

بررسی ژئوشیمی آبها و رسوبات رودخانه‌ای ناودیس گورچین در ارتباط با اکتشاف اورانیوم

میرسعید امامی

امور اکتشاف

سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده - در این بررسی، ۴۴ نمونه از آبهای سطحی حوزه رسوبی گورچین بمنظور تعیین غلظت اورانیوم توسط روش تجزیه فلوریمتری اندازه‌گیری شده و نتایج حاصله از آن توسط روشهای علمی آماری مورد مطالعه قرار گرفته است. بر طبق این مطالعات، غلظت اورانیوم در نقاط مختلف حوزه رسوبی دارای تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. بدین معنی که حد پائین انومالی در آبهای منطقه فوق‌بم‌راتب از حد کلارک اورانیوم در آبهای طبیعی بیشتر است (بزرگتر از ۲۳ ppb اورانیوم). آبهای منطقه نزدیک به pH خنثی بوده ولی مقدار هدایت الکتریکی آنها به علت وجود املاح از منشاء سنگهای تخییری بسیار بالایی باشد. وجود انومالیهای اورانیوم در آبهای منطقه میتواند بیانگر دارا بودن پتانسیل مواد پرتوزا (رادیواکتیو) باشد. انومالیهای اورانیوم در آبهای منطقه به سه دسته تقسیم بندی میشوند:

- ۱- انومالیهای با منشاء ولکانیکی (Volcanogenic Anomaly) اطراف ده قلع‌لر که در حقیقت منشاء انواع دیگر انومالیهای منطقه است.
- ۲- انومالیهای همراه با افقهای اکتیو که همزمان با تشکیل افق مزبور (Syngenetic Anomaly) از منشاء ولکانیکی بوجود آمده است.
- ۳- انومالیهای اپیژنتیک (Epigenetic Anomalies) ناشی از اثرات آب و هوایی که توسط شست و شو و حمل از دو منشاء فوق در سنگهای نفوذ پذیر منطقه پدید آمده و در اثر یک عامل بازدارنده میتواند تثبیت شود.

مقدمه

مشارکت در توسعه اکتشاف انومالیهای رادیواکتیو موجود در منطقه بوده که به علت پوشیده بودن، دسترسی به آنها از طریق گاماسنجی و عملیات زمین شناسی میسر نمی‌باشد. بمنظور پیگیری اکتشاف در مرحله شناسائی، سطحی برای هر یک با ۲۵۰ کیلومتر مربع از ناودیس رسوبی گورچین هدف یک برنامه ژئوشیمی و هیدروژئوشیمی واقع گردید که آن شامل:

- ۱- بدست آوردن یک زمینه سنجش از غلظت اورانیوم در آب برای مقایسه با سایر مقادیر عنصر اورانیوم.
- ۲- محدود نمودن مناطق غیرعادی (انومال) اورانیوم و مشخص نمودن منشاء آن و نیز نمونه‌گیریهای نیمه تفصیلی از محدوده‌های حاصل می‌باشد.

بدنبال نتایج اکتشاف مواد پرتوزا (رادیواکتیو) از راه ژئو فیزیک هوایی (Air Brone Survey)، گروه پیگیری‌های زمینی شرکت سابق یوریران در سال ۱۳۵۸ به کشف آثار کانیهای رادیواکتیو در لایه‌های جوان از سری سنگهای الیگومیوسن^۱ حوزه تلخه رود واقع در منطقه گورچین (شرق تبریز) اقدام نمود. عملیات اکتشافی بترتیب توسط گروه‌های ژئوشیمی و زمین شناسی سازمان انرژی اتمی در سالهای ۵۹ و ۶۰ در برنامه‌های اکتشافی مختلف منتج به پیدایش افقهای اکتیو و انومالیهای قابل توجهی شده است. این بررسی بمنظور

این مقاله بیشتر بر روی نتایج حاصله از تجزیه آبهای منطقه تکیه میکند و بحث درباره محیط های دیگر ژئوشیمیائی در گزارش دیگری بطور جامع انجام شده است .

غلظت اورانیوم در آبهای منطقه گورچین بین صفر تا بزرگتر از ۲۳ ppb (قسمت دربیلیون) است و با توجه به کلارک اورانیوم در آبهای طبیعی (۱۰ - ۵/۱ ppb) غلظتهای بالاتر از ۱۰ ppb در آبهای منطقه غیر عادی میباشد .

زمین شناسی منطقه

مطالعات زمین شناسی و رادیومتری که گروه زمین شناسی واحد اکتشاف سازمان انرژی اتمی طبق نقشه زمین شناسی منطقه گورچین (۱) بعمل آمده است شکل ۱ سری رسوبی مزبور که کلا " شامل تشکیلات میوپلیوسن میباشد که تقریباً از قدیمترین تاجدیدترین واحدها بشرح زیر تقسیم بندی شده اند - (۴) .

۱- تشکیلات ائوسن و قدیمتر از آن شامل ماسه سنگ ، کنگلومرا و مارن .

۲- تشکیلات تبخیری (مارن ، ژئپس ، نمک) با ساختمان دیابیری

۳- مارنهای الوان همراه با ژئپس و سیلتستون

۴- مارنهای الوان با افقهای ماسه سنگی و ژئپس و میان لایه های ماسه سنگی

۵- لایه های نازک تا متوسط از سیلتستون برنگ قرمز

۶- طبقات ضخیم کنگلومرا و ماسه سنگی با لایه بندی مورب کانالهای قدیمی همراه با خرده های گیاهی

۷- تناوب شیل و سیلتستون و ماسه سنگ

۸- طبقات آگلومرانی همراه با گدازه تراکیتی و داسیتی و آثار کانیه های ثانوی اورانیوم در نتیجه فعالیت آتشفشانی کوه قلعه لر

۹- تناوب آهک ، مارن ، توف ، مادستون و سیلتستون همراه با پرتوزائی ناشی از عناصر اورانیوم

۱۰- تناوب طبقات ضخیم تا متوسط از ماسه سنگ ، کنگلومرا و سیلتستون

مراحل جمع آوری نمونه ها در روی زمین و آزمایش آنها

جمع آوری نمونه های رسوبات آبراهه ای و آب در مرحله شناسائی بطور همزمان توسط گروه ژئوشیمی انجام پذیرفت . در این مرحله تعداد ۱۷۸ نمونه رسوب معدنی کف بستر آبراهه و ۴۴ نمونه آب از جویبارهای سطح منطقه جمع آوری گردید . ۴۴ نمونه آب جمع آوری شده از نظر محل نمونه برداری با ۴۴ نمونه رسوب آبراهه ای همجوار خود مشترک میباشد . گزارش مربوط به نمونه های رسوبات معدنی بطور جداگانه تنظیم گردیده است و در اینجا فقط بذکر نتایج حاصله از نمونه های آب و رسوبات معدنی همجوار آنها اکتفا می شود .

نمونه های آب با دقت لازم بمنظور اجتناب از آلودگی های مختلف پس از اندازه گیری pH هدایت الکتریکی و حداقل ۳ بار شستشوی ظرف نمونه جمع آوری شده اند . از نظر مقدار pH آنها بطور متوسط معادل ۷ یعنی خنثی می باشد . در آزمایشگاه مجدداً " آزمایش pH از آبهای مزبور بعمل آمده و اغلب تغییراتی در جهت افزایش pH داشته اند . قابلیت هدایت الکتریکی در آبهای منطقه دارای تغییراتی بین ۱۳۰۰ میکرومhos تا بزرگتر از صد هزار میکرومhos می باشد که این بعلت تماس آبهای مزبور با منابعی از سنگهای تبخیری است که بوفور در غرب ناودیس گورچین یافت می شود .

نمونه های رسوب آبراهه ای در همان محلها بشعاع حداکثر یک مترواز ذرات ریز بستر فعال جویبار بطوریکه معرف عرض بستر باشد ، جمع آوری شده است . تراکم نمونه های آب و رسوبات ۴۴ محل نمونه برداری در مرحله شناسائی شامل ۵/۲ نمونه در هر کیلومتر مربع است .

نمونه های آب توسط اسپکتروفلوریمتری و نمونه های رسوب توسط فلوریمتری اشعه ایکس (XRF) در آزمایشگاه واحد اکتشاف سازمان انرژی اتمی انجام گرفته است . آزمایش دقت (Precision) نمونه های مضاعف بمنظور درجه اطمینان به نتایج آنالیز توسط اسپکتروفلوریمتری آب در این مرحله انجام نگرفته است ولی در مطالعات نمونه های جامد دقت دستگاه XRF در عناصر مختلف با حداقل خطا و بخصوص در مورد اورانیوم $1 \pm \%$ یا بعبارت دیگر نتایج مزبور با دقتی برابر با ۹۹٪ اطمینان بوده است .

۲- نوع سین ژنتیک (Syngenetic) که بطور همزمان باتشکیل رسوبگذاری افقیهای اکتیو از منبع نوع ۱ منشاء می گیرند شامل لایه های نازک از آگلومرای ولکانیکی شمال و شمال شرق دهکده گورچین می باشد .

۳- تیپ اپی ژنتیک (Epigenetic) که بر اثر شستشوی اورانیوم از یک منبع تحت تاثیر آبهای اکسیدان در سربهای قابل نفوذ منطقه بحرکت درآمده و عاقبت توسط یکی از عوامل بازدارنده از قبیل تغییرات در شرایط اکسیداسیون احیائی محیط وجود مواد آلی ، جذب توسط مواد رسی و غیره جمع شده و منجر به تشکیل ذخایری از نوع رسوبی میگردند (مناطق آنومال در طول دره گورچین و اطراف دهکده امیدچه)

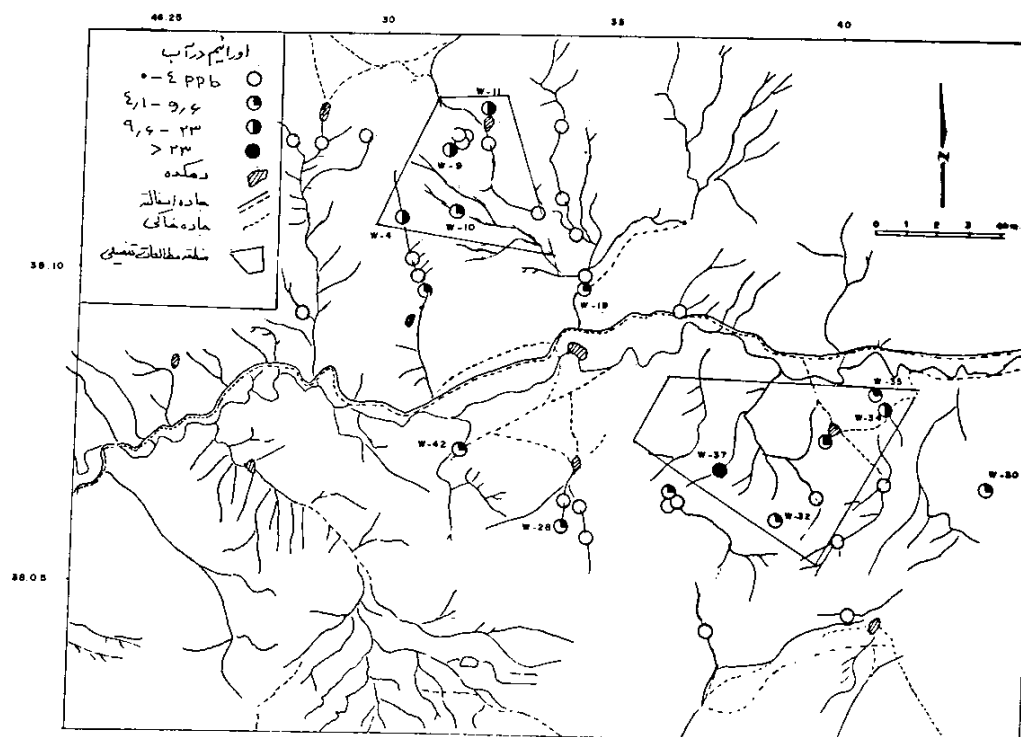
غلظت اورانیوم در آب و در رسوبات کف بستر رودخانه ای در حداقل ۳۵ نقطه مشخص و مقادیر آن به نسبت بیکدیگر در روی منحنی تمام لگاریتمی پیاده شده است .

طبق شکل ۶ همبستگی فضائی مثبت اورانیوم در آب و اورانیوم در رسوبات کف بستر آبدار منطقه موجود نمی باشد ، بلکه یک تنوع همبستگی بسیار ضعیف و منفی بین این دو محیط همجوار برقرار است .

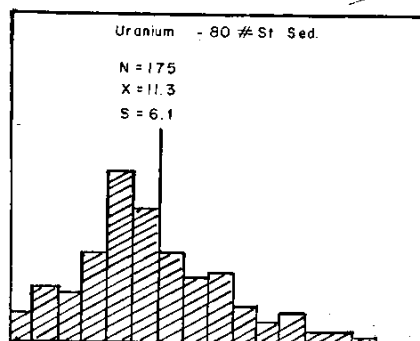
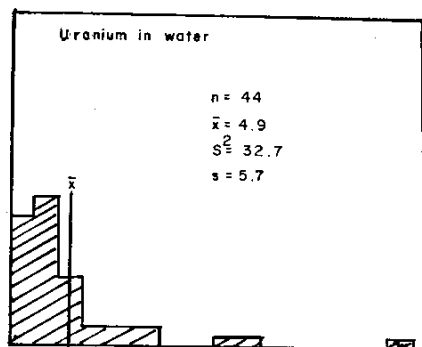
بر طبق مشاهدات فوق در مرحله شناسائی از اکتشاف ژئوشیمی یک نمونه (w - 37) واقع در جنوب شرقی خواجه دارای غلظتی بیش از حد پائین آنومالی یعنی ۳۱/۴ ppb و یک منطقه (w - 34) در شمال شرقی دهکده امیدچه دارای غلظتی بیش از ۱۰ ppb می باشد . بعلاوه نقاط w - 11 و w - 9 در اطراف ده قلعه لر (شمال منطقه) و نیز نقطه w - 4 واقع در شمال دره گورچین غلظتهای بالاتر از ۱۰ ppb را نشان داده اند شکل ۶ .

مطالعات نیمه تفصیلی بعد شامل نمونه برداری بیشتر از قسمتهای بالا دست نقاط آنومال فوق ، علاوه بر تاکید و آشکار نمودن آنومالیهای فوق بصورت آبراهه های آنومال ، مناطق دیگری از آنومالی را بمعرض مشاهده قرار می دهد به اطلاعات مربوط به سنگ شناسی منطقه و وجود لایه های اکتیو تغذیه شده از منبع ولکانیکی ، سه نوع آنومالی بطور کلی در منطقه را می توان بشرح زیر مشخص نمود :

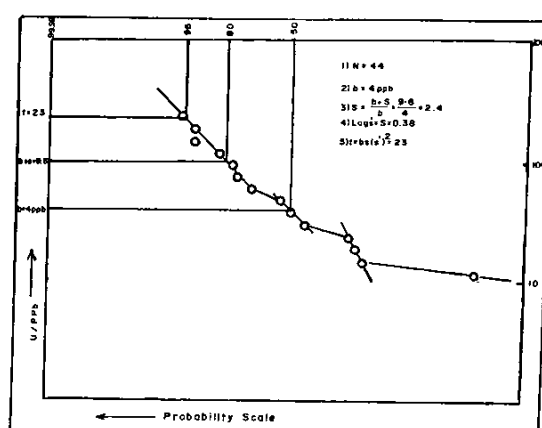
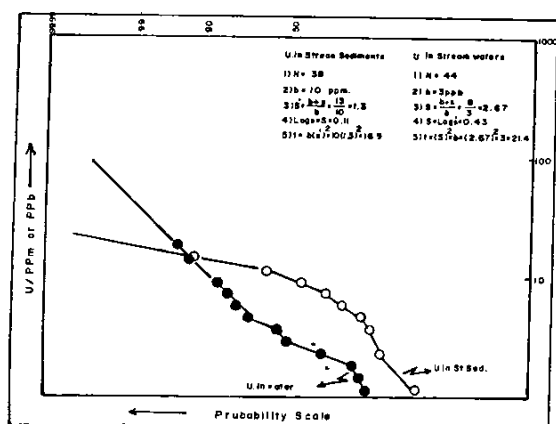
۱- نوع وابسته به ولکانیکهای شمال منطقه (ده قلعه لر) که چه در هنگام تشکیل افقیهای اکتیو و چه در حال حاضر بصورت چشمه (Source) عمل مینمایند (نقاط آنومال اطراف ده قلعه لر)



شکل ۶ محل نمونه برداری آب و مقدار اورانیوم بحسب قسم در بلوون در مرحله شناسائی منطقه گورچین



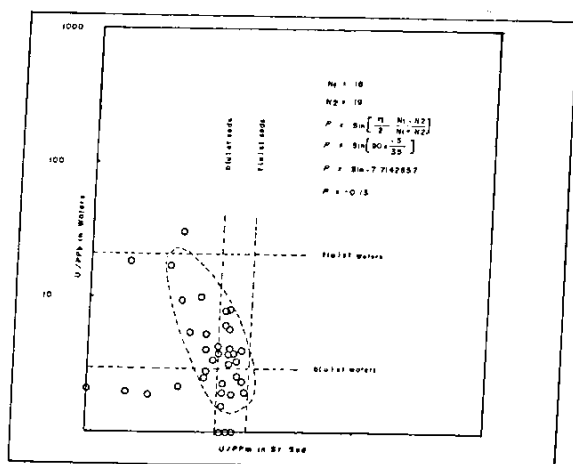
شکل ۲- منحی مشاهدات تجمعی احتمالی اور ایوم درآبهای منطقه گورچین و محاسبه پارامترهای آماری



شکل ۴- همبستگی فضائی بین غلظت اورانیوم در آبها و رسوبات آبراهه‌ای منطقه کورچین

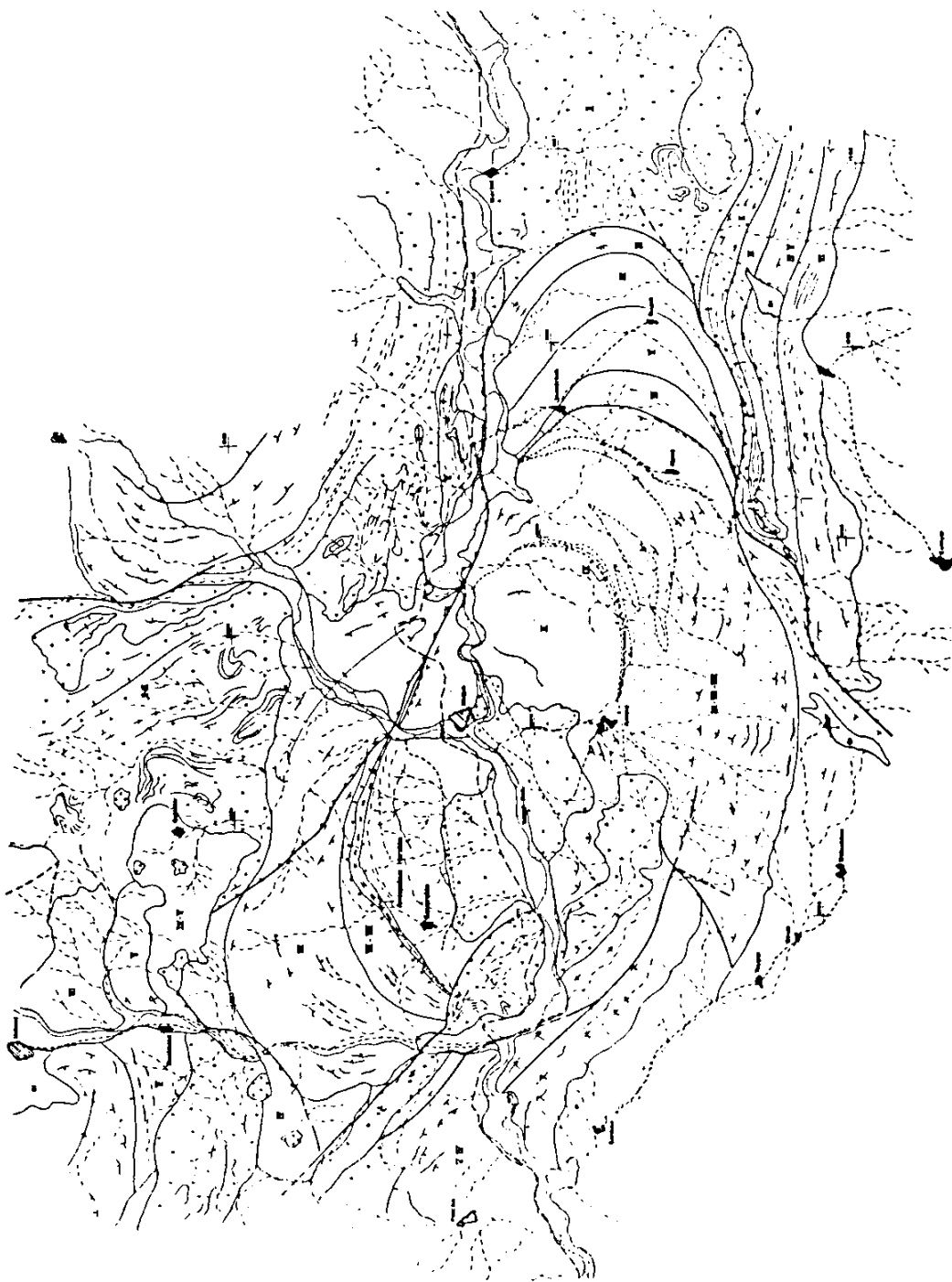
شکل ۳- مقایسه منحنی مشاهدات نجومی-احتمالی اورانیوم در رسوبات آبراهه‌ای و آب منطقه کورچین و محاسبه پارامترهای آماری در هریک از دو محیط

بحث



شکل ۵- نمودارهای مآخذ اب غلظت اوراسیوم در آب و رسوبات
آبراهدای منطقه کورجین

برطبق مطالعات آماری که بر روی نتایج آزمایش ۴۴ نمونه از نظر غلظت اورانیوم که با روش لوپلتیه (Lepeltier) انجام گرفت (۲) مقادیر زمینه، انحراف هندسی، انحراف معیار و حود پائین آنومالی بترتیب برابر با ۴، ۲/۴، ۰/۳۸ و ۲۳ قسمت در بیلیون (ppb) محاسبه شده است. در بین ایمن مقادیر غلظت های بالاتر از ۲۳ ppb غیر عادی بشمار می آیند. با توجه به مقدار غلظت اورانیوم در آبهای طبیعی که بین ۰/۱ تا ۱۰ ppb متغیر اند (۴)، ملاحظه می شود که غلظت های بزرگتر از ۱۰ ppb اورانیوم در آبهای منطقه غیر عادی می باشد. از طرفی طبق نمودار غلظت اورانیوم در آبهای منطقه، شکل ۵ پخش غلظت های اورانیوم در آبهای منطقه عادی نبوده بلکه لگاریتم غلظت آنها بصورت عادی پراکنده است.



شکل ۱ - نقشه زمین شناسی منطقه کوررجین

تعبیر و تفسیر داده‌ها بر اساس روش‌های آماری

(Threshold) و بالاخره مقدار غلظت‌های ناهنجار (آنومال) از عنصر مورد مطالعه از طریق آن محاسبه گردیده است. اشکال ۲ و ۳ منحنی مشاهدات تجمعی - احتمالی اورانیوم در آب‌های منطقه گورچین و محاسبه پارامترهای آماری در هر یک از دو محیط را نشان می‌دهد.

منحنی همبستگی بین غلظت اورانیوم در محیط جامد (رسوبات آبراهه‌ای) و مایع (آب) منطقه، مورد مطالعه قرار گرفته و نتیجه ارتباط دو محیط ذکر شده در این رابطه طبق شکل ۴ مشخص میگردد. روش‌های فوق در سازمان‌های اکتشافی بخصوص در برنامه‌های توسعه سازمان ملل متحد (U.N.D.P) در اکتشاف فلزات پایه همواره کاربرد اساسی و مثبت داشته است. با استفاده از روش لویلتیه (Lepeletier) (۳) تعداد ۲۵۰۰۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای در گواتمالا برای چهار عنصر مس، سرب، روی و مولیبدن مورد مطالعه قرار گرفته و گسترش عناصر مزبور بصورت پخشی غیرعادی نتیجه شده است.

کلیه نقاط نمونه برداری با شماره مربوطه در روی زمین، عکس‌های هوایی منطقه و همچنین دفترچه یادداشت ثبت گردیده. نتایج آزمایش نمونه‌ها شامل: مقدار غلظت اورانیوم در نمونه‌های مایع و جامد توسط مطالعه آماری بروش لویلتیه (Lepeletier) محاسبه (۲) و به سه صورت ساده با جداول مشاهدات تجمعی شامل جداول ۱ و ۲ منحنی‌های مشاهدات تجمعی - احتمالی (Cumulative Frequency on Probability Scale) و بالاخره منحنی همبستگی (Correlation Diagram) جهت تعبیر و تفسیر آنها ارائه گردیده است.

منحنی‌های مشاهدات تجمعی - احتمالی، قسمتهای مختلف از یک جامعه آماری را مشخص نموده و پارامترهای مقدار زمینه (Background)، انحراف هندسی (Geometric Deviation)، انحراف معیار (Standard Deviation)، حد بالای آستانه

تعداد نمونه‌ها
N = 87
سبب بالا ترین مقدار بگترین آن
Range = 1-16
R = 16
Log int. = $\frac{\log R}{n}$
Log int. = $\frac{1.2}{n}$
تعداد کلاس‌ها n = 12

تعداد نمونه‌ها
N = 38
تغییرات غلظت
Range = 1-31
Log int. = $\frac{\log R}{n}$
Log int. = 0.1
میانگین لگاریتم فواصل
Log int = 0.1
تعداد نقاط در منحنی تجمعی با تعداد کلاس
n = 14

درصد مشاهدات تجمعی C.F.P	مشاهدات F.	مشاهدات تجمعی C.F.	مقادیر اورانیوم در میلیون قسمت در میلیون u/ppm
2.63	1	1	1.17
2.63	0	1	1.47
2.63	0	1	1.86
7.89	2	3	2.34
7.89	0	3	2.95
10.5	1	4	3.71
13.16	1	5	4.68
21.0	3	8	5.89
28.9	3	11	7.41
42.1	5	16	9.33
63.1	8	24	11.7
92.1	11	35	14.7
99.99	3	38	18.6

جدول ۲ - مشاهدات تجمعی اورانیوم در رسوبات آبراهه‌ای منطقه گورچین.

درصد مشاهدات تجمعی	مشاهدات تجمعی	مشاهدات (فرکانس)	مقادیر اورانیوم (قسمت در میلیون)	مقادیر اورانیوم (واحد لگاریتمی)
11.36	5	5	1.17	0.07
13.63	6	1	1.47	0.17
15.9	7	1	1.86	0.27
40.9	18	11	2.34	0.37
49.9	22	4	2.9	0.47
56.8	25	3	3.71	0.57
72.7	32	7	4.68	0.67
79.5	35	3	5.89	0.77
81.8	36	1	7.41	0.87
86.36	38	2	9.33	0.97
93.2	41	3	11.7	1.07
93.2	41	0	14.7	1.17
95.4	42	1	18.6	1.27
99.99	44	2	23.4	1.37

جدول ۱ - مشاهدات تجمعی مقادیر اورانیوم بر حسب قسمت در میلیون در آب‌های منطقه گورچین.

واقع در شمال و شمال شرق دهکده گورچین

۳- نوع اپی ژنتیک (Epigenetic) شسته شده از یک منبع در شرایط مناسب اکسیداسیون و تجمع یافته در سنگ میهمان (Host rock) در شرایط مناسب احیائی و عوامل باز-دارنده یونهای محلول اورانیوم از قبیل مواد آلی، رسی، سولفور و غیره (دره گورچین و اطراف دهکده امیدچه) مقادیر اورانیوم در آبهای منطقه نسبت به مقادیر این عنصر در رسوبات آبراهه‌ای دارای همبستگی منفی وضعیف می‌باشد ($\rho = 0.13$) این امر موید استقلال عملکرد دو محیط ژئو-شیمیائی فوق از نظر عمل جذب یون اورانیوم می‌باشد. با توجه به نتیجه‌گیریهای ذکر شده در فوق مزایای بیشتر محیط آب و بطور کلی سیالات به محیط‌های ژئوشیمیائی جامد دیگر بعلت داشتن تحرک و خاصیت انحلال مواد معدنی و تماس با سنگها و رخساره‌های اورانیوم دار بدون رخنمون لزوم جدی آن را در مطالعات اکتشافی هیدروژئوشیمی ایجاب می‌نماید.

با در نظر گرفتن غلظت اورانیوم در آبهای طبیعی بمقدار ۱/۰ تا ۱۰ ppb که نسبت به محیط‌های مختلف متغیر است (۴)، نمونه‌های آب جمع‌آوری شده در ناودیس رسوبی گورچین مقادیر بالاتر از ۲۳ ppb اورانیوم در خود نشان داده‌اند. بر طبق محاسبات آماری مقادیر حد آستانه، انحراف معیار، و حد بالای آستانه از عناصر اورانیوم در آبهای منطقه مزبور بر ترتیب برابر با ۰/۳۸، ۴ و ۲۳ ppb محاسبه شده است. از طرفی دیگر عناصر اورانیوم در آبهای منطقه گورچین نسبت به رسوبات آبراهه‌ای دارای پخش غیرعادی بوده و بدین جهت منطقه مزبور از نظر پیگیری اکتشافی جهت این عنصر دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. مناطق ناهنجاری از عناصر اورانیوم در آبها به سه دسته زیر در منطقه تقسیم می‌گردند:

- ۱- نوع وابسته به ولکانیک‌های شمال منطقه (ده قلعه‌لر)
- ۲- نوع تشکیل شده بصورت هم‌زمان با افق‌های آگلومراتیک

References

- 1) B. Samani and A. Emileh " Geological Map of Gavarchin Syncline, scale 1:50000, 1981.
- 2) C. Lepeltier " A Simplified Statistical Treatment of Geochemical Data by Graphical Representation, Economic Geology " Vo. 64, pp. 358-550, 1969.
- 3) C. Lepeltier "Geochemical Exploration in the United Nations Development Programme (1970/73), 1973. Association of Exploration Geochemists Newsletter, August 10.
- 4) J.D. Hem " Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters ", Geological Survey, Water Supply, paper No, 1473, U.S. Department of the Interior, p. 212, 1970.

GEOCHEMICAL AND HYDROGEOCHEMICAL STUDY OF GOWARCHIN SYNCLINE FOR URANIUM EXPLORATION

M. S. Emami

*Exploration Division, Atomic Energy Organization of Iran,
P. O. Box 11365- 8486, Tehran - Iran*

Abstract- Fourty four stream water samples were collected for Uranium determination by fluorimetry in neogen sedimentary basin of gowarchin area (NW Iran). Statistical analysis is carried out over the results of samples. Based on the obtained results, threshold value of uranium in waters of studied area is greater than clark value of most natural waters. pH values of waters are near neutrality but their conductivities are surprisingly high because of salinity originated from salt domes within the area.

High Uranium background in water samples of the area and absence of ground-radioactivity may result the contact of the present waters with concealed uranium mineralization beneath the ground.

Hydrogeochemical uranium anomalies in the area classified as follow:

- 1) Volcanogenic origine .
- 2) Synegenetic with active layers of agglomerat .
- 3) Epigenetic anomalies derived from 1 and 2 by processes of weathering and reconcentration in porous rocks of the area.