



بررسی های ژئوشیمیایی و معرفی مناطق امید بخش در برگه 1:50000 شوسف نهبندان (استان خراسان جنوبی)

*کسرائی، زهرا دکتر هزاره، محمدرضا دکتر رساء، ایرج دکتر خاکزاد، احمد
کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
کارشناس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهران
عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی تهران
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
[*Zahrasitrin@yahoo.com](mailto:Zahrasitrin@yahoo.com)

چکیده

منطقه مورد مطالعه در قالب برگه 1:50000 شوسف می باشد که در موقعیت جغرافیایی $60^{\circ} 00' 00''$ تا $60^{\circ} 15' 00''$ طول خاوری و $31^{\circ} 00' 45''$ تا $32^{\circ} 00' 00''$ عرض شمالی واقع شده است. در این برگه از روش رسوبات آبراهه ای برای اکتشافات ژئوشیمیایی استفاده شده و شبکه نمونه برداری با در نظر گرفتن عواملی نظیر لیتولوژی، گسل و غیره طوری طراحی گردید که حداکثر انطباق را با روش مرکز ثقل داشته باشد. از مساحتی نزدیک به 625 کیلومتر مربع 131 نمونه ژئوشیمی برداشت گردید. برای کنترل دقت آنالیزها از نمودارهای کنترلی تامپسون و محاسبه خطای نسبی استفاده شد. برای حذف اثر لیتولوژی از محاسبه شاخص غنی شدگی با نرمالایز کردن مقادیر مربوط به تک تک متغیرها به میانه همان جامعه (جامعه تفکیک شده بر اساس شباهتها و تفاوت های لیتولوژیکی) استفاده شد. پردازش های آماری تک متغیره و چند متغیره از جمله محاسبه ضرایب همبستگی، آنالیز خوشه ای، تجزیه و تحلیل فاکتوری و غیره بر روی داده های شاخص غنی شدگی اعمال شده و نتایج مورد تفسیر و تعبیر قرار گرفتند و از این طریق کمپلکس های پارائزنی عناصر شناسایی شد. همچنین نقشه های تک متغیره، آنالیز فاکتوری با استفاده از برنامه تخمین شبکه ای برای داده های خام و شاخص غنی شدگی ترسیم گردید و 7 منطقه آنومالی مقدماتی داده های ژئوشیمیایی با استفاده از تلفیق نقشه های فوق معرفی گردید. از تلفیق اطلاعات ژئوشیمی، کانی سنگین، مینرالیزه، دانسیته گسلها و نتایج ژئوفیزیک نیز در نهایت 2 محدوده شمالی و جنوبی روستای زاهو مشخص شد و برای انجام اکتشافات طلا، نیکل، کروم، کبالت، مس، نقره، باریم و آرسنیک معرفی گردید.

Investigation of Geochemical and Introduction Promising Area on the Shusf 1:50000 geological map, Nehbandan, South Khorasan province, Iran

Name: kasraei, zahra*
Oloum tahghighat-Tehran (Azad University Islamic)
Email: zahrasitrin@yahoo.com*

Abstract

Longitudes and $60^{\circ} 00' 00''$ to $60^{\circ} 15' 00''$ Studied area (1/50000 sheet of Shousf) is between Latitudes $31^{\circ} 00' 45''$ to $32^{\circ} 00' 00''$. To explore the area geochemically, was used drainage sediments method and



consequently accomplished drainage sampling. 45 element analysis for all samples was accomplished by AMDEL laboratory in Australia . The analyses were measured by two methods of Thompson control diagram and taking proportional error and data process was performed by statistical and diagram softwares after assurance about acceptable data. So, at first statistical parameters involved to raw data was accounted and then lithologic homogeneous sets separated and every set was normalized in regard to mean scale of the set. After checking of this zones, collection samples of heavy minerals and mineralize and integrating data layers, according to the most overlap data layers 2 area defined for continues of exploration semi- details studies.

مقدمه

منطقه مورد مطالعه برگه 1:50000 شوسف (برگه چهارم نقشه 1:100000 نه‌بندان استان خراسان جنوبی) بوده که در موقعیت جغرافیایی $60^{\circ}00'00''$ تا $60^{\circ}15'00''$ طول خاوری و $31^{\circ}45'00''$ تا $32^{\circ}00'00''$ عرض شمالی واقع شده است. از دیدگاه مورفولوژی برجسته‌ترین سیمای این برگه کوه سفید با روند شمال باختری - جنوب خاوری تا شمالی - جنوبی می باشد (ارتفاع حدوداً 2400 متر). از دیدگاه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در زون فلیشی جنوب خاوری ایران واقع شده است که بر اساس نقشه واحد های ساختمانی - رسوبی ایران (نبوی 1355) در برگرفته بخشی از زون فلیشی نه‌بندان - خاش است. از نگاه چینه شناسی واحدهای سنگی آن رسوبات زمان کرتاسه پسین تا کوآترنری را نشان می دهد. برگه شوسف در بردارنده یک کمپلکس افیولیتی با لیتولوژی افی کربنات به سن کرتاسه بالایی می باشد.

شرح و بحث

پس از طراحی شبکه نمونه برداری و برداشت نمونه ها (131 نمونه آبراهه ای)، نمونه ها برای عناصر

Au, Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hf, K, La, Li, Mg, Mn
, Mo, Na, Nb, Ni,
P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, Se, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr



شیمیائی قرار گرفتند. عنصر Au به روش اسپکتروگراف نشری و بقیه عناصر به روش ICP (OES)

اندازه‌گیری شده است پس از محاسبه خطای آنالیز دقت و صحت آنالیزها مورد تایید قرار گرفت.

یکی از اساسی‌ترین فرضهای لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی همگن بودن آنهاست (یک جامعه بودن). یکی از متغیرهای محیطهای سطحی که می‌تواند موجب ناهمگنی در جوامع ژئوشیمیایی گردد نوع سنگ بستر رخنمون‌دار است که نقش منشاء را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها ایفا می‌کند. بوسیله نرمال نمودن مقدار هر عنصر نسبت به جنس لیتولوژی بالادست در حوضه آبریز می‌توان به جامعه ای همگن دست یافت که بر اساس آن مقادیر زمینه، آستانه و آنومالی‌ها مشخص می‌شود. تقسیم‌بندی این جوامع بر اساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنمون‌دار موجود در بخش بالادست محل هر نمونه صورت پذیرفته است.

بررسی‌های آماری

اولین مرحله پردازش داده‌های ژئوشیمیایی، بررسی پارامترهای آماری مربوط به تک‌تک عناصر (میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، واریانس و...) جهت شناخت ماهیت توزیع هریک از آنها می‌باشد. هنگام بررسی مقادیر داده‌های خام به نمونه‌هایی برخورد می‌شود که در آستانه‌های بالا و پایین جامعه داده‌ها قرار گرفته و از جامعه اصلی جدا افتاده‌اند. در حالیکه توابع توزیع از نوع لاگ نرمال است، استفاده از برخی روشهای آماری (پیرسون) منوط به نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است، به همین علت قبل از استفاده از این روشها داده‌های خام باید نرمال شوند. برای تعیین اینکه آیا ارتباط معنی‌داری میان تغییرات متغیرهای آماری وجود دارد، ضرایب همبستگی میان آنها محاسبه می‌شود. این عمل به دو منظور کشف همبستگی بین متغیرها و تخمین مقدار یک یا چند متغیر دیگر صورت می‌گیرد. بر پایه جدول ضریب همبستگی پیرسون در سطح اعتماد مطلوب ۹۹٪، بیشترین ارتباط



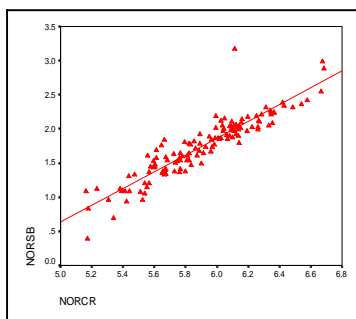
همبستگی بین عناصر Sb,Cr (0.91759) وجود دارد، این ضرایب بیانگر ارتباط پاراژنزی بین عناصر می باشند.

Cr-Co	Fe-Bi	Mg-Co	Mg-Cr	Mn-Fe	Ni-Co	Ni-Mg	Sb-Cr
0.8545	0.866	0.852	0.754	0.874	0.8065	0.916	0.9175
3	28	55	36	13	8	87	9

برای محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن از داده های خام استفاده شده است، بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر Sb,Cr (0.940754) وجود دارد. اختلاف این دو ضریب همبستگی خیلی زیاد نیست، این امر حکایت از تاثیرپذیری کم داده ها از مقادیر خارج از رده و توزیع نسبتاً نرمال عناصر دارد.

Cr-Co	Fe-Bi	Mg-Co	Mg-Cr	Mn-Fe	Ni-Co	Ni-Mg	Sb-Cr
۰.۸۵۵۰	۰.۸۱۸۵	۰.۸۵۷۰	۰.۷۵۲۱	۰.۸۳۵۰	۰.۸۱۵۵	۰.۹۳۳۶	۰.۹۴۰۷
۵۶	۰۴	۲۴	۷۲	۲۸	۰۶	۰۳	۵۴

یکی دیگر از راههای بررسی ارتباط تغییرات عناصر با یکدیگر، رسم نمودار پراکنش (ScatterPlot) می باشد. هر چه پراکندگی نقاط در نمودارهای پراکنش بیشتر باشد، پیوند بین متغیرها ضعیف تر است. در این نمودارها زوج عنصر Sb,Cr بیشترین همبستگی را با یکدیگر نشان می دهند. شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می تواند در شناخت دقیق تر تغییرات موجود در محیطهای ژئوشیمیایی به کار گرفته شود. آنالیز خوشه ای یک روش آماری چند متغیره است



نمودار پراکنش کروم و آنتیموان

که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروه‌هایی طبقه‌بندی و در یافتن گروه‌های واقعی کمک می‌کند، همچنین باعث کاهش تراکم داده‌ها می‌شود. با توجه به دندروگرام محاسبه شده می‌توان سه گروه اصلی را جدا نمود که بیانگر ارتباط پارائیزی بین متغیرها می‌باشد.

گروه اول: شامل عناصر W, Mo, Co, La, Ag, Fe

گروه دوم: شامل عناصر Ni, Cr, Sn, S, Sr, As, Bi, Ti

گروه سوم: شامل عناصر Cu, Pb, Zn, Au, Ba, Mg, Mn, Sb, Tl, Li

همچنین بر روی داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی پارامتر آماری دیگری چون آنالیز فاکتوری نیز انجام شد و در نهایت برای تخمین شبکه‌ای آماده گردید.

تخمین شبکه‌ای داده‌ها

تخمین شبکه‌ای یکی از روش‌هایی است که با استفاده از داده‌های مربوط به نقاط نمونه‌برداری، تخمین‌هایی در مورد نقاطی که از آنها نمونه‌برداری صورت نگرفته انجام می‌دهد. با توجه به گستردگی مناطق تحت پوشش اکتشافات به روش رسوبات آبراهه‌ای و نیز چگالی پایین نمونه‌برداری بخصوص در ایران روش تخمین شبکه کارآیی بهتری دارد. تخمین شبکه به ژئوشیمیست‌ها امکان می‌دهد تا نتایج حاصل از تخمین اطلاعاتی که مستقیماً از سلول‌ها بدست می‌آید (شامل فراوانی عناصر و شاخص‌های غنی‌شدگی آنها) را به سایر سلول‌ها نسبت دهند. در چنین حالتی افزایش تعداد سلول‌هایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید، موجب می‌گردد تا



ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد برای مثال اگر آنومالی توسط مقادیر زمینه محصور گردد، در این صورت مدل تغییرات تدریجی از حد زمینه به حد آستانه و از حد آستانه به آنومالی موجب افزایش اعتبار آنومالی خواهد گردید.

تبدیل یک شبکه نامنظم نمونه برداری به یک شبکه منظم از امتیازات دیگر تخمین شبکه است. مهمترین ویژگی رسوبات آبراهه‌ای ناشی از این واقعیت است که ارقام حاصل از بررسی رسوبات آبراهه‌ای برخلاف سایر روشهای ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات در بالادست خود می‌باشند.

روش تخمین شبکه به نحوی طراحی گردیده که این اثر مهم را به حساب می‌آورد، لذا برای درون‌یابی چنین داده‌های جهت داری ابتدا باید مرز حوضه آبریز مربوط به نمونه‌ها مشخص شده، سپس جهت داده‌ها که می‌تواند در تخمین شرکت نماید مشخص شود. بدین صورت امکان معرفی ساختار تغییرپذیری داده‌ها فراهم می‌گردد. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار Arcview حوضه هر نمونه ترسیم گردید. در روش تخمین شبکه ای ابتدا نقشه مورد نظر بوسیله شبکه ای از سلولهای هم بعد 100×100 پوشانده شد سپس سه نوع وزن (شامل فاصله، مساحت و نسبت مساحت اشغال شده از سلول مورد تخمین به مجموع مساحت‌های اشغال شده) برای هر سلول محاسبه گردید و مقدار یک متغیر در هر یک از سلولهای شبکه تخمین زده شد. در نهایت برای تمام عناصر خام و غنی شده و فاکتورهای حاصله، نقشه تخمین با استفاده از نرم افزار Geoestimate مهیا گردید که برای تعیین مکانهای نمونه‌های کانی سنگین استفاده می‌شوند.

فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی

کانیهای سنگین که جزء کانیهای فرعی سازنده سنگ هستند، ممکن است در مناطق فاقد کانی سازی پیدا شوند و نیز می‌توانند معرف محیط و بستر مناسب وقوع کانی‌سازی باشند. در کل در محدوده برگه 1:50000 شوسف 29 نمونه از بستر آبراهه‌های منطقه به روش کانی‌سنگین و 11 نمونه سنگی (مینرالیزه) برداشت شده است.



در برگه 1:50000 شوسف کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، اکسیدپیریت، الیژیست، لیمونیت، پیریت لیمونیت، پیریت، اسپینل، لوکوکسن، روتیل، آناتاز، اسفن، باریت، آپاتیت، زیرکن، کرومیت، سینابر، کلسیت و کانیهای آلتره در نمونه های کانی سنگین مشاهده شدند.

با توجه به دندروگرامها و همچنین روابط پاراژنزی بین کانیهای مختلف مجموع متغیرهایی که می توانند راهنمای اکتشافی هستند عبارتند از:

1 - مجموع کانیهای Magnetit+Oligist+Amphibol+Limonit+Calcit (Var1)

2- مجموع کانیهای Pyrite-L+Altered+Pyrite-O+Barite+Zircon (Var2)

3- مجموع کانیهای

Ilmenite+Rutile+Hematite+Pyroxene+Chromite+Pyrite+Leucoxen (Var3)

تلفیق داده ها

پس از گردآوری و تلفیق داده های زمین شناسی، ژئوفیزیک هوایی و ژئوشیمیایی در سیستم GIS، 7 ناحیه آنومال مشخص گردید.

- آنومالی شماره 1: این آنومالی در جنوب روستای زاهو در مرکز برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل آندزیت، پریدوتیت و هارزبورژیت، گابرو، سنگ آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ است. این محدوده برای عناصر Au, Ba, Cr, Cu, Sc, U, Sr, Pb, Zn ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های ژئوشیمیایی NS-076 تا NS-082 برداشت شده است. نمونه های کانی سنگین NS-076, NS-078, NS-079, NS-080, NS-082 و نیز نمونه های مینرالیزه با کدهای NS-076x_{1,2}, NS-078x₁, NS-079x_{1,2} از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین این نمونه کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، لیمونیت، کرومیت، آناتاز، زیرکن، روتیل، باریت، لوکوکسن، سرب طبیعی و کانیهای آلتره دیده شده است.

- آنومالی شماره 2: این آنومالی در جنوب برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل آندزیت، پریدوتیت و هارزبورژیت، گابرو، سنگ آهک، کنگلومرا و



ماسه سنگ است. این محدوده برای عناصر $As, Co, Cr, Mn, Fe, Sb, W, Zn$ ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های ژئوشیمیایی NS-067 تا NS-075 برداشت شده است. نمونه های کانی سنگین به شماره NS-67, NS-070, NS-071 و نمونه مینرالیزه NS-067x از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین این نمونه کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمینیت، پیروکسن، آمفیبول، لیمونیت، کرومیت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، آنتاز، لوکوکسن و کانیهای آلتزه دیده شده است.

- آنومالی شماره 3: این آنومالی در شرق برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. این محدوده برای عناصر Cu, Ag, Au, Cr ناهنجاری نشان می دهد. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل آندزیت، پریدوتیت و هارزبورژیت، گابرو و ماسه سنگ است. نمونه های ژئوشیمیایی NS-023 تا NS-025 برداشت شده است. نمونه های کانی سنگین با کدهای NS-024, NS-025 و نمونه مینرالیزه NS-025x از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین این نمونه کانیهای مگنتیت، هماتیت، پیروکسن، لیمونیت، زیرکن، روتیل، باریت، آنتاز، لوکوکسن، سرب طبیعی، کرومیت و کانیهای آلتزه دیده شده است.

- آنومالی شماره 4: این آنومالی در شرق برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل پریدوتیت و هارزبورژیت، گابرو و ماسه سنگ است. این محدوده برای عناصر Cr, Co, Cu, Mg, Sn, Be ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های ژئوشیمیایی NS-018 تا NS-022 برداشت شده است. نمونه کانی سنگین NS-022 و نمونه مینرالیزه NS-018x2 از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین این نمونه ها، کانیهای مگنتیت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، لیمونیت، زیرکن، روتیل، باریت، پیریت، لوکوکسن، سینابر، سرب طبیعی، کانیهای آلتزه دیده شده است.

- آنومالی شماره 5: این آنومالی در شمال شرق برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل پریدوتیت و هارزبورژیت و گابرو است. این محدوده برای عنصر Au ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های ژئوشیمیایی NS-016 و NS-017 برداشت شده است. نمونه کانی سنگین NS-016 از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین این نمونه ها، کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمینیت، الیژیت، پیریت، پیروکسن،



آمفیبول، اسپینل، کرومیت، باریت، اسفن، پیریت اکسید، لیمونیت، لوکوکسن، سینابر، سرب طبیعی و کانیهای آلتیره دیده شده است.

- آنومالی شماره 6: این آنومالی در شمال روستای زاهو در شمال برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل آندزیت، پریدوتیت و هارزبورژیت، گابرو، سنگ آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ و بازالت است. این محدوده برای عناصر Au, Be, Co, Cr, Sr, Te, Ti, Ni, Mg, La NS-089، نمونه‌های ژئوشیمیایی NS-096 برداشت شده است. نمونه‌های کانی‌سنگین NS-089, NS-093, NS-094، از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی‌سنگین این نمونه‌ها، کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمینیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، اولیژیست، لیمونیت، زیرکن، روتیل، باریت، لوکوکسن، پیریت، کانیهای آلتیره دیده شده است.

- آنومالی شماره 7: این آنومالی در شمال روستای زاهو در شمال مرکز برگه 1:50000 شوسف واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار آن شامل پریدوتیت و هارزبورژیت، سنگ آهک، کنگلومرا، شیل، ماسه سنگ و بازالت است. این محدوده برای عناصر Au, Ag, Ba, Cr, Co, Ni ژئوشیمیایی NS-097 تا

NS-101 و NS-106 تا NS-111 برداشت شده است. نمونه‌های کانی‌سنگین NS-111, NS-100, NS-098

NS-107، و نمونه‌های مینرالیزه NS-098x_{1,2}, NS-100x₁ از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی

سنگین این نمونه‌ها کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمینیت، پیروکسن، آمفیبول، زیرکن، روتیل، باریت، پیریت لیمونیت

، اولیژیست، لوکوکسن، سینابر، پیریت و کانیهای آلتیره دیده شده است.

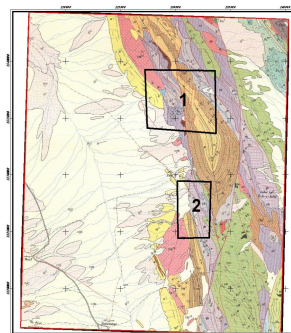
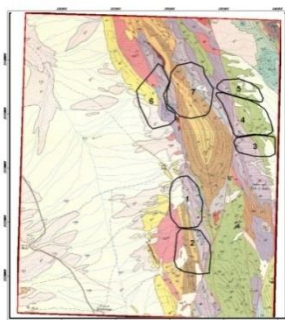


نتیجه گیری :

با توجه به مطالب فوق در نهایت 2 محدوده به عنوان مناطق امید بخش اکتشافی برای عناصر طلا، کروم، مس، نیکل، کبالت، نقره، باریم، آرسنیک، اورانیوم معرفی شد.

- محدوده شماره 1 (شمال روستای زاهو) 35 کیلومترمربع: این محدوده شامل آنومالی های 6 و 7 می باشد و برای عناصر طلا (5.6)، کبالت (46.8)، کروم (466)، نیکل (650)، مس (46)، آرسنیک (21.7) و نقره (0.291) ناهنجار می باشد.

- محدوده شماره 2 (جنوب روستای زاهو) 15 کیلومترمربع: این محدوده شامل آنومالی 1 می باشد و برای عناصر طلا (4.9)، باریم (451.2)، کروم (513.7)، مس (46.3)، اورانیوم (90.8) ناهنجار می باشد.



فهرست منابع

1. افتخارنژاد، ج.، 1377، زمین شناسی ایران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ص 6
2. آقاباتی، ع، 1383، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص 10
3. حسنی پاک، ع ا، 1376، بهینه سازی پروژه های اکتشافی، انتشارات دانشگاه یزد
4. حسنی پاک، ع ا، 1380، تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران، ص 41، 42، 43
5. برایان میسون، کارلتون ب. مر. برگردان مر، ف. شرفی، ع ا، 1382، اصول ژئوشیمی، چ پنجم، انتشارات دانشگاه شیراز، ص ۱۳۴، ۷۴



6. مؤمنی، منصور، 1389، تحلیل های آماری با استفاده از SPSS (1389) - انتشارات کتاب نو، ص 92، 193
7. کریم پور، م ح ، 1368 ، زمین شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید، ص 111
8. مهرابی، ف ، 1378 ، واکاوی کانی های سنگین، انتشارات دانشگاه شیراز، ص 181
9. درویش زاده، ع، 1371 ، زمین شناسی ایران، انتشارات ندا، ص 28
10. نبوی . م . (1355) مختصری از سرگذشت زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور، ص 6، 24

Thompson, M. and Howarth, R. J. (1978), A New Approach to the Estimation Of Analytical Precision, Journal of Geochemical Exploration.