوریت، مونزودیوریت و کوارتز مونزونیت قرار می گیرند. جهت تعیین سری ماگمایی این سنگ ها از



شکل ۱۳- نمودار (ابروین و بارگار) جهت تعیین سری ماگمایی [11].

دلیل مثبت بودن بی هنجاری و افزایش عناصری مانند Cu, Zn, Pb, Ba می تواند نفوذ سیالات گرمایی به داخل سنگ های منطقه باشد. همچنین باریم می تواند جایگزین پتاسیم در شبکه پتاسیم فلدسپارها و یا بیوتیت ها شود، که این امر نیز موجب افزایش باریم در منطقه می گردد [۸]. در نمودارهای عناصر ناسازگار دگرسانی های منطقه نیز، عناصر کمیاب Ti, Sr, Rb, Nb, Y, Yb و عناصر واسطه Ni, Cr دارای بی هنجاری منفی و عناصر U, Ba, Th, Zr, La بی هنجاری مثبت عناصر واسطه Cu, Zn, Pb دارای بی هنجاری مثبت هستند (شکل ۱۴). نمودار عنکبوتی عناصر کمیاب دگرسانی ها با سنگ های منطقه شباهت زیادی دارد و تغییرات عناصر در این نمودارها دارای روند مشابه ای با یکدیگر می باشد. و تنها تفاوت این نمودارها در میزان غنی شدگی و تهی شدگی تعدادی از عناصر می باشد. در این نمودارها، سنگ های منطقه در عناصر U, Ba, Cu غنی شدگی و در عناصری مانند Sr, Nb, Rb تهی شدگی بیشتری نسبت به دگرسانی های منطقه نشان می دهند. [۲]

نمودار عنکبوتی عناصر کمیاب Ti, Sr, Rb, Nb, Y, Yb، عناصر واسطه Ni, Cr دارای بی هنجاری منفی، عناصر U, Ba, Th, Zr, La و عناصر واسطه Cu, Zn, Pb دارای بی هنجاری مثبت هستند. بی هنجاری منفی عناصر Ni, Nb, Ti شواهدی دال بر قرار گرفتن منطقه در زون فرورانش می باشد. از طرف دیگر غنی شدگی عنصر Th نیز حاصل فازهای سیال مرتبط با فرورانش است. غلظت عناصر کمیاب توسط کانی های مخصوص کنترل می شود، پایین بودن بی هنجاری عنصر Sr به علت تفریق کانی های پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی ها و بیوتیت موجود در سنگ های منطقه می باشد. احتمالاً بی هنجاری منفی عنصر Rb نیز توسط کانی های پتاسیم داری از قبیل مسکویت، بیوتیت، پتاسیم فلدسپار (به علت جایگزینی با عنصر پتاسیم) کنترل می شود. بی هنجاری منفی و کاهش عناصری مانند Ni, Cr نیز نقش اولیوین و کلینوپیروکسن (Cr) را در سنگ ها منعکس می سازد.



شکل ۱۴- نمودار عنکبوتی عناصر کمیاب مربوط به سنگهای آتشفشانی منطقه، به هنجار شده نسبت به

آندزیت ■ بازالت ▲

نتیجه گیری

حوضه از طریق شکستگی های نرمال به عمق و نزدیک شدن به ماگمای مافیک نیز ایجاد چرخه ی هیدروترمال به درون حوضه می نماید. پس از ائوسن احتمالاً در الیگوسن- میوسن توده های نفوذی کوارتز مونزونیت، مونزودیوریت و دلریت و بالاخره سینیت در منطقه مجموعه ی کانسار جلال را تحت تاثیر قرار می دهد و سبب دگرسانی های (کلریتی، اپیدوتی، سریستی و هماتی) در منطقه شده و در نهایت در امتداد شکستگی ها و گسل ها پدیده ی آرژیلیکی شدن نیز بوجود می آید.

سپاسگزاری

در اینجا لازم است از مدیریت محترم معدن ونارچ مهندس بهنام ملکی به خاطر در اختیار گذاشتن اطلاعات معدن و گمانه های اکتشافی و همچنین فراهم نمودن بازدید صحرائی قدر دانی و تشکر نمود.

منابع

- ۱- آقا ابراهیمی سامانی، ب. (۱۳۷۴)؛ زمین شناسی ایران، کانسارهای منگنز. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۲۸۰ص.
- ۲- امامی، م.ه. (۱۳۷۹)؛ ماگماتیسم در ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور. ۱۹۵ص.
- ۳- رضوی، م.ح. (۱۳۵۳)؛ بررسی کانسار منگنز محمدآباد و سنگ های اطراف آن. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران. ۱۴۰ص.

کانسارجلال دارای وابستگی به فعالیت های آتشفشانی بازالتی- آندزیتی اواخر ائوسن می باشد. مواد آذرآواری مافیک که غنی از آهن و تا حدودی منگنزی باشند در حوضه رسوبی برجای گذاشته می شوند. دگرسانی و لیچینگ این مواد، عناصری مانند (Mn , Fe, Ca , Si) را از این سنگهای مافیک درون حوضه رسوبی کم عمق آزاد می سازد و جریانهای گرم حاصل از ورود گدازه و مواد آذرآواری این پدیده را تشدید می نماید. در دوره ی آرامش فعالیتهای آتش فشانی چرخه رسوبی- شیمیایی عناصر مزبور را که به صورت هیدروکسید(سیلیس، آهن، منگنز) و بی کربنات کلسیم هستند، منجر به ته نشست آن ها شده و تشکیل نوارها و لایه های از سیلیس، هماتیت و منگنز و گاه کربنات کلسیم می شوند. اشکال گوناگونی از این مواد به صورت لامینت (لایه ی یا نواری) که دارای منشا همزمان با رسوبگذاری هستند نیز باعث متمایز شدن این مواد شده و در مراحل بعدی و تاخیری گاه شکستگی ها مجدداً موجب تحرک ثانوی اکسیدها (اکسید آهن- منگنز)، سیلیس یا کوارتز و همچنین کربنات کلسیم بصورت رگه و رگچه می گردند که بافت های لامینت یا نواری و بودینه ها رخساره ها را قطع می کنند. نفوذ آب های

Permian Karoo strata along the late Cretaceous-Mid Tertiary African land, South Africa, *Econ. Geol.*, V. 95: 203-220PP.

17- Adachi, M., Yamamoto, K., and Sugisaki, R., (1986). Hydrothermal chert and associated Siliceous rocks from the northern Pacific: Their geological significations indication of ocean ridge activity: *sed. Geology*, V. 47: 125-148pp.

۴- قربانی، م. (۱۳۸۱)؛ دیباچه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران. انتشارات آراین زمین. ۶۴۵ص.

۵- قلمقاش، ج. باباخانی، ع، ر. (۱۳۷۵)؛ نقشه زمین شناسی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کهک. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.

۶- مهندسین مشاور کاوشگران. (۱۳۸۶)؛ بررسی و ارزیابی نتایج اکتشاف معادن و کانسارهای منگنز و نارچ قم. شرکت معادن منگنز ایران. ۶۶۰ص.

۷- مهندسین مشاور کاوشگران. (۱۳۷۰)؛ مطالعه جامع فلزات. وزارت معادن و فلزات. ۲۷۰ص.

۸- یزدی، م. (۱۳۸۱)؛ روش های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. ۲۱۷ص.

۹- مهدوی، م. (۱۳۹۲)؛ کانی شناسی و ژئوشیمی معدن منگنز جلال، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران. ۱۴۵ص.

10- Harker, A. (1971). The natural history of igneous rocks, Methuen, London. 213P.

11- Irvin. T.N.& Barager. W.R.A. (1971) A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. J. Earth Sci.* 8.523-548pp.

12- Le Bas, M.J. Streckeisen, A.L. (1991). The IUGS systematic of igneous rocks. *J. Geol. Soc. London* 148. 825-833p

13- Middlemost, E.A.K. (1975), The Basalt Clan. *Earth, Science Reviews* 11.337-364pp.

14- Middlemost, E.A.K. (1980). A contributions to the nomenclature and classification of volcanic rocks. *Geol.*, May. 117. 7-51pp.

15- Nicholson, K. (1992). mineralogical Contrasting - geochemical signatures of manganese oxides ; *Guides to, metallogenesis Economic Geology*, V. 87, 1253-1264pp.

16- Pack, A., Gutzmer, J., Beukes, N.J., Van Niekerk, H. S., Hoernes, S. 2000. Supergene ferromanganese wab deposits derived from

