

اکتشافات ژئوشیمیایی

نیمه تفصیلی به روش خاک برجا و زمین شناسی محدوده‌ی تل مسی کوهستان کفوت جنوب غرب دشت لوت

کاظم قلی زاده^۱، ایرج رساء^{*}

چکیده

محدوده‌ی تل مسی کوهستان کفوت بم از لحاظ سنگ شناسی دارای سنگ‌های آتشفشانی مانند ریولیت، آندزیت و آندزیت بازالت است. تا قبل از این، وجود ریولیت‌ها در این محدوده مشخص نشده بود، ولی پس از یک سلسله مطالعات دقیق پتروگرافی و آنالیزهای XRF، نوع اکثر سنگ‌های منطقه ریولیت تشخیص داده شد و با توجه به رخنمون آن‌ها در منطقه، ریولیت‌های قرمز رنگ و خاکستری رنگ نامگذاری شدند. آندزیت‌ها به صورت توده‌های کوچک و آپوفیزمانند، و هم چنین دایک در منطقه دیده شده‌اند که با ریولیت‌ها در کنتاکت هستند. از کانه‌سازی‌هایی که در منطقه دیده می‌شوند، معمولاً مالاکیت، آزوریت، و کریزوکولا در نمونه‌ی دستی، و کانه‌های کالکوپریت، کالکوسیت، کوپریت، کوولیت و دیژنیت در مقاطع میکروسکوپی قابل مشاهده هستند در بعضی جاها کانه‌سازی‌ها مشخص هستند و در مناطق پوشیده نیز احتمال کانی‌سازی وجود دارد.

به منظور شناخت پتانسیل کانه‌سازی و تعیین مناسب‌ترین نقاط برای انجام عملیات حفاری، اکتشافات ژئوشیمیایی به روش خاک برجا و در محدوده‌ای به وسعت پنج کیلومتر مربع انجام شد. این روش مطالعه سه مرحله‌ی اصلی را در برمی‌گرفت: ۱. طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری؛ ۲. آماده‌سازی و تجزیه‌ی

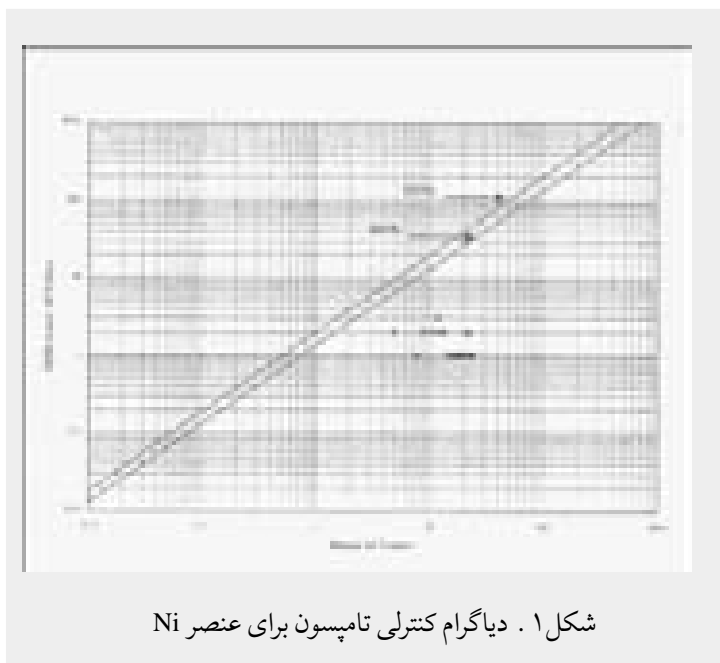
نمونه‌ها؛ ۳. پردازش، تجزیه و تحلیل. پس از انجام مراحل مذکور، مناطقی به عنوان آنومالی درجه یک (شمال غرب و جنوب شرق) مربوط به عناصر Zn ، Pb ، Cu و Ag برای انجام مطالعات بعدی معرفی شدند. هم‌چنین، وجود کانه‌سازی مس در سنگ‌های ریولیتی این منطقه که در مطالعات پیشین اشاره‌ای به آن نشده بود، می‌تواند در اکتشاف منابع جدید راهگشا باشد.

مقدمه

محدوده‌ی تل مسی کوهستان کفوت در ۴۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان بم در استان کرمان قرار دارد. طول جغرافیایی آن $۵۸^{\circ}۱۰'۳۰''$ و عرض آن $۲۹^{\circ}۱۷'۵۰''$ است. هم‌چنین، از لحاظ ساختاری در جنوب غرب بلوک لوت، و شرق گسل نای بند قرار می‌گیرد. هدف از انجام اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی در این محدوده، بررسی هاله‌های ژئوشیمیایی ثانویه به منظور شناخت پتانسیل کانه‌سازی، بررسی ارتباط عناصر با همدیگر، و تعیین مناسب‌ترین نقاط برای انجام عملیات حفاری بوده است. برای تشخیص نوع کانه‌سازی در مقیاس میکروسکوپی و هم‌چنین ارتباط آن‌ها با آلتراسیون و گسل، مطالعاتی نیز روی رگه‌های دارای کانه‌سازی صورت گرفت. مطالعات، وسعتی در حدود ۲/۵ کیلومتر مربع را در بر می‌گرفت که بیشتر محدوده‌ی کوه تل مسی در کوهستان کفوت را شامل می‌شد.

۵ppm، Ni، Zn، Co، Pb و Ag معادل ۱ ppm و Mo معادل ۱۰ ppm بوده است. لازم به ذکر است که علت انتخاب هشت عنصر برای آنالیز در اکتشافات ژئوشیمیایی ۱/۲۰۰۰۰ آبراهه‌ای در این منطقه بوده است. همچنین، یکی از فاکتورهای مهم در اخذ نتایج بهینه از عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی، تجزیه‌ی دقیق نمونه‌های برداشت شده است. برای حصول اطمینان از دقت اندازه‌گیری و تجزیه‌ی نمونه‌ها، از ۲۵ نمونه‌ی تکراری استفاده شد.

برای به دست آوردن میزان دقت تجزیه‌ی نمونه‌های ژئوشیمیایی، از «روش تامپسون» (۱۹۷۶) استفاده کردیم. در دیاگرام کنترلی تامپسون، در صورتی که ۹۰ درصد داده‌ها زیر خط معادل ۱۰ درصد و ۹۹ درصد داده‌ها زیر خط معادل ۱ درصد قرار گیرند، خطای آنالیز در حدود ۱۰ درصد خواهد بود. شکل ۱ به عنوان نمونه، از دیاگرام‌های تامپسون که برای همه‌ی عناصر رسم شده‌اند، آورده شده است. بدین ترتیب، بر اساس دیاگرام‌های کنترلی برای عناصر، داده‌های آنالیز شده قابل اطمینان هستند.



شکل ۱. دیاگرام کنترلی تامپسون برای عنصر Ni

۴. پردازش داده‌ها

آمار و ریاضی یکی از مهم‌ترین ابزار تعبیر و تفسیر اطلاعات است که از طریق آن، نتایج به صورت جدول، نمودار، شکل و... ارائه می‌شوند تا درک و فهم آن‌ها بسیار راحت شود. ۴-۱. داده‌های سنسورد و نحوه‌ی جایگزینی آن‌ها داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شوند که نماد کوچک‌تر (>) یا بزرگ‌تر (<) دارند. داده‌های مذکور معرف عدم تشخیص

مطالعات ژئوشیمیایی با استفاده از منطق فازی

سیستم‌های هوشمند به عنوان ابزار قدرتمند مدل‌سازی و تخمین در شاخه‌های گوناگون علوم و مهندسی به کار گرفته شده‌اند. میان روش‌های مدل‌سازی نوین، سیستم‌های فازی جایگاه ویژه‌ای را کسب کرده‌اند [Cuddy, 2000]. در سال‌های اخیر، تکنیک‌های ریاضی فازی در حل برخی از مسائل زمین‌شناسی به کار گرفته شده‌اند. کودی و هامالک از منطق فازی در تطابق‌های زمین‌شناختی و ساخت مدل‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی بهره گرفته‌اند [Cuddy, 1997]. امروزه، اکتشافات ژئوشیمیایی به عنوان یکی از لایه‌های مهم اطلاعاتی در اکتشافات مواد معدنی در جهان شناخته شده است. گستره‌ی میدان آنالیزهای ژئوشیمیایی، امکان آنالیز متغیرهای گوناگون ژئوشیمیایی، روش‌های متنوع در پردازش داده‌ها، نرم‌افزارهای مناسب و کارا، و غیره دست‌افزارهایی هستند که ژئوشیمیست‌های نوین، در نیل به هدف‌های اکتشافی به آن‌ها تکیه می‌کنند و از آن‌ها بهره می‌برند [Sollovov, 1987].

۱. طراحی شبکه‌ی نمونه برداری

شبکه‌ی نمونه برداری با وسعتی حدود $2/5 \text{ Km}^2$ با سلول‌های مربعی به ابعاد 100×100 متر مورد پوشش قرار گرفت. این شبکه روی عکس هوایی منطقه با مقیاس تقریبی $1/5000$ پیاده و سپس چهارگوشه طراحی شده است، و مختصات چهارگوشه به وسیله‌ی GPS برداشت شده و امتداد شبکه‌ی نمونه برداری $N50^{\circ}W$ با 240 نمونه است.

۲. روش نمونه برداری

چنان‌که گفتیم، نقاط نمونه برداری و شبکه‌ی نمونه برداری روی عکس‌های هوایی $1/5000$ مشخص شده‌اند و نمونه‌ها از مراکز هر سلول و در شعاع حدود ۱۵-۵ متر از خاک‌های منطقه برداشت شدند. اندازه‌ی جزء نمونه‌ها بین $+100$ و -80 مش و وزن آن‌ها حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرم بود که در کیسه‌های مناسب و دو لایه ریخته شدند و شماره‌ی آن‌ها به صورت برچسب روی نمونه‌ها ثبت شد.

۳. آماده‌سازی، آنالیز شیمیایی و دقت آنالیز نمونه‌ها

۲۴۰ نمونه برای آنالیز به آزمایشگاه اهر، وابسته به «شرکت صنایع ملی مس» فرستاده شدند و کلیه‌ی نمونه‌ها برای عناصر $Mo, Fe, Ag, Ni, Co, Zn, Cu, Pb$ توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. حد تشخیص دستگاه برای عناصر Cu معادل

دستگاه‌ها و به عبارت دیگر، حساسیت دستگاه مورد استفاده هستند. این گونه مقادیر که در داده‌پردازی معنی دار نیستند و باید به طرق گوناگون جایگزین شوند، عبارتند از:

الف) بیشترین درستی‌نمایی کوهن

ب) نصف مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچک‌تر و ۱/۵ برابر برای داده‌های با نماد بزرگ‌تر

ج) ۳/۴ مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچک‌تر و ۴/۳ برای داده‌های با نماد بزرگ‌تر

در این تحقیق، برای عناصر Zn و Cu از روش سوم و برای عناصر Ni، Ag، Mo و Co از روش اول استفاده کردیم که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

۲-۴. حذف اثر سنگ بستر

در پروژه‌های اکتشافی و نمونه‌برداری‌های ژئوشیمیایی، از محیط‌های بسیار ناهمگنی نمونه‌برداری می‌شود. بنابراین، یکی از اساسی‌ترین مسائل در پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و رسم نقشه‌ها، تعیین مقادیر زمینه، آستانه و تعیین حد بین مقادیر زمینه و آنومالی است. برای درک صحیح مقادیر زمینه، حد آستانه و آنومالی‌ها، باید اثر سنگ بستر را در مقدار زمینه حذف کرد. اما در این پروژه، حذف اثر سنگ بستر به دلایل زیر صورت نگرفت:

۱. نبود تنوع شدید سنگی در محدوده (تل مسی)

۲. نبود اختلاف شدید بین هاله‌های اولیه و ثانویه (شکل ۲)

جدول ۱. عناصر مقادیر سنسورد

عنصر	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Ag	Mo
N_t	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
N_{II}	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
N_c	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰
X_0	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
V	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
H	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
X_r	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

N_t : تعداد کل نمونه‌ها

N_{II} : تعداد نمونه‌های غیر سنسورد

N_c : تعداد نمونه‌های سنسورد

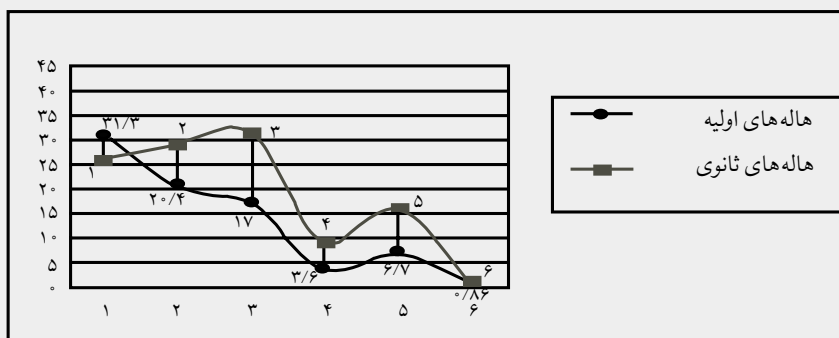
X_0 : حد حساسیت دستگاه

V: واریانس داده‌های غیر سنسورد

H: نسبت تعداد داده‌های سنسورد به کل داده‌ها

X_r : مقدار جایگزینی داده‌های غیر سنسورد

عنصر	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Ag
هاله‌های اولیه	۳۱/۳	۲۰/۴	۱۷	۳/۵	۲/۷	۲/۸
هاله‌های ثانوی	۲۶	۱۱	۳۱	۹	۱۶	۱/۳



شکل ۲. نمودار مقایسه‌ای هاله‌های اولیه و ثانویه

۳-۴. مطالعات آماری تک متغیره

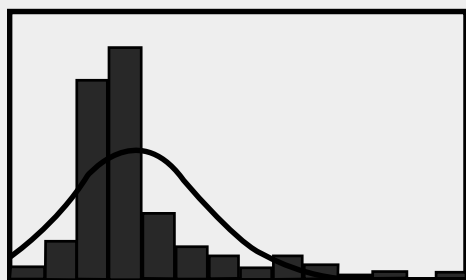
الف) پارامترهای آماری: اولین و مهم ترین گام در پردازش داده ها، به دست آوردن پارامترهای آماری و نحوه ی توزیع آن هاست، بنابراین جدول پارامترهای آماری داده های خام برای ۲۴۰ نمونه رسم شد (جدول ۲). در این جدول، سه گروه قابل تشخیص هستند: ● در گروه اول مقادیر میانه، مد و میانگین حضور داشتند که می توان چگونگی تمایل داده ها به سمت مرکز آن ها و نیز میزان تمایل را به دست آورد. ● در گروه دوم، انحراف معیار و واریانس قرار می گیرد و معرف میزان پراکندگی داده ها حول مقدار میانگین است.

● گروه سوم شامل چولگی و کشیدگی است و انحراف داده ها را از حالت نرمال بیان می کند.
ب) رسم هیستوگرام و نمودار: برای مشخص کردن تابع توزیع مربوط به یک عنصر می توان از هیستوگرام استفاده کرد. در هر هیستوگرام در محور افقی تعداد کلاس ها، و در محور عمودی تعداد نمونه های موجود در هر کلاس مشخص شده است [Tedesco, 1995]. هیستوگرام های فراوانی در مقیاس عددی و لگاریتمی، و منحنی فراوانی تجمعی عناصر مورد مطالعه رسم شده اند که نمودار مربوط به عنصر سرب به عنوان نمونه آورده شده است:

جدول ۲. پارامترهای آماری مربوط به داده های خام عناصر گوناگون

Mo	Fe	Ag	Ni	Co	Zn	Pb	Cu		
۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۳۸	۱۱۰	۱۱۰	---	معتبر
.	---	
۱۱٫۸	۱۱۰٫۳۸	۱٫۲	۱۷٫۱	۹٫۷۷	۲۱٫۳	۱۰۷٫۲	۸۱٫۲۳		میانگین
۱۰	۱۲۰۰۰	۱٫۲	۱۸	۱۰	۲۲	۲۸	۲۳		میانه
۷٫۸	۱۲۰۰۰	۱٫۳	۳٫۱	۱۱	۲۷	۳۳	۲۵		نوع
۹٫۲۱	۷۰۱۱٫۲	۰٫۲۵	۷٫۵	۲٫۸۷	۲۹٫۳	۲۳۸٫۸	۱۹۱٫۵		برگشت استاندارد
۹۲٫۳	۵۲۰۰۰	۰٫۲۱	۵۲٫۳	۸٫۸۲	۱۲۱۸	۲۲۰۰۵	۸۲۹۷۵		متغیر
۱٫۸۲	۰۰۰۱۰۹	۱٫۳۹	۰۰۰۲۱	۰٫۲۳	۳٫۱۲	۱۱٫۰۸	۱۲٫۸۲		چولگی
۵٫۳۳	۱٫۲۸۷۷	۳٫۲۷	۰۰۰۲۳	۲٫۸۲	۱۳	۱۲۲٫۸	۱۸۲٫۱		کشیدگی
.	۲۰۰۰	۰٫۸۱	۳٫۱	۳٫۲	۵	۷	۳٫۷۵		حداقل
۲۵	۵۲۰۰۰	۳٫۷	۳۲	۲۹	۳۳۸	۲۰۲۰	۲۱۷۹		حداکثر

شکل ۳. هیستوگرام عددی و لگاریتمی داده های خام عنصر Pb



LPB



PB

همبستگی را به همراه سطح معنی دار بودن وابسته به آن‌ها محاسبه کردیم (جدول ۳). مثلاً برای عنصر مس، ارتباط این عنصر با عناصر Ni و Ag بی معنی است، در صورتی که با عناصر Zn و Pb دارای ضریب همبستگی مثبت و مقدار آن به ترتیب ۰/۴۰۲ و ۰/۴۳۰ در سطح اعتماد ۹۹ درصد است. (جدول ۳ صفحه ۳۶)

۴-۷. تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی

روش‌های آماری متفاوتی برای تعیین مقادیر حد آستانه‌ای و آنومالی وجود دارند که با مقایسه‌ی نتایج حاصل از هر روش، آنومالی‌های نهایی انتخاب خواهند شد. این روش‌ها عبارتند از: الف) روش حد آستانه‌ای $(\bar{X} + 2S)$ (ب) روش PN (ج) روش انفصال آماری در این پروژه، برای تعیین آنومالی‌ها از روش اول استفاده شده است.

روش حد آستانه‌ای $(\bar{X} + 2S)$: معمول‌ترین روش آماری برای تعیین مقدار حد آستانه‌ای، برابر قرار دادن آن با مقدار میانگین یا میانه (یا لگاریتم آن‌ها) به اضافه‌ی یک، دو یا سه برابر انحراف معیار است [Rolinson, 1993]. در این تحقیق، مقدار حد آستانه‌ای برابر مقدار میانگین به اضافه‌ی دو برابر انحراف معیار در نظر گرفته شده است. در این روش، برای تمایز بین آنومالی‌های درجه دو: آنومالی‌های درجه یک، از حد آستانه‌ای به اضافه‌ی انحراف معیار هر متغیر استفاده می‌شود. بدین ترتیب، برای هر متغیر چهار گروه کاملاً متمایز مشخص می‌شود که به صورت زیر است:

مقادیر حد زمینه $\bar{X} + S$

مقادیر حد آستانه‌ای $\bar{X} + 2S$

$\bar{X} + 3S <$ مقادیر آنومالی درجه دو

$\bar{X} + 4S <$ مقادیر آنومالی درجه یک

۴-۸. ترسیم نقشه‌های آنومالی حاصل از روش حد

آستانه‌ای به اضافه‌ی مقادیری از انحراف معیار

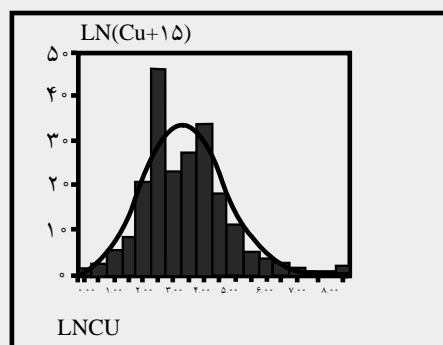
برای نشان دادن نتایج حاصل از روش حد آستانه‌ای که برای جدا کردن جوامع آنومال و غیر آنومال در جامعه‌ی کلی نمونه‌ها به کار برده شد، و مقایسه‌ی این نتایج با یکدیگر به منظور رسیدن به امیدبخش‌ترین نواحی برای انجام کارهای تکمیلی و حفاری در مقیاس کوچک، برای هر یک از متغیرهای ژئوشیمیایی مورد بررسی نقشه‌ی نمادی رسم کردیم. به علاوه، نقشه‌های آنومالی حاصل از روش حد آستانه‌ای به اضافه‌ی مقادیری از انحراف معیار نیز ترسیم شد. این نقشه‌ها که در برگیرنده‌ی نمونه‌های حد آستانه‌ای، آنومالی درجه دو و آنومالی درجه یک هستند، برای

در هیستوگرام مربوط به عنصر Pb (شکل ۳) چنانچه مشاهده می‌شود توزیع لاگ، نرمال است، و به سمت چولگی با مقادیر مثبت میل می‌کند. در این هیستوگرام، فاصله‌های گروه‌ها ۱ ppm و تعداد کلاس‌ها ۱۳ است. در مجموع، بررسی‌های روی نمودارها و هیستوگرام‌های مربوط به عناصر مورد مطالعه در این تحقیق نشان می‌دهد، جوامع آماری گوناگون در این جا می‌توان مشاهده کرد که در مورد عنصر سرب سه جامعه‌ی آماری دیده می‌شود. البته این مسأله را می‌توان در ساده‌ترین حالت به صورت دو جامعه‌ی آنومالی و غیر آنومالی تلقی کرد.

۴-۴. تبدیل لگاریتمی سه پارامتری

در مواردی که با تبدیل لگاریتمی ساده نتوان داده‌ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد، ممکن است با افزودن یا کاستن یک مقدار ثابت از تمام داده‌ها و محاسبه‌ی تبدیل لگاریتمی آن‌ها بتوان، توزیع داده‌ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد. تبدیل لگاریتمی به صورت زیر تعریف می‌شود:

b یک مقدار ثابت است و a مقداری است متغیر که با سعی و خطا بدست می‌آید، $z = \ln(bx+a)$. در این جا به عنوان نمونه، مقادیر حساب شده برای عنصر مس آورده شده است (شکل ۴).



شکل ۴. هیستوگرام عددی و لگاریتمی داده‌های نرمال شده‌ی عنصر مس

۴-۵. محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر

مقدار وابستگی عناصر گوناگون را می‌توان به صورت یک عدد بیان کرد، ولی در محاسبه‌ی ضریب همبستگی بین نسبت‌های عناصر، با یک مشکل مواجه هستیم: با تقسیم متغیرها بر متغیر دیگر، همبستگی به طور کاذب افزایش می‌یابد و در نتیجه، مشکل مجموع ثابت شدیدتر می‌شود. برای حل این مشکل راه‌حل‌های متفاوتی ارائه شده‌اند که بهترین آن‌ها راه‌حل اتکینسون (۱۹۸۶) است [Rolinson, 1993]. برای بررسی همبستگی‌های آماری بین متغیرهای گوناگون، بین عناصر ماتریس همبستگی تشکیل می‌شود. به این منظور، فایل حاوی داده‌های نرمال شده را به محیط نرم‌افزار SPSS/Win انتقال دادیم و در آن جا ضرایب

مطالعات مینرالوگرافی و زمین شناسی رگه ها

مطالعات زمین شناسی اقتصادی به نقاط کانه سازی معطوف هستند که بیشتر به صورت رگه های کوچک و بزرگ در منطقه خود را نمایان می سازند. در قسمت شمال غرب و جنوب شرق منطقه، رگه های متعددی به چشم می خورد؛ به خصوص در محل های کنتراکت آندزیت ها با ریولیت ها که این رگه ها تشکیل شده اند. اندازه ی رگه ها متغیر و به عرض چند سانتی متر (۱۰ تا ۸۰ سانتی متر) و طول چند متر (۵/۰ تا ۵۰ متر) است. در موارد استثنایی، طول به ۳۰۰ متر و ضخامت تا ۱ متر نیز می رسد. روند اغلب رگه ها شمالی-جنوبی است که بیشتر از روند رگه های اصلی منطقه تبعیت می کند. کانه های اصلی بیشتر مرتبط با مس بوده و شامل مالاکیت، آزوریت و کریزوکولا هستند که در نمونه ی دستی نیز قابل مشاهده اند. ولی کانه های

کالکوپریت، کالکوسیت، بورنیت، کوولیت، دیژنیت و کوپریت را فقط در مقاطع میکروسکوپی می توان مشاهده کرد. دو کانی اول اولیه اند و دارای بافت شکافه پرکن و گاه قشرگونه اند و کانه های دیگر از تجزیه ی آن ها حاصل شده اند (شکل ۶). نتایج آنالیز نقطه ای باردار از رگه ها، نشانگر بالا بودن مقدار عناصر Ag، Zn، Pb و Cu از میانگین طبیعی است. از کانی های گانگ همراه با کانه سازی نیز می توان به سیلیس که بخش اعظم رگه ها را تشکیل می دهد (تا ۹۰ درصد) و هم چنین باریت و اکسیدهای آهن (هماتیت و گوتیت) اشاره کرد. مجموعه کانی های تشکیل شده در محدوده، شامل کانی های متفاوتی است که در چندین مرحله تشکیل شده اند. براساس مطالعات مینرالوگرافی و میکروسکوپی، توالی پاراژنز کانی ها در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. توالی پاراژنز کانی ها

کانی	فصل برداشت		توالی پاراژنز
	بهار	تابستان	
کوارتز - کلسیت	-----	-----	۱
میکالیت	-----	-----	۲
کالکوپریت	-----	-----	۳
کالکوسیت - آزوریت	-----	-----	۴
کالکوپریت	-----	-----	۵
مالاکیت	-----	-----	۶
کریزوکولا	-----	-----	۷
کالکوسیت	-----	-----	۸
کالکوپریت	-----	-----	۹
کالکوسیت	-----	-----	۱۰
کالکوپریت	-----	-----	۱۱
کالکوسیت	-----	-----	۱۲
کالکوپریت	-----	-----	۱۳
کالکوسیت	-----	-----	۱۴
کالکوپریت	-----	-----	۱۵
کالکوسیت	-----	-----	۱۶
کالکوپریت	-----	-----	۱۷
کالکوسیت	-----	-----	۱۸
کالکوپریت	-----	-----	۱۹
کالکوسیت	-----	-----	۲۰



شکل ۶. کانه های کالکوپریت در متن سیلیسی (نور موازی، بزرگنمای ۵۰ برابر ۰/۱۵) (۰)

Cpy: کالکوپریت
Cal: کالکوسیت

7. Cuddy, S. J. (1997) The Application of fuzzy logic to petrophysics, the 38 Annual Logging symposium of the society of professional well log analysts.
8. Foldvary, Maria, 1976, Theory and Practice of regional geochemical exploration, Vogl, Academia, klado, Budapest.
9. Govett, G. L. S., 1994, Hand book of exploration geochemistry, vol. 6, Elsevier.
10. Gubac, J., 1990. Mineral resource evaluation on basis of soil metallometry, Journal of geochemical exploration, vol: 37.
11. Nancy Hambalk, Reinaldo Gozalez, (2003) Fuzzy logic Applied to lithofaces and permeability forecasting, SPE Paper 81078.
12. Rollinson, H., 1993., Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation, Longman scientific & technical.
13. Sandfoted, R. Fard et al, 1993, an objective replacement method for censored geochemical data, Mathematical. Geology, V. 25, No 1.
14. Shelly, D., 1993, Igneous and Metamorphic Rocks under the microscope, Dep. Geology, University of Canterbury New Zealand, Chapman and Hall-London.
15. Tedesco, S, A., 1995, Surface geochemistry im petroleum exploration, Chapman & Hall, 207P.
16. Zhany. C. & O. selinus. 1998. Statistics and GIS in environmental geochemistry-Some problems and solutions. Journal of geochemical exploration, vol. 64. Vo. 1-3.

نتیجه‌گیری

۱. نتایج مطالعات ژئوشیمی نشانگر وجود آنومالی‌های درجه یک در بخش جنوب شرق و شمال غرب منطقه است.
۲. با توجه به نتایج مطالعات، پتروگرافی سنگ‌های منطقه شامل آندزیت و ریولیت است.
۳. مقدار عناصر Cu, Pb, Zn و Ag در رگه‌ها از حد میانگین طبیعی بالاتر است.
۴. با توجه به تقسیم‌بندی تقی‌زاده در مورد کانسارهای مس بلوک لوت، رگه‌های موجود در تل مسی را می‌توان از نوع اول در نظر گرفت.
۵. مطالعات خصوصیات رگه‌های تل مسی نشان می‌دهد، رگه‌های منطقه با توجه به داده‌های موجود، از نوع اپی‌ترمال سولفید پایین هستند.

پیشنهادات

۱. مطالعات ژئوفیزیکی (IP) در مقیاس ۱/۱۰۰۰ برای مناطق دارای اولویت؛
۲. تجزیه‌ی عناصر Cu, Pb, Zn, Ag, Au؛
۳. نقشه‌ی زمین‌شناسی در مقیاس ۱/۱۰۰۰ همراه با تعیین دقیق مناطق آلتراسیون؛
۴. انجام مطالعات فلئوئید اینکلوزن و ایزوتوپی برای تعیین دقیق نوع تیپ کانی‌سازی و سطح فرسایش؛
۵. ادامه‌ی فعالیت‌های اکتشافی روی سنگ‌های ریولیتی در بلوک لوت که تاکنون گزارش نشده است.

* کارشناسان شرکت زرناب اکتشاف

منابع

۱. اشرف‌پور، ا. (۱۳۸۰). اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه‌ی ۱/۵۰۰۰۰ خلخال. رساله‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی.
۲. آمارپردازان (۱۳۷۷). راهنمای SPSS. انتشارات فارس.
۳. بهزادی و همکاران (۱۳۷۹). گزارش زمین‌شناسی و ژئوشیمی شمال غرب بم. شرکت مهندسين مشاور تهران پادير.
۴. حسنی پاک، ع. (۱۳۶۲). اصول اکتشافات ژئوشیمیایی. مرکز نشر دانشگاهی.
۵. یزدی، م. (۱۳۸۱). روش‌های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران.
6. Cuddy, S. J. (2000), Litho-faces and Permeability Prediction from Electrical Logs using fuzzy logic, SPE Paper 65411.