

دگرسانی و ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی خارستان (شمال غرب تفتان)

لیلا برهمند*

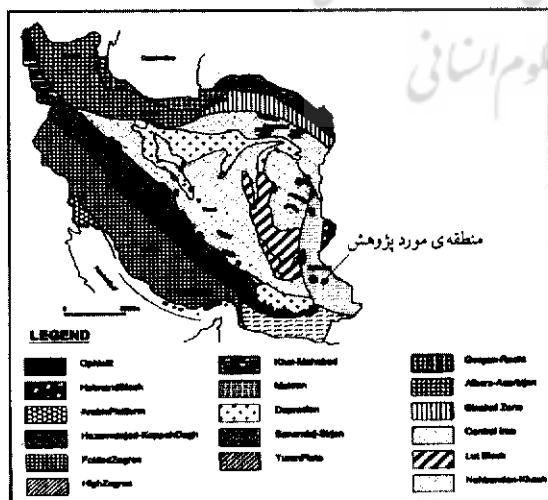
مقدمه

زمین‌شناسی عمومی منطقه

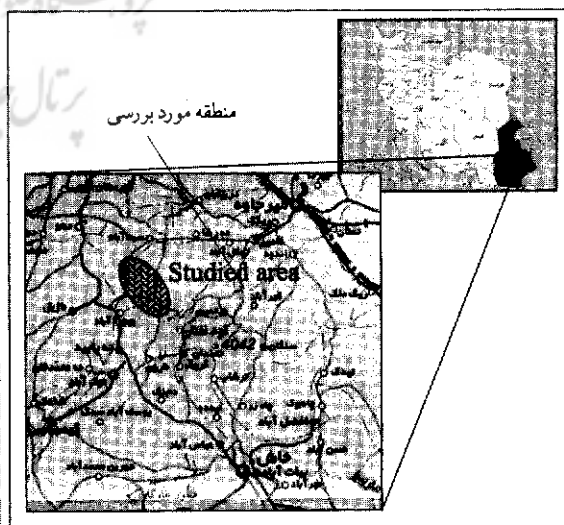
منطقه‌ی مورد پژوهش در استان سیستان و بلوچستان، در نقشه‌ی ۱:۲۵۰/۰۰۰ خاش (هامون، چاه غیب) و نقشه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ نوک‌آباد، در شمال غرب آتشفشان نیمه فعال تفتان واقع شده است. با نگاهی اجمالی به منطقه و با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی موجود، چنین به نظر می‌رسد که بیش‌تر سازندهای این ناحیه از کشور، جوان‌تر از کرتاسه هستند. نظریه‌های متفاوتی توسط محققان در این رابطه مطرح شده‌اند. گانسر (۱۹۶۸) بیان می‌کند، سن سنگ‌های آتشفشان تفتان از کرتاسه تا پالئوژن بالایی است. شمیرانی (۱۳۶۷) اظهار می‌دارد، در جنوب شرق ایران در کرتاسه، فعالیت عمده‌ای اتفاق نیفتاده است و رسوبات مربوط به این دوره، به مقدار کم دیده می‌شوند. با توجه به نقشه‌ی زمین‌شناسی موجود نیز می‌توان اظهار داشت، قسمت اعظم سازندهای زمین‌شناسی شرق ایران را سنگ‌های آتشفشانی «ترسیر» تشکیل می‌دهند که توسط آبرفت‌های کواترنر پوشیده شده‌اند. منطقه‌ی مورد پژوهش، از نظر ساختاری جزو زون بندی شرق و جنوب شرق ایران است و سه «ساب‌زون» دارد که عبارتند از: ۱. زون فلیش (زون زابل-بلوچ)؛ ۲. زون مکران؛ ۳. بلوک لوت [اشتوکلین، ۱۹۷۳]، [درویش‌زاده، ۱۳۷۸ و آقائاتی، ۱۳۸۳].

منطقه‌ی مورد پژوهش در استان سیستان و بلوچستان، حدود ۱۰۰ کیلومتری جنوب زاهدان (مرکز استان) و ۵۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان خاش با مختصات جغرافیایی $60^{\circ}55'14''$ تا $60^{\circ}57'54''$ طول شرقی و $28^{\circ}41'17''$ تا $28^{\circ}43'07''$ عرض شمالی قرار گرفته است. این منطقه به شکل مستطیل است و با وسعتی حدود ۲۰ کیلومتر مربع، در شمال غرب ارتفاعات تفتان و جنوب ارتفاعات کوه سیاه‌بندان قرار دارد. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی منطقه در نقشه‌ی ۱ نشان داده شده است.

نزدیک‌ترین مرکز شهری به منطقه‌ی مورد پژوهش، «نوک‌آباد» و نزدیک‌ترین شهرستان، خاش است. براساس نقشه‌ی توپوگرافی خارستان با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح)، این منطقه از نظر توپوگرافی در ناحیه‌ای کوهستانی واقع شده است. کوه‌های زردان نقره‌ای، سرگه، سهک، خارستان و سیاه‌بندان، ارتفاعات این منطقه را تشکیل می‌دهند. مرتفع‌ترین کوه منطقه، زردان نقره‌ای با ۲۶۵۰ متر ارتفاع، و پست‌ترین نقطه‌ی آن، کف رودخانه‌های اطراف است که حدود دوهزار متر از سطح دریا ارتفاع دارد.



نقشه‌ی ۲. زون بندی ساختاری ایران و موقعیت منطقه در آن [نبوی، ۱۳۵۵].

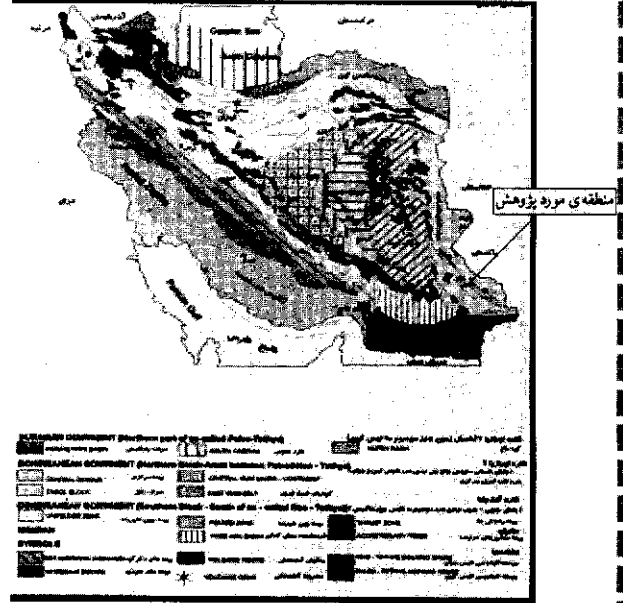


نقشه‌ی ۱. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه‌ی مورد پژوهش

- توف‌های وابسته به آن‌ها، و سنگ‌های نیمه‌آتشفشانی شامل سینت.
- سنگ‌های غیرآتشفشانی شامل فیلس، شیل، ماسه سنگ، سنگ آهک، رگه‌های کوارتز و کنگلومرا.
 - مجموعه‌ی کالرملاژ.
- ماگما تیسیم منطقه**

با توجه به زمین‌شناسی منطقه‌ی مورد پژوهش مشاهده می‌شود، سنگ‌های آتشفشانی منطقه بسیار جوان هستند (کواترنری). سنگ‌های آتشفشانی کواترنری نشانه‌ی آخرین تکاپوی ماگمایی ایران محسوب می‌شوند که باعث شکل‌گیری آتشفشان‌های چینه‌ای عظیمی از جمله تفتان شده‌اند. نوع و ترکیب شیمیایی سنگ‌های آتشفشانی کواترنری نشان می‌دهد، منشأ بازالت‌ها از گوشته است که گاه در اثر پدیده‌ی تفریق بخشی یا ذوب پوسته، سنگ‌های تراکی بازالت، تراکی آندزیت تا تراکیت را به وجود آورده‌اند.

آتشفشان تفتان در ساب‌زون ساختاری نهبدان - خاش (زون شرق ایران) در ۵۰ کیلومتری خاش و ۹۹ کیلومتری جنوب زاهدان قرار دارد. بلندی آن از سطح دریا ۳۹۴۰ متر و نسبت به زمین‌های اطراف، دوهزار متر است [آقاباتی، ۱۳۸۳]. ساختمان این آتشفشان شامل دو کوه اصلی است که توسط یک بخش زین مانند باریک به هم متصل شده‌اند [گانسر، ۱۹۶۶]. ساختار این کوه استراتو و لکان است. قله‌ی جنوب شرقی تا اندازه‌ای شکل مخروطی خود را حفظ کرده و به وسیله‌ی جریان‌گذاری آندزیتی ضخیم جوان‌تر پوشیده شده است. لایه‌های خاکستر در این



نقشه‌ی ۳. زون‌بندی ساختاری ایران و موقعیت منطقه در آن [آقاباتی، ۱۳۸۳].

چینه‌شناسی عمومی منطقه

با توجه به نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ خاش و ۱:۱۰۰۰۰۰ نوک‌آباد (سازمان زمین‌شناسی کشور) مشاهده می‌شود، واحدهای چینه‌ای موجود در منطقه به طور کلی عبارتند از: رخساره‌های کربناته-آتشفشانی با سن مزوزوئیک و مجموعه‌ی درهم و شدیداً تکتونیزه‌ی آمیزه‌ی رنگین که حاوی بلوک‌هایی از واحدهایی با سن کرتاسه‌ی پسین است. در ائوسن، رخساره‌های رسوبی، عمدتاً نهشته‌های تخریبی-کربناته‌ی فلیش گونه به همراه سنگ‌های آتشفشانی هستند که در بخش‌های گوناگون منطقه

پراکنده شده‌اند. در پلیوسن، شامل نهشته‌های قاره‌ای کنگلومراتیک ماسه سنگ و مارن است. در بخش‌های جنوب غربی منطقه‌ی مورد پژوهش، واحدهای مذکور به طور گسترده توسط سنگ‌های آتشفشانی کوه تفتان پوشانده شده‌اند. به طور کلی، سنگ‌های رخنمون یافته در منطقه را از نظر لیتولوژی می‌توان به سه قسمت تقسیم کرد:

- سنگ‌های آتشفشانی و نیمه‌آتشفشانی شامل آندزیت، داسیت، ریوداسیت، ریولیت، تراکیت، تراکی آندزیت و



شکل ۵. قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نوک‌آباد، سازمان زمین‌شناسی کشور

آتشفشان کم است و حد گسترش لاپیلی و آگلومرا نیز زیاد نیست. در دامنه‌ی جنوبی قله، دهانه‌ای با شیب تند وجود دارد که قسمتی از آن به دلیل انفجار شدید و فرسایش بعدی خراب شده است. از دیواره‌هایی که شیب تند دارند، فومرول‌های زرد و سفیدرنگ، با صدایی شبیه به سوت، بالا می‌آیند که همراه با فومرول‌هایی که از دهانه‌ی اصلی خارج می‌شوند، ابر سفید و مشخصی را تشکیل می‌دهند. این ابر از فاصله‌ی ۱۰۰ کیلومتری نیز قابل رؤیت است و منظره‌ی یک آتشفشان فعال را به خوبی نشان می‌دهد.

تکتونیک منطقه

منطقه‌ی مورد پژوهش تحت تأثیر سه زون ساختاری شرق ایران، مکران و بلوک لوت قرار دارد. با توجه به زمین ساخت شرق ایران، تکتونیک منطقه بسیار پیچیده به نظر می‌رسد، به طوری که در برخی نقاط، این اثرات زمین ساختی باعث شده‌اند، سازندهای موجود در منطقه شدیداً خرد شوند و حالت اولیه‌ی خودشان را از دست بدهند. منطقه توسط چندین گسل بزرگ و کوچک کنترل می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: الف) گسل نهندان در شمال؛ ب) گسل هریرود در شرق؛ ج) گسل بشاگرد در جنوب؛ د) گسل نایبند در غرب.

کانی‌زایی در منطقه

در منطقه‌ی مورد پژوهش، با توجه به زون‌های ساختاری موجود و تأثیرگذار، انواع کانی‌زایی فلزی و غیرفلزی نیز قابل بررسی است که هر یک از آن‌ها وابسته به زون ساختاری و سنگ‌های خاصی هستند. اغلب کانسارهای موجود سن ترسیب دارند که با زون فلیش، سنگ‌های اولترامافیک و مافیک و سنگ‌های آتشفشانی در ارتباط هستند و در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود. اغلب کانسارهای زون فلیش دارای سن ترسیب هستند و اکثر آن‌ها، چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیرمستقیم، منشأ ماگمایی دارند. از جمله کانسارهایی که در این زون دیده می‌شوند می‌توان به کرومیت اشاره کرد که ارزش اقتصادی چندانی ندارد.

کانسارهای فلزی و غیرفلزی در ارتباط با سنگ‌های اولترامافیک و افیولیت‌ها در شرق ایران، با ارزش‌ترین کانسارها را تشکیل می‌دهند. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به کانسارهای منیزیت اشاره کرد که حاصل دگرسانی سنگ‌های اولترامافیک هستند. همچنین، کانسارهای آزبست که معروف‌ترین آن‌ها در ناحیه‌ی نهندان وجود دارد و کانسارهای تالک که در منطقه‌ی مورد پژوهش نیز نمونه‌ی خوبی از آن‌ها وجود دارد. همچنین، کانسارهای منگنز که در کوبینچ خاش نمونه‌ی بسیار خوبی از آن موجود است.

کانسارهای فلزی و غیرفلزی وابسته به سنگ‌های ولکانیکی و ساب‌ولکانیکی، به علت تنوع و گسترش این سنگ‌ها، فراوان‌تر و متنوع‌تر از سایر کانسارها هستند. کانسارهای فلزی موجود در منطقه عبارتند از:

الف) کانسارهای مس: این کانسارها که پراکندگی نسبتاً زیادی در زون فلیش به ویژه بخش‌های شمالی آن دارند، در منطقه دیده می‌شوند. از جمله معادن دیگر مس در منطقه می‌توان به معدن قلعه‌زری و چهل کوره اشاره کرد.

ب) کانسار سرب و روی: سن این کانسارها در منطقه، برخلاف سایر کانسارهای مشابه در ایران، به تریسیر می‌رسد و از پراکندگی کم‌تری نسبت به سایر نقاط برخوردار است. کانسارهای سرب و روی این منطقه از نوع سولفیدی هستند و سنگ‌های دربرگیرنده‌ی این کانسارها، سنگ‌های ولکانیکی با ترکیب حد واسط (آندزیت) هستند. کانی پیریت به عنوان کاتگ در این کانسارها مطرح، و مقدار آن نیز بسیار فراوان است. به علاوه، کانی‌های مس نیز به صورت فرعی در این کانسارها دیده می‌شوند.

ج) کانسارهای ارسنیک، آنتیموان، جیوه و طلا: با این‌که این کانسارها در شرق ایران (کاشمر، فردوس و تربت حیدریه) فراوان هستند، اما در این منطقه چون در زون فلیش سنگ‌های قدیمی‌تر از کرتاسه وجود ندارد، کانسار این عناصر نیز کمیاب است.

کانسارهای غیرفلزی در ارتباط با سنگ‌های ولکانیکی و ساب‌ولکانیکی به ویژه در توف‌ها و سنگ‌های اسیدی فراوان یافت می‌شوند. کانسارهای کاتولن و بتونیت را به مقدار فراوان همراه ولکانیک‌ها می‌توان یافت. همچنین، پوکه‌های معدنی در ارتباط با آتشفشان‌های جوان در جنوب زون فلیش همراه مواد پیروکلاستیک در آتشفشان تفتان دیده می‌شوند.

به طور کلی می‌توان گفت، منطقه‌ی مورد پژوهش (خارستان) و نواحی اطراف آن، با توجه به آنچه در رابطه با ساختار کلی منطقه بیان شد، از نظر کانی‌سازی مس، مولیبدن، طلا، آنتیموان، روی و سرب مستعد است که در بخش‌های گوناگون، بسته به نوع دگرسانی یا سیستم ساختاری منطقه، حضور برخی عناصر و کانی‌ها نسبت به بقیه برتری دارد. بدین معنی که سنگ‌های آتشفشانی منطقه از عناصر مذکور غنی‌شدگی نشان می‌دهند، اما تشکیل کانسار کانی‌های نام‌برده شده به جز سرب و روی که آثار معدنکاری قدیمی نیز وجود آن‌ها را تأیید می‌کند، گزارش و یا دیده نشده است. در رابطه با کانسارهای غیرفلزی نیز، تنها کانسارهای تالک قابل پیگیری است.

توده‌ی آذرینی که نسبت به عناصر کانساری خاصی

عادی در سنگ‌های اسیدی محسوب می‌شود، با کانی‌های شاخص سریسیت، کوارتز، پیریت، پیروفیلیت، دیکیت و کائولن شناخته می‌شود. زون سریسیتی در منطقه به صورت گسترده دیده می‌شود. اما در شمال غرب و مرکز منطقه، به خصوص در ریولیت‌ها، گسترش این دگرسانی به حدی است که سنگ‌های منطقه را به رنگ زرد متمایل به سفید درآورده است. همچنین، در این سنگ‌ها رگه‌هایی از آهن و منگنز دیده می‌شود.

دگرسانی پروپلیتیکی: دگرسانی پروپلیتیکی در واقع مجموعه‌ای از دگرسانی کلریتی، اپیدوتی، زونزیتی و آیتی است. کانی‌های مهم آن عبارتند از: اپیدوت، زونزیت، کلریت، کلسیت، آلبیت و پیریت. در این منطقه، زون پروپلیتیکی بیش تر آندزیت‌های شمال شرق منطقه را تحت پوشش قرار می‌دهد. از نمایی دور، این منطقه به رنگ سبز دیده می‌شود. این زون و همچنین زون سریستی، به لحاظ کانی‌سازی در ذخایر ماگمایی و گرمایی، اهمیت دارند؛ به خصوص در رابطه با ذخایر مس و مولیبدن.

دگرسانی آرژیلیکی: دگرسانی آرژیلیکی به دو صورت

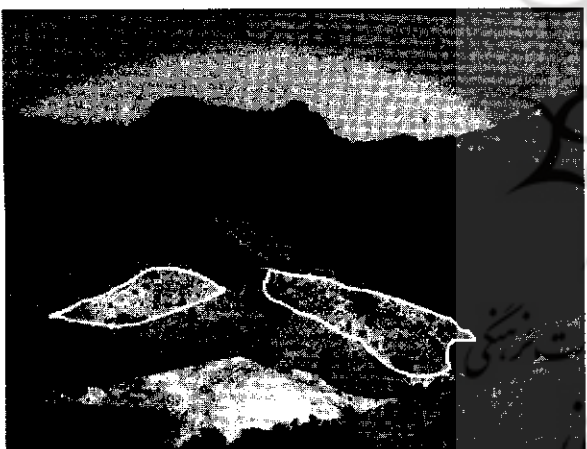
غنی‌شدگی دارد (علت این غنی‌شدگی ممکن است مقادیر غیرعادی این عناصر در ماگمای اولیه باشد)، از این پتانسیل برخوردار است که سرانجام نهشته‌های کانساری آن عنصر خاص را تولید کند. البته این امکان نیز وجود دارد که نهشته‌های کانساری در نتیجه‌ی تمرکز عناصر کانساری که در حد مقادیر عادی در ماگما وجود دارند، هنگام سرد شدن ماگما و تبلور جزئی آن ایجاد شوند.

در هر صورت، بررسی دقیق تشکیل کانسار در منطقه به بررسی‌های آماری و نمونه برداری بیش تر نیاز دارد که در این مقال نمی‌گنجد.

دگرسانی در منطقه

به کلیه‌ی تغییراتی که در اثر فرایندهای شیمیایی و فیزیکی در ترکیب کانی‌شناسی سنگ‌ها به وجود می‌آیند، «دگرسانی» گفته می‌شود. دگرسانی توسط آب‌های ماگمایی یا گرمایی ایجاد می‌شود. عوامل کنترل‌کننده‌ی نوع تغییرات شیمیایی عبارتند از: ترکیب شیمیایی محلول گرمایی و یا ماگمایی، درجه‌ی حرارت، عمق و شرایط PH و EH محلول، و ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی سنگ دگرسان شده. پدیده‌ی دگرسانی که در قسمت‌های گوناگون پوسته‌ی زمین اتفاق می‌افتد، نقش مهمی در تشکیل کانسارهای گرمایی و اسکارن‌ها دارد. شدت و گسترش زون‌های دگرسانی به حجم محلول‌های گرمایی، واکنش‌پذیری سنگ‌ها، و همچنین، درجه‌ی حرارت، عمق و فشار بستگی دارد.

دگرسانی سریستیک: دگرسانی سریستیک که پدیده‌ای



تصویر ۲. دگرسانی سریستیک و زون‌های آغشته به اکسید آهن و منگنز

متوسط و پیشرفته وجود دارد که توسط کانی‌های خاصی شناسایی می‌شوند. دگرسانی آرژیلیکی متوسط بیش تر به صورت موضعی و در رگه‌های کانسارها دیده می‌شود، در حالی که دگرسانی آرژیلیکی پیشرفته را، به صورت گسترده‌تر در کانسارهای متفاوت می‌توان مشاهده کرد. در منطقه‌ی مورد پژوهش نیز این نوع دگرسانی به صورت موضعی و با کانی‌های شاخص کوارتز، آلونیت، سریسیت و پیریت قابل تشخیص است.

دگرسانی سیلیسی: دگرسانی سیلیسی در منطقه نسبتاً



تصویر ۱. نمایی از انواع دگرسانی در منطقه

P_2O_5 ، MnO ، CaO ، Na_2O ، K_2O ، TiO_2 و همچنین عناصر کمیاب و فرعی می‌باشند با استفاده از نمودارها و روابط ژئوشیمیایی (از جمله نمودارهای درصد SiO_2 به سایر عناصر هارکر) بررسی شدند. نتایج به دست آمده از مطالعات ژئوشیمیایی را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- بررسی سنگ‌های آتشفشانی جوان منطقه نشان داد که ماگمای اولیه بازیک و هموزن بوده و به تدریج تفریق حاصل کرده است. به طوری که در منطقه علاوه بر سنگ‌های بازیک، گنبد‌های اسیدی و حدواسط دیده می‌شود که همگی از یک ماگما ناشی شده‌اند. بررسی ضریب تفریق نیز این مسأله را تأیید می‌نماید (میزان ضریب تفریق برای سنگ‌های آتشفشانی منطقه بین ۶۵ تا ۸۰ می‌باشد). افزایش مقدار SiO_2 در مقابل Fe_2O_3 ، Al_2O_3 ، MgO و TiO_2 در نمودارهای هارکر این روند تفریق را نشان می‌دهند.

- ماگمای منطقه با توجه به مقدار آلکالی‌ها و نمودارهای ژئوشیمیایی (ایروین و باراگار - ۱۹۷۱) ساب‌آلکالن می‌باشد.

- چنانچه می‌دانیم منشأ و تولید سنگ‌های آذرین با اختصاصات ژئوشیمیایی مشابه را می‌توان به موقعیت‌های خاص زمین‌ساختی مرتبط دانست و بدین ترتیب جایگاه زمین‌ساختی منطقه مورد پژوهش را مورد بررسی قرار داد.

- بررسی نمودارهای تکتونوماگمایی نشان می‌دهد که آتشفشان موجود، حاصل آخرین تکاپوی فرورانش پوسته اقیانوسی عمان به زیر بلوک لوت می‌باشد.

- بررسی نمودارهای تکتونوماگمایی

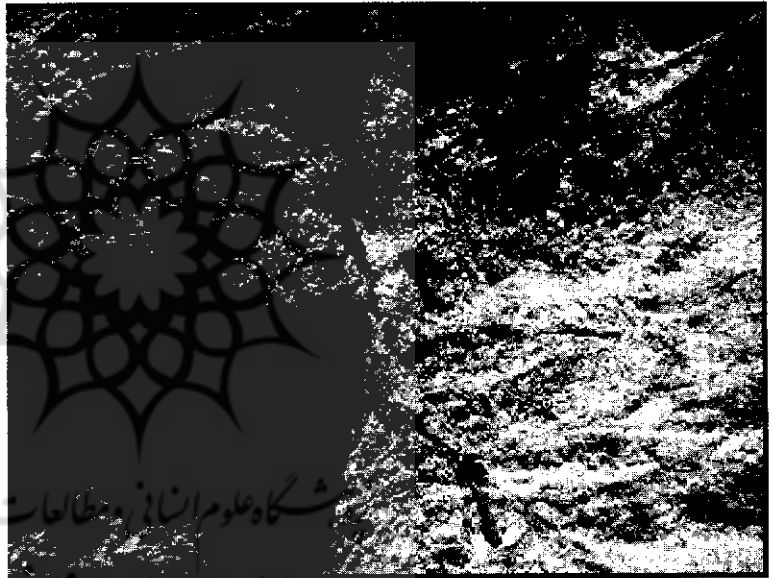
نشان می‌دهد که آتشفشان موجود، حاصل آخرین تکاپوی فرورانش پوسته اقیانوسی عمان به زیر بلوک لوت می‌باشد.

کانی‌زایی در منطقه

در منطقه مورد پژوهش نیز با توجه به زون‌های ساختاری موجود و تأثیرگذار، انواع کانی‌زایی فلزی و غیرفلزی قابل بررسی است که هریک از آن‌ها وابسته به زون ساختاری و سنگ‌های خاصی هستند. اغلب کانسارهای زون فلیش، چه به صورت مستقیم و چه به صورت غیرمستقیم منشأ ماگمایی دارند. کانسارهای فلزی و غیرفلزی در ارتباط با سنگ‌های اولترامافیک و افیولیت‌ها در شرق

زیاد دیده می‌شود؛ چون تقریباً تمام محلول‌های گرمایی حاوی مقدار فراوانی SiO_2 هستند. در اکثر سنگ‌های منطقه، رگه و رگچه‌های سیلیس دیده می‌شود. حضور این زون در منطقه مربوط به محلول‌های هیدروترمال غنی از SiO_2 است. حضور SiO_2 در محلول‌های گرمایی، با توجه به تبدیل شدگی شدید سنگ‌های متامورف منطقه به تالک، قابل اثبات است.

زون‌های آغشته به اکسید آهن: در منطقه‌ی مورد پژوهش، علاوه بر دگرسانی‌های ذکر شده، آنچه در کل منطقه دیده می‌شود، زون‌های آغشته به اکسید آهن و منگنز هستند که در برخی نقاط، به خصوص دامنه‌ی کوه‌های ولکانیک و ساب‌ولکانیک و یا دم‌های اسیدی، با رنگ قرمز و تیره خودنمایی می‌کنند. این آغشتگی بیش‌تر در امتداد گسل‌ها و در برش‌های تکتونیکی دیده می‌شود.



نصیر ۳. نمای از شکستگی‌های موجود در منطقه و کانی‌زایی آهن و منگنز در آن

ژئوشیمی سنگ‌های منطقه

امروزه عمده‌ترین مستندات پتروژنتیکی بر فاکتورهای شیمیایی استوارند. مطالعه روی تغییرات ایجاد شده، و دنبال کردن روند حوادث رخ داده در ماگما و سنگ‌های حاصله از آن، توسط روش‌های ژئوشیمیایی صورت می‌گیرد [رولینسون، ۱۹۹۴].

جهت بررسی ژئوشیمیایی و تعیین تغییرات صورت گرفته در رابطه با ماگمای اولیه و سنگ‌های آتشفشانی منطقه، نمونه‌برداری از سنگ‌های آتشفشانی انجام و سپس نمونه‌ها با استفاده از روش‌های شیمیایی تجزیه شدند. سپس نتایج به دست آمده که شامل مقادیر اکسیدهای اصلی SiO_2 ، Fe_2O_3 ، Al_2O_3 ، MgO ،

ایران، با ارزش ترین کانسارهای منطقه را تشکیل می دهند. از جمله آن ها می توان به کانسارهای منیزیت (حاصل دگرسانی سنگ های اولترامافیک)، آزبست، تالک و منگنز اشاره کرد که در نقاط مختلف این ناحیه وجود دارند. کانسارهای فلزی و غیرفلزی وابسته به سنگ های ولکانیکی و ساب ولکانیکی به علت تنوع و گسترش سنگ های ولکانیکی و ساب ولکانیکی فراوان تر و متنوع تر از سایر کانسارها هستند.

کانسارهای فلزی موجود در منطقه عبارتند از:

الف) کانسارهای مس: این کانسارها که پراکندگی نسبتاً زیادی در زون فلش به ویژه بخش های شمالی آن دارند، در منطقه مورد پژوهش دیده می شوند. از جمله معادن دیگر مس در منطقه می توان به معدن قلعه زری و چهل کوره اشاره کرد.

ب) کانسار سرب و روی: سن این کانسارها در منطقه مورد پژوهش برخلاف سایر کانسارهای مشابه در ایران به تشریری می رسد و از پراکندگی کمتری نسبت به سایر نقاط برخوردار است.

کانسارهای سرب و روی این منطقه از نوع سولفیدی بوده و سنگ های دربرگیرنده این کانسارها سنگ های ولکانیکی با ترکیب حدواسط (آندزیت) می باشند. کانی پیریت به عنوان کانگ در این کانسارها مطرح بوده و مقدار آن نیز بسیار فراوان است. به علاوه کانی های مس نیز به صورت فرعی در این کانسارها دیده می شوند. کانسارهای غیرفلزی در ارتباط با سنگ های ولکانیکی و ساب ولکانیکی به ویژه در توف ها و سنگ های اسیدی فراوان یافت می شوند. کانسارهای کائولن و بنتونیت به مقدار فراوان همراه ولکانیک ها یافت می شوند. پوکه های معدنی در ارتباط با آتشفشان های جوان در جنوب زون فلش همراه مواد پیروکلاستیک در آتشفشان تفتان دیده می شود.

به طور کلی می توان بیان کرد منطقه مورد پژوهش (خارستان) و نواحی اطراف آن با توجه به آنچه در رابطه با ساختار کلی منطقه بیان شد، از نظر کانی سازی مس، مولیبدن، طلا، آنتیموان، روی و سرب مستعد می باشد که در بخش های مختلف بسته به نوع دگرسانی یا سیستم ساختاری منطقه حضور برخی عناصر و کانی ها نسبت به بقیه برتری می یابد، بدین معنی که سنگ های آتشفشانی منطقه از عناصر فوق الذکر غنی شدگی نشان می دهند، اما تشکیل کانسار کانی های نام برده شده به جز سرب و روی که آثار معدنکاری قدیمی نیز وجود آن ها را تأیید می کند، گزارش و یا دیده نشده است. در رابطه با کانسارهای غیرفلزی نیز تنها کانسارهای تالک قابل پی گیری است.

توده آذرینی که نسبت به عناصر کانساری خاصی غنی شدگی دارد (علت این غنی شدگی ممکن است مقادیر غیرعادی این عناصر در ماگمای اولیه باشد) این پتانسیل را دارد که سرانجام نهشته های کانساری آن عنصر خاص را تولید کند. البته این امکان

نیز وجود دارد که نهشته های کانساری در نتیجه تمرکز عناصر کانساری که در حد مقادیر عادی در ماگما وجود دارد، در هنگام سرد شدن ماگما و تبلور جزئی آن ایجاد گردند.

در هر صورت بررسی دقیق تشکیل کانسار در منطقه نیاز به بررسی های آماری و نمونه برداری بیشتر داشته که در این مقال نمی گنجد.

* کارشناس زمین شناسی شرکت زرناب اکتشاف

منابع

1. Aghanabati, A. 1994. Geological map of the Khash Quadrangle area 1:250,000, Geological Survey of Iran. Tehran, Iran.
2. Mehrpartou, M. Geological map of Nukabad area scale 1:100,000, Geological Survey of Iran. Tehran, Iran.
3. Wilson, M. 1989. Igneous petrogenesis, UN win Hyman, Lond, 466PP.
4. Shelly, D. 1993. Igneous and metamorphic rock under the microscope. Chapman and Hall, 405 PP.
5. Middlemost, E. A. K. 1994. Naming materials in the magma/igneous rock system. Earth science rev. no. 37, 215-224 P.
6. Mason, B & Moor, C, 1982. Principles of geochemistry. Jhon Wiley and sons. U.S.A. 344 PP.
۶. هاشمی امامی، محمد، ماگماتیسیم در ایران (۱۳۷۹)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۷. درویش زاده، علی، زمین شناسی ایران (۱۳۷۰)، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۹۰۰.
۸. قربانی، منصور، مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشان های ایران (۱۳۸۲)، مرکز پژوهشی انتشارات پارس، ۳۸۰ صفحه.
۹. معین وزیری، حسین و احمدی، علی، پترولوژی و پتروگرافی سنگ های آذرین، ۵۳۹ ص.
۱۰. سرابی، فریدون، سنگ شناسی آذرین، ۱۸۴ صفحه.
۱۱. درویش زاده، علی و آسیابان ها، عباس، ماگماها و سنگ های ماگمائی (مبانی پترولوژی آذرین)، ۵۲۷ صفحه.
۱۲. پورکاسب، هوشنگ، کانی های سازنده سنگ در مقاطع میکروسکوپی، ۵۶۲ صفحه.
۱۳. عزتیان، فریبا، اطلس سنگ های آذرین، ۱۴۶ صفحه.
۱۴. کریم پور، محمدحسین، زمین شناسی اقتصادی کاربردی (۱۳۶۸)، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۵. حسینی پاک، علی اصغر، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی (۱۳۸۱)، دانشگاه تهران.
۱۶. حسینی پاک، علی اصغر و شرف الدین، محمد، تحلیل داده های اکتشافی (۱۳۸۰)، دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۷. طرح مراد پلی مثال در منطقه خارستان (۲ جلد)، شرکت اکتشافات سراسری فلزات غیرآهنی (۱۳۷۷).
۱۸. بررسی متالوژی در استان سیستان و بلوچستان، مؤسسه تحقیقات علوم و فنون زمین شناسی.
۱۹. اصفهانی، رضا، بررسی ۱۱ گزارش در زمینه مطالعات اکتشافی منطقه خارستان (جمع بندی و پیشنهادات)، شرکت ملی صنایع مس ایران.
۲۰. قربانی، منصور، دیباچه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران (۱۳۸۱)، پایگاه داده های علوم زمین.
۲۱. اکتشافات ژئوشیمیایی Soil sampling در محدوده خارستان، شرکت ملی صنایع مس ایران (۱۳۸۲).
۲۲. اکتشافات ژئوشیمیایی Stream sampling در محدوده خارستان، شرکت ملی صنایع مس ایران (۱۳۸۲).