

انتخاب بهینه مناطق امیدبخش در ناحیه ماهنشان با استفاده از تلفیق معیارهای اکتشافی ژئوشیمیایی و کانی سنگین در سیستم اطلاعات جغرافیایی

مهیار یوسفی^۱، رضا خالو کاکائی^۲، ابوالقاسم کامکار روحانی^۳، مسعود علیپور^۴

۱- عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سواد کوه، M.Yousefi.Eng@gmail.com

۲ و ۳ - دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود R_kakaiee@shahroodut.ac.ir و Kamkarr@yahoo.com

۴- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور - گروه ژئوشیمی

چکیده

هدف از این مقاله تهیه نقشه پتانسیل معدنی و معرفی مناطق امیدبخش اکتشافی مواد فلزی با استفاده از تلفیق نتایج به دست آمده از مطالعات اکتشافی مختلف بر روی ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ ناحیه ماهنشان در استان زنجان و در شمال غربی ایران می باشد. به این منظور پس از تحلیل نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای و مقایسه آن با سایر مطالعات اکتشافی انجام شده، یک سری مناطق امیدبخش به دست آمد. سپس به منظور کنترل آنومالی های به دست آمده و مطالعه فازهای حضور عناصر در مناطق دارای آنومالی، اقدام به برداشت نمونه های کانی سنگین گردید و پس از تجزیه و تحلیل های مربوطه، نقشه های آنومالی کانی های سنگین تهیه شد و در نهایت پس از انطباق نتایج مطالعات کانی سنگین با نتایج حاصل از سایر مطالعات اکتشافی انجام شده و نیز انطباق با زمین شناسی، بهترین مناطق امید بخش برای مراحل بعدی اکتشاف به منظور پی جویی عناصر فلزی شناسایی شد و در نهایت بر اساس مطالعات انجام شده دو ناحیه مهم و دارای الویت اکتشافی با احتمال بالای وجود کانی سازی معرفی گردید.

کلمات کلیدی: معرفی نواحی امیدبخش، تلفیق معیارهای اکتشافی، ژئوشیمی، کانی سنگین، سیستم اطلاعات جغرافیایی

Combination of Geochemical Exploration, Heavy Mineral and Geographic Information System Criteria for Selecting Region Promising Areas in Mahneshan

M. Yousefi¹, R. Khalokakaie², A. Kamkar-Rouhani³, M. Alipoor⁴

Abstract

The paper describes a mineral potential mapping of metals exploration in the 1:100000 scale geological quadrangle map of Mahneshan. The area is located in Zanjan Province in northwest of Iran. The aim of this study was to develop a preliminary exploration model to predict the locations of undiscovered metals deposits based on stream sediment geochemical exploration and combination of different exploration criteria and checked anomaly by heavy mineral study. After processing anomaly maps of geochemical exploration based on the results of chemical analyses of samples taken from the stream sediments in the area were prepared. The first class anomaly maps of the elements were digitised, then these maps are combined. In next section for anomaly control heavy mineral sampling was done. After interpretation, anomaly map of heavy minerals were prepared. Then comparison between anomaly map of stream sediment geochemical exploration and heavy mineral sampling was done. Finally, considering of the lithological units and all of the previous exploration data, favorable areas were selected for further metals exploration. Two important favorable areas were defined probability of mineralisation and have priority for further exploration.

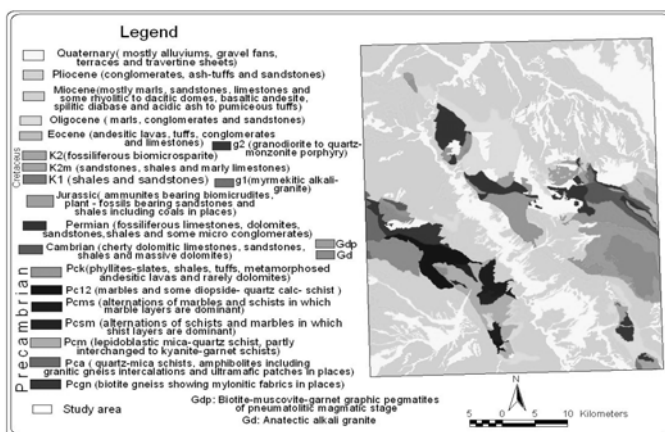
Keywords: Geochemical exploration, heavy mineral, Geographic Information System, Optimum promising area, Mahneshan

۱- مقدمه

ناحیه مورد مطالعه در مقاله حاضر ورقه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ماهشان با وسعت حدود ۲۴۷۲ کیلومتر مربع مربوط به ناحیه ماهشان در استان زنجان و در شمال غربی ایران می باشد. در این ناحیه بررسی های مختلف اکتشافی انجام شده است. هدف از این مطالعه مشخص کردن مدل پیش بینی مناطق دارای پتانسیل و ارائه مناطق مناسب برای پی جوئی مواد فلزی به خصوص مس، سرب، روی و طلا و اولویت بندی آنها در منطقه با توجه به انطباق و مقایسه کلیه مطالعات اکتشافی انجام شده با آنومالی های حاصل از بررسی های ژئوشیمی رسوبات رودخانه ای و کنترل مناطق معرفی شده از طریق مطالعات کانی سنگین می باشد که به جهت دسترسی به این هدف پس از جمع آوری کلیه اطلاعات موجود و آماده سازی آنها، داده های مختلف با هم ترکیب شده و مناطق امید بخش معرفی شده اند تا در مراحل بعدی، اولویت اکتشافی فقط روی این نواحی متمرکز گردد.

۲- زمین‌شناسی عمومی و کانی سازی در منطقه مورد مطالعه

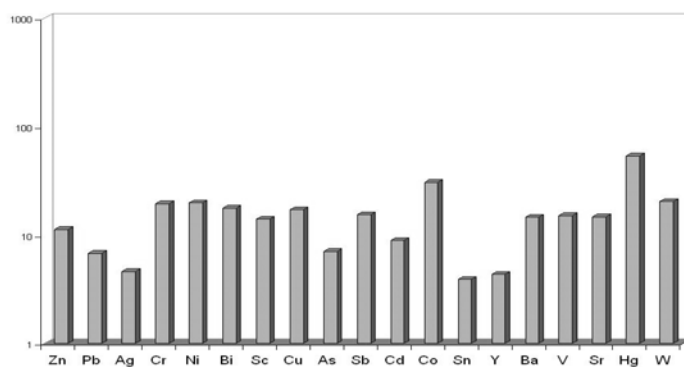
در ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی ماهشان رخنمون انواع سنگهای آذرین، رسوبی و دگرگونی با سن پرکامبرین تا عهد حاضر دیده می شود که البته قسمت اعظم آن را سنگهای رسوبی فرا گرفته است و گسترش سنگهای آذرین و دگرگونی پرکامبرین در قسمتهایی شرق و جنوب شرق و غرب نقشه دیده می شود. توده های گرانیتی و گنیسی در مجاورت آهکها و مرمرهای واحد PC^{12} در غرب منطقه مورد مطالعه دیده می شود این واحد توسط رگه های سیلیسی متعددی قطع شده است کانی سازی سولفیدی سرب و روی از نوع گالن و اسفالریت و به صورت رگه های قطع کننده واحد مرمر - دولومیتی به همراه رگه های سیلیسی در این منطقه وجود دارد. در قسمت جنوب شرق این ناحیه واحدهای میکروسپاریتی (آهکهای فسیل دار با لایه بندی متوسط و به رنگ خاکستری روشن) K_2 و ماسه سنگ و آهکهای مارنی خاکستری رنگ K_2^m و شیله و ماسه سنگهای به شدت خرد شده و به رنگ سبز تیره K_1 در اثر شار حرارتی و سیالات گرمایی ناشی از توده های نفوذی گرانیتوئیدی g_2 به شیوه همبری، دگرگون شده و پهنه های اسکارنی - هورنفلسی بوجود آورده اند. در این راستا مگنتیت، گرونی متنوع آندرادیت و هیدروگروسولر، هدنبرژیت، دیوپسید و .. مجموعه کانیهایی هستند که به طور حادثه ای با کانیهای سولفیدی مس از نوع کالکوپیریت و نیز هیدروکربنات مس (مالاکیت) همراه هستند. در چنین منطقه ای که پدیده پیرومتاسوماتیسم حاکم است بستر انتقال یونی توسط سیالات کانی دار فراهم بوده و با تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی آنها، کانه زایی صورت می گیرد و به همین دلیل نیز کانه زایی مس در جوار کانیهای حادثه ای اسکارنی صورت گرفته است [۱]. یکی از مهمترین معادن در ناحیه ماهشان معدن متروکه سرب، روی و مس پشتوک می باشد که در قسمت مرمری سنگ میزبان کربناته قرار دارد. از دیگر معادن این منطقه می توان معادن آنتیموان (رگه های استیبینیت در نواحی شکستگی و گسل خورده سنگ میزبان گرانیت آتره)، مگنتیت، باریت، برات، نمک و گچ، زغال، تالک، فلدسپار، کائولن و ژپیس را نام برد [۱]، [۲]. شکل ۱ واحدهای نقشه زمین شناسی ماهشان را نشان می دهد.



شکل ۱- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه [۳]، [۵]

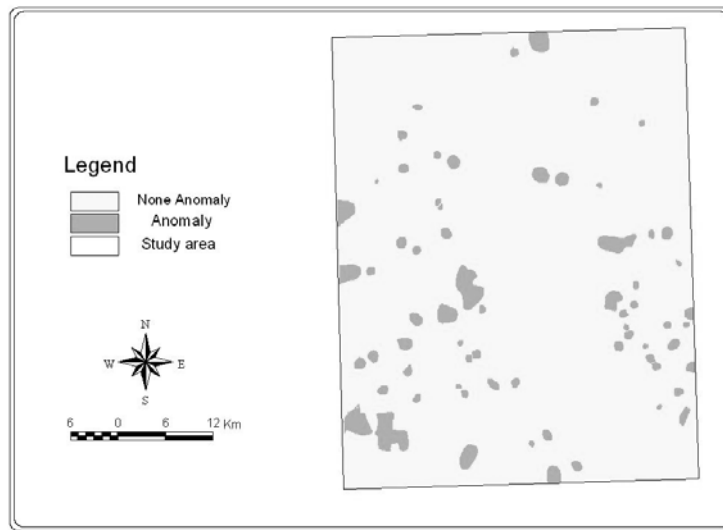
۳- اکتشافات ژئوشیمیایی

در منطقه مورد مطالعه به منظور شناسایی مناطق امیدبخش از مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای به عنوان یکی از معیارهای اکتشافی استفاده شد. یکی از مهمترین قسمت‌های یک پروژه اکتشافی ژئوشیمیایی تهیه نقشه نمونه برداری می باشد. ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی ماهنشان شامل چهار ورقه توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ به نامهای مهرآباد، قره گل، ماهنشان و مشمپا می باشد. نقشه های توپوگرافی فوق پس از موزائیک شدن و تکمیل آبراهه ها به عنوان پایه عملیات در نظر گرفته شد. سپس با توجه به نحوه زهکشی و توزیع آبراهه های منطقه، طراحی نمونه برداری به روش رسوبات رودخانه ای صورت گرفت و علاوه بر توجه به میزان توسعه یافتگی آبراهه ها، وضعیت لیتولوژیکی، دگرسانیها و پتانسیل کانی سازی در واحدها و همچنین وضعیت کنتاکتهای زمین شناسی و گسلها سعی شد تا همراه با توزیع نسبتا یکنواختی از نمونه ها، به محلهایی که از لحاظ زمین شناسی و تکتونیکی مهمتر هستند وزن بیشتری داده شود. بنابراین در مجموع تعداد ۸۱۶ نمونه طراحی شد که با توجه به وسعت منطقه تقریبا به هر ۳ کیلومتر مربع ۱ نمونه تعلق گرفت. پس از طراحی نمونه برداری و مشخص شدن محل نمونه ها اقدام به عملیات نمونه برداری گردید. در هنگام نمونه برداری سعی شد تا از برداشت مواد آلی و محلهایی که امکان آلودگی وجود دارد اجتناب شده و نمونه حتی المقدور از عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتری مرکز آبراهه ها و در محل مناسب از نظر اندازه ذرات (سیلت و رس)، در طول حدود ۱۰ تا ۲۰ متر از آبراهه به صورت چند جزء نمونه برداشت شود. پس از برداشت، حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم از جزء ۸۰- هر نمونه به همراه ۲۰ نمونه تکراری (به منظور محاسبه خطای آنالیز) به آزمایشگاه جهت انجام آنالیز به روش XRF ارسال گردیدند. پس از آنالیز نمونه ها، کلیه تجزیه و تحلیل های لازم از قبیل محاسبات خطای آنالیز، بررسی پارامترهای آماری عناصر شامل رسم نمودارهای هیستوگرام فراوانی، نمودارهای پراکنش، ضریب همبستگی، میانگین و انحراف معیار و همچنین جداسازی جوامع آنومالی و زمینه و رسم نقشه های پراکندگی عناصر صورت گرفت. پس از این محاسبات مشاهده شد که مقدار خطای جیوه و کبالت زیاد می باشد که با توجه به اینکه آنالیز نمونه ها با کمک XRF پرتابل صورت گرفته خطای بیشتر از حد بعضی از عناصر معمول می باشد اما این مسئله با استفاده از برداشت و مطالعات نمونه های کانی سنگین برطرف شد [۳]، [۴]، [۶]، [۷]، [۸]، [۱۱]. نمودار شکل ۲ نتایج حاصل از محاسبات خطا را نشان می دهد.



شکل ۲- نتایج محاسبات خطای آنالیز [۴]

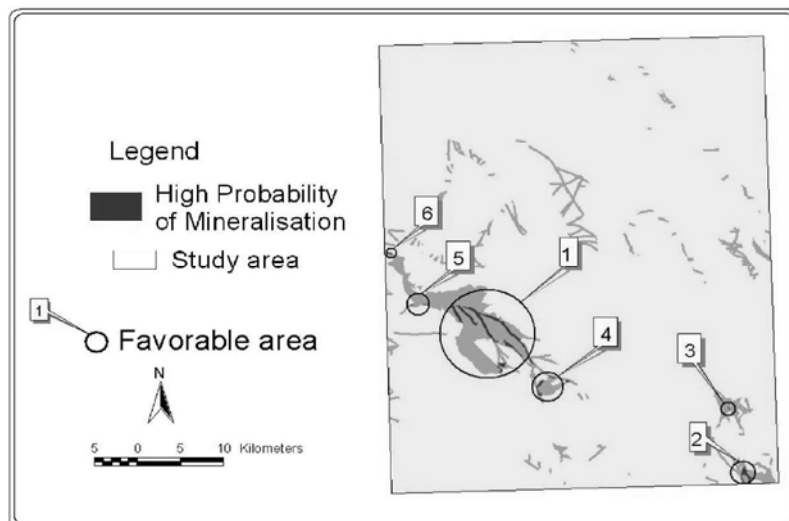
نکته دیگر اینکه از روی هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر مشخص گردید که فقط *As* تقریبا دارای توزیع نرمال بوده و بقیه عناصر دارای چولگی هستند بنابراین در مورد اکثر عناصر، وجود مقادیر ناهنجار قابل پیش بینی است. بنابراین پس از انجام کلیه محاسبات و پردازش های لازم و رسم نقشه های پراکندگی تک عنصری، مناطق دارای آنومالی های ژئوشیمیایی عناصر مس، سرب، روی، نقره، آرسنیک، آنتیموان، باریوم و جیوه رقومی و جدا شدند. سپس این نقشه ها با هم ترکیب شده تا یک نقشه نشان دهنده مناطق دارای آنومالی های ژئوشیمیایی به دست آید [۳]، [۴]. این نقشه در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- نقشه نشان دهنده مناطق آنومالی های ژئوشیمیایی عناصر مورد اکتشاف [۳]

۴- تلفیق مطالعات انجام شده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

هدف از این مرحله از مطالعه تهیه نقشه پتانسیل معدنی در این ناحیه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می باشد. یکی از روشهای تهیه نقشه پتانسیل معدنی تلفیق معیارهای اکتشافی مختلف و بررسی ارتباط بین آنها با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی می باشد. در منطقه مورد مطالعه نیز از داده های مربوط به مطالعات ژئو فیزیک هوایی، آلتراسیونها، زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی و بررسی های ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای استفاده شد و پس از انجام محاسبات مربوط و تجزیه و تحلیل های لازم و به دست آوردن نقشه های امیدبخش برای هر یک از معیارهای اکتشافی، تمامی نقشه ها با هم ترکیب و تلفیق شده و یک نقشه پیش بینی پتانسیل معدنی تهیه گردید که در آن نقاطی که دارای احتمال بالای وجود کانی سازی هستند، مشخص می باشد. این نقشه در شکل ۴ نشان داده شده است [۳].

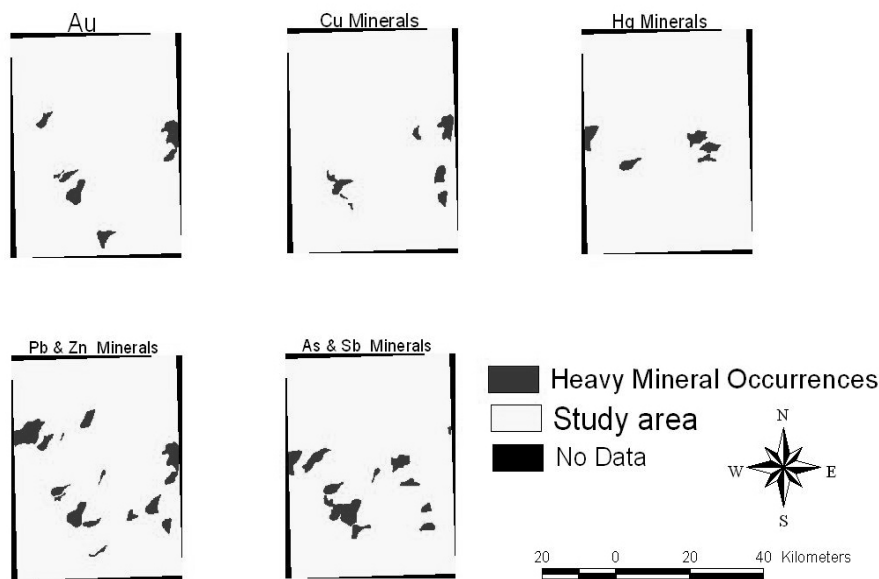


شکل ۴- نقشه نشان دهنده نقاط دارای احتمال بالای وجود کانی سازی در منطقه [۳]

همانطور که از روی نقشه مشخص است نقاط دارای بالاترین احتمال کانی سازی در داخل محدوده هایی قرار دارند که با علامت دایره و با شماره های ۱ الی ۶ از سایر مناطق جدا شده اند.

۵- مطالعات کانی سنگین و کنترل مناطق امیدبخش معرفی شده

یکی از روشهای موثر و کنترل کننده در اکتشافات ژئوشیمیایی، مطالعه کانیهای سنگین می باشد. هدف از مطالعه در این روش شناسایی و تعیین تنوع مینرالوژیکی نمونه و یا به عبارت دیگر تشخیص کانیهای تشکیل دهنده نمونه و همچنین تعیین درصد هر کانی در نمونه می باشد. این روش در مناطقی که دارای آبراهه های گسترده و همجوار با رخنمونهای واحدهای سنگی می باشد از کارآیی فوق العاده ای برخوردار است [۹]، [۱۰]. در ضمن با توجه به ضعف های آزمایشگاهی که در زمینه حد تشخیص دستگاههای آنالیز وجود دارد استفاده از این روش می تواند مفید باشد. همچنین با توجه به اینکه در مطالعه حاضر از دستگاه XRF پرتابل استفاده شده لزوم استفاده از مطالعات کانی های سنگین منطقی می باشد. بنابراین پس از به دست آوردن نواحی امیدبخش، به منظور کنترل مناطق معرفی شده و مطالعه فازهای حضور عناصر، با تاکید و تمرکز بیشتر در مناطقی که در آنها کانی سازی با احتمال بالا معرفی شده، اقدام به برداشت نمونه های کانی سنگین گردید و سعی شد نمونه های کانی سنگین حتی المقذور نزدیک به رخنمون های آلتزه و یا کانی سازی شده و با رعایت محل و عمق نمونه برداری برداشت شود. بنابراین نمونه ها ترجیحاً از سه تا پنج نقطه در عرض آبراهه ها (بسته به عرض آبراهه) و با عمق حدود ۵۰-۳۰ سانتیمتر و از محل پیچ آبراهه ها و با رعایت فاصله از حاشیه آبراهه ها (برای جلوگیری از آلودگی) برداشت گردیدند و پس از آماده سازی مورد مطالعه قرار گرفتند و در نهایت پس از تجزیه و تحلیل های مربوطه، نقشه های پراکندگی آنومالی کانی های سنگین تهیه شد [۴]. این نقشه ها در شکل ۵ نشان داده شده اند.



شکل ۵- نقشه های پراکندگی کانی های سنگین

همانطور که از نقشه های فوق مشخص است مهمترین کانی های مشاهده شده مربوط به عناصر جیوه، مس، آرسنیک، آنتیموان، سرب و روی و همچنین ذرات طلا می باشد و انطباق نسبی بین محل پراکندگی طلا و سایر کانی ها وجود دارد.

۶- نتیجه گیری

با توجه به کلیه بررسیهای انجام شده و نیز با توجه به نقشه های شکل های شماره ۵ و ۴ و مقایسه آنها می توان امیدبخش ترین مناطق را نواحی با شماره های ۱ و ۴ مشخص شده در نقشه شکل شماره ۴ دانست. منطقه ۱ داخل دولومیت ها و آهکها قرار دارد که با توجه به وضعیت زمین شناسی و اندیسهایی مشاهده شده و نیز نظر به اینکه توسط کلیه مطالعات تأیید شده، به عنوان بهترین ناحیه برای اکتشافات بعدی معرفی می شود. منطقه ۴ نیز با توجه به مطالعات صورت گرفته و در مقایسه با منطقه ۱ در الویت دوم قرار می گیرد. بنابراین با توجه به کلیه بررسی ها و انطباق آنومالی های ژئوشیمیایی با زمین شناسی و

به طور کلی ترکیب کلیه مطالعات، رخدادهای معدنی در منطقه را می توان به صورت کانی سازی سرب، روی و مس داخل دولومیتها و آهکها و احتمالاً از نوع اسکارن یا رگه ای و وجود طلا را نیز احتمالاً داخل دولومیتها به همراه سرب و روی و یا به همراه رگه های سیلیسی پیش بینی نمود.

۷- مراجع

- [۱] لطفی، محمد؛ (۱۳۷۹)؛ بررسی زمین شناسی و ذخایر معدنی در نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ چهار گوش ماهنشان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۲] صادقی، محمد؛ فنودی، محمد؛ (۱۳۷۹)؛ طرح پی جویی کانی سازی سرب و روی تیپ انگوران در محدوده ۴۰۰۰ کیلومتر مربع، شرکت توسعه معادن روی ایران، با مشاوره سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.
- [۳] یوسفی، مهیار؛ (۱۳۸۱)؛ مدل سازی پتانسیل معدنی ناحیه ماهنشان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و بررسی ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معدن و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- [۴] علیپور، مسعود؛ (۱۳۸۱)؛ اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ ماهنشان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [۵] نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ماهنشان، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

[6] Germano Melo, Jr. and Fletcher, W. K.; 1999; "*Dispersion of gold and associated elements in stream sediments under semi - arid conditions, northeast Brazil*"; Journal of Geochemical Exploration.

[7] **levinson. A. A.; 1980; *Introduction to exploration geochemistry, second edition, Department of geology and geophysics, university of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.***

[8] Hale, M. and Plant, J.A.; 1994; *Handbook of Exploration Geochemistry*, Vol. 6, Elsevier science B.V, Amesterdam.

[9] Marcondes, L. Costa, Romulo S. Angelica, Newton C. Costa; 1999; "*The geochemical association Au - As - B - (Cu) - Sn - W in latosol , colluvium, lateritic iron crust and gossan in Carajas , Brazil : Importance for primary ore identification*"; Journal of Geochemical Exploration.

[10] Yang, S. X., and Blum, N.; 1999; "*Arsenic as an indicator element for gold exploration in the region of the Xiangxi Au- Sb- W deposit, NW Hunan, PR China*"; Journal of Geochemical Exploration.

[11] Thompson. M. and Howarth. R.; 1978; "*A new approach to the estimation of analytical precision*"; Journal of Geochemical Exploration, Elsevier Scientific publishing company.