Archive of SID

# تعیین نواحی آنومالی در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ بهاباد با روش های آماری چند متغیره

دکتر ایرج رسا[۱]، دکتر محمد رضا جعفری[۲]، مهندس محمد هادی نظام‌پور[۱] و نسیم اعتمادی اسفرجانی[۲]

**چکیده**

منطقه انتخاب شده جهت مطالعات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ به وسعت ۲۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. بهاباد از توابع شهرستان بافق می‌باشد که از شمال به شهرستان طبس، از جنوب شرقی به راور و از غرب به بافق منتهی می‌شود. جهت اجراء این مطالعات از بررسی هاله‌های ثانویه عناصر برای یافتن کانی‌سازی‌های احتمالی استفاده شده است. به‌این ترتیب که پس از تهیه شبکه نمونه‌برداری و برداشت ۷۹۸ نمونه از رسوبات آبراهه‌ای و پردازش داده‌های ژئوشیمیایی آن‌ها با روش‌های آماری چند متغیره به‌ویژه تجزیه و تحلیل فاکتوری و تحلیل ممیزی چند گروهی، محل آنومالی‌ها و نواحی امید بخش با استفاده از نرم-افزارهای آماری و روش تخمین آستانه‌ای، تعیین گردید و توسط نرم‌افزار AutoCAD به‌صورت نقشه درآمد.

نتایج نمایان‌گر این امر می‌باشند که برگه‌ی بهاباد به لحاظ کانه‌سازی، منطقه‌ای فوق‌العاده مستعد است و بسیاری از عارضه‌هایی که مورد برداشت قرار گرفته‌اند دارای مقادیر غیر عادی و آنومال عناصر مختلف به ویژه سرب و روی می‌باشند. بسیاری از این نواحی بر روی معادن متروک و پتانسیل‌های معدنی شناخته‌شده منطبق بوده و نتایج این امید را پیش می‌آورد که در سایر نواحی نیز امکان حضور پتانسیل‌های جدید وجود داشته باشد.

بررسی دقت و صحت نقشه‌ها بر اساس نواحی آنومال نشان می‌دهد که نقشه‌های تحلیل ممیزی چند گروهی با توجه به سادگی در استفاده، سرعت عمل بالاتر و دقت بیشتر در نمایش نواحی آنومال می‌تواند روشی کارآمد و جایگزین برای متدهای معمول حذف مؤلفه سین‌ژنتیک باشد.

**کلید واژه ها: بهاباد، آمار چند متغیره، تجزیه و تحلیل فاکتوری، تحلیل ممیزی چند گروهی.**

# Determination of anomaly areas in Behabad sheet by multivariate methods

**Dr. Iraj Rassa, Nasim Etemadi-Esfarjani and Mohamad-Hadi Nezam-Pour**

## Abstract

The nominated area for geochemical studies with the scale 1:100.000 and 2500 $km^2$ is located in suburb of Bafgh, also settled in the south of Tabas, in the north-east of Ravar and in the east of Bafgh.

To execute these studies for finding probable mineralization, it has been used the researches regarding secondary aureoles of elements.

After providing reticle sampling, 798 samples from stream sediments were selected and analyzed their geochemical data. Afterwards anomalies and hopeful areas were determined by

[۱] گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

[2] گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

www.SID.ir

Archive of SID

multivariate methods, specially factor analysis and K-mean cluster algorithm and Anomaly maps were prepared by statistical and AutoCAD software.

The results show Behabad has some anomalies for elements such as Pb and Zn. Majority of these zones correlate to abandon mines and known ore potentials that confirms the results, also show there might be new potentials in other areas.

Accuracy and correctness of maps on the basis of anomaly areas, show K.M.C.A maps with due attention to being simple, fast and exact in appearance of anomaly areas, can be efficient and replacement method instead of general ones.

**Keywords:** Behabad, Multivariable statistics, Factor analysis, K-mean cluster algorithm.

## مقدمه

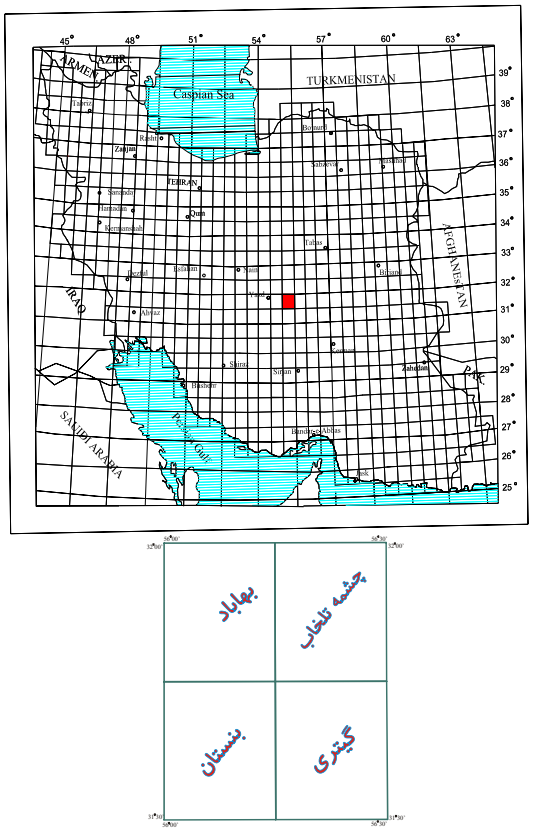
طی سال‌های متمادی که اکتشاف به‌روش رسوبات آبراهه‌ای انجام پذیرفته‌است، به‌تدریج راه‌کارهای جدید و متعددی جهت جداسازی نواحی آنومال مورد استفاده قرار گرفته‌است. این روش‌ها اغلب بر پایه روابط ریاضی و آماری بنا گردیده‌اند و در هر منطقه به‌صورت نسبی مناطق پر اهمیت را مشخص می‌کنند. یکی از جدیدترین روش‌ها بر پایه آمار چند متغیره، آنالیز داده‌ها بر اساس تجزیه و تحلیل فاکتوری و تحلیل ممیزی چند گروهی می‌باشد که به‌نظر می‌رسد نسبت به روش‌های متداول تک متغیره، کاربردی ساده‌تر و نتایجی مطمئن‌تر در اختیار پردازش‌گر می‌گذارد.

در این پروژه سعی شده است، نتایج حاصل از روش های فوق با روش‌های آماری تک متغیره قیاس شده و نتایج، مزایا و معایب آن بررسی گردد.

## معرفی محدوده مورد مطالعه

با توجه به فعالیت‌های پیشین انجام شده و اطلاعات موجود از منطقه، همچنین وجود معادن متروکه و فعال، با در نظر گرفتن اصل حضور مجموعه کانی‌سازی در یک منطقه و نه وجود معادن منفرد، بهاباد را می‌توان محدوده‌ای مستعد از نظر کانه‌سازی با اندیس‌های شناخته‌شده متعدد معرفی کرد. این وضعیت اعتبار سنجی انواع نقشه‌های تهیه شده، که هدف اصلی این مقاله می‌باشد را میسر می‌سازد.

بهاباد از نظر تقسیمات زمین‌شناسی در زون ایران مرکزی قرار دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳) و از لحاظ تقسیمات کشوری در استان یزد و شهرستان بافق واقع شده‌است. محدوده اکتشافی مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع دارد و بین طول جغرافیایی ′۳۰ °۵۶ –′۰۰ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ′۰۰ °۳۲ –′۳۰ °۳۱ شمالی قرار گرفته است. ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ بهاباد، شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰،۰۰۰ به نام های چشمه تلخاب، گیتری، بنستان و بهاباد می‌باشد و خود در گوشه ی شمالی چهارگوش ۱:۲۵۰،۰۰۰راور قرار گرفته‌است (شکل ۱).




**شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه ایران واسامی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰،۰۰۰ آن**

www.SID.ir

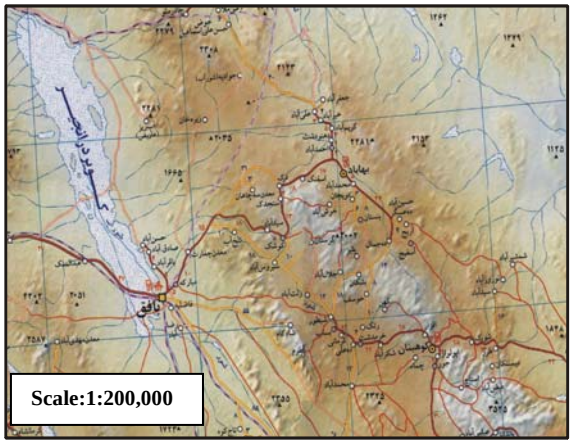
Archive of SID

## راه‌های دسترسی

محدوده مورد نظر در حدود ۲۱۰ کیلومتری شرق مرکز استان یزد واقع شده‌است. دسترسی به این ناحیه، از طریق جاده آسفالته‌ی درجه یک که از بافق منشعب گردیده و پس از طی حدود ۱۰۰ کیلومتر به این شهر می‌رسد میسر می‌باشد (شکل ۲). خطوط ریلی نیز تا بافق وجود داشته و فرودگاه یزد در غرب و رفسنجان در جنوب، با فاصله‌ی هوایی حدود ۱۶۰ کیلومتر، نزدیک‌ترین پایانه‌های هوایی به منطقه محسوب می‌گردند.

## شرایط آب و هوایی

از نظر آب و هوایی نیز، به‌علت قرار گرفتن این منطقه در کمربند خشک جهانی، داری زمستان‌های سرد و نسبتا مرطوب و تابستان‌های گرم و طولانی و خشک است.




**شکل ۲. نقشه ی راه های دسترسی به شهر بهاباد و روستای آسفیج در برگه ی مورد مطالعه**

## زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

با توجه به ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ بهاباد، قدیمی‌ترین و جوان‌ترین سنگ‌های موجود در منطقه به ترتیب مربوط به کامبرین و کواترنری می‌باشد (نقشه زمین‌شناسی ورقه بهاباد، ۱۳۷۵).

این ناحیه به دلیل دارا بودن ویژگی‌های متفاوت از نظر رخساره‌های سنگی و محیط‌های رسوبی به بلوک‌های طبس و پشت بادام تفکیک می‌گردد.

بیش از ۷۰ درصد از رخنمون‌ها را سنگ‌های مربوط به زمان مزوزوئیک تشکیل می‌دهند و این در حالی است که سازندهای مربوط به دوران پالئوزوئیک تنها محدود به یال غربی در جنوب مرکزی ناحیه می‌باشند (نقشه زمین‌شناسی ورقه بهاباد، ۱۳۷۵).

در محدوده مورد مطالعه به طور کلی بیشترین تمرکز گسل‌ها در بخش‌های غربی و جنوب غربی قرار دارد.

## مورفولوژی محدوده مورد مطالعه

از نظر مورفولوژی این ناحیه به دو بخش الف) مرکزی و جنوبی مرتفعی که به شدت رورانده و چین خورده، در بلوک طبس و ب) سرزمین های کم ارتفاع غربی در بلوک پشت بادام تقسیم شده‌است (نقشه زمین‌شناسی ورقه بهاباد، ۱۳۷۵). مرز جدا کننده این نواحی شامل محدوده گسلیده کوهبنان در غرب و محدوده گسلیده نای‌بند در شرق می‌باشند که در خارج از منطقه مورد مطالعه در نزدیکی مرز شرقی واقع است.

## داده های مورد استفاده

داده های مورد استفاده در این مقاله از فعالیت‌های سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شامل برداشت ۷۹۸ نمونه از رسوبات آبراهه‌ای که در سال ۱۳۸۴ انجام شده‌بود، تأمین گردیده‌است. این نمونه‌ها در نقاط طراحی شده، در اندازه ۸۰- مش به میزان ۲۰۰ گرم اخذ شده اند و پس از آماده سازی در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته‌اند که تجزیه عناصر اصلی با دستگاه XRF-ED، عناصر کمیاب با دستگاه نشر اتمی و طلا با دستگاه Aqua regia انجام پذیرفته است.

## پیش پردازش

جهت آن‌که بتوان اصول آماری را بر روی نتایج انجام برخی تصحیحات بر روی داده‌های اولیه می‌باشد. این فعالیت‌ها هم‌چنین باعث می‌گردد میزان اعتماد به داده‌های حاصله نیز مشخص شده و در صورت وجود مقادیری غیر

www.SID.ir

Archive of SID

واقعی و مشکوک عیاری برای برخی از عناصر آن‌ها را از مسیر پردازش حذف نمود. لذا این مراحل که به‌ترتیب شامل جانشینی داده‌های خارج از حدود سنسورد، نرمال سازی، تعیین خطای آنالیز و حذف نمونه‌های خارج از رده می‌باشند، بر روی داده‌ها اعمال گردید.

## مطالعات آماری چند متغیره

روش‌های چند متغیره امکان آنالیز آماری هم‌زمان چندین متغیر را فراهم می‌کنند. مسایل اکتشافی اغلب با یک فضای چندین متغیره روبرو هستند که این باعث دشواری در بررسی و تشخیص رابطه بین آن‌ها می‌شود. در این گونه موارد لازم است با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی اقدام نمود، به طوری که مطالعه‌ی این ابعاد و یا متغیرهای جدید، که تعدادی به مراتب کمتر از حالت اولیه دارند بتواند بخش اعظم تغییرپذیری داده‌ها را تشریح کند. داده‌های حاصل از اعمال این روش‌های چند متغیره را می‌توان به‌طور مستقیم و یا غیر مستقیم در تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی استفاده نمود. در این مقاله قصد بر آن است تا از روش فاکتوری برای تهیه نقشه‌های آنومالی چند عنصری و از تحلیل ممیزی چند گروهی یا به‌عبارت دیگر K-Mean Cluster Algorithm که از این پس به اختصار K.M.C.A نامیده می‌شود، به‌عنوان ابزاری جهت حذف آنومالی‌های کاذب در نقشه‌های تک عنصری بهره گرفته و نهایتاً در مورد احتمال کاربردی بودن این روش‌ها در تهیه نقشه‌های اجرایی بحث گردد.

## تجزیه و تحلیل فاکتوری

تجزیه و تحلیل فاکتوری یکی از روش‌های مبتنی بر مقادیر ویژه است که با اعمال آن بر داده‌ها، تعداد زیاد عناصر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آبراهه‌ای، به تعداد کم‌تری عامل یا فاکتور کاهش پیدا می‌کنند.

به‌این ترتیب می‌توان با پردازش و تهیه نقشه از داده‌هایی خاص که فاکتور نامیده می‌شوند در مورد تعداد بیشتری عنصر، اظهار نظر نمود. میزان K.M.O که به‌عنوان معیاری در جهت میزان کارایی آنالیز فاکتوری محسوب می‌شود، برابر با ۰/۷۴ می‌باشد که این مقدار نوع آنالیز را از نوع مناسب نشان می‌دهد (نظام‌پور، ۱۳۸۴).

بر اساس همین آنالیز عناصر اصلی کانسارساز تقریباً همگی با ضریب مشارکت نزدیک به ۱ در آنالیز فاکتوری دخالت دارند (اعتمادی، زیر چاپ). این به‌آن معنا است که تمامی این عناصر تقریباً صد در صد ماهیت ژئوشیمی خود را در تجزیه و تحلیل عاملی نشان داده‌اند (نظام‌پور، ۱۳۸۴).

بر اساس ماهیت این آنالیز و هم‌چنین نظر مارینی و همکاران(2000)، تنها فاکتور با ارزش در میان نتایج حاصله فاکتور شماره ۱ می‌باشد (جدول ۱)، زیرا این فاکتور در حالی‌که بیش از ۴۲٪ از کل تغییرپذیری جامعه‌ی عنصری را توجیه می‌کند، شامل دو عنصر مهم کانساری در منطقه، یعنی سرب و روی می‌باشد. این موضوع ضمن آن- که می‌تواند دلیلی بر ارتباطات خاستگاهی این دو عنصر باشد، چنین دلالت می‌کند که

با تفسیر این نقشه می‌توان هم‌زمان به‌نواحی آنومال دو عنصر یاد شده دست یافت. با توجه به نقشه۱، آنومالی‌های این دو عنصر اغلب در بخش جنوب شرقی منطقه، منطبق بر معدن گوجر و نواحی پایین‌دست آن انطباق دارند. این موضوع هرچند تأییدی بر صحت نقشه‌ها می‌باشد، اما باید توجه نمود که ضمن آن، بسیاری از آنومالی‌های این دو عنصر که بعضاً منطبق با ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی واقعی و حتی معادن متروک می‌باشند، معرفی نشده و نادیده گرفته می‌شوند.

## تحلیل ممیزی چند گروهی

هدف از این روش به حداقل رساندن مجموع مربع‌های فاصله بین داده‌ها و مرکز کلاستر مشابه یا به عبارت دیگر کوچک کردن یک عملکرد واقعی می‌باشد.

مک کویین(1967)، K.M.C.A را الگوریتم ساده‌ای برای گروه‌بندی داده‌ها بر پایه ویژگی‌ها و ساختارهای آن‌ها به K تعداد کلاستر معرفی می‌کند. اولین مرحله در این روش انتخاب مراکز K است.به‌طوری‌که هر مرکز مختص به یک

www.SID.ir

Archive of SID

کلاستر می‌باشد. بهترین انتخاب برای مراکز این است که تا حد امکان دور از هم قرار گیرند.

سپس فاصله داده‌ها با مراکز محاسبه می‌شود و هر داده به نزدیک‌ترین مرکز اختصاص می‌یابد. گروه‌بندی اولیه زمانی انجام شده‌است که تمام داده‌ها به مراکز موجود تخصیص داده شده باشند. در مرحله بعدیK مرکز جدید، برای کلاستر های مرحله قبل محاسبه می‌شود. سپس مجدداً داده‌ها به مراکز جدید تخصیص داده می‌شوند، مراکز K موقعیت خود را تدریجاً تغییر می‌دهند، تا جایی که دیگر تغییری امکان پذیر نباشد.

**جدول ۱ نتایج آنالیز فاکتوری و بار فاکتوری ضرایب غنی شدگی عناصر مختلف**

| Rotated Component Matrix | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Component | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ei Ag | 0.291651 | -0.31016 | 0.049995 | -0.00707 | 0.291478 | -0.17056 | 0.111218 | 0.137591 | 0.819033 |
| ei Cu | 0.323918 | 0.11682 | 0.19478 | 0.003871 | -0.14581 | 0.202066 | 0.097597 | 0.87125 | 0.111453 |
| ei Ni | -0.03422 | -0.01874 | 0.980424 | -0.01488 | -0.03847 | 0.124092 | -0.02019 | 0.137067 | 0.029109 |
| ei Pb | 0.925651 | 0.004085 | -0.03541 | -0.00162 | -0.02634 | 0.092265 | 0.205998 | 0.124299 | 0.107752 |
| ei Zn | 0.913125 | 0.085876 | -0.00076 | 0.001433 | -0.07322 | 0.046156 | 0.191349 | 0.18629 | 0.109347 |
| ei Ba | 0.079382 | 0.910964 | -0.02421 | -0.00959 | -0.24171 | 0.209966 | -0.02107 | 0.107299 | -0.2191 |
| ei Sn | -0.10291 | -0.29362 | -0.05602 | -0.021 | 0.855551 | -0.28186 | -0.00703 | -0.15723 | 0.251415 |
| ei Fe | 0.137354 | 0.256145 | 0.187437 | -0.0078 | -0.28513 | 0.853925 | 0.005797 | 0.212952 | -0.15361 |
| ei Mo | 0.383784 | -0.02406 | -0.02337 | 0.000336 | -0.00166 | 0.003583 | 0.915581 | 0.082982 | 0.079879 |
| ei Au | -0.00021 | -0.00657 | -0.01394 | 0.999773 | -0.01307 | -0.00449 | 0.00025 | 0.00253 | -0.00427 |

جهت اعمال این نوع تجزیه و تحلیل‌ها بر روی داده‌های اکتشافی ورقه‌ی بهاباد، از نرم افزار Spss 10 بهره گرفته‌شد. با توجه به این‌که زمین‌شناسی یک علم کیفی می‌باشد، ترجیح داده شده‌است تا تعداد K ها توسط نرم افزار محاسبه نشده بلکه با در نظر گرفتن شواهد و وسعت‌های زمین‌شناسی، این مراکز با روش سعی و خطا حاصل گردد. توجه گردد که گروه‌بندی و تشخیص K ها صرفاً بر پایه اکسیدهای اصلی محاسبه و اجرا گردید. هم‌چنین پس از امتحان هر یک از تعداد، به‌عنوان تعداد گروه‌ها، نتیجه حاصله کنترل می‌گردد تا حتی‌المقدور موارد زیر را در خود داشته باشد:

الف) در هر گروه تعداد نمونه‌ها به اندازه کافی، که حداقل ۶ نمونه است وجود داشته باشد.

ب) نمونه‌هایی با سنگ بالادست مشابه اغلب درون یک گروه باشند.

ج) گروه‌های با درصد مشابه از عناصر اصلی که می‌تواند حاصل افزایش بی‌مورد تعداد مراکز باشد، ایجاد نگردد.

در نهایت تعداد ۶ گروه به‌عنوان معقول‌ترین و بهترین تعداد K برای این داده‌ها محاسبه شد. ایجاد این گروه‌ها بر اساس شباهت عناصر اصلی که ترکیب اصلی سنگ را ایجاد می‌کند، انجام پذیرفته و در نتیجه می‌توان این گروه‌ها را معادل واحدهای سنگی هر نمونه در نظر گرفت.

## حذف مؤلفه سین‌ژنتیک با استفاده از نتایج تحلیل ممیزی چند گروهی

روش متداول حذف مؤلفه‌های سین‌ژنتیک در کارهای اجرایی و حتی علمی کشور، تعیین گروه‌های سنگی بالادست به‌روش پلی‌گون بندی و تعیین حوضه آبریز هر نمونه و سپس انطباق آن بر روی نقشه زمین‌شناسی هم مقیاس آن، جهت تعیین سنگ‌های دخیل در ایجاد رسوبات نقطه مورد نمونه‌برداری می‌باشد (بخارایی، ۱۳۸۶). این روش چند نقص دارد که عبارتند از:

الف) بعضاً نقشه‌های هم مقیاس با پروژه‌های اکتشافی وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

ب) این نقشه‌ها ممکن است دقت لازم را در برخی موارد دارا نباشند.

ج) در برخی موارد یک گروه سنگی می‌تواند ترکیبات شیمیایی متفاوت داشته باشد و این در مورد سنگ‌های تخریبی بیشتر صادق است.

آن‌گونه که گفته شد K.M.C.A واحدهای سنگی را بر اساس شباهت در ترکیب عناصر اصلی و یا سنگ‌ساز از یکدیگر تفکیک می‌کند. این موضوع می‌تواند سه نقص فوق را تا حدود بسیار زیادی کاهش دهد. بنابراین نمونه-ها بر اساس گروهی که در آن قرار گرفته بودند تفکیک شدند، سپس میانه برای هر عنصر در هر گروه محاسبه و مقدار عیاری هر عنصر بر آن تقسیم شد تا پارامترجدیدی به‌نام ضریب غنی‌شدگی حاصل گردد (حسنی‌پاک، شرف-الدین، ۱۳۸۴). لازم به ذکر است که محاسبه این مقادیر در بهترین حالت نرمال‌شدگی هر عنصر انجام پذیرفت. سپس کلیه مقادیر ضرایب غنی‌شدگی با یکدیگر ادغام و حدود آستانه‌ای، آنومالی درجه ۱، ۲ و ۳ بر پایه محاسبه مقدار میانه و انحراف از استاندارد بر روی هر عنصر محاسبه شد (یزدی، ۱۳۸۱). در ادامه نقشه‌های عناصر مهم تهیه گردید (نقشه‌های ۲ و ۳).

## تلفیق داده‌ها

بررسی‌های انجام گرفته در محدوده به صورت اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای نهایتاً منجر به کشف آنومالی‌های ظاهری موجود در محیط‌های ثانویه می‌گردد. اما بسیاری از این آنومالی‌ها واقعاً معرف کانی‌سازی نبوده و به اصطلاح آنومالی کاذب هستند. بنابراین برای تمییز آنومالی‌های واقعی که در ارتباط با پدیده‌های کانی‌سازی بوده و دارای مؤلفه‌های اپی‌ژنتیک قابل ملاحظه یا سین‌ژنتیک دارای ارزش کانه‌سازی هستند، باید به کنترل آن‌ها پرداخت.

با انطباق نقشه‌های اکتشافات آبراهه‌ای تهیه شده از روش خوشه‌ای مکانی و نقشه‌های فاکتوری مربوط به عناصر سرب و روی، مناطق امید بخش در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ بهاباد تعیین شد که با آنومالی‌های حاصله از روش‌های تک متغیره هم‌خوانی دارند (اعتمادی، زیر چاپ). همچنین این نواحی بر اندیس‌های معدنی نیز منطبق می‌باشند.

## بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در ابتدا گفته‌شد هدف از این مقاله استفاده از متدهای چند متغیره برای تهیه نقشه و اعتبار سنجی دقت و صحت این نقشه‌ها می‌باشد. در مورد نقشه‌های فاکتوری بحث گردید که هرچند با این روش تعداد نقشه‌های حاصله و قابل تفسیر کاهش می‌یابد، اما کاربرد آن‌ها به‌تنهایی می‌تواند باعث نادیده گرفته شدن آنومالی‌های هر عنصر به‌صورت مجزا گردد. با توجه به مطالعات انجام شده در نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ بهاباد، نواحی آنومال و معادن متروک تا حدود زیادی شناخته شده‌اند، در واقع همین لایه‌های اطلاعاتی هستند که نشان‌گر عدم دقت بالای نقشه‌های حاصل از آنالیز فاکتوری می‌باشد.

در مقابل نقشه‌های فاکتوری، نقشه‌های حاصل از روشK.M.C.A انطباق بسیار خوبی با نواحی آنومال و معادن متروک ورقه بهاباد دارند. این نقشه‌ها در صورت مقایسه با نقشه‌های تک عنصری حاصل از حذف سنگ بالادست مشخص می‌نماید که بسیاری از مناطق آنومال آن را در خود دارند همچنین حذف برخی از این نواحی آنومال در نقشه‌های ایجادی بر پایه K.M.C.A جالب توجه است، زیرا با توجه به مطالعات انجام شده در هیچ نقطه‌ای از آنومالی‌های حذف شده شواهد کانه‌سازی وجود نداشته و با بسیاری از نواحی با شیل‌های ژوراسیک که عامل اصلی آلودگی‌های عنصری و ایجاد آنومالی‌های کاذب هستند، هم‌خوانی دارد. این نکته نشان از کارایی بالای این روش حداقل در این منطقه دارد. سرعت بالاتر در تعیین گروه‌های سنگی نیز از مزایای این روش است، ضمن آن‌که زمین‌شناس را از کاربرد نقشه‌های زمین-شناسی بی‌نیاز می‌کند. در مقابل باید توجه نمود که صرفاً زمانی این روش کارآمد می‌باشد که عناصر اصلی هر نمونه نیز مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته‌باشند و در غیر

www.SID.ir

Archive of SID

این‌صورت این امکان از پردازش‌گر صلب می‌شود. در آخر ضمن تأکید مجدد بر کارایی این روش در منطقه بهاباد، اذعان می‌گردد قبل از تعمیم این روش و کاربرد گسترده آن، کارآمدی آن در سایر مناطق و ورقه‌ها مورد بررسی قرار گیرد.

## منابع


- اعتمادی اسفرجانی، نسیم (زیر چاپ). تعیین نواحی آنومال عناصر پایه در محدوده ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ بهاباد با روش‌های آماری چند متغیره (استان یزد) دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- آقانباتی، علی (۱۳۸۳). زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- حسنی پاک، علی‌اصغر ـ شرف‌الدین، محمد (۱۳۸۴). تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۳۶، ۹۸۷ ص.
- نظام‌پور، محمد هادی (۱۳۸۴). پایان‌نامه کارشناسی ارشدبا عنوان ژئوشیمی، دورسنجی و سنگ‌شناسی جهت تعیین خاستگاه کانه‌زایی‌ها در منطقه خونی نایین، دانشگاه شهید بهشتی، ۴۹۹ ص.
- یزدی، محمد (۱۳۸۱). روش‌های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، شماره ۳۲۹، ۱۸۰ ص.
- بخارایی، سمیه (۱۳۸۶). اکتشاف ژئوشیمیایی عناصر پلی‌متال و کانی‌های سنگین در محدوده روستای شمس آباد، شاهان دشت و شنگلده (محور شرقی رودخانه هراز)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ۴۷۵ ص.
- نقشه زمین‌شناسی ورقه بهاباد،سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور۱۳۷۵.
- Marini, L., Ottonello, G., Canepa, M., Cipolli, F.,Vetuschi Zuccolini, M. (2000), Detection of Hg pollution by Stream Sediment Geochemistry in the Bisgno Valley.
- J. B. MacQueen (1967), Some Method for classification and Analysis of Multivariate Observations, Proceeding of 5-th Berkelery Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkelery, University of California.


www.SID.ir