



مطالعات زمین‌شناسی، دگرسانی و ژئوشیمی در ارتباط با کانی‌زایی آنتیموان در منطقه ارغش حسن‌آباد، شمال شرق ایران

اعلمی‌نیا، زهرا*، کریم‌پور، محمدحسن و همام، سید مسعود
گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

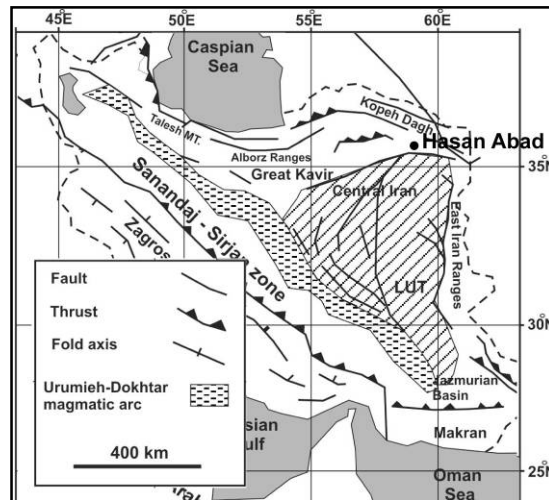
چکیده

منطقه حسن‌آباد- ارغش در جنوب غرب نیشابور واقع در شمال استان خراسان رضوی قرار دارد. بر اساس بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی چندین توده نفوذی شناسایی شده که شامل بیوتیت دیوریت پورفیری، بیوتیت هورنبلند دیوریت پورفیری، هورنبلند مونزونیت پورفیری، بیوتیت میکروگرانیت، گرانیت، میکروگرانودیوریت و گرانودیوریت می‌باشد. ۵ نوع دگرسانی در منطقه آنتیموان‌دار شناسایی شده است که عبارتند از: آرژلیک، پروپلیتیک، سرسیتیک، کربنات و زون سیلیسی. دگرسانی غالب در منطقه از نوع آرژلیکی بوده که وسعت زیادی از مرکز منطقه را در بر گرفته است. کانی‌زایی در یک رگه کوارتز با طول حدود ۷۵۰ متر و پهنای کمتر از یک متر تا ۵ متر در امتداد گسل قرار دارد. به منظور بررسی روند تغییرات عناصر طلا، آنتیموان، آرسنیک و جیوه، فراوانی آنها در طول هر ترانشه و سپس در طول رگه مقایسه شده است تغییرات عنصر طلا در نمونه‌ها از ۰ تا ۷۵۰ میلی‌گرم در تن می‌باشد. تغییرات عنصر آنتیموان در نمونه‌ها از ۱۰ تا بیش از ۱۰۰۰۰ گرم در تن می‌باشد. تغییرات عنصر آرسنیک در نمونه‌ها از ۵۷ تا ۱۰۱۶۱/۳ گرم در تن می‌باشد. با توجه به نمودارها دیده می‌شود که طلا با آنتیموان، آرسنیک و جیوه در طول ترانشه (عرض رگه به همراه سنگ دیواره) همبستگی ندارد. اما در طول رگه بیشترین مقادیر طلا با بیشترین مقادیر آنتیموان، آرسنیک و جیوه به دست آمده از ترانشه‌ها همبستگی نشان می‌دهد.

مقدمه

منطقه حسن‌آباد- ارغش در ۴۵ کیلومتری جنوب غرب نیشابور واقع در شمال استان خراسان رضوی و در گستره‌ای بین طول‌های جغرافیایی ۶۴۴۴۰۰ تا ۶۴۵۹۳۰ و عرض‌های جغرافیایی ۳۹۶۷۲۰۰ تا ۳۹۶۸۵۰۰ قرار دارد. منطقه به لحاظ تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ایران، در بخش شمالی خرد قاره ایران مرکزی واقع شده است. خرد قاره ایران مرکزی بخشی از ایران میانی است که با زمین درزهای افیولیتی سیستان، نائین، بافت، گسل درونه و افیولیت‌های کاشمر سبزواری احاطه شده است (شکل ۱) [۱]. محدوده مطالعاتی به لحاظ سابقه اکتشافی جوان بوده و برای اولین بار در سال ۱۳۷۳ بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای که در چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ نقشه کدکن انجام گرفته به عنوان یکی از پتانسیل‌های طلا و آنتیموان معرفی و کشف شده است [۲]. وسعت محدوده ناهنجاری ۲۵ کیلومتر مربع بوده که شامل هفت محدوده طلا دار (Au I تا Au VII) و یک محدوده آنتیموان (Sb) است. مطالعات پیشین در قالب تهیه نقشه زمین‌شناسی در مقیاس‌های ۱:۲۰۰۰۰ [۴]، ۱:۵۰۰۰ [۵]، ۱:۱۰۰۰ [۳] و مطالعات ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی به روش رسوبات آبراهه‌ای [۴]، حفر ترانشه و گمانه‌های حفاری [۶]، مطالعات ژئوفیزیک [۷] است که توسط سازمان زمین‌شناسی کشور انجام شده است.

بر اساس پیمایش‌های زمینی و مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته در منطقه آنتیموان‌دار نقشه‌های زمین‌شناسی، آلتراسیون و کانی‌سازی تهیه شده است. سپس به کمک داده‌های ژئوشیمی سطحی، ارتباط و فراوانی عناصر در طول رگه کانی‌زایی بررسی شده است.



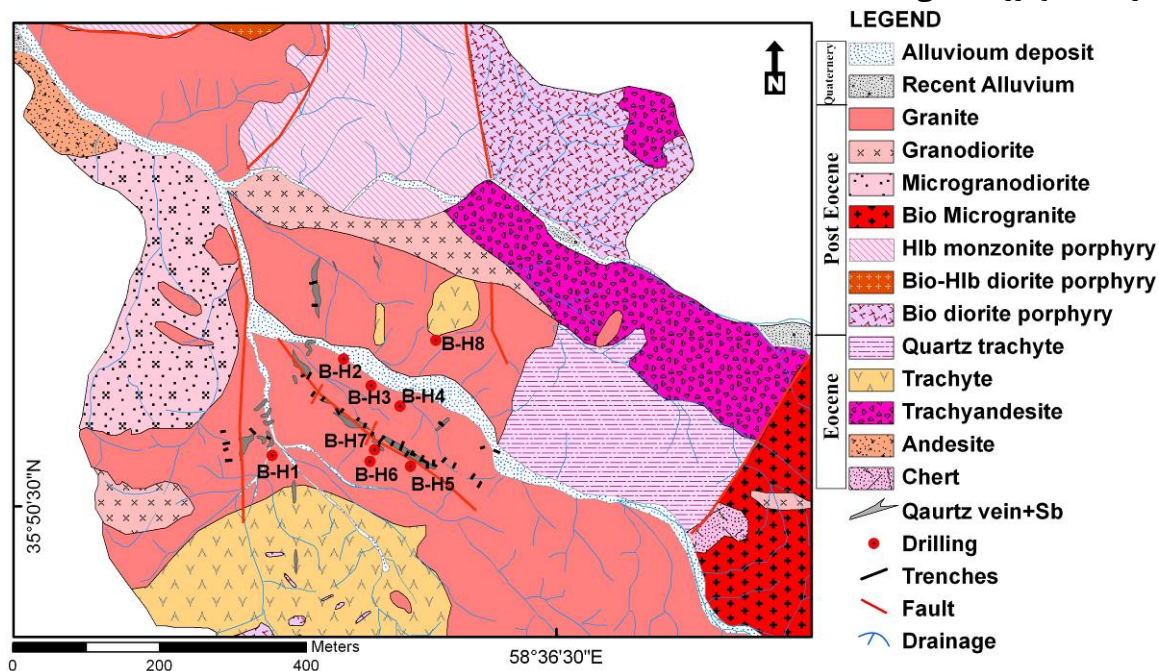
شکل ۱ - نقشه ساختاری ساده شده ایران [۸] و [۹] و موقعیت محدوده حسن-آباد-ارغش در خردقاره ایران مرکزی.

زمین شناسی

منطقه بیشتر از واحدهای متعلق به دوره ائوسن پوشیده شده است [۱۰]. سنگ‌های آتشفشانی بیشتر از جنس آندزیت، تراکیت و سنگ‌های نفوذی گرانیت، گرانودیوریت تا دیوریت می‌باشد که در ادامه شرح آن آمده است. سنگ‌های آتشفشانی: واحدهای سنگی آتشفشانی از جنس آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، کوارتز تراکیت و کوارتز لایت با بافت پورفیری و به رنگ خاکستری تا خاکستری تیره و بنفش می‌باشد. بیشترین گسترش آن در بخش جنوب و شرق منطقه دیده می‌شود (شکل ۲). این سنگ‌ها مورفولوژی صخره‌ساز دارند. کانی‌های اصلی فلدسپات پتاسیم، سانیدین، پلاژیوکلاز، بیوتیت و کمی هورنبلند بوده که بصورت فنوکریست و با بافت پورفیری دیده می‌شود. جریان یافتگی فنوکریست‌ها بیشتر در بخش شرقی دیده می‌شود. اندازه فنوکریست‌ها به سمت شمال منطقه کوچکتر می‌شود. توده‌های نفوذی: بر اساس بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی این توده‌ها شامل بیوتیت دیوریت پورفیری، بیوتیت هورنبلند دیوریت پورفیری، هورنبلند مونزونیت پورفیری، بیوتیت میکروگرانیت، گرانیت، میکروگرانودیوریت و گرانودیوریت می‌باشد.

بیوتیت دیوریت پورفیری در شمال شرق رخنمون دارد البته استوک‌های کوچکی از آن در واحد تراکیتی که در جنوب منطقه است دیده می‌شود (شکل ۲). دارای بافت پورفیری و فنوکریست‌هایی از پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیم و بیوتیت است. فنوکریست‌ها به ۲۰ تا ۲۵ درصد می‌رسد. کانی اپیک در حد ۸ تا ۱۰ درصد در متن سنگ و به شکل لوزی (مگنتیت) و سوزن‌های باریک کشیده دیده می‌شود. کانی فرعی آپاتیت به وفور در سنگ دیده می‌شود. اکثر فنوکریست‌های پلاژیوکلاز به کربنات دگرسان شده و بیوتیت‌های آن بطور کامل به کلریت و کانی اپیک تبدیل شده است. کانی سرسیت ثانویه در حد ۱ درصد دیده می‌شود. در زمینه تجمعاتی از بلورهای کوارتز ثانویه دیده می‌شود. بیوتیت هورنبلند دیوریت پورفیری بصورت استوک رخنمون کوچکی در بخش شمالی منطقه دارد (شکل ۲). بافت پورفیری داشته و کوارتز بصورت دانه ریز در زمینه دیده می‌شود. پلاژیوکلاز ۲۰ تا ۲۵ درصد در حد آندزین تا لابرادریت و کمتر از ۵ درصد فلدسپات پتاسیم دارد. هورنبلند در حد ۵ تا ۷ درصد و ۲ تا ۳ درصد بیوتیت دارد. در حد ۵ تا ۱۰ درصد فلدسپات‌ها به کربنات دگرسان شده‌اند. بیوتیت‌ها به طور کامل به کلریت و هورنبلندها به کلریت، اسفن و کانی اپیک تبدیل شده است. کانی ثانویه رس و سرسیت کمتر از ۲ درصد دیده می‌شود.

هورنبلند مونزونیت پورفیری در شمال گسترش دارد (شکل ۲). دارای بافت پورفیری بوده و فنوکریست‌های آن شامل پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیم، بیوتیت و قالب‌های هورنبلند می‌باشد. فنوکریست فلدسپات در اندازه ۱ میلی-متر و با فراوانی ۲۵ تا ۳۰ درصد دیده می‌شود. کوارتز در زمینه بصورت ریز بلور دیده می‌شود. کانی اسفن به وفور در سنگ در حد ۲ درصد دیده می‌شود. کانی اپک پیریت در حد ۳ تا ۵ درصد است. شدت دگرسانی در بخش شمالی کمتر و در حد ۵ درصد دیده می‌شود. دگرسانی از نوع کربناته است ولی در بخش غربی به ۳۰ تا ۳۵ درصد و به صورت سرسیتیک و آرتزلیک می‌باشد.



شکل ۲ نقشه زمین شناسی محدوده آنتیمون حسن آباد-ارغش.

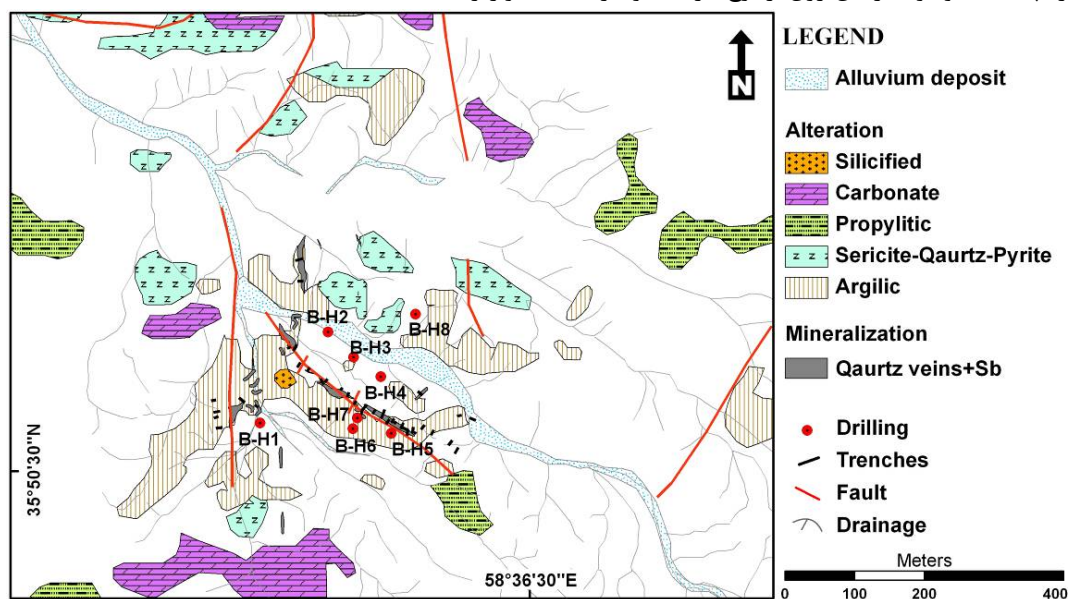
بیوتیت میکروگرانیت بیشترین گسترش را در جنوب شرق دارد (شکل ۲). بافت سنگ میکروگرانولار بوده و شامل ۲۷ درصد کوارتز، ۳۵ درصد میکروکلین و اورتوز، ۳۰ درصد الیگوکلاز و کمتر از ۵ درصد بیوتیت قهوه‌ای است. اندازه کانی‌های فلدسپات و کوارتز بطور متوسط در حد ۰/۷۵ میلی‌متر بوده و حداکثر به ۱/۵ میلی‌متر می‌رسد. کانی فرعی زیرکان و آپاتیت بوده و کمتر از ۲ درصد کانی پیریت دارد. رگچه‌های متعدد کربنات به همراه اکسید آهن ثانویه به قطر ۰/۱۵ میلی‌متر دارد. آثار خردشدگی و شکستگی در سنگ دیده می‌شود.

میکروگرانودیوریت در غرب رخنمون وسیعی دارد (شکل ۲). بافت میکروگرانولار و گرانوفیری داشته و اندازه کوارتز و فلدسپات‌ها بطور متوسط ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌متر می‌باشد. پرتیت و میکروکلین به وفور در سنگ دیده می‌شود. کوارتز درشت‌تر بوده و کانی‌های دیگر را در بر گرفته است. کانی‌های دگرسان در حد ۱۰ تا ۲۰ درصد متغیر بوده و بیشتر کربنات و سرسیت ثانویه دیده می‌شود. کلریت‌های منیزیم‌دار ثانویه در اثر دگرسانی بیوتیت دیده می‌شود. کانی اپک پیریت با اندازه متوسط و در حد ۵ درصد در سنگ دیده می‌شود.

گرانودیوریت واحدی با راستای شرقی غربی بوده که در قسمت شمالی گرانیت‌ها دیده می‌شود (شکل ۲). گسترش گرانیت‌ها از دیگر توده‌های نفوذی بیشتر است. بافت آنها گرانولار و پورفیروئید می‌باشد. کانی‌های اصلی شامل آلکالی فلدسپات، ارتوکلاز، پرتیت، پلاژیوکلاز، کوارتز، بیوتیت است. فلدسپات‌ها، اغلب بر اثر دگرسانی شدید به کانی‌های رسی دگرسان شده است. کانی پیریت به صورت پراکنده و در متن سنگ به میزان ۱ درصد دیده می‌شود.

دگرسانی و کانی زایی

بر اساس بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی ۵ نوع دگرسانی در منطقه آنتیمون شناسایی شده است که عبارتند از: (۱) زون آرژیلیکی، (۲) زون سرسیت-کوارتز-پیریت، (۳) زون کربنات، (۴) زون پروپیلیتیک، (۵) زون سیلیسی (شکل ۳). دگرسانی غالب در منطقه از نوع آرژیلیکی بوده که وسعت زیادی از مرکز منطقه را در بر گرفته است. این دگرسانی بیشتر در سنگ‌های گرانیت و هورنبلند مونزونیت پورفیری دیده می‌شود. این زون در سطح زمین به رنگ سفید دیده می‌شود. این دگرسانی در حاشیه رگه بیشترین شدت را داشته و بصورت آرژیلیک پیشرفته دیده می‌شود. مهم‌ترین کانی این زون کانی رسی بوده که از دگرسانی پلاژیوکلازها بوجود آمده است. درصد کمی کانی سرسیت نیز در سنگ دیده می‌شود. تجمعات کوچکی از کوارتز ریز بلور ثانویه در متن سنگ دیده می‌شود. دگرسانی کوارتز-سرسیت-پیریت بیشتر در مرکز و بخش‌های شمالی و در میان توده‌های نیمه نفوذی دیده می‌شود (شکل ۳). این زون در صحرا به رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای است که حاصل اکسیداسیون کانی‌های سولفیدی موجود در سنگ می‌باشد. شدت این دگرسانی در بخش‌های مختلف متفاوت بوده و در نزدیک رگه بیشترین شدت را دارد. مهم‌ترین کانی این زون سرسیت و کوارتز است. سرسیت ثانویه حاصل دگرسانی فلدسپات‌ها و بیوتیت می‌باشد. مقدار آن در سنگ از ۵ درصد تا ۲۰ درصد متغیر است. کوارتز به دو صورت اجتماعات ثانویه در متن سنگ و بصورت رگچه دیده می‌شود. مقدار کوارتز ثانویه ۳ درصد تا ۲۵ درصد متغیر است. پیریت مهم‌ترین کانی سولفیدی این زون بوده که بلورهای خود شکل بصورت پراکنده در متن سنگ و یا در رگچه ظاهر شده است. رگچه‌های مهم این زون شامل رگچه‌های کوارتز، کوارتز + پیریت و کربنات + اکسید آهن ثانویه دیده می‌شود. ضخامت رگچه‌ها از ۰/۵ میلی‌متر تا ۱۰ میلی‌متر متغیر است. زون کربنات در اطراف زون‌های سرسیتیک و آرژیلیک قرار دارد (شکل ۳). در این زون فلدسپات‌ها به کربنات ثانویه تبدیل شده‌اند. میزان کربنات ثانویه از ۲ درصد تا ۱۵ درصد متغیر است. کربنات در متن سنگ به صورت لکه-هایی و بر روی فلدسپات‌ها به صورت بلورهای کلسیت با رخ رومبئودری دیده می‌شود. کانی فرومنیزین به کربنات و اندکی کلریت تبدیل شده است. کانی‌های ثانویه موجود در این زون شامل کربنات، جزئی سرسیت و کلریت است. رگچه‌های موجود در این زون از نوع کربنات و کربنات + کوارتز است.



شکل ۳- نقشه دگرسانی محدوده آنتیمون حسن آباد-ارغش.

زون سیلیسی بصورت رخنمون بسیار کوچکی در محل برخورد رگه‌های آنتیموان، درون سنگ‌های گرانیت دیده می‌شود (شکل ۳). شدت دگرسانی بالا بوده بطوری‌که تنها کوارتزهای اولیه سنگ قابل تشخیص است که گرد شده و حاشیه‌دار هستند. زمینه کاملاً سیلیسی شده است و مقدار جزئی سرسیت نیز دیده می‌شود. رگچه‌ها شامل کوارتز + پیریت ریز بلور + اکسید آهن ثانویه است. عرض رگچه‌ها در حد ۱/۵ میلی‌متر است. زون پروپیلیتیک کمترین رخنمون را در منطقه داشته و به سمت شرق گسترش پیدا می‌کند (شکل ۳). کانی‌های اصلی این زون شامل کلریت و جزئی اپیدوت است. البته مقادیر جزئی اکسید آهن ثانویه، سرسیت و کانی رسی نیز وجود دارد. رگچه‌های موجود در این زون از نوع کلریت و کربنات می‌باشد.

کانی‌زایی: عمده‌ترین کانی‌زایی همراه رگه سیلیسی که در سطح دیده می‌شود استیبنیت است که دارای آگرگات شعاعی و کشیده بوده و به همراه پیریت و جزئی سینابر دیده می‌شود. کانی استیبنیت به صورت عدسی‌ها و نوارهای استیبنیت با ضخامت ۱ تا ۱۰ سانتی‌متر در یک رگه کوارتز با طول حدود ۷۵۰ متر و پهنای کمتر از یک متر تا ۵ متر در امتداد گسلی در گرانیت و به طور فرعی در تراکیت قرار دارد. کانی‌زایی بیشتر محدود به رگه‌هاست اما تا حدی در هاله‌های دگرسانی در اطراف رگه‌ها نیز رخ داده است.

ژئوشیمی

بر روی مناطق کانی‌سازی دارای آنتیمون ۲۰ ترانشه توسط سازمان زمین‌شناسی حفر گردیده است. ترانشه‌های ۳ تا ۱۶ بر روی رگه‌های اصلی به‌طور عمود زده شده است. سایر ترانشه‌ها بر روی رگه‌های فرعی قرار دارد. از این ترانشه‌ها تعداد ۹۱ نمونه به روش شیلی از رگه، سنگ دیواره و مناطق دگرسان نمونه‌برداری شده و پس از آماده‌سازی جهت تجزیه عناصر طلا، آنتیموان، آرسنیک و جیوه به روش ICP به سازمان زمین‌شناسی تهران فرستاده شده است [۶]. مقدار جیوه در ترانشه‌های ۱۹، ۲۰ و ۲۱ تجزیه نشده است. به منظور بررسی روند تغییرات عناصر طلا، آنتیموان، آرسنیک و جیوه در عرض رگه، فراوانی آنها در طول هر ترانشه به صورت نمودار آمده است. سپس بیشترین فراوانی عناصر طلا، آنتیموان، آرسنیک و جیوه در طول هر ترانشه مشخص و به موازات طولی رگه اصلی بر روی نمودار آمده است. تغییرات عنصر طلا در نمونه‌ها از ۰ تا ۷۵۰ میلی‌گرم در تن می‌باشد. بیشترین میزان طلا در ترانشه‌های ۶، ۱۸ و ۱۹ به میزان ۴۰۰، ۳۸۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم و کمترین میزان طلا در ترانشه ۴، ۱۵ و ۱۶ است. تغییرات عنصر آنتیموان در نمونه‌ها از ۱۰ تا بیش از ۱۰۰۰۰ گرم در تن می‌باشد. بیشترین میزان آنتیموان در ترانشه‌های ۵، ۶، ۷، ۱۴، ۱۷ و ۱۸ به میزان بیش از ۱۰۰۰۰ گرم در تن و کمترین مقدار در ترانشه‌های ۴، ۱۰، ۱۵، ۱۶، ۲۰ و ۲۱ است. تغییرات عنصر آرسنیک در نمونه‌ها از ۵۷ تا ۱۰۱۶۱/۳ گرم در تن می‌باشد. بیشترین میزان آرسنیک در ترانشه ۵، ۶ و ۲۰ به مقدار ۸۳۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۰۱۶۱/۳ گرم در تن و کمترین آن در ۱۰، ۱۵ و ۱۶ می‌باشد. تغییرات جیوه در ترانشه‌ها از کمتر از ۱ تا ۴۵۰ گرم در تن می‌باشد. بیشترین مقدار در ترانشه‌های ۱۸، ۱۷ و ۶ به مقدار ۴۵۰، ۴۳۸ و ۲۶۵ گرم در تن و کمترین آن در ترانشه‌های ۱۰، ۱۱، ۱۵ و ۱۶ به مقدار کمتر از ۱ می‌باشد.

در بررسی‌های ژئوشیمی ترانشه‌ها، بیشترین مقادیر طلا در مرکز رگه اصلی و نیز رگه فرعی واقع در بخش شمالی منطقه و کمترین مقدار آن در دو انتهای شرقی و غربی رگه اصلی دیده می‌شود. بیشترین مقدار آنتیمون در رگه اصلی و کمترین مقدار آن در انتهای شرقی رگه اصلی و در رگه فرعی شمالی دیده می‌شود. بیشترین مقدار آرسنیک در بخش غربی رگه اصلی و کمترین مقدار آن در بخش شرقی رگه اصلی است. بیشترین اندازه جیوه در رگه فرعی بخش شرقی و کمترین آن در بخش شرقی رگه اصلی است. با توجه به نمودارها دیده می‌شود که طلا با آنتیموان، آرسنیک و جیوه



در طول ترانشه (عرض رگه به همراه سنگ دیواره) همبستگی ندارد. اما در طول رگه بیشترین مقادیر طلا با بیشترین مقادیر آنتیموان، ارسنیک و جیوه به دست آمده از هر ترانشه همبستگی نشان می‌دهد.

قدردانی

از کارشناس محترم اکتشاف سازمان زمین‌شناسی شمال شرق کشور جناب آقای مهندس جعفری زنگلانلو، به خاطر همکاری در جمع‌آوری داده‌های ژئوشیمی منطقه تشکر می‌نمایم.

منابع

[۱] آقا نباتی، ع.، "زمین شناسی ایران"، وزارت صنایع و معادن، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه (۱۳۸۵).

[2] Dezhong H., Delian L., Shuigen X., "Explanatory Text of Geochemical Map of kadkan (7661)", Stream Sediment Survey, R. No. 20 (1995).

[۳] جعفری زنگلانلو، محمد و منظمی باقرزاده، رضا، "طرح تلفیق لایه‌های اطلاعات پایه و تعیین نقاط امید بخش مواد معدنی، گزارش اکتشاف عمومی طلا- آنتیموان حسن آباد"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۸۸).

[۴] کوثری، شمعانیان، باستانی، "اکتشافات نیمه‌تفضیلی ژئوشیمیایی ۱:۲۰۰۰۰ طلای منطقه ارغش"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۷۷).

[۵] کیوانفر، م. و عسگری، ا.، "گزارش نقشه‌های زمین شناسی- معدنی ۱:۵۰۰۰ ناحیه معدنی ارغش- چشمه زرد (جنوب نیشابور)"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۷۷).

[۶] جعفری زنگلانلو، م.، "گزارش توجیهی ترانشه‌های حفر شده در انومالی آنتیموان ارغش"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۸۳).

[۷] محمدی، م. و عامری، ع.، "گزارش عملیات اکتشاف ژئوفیزیک به روش RS و IP در منطقه ارغش"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۸۶).

[8] Alavi M., "Tectonic map of the middle East; Geological survey of Iran", Scale 1:5000000 (1991).

[9] Berberian M., "Explanatory Active faulting and tectonics of iran", in Gupta, H.K., and Delany, F.M., editors, Zagros-Hindu Kush Himalaya Geodynamic Evolution: American Geophysical Union geodynamic Series 3 (1981) 33-69.

[۱۰] نادری میقان، ن.، "نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کدکن"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، (۱۳۷۷).