



اکتشافات سیستماتیک ژئوشیمی رسوبات آبراه‌های منطقه‌ی شورچاه (جنوب شرق زاهدان)

مهمدگل کهرازه^{۱*}، ممدرضا جعفری^۲ و عبدالریم باقری‌فر^۱

(۱) گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، Kahraze@yaho.com

(۲) گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران‌شمال

(*) عهده‌دار مکاتبات

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۷؛ تاریخ دریافت اصلاح شده: ۸۸/۳/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

چکیده

با در نظر گرفتن عواملی نظیر چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی، تکتونیک و مرکز ثقل توپولوژیکی آبراه‌ها، تعداد ۸۰ نمونه از رسوبات آبراه‌های برداشت و پس از آماده‌سازی به روش اسپکترومتر نشری و جذب اتمی مورد تجزیه قرار گرفتند. پس از تحلیل و پردازش داده‌ها، مقادیر فاکتورهای چون خطای آنالیز، توزیع فراوانی، مقادیر سنسورد، مقادیر زمینه، آستانه، میانگین، مد، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی برای هشت عنصر انتخابی طلا (Au)، نقره (Ag)، مس (Cu)، سرب (Pb)، روی (Zn)، آرسنیک (As)، جیوه (Hg) و آنتیموان (Sb) به‌طور جداگانه محاسبه شده‌اند. در بین عناصر مذکور، عنصر آنتیموان با مقدار ۱۰ پی‌پی‌ام، در حد آنومالی شناخته شده است. بدین ترتیب موقعیت مکانی تمرکز آنومالی این عنصر، در محدوده‌ی مرکزی منطقه‌ی مورد مطالعه تعیین گردیده است. همچنین بین طلا-آرسنیک و آنتیموان-طلا، همبستگی مثبت قوی دیده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رسوبات آبراه‌ای، آنتیموان، آنومالی، همبستگی مثبت.

۱- مقدمه

ژنر آن‌ها (Camp & Griffis 1982) صورت گرفته است. مطالعه‌ی سنگ‌های گرانیتی زاهدان توسط (صادقیان و ولی‌زاده ۱۳۸۶) نیز انجام شده است.

اهداف تحقیق، شامل بررسی تغییرات غلظت، توزیع و پراکندگی برخی عناصر مانند طلا (Au)، نقره (Ag)، مس (Cu)، سرب (Pb)، روی (Zn)، آرسنیک (As)، جیوه (Hg) و آنتیموان (Sb) در رسوبات منطقه می‌باشد، همچنین ارتباط و پراکندگی عناصر مختلف در رسوبات، تعیین عناصر ردیاب، اکتشاف و دستیابی به مناطق امیدبخش، از مهمترین موارد مطالعه‌ی این پژوهش است.

در مطالعات ژئوشیمی رسوبات آبراه‌ای، می‌توان تا حدودی به محیط و فرآیندهای مؤثر در تشکیل کانسارها پی برد (حسنی‌پاک ۱۳۸۰، یزدی ۱۳۸۱). به‌منظور جداسازی رسوبات آبراه‌های مرتبط با کانی‌سازی احتمالی و آبراه‌های بدون کانی‌سازی، که موجب تضعیف بیش از حد آنومالی‌ها می‌گردد (Zuo 2009)، حوضه‌ی رسوبی مورد مطالعه به حوضه‌های کوچک‌تری تقسیم شده است. با توجه به اهمیت مطالعه‌ی ژئوشیمی رسوبات آبراه‌ای که می‌تواند، در تشخیص محیط و فرآیندهای مؤثر در اکتشافات مواد معدنی، غلظت و پراکندگی عناصر در رسوبات و تعیین عناصر ردیاب برای دسترسی به مناطق امیدبخش کمک نماید، روش اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراه انتخاب گردید (Xie et al. 2010). ناحیه‌ی مورد مطالعه، در زون فلیش خاور ایران یا زون نه‌بندان - خاش قرار می‌گیرد (1972 Stöcklin et al.). مطالعه، در باب گرانیت‌های زاهدان و تعیین سن و

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه‌ی شورچاه

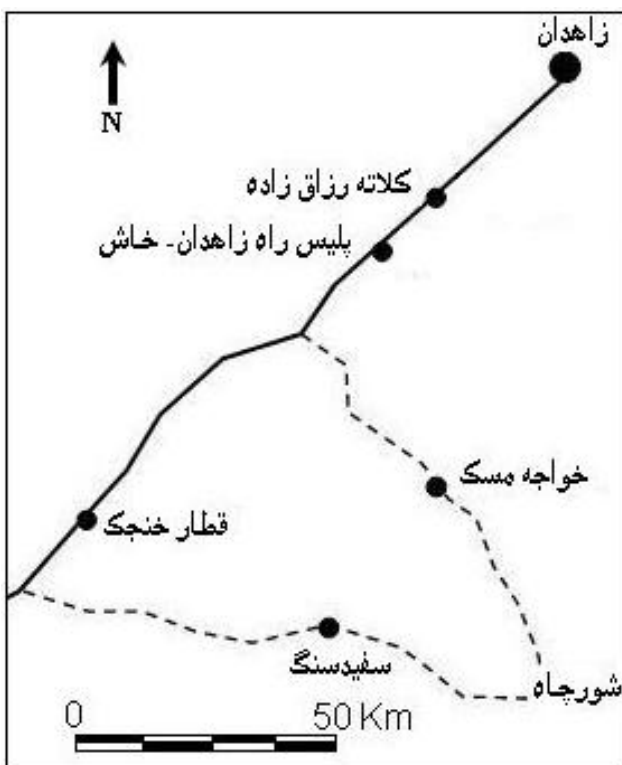
این منطقه در ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زاهدان قرار دارد. دارای طول ۵۲° ۵۴' ۶۰" شرقی و عرض ۲۹° ۱۰' ۳۳" شمالی است. این منطقه دارای آب و هوای نسبتاً گرم و خشک و میزان

داده می‌شود، بدین ترتیب به خارجی‌ترین شاخه‌ها عدد یک تعلق می‌گیرد و به انشعابی که از دو شاخه‌ی درجه‌یک تشکیل شده باشد، عدد دو، و به همین ترتیب شماره‌گذاری ادامه می‌یابد، تا به آبراهه‌ی اصلی در دهانه‌ی حوضه آبریز رسیده شود. اگر شماره‌گذاری، درست صورت گرفته باشد، عددی که برای آبراهه‌ی اصلی در دهانه‌ی خروجی آبریز به دست می‌آید، با تعداد کل خارجی‌ترین شاخه‌های حوضه‌ی آبریز برابر خواهد شد. سپس تعداد خارجی‌ترین آبراهه بر تعداد نمونه‌هایی که باید برداشت شوند، تقسیم می‌گردد، عدد به دست آمده، مؤید تعداد شاخه‌ی آبراهه‌ای خواهد بود، که باید برای یک نمونه در نظر گرفته شود، پس تعداد شاخه‌ی آبراهه برای یک نمونه، از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید:

$$M=N/n \quad (1)$$

که در آن N ، تعداد خارجی‌ترین آبراهه‌ها و n ، تعداد نمونه‌هایی که باید برداشت شوند (حسینی پاک ۱۳۸۰).

در طی عملیات نمونه‌برداری، پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و کنترل کردن آن با جی‌پی‌اس (Geographical Positioning System, GPS)، با انتخاب یک محل مناسب در طول آبراهه، به طوری که شاخه‌ی فرعی جدیدی در این فاصله به آبراهه‌ی اصلی متصل نشود، از جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای نمونه برداشت گردید.



تصویر ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده‌ی مورد مطالعه

بارندگی آن کم می‌باشد. کوتاهترین راه دسترسی به این ناحیه، جاده‌ی ارتباطی زاهدان- خاش می‌باشد، که پس از گذر از پاسگاه قطار خنجک به سمت شرق منحرف شده و برای رسیدن به این ناحیه می‌بایست، ۱۵ کیلومتر راه شوسه را طی کرد (تصویر ۱).

۳- روش مطالعه

۳-۱- نمونه‌برداری و تمیزی نمونه‌ها

طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری این پژوهش، در قالب ۸۰ نمونه برای برگه ۱:۵۰۰۰۰ منطقه صورت گرفته است. این طراحی به خوبی محقق را به روش مرکز ثقل هدایت می‌کند. درجه‌ی مرکز ثقل را عوامل نظیر چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی و تکنونیک کنترل می‌کند. در طراحی به روش مرکز ثقل، معمولاً نقاطی در روی نقشه وجود دارند، که می‌بایست از دانسیته‌ی نمونه‌برداری بالایی برخوردار باشد، از قبیل توده‌های نفوذی و نواحی مجاور آن‌ها (کتاکت‌ها)، نواحی اطراف گسل‌ها در تقاطع آن‌ها، زون‌های دگرسان شده بعد از ماگمایی و مناطقی که در بخش فوقانی توده‌های نفوذی نیمه‌عمیق قرار دارند (حسینی پاک ۱۳۸۰ و ۱۳۷۷). به همین ترتیب در مواردی که آلتراسیون شدید، مخصوصاً در اطراف سنگ‌های نفوذی یا خروجی موجود در نواحی کم‌ارتفاع که بیشترین مقدار آلتراسیون را، چه از نظر وسعت و چه از نظر شدت نشان می‌دهند، درجه‌ی مرکز ثقل آبراهه‌ها باید به طور محلی افزایش یابد، که این امر به دلیل اهمیت این مناطق می‌باشد. به دلیل فعال نمودن پدیده‌ی رقیق‌شدگی در حوضه‌های آبریز وسیع و کاهش شدت آنومالی‌های احتمالی در محل اتصال آبراهه‌ها به یکدیگر، می‌بایست چنین حوضه‌های آبریز، به حوضه‌های کوچک‌تر تقسیم شوند. این امر موجب می‌گردد، احتمال قطع سنگ بستر در آبراهه افزایش یابد و این خود عامل افزایش ارزش داده‌ها می‌گردد. عامل مؤثر دیگر در تقسیم‌بندی یک حوضه‌ی آبریز بزرگ به حوضه‌های کوچک‌تر، احتمال وجود آنومالی‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در حاشیه‌ی رودخانه‌هایی است، که نواحی با توپوگرافی آرام (قابل کشت) در اطراف آن‌ها وجود داشته باشد. در این راستا، مصرف کودهای شیمیایی نباتی، احتمال وجود آلودگی به عناصر کمیاب را در رسوبات پایین دست آن‌ها افزایش می‌دهد. بنابراین در منطقه، فقط مرکز ثقل بخش‌های بالادست آبراهه که از آلودگی مصون است، مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرد (Nude & Arhin 2009). حسینی پاک (۱۳۸۰).

ابتدا خارجی‌ترین آبراهه‌های هر حوضه آبریز شمارش گردید، شماره‌گذاری به این روش است، که به هر انشعاب از شبکه‌ی آبراهه‌ها، عدد یک، از مجموع تعداد کل شاخه‌های بالادست آن نسبت

انتخاب شده است. در جدول ۱ نتایج داده‌های اولیه و تکراری آمده است.

با تجزیه‌ی تکراری نمونه‌های ژئوشیمیایی، دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله‌ی نخست، جهت بررسی دقت اندازه‌گیری‌ها از نرم‌افزار (Excel) و دیاگرام‌های کنترلی تامپسون استفاده شد (تصاویر ۲ تا ۸).

این نمودارها لگاریتمی بوده و بر روی محور افقی، میانگین داده‌ها، بر روی محور عمودی، میزان اختلاف داده‌ها قرار می‌گیرند. پس از پیاده‌کردن نقاط مربوط به جفت نمونه‌های تجزیه شده، در صورتی که ۹۰ درصد داده‌ها زیر خط معادل ۱۰ درصد و ۹۹ درصد داده‌ها زیر خط معادل ۱ درصد قرار گیرند، خطا در حد ۱۰ درصد خواهد بود.

همان‌گونه که بر روی دیاگرام‌ها نیز نشان داده شده است، تمامی نقاط زیر دو منحنی قرار دارند و نشان می‌دهد، که خطا خیلی کم‌تر از ۱۰ درصد می‌باشد (داده‌های نقره کم‌تر از واحد بوده و بر روی این دیاگرام‌ها قابل نمایش نیستند).

۴-۲- بحث

۴-۱- آزمون مقادیر خارج از رده

جهت محاسبه‌ی مقادیر فوق از روش کاهش بزرگ‌ترین مقدار به یکی قبل از آن استفاده شده است. زیرا داده‌ها گسترش زیادی ندارند، این تصحیح، ساده و نتیجه‌ی قابل قبولی می‌دهد (حسینی پاک ۱۳۸۰).

به‌عنوان مثال در بین ۸۰ نمونه‌ی برداشت شده، عنصر آنتیموان با مقدار ۵۲۲۶۲ پی‌پی‌ام غیرعادی است و برای تصحیح آن نیاز است، مقدارش را با نزدیک‌ترین مقدار کوچک‌تر از خودش یعنی ۳۸۲۹۳ پی‌پی‌ام جایگزین کرد.

$$\Delta = \frac{52262 - 38293}{81} = 172.45$$

در این پژوهش، نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای با ابعاد زیر ۸۰ مش به مقدار ۵۰۰ گرم برداشت و به‌وسیله‌ی پودرکننده، تا زیر ۲۰۰ مش پودر گردید. به‌دلیل وسعت منطقه و فراوانی عناصر در این ناحیه، فقط هشت عنصر مهم شامل (طلا، نقره، مس، سرب، روی، آرسنیک، آنتیموان و جیوه)، انتخاب و پردازش‌های ژئوشیمیایی بر روی آن‌ها صورت گرفت.

مهمترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز، تعیین حد حساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر، در تجزیه و تحلیل آماری اختلال ایجاد می‌کند (Goncalves et al. 1998). در اکتشافات ژئوشیمیایی، اهمیت و کاربرد مقادیر عددی مربوط به هر یک از عناصر، صرفاً به منظور مقایسه‌ی نسبی آن‌ها با یکدیگر صورت می‌گیرد. برای تعیین مقادیر آنومالی، به‌دست آوردن مقادیر عددی برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه‌ی آن انتخاب می‌شود، که این مقدار بایستی کوچک‌تر از آن باشد (Wellmer 1997). بدین ترتیب مقدار زمینه‌ی عناصر مختلف تعیین و روش مناسب آنالیز انتخاب شد.

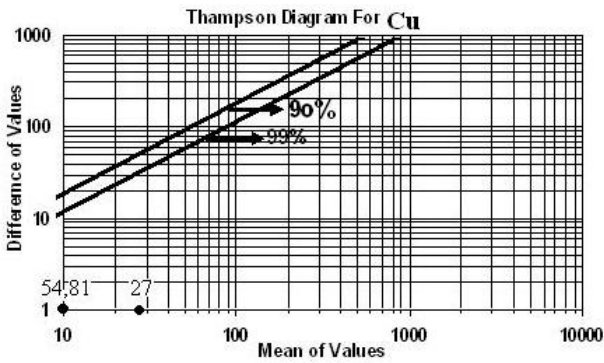
در این پژوهش به‌دلیل حد حساسیت عناصر، روش تجزیه‌ی فلورسانس اشعه ایکس (XRF, X-Ray Fluorescence) انتخاب گردید. عنصر طلا به روش اسپکتروگراف نشری و سایر عناصر به روش جذب اتمی آنالیز شدند، که هیچ‌کدام از این هشت عنصر انتخابی داده، سنسورد نداشتند.

۳-۲- خطای تجزیه

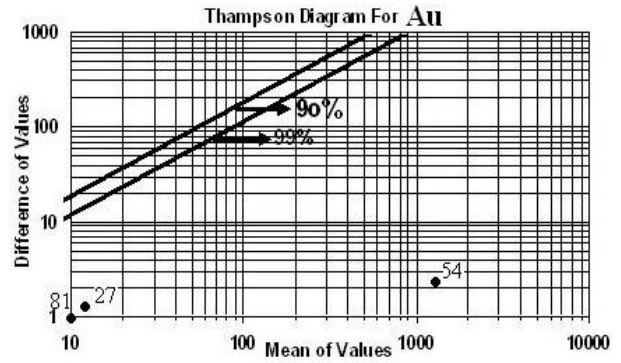
به‌منظور کنترل دقت، دستگاه‌های تجزیه‌کننده، معمولاً به ازای هر ۱۰-۱۵ نمونه، یک نمونه‌ی تکراری (حدود ۱۰-۱۵ درصد) انتخاب و با کدهای محرمانه به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه‌های تکراری برای هشت عنصر انتخابی فوق‌الذکر و با رعایت نسبت ۳۵ درصد

جدول ۱- نتایج تجزیه‌ی نمونه‌های اولیه (X1) و نمونه‌های تکراری (X2)

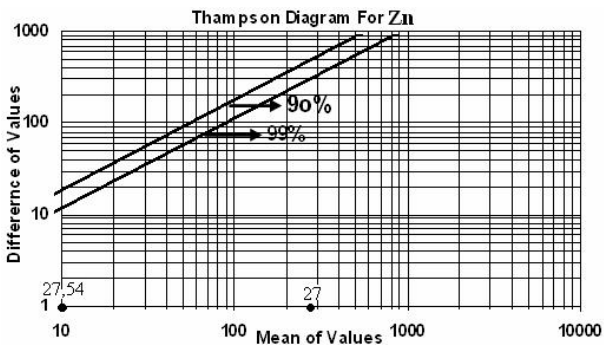
	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)
	N27=13.3	N27=0.1	N27=29	N27=20	N27=288	N27=58	N27=2	N27=30
X ₁	N54=1332	N54=0.1	N54=4	N54=9	N54=6	N54=846	N54=2389	N54=15
	N81=0.5	N81=0.2	N81=10	N81=35	N81=5	N81=2	N81=3	N81=5
	N27=12	N27=0.1	N27=28	N27=21	N27=287	N27=57	N27=3	N27=28
X ₂	N54=1335	N54=0.1	N54=3	N54=10	N54=6	N54=844	N54=2393	N54=15
	N81=0.5	N81=0.2	N81=9	N81=35	N81=5	N81=2	N81=4	N81=5



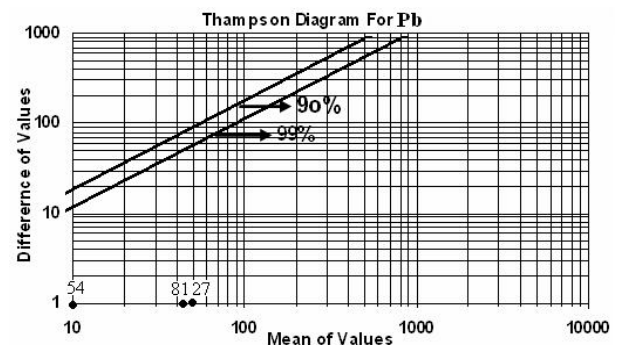
تصویر ۳- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (Cu)



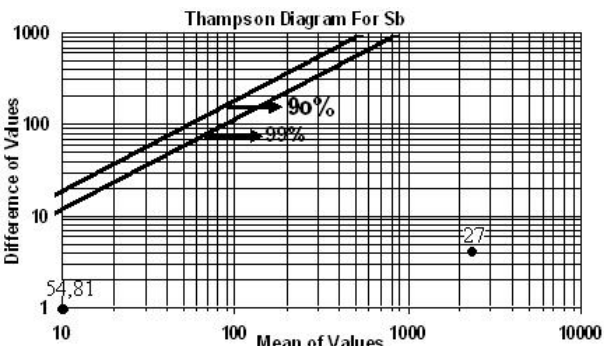
تصویر ۲- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (Au)



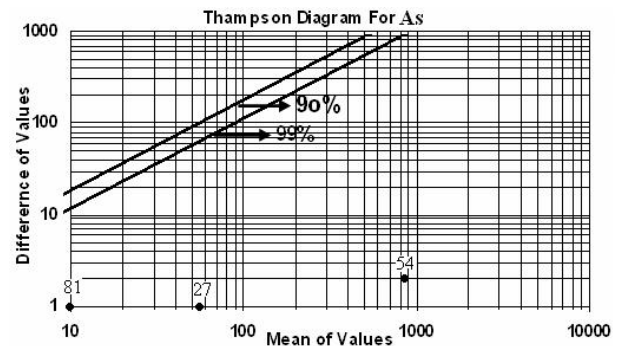
تصویر ۵- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (Zn)



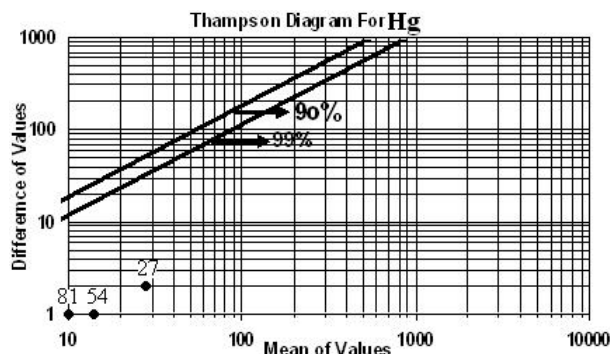
تصویر ۴- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (Pb)



تصویر ۷- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (Sb)



تصویر ۶- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (As)



تصویر ۸- نمایش دیاگرام تامپسون عنصر (Hg)

<Mean + Sd = مقدار زمینه
 Mean + 2Sd = حدّ آستانه
 > Mean + 2Sd = آنومالی

در این صورت ماکزیمم عیار آنتیموان از ۵۲۲۶۲ پی‌پی‌ام به ۵۲۰۸۹/۵ پی‌پی‌ام کاهش می‌یابد. بدین ترتیب مقادیر خارج از رده‌ی سایر عناصر نیز محاسبه و در جدول ۲ نتایج این محاسبات آمده است.

۲-۴- تعیین مقادیر زمینه، حدّ آستانه، آنومالی

برای محاسبه و تعیین مقادیر زمینه، آستانه و آنومالی، روش‌های گوناگونی وجود دارد، که همگی بر پایه‌ی پیش‌فرض نرمال بودن داده‌ها قرار دارند. این مقادیر با استفاده از میانگین و انحراف معیار به طریق زیر به دست آمده است: (جدول ۳).

۳-۴- تعیین توزیع فراوانی داده‌های خام عناصر

به منظور تعیین توزیع فراوانی داده‌های خام عناصر، پارامترهای آماری، هیستوگرام‌های فراوانی و پراکنندگی غلظت در کلّ جامعه آماری برای هشت عنصرانتخابی خام در تصاویر (۹ تا ۱۶) تهیه گردیده است.

جدول ۲- مقادیر خارج از رده و تصحیح آن‌ها

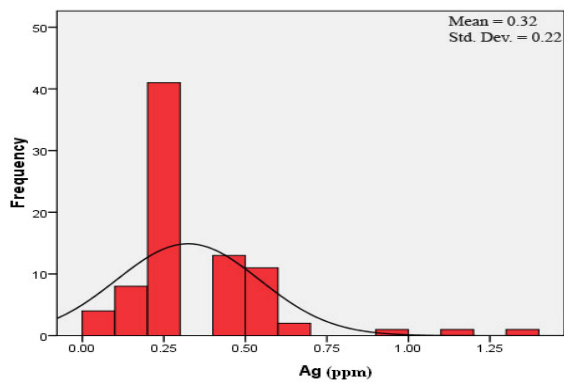
Element	Anomaly value	next value	After of correction
Au	10567.5	7900.2	10534.5
Ag	274.2	149.9	272.7
Cu	14299	1770	14144.2
Pb	33500	23730	33379.4
Zn	80008	42709	79574.6
As	60430	51170	60315.7
Sb	52262	38293	52089.5
Hg	2250	1798	2244.5

جدول ۳- تعیین حدّ زمینه، آستانه و آنومالی عناصر

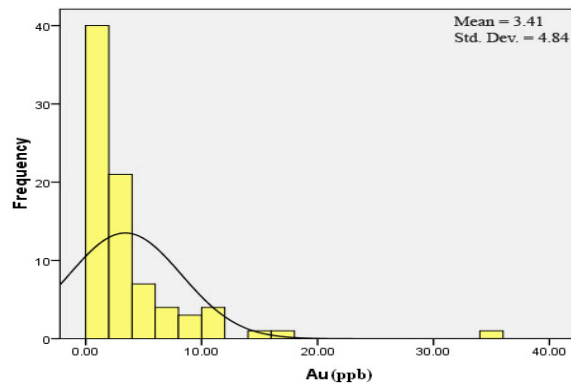
Elements	Au (ppb)	Ag (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Hg (ppm)
Background	<2.9	<18.53	<4.83	<9.1	<4.68	<12.7	<11.15	<5.08
Threshold	4.71	22.46	6.43	15.62	5.77	21.96	19.58	9.68
Anomaly	>4.71	>22.46	>6.43	>15.62	>5.77	>21.96	>19.58	>9.68

جدول ۴- محاسبه‌ی پارامترهای آماری داده‌های خام

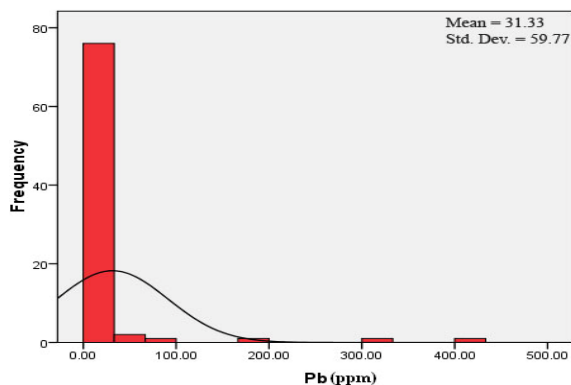
Elements	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Hg
N	82	82	82	82	82	82	82	82
Mean	9.3171	2.9462	35.3854	70.2976	31.3263	26.0739	.3243	3.4110
Std. E. M	.66392	.21049	5.15960	7.45702	6.60107	1.09507	.02426	.53489
Median	8.0000	2.5600	20.0000	59.3000	20.0000	26.0000	.3000	2.0000
Mode	10.00	1.00	15.00	47.00	24.00	22.00	.20	1.00
Std. Dev.	6.01208	1.90609	4.67222E1	6.75262E1	5.97752E1	9.91630	.21964	4.84363
Variance	36.145	3.633	2.183E3	4.560E3	3.573E3	98.333	.048	23.461
Skewness	1.197	1.242	3.244	4.785	5.619	.172	1.880	3.903
Std. E. of Skw.	.266	.266	.266	.266	.266	.266	.266	.266
Kurtosis	1.219	1.776	11.651	22.815	32.743	-.640	5.495	20.572
Std. E. of Kurt.	.526	.526	.526	.526	.526	.526	.526	.526
Range	28.00	9.00	265.80	416.00	426.00	45.00	1.29	33.80
Minimum	2.00	1.00	2.00	27.00	7.00	8.00	.01	.50
Maximum	30.00	10.00	267.80	443.00	433.00	53.00	1.30	34.30
Sum	764.00	241.59	2901.60	5764.40	2568.76	2138.06	26.59	279.70



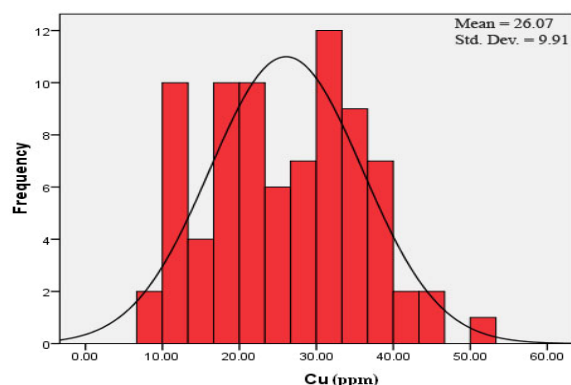
تصویر ۱۰- هیستوگرام فراوانی عنصر نقره



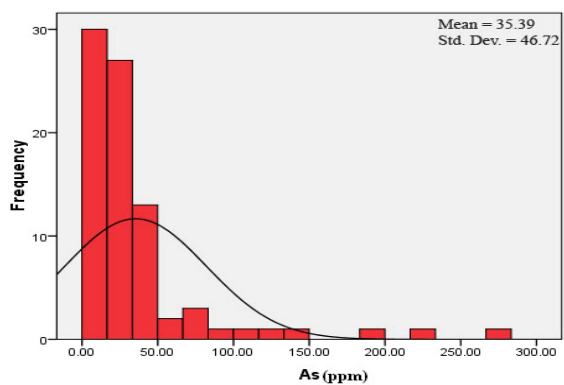
تصویر ۹- هیستوگرام فراوانی عنصر طلا



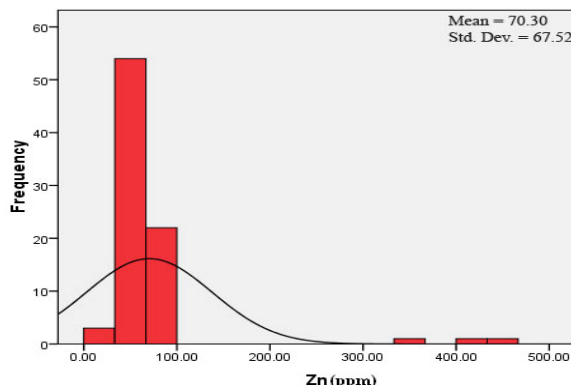
تصویر ۱۲- هیستوگرام فراوانی عنصر سرب



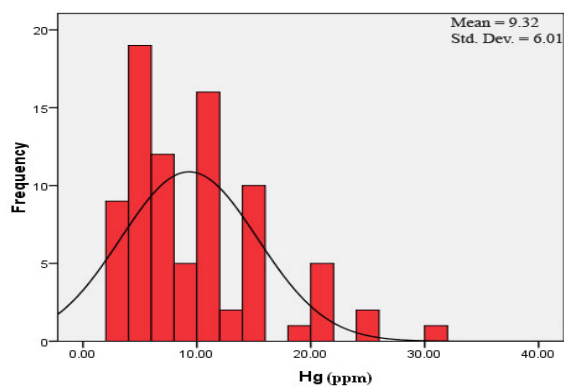
تصویر ۱۱- هیستوگرام فراوانی عنصر مس



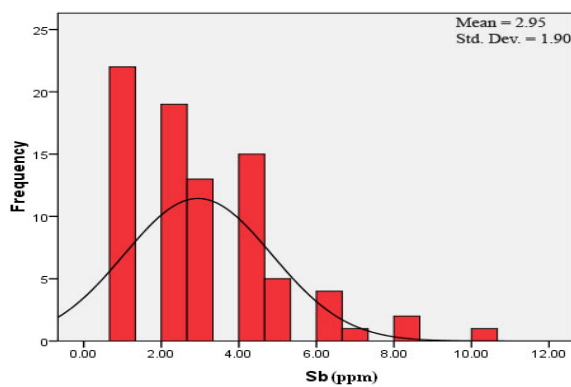
تصویر ۱۴- هیستوگرام فراوانی عنصر آرسنیک



تصویر ۱۳- هیستوگرام فراوانی عنصر روی



تصویر ۱۶- هیستوگرام فراوانی عنصر جیوه



تصویر ۱۵- هیستوگرام فراوانی عنصر آنتیموان

آنچه در مجموع هیستوگرام‌ها بیشتر به چشم می‌آید، این است که کلیه‌ی هیستوگرام‌ها از توزیع (L) تبعیت می‌کنند و بیشترین فراوانی متعلق به مقادیر کم می‌باشند (Reimann et al. 2005). در نمونه‌ها، توزیع بین مقادیر کم تا متوسط پراکنده است، به گونه‌ای که در مورد مس، اوج منحنی نرمال بر روی مقادیر متوسط می‌باشد. در هیستوگرام طلا، بیش از ۵۰ نمونه دارای مقادیری کمتر از ۷۰۰ پی‌پی‌بی، ۲۵ نمونه دارای مقادیری بیش از ۱ پی‌پی‌ام و ۵ نمونه در حده‌ی زمینیه و یا کم‌تر از آن قرار دارند. تعداد نمونه‌های دارای عیار آنومالی ۷۴ نمونه، در مورد عنصر آنتیموان ۱۳ نمونه در حده‌ی زمینیه و به استثنای دو نمونه از سایر نمونه‌ها (۶۶ نمونه) در حده‌ی آنومالی قرار دارند. منحنی توزیع نرمال فراوانی آنتیموان نشان می‌دهد، که فراوانی متوسط در حدود مقادیر ۳۰۰ پی‌پی‌ام می‌باشد. فراوانی عنصر آرسنیک با توجه به همبستگی مثبت و قوی که با طلا دارد، بسیار مشابه منحنی توزیع فراوانی طلا و طبعاً آنتیموان بوده و فراوانی متوسط آرسنیک مربوط به مقادیری در حدود ۷۰۰ پی‌پی‌ام می‌باشد.

۴-۵- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (Cluster Analysis)

برای خوشه‌بندی داده‌ها از روش اتصال (Linkage) استفاده شد، که در آن به ترتیب اشیاء (نمونه‌ها و یا متغیرها) با شباهت بیشتر، با استفاده از روش بازگشتی به هم متصل می‌شوند. تمامی روش‌های خوشه‌بندی مبتنی بر ماتریس شباهت‌ها می‌باشند (Davis 2002). در مرحله‌ی اول دو نمونه و یا دو متغیری که بیشترین شباهت را دارند و در هر تکرار، شبیه‌ترین زوج خوشه‌ها یا اشیاء به هم وصل می‌شوند (تصویر ۲۰). برای تشخیص پارازنز بین هشت عنصر انتخابی در دندروگرام آنالیز خوشه‌ای نمونه‌ها در منطقه‌ی شورچاه، دو گروه پارازنزی مهم وجود دارد، که عبارتند از:

- ۱- روی - آرسنیک - طلا
۲- مس - آنتیموان - جیوه - نقره

۴-۴- تعیین ضریب همبستگی عناصر

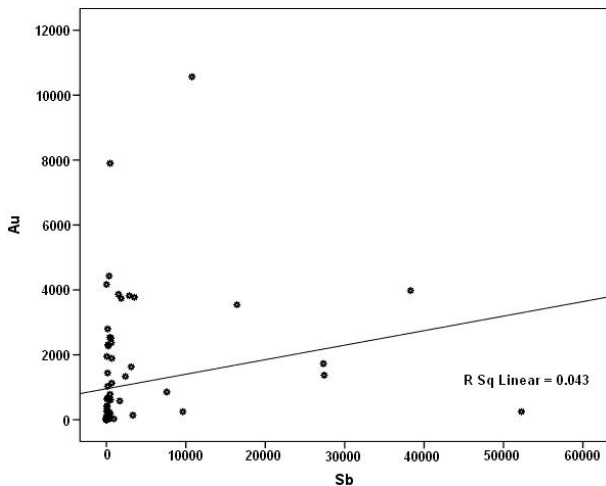
به منظور پی بردن به ارتباط بین طلا و عناصر همراه آن در محدوده‌ی کانی‌سازی شده و همچنین تشخیص روند غنی‌شدگی عناصر مختلف به طرف آنومالی طلا، تعدادی از عناصر که شناخت ماهیت و توزیع آن‌ها در مکانیسم کانه‌زایی، مهم تلقی شده، انتخاب و ضریب همبستگی (Correlation Coefficient) آن‌ها با طلا محاسبه شده است. برای تعیین ضرایب همبستگی بین متغیرها از دو روش اسپیرمن و پیرسون استفاده شد. روش اسپیرمن هنگامی به کار می‌رود، که توزیع

جدول ۵- محاسبه‌ی ضریب همبستگی عناصر به روش اسپیرمن

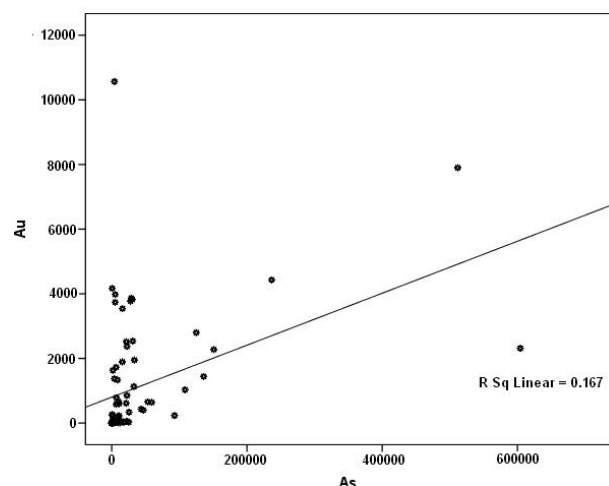
Element	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Hg
Au	1.00	.728**	.641**	-.006	.126	-.218	.164	1.00
Ag	.219	1.00	.292**	.437**	.458**	.270*	1.00	.164
Cu	-.053	-.331*	1.00	.656**	.506**	1.00	.270*	-.218
Pb	-.065	-.053	.581**	1.00	.705**	.506**	.458**	.126
Zn	.023	-.162	.422**	1.00	1.00	.656**	.437**	-.006
As	-.029	.449**	1.00	.422**	.581**	1.00	.292**	.641**
Sb	.216	1.00	.449**	-.162	-.053	-.331*	1.00	.728**
Hg	1.00	.216	-.029	.023	-.065	-.053	.117	.219

جدول ۶- محاسبه‌ی ضریب همبستگی عناصر به روش پیرسون

Element	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Hg
Au	1	.018	-.036	.240*	-.027	.995**	-.004	.566**
Ag	.018	1	-.163	-.139	-.161	.007	.167	.058
Cu	-.036	-.163	1	.557**	.792**	-.033	-.034	-.020
Pb	.240*	-.139	.557**	1	.448**	.194	-.029	-.033
Zn	-.027	-.161	.792**	.448**	1	-.025	-.025	-.015
As	.995**	.007	-.033	.194	-.025	1	-.002	.570**
Sb	-.004	.167	-.034	-.029	-.025	-.002	1	.036
Hg	.566**	.058	-.020	-.033	-.015	.570**	.036	1



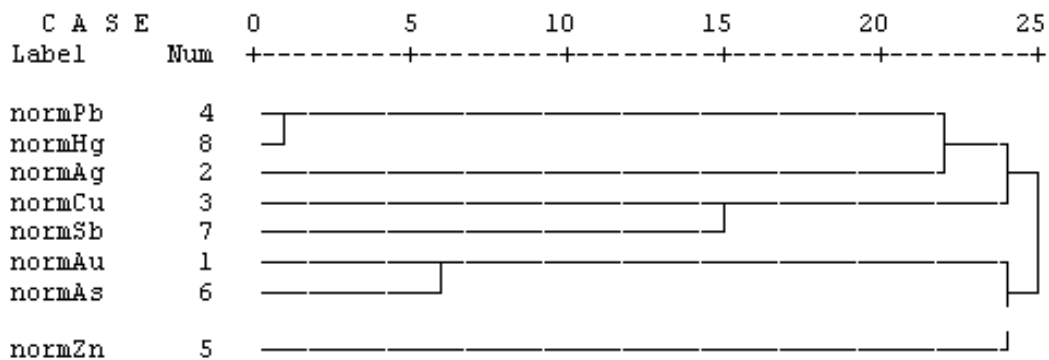
تصویر ۱۸- نمایش پراکنش عنصر طلا با عنصر آنتیموان به همراه منحنی رگرسیون



تصویر ۱۷- نمایش پراکنش عنصر طلا با عنصر آرسنیک به همراه منحنی رگرسیون

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



تصویر ۱۹- دندروگرام مربوط به رسوبات آبراهه‌ای

۵- نتیجه‌گیری

با موقعیت جغرافیایی $29^{\circ} 17' 46''$ عرض شمالی و $61^{\circ} 00' 51''$ در حد آنومالی تعیین گردید.

۵- با توجه به تحلیل‌های خوشه‌ای، دو گروه پاراژنری مهم در بین داده‌ها وجود دارد که عبارتند از:

۱- روی- آرسنیک- طلا

۲- مس- آنتیموان- جیوه- نقره

بنابراین رفتار ژئوشیمیایی و پاراژنری عناصر هر گروه مشابه‌اند.

تشکر و قدردانی

از آقای دکتر جعفر رهنماارد عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، که در انجام این تحقیق از رهنمودهای علمی خویش اینجانبان را بهره‌مند نمودند، قدردانی می‌گردد.

۱- در داده‌های خام، بیشترین ضریب همبستگی بین عناصر طلا و آنتیموان با مقدار $0/827$ دیده می‌شود و در داده‌های نرمال شده، بیشترین همبستگی بین طلا و آرسنیک با مقدار $0/995$ تعیین گردید.

۲- بررسی همبستگی عناصر مورد مطالعه نشان می‌دهد، که با توجه به همبستگی مثبت و قوی که بین عناصر طلا، آرسنیک و آنتیموان دیده می‌شود، عنصر آرسنیک را می‌توان به‌عنوان ردیاب دو عنصر طلا و آنتیموان معرفی کرد و با تخمین تراکم‌های آنتیموان و آرسنیک می‌توان به تراکم‌های قابل قبولی از طلا نیز دست یافت.

۳- عناصری مثل مس، نقره و جیوه به‌علت میل ترکیبی بالایی که با سولفید دارند، حلالیت کمتری در آب داشته و نسبت به سایر عناصر مورد مطالعه، در نقاط بالادست تر آبراهه‌ها دیده می‌شوند.

۴- در بین هشت عنصر انتخابی، عنصر آنتیموان با مقدار 10 پی‌پی‌ام

مراجع

حسینی پاک، ع.، ۱۳۸۰، "تحلیل داده‌های اکتشافی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۱۷ ص.

حسینی پاک، ع.، ۱۳۷۷، "زمین آمار (ژئواستاتیسیتیک)"، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۴ ص.

صادقیان، م.، ولی‌زاده، م.، ۱۳۸۶، "مکانیسم جایگزینی بخش شمالی توده گرانیتوئیدی زاهدان"، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین: ۱۲۰-۱۲۶.

یزدی، م.، ۱۳۸۱، "روش‌های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی"، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۰ ص.

Camp, V. E. & Griffis, R. J., 1982, "Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in the Sistan suture zone", eastern Iran, eastern Iran", *Journal of Lithos*, Vol. 15(3): 221-239.

Carranza, E. J. M., 2008, "Geochemical anomaly and mineral prospectivity mapping in GIS", *Amsterdam, Elsevier, Handbook of Exploration and Environmental Geochemistry 11*, 366 p.

Davis, J. C., 2002, "Statistics and data analysis in geology", *John Wiley & Sons, 3rd Edition*, 656 p.

Goncalves, M. A., Vairinho, M. & Oliveira, V., 1998, "Study of geochemical anomalies in Mombeja area using a multifractal methodology and geostatistics", In: *Buccianti, A., Nardi, G. & Potenza, R. (eds.), Proceedings of International Association for Mathematical Geology Meeting, 6-9 October, Ischia, Italy, Vol. 2: 590-595.*

Nude, P. M. & Arhin, E., 2009, "Overbank sediments as appropriate geochemical sample media in regional stream sediment surveys for gold exploration in the savannah regions of northern Ghana", *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 103 (1): 50-56.

Reimann, C., Filzmoser, P. & Garrett, R. G., 2005, "Background and threshold: critical comparison of methods of determination", *Science of the Total Environment*, 346(1-3): 1-16.

Stöcklin, J., Eftekharneshad, J. & Hushmandyadeh, A., 1972, "Central Lut reconnaissance, East Iran", *Geological Survey of Iran, Report 22*, 62 p.

Wellmer, F. W., 1997, "Statistical evaluations in exploration for mineral deposits", *Springer-Verlag New York*, 379 p.

Xie, Sh., Cheng, Q. Xing, X., Bao, Zh. & Chen, Zh., 2010, "Geochemical multifractal distribution patterns in sediments from ordered streams", *Geoderma*, Vol. 160(1): 36-46.

Zuo, R., Cheng, Q., Agterberg F. P. & Xia, Q., 2009, "Application of singularity mapping technique to identify local anomalies using stream sediment geochemical data, a case study from Gangdese, Tibet, western China", *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 101(3): 225-235.