

## مقایسه نتایج آنومالی مس و مولیبدن حاصل از روش فرکتالی غلظت - مساحت و روش متداول بر روی داده‌های رسوبات آبراهه‌ای در منطقه قولان - آذربایجان شرقی

یوسف قنبری<sup>۱</sup>، کاوه پازند<sup>۲</sup>

۱. کارشناس بخش تلفیق و مدل‌سازی معاونت اکتشاف شرکت امکا

۲. کارشناس بخش ژئوشیمی معاونت اکتشاف شرکت امکا

تهران، انتهای کارگر شمالی، سازمان انرژی اتمی ایران، شرکت امکا، معاونت اکتشاف

Ghanbari.yousef@gmail.com

### چکیده

تفکیک آنومالی‌های ژئوشیمیایی از مقادیر زمینه در کارهای اکتشافی یکی از اساسی‌ترین مراحل می‌باشد. شناخت روش‌های مناسب جهت تفکیک آنومالی از زمینه به فرآیند دقیق و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته‌ای مانند روش فرکتالی غلظت - مساحت (C-A) که پارامتر ساختار و موقعیت فضایی نمونه‌ها را در نظر بگیرد، نیازمند است. استفاده از روش‌های سنتی مانند روش  $\bar{X}+2S$  بدون توجه به موقعیت فضایی و تنها بصورت دوبعدی در منطقه قولان موجب حذف برخی آنومالی‌های واقعی و پنهان ماندن آن‌ها گردیده است. با اعمال روش C-A و  $\bar{X}+2S$  بر روی داده‌های رسوبات آبراهه‌ای منطقه و تخمین حدآستانه‌ای و رسم نقشه توزیع تجمعی ژئوشیمیایی عیارهای بالای حدآستانه‌ای برای Cu و Mo با استفاده از هر دو روش، تعدادی محدود برای هر کدام از عناصر به عنوان آنومالی شناسایی شدند. نهایتاً با مقایسه نتایج بدست آمده از این دو روش مشخص شد که روش C-A هاله‌های ژئوشیمیایی وسیع‌تری را شناسایی، آنومالی‌های ضعیف را احیاء و دقت بیشتری نسبت به  $\bar{X}+2S$  دارد.

واژه‌های کلیدی: فرکتال، غلظت - مساحت (C-A)،  $\bar{X}+2S$ ، ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای، قولان.

## ۱- مقدمه

با علم به اینکه تفکیک آنومالی‌های ژئوشیمیایی از مقادیر زمینه یکی از اساسی‌ترین مراحل اکتشافی مواد معدنی است لذا شناخت روش‌های مناسب جهت تفکیک آنومالی از زمینه که ساختار و موقعیت فضایی نمونه‌ها را در نظر بگیرد بسیار مهم است. در اکتشافات ژئوشیمیایی که در سال‌های گذشته در منطقه مورد قولان مطالعه برای اکتشاف Cu و Mo صورت گرفته با روش‌های سنتی و قدیمی فقط یک محدوده - محدوده قره چیلر- بعنوان آنومالی شناسایی شده بود [۴]. در این مقاله سعی شده با استفاده از روش‌های نوین اکتشافی مانند روش فرکتالی غلظت - مساحت (C-A) و روش آماری سنتی  $\bar{X}+2S$  تعیین حد آستانه‌ای و آنومالی عناصر مذکور صورت گیرد تا معین شود که روش‌ها و تکنیک‌های نوین اکتشافی که ساختار و موقعیت فضایی نمونه‌ها را در نظر می‌گیرند در ثبت هاله‌های وسیع‌تر و شدت بخشیدن به آنومالی‌های ضعیف و ماسک شده ژئوشیمیایی موفق‌تر بوده و ریسک عملیات اکتشافی به مراتب کاهش می‌یابد. برای انجام پروژه اکتشافی می‌بایست نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای انجام می‌شد. با توجه به توپوگرافی شدید و خشن در منطقه، فاصله بهینه نمونه‌برداری‌ها ۸۰۰ متر تعیین و نمونه‌ها از رودها و کانال‌های فعال به تعداد ۲۳۳ عدد جمع‌آوری و پس از آماده‌سازی تعداد ۲۲۲ نمونه برای آنالیز Cu, Mo, Cr, Co, Ni, Pb و Zn به روش فلورسانس اشعه‌ی ایکس تناوبی (XRF-Sequential method) به آزمایشگاه فرستاده شدند.

## ۲- موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه

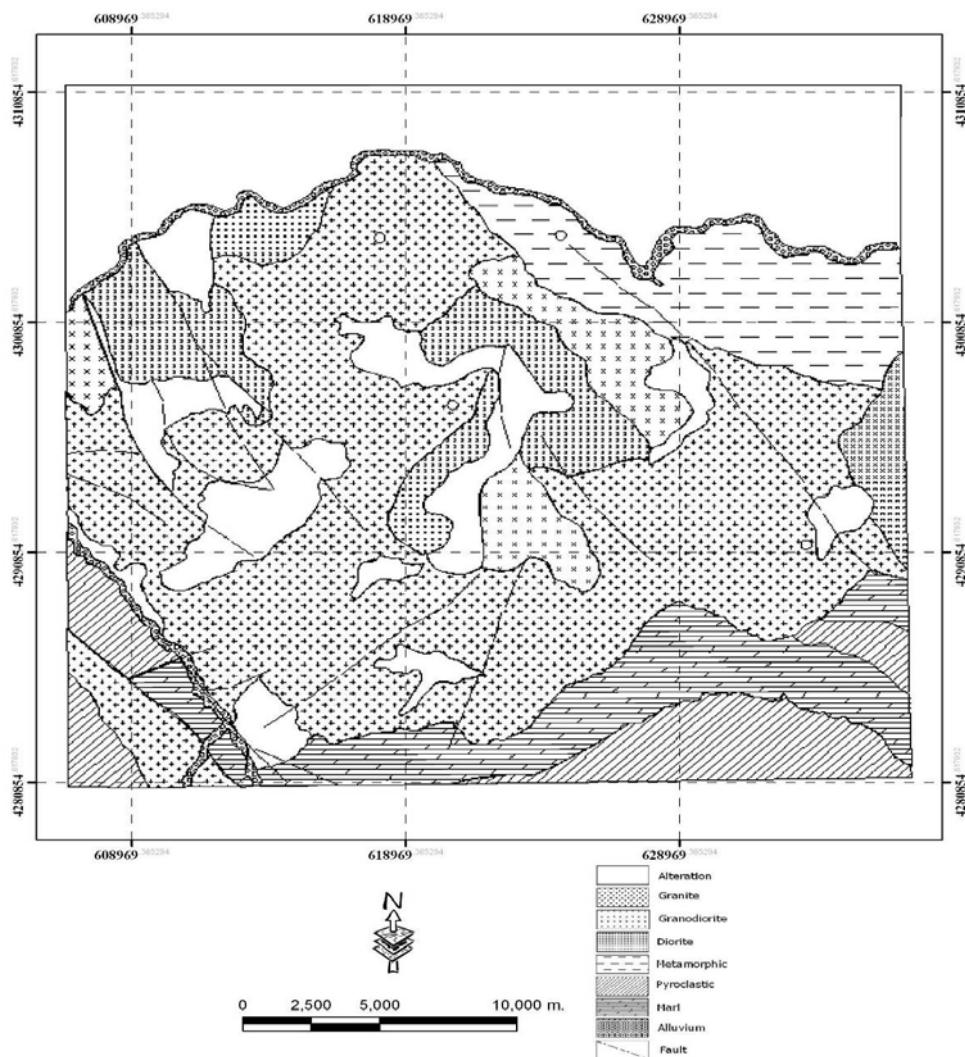
منطقه مورد مطالعه قولان در شمال شرقی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه رود در ۵۰ کیلومتری شمال تبریز و ۷۰ کیلومتری غرب اهر قرار داشته و دارای مختصات جغرافیایی طول شرقی ۴۶°۱۵' تا ۴۶°۳۰' و عرض شمالی ۳۸°۴۵' تا ۳۹° می‌باشد. کهن‌ترین واحد سنگی در نقشه زمین‌شناسی منطقه قولان مجموعه به هم ریخته سنگ‌های دگرگونه است که برونزد اصلی این رخساره در شمال شرق منطقه بوده و از لایه‌های متناوب اسلیت، میکاشیست، متاتوف، کالک شیست و کوارتزیت تشکیل شده است. این سنگ‌ها در اثر نفوذ توده‌های آذرین یک دگرگونی مجدد را تحمل کرده است. در دوران کرتاسه بالایی نیز جنب و جوش و فعالیت در حوضه‌های رسوبی سبب تشکیل رخساره‌های متنوع آذرآواری و تبدیل رخساره‌ها بطور جانبی به یکدیگر شده است که رخنمون آن‌ها در جنوب نقشه زمین‌شناسی دیده می‌شود. فعالیت‌های ماگمایی دوران الیگوسن هم نقش عمده‌ای در زمین‌شناسی منطقه ایفا نموده به طوری که جنبش‌های زمین‌ساختی آلپین میانی که مترادف با تظاهر توده‌های آذرین نفوذی گرانیت، گرانودیوریت، سینیت و دیوریت بوده توانسته با تأثیر بر نهشته‌های رسوبی و آذرین به شکل گسل و چین‌خوردگی ظاهر گردد. روند گسل‌های اصلی منطقه منطبق بر روند محوری طاق‌دیس‌ها و ناودیس‌های منطقه و عمده‌گسترش اصلی آن‌ها با توجه به شکل (۱) شمال غرب - جنوب شرق و شرقی - غربی است [۳].

سری آتشفشانی پالئوژن که به‌عنوان فرآیندی از چرخه تکتونوماگمایی آلپین شناخته می‌شود توانسته در شمال غرب ایران و در محدوده شهرستان اهر میزبان کانی‌سازی‌های مهمی از عناصر Cu, Mo, Pb و فلزات گرانبها مانند طلا و نقره باشد که به نظر می‌رسد این کانی‌سازی‌ها منطبق بر کمربند مس آلپ-همیالیا و گسل‌زایی منطقه از شمال غرب به جنوب شرق به طرف کانسار مس سونگون کشیده شود [۲].

### ۳- روش‌های مطالعه

در همه روش‌های تخمین، شرط پیوستگی بین داده‌ها الزامی است. از طرفی چون داده‌های رسوبات آبراه‌ای بنا به طبیعی که دارند فقط معرف حوضه آبریز بالادست خود هستند در نتیجه به نوعی پیوستگی خود را از دست می‌دهند، بدین ترتیب می‌توان این نوع داده‌ها را برداری دانست چون هر داده فقط در تخمین بخش بالادست خود مؤثر است [۵]. برای شروع کار، بعد از حذف نمونه‌هایی که در اثر خطاهای تصادفی یا سیستماتیک عیارهای ناهنجار دارند و با توجه به فاصله بهینه نمونه‌برداری، منطقه به شبکه‌های  $1000 \times 1000$  مترمربع تقسیم‌بندی شده و با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه و روش تخمین شبکه‌ای قطاعی [۶] حوضه‌های آبریز مربوط به هر نمونه ترسیم می‌شود.

با توجه به وجود همپوشانی بین حوضه‌های آبریز هر نمونه و تأثیر عیار هر حوضه در حوضه‌های دیگر، وزن دادن به میزان اثربخشی هر نمونه در محدوده حوضه آبریز نظیرش می‌توان اثر این تداخل حوضه‌ها را خنثی کرد [۱].



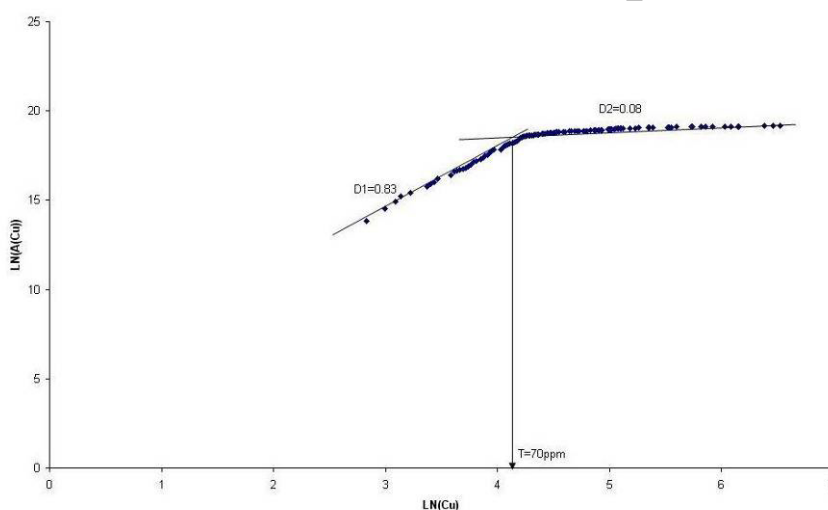
شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی و محدوده‌های آلتراسیون موجود در منطقه قولان (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی)

بعد از تخمین عیار نهایی هر شبکه، برای تخمین حد آستانه‌ای به روش  $\bar{X}+2S$  همانند روش قبل عیار نهایی هر شبکه محاسبه و اقدام به محاسبه میانگین و انحراف معیار داده‌های مربوط به Cu و Mo می‌شود تا با رسم نقشه‌های توزیع تجمعی ژئوشیمیایی هر کدام از عناصر مذکور، مقایسه‌ای نیز بین نتایج هر کدام از روش‌ها انجام گیرد تا روش بهینه اکتشافی مشخص گردد.

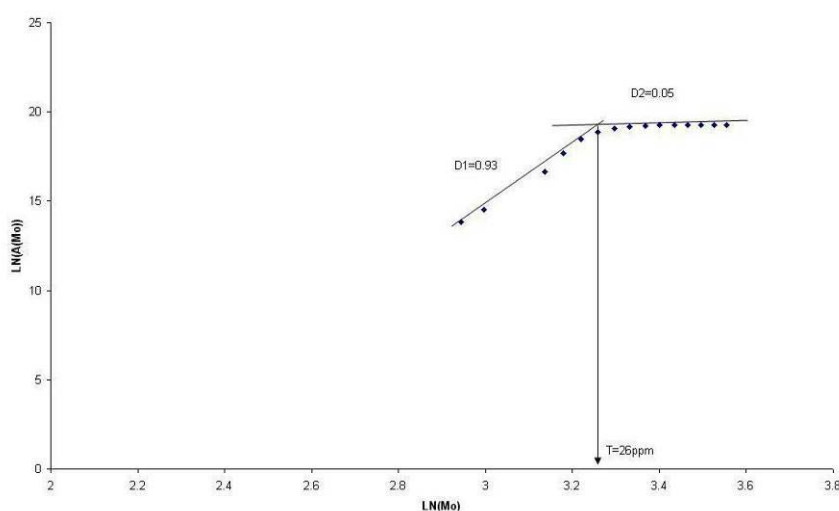
#### ۴- مطالعه موردی

##### ۴-۱- روش C-A

با اعمال اوزان سه‌گانه و تخمین عیار نهایی هر شبکه در روش C-A عیارهای نهایی به صورت صعودی به همراه مساحت تجمعی همه سلول‌هایی که آن عیار را دارند بر روی نمودار تمام لگاریتمی عیار - مساحت تجمعی رسم می‌شوند. لازم به ذکر است برای عیارهای تکراری فقط یک عیار به همراه مجموع مساحت‌هایی که آن عیار را دارند در نمودار لحاظ خواهد شد. نمودارهای مربوط به اشکال (۲) و (۳) که مربوط به جوامع Mo و Cu می‌باشد گویای وجود دو جامعه آنومالی (خط راست با شیب یا بعد فرکتالی بیشتر) و جامعه زمینه (خط راست با شیب یا بعد فرکتالی کمتر) و حد آستانه‌ای (تقاطع دو خط راست) است.



شکل ۲: نمودار مربوط به اعمال روش C-A بر روی داده‌های Cu و تعیین حد آستانه‌ای آن



شکل ۳: نمودار مربوط به اعمال روش C-A بر روی داده‌های Mo و تعیین حد آستانه‌ای آن

جدول (۱) مقادیر حد آستانه‌ای و ابعاد فرکتالی جوامع آنومالی و زمینه هر یک از عناصر Cu و Mo را نشان می‌دهد.

جدول ۱: نشان‌دهنده حد آستانه‌ای و ابعاد فرکتالی جوامع آنومالی و زمینه عناصر Cu و Mo می‌باشد

عنصر	بعد فرکتالی جامعه آنومالی	بعد فرکتالی جامعه زمینه	حد آستانه‌ای (ppm)
Cu	۰/۸۳	۰/۰۸	۷۰
Mo	۰/۹۳	۰/۰۵	۲۶

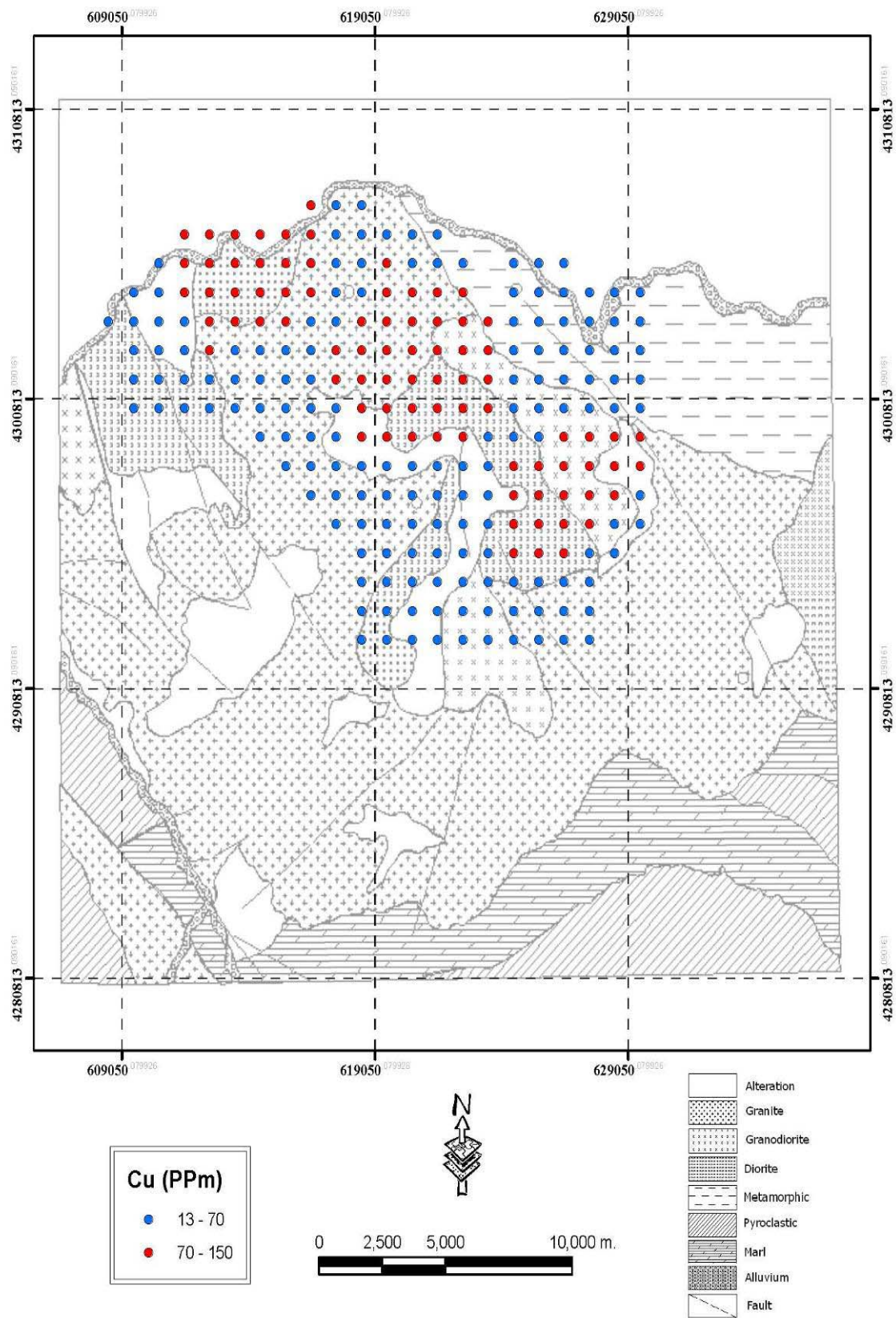
بعد از تعیین حد آستانه‌ای Cu و Mo و رسم نقشه توزیع تجمعی ژئوشیمیایی مقادیر بالای حد آستانه‌ای این عناصر، با توجه به اشکال (۴) و (۵) به ترتیب سه محدوده لوتکه، قره‌چیلر، و نمینق از شمال غرب به جنوب شرق برای Cu و دو محدوده قره‌چیلر و غرب لوتکه برای Mo به عنوان آنومالی شناسایی شدند که با تطبیق نقشه زمین‌شناسی منطقه در شکل (۱) و نقشه‌های مربوط به محدوده‌های آنومالی Cu و Mo منطقه، گویای تطبیق تقریبی زون‌های آلتراسیونی منطقه با محدوده‌های آنومالی شناسایی شده برای Cu و Mo هستند.

#### ۴-۲ روش $\bar{X}+2S$

بعد از حذف داده‌های ناهنجار که در اثر خطاهای تصادفی و سیستماتیک به وجود آمده بودند، میانگین و انحراف معیار مربوط به Cu و Mo محاسبه می‌شود. با استفاده از فرمول  $\bar{X}+2S$  و با توجه به مقادیر حد آستانه‌ای به دست آمده برای Cu و Mo به میزان ۱۲۶ ppm و ۳۳ ppm نقشه توزیع تجمعی ژئوشیمیایی این دو عنصر در شکل (۶) و (۷) گویای وجود محدوده‌های آنومالی به مراتب کوچکتری نسبت به محدوده‌های ارائه شده توسط روش فرکتال C-A می‌باشد.

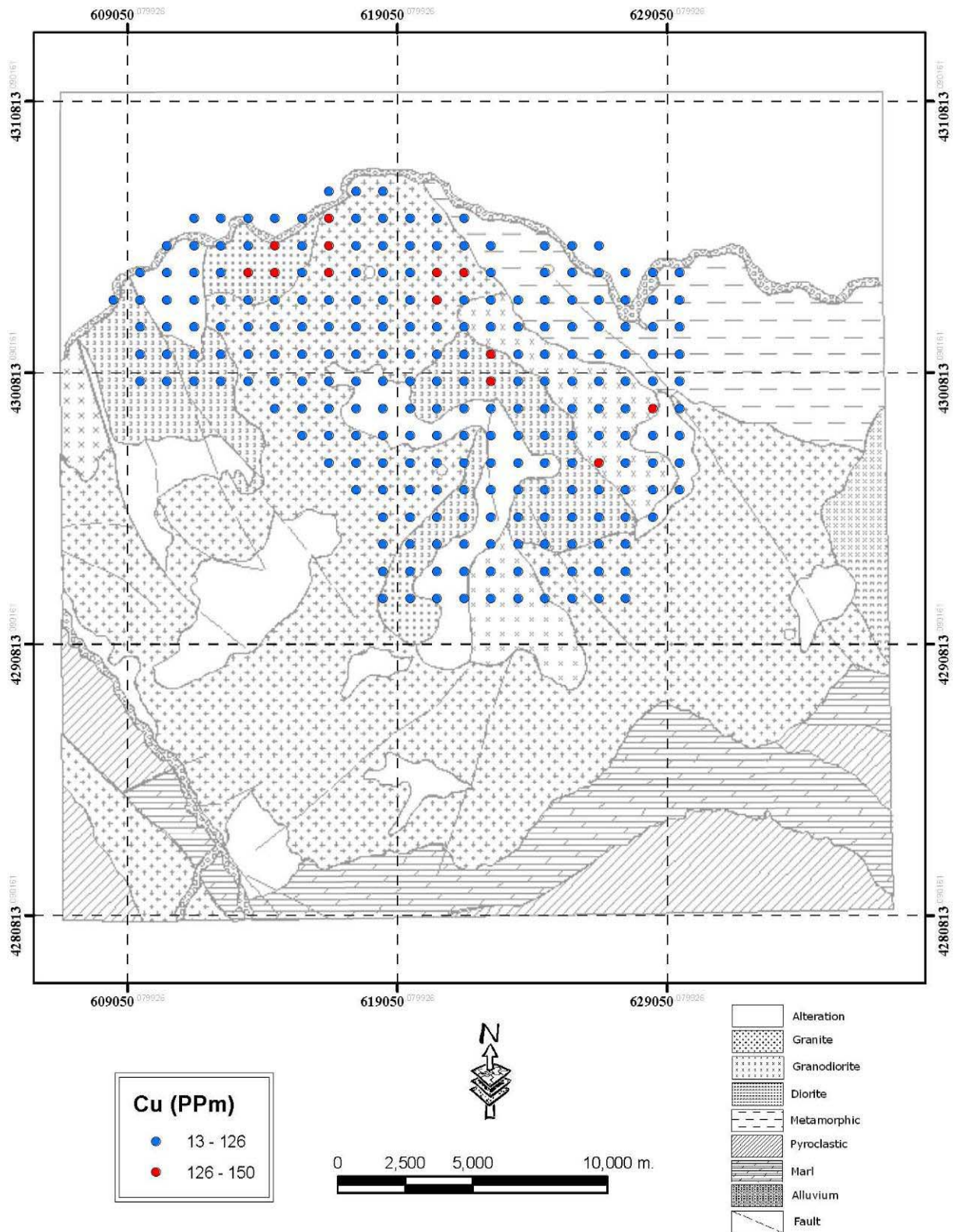
#### ۵- نتیجه‌گیری

نتیجه اینکه مقدار حد آستانه‌ای به دست آمده از روش C-A که موقعیت و ساختار فضایی نمونه‌ها را در نظر می‌گیرد نسبت به روش  $\bar{X}+2S$  پایین‌تر بوده، لذا می‌تواند در ثبت گسترده‌تر هاله‌های ژئوشیمیایی و آشکارسازی آنومالی‌های ضعیف و پوشیده شده نقش احیاکننده را ایفا نماید که بالطبع ریسک اکتشافی به مراتب پایین‌تر، صحت و دقت بیشتری خواهد داشت و نهایتاً با تطبیق نقشه زمین‌شناسی منطقه با نقشه‌های محدوده‌های آنومالی Cu و Mo بدست آمده با روش C-A، گویای تطبیق تقریبی زون‌های آلتراسیونی منطقه با هر سه محدوده آنومالی شناسایی شده برای Cu و Mo از روش C-A است.

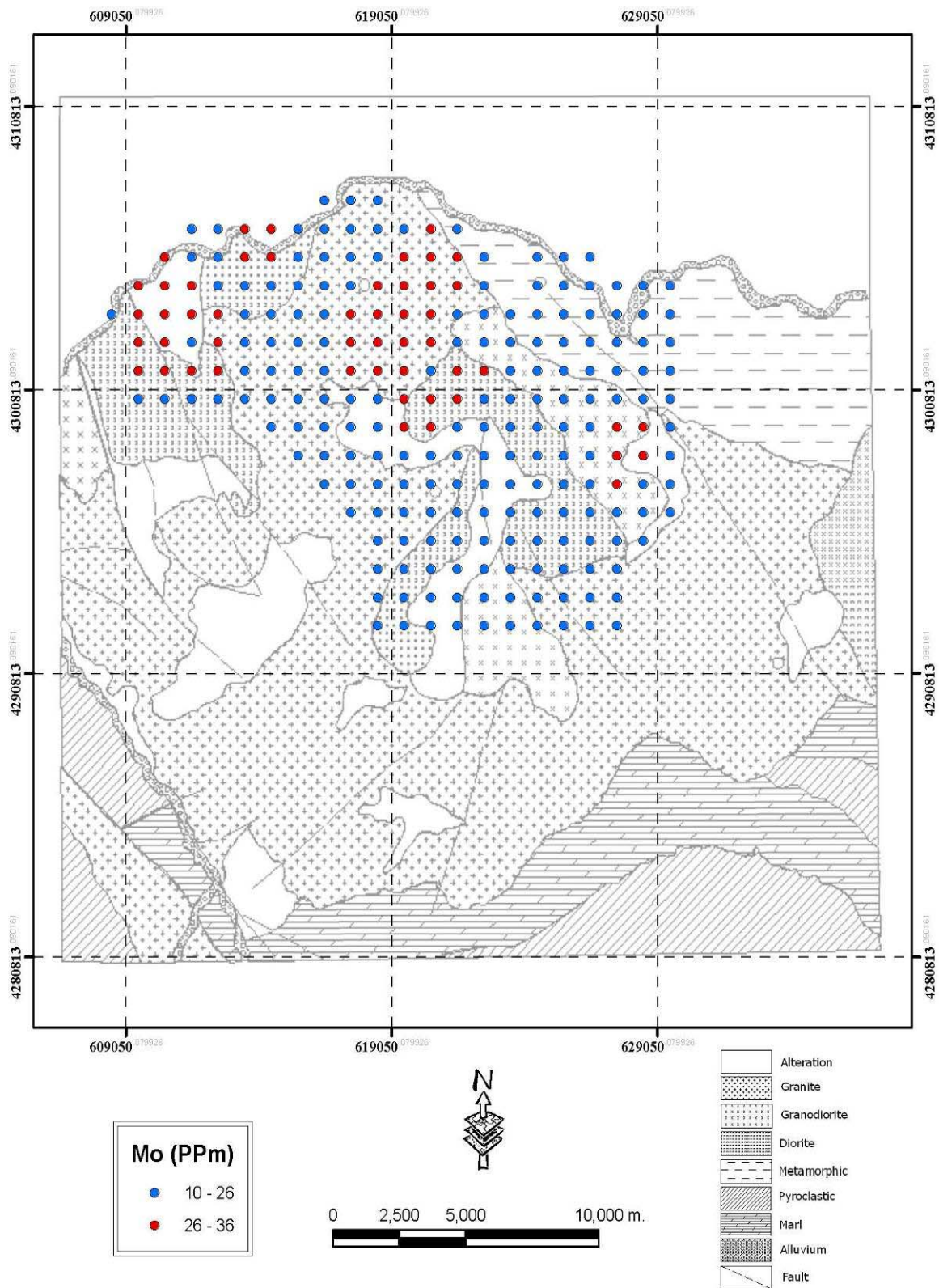


شکل ۴: سه محدوده لوتکه، قره‌چیلر و نمینق از شمال غرب به جنوب شرق به‌عنوان آنومالی Cu در منطقه شناسایی شدند



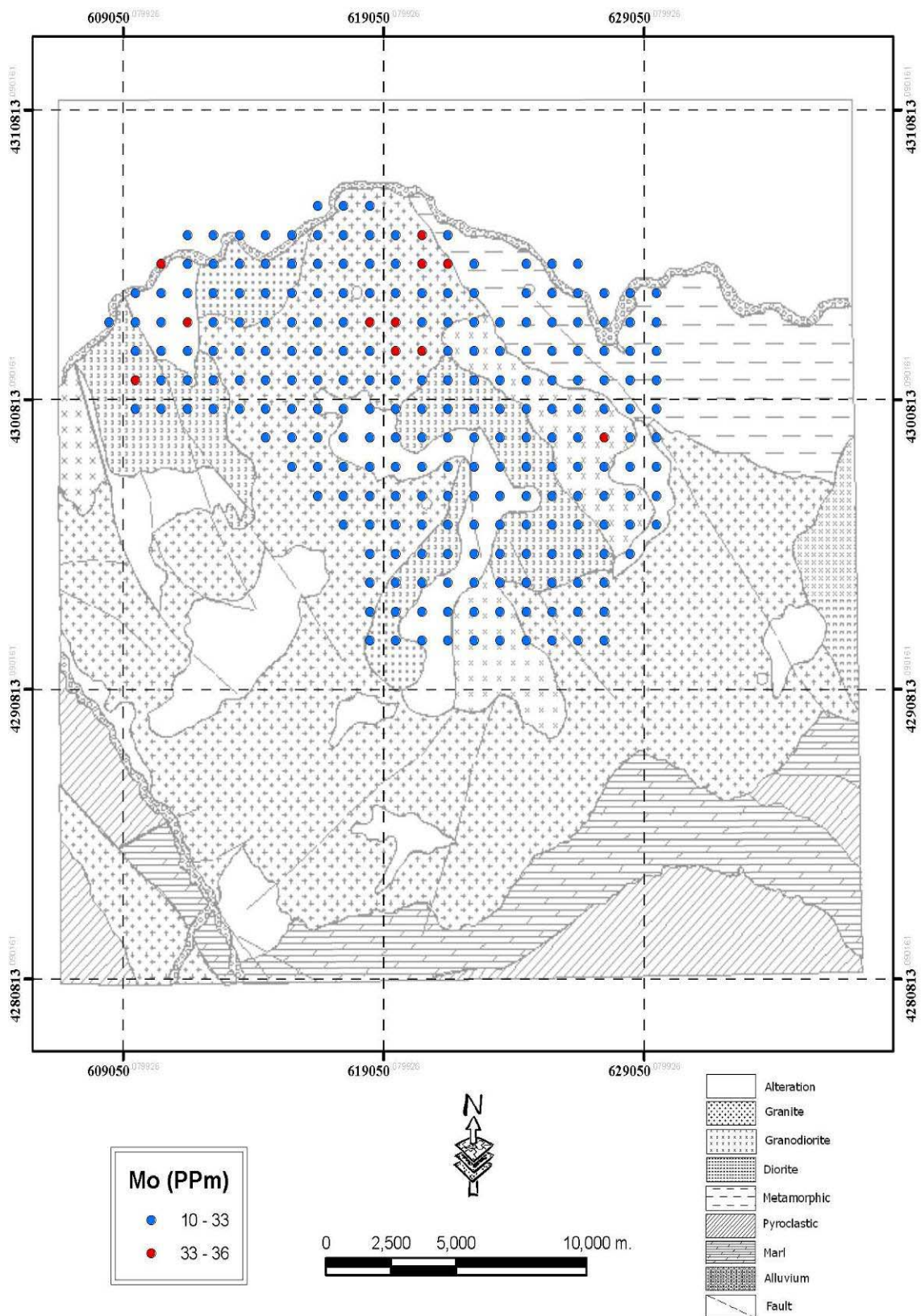


شکل ۵: دو محدوده لوتکه، قره‌چیلر به‌عنوان آنومالی Mo در منطقه شناسایی شدند



شکل ۶: نشان دهنده محدوده‌های آنومالی کوچکتری برای Cu در مقایسه با C-A می‌باشد





شکل ۷: نشان دهنده محدوده‌های آنومالی کوچکتری برای Mo در مقایسه با C-A می‌باشد

## ۶- منابع

۱. حسنی پاک، ع.ا.، ۱۳۸۱، "تحلیل داده‌های اکتشافی"، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۴۵۰-۴۷۰.
۲. زینال، ر.، ۱۳۷۱، "متالوژنی در زون الحاق تکتونیکی ایران و قفقاز کوچک"، سازمان زمین‌شناسی، ۶۵ صفحه.
۳. علوی، ح.، ۱۳۷۱، "گزارش زمین‌شناسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود"، سازمان زمین‌شناسی.
۴. قنبری، ی.، ۱۳۸۱، "اکتشافات ژئوشیمیایی و بررسی پتانسیل معدنی Cu-Mo در منطقه قولان- آذربایجان شرقی"، تز کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی سهند تبریز.
5. Chengjiang Li, Tuhna Ma, Junfa Shi, 2003, "Application of Fractal method relating Concentration-Area for separation of Geochemical anomalies from Background", Elsevier, JGE, 44,167-175.
6. M.A.Goncalves, Antonio Mateus, V.Oliviera, 2001, "Geochemical anomaly separation by multi fractal modeling", Elsevier, JGE, 72, 91-114.

Archive of SID