

منطقه بندی کانی شناختی رویداد دگرسانی در طول گسل ساری دره منطقه جنوب بوئین زهرا

تقی نبئی^{۱*}، احمد خاکزاد^۲، مهدی حسینی^۳

۱- دانش آموخته دوره دکتری تخصصی زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) قزوین

(#عهده دار مکاتبات - Geoman1977@yahoo.com)

چکیده

منطقه مورد مطالعه بخشی از نوار ماگمایی ارومیه- بزمان در زون ساختاری ایران مرکزی است که در جنوب شهر بوئین زهرا (استان قزوین) واقع شده است. در این ناحیه واحدهای آتشفشانی و آذر آواری توسط گسل اصلی منطقه تحت عنوان گسل ساری دره قطع شده اند و دگرسانی گسترده‌ای در طول گسل و در سنگ‌های دیواره رخ داده است. گسل ساری دره به طول بیش از ۲۰ کیلومتر و با راستای تقریبی شمال غرب - جنوب شرق بوده و در حال حاضر عمده رخنمون آن به صورت یک دره نسبتاً پهن با همین راستا به نام ساری دره نمایان می باشد. دگرسانی حادث شده در سنگ‌های دیواره عمدتاً به دو شکل قائم و جانبی منطقه‌بندی نشان می‌دهند. با توجه به ترکیب کانی شناختی هر منطقه و نیز همجواری منطقه‌ها با کانی شناسی خاص، نوع دگرسانی در این منطقه را تیپ اسیدی سولفاته معرفی می‌نماید. در منطقه‌بندی قائم از پائین به بالا، مناطق آرژیلیک پیشرفته، آلونیتی و سیلیسی و نیز در منطقه‌بندی افقی از محل سطح گسل به طرف سنگ دیواره، مناطق آرژیلیک پیشرفته و پروپلیتیک شناسایی گردید. تشخیص منطقه‌بندی در طرح‌های اکتشافی و استخراج کانی‌های مرتبط خیلی مهم است زیرا ترکیب کانی شناسی زون‌ها متفاوت بوده و نباید با هم مخلوط شوند.

واژگان کلیدی: دگرسانی، اسیدی سولفاته، منطقه‌بندی، پروپلیتیک، سنگ دیواره.

۱- مقدمه

مصرف منابعی که تمدن بشر بر پایه آن استوار است، شتابی فزاینده به خود گرفته و هر چند جامعه بشری هنوز به طور جدی با کمبود منابع در مقیاس جهانی مواجه نیست، ولی این کمبود در افق نه چندان دور در کمین است. از این بحران نمی‌توان چشم پوشید که عرضه محدود مواد معدنی را جمعیتی مورد استفاده قرار می‌دهد که اکنون بیش از هر زمان دیگر در حال توسعه و پیشرفت است. لذا لزوم پی‌جویی و اکتشاف و معرفی ذخایر جدید و استفاده بهینه از آنها از هر زمان دیگر بارز تر می‌گردد.

این نوشته سعی دارد تا با تشریح عوارض کانسارزای منطقه مورد مطالعه گامی هر چند کوچک در این راستا بردارد. نقش فعالیت محلول‌های گرمابی در کانه زائی بر هیچ محقق پوشیده نیست، پی‌جویی محل‌های وقوع این پدیده، می‌تواند به مثابه یک هاله ژئوشیمیایی که ما را به سوی کشف پتانسیل‌های معدنی می‌کشاند، مفید واقع گردد. با توجه به واقع شدن ناهمواری‌های جنوب و جنوب غرب شهر بوئین زهرا بر روی نوار ماگمایی ارومیه - بزمان و عنایت به همراهی بسیاری از فعالیت‌های ماگمایی با فعالیت‌های گرمابی و نیز مستعد بودن طبقات سنگی ماگمایی و سنگ‌های وابسته به دگرسانی، بر آن هستیم تا مناطق تحت تأثیر محلول‌های گرمابی (مناطق دگرسان شده) مذکور را در پیرامون گسل ساری دره که بر روی همین طبقات تأثیر گذاشته را تشریح نماییم.

۲- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۲۰ کیلومتری جنوب شهر بوئین زهرا و در شمال و شمال شرق روستای حاجی آباد قشلاق و شمال روستاهای لک، قلیچ کندی و عباس آباد سیف از توابع شهرستان بوئین زهرا و در حقیقت در بخش غربی نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اشتهاورد واقع شده است. از نقطه نظر تقسیمات زمین شناختی ایران نیز این منطقه بخشی از نوار ماگمایی ارومیه - بزمان در زون ایران مرکزی است (نقشه زمین شناسی اشتهاورد، ۱۳۷۹). بدین ترتیب طبقات سنگی منطقه عمدتاً آتشفشانی، نفوذی و پیروکلاستیک بوده و از نظر سنی به سن سنوزوئیک (عمدتاً آئوسن و پس از آن) تعلق دارند (مسعودی، ۱۳۶۹). در خلال طبقات یاد شده گسل‌های متعدد اصلی و فرعی حادث گردیده که گسل اصلی منطقه با راستای شمال غرب - جنوب شرق تحت عنوان گسل ساری دره از بارزترین آن‌ها می‌باشد. فعالیت تکتونیکی عامل به وجود آورنده گسل‌های مذکور باعث قطعه قطعه شدن طبقات و موجب خرد شدگی شدید آن‌ها گردیده است. جایگیری توده نفوذی جنوب بوئین زهرا (جنوب تفک) با ترکیب کوارتز دیوریتی تا آپلیتی (طباخ شعبانی، ۱۳۶۹) با رخنمون بیضوی شکل و با گسترش قطر بزرگتر هم راستا با گسل ساری دره و نیز خروج برخی واحدهای آتشفشانی جوان (احتمالاً پس از آئوسن) نیز در ارتباط با تکاپوهای تکتونیکی پیش گفته در منطقه رخنمون دارند.

۳- دگرسانی سنگ‌ها

دگرسانی گرمایی تحت اثر واکنش بین کانی‌های سنگ ساز در شرایط فیزیکی و شیمیایی خاصی که نسبت به شرایط اولیه تشکیل آن‌ها متفاوت است و به ویژه تحت تأثیر واکنش با سیالات گرمایی، ایجاد می‌شود (Beane, 1982).

محصولات دگرسانی بسته به (۱) ماهیت سنگ دیواره و (۲) ماهیت سیال درگیر (که شامل عواملی چون pH, Eh فشار بخار ذرات فرار، ترکیب آنیونی - کاتیونی و درجه هیدرولیزاست) و نیز (۳) دما و فشار محل واکنش تعیین می‌گردند (Guilbert and Park, 1986).

واکنش‌های حائز اهمیت در دگرسانی در اغلب مواقع عبارتند از: (۱) هیدرولیز (۲) گرفتن و یا از دست دادن آب (۳) متاسوماتیسم قلیایی یا قلیایی خاکی (۴) از دست دادن کربن (۵) از دست دادن سیلیس (۶) سیلیسی شدن (۷) اکسیداسیون و احیاء و در پایان برخی از واکنش‌های افزایشی - کاهش نظیر کربناتی شدن، از دست دادن گوگرد، سولفیدی شدن و فلوتوریدی شدن می‌باشند. دگرسانی را با توجه به ظهور کانی‌های خاص به صورت مناطق مشخص طبقه بندی می‌نمایند که خلاصه‌ای از اهم این مناطق به شرح ذیل است.

دگرسانی پتاسیک یا بیوتیت - ارتوکلاز که سیلیکات پتاسیم دار نیز نامیده می‌شود، در ارتباط با حضور یا تبلور دوباره فلدسپار پتاسیم دار در یک سنگ همراه با و یا بدون حضور بیوتیت و سریسیت و معمولاً با آثاری از انیدریت، آپاتیت، فلوریت، کلسیت، شلیت و نیز کالکوپیریت، مولیبدنیت، پیریت، مگنتیت یا همتایت، معرفی می‌شود. دگرسانی فیلیک یا سریسیتی به وسیله فراوانی فیلوسیلیکات سریسیت (مسکوویت ریزدانه که حاصل دگرسانی و یا انواع دیگر دگرگونی است)، تعریف می‌شود. در این نوع دگرسانی، کانی‌های سنگ ساز اولیه نظیر فلدسپات‌ها، میکاها و کانی‌های تیره به سریسیت و کوارتز تبدیل می‌شوند.

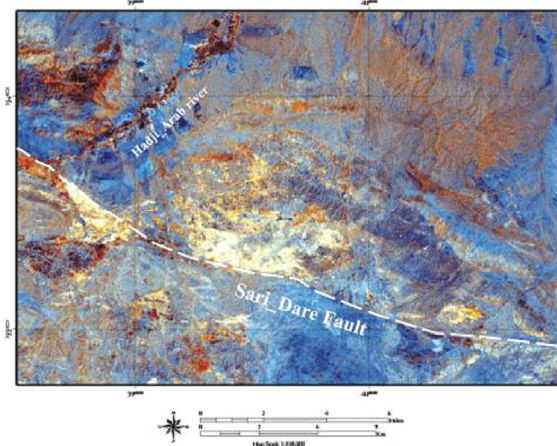
دگرسانی پروپیلیتیک نوعی از دگرسانی توأم با زایش اپیدوت، کلریت و کربنات‌ها که معمولاً جانشین پلاژیوکلاز (اپیدوت، کلریت، کلسیت) و هورنبلند - بیوتیت (کلریت، اپیدوت، مونت موریلونیت) می‌شوند، می‌باشد. دگرسانی آرژیلیک به وسیله فراوانی کائولینیت مشتق از پلاژیوکلاز، مونت موریلونیت مشتق از آمفیبول‌ها و پلاژیوکلاز تعریف می‌شود. در اینجا فلدسپات‌های پتاسیم دار پایدار بوده و متأثر نمی‌شوند.

در نوع آرژلیک پیشرفته شستشوی قلیایی‌ها رخ می‌دهد و در دماهای بالاتر از حدود ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد پیروفیلیت - آندالوزیت پدید می‌آید، کائولینیت و دیکیت در این نوع دگرسانی رایج است، کوارتز فراوان و آلونیت، توپاز، تورمالین و دیگر آلومینوسیلیکات‌های B_2F و CL و H_2O دار، نیز دیده می‌شوند.

۴- سنجش از دور و بارزسازی مناطق دگرسان شده

سنجش از دور علمی است که به گردآوری، تحلیل و درک تصاویر و دیگر اطلاعات دریافت شده از ماهواره‌ها و هواپیماهای ویژه که روابط و واکنش بین مواد مختلف را ثبت می‌کنند، می‌پردازد. سنگ‌های دگرسان شده تحت تأثیر محلول‌های گرمایی، تنوع رنگی بسیاری داشته و این تنوع رنگی در واقع حاصل دگرسانی سنگ‌های میزبانی است که کانی‌های آن‌ها به وسیله فعالیت‌های شیمیایی با سیالات گرمایی اطرافشان، تغییر ماهیت داده‌اند. هنگامی که محصولات دگرسانی در سطح زمین رخنمون یابند، قابلیت بارزسازی تصویری می‌یابند. با استفاده از تکنیک کروستا (Crosta technique) و پردازش داده‌های ماهواره‌ای ETM^+ لندست ۷، دگرسانی حادث شده در طول گسل ساری دره نقشه برداری گردیده است که نتیجه این پردازش در شکل ۱ به صورت تصویر مسطحاتی و در شکل ۲ به صورت سه بعدی نمایش داده شده است. همانطور که در تصویر مشخص است عمده دگرسانی با رنگ‌های طیف روشن از سفید شیری تا زرد و حتی قرمز و نارنجی، در یال شمالی گسل حادث گردیده است. با استفاده از این تصویر نقشه برداری مناطق دگرسان شده محقق گردیده و برنامه ریزی‌های بازدیدهای صحرائی و همچنین طراحی برنامه نمونه برداری از رخنمون‌های مورد نظر صورت پذیرفت.

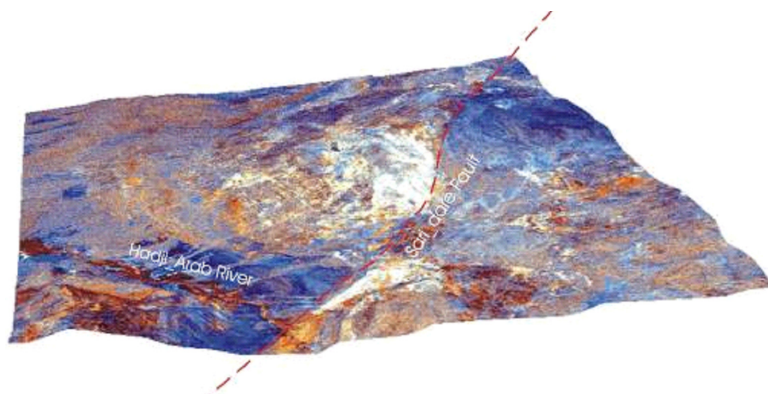
figure 1) PC4, PC4+(PC5) & -PC5 in RGB



شکل ۱: تصویر حاصل از پردازش داده‌ها به روش کروستا

۵- منطقه بندی کانی شناسی و تعیین ژنز احتمالی

در منطقه مورد مطالعه و در طول گسل، توده‌های متعدد سنگی دگرسانی شدید تا خیلی جزئی را متحمل شده‌اند. سنگ‌های دیواره گسل عمدتاً سنگ‌های آتشفشانی و پیروکلاستیک حد واسط تا اسید می‌باشند که در پاره‌ای از نقاط پس از دگرسان شدن به توده‌های مواد معدنی که در منطقه به خاک‌های صنعتی معروف هستند مبدل گردیده‌اند. در بازدیدهای صحرائی به ویژه در بازدید از محل‌های دارای رخنمون و نیز در مناطقی که عملیات حفاری معدنی صورت پذیرفته، به خوبی مشاهده می‌گردد که زون‌های مختلف دگرسانی با رنگ، مورفولوژی و نیز از نظر مقاومت در برابر دستگاه‌های حفاری و ... در منطقه تشکیل گردیده‌اند.



شکل ۲: گسل و دره ساری دره در تصویر سه بعدی ترکیب رنگی حاصل از پردازش داده‌ها به روش کروستا (دید به سمت شرق)

نمونه برداری آگاهانه از ۲۰ نقطه زون‌های مختلف به ویژه از زون‌های دارای رخنمون غیر هوازده (ترانشه‌ها، چاهک‌ها و... معادن) و تحلیل دستگامی نمونه‌ها به روش XRD نتایج قابل توجهی را ارائه نمود که نتایج ذیل از آن منتج می‌گردد.

با توجه به کانی شناسی زون‌های مختلف، می‌توان عنوان نمود که در اطراف گسل مذکور دو نوع منطقه بندی قائم و جانبی دیده می‌شود. منطقه بندی قائم به ویژه در توده‌های معدنی واقع در حاشیه دره گسلی ساره دره و منطقه بندی جانبی از سطح گسل به سمت سنگ‌های دیواره دیده می‌شود.

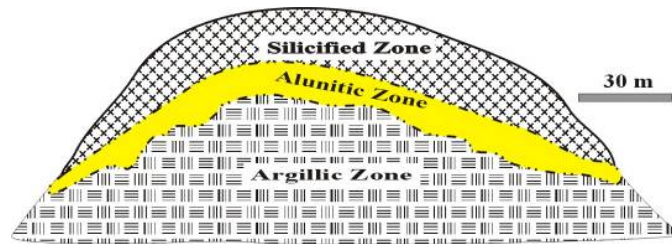
۶- منطقه بندی قائم

یکی از توده‌های دگرسان شده شاخص در مجاورت گسل ساری دره توده‌ای در ۲ کیلومتری شمال شرق روستای حاجی آباد و در ابتدای ورودی دره ساری دره می‌باشد. در این توده و توده‌های مشابه در سرتاسر دره، سه زون مجزا در جهت قائم تشخیص داده شد. این زون‌ها به ترتیب از پایین به بالا عبارتند از: ۱- زون آرژیلیک پیشرفته ۲- زون آلونیتی شده ۳- زون سیلیسی شده.

مرز بین هر زون با زون مجاور یک مرز تدریجی است و فقط مرز بین زون آلونیتی شده با مرز سیلیسی تا حدودی در صحرا مشهود است و مرز دیگر با مطالعات کانی شناسی مشخص گردید. زون بندی قائم توده شمال حاجی آباد در شکل ۳ و نیز تصویر شماتیک زون بندی مقطع عرضی توده شمال حاجی آباد در شکل ۴ نمایش داده شده است.



شکل ۳: نمایش زون‌های مختلف در زون بندی قائم توده شمال حاجی آباد (دید به سمت شمال)



شکل ۴: نمایش شماتیک زونهای مختلف در زون بندی قائم توده شمال حاجی آباد (دید به سمت شرق)

در مطالعات کانی شناسی با استفاده از روش XRD مشخص گردید که کانی‌های شاخص هر زون به ترتیب اولویت در فراوانی عبارتند از: کوارتز- کائولینیت - ایلیت - دیکیت - آلونیت - ارتوکلاز - توپاز برای زون آرژیلیک پیشرفته و کوارتز - آلونیت و ژاروسیت - ژپس - کائولینیت - سریسیت برای زون آلونیتی و کوارتز - کلسدون - فلدسپات آلکالن (عمدتاً ارتوکلاز با فراوانی کم) برای زون سیلیسی شده.

همانطور که در شکل ۴ به صورت شماتیک نشان داده شده است، در زون بندی قائم ضخامت زون‌ها با هم برابر نبوده و با مشاهدات و اندازه گیری‌های صحرایی مشخص گردید که زون آرژیلیک حداکثر ضخامت (حتی تا چند ده متر) و زون آلونیتی و سیلیسی شده با ضخامت تقریبی برابر و در حدود چند سانتیمتر تا کمتر از ۱۰ متر را دارا می‌باشند.

منطقه بندی قائم پیش گفته و نیز کانی شناسی همراه هر منطقه یادآور نوعی از دگرسانی تحت عنوان دگرسانی تیپ اسیدی سولفات می باشد که با توجه به محیط تکتونیکی و ترکیب سنگ‌های میزبان که در اینجا سنگ‌های ریولیتی تا تراکی آندزیتی بر روی نوار ماگمایی ارومیه - بزمان با محیط تکتونیکی "فرورانش حاشیه قاره" می‌باشد، این نوع ژنز برای پدیده‌های دگرسانی دره ساری دره ممکن به نظر می‌رسد.

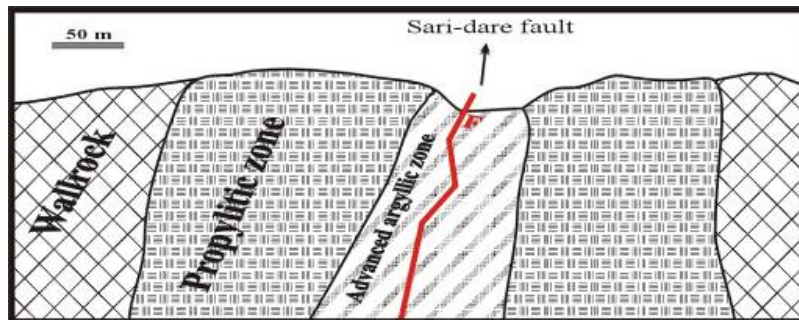
۷- منطقه بندی جانبی

منطقه بندی جانبی از سطح گسل به سمت سنگ‌های دیواره گسل و بویژه در جهت یال شمالی دیده می‌شود. گسترش عمل دگرسانی در برخی نواحی و به داخل سنگ‌های دیواره گاهی به اندازه غیر قابل تصور و در حد چند ده متر می‌رسد. در اینجا باید یادآور شد که بخش اعظم دگرسانی مناطق اطراف گسل به ویژه مناطقی که در پیرامون توده نفوذی منطقه (توده نفوذی تفک) واقع شده‌اند توسط سیستم گسل کنترل نشده و از این بحث خارج می‌باشد. در منطقه بندی جانبی از سطح گسل به سمت سنگ دیواره به ترتیب زون‌های:

۱- زون آرژیلیک پیشرفته و ۲- زون پروپلیتیک، مشخص و از هم تمیز داده می‌شوند. در برخی نواحی و در حجم کمتر زون پتاسیک نیز به صورت موردی و نه گسترده دیده می‌شود. این زون بندی به صورت شماتیک در شکل ۵ نمایش داده شده است.

در این نوع منطقه بندی ضخامت زون آرژیلیک پیشرفته بسیار کمتر و محدود به حواشی گسل اصلی و شاخه‌های فرعی آن می‌گردد و این در حالی است که زون پروپلیتیک بسیار گسترده‌تر و با رخنمون سطحی قابل توجه‌تر دیده می‌شود. در شکل ۵ ضخامت زون آرژیلیک پیشرفته با کمی اغراق نمایش داده شده تا در تصویر مشخص گردد.

ترکیب کانی شناسی زون آرژیلیک پیشرفته شامل کوارتز - کائولینیت - ایلیت - دیکیت - آلونیت - ارتوکلاز - توپاز - آناتاز و ترکیب کانی شناسی زون پروپلیتیک شامل کوارتز - مونتوریلونیت - کلریت - اپیدوت و کلسیت می‌گردد. زون بندی قائم و جانبی تقریباً در سرتاسر مسیر گسل از شمال عباس آباد سیف تا نواحی غربی و شمال غربی روستای حاجی آباد قشلاق قابل تشخیص می‌باشد.



شکل ۵: نمایش شماتیک زون‌های مختلف در زون بندی جانبی در دره ساری دره (دید به سمت شرق)

۸- منطقه بندی دگرسانی ناحیه از دیدگاه اقتصادی و کاربردی

همانطور که عنوان گردید در این ناحیه فعالیت اکتشافی گسترده (حفر ترانشه و چاهک و ...) و تا حدودی فعالیت‌های استخراجی معدنی (چند معدن در حال بهره برداری) صورت پذیرفته است که این امر بیشتر به حضور صنایع عظیم مصرف کننده این نوع از مواد اولیه در منطقه مربوط می‌گردد. عمده مواد اولیه مورد مصرف در این صنایع عبارتند از انواع کانی‌های رسی (در صنایع کاشی، چینی بهداشتی و مطروف و ...) و انواع کانی‌های فلدسپاتی (در صنایع شیشه، کاشی، چینی بهداشتی و مطروف و ...) و کانی‌های سیلیسی (بیشتر در صنایع شیشه، صنایع شیمیایی، صنایع ریخته گری و ...).

تحلیل و بررسی کانی شناختی منطقه بندی مورد بحث در این نوشتار، مشخص می‌نماید که هر زون دارای چه پتانسیل معدنی است و باید به کدام صنعت عرضه گردد. موضوع اخیر نکته‌ای اساسی است که باید در کلیه برنامه ریزی‌های فعالیت‌های پی‌جویی، اکتشاف، استخراج، فرآوری و نیز بازاریابی این مواد لحاظ گردد و لذا با توجه به عدم شناخت بسیاری از دست اندرکاران فعالیت‌های پیش گفته اعم از عوامل ستادی، اجرائی، فنی و نیز سرمایه‌گذاران، کلیه این فعالیت‌ها با ریسک حداکثری دنبال شده و خسارات جبران ناپذیری بر جای گذاشته و یا خواهد گذاشت.

الف) زون آرژیلیک: از بین زون بندی‌های مطرح شده زون آرژیلیک با کانی شناسی به صورت عمده رسی حافظ اهمیت در صنعت کاشی است لذا مواردی همچون ضخامت، آنالیز کانی شناسی (XRD test) کانی‌های رسی و کانی‌های مطلوب و مضر همراه و نیز در پاره‌ای از موارد آنالیز شیمیایی ماده معدنی و از همه مهمتر تشخیص مرز این زون با زون‌های همجوار به ویژه با زون آلونیتی می‌تواند از اهمیت بسزایی برخوردار باشد.

کانی‌های مضر در این زون به ویژه برای صنایع سرامیکی شامل کانی‌هایی نظیر پیریت، ژاروسیت و اکسیدها و هیدروکسیدهای حاصل از هوازدگی این دو کانی، نظیر هماتیت، گوتیت و غیره می‌باشند که در درجه اول به دلیل ایجاد رنگ و بدرنگ نمودن محصولات سرامیکی حین پخت در کوره و در درجه دوم به دلیل آزاد نمودن مقادیری گازهای گوگردی (H_2S , SO_2) که می‌تواند هم ایجاد خوردگی قالب‌ها و سیستم‌های فلزی مرتبط با فرایند تولید سرامیک را موجب شود و هم از نظر محیط زیست انسانی محیط کار را برای پرسنل درگیر نامناسب سازد، خوشایند این صنعت نمی‌باشند.

حضور کانی‌های مضر دیگری نظیر کلسیت ($CaCO_3$)، ژیپس ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) و آلونیت ($KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$) نیز هر کدام به نوبه خود از کیفیت مواد معدنی مصرفی در این صنعت می‌کاهد. کلسیت به دلیل ضعف در دمای ذوب، ژیپس به دلیل مشابه با کلسیت و نیز توان تولید ترکیبات گوگردی مشابه با ژاروسیت و آلونیت نیز به دلایل مشابه با ژیپس از کانی‌های نامطلوب به شمار می‌آیند.

در زون آرژیلیک مطالعه شده در منطقه، کانی‌های مضر شناخته شده عمدتاً از نوع ژاروسیت، آلونیت و به ویژه ژیپس است که به صورت رگ و رگچه و به فراوانی در داخل توده‌های معدنی حفاری شده در این زون دیده می‌شود (شکل ۶). این امر در جبهه کار اصلی معدن کائولینیت حاجی آباد قشلاق و به ویژه در توده دپو شده مواد معدنی این

معدن به خوبی مشهود است که این مشکل با دور شدن از زون آلونیتی و ورود به عمق توده آرژیلیکی تا حدودی مرتفع می‌گردد.



شکل ۶: نمایی از رگ و رگچه های فراوان ژیبس در داخل زون آرژیلیک توده شمال غرب حاجی آباد

ب) زون آلونیتی: این زون با گسترش و ضخامت نسبتاً کم شاید نتواند به عنوان یک پتانسیل معدنی بالقوه حائظ اهمیت باشد ولی به دلیل حضور آلونیت فراوان در فاصله نه چندان دور از این منطقه، می‌تواند به عنوان یک پتانسیل کمکی مطرح گردد. آلونیت بیشتر در صنعت استحصال آلومینا و نیز به عنوان منبعی از پتاسیم و همچنین در تولید اسید سولفوریک اهمیت دارد. در این ناحیه وجود این زون بیشتر به دلیل همجواری با زون‌های مطلوب سیلیسی و آرژیلیکی در بالا و پائین آن، شناخت این زون و پرهیز از اختلاط مواد مختلف به داخل هم حین عملیات استخراجی معدن حائظ اهمیت است. چرا که ترکیب کانی شناسی این زون جزء ترکیبات مضر در صنایع مصرف کننده مواد معدنی زون‌های دیگر است.

ج) زون سیلیسی شده: این زون با گسترش و ضخامت قابل قبول و با پتانسیل بالای سیلیس (SiO_2) با کانی شناسی منحصر بفرد کوارتز همراه با اوپال و کلسدونی و ندرتاً فلدسپار سدیک و پتاسیک، از زون‌های با اهمیت کاربردی بالا در بین منطقه بندی این ناحیه می‌باشد. آنالیز شیمیایی این زون، بیش از ۹۵ درصد SiO_2 و حدود ۳ درصد Al_2O_3 و کمتر از ۰/۲ درصد Fe_2O_3 و مابقی به ترتیب ۰/۹ درصد K_2O و ۰/۵ درصد Na_2O و کمتر از ۰/۴ درصد از سایر ترکیبات را نشان می‌دهد. آنالیز شیمیایی فوق علاوه بر تأیید صحت آنالیز کانی شناسی، مواد معدنی این زون را به عنوان ماده اولیه مصرفی در صنعت شیشه و نیز صنایع شیمیایی (به دلیل ریز بلور بودن تا غیر بلوری بودن کانی‌ها) و همچنین صنایع ریخته گری مطرح می‌سازد.



شکل ۷: نمایی از صخره سیلیسی بر فراز یکی از قله های توده های دگرسان شده ناحیه

از نظر محل استقرار نیز این زون در زون بندی قائم معمولاً در بخش بالایی زون آلونیتی (شکل‌های ۴ و ۳) و در اغلب مواقع در قله ارتفاعات ناحیه دیده می‌شود و از این حیث نیز عملیات اجرایی بر روی این طبقات بسیار مقرون به صرفه تر از کانسارهای مشابه در منطقه به ویژه کانسارهای تیپ رسوبی سیلیس از نوع ماسه سنگی (کوارتزیت رأسی در منطقه آبگرم قزوین تا سلطانیه زنجان)، می‌باشد که در اغلب موارد با مشکل پرهزینه و زمان بر باطله برداری مواجه هستند. توده‌های با پتانسیل بالقوه سیلیس در ناحیه عمدتاً در طول گسل ساری دره و در شمال روستای قلیچ کنندی، جنوب شرق روستای حاجی آباد (دو توده مجزا و با حجم بالا) و نیز در شمال روستای عباس آباد سیف واقع شده‌اند. این توده‌های به دلیل ایجاد ورنی صحرایی بر روی آن‌ها برنگ تیره دیده می‌شوند ولی سطح غیر هوازده آن‌ها معمولاً برنگ سفید تا خاکستری روشن دیده می‌شود (شکل ۷).

د) زون پروپلیتیک: گسترش زیاد زون پروپلیتیک و به ویژه کانی شناسی کوارتز - مونتموریلونیت - کلریت - اپیدوت و کلسیت همراه با فلدسپات‌های سدیک و پتاسیک این زون را به عنوان یکی از تأمین کننده‌های اصلی مواد اولیه مصرفی در بدنه کاشی دیوار مطرح کرده است. در اصطلاح تجاری به مواد اولیه با این ترکیب کانی شناختی عبارت خاک صنعتی اطلاق می‌گردد و افزایش کانی رسی و فلدسپات و همچنین کاهش کانی‌های کلسیت، کلریت و اپیدوت موجبات افزایش کیفیت مواد را در پی خواهند داشت. رنگ عمومی این زون به رنگ سدری تا سبز مایل به آبی است و حفاری در آن معمولاً راحت تر از بخش‌های دیگر است به همین دلیل اکثر فعالیت‌های معدنی در منطقه روی این زون صورت پذیرفته است. گسترش این زون به سمت شمال ناحیه بیشتر و تا توده نفوذی جنوب تفک ادامه می‌یابد. در پاره‌ای از موارد و به ویژه در پیرامون توده نفوذی مذکور زون پتاسیک همجواری خوبی با این زون داشته و در منطقه این زون به عنوان ماده معدنی فلدسپات پتاسیک استخراج می‌گردد (معدن شمال حاجی آباد قشلاق).

۹- نتیجه گیری و پیشنهادات

با استفاده از یکی از ارزانتترین و در عین حال سریعترین و قابل اعتمادترین روش‌ها در پیچوئی مناطق دگرسان شده (روش پردازش داده‌های ماهواره‌ای به ویژه روش تحلیل مولفه‌های اصلی انتخابی یا تکنیک کروستا) نواحی دگرسان شده از سنگ‌های مادر به خوبی تفکیک گردید. در ادامه با بازدیدهای صحرایی و ارزیابی و نمونه برداری از نواحی دگرسان شده مذکور و آنالیز دستگاهی نمونه‌ها به روش XRD زون‌های مختلف کانی شناختی هر بخش از این نواحی دگرسان شده از یکدیگر تفکیک و به صورت دو نوع منطقه بندی قائم و جانبی معرفی می‌گردند.

زون بندی قائم به ترتیب از پایین به بالا شامل زون‌های آرژیلیک پیشرفته، زون آلونیتی شده و زون سیلیسی شده و زون بندی جانبی از سطح گسل به سمت سنگ دیواره به ترتیب شامل زون‌های آرژیلیک پیشرفته و زون پروپلیتیک می‌باشد که در هر دو نوع، مرز بین هر زون با زون مجاور تدریجی است. با عنایت به بررسی‌های انجام گرفته و مقایسه منطقه بندی و کانی شناسی و سایر ویژگی‌های دگرسانی منطقه، برای دگرسانی منطقه تیپ اسیدی سولفات‌ها محتمل به نظر می‌رسد. با علم بر اینکه هر زون حاوی مقادیر متنابهی از پتانسیل‌های مواد اولیه صنایع کاشی، شیشه و سایر صنایع می‌باشد، مهمترین کاربرد شناخت و تشخیص صحرایی این منطقه بندی‌ها، در فعالیت‌های معدنی و در طراحی برنامه‌های اکتشافی و استخراجی جلوه می‌نماید. لذا یادآور می‌گردد که عدم آگاهی از ترتیب و حدود این نوع منطقه‌بندی باعث اتلاف گسترده وقت و سرمایه و در پاره‌ای از موارد منجر به عدم حصول نتیجه مطلوب از این نوع فعالیت‌ها می‌باشد. همانگونه که در تصاویر حاصل از پردازش داده‌های ماهواره‌ای منطقه دیده می‌شود (اشکال ۱ و ۲)، حجم گسترده توده‌های دگرسان شده، لزوم طراحی و اجرای یک عملیات اکتشافی سیستماتیک بر روی این نواحی و نواحی اطراف به ویژه بر روی پتانسیل‌های محتمل نظیر ذخایر پورفیری مس و عناصر همراه و نیز ذخایر طلا مرتب با دگرسانی نوع اسیدی سولفات‌ها و سایر ذخایر نظیر باریت، سرب و روی و عناصر نادر خاکی (REE) و ... احساس می‌گردد.

۱۰- منابع

۱. طبخ شعبانی، ا.، ۱۳۶۹، پتروگرافی و پتروولوژی توده های آذرین نفوذی جنوب بوئین زهرا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، صفحه ۱۵-۲۵.
۲. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۹، نقشه زمین شناسی اشتهاارد مقیاس (۱:۱۰۰۰۰۰).
۳. مسعودی، ف.، ۱۳۶۹، مطالعه چینه شناسی، پترو گرافی و پتروولوژی سنگ های آتشفشانی جنوب بوئین زهرا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، صفحه ۳۲-۴۱.
4. Beane, R.E., 1982, Hydrothermal alteration in silicate rocks, southwestern North America in Titley, S. R., Ed. *Advances in Geology of the Porphyry Copper Deposits, Southwestern North America*, Tucson, Univ. Ariz. Press, 2-8.
5. Guilbert, M.J. and Park, F.Ch., 1986, *The Geology of Ore Deposits*. W.H. Freeman, New York, 12-14.