

جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی به روش‌های فرکتالی عیار- تعداد و عیار-مساحت برای شناسایی مناطق امیدبخش در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ آلتوت، کردستان

سیدعلی حسینی^۱، سیدوحید شاهرخی^۲، پیمان افضل^۳، طاهر فرهادی نژاد^۴ و حمید ایمان‌زاده^۵

^۱ کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران
^۲ استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران
^۳ دانشیار، گروه مهندسی اکتشاف معدن، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
^۴ استادیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد، ایران
^۵ کارشناسی ارشد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۱

چکیده

با استفاده از داده‌های برداشت شده ژئوشیمیایی رسوب آبراه‌ای، می‌توان اکتشاف ناحیه‌ای در مراحل شناسایی و پی‌جویی را انجام داد. در این مقاله به منظور مطالعات اکتشاف ناحیه‌ای از روش‌های فرکتالی عیار- مساحت و عیار- تعداد استفاده و ناهنجاری‌های عناصر شاخص شامل آرسنیک، آنتیمون، طلا و مس بررسی شد. ۸۵۵ نمونه از رسوبات آبراه‌ای در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ آلتوت در استان کردستان مورد تجزیه ICP-MS قرار گرفت. سپس پردازش‌های آماری و نمودار ستونی روی این عناصر صورت پذیرفت. در ادامه با استفاده از روش‌های فرکتالی عیار- تعداد و عیار- مساحت بی‌هنجاری‌های این عناصر در این برکه انجام و نقشه‌های هنجاری‌ها رسم شد. همچنین مقایسه میان دو روش فرکتالی عیار- تعداد و عیار- مساحت در برکه آلتوت با توجه به جایگاه زمین‌شناسی، ساختارهای موجود و سنگ‌شناسی چیره انجام گرفت. به‌طور کلی نتایج حاصل از دو روش نشان داد که در مناطق مرکزی و جنوب خاوری محدوده میزان عیار این عناصر افزایش می‌یابد و در این مناطق احتمال وجود مناطق امیدبخش کانساز بالاست. هر چند که روش عیار- تعداد با ایجاد هاله‌های ژئوشیمیایی گسترده‌تر و با دربرگرفتن کانساز شناخته شده باریکا و پیروی از روند مورد انتظار کانه‌زایی در پهنه سندج- سیرجان، مناطق پرتانسیل محتمل‌تری را برای عناصر مورد مطالعه نشان داد.

کلیدواژه‌ها: عیار- مساحت، عیار- تعداد، مدل‌سازی فرکتالی، رسوب آبراه‌ای، آلتوت.

***نویسنده مسئول:** سیدوحید شاهرخی

E-mail: vahid.shahrokhi@gmail.com

۱- پیش‌نوشتار

داده‌های ژئوشیمیایی رسوب آبراه‌ای در مطالعات اکتشاف ناحیه‌ای به‌ویژه یافتن بی‌هنجاری‌های نخستین و مناطق امیدبخش معدنی اهمیت زیادی دارند. تفسیر این داده‌ها با استفاده از روش‌های فرکتالی در سال‌های گذشته کمک بسیاری به یافتن بی‌هنجاری‌های ارزشمند موادمعدنی و یافتن مناطق امیدبخش کانه‌زایی کرده است (دانشور صابین و همکاران، ۱۳۹۰؛ Meigoony et al., 2014). همچنین میان میزان ذخیره تجمعی در یک کانساز با عیارهای متوسط بخش‌های مختلف آن رابطه فرکتالی وجود دارد (Turcotte, 1986). بسیاری از فرایندهای طبیعی به‌ویژه فرایندهای مرتبط با علوم زمین از بعدها منظم هندسه اقلیدسی پیروی نمی‌کنند؛ به‌همین سبب باید از هندسه دیگری برای توصیف رخداد‌های موجود در طبیعت بهره برد. بر این اساس برای نخستین بار در سال ۱۹۸۳ پروفیسور بنویت ماندلبروت فرانسوی هندسه‌ای را ارایه کرد که بر پایه آن بتوان فرایندهای موجود در طبیعت را مورد بحث و بررسی قرار داد و این هندسه را فرکتال نامید (Mandelbrot, 1983). برای نخستین بار Cheng et al. (1994) برای جدایش بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی و زمینه از یکدیگر از روش‌های عیار- مساحت و عیار- محیط روی کانساز مس-طلای پورفیری (Mitchel-Sulphurets) در بریتیش کلمبیای کانادا استفاده کردند (Cheng et al., 1994). به‌طور کلی داده‌های اکتشافی به‌ویژه ژئوشیمیایی رفتار چندفرکتالی دارند که این نشانگر میزان تغییرات در شرایط زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، دگرسانی، هوازگی سطحی و به دنبال آن مراحل غنی‌شدگی و کانی‌سازی یک عنصر است. با تطبیق اینها با داده‌ها و مشاهدات زمین‌شناسی درستی این مدل‌سازی‌ها به‌خوبی مشخص شده‌است (Hosseini et al., 2015; Heidari et al., 2013; Afzal et al., 2013).

تقسیمات واحدهای ساختاری (Stocklin, 1968) این ناحیه در بخش شمال باختری پهنه سندج- سیرجان جای گرفته است. کهن‌ترین سنگ‌های محدوده مورد مطالعه، واحدهای دگرگونه‌ای بیشتر متشکل از شیست، فیلیت، اسلیت، متاریولیت و گنایس‌هایی هستند که به پرکامبرین نسبت داده شده‌اند. پس از آن واحدهای به نسبت ستر کرناسه، دربرگیرنده یک مجموعه رسوبی شیلی تا آتشفشانی، با نبود سنگ‌هایی از تریاس و ژوراسیک نمایان می‌شوند و در مرز جدا کننده میان پالئوزویک زیرین و کرناسه، آهک‌های پرمین قرار دارند که بی‌ریشه و بدون نظم چینه‌نگاری هستند و گهگاه با راندگی روی سنگ‌های کهن‌تر و یا جوان‌تر از خود جای می‌گیرند. مجموعه آمیزه رنگین، در جنوب باختر ناحیه در یک تراف و یا کافت درون‌قاره‌ای پدیدار شده است که سن اجزای آن به پالئوسن می‌رسد. در این برکه، دو نوع کانه‌زایی طلا قابل توجه است: الف) کانه‌زایی طلا مرتبط با پهنه‌های برشی (Shear Zones) که در محدوده‌های شیخ چوپان- میرگه نقشینه، زاوه کوه و باریکا و خاور و شمال خاور روستای گله رخداد دارند؛ ب) کانه‌زایی طلا از نوع سولفیدهای توده‌ای غنی از طلا با سنگ میزبان آتشفشانی (Gold-rich VMS) که این نوع کانه‌زایی در محدوده معدن باریکا به ثبت رسیده است (شکل ۱) (Monecke et al., 2005; Yarmohammadi et al., 2008; Aliyari et al., 2009; Afzal et al., 2013; Makovicky et al., 2013; Heidari et al., 2013; Hosseini et al., 2015).

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱. آماده‌سازی داده‌های اکتشافی

در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ آلتوت ۸۵۵ نمونه ژئوشیمیایی رسوب آبراه‌ای برداشت شده است. برای استفاده بهینه از داده‌های حاصل از هر نمونه سعی شد تا در توزیع نمونه‌ها در نواحی کوهستانی، تا آنجا که می‌شود؛ فاصله نمونه‌ها بیش از یک کیلومتر در

۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه

برکه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ آلتوت در چهارگوش ۱۰:۲۵۰،۰۰۰ مهاباد در استان‌های کردستان و آذربایجان غربی در شمال باختر کشور دارد (شکل ۱). با توجه به

آمده از مطالعات زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی را توضیح دهند و نمودارهای لگاریتمی حاصل از روش فرکتالی عیار- مساحت، بیانگر تغییرات و تفاوت‌های زمین‌شناختی هستند. شکست‌های میان قطعه‌های خط مستقیم روی نمودار و مقادیر متناظر با عیار عنصری p ، به عنوان حدود آستانه‌ای برای جداسازی مقادیر ژئوشیمیایی در میان مولفه‌های گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد که بیان‌کننده عوامل مختلفی از جمله تفاوت‌های سنگ‌شناسی و فرایندهای ژئوشیمیایی هستند.

نخست منحنی‌های فرکتالی چهار عنصر رسم (شکل‌های ۴ و ۶) و سپس توسط نرم‌افزار ArcGIS نقشه‌های توزیع این عناصر رسم شد (شکل‌های ۵ و ۷). برآورد داده‌ها با استفاده از روش عکس مجذور فاصله انجام گرفت. در جدول ۲ حدود آستانه‌ای بی‌هنجاری‌های گوناگون عناصر بر پایه روش فرکتالی عیار- مساحت دیده می‌شود. بر پایه نمودارهای لگاریتمی در عنصر مس، چهار جامعه ژئوشیمیایی دیده می‌شود در حالی که در عناصر دیگر پنج جامعه دیده می‌شود. در جدول ۳ حدود آستانه‌ای بی‌هنجاری‌های گوناگون عناصر بر پایه روش فرکتالی عیار- تعداد نشان داده شده است. بر پایه نمودارهای لگاریتمی در عنصر مس ۳ جامعه ژئوشیمیایی، در عنصر آرسنیک ۴ و عناصر آنتیموان و طلا پنج جامعه ژئوشیمیایی دیده می‌شود. بر پایه نقشه‌های رسم شده بی‌هنجاری شدید هر چهار عنصر در مرکز و جنوب خاوری بر گره دیده می‌شود. همچنین بی‌هنجاری‌های کوچک‌تری در جنوب و مرکز بر گره دیده می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

مقایسه میان روش‌های فرکتالی نشان می‌دهد که بی‌هنجاری‌های به دست‌آمده همپوشانی نسبی با یکدیگر دارند. روش فرکتالی عیار- مساحت و عیار- تعداد برای داده‌های حاصل از رسوبات آبراهه‌ای بسیار ارزنده است و می‌تواند به جای روش‌های سنگینی چون برآورد شبکه به کار رود. همان‌طور که در شکل ۸ دیده می‌شود؛ بی‌هنجاری‌های به دست‌آمده به روش عیار- تعداد گستردگی بیشتری نسبت به روش عیار- مساحت دارند که همین موضوع سبب شده است تا کانسار شناخته شده باریکارا هم پوشش دهد. در بر گره ۱:۱۰۰۰۰۰ آلوت سنگ‌های آتشفشانی دگرگونی کرتاسه از دید کانه‌زایی بالاترین پتانسیل را در محدوده نشان می‌دهند که بی‌هنجاری‌های مربوط به روش عیار- تعداد روند مربوط به این سنگ‌شناسی را از شمال باختر به مرکز و جنوب خاوری تأیید می‌کند (شکل ۸). همچنین بی‌هنجاری‌های مربوط به هر دو روش همان‌گونه که در شکل ۱ دیده می‌شود؛ با توده‌های نفوذی کرتاسه پسین نیز تا حدودی انطباق نشان می‌دهند که می‌تواند ناشی از تحرک دوباره عناصر فلزی و غنی‌سازی دوباره آن در پیرامون توده باشد.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از داده‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از همکاری و یاری‌های این سازمان و نیز از همکاری دلسوزانه جناب مهندس سعید محمدزاده هاوستینی سپاسگزاری کنند.

طول آبراهه نباشد. البته اینکه محدوده تحت پوشش هر نمونه وضعیت مناسبی برای برآورد شبکه‌ای داشته باشد نیز در انتخاب محل نمونه‌ها مؤثر بوده است. در شکل ۲ موقعیت نمونه‌های برداشت شده در این بر گره نشان داده شده است. روش آماده‌سازی نمونه‌ها انحلال در چهار اسید و تجزیه ICP-MS بوده است. عناصر آرسنیک، آنتیموان، مس و طلا بررسی شدند.

۳-۲. رده‌بندی، توزیع فراوانی و متغیرهای آماری داده‌ها

یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در هر پروژه، فایل‌بندی اطلاعات و داده‌های خام آن پروژه است. در این پروژه فایل‌بندی اطلاعات عددی حاصل از تجزیه نمونه‌ها در محیط نرم‌افزار Excel و اطلاعات نقشه‌ای در محیط نرم‌افزار ArcGIS صورت گرفته است. رسم نمودار ستونی نمونه‌ها (فراوانی عنصر مورد نظر یا عامل اندازه‌گیری) نیز انجام شد. نمودارهای ستونی توزیع فراوانی عناصر برای منطقه آلوت تهیه شدند (شکل ۳). توزیع مس در این بر گره نزدیک‌تر از دیگر عناصر مورد نظر به توزیع نرمال است. طلا یک توزیع تک‌جامعه‌ای نشان می‌دهد ولی دیگر عناصر به توزیع L شبیه‌تر هستند. مهم‌ترین متغیرهای آماری که در تعبیر و تفسیر داده‌های مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از میانگین، میانه، چولگی، کشیدگی، بیشینه، کمینه، واریانس و انحراف معیار که این متغیرها برای عناصر مس، آنتیموان، آرسنیک و طلا محاسبه شد. این متغیرهای آماری برای این عناصر و برای تفکیک جوامع ناهنجاری از زمینه در جدول ۱ آورده شده است. حد آستانه‌ای برای مس، آرسنیک، آنتیموان به ترتیب برابر ۳۵، ۱۱/۷، ۱/۱۳ ppm و ۱/۸ ppb است.

۴- بحث

۴-۱. روش فرکتالی عیار- مساحت

روش عیار- مساحت که توسط Cheng et al. (1994) ارائه شد؛ مبتنی بر میزان مساحتی است که هر عیار خاص در منطقه مورد مطالعه اشغال کرده است و بر پایه یک سری معادلات تجربی ساده ارائه شده است. این مدل تجربی بیان می‌کند که مساحت $A(p)$ به انضمام مقادیر عیار p ، کمتر یا مساوی یک مقدار آستانه‌ای از پیش تعیین شده v ، از رابطه‌ی زیر پیروی می‌کند:

$$A(p \leq v) \propto p^{-\alpha_1} ; A(p \leq v) \propto p^{-\alpha_2}$$

که در آن $A(p)$ عبارت است از مساحتی با عیار بیشتر از منحنی همتراز p ؛ v حد آستانه‌ای را بیان می‌کند و α_1 و α_2 توان‌های مشخصه هستند.

۴-۲. روش فرکتالی عیار- تعداد

اساس این روش بر پایه رابطه وارون میان عیار و فراوانی تجمعی هر عیار و عیارهای بالاتر از آن است. این روش بر پایه فرمول زیر معرفی می‌شود (Mao et al., 2004):

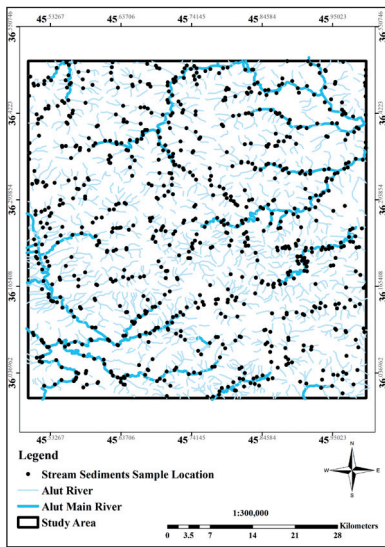
$$N(\geq C) \propto p^{-\beta}$$

در رابطه بالا $N(\geq C)$ برابر تعداد نمونه‌هایی است که عیار مساوی و بالاتر از C دارند؛ p برابر عیار و β برابر با بعد فرکتالی است.

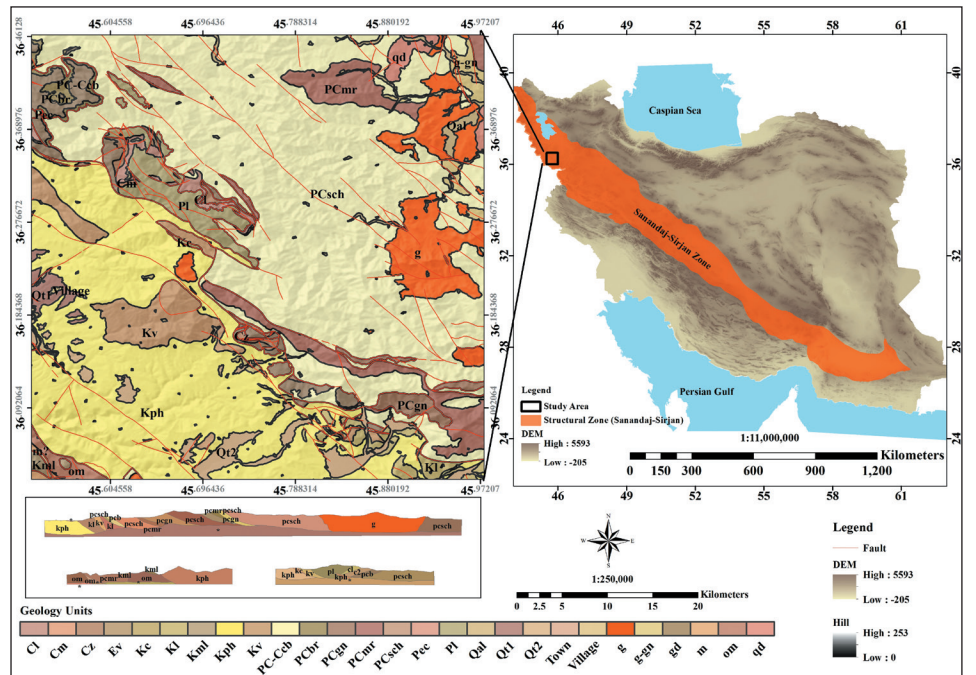
۴-۳. تهیه نقشه‌های معرفی بی‌هنجاری‌های عناصر با روش‌های فرکتالی

عیار- مساحت و عیار- تعداد

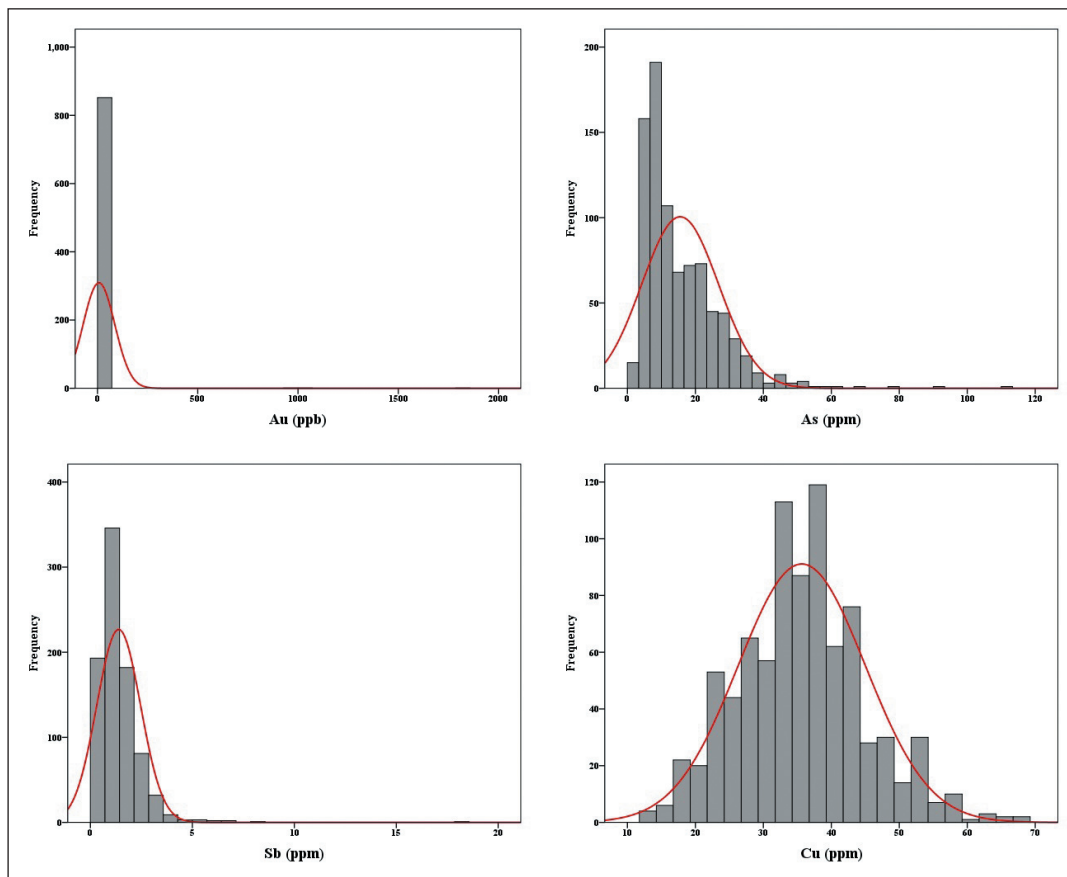
خوبی مهم این روش در این است که پیش از برآورد و با داده‌های خام اکتشافی محاسبات را انجام می‌دهد. روش‌های فرکتالی می‌توانند روابط میان نتایج به دست



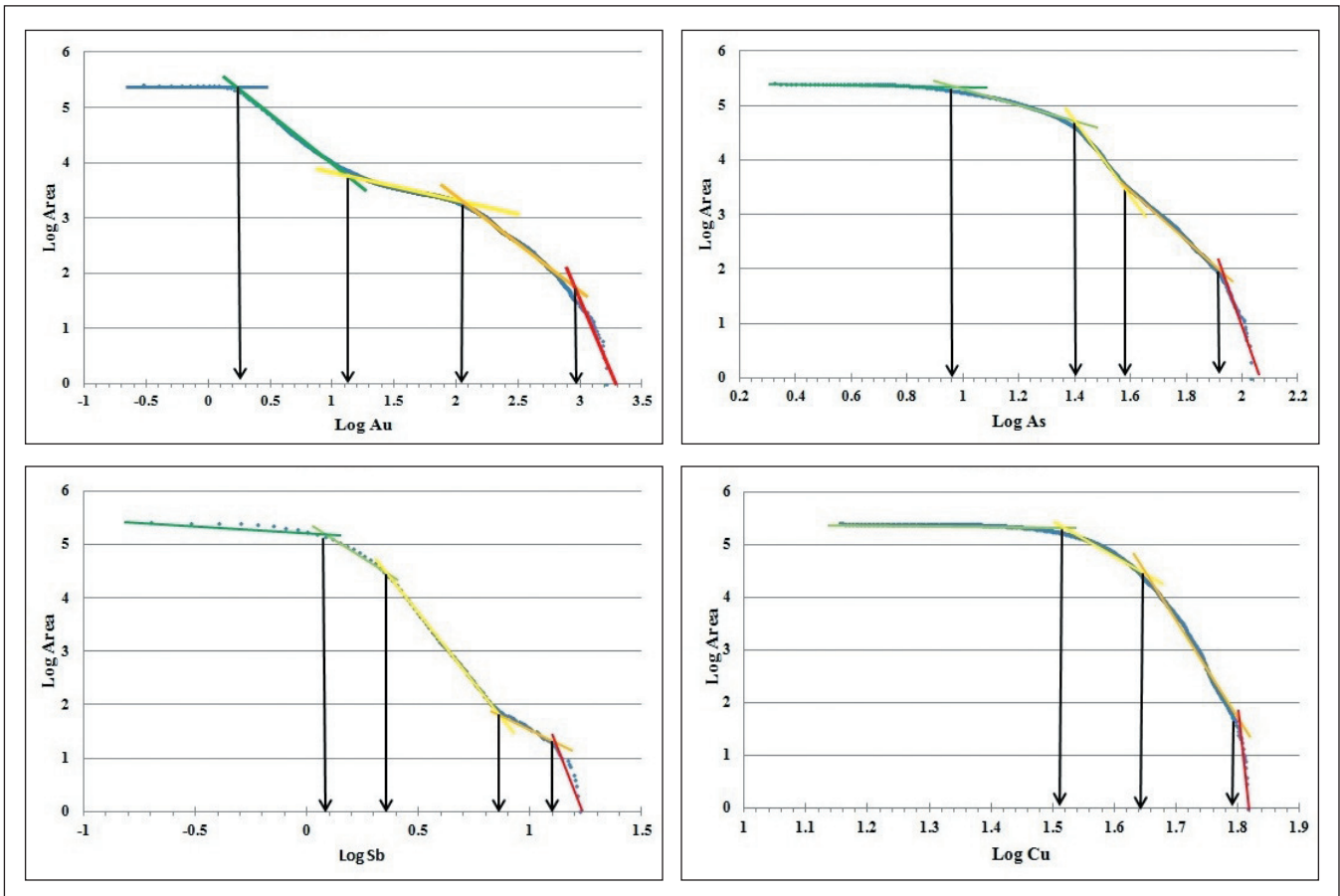
شکل ۲- موقعیت محل نمونه‌های برداشت شده.



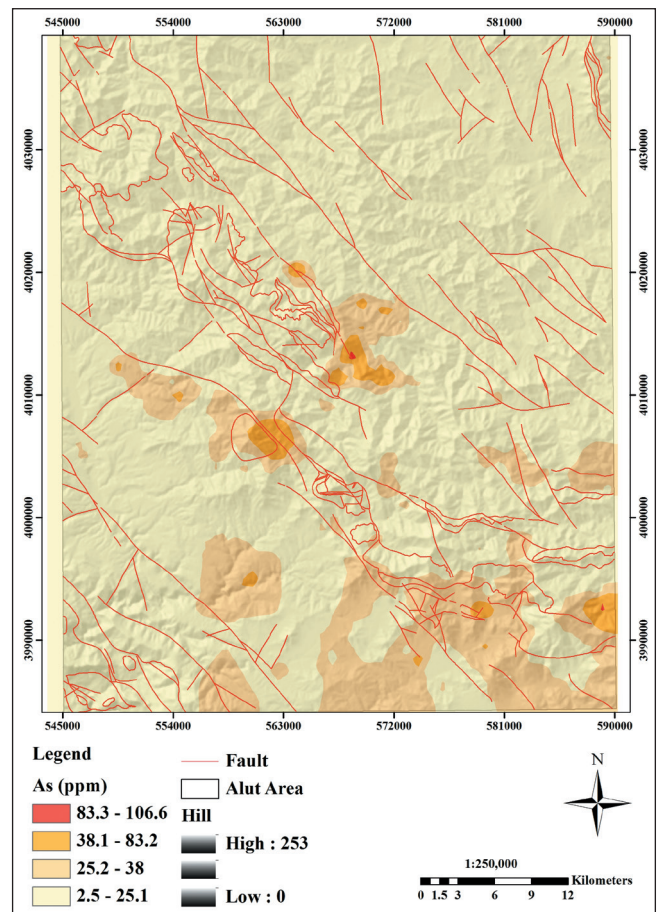
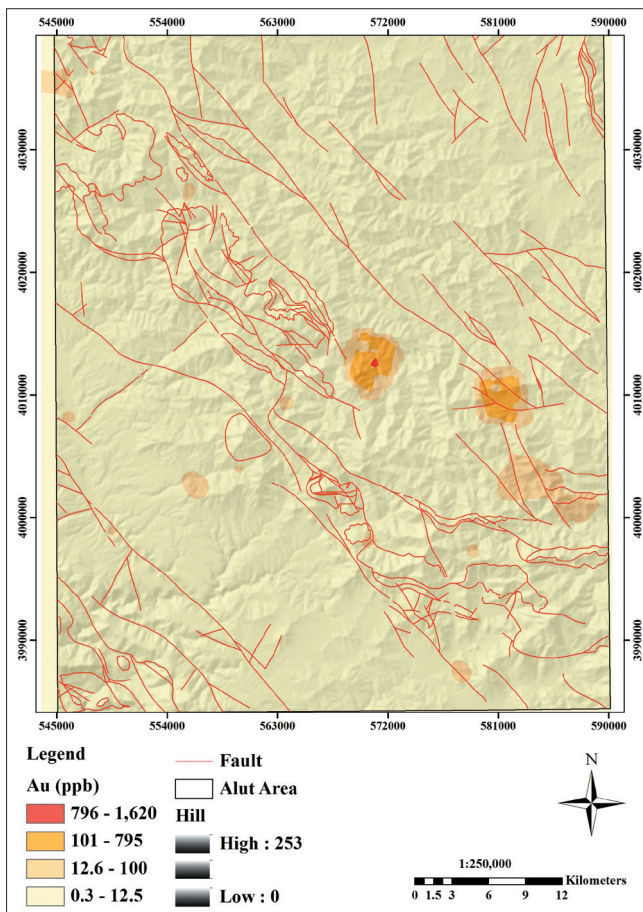
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی بر گه ۱:۱۰۰,۰۰۰ آلوت.



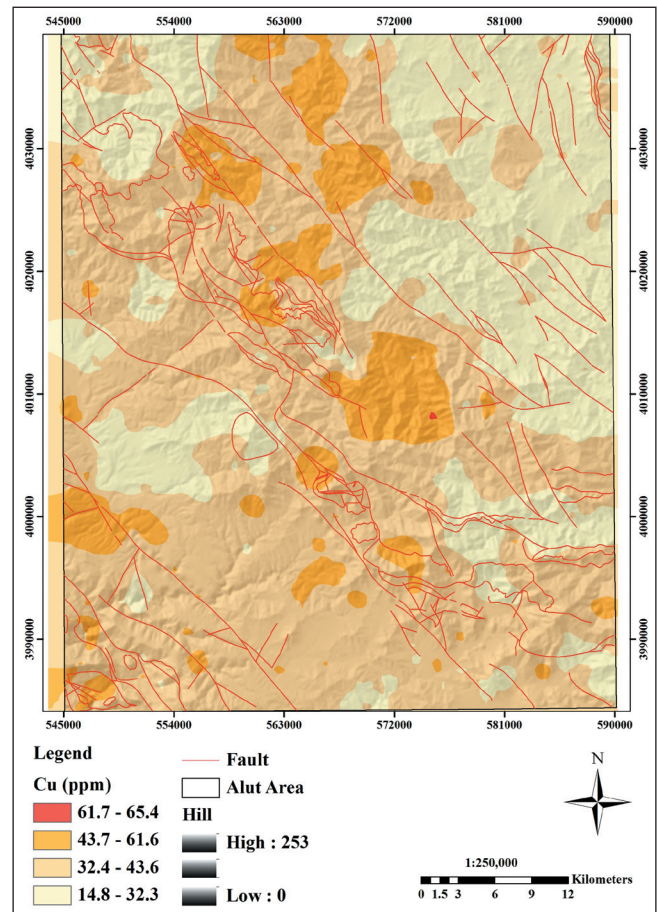
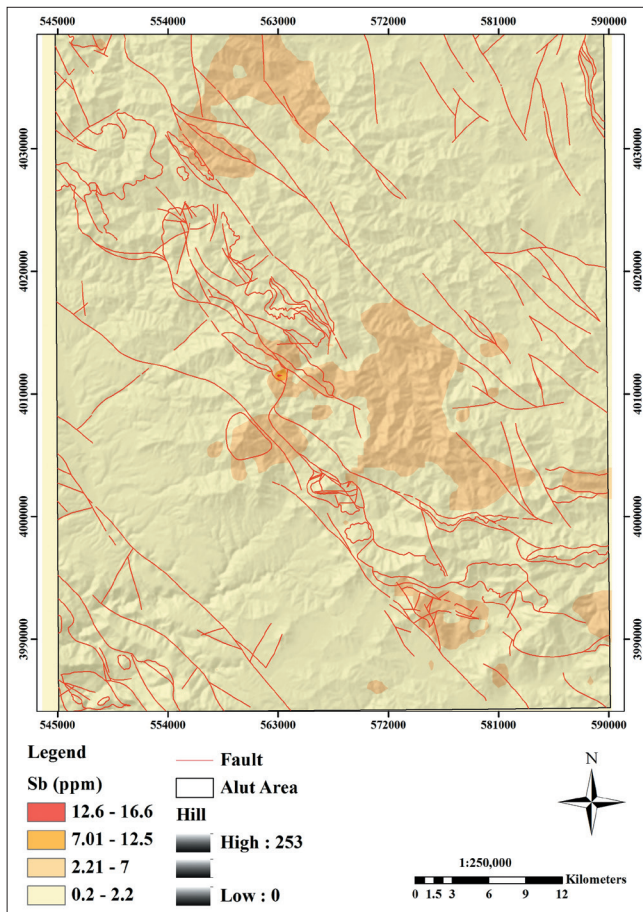
شکل ۳- نمودار ستونی عناصر مس، طلا، آرسنیک و آنتیموان در منطقه آلوت.



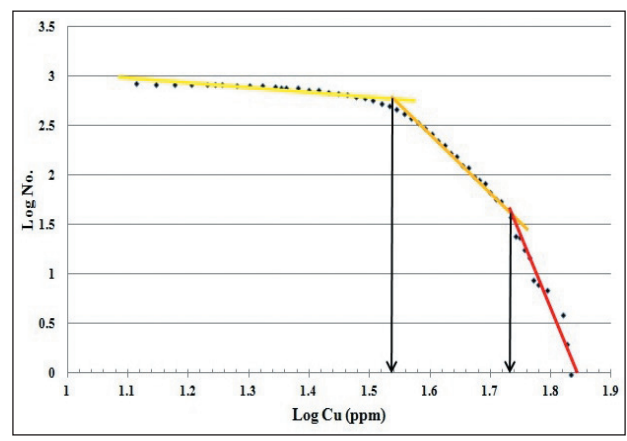
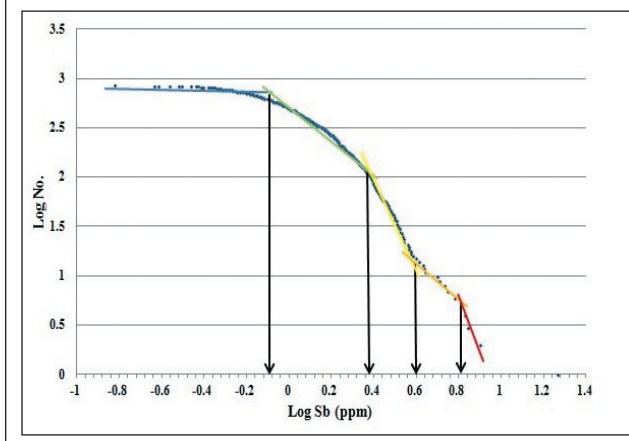
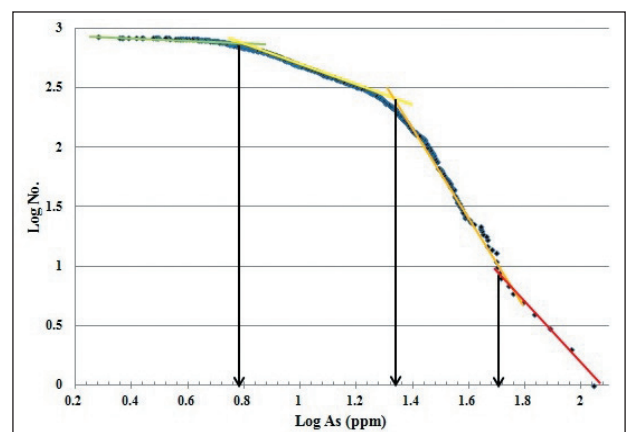
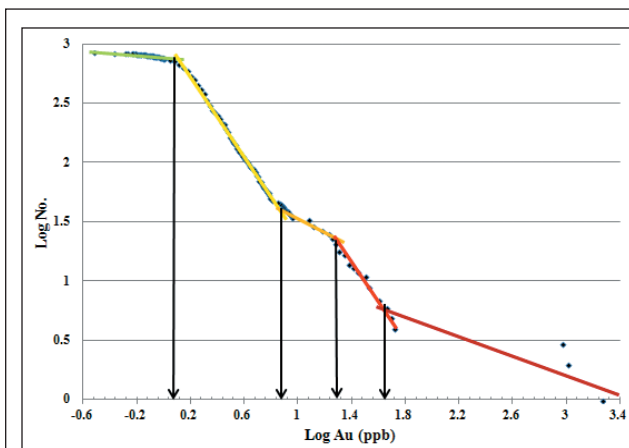
شکل ۴- نمودارهای لگاریتمی عیار- مساحت عناصر مس، آرسنیک، آنتیموان و طلا.



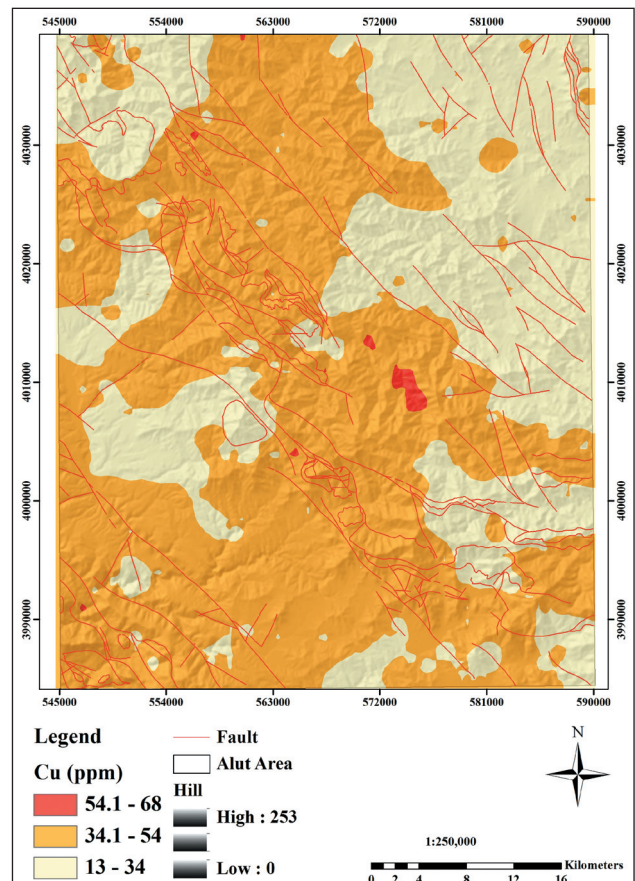
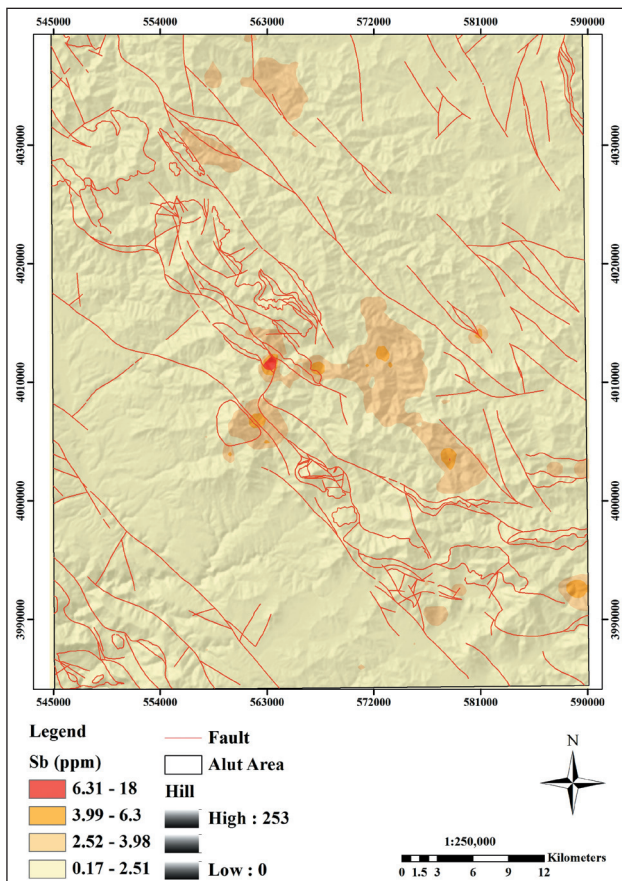
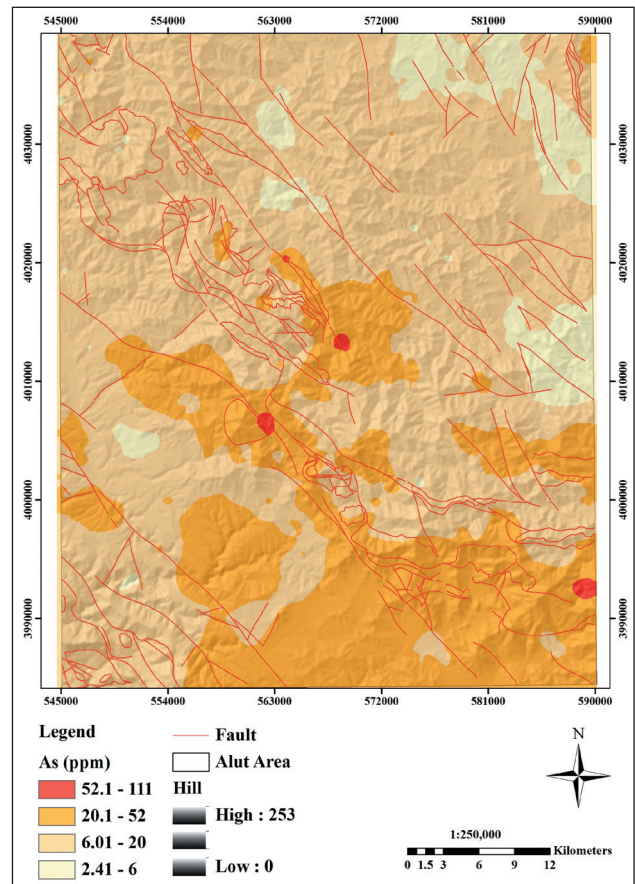
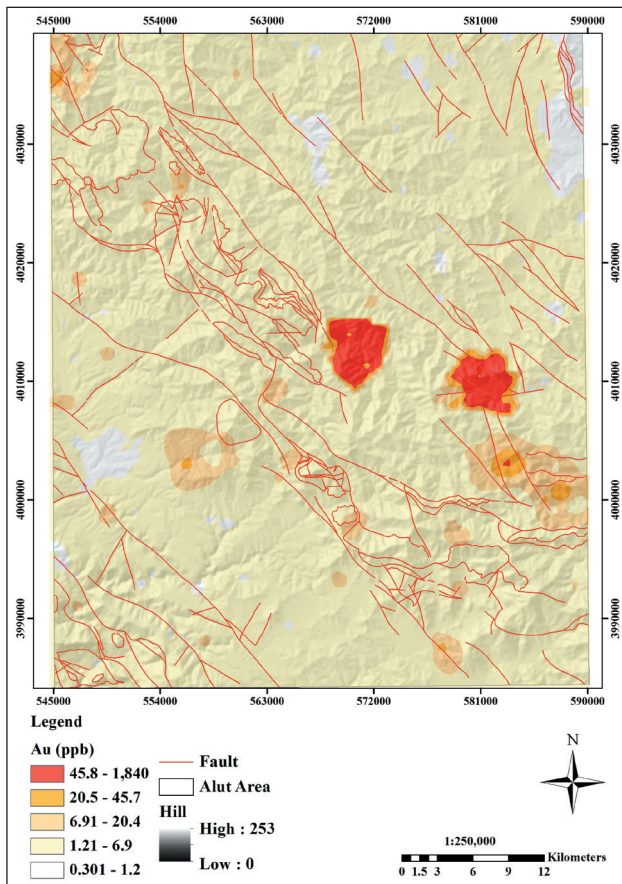
شکل ۵- نقشه تفکیک بی‌هنجاری عناصر به روش عیار- مساحت در منطقه آلوت.



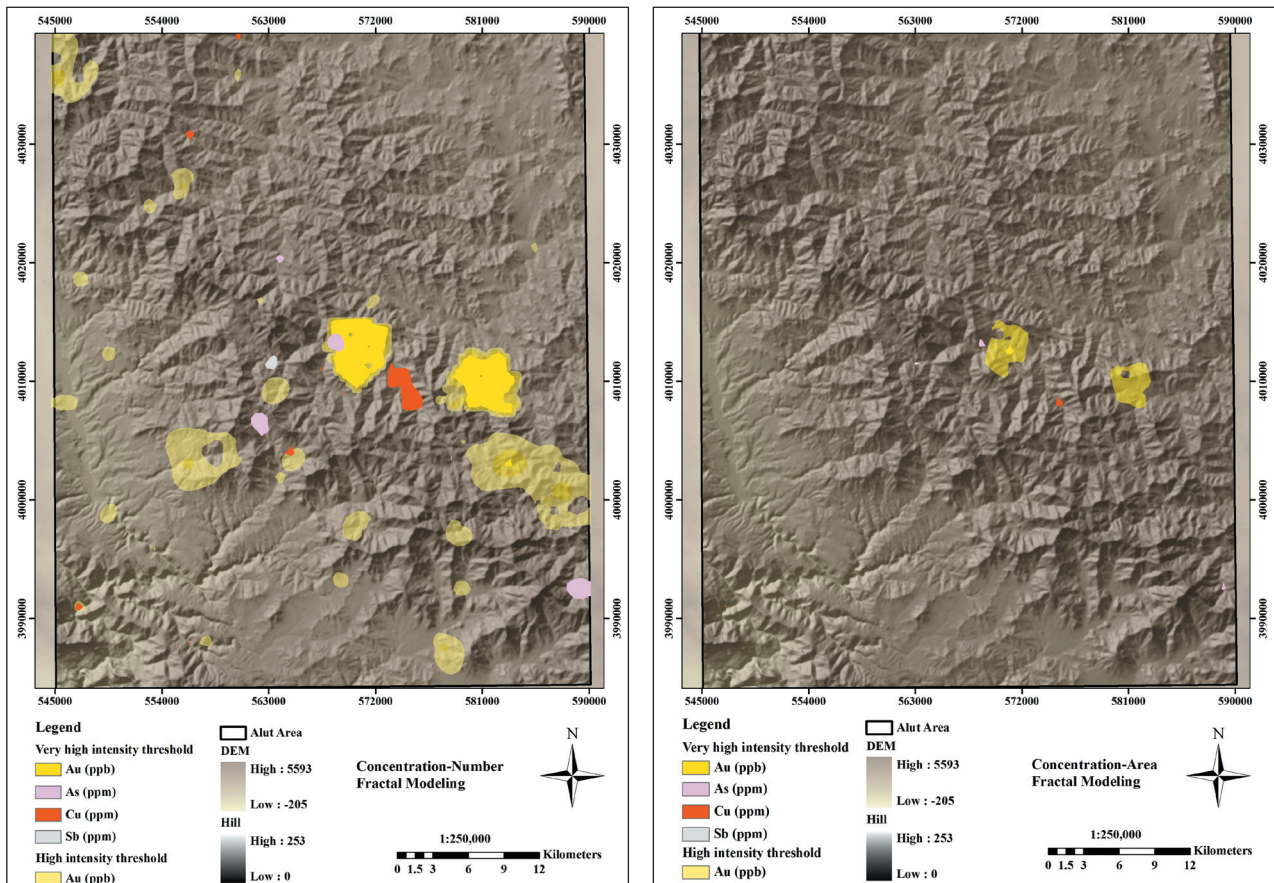
ادامه شکل ۵- نقشه تفکیک بی‌هنجاری عناصر به روش عیار- مساحت در منطقه آلوت.



شکل ۶- نمودارهای لگاریتمی عیار- تعداد عناصر مس، آرسنیک، آنتیموان و طلا.



شکل ۷- نقشه تفکیک بی‌هنجاری عناصر به روش عیار- تعداد در منطقه آلوت.



شکل ۸- نقشه مقایسه بی‌هنجاری‌های عیار- مساحت و عیار- تعداد عناصر در منطقه آلوت.

جدول ۱- متغیرهای آماری و نتایج حاصل از آن برای عناصر مس، آرسنیک، آنتیموان و طلا.

عنصر	میانگین	میان	انحراف معیار	واریانس	چولگی	کشدگی
آرسنیک	۱۵/۵۱	۱۱/۷	۱۱/۳۰۷	۱۲۷/۸۶	۲/۲۱۸	۱۰/۰۰۵
طلا	۷/۳۵۶	۱/۸	۷۸/۷	۶۱۹۳/۷۲۷	۱۹/۲۷۵	۳۹۹/۳۰۸
مس	۳۵/۶۵۱	۳۵	۹/۳۵۹	۸۷/۵۹۲	۰/۳۱	۰/۲۰۲
آنتیموان	۱/۳۸۵	۱/۱۳	۱/۰۷۳	۱/۱۵۳	۵/۷۹۶	۷۳/۶۶۴

جدول ۲- حدود آستانه‌ای عناصر مس، آرسنیک، آنتیموان و طلا با روش عیار- مساحت.

عنصر	حد بی‌هنجاری ضعیف	حد بی‌هنجاری متوسط	حد بی‌هنجاری قوی
مس (ppm)	۳۲/۳۵	۴۳/۶۵	۶۱/۶۵
آرسنیک (ppm)	۹/۱۲	۳۸/۰۱	۸۳/۱۷
آنتیموان (ppm)	۱/۲۵	۷/۰۷	۱۲/۵۸
طلا (ppb)	۱/۹۹	۱۰۰	۷۹۴/۳

جدول ۳- حدود آستانه‌ای عناصر مس، آرسنیک، آنتیموان و طلا با روش عیار-تعداد.

عنصر	حد بی‌هنجاری ضعیف	حد بی‌هنجاری متوسط	حد بی‌هنجاری قوی
مس (ppm)	-	۳۴/۱	۵۴/۱
آرسنیک (ppm)	۶/۰۱	۲۰/۱	۵۲/۱
آنتیموان (ppm)	۲/۵۲	۳/۹۹	۶/۳۱
طلا (ppb)	۶/۹	۲۰/۴	۴۵/۷

کتابنگاری

دانشورصاین، ل.، رسا، ا. و افضل، پ.، ۱۳۹۰- بررسی ارتباط روند توزیع عیار عناصر قلع، تنگستن، جیوه و طلا با روند گسل‌ها با استفاده از روش کریجینگ در برگه ۱:۵۰۰۰۰ ده‌بیرآبان (جنوب شرق ایران)، مجله علمی و پژوهشی علوم پایه، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات ۸۱، صص. ۱۵۳ تا ۱۶۸.

References

- Afzal, P., Dadashzadeh Ahari, H., Rashidnejad Omran, N. and Aliyari, F., 2013- Delineation of gold mineralized zones using concentration-volume fractal model in Qolqoleh gold deposit, NW Iran. *Ore Geology Reviews* 55, 125-133.
- Aliyari, F., Rastad, E., Mohajjel, M. and Arehart, G. B., 2009- Geology and geochemistry of D-O-C isotope systematics of the Golgoleh gold deposit, northwestern Iran: implications for ore genesis. *Ore Geol Rev* 36, 306-314.
- Cheng, Q., Agterberg, F. P. and Ballantyne, S. B., 1994- The separation of geochemical anomalies from background by fractal methods. *J Geochem Explor* 51, 109-130.
- Heidari, M., Ghaderi, M. and Afzal, P., 2013- Delineating mineralized phases based on lithochemical data using multifractal model in Touzlar epithermal Au-Ag (Cu) deposit, NW Iran. *Applied Geochemistry* 31, 119-132.
- Hosseini, S. A., Afzal, P., Sadeghi, B., Shahrokhi, S. V. and Farhadinejad, T., 2015- Prospection of Au mineralization based on stream sediments and lithochemical data using multifractal modeling in Alut 1:100,000 sheet, NW Iran, *Arabian Journal of Geosciences* 8, 3867-3879.
- Makovicky, E., Topa, D., Tajeddin, H., Putz, H. and Zagler, G., 2013- Ferdowsiite: a new mineral from the Barika ore deposit, Iran. *Can Mineral* 51(5), 727-734.
- Mandelbrot, B. B., 1983- *The fractal geometry of nature*. Freeman, San Fransisco, 468 p.
- Mao, Z., Peng, S., Lai, J., Shao, Y. and Yang, B., 2004- Fractal study of geochemical prospecting data in south area of Fenghuanshan copper deposit, Tongling Anhui. *journal of earth science and environment*, 26, 11-14
- Monecke, T., Monecke, J., Herzig, P. M., Gemell, J. B. and Monch, W., 2005- Truncated fractal frequency distribution of element abundance data: a dynamic model for the metasomatic enrichment of base and precious metals. *Earth Planet Sci Lett* 232, 363-378.
- Meigoony, M. S., Afzal, P., Gholinejad, M., Yasrebi, A. B. and Sadeghi, B., 2014- Delineation of geochemical anomalies using factor analysis and multifractal modeling based on stream sediments data in Sarajeh 1:100,000 sheet, Central Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 5333-5343
- Stocklin, J., 1968- Structural history and tectonic of Iran, a review, *American association of Petroleum Geologist Bulletin*, 52, 1229-1258
- Turcotte, D. L., 1986- A fractal approach to the relationship between ore grade and tonnage. *Econ Geol* 18, 1525-1532.
- Yarmohammadi, A., Rastad, E., Mohajjel, M. and Shamsa, M. J., 2008- Barika gold mineralization, a gold-rich volcanogenic massive sulfide deposit in Iran. *J Sci Univ Tehran* 34(1), 47-61.

Separation of geochemical anomalies using concentration- area and concentration- number methods in the Alut 1:100,000 sheet, Kurdistan

S. A. Hosseini¹, S. V. Shahrokhi^{2*}, P. Afzal³, T. Farhadinejad⁴ and H. Imanzadeh⁵

¹M.Sc., Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Khoram Abad Branch, Islamic Azad University, Khoram Abad, Iran

²Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Khoram Abad Branch, Islamic Azad University, Khoram Abad, Iran

³Associate Professor, Department of Mining Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴Assistant Professor, Watershed Management Research Department, Lorestan Agricultural and Education Center Soil Conservation, Khoram Abad, Iran

⁵M.Sc., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2016 August 01

Accepted: 2016 December 31

Abstract

Collected geochemical data from stream sediments, can be used in regional exploration and identifying anomalies in reconnaissance stages. In this research in order to carry out regional exploration studies, multifractal modeling approaches including concentration-area and concentration-number are used and geochemical anomalies for index elements (As, Sb, Au and Cu) are examined. 855 of stream sediment samples were collected in the Alut 1:100,000 sheet area and were analyzed by ICP-MS method in the laboratory of Geological Survey of Iran (GSI). Then, statistical parameters and histograms were performed on the elements. Then, using fractal methods concentration-area and concentration-number, related anomalies in this sheet are calculated and anomaly maps were drawn. Respect to the geological setting, existing structures and predominant lithology, the results of two methods (concentration - area and concentration – number) were compared in the area. The results of the two methods showed that concentration of these elements has increased in central and southeast parts of the region and formed promising prospects. Although concentration-number method, due to more extensive geochemical halos, included well-known deposits (Barika mine) and also accommodated expected mineralization in the Sanandaj - Sirjan zone.

Keywords: Concentration-Area (C-A), Concentration-Number (C-N), multifractal modeling, Stream sediments, Alut.

For Persian Version see pages 199 to 206

*Corresponding author: S. V. Shahrokhi; E-mail: vahid.shahrokhi@gmail.com