مطالعات ژئوشیمیایی و بررسی همبستگی اورانیوم با سایر عناصر در محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی (ایران مرکزی)

جلیل ایرانمنش*[۱]، حمید مداحی[۲]

۱- استادیار گروه پژوهشی اکتشاف و استخراج، پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، تهران، ایران.

۲- گروه پژوهشی اکتشاف و استخراج، پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، تهران، ایران

(عهده دار مکاتبات – jiranmanesh@aeoi.org.ir)*

چکیده

دراین مطالعه پس از انجام مشاهدات صحرایی و آنالیز نمونه‌های سنگی به روش XRF، با استفاده از روش‌های آماری و تجربی به تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی اورانیوم و بررسی همبستگی این عنصر با دیگر عناصر موجود در محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی واقع در پهنه ساختاری-رسوبی ایران مرکزی پرداخته شده است. بدین منظور، پس از نرمال‌سازی توزیع عناصر و تعیین پارامترهای آماری میانگین (M) و انحراف معیار(S)، مقدار زمینه و حد آستانه‌ای آنومالی‌ها مشخص و در نهایت نقشه آنومالی هر یک از عناصر تهیه شده است. بر این اساس، مقدار زمینه اورانیوم در این منطقه ppm ۵ و بیشترین مقدار آن که نشاندهنده آنومالی است ۲۰ppm محاسبه شده است. در منطقه مورد مطالعه سه آنومالی اورانیوم تشخیص داده شده است که مهم‌ترین آن‌ها در نقطه N_0S_0 و در سنگهای میزبان گرانیت آناتکسی، میگماتیت و زون دگرسانی پروپلیتیک اطراف این سنگ‌ها واقع گردیده است. همچنین برای تعیین رابطه و همبستگی بین عناصر و مشخص نمودن عناصر ردیاب اورانیوم، از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای دندروگرام، ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن و نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی عناصر استفاده شده است. بر این اساس، اورانیوم با عناصر Th, Zr, Sr, Rb, Pb, Ce, Ba همبستگی منفی و با عناصر Y, V, Ni, Nb, Mo, Cu, Cr, Co و نیز دو اکسید اصلی Tio_2 و Fe_2o_3 همبستگی مثبت دارد.

واژگان کلیدی: *مطالعات ژئوشیمیایی، اورانیوم، ضریب همبستگی، خشومی.*

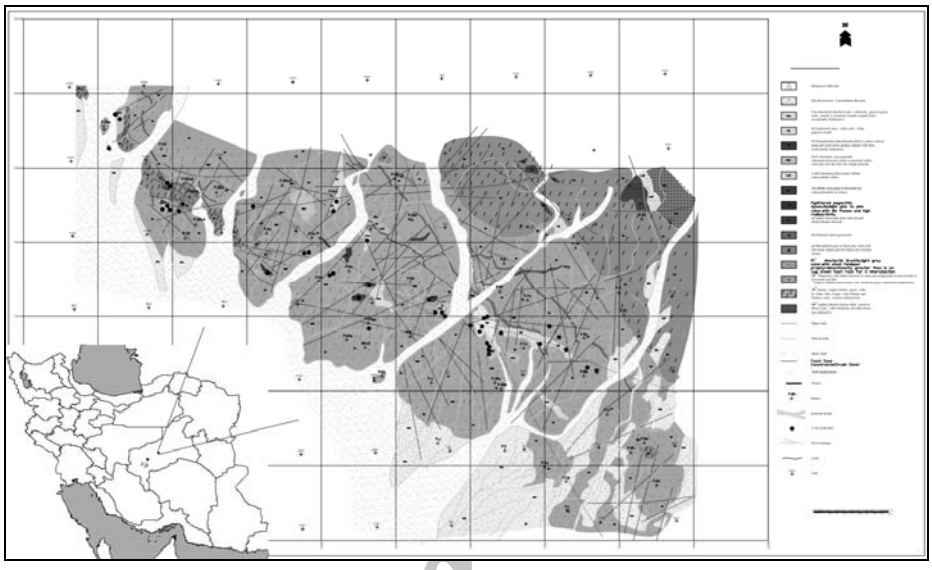
۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین مسایل جامعه بشری جهت ادامه حیات، پیشرفت و توسعه محیط اطراف خود تأمین انرژی است. در حال حاضر عمده‌ترین منبع تولید نیرو را سوخت‌های فسیلی تشکیل می‌دهند. با توجه به پایان پذیر بودن این منبع و آلودگی زیست محیطی ناشی از چرخه تولید و مصرف آن، لزوم تولید انرژی‌های نوین و جایگزینی آن‌ها به جای سوخت فسیلی و پرداختن به فناوری سوخت هسته‌ای به عنوان منبع نیرویی پاک، ارزان و نوین، بیش از پیش روشن می‌گردد. چرخه سوخت هسته‌ای سلسله فرآیندهای پیچیده‌ای است که اولین حلقه‌های آن را اکتشاف و استخراج اورانیوم تشکیل می‌دهد (قنادی مراغه،۱۳۸۸). یکی از روش‌های اساسی جهت شناسایی و اکتشاف کانسارهای اورانیوم، مطالعات ژئوشیمیایی است. تا به امروز، در بسیاری از نواحی ایران مطالعات و فعالیت‌هایی متعدد در راستای شناسایی و اکتشاف این ماده معدنی با ارزش صورت گرفته است. از این‌رو، در این مطالعه به شناسایی آنومالی‌های ژئوشیمیایی اورانیوم و دیگر عناصر موجود در محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی پرداخته شده است. مجموعه آنومالی‌های ۴۷ گانه خشومی در منطقه کوه دره انجیر در ۱۵۰ کیلومتری شمال شرقی شهر یزد و ۲۰ کیلومتری جنوب غربی روستای ساغند واقع شده است. آنومالی ۶ خشومی با وسعت تقریبی ۳۲۰ هکتار بین طول‌های جغرافیایی ´۵۵°۰۵ تا ´۵۵°۱۱

Archive of SID

www.SID.ir

شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´۲۰°۳۲ تا ´۲۱°۳۲ شمالی واقع شده است. قدیمی‌ترین واحدهای سنگی منطقه را مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونی گنایس، میکاشیست و آمفیبولیت تشکیل می‌دهد. واحد گنایسی در اثر ذوب به گرانیت آناتکسی تبدیل شده و همراه با میگماتیت‌ها بخش وسیعی از منطقه را پوشش داده‌اند. سنگ‌های آذرین و دگرگونی موجود در این منطقه ناشی از دگرشکلی پوسته قاره‌ای گرانیتی است که درآن چین‌خوردگی‌ها و شکستگی‌های فراوانی رخ داده و گرانیت‌های کالکوآلکالن و میگماتیت‌ها حاصل این فرآیند دگرشکلی هستند (ایرانمنش و قنبری، ۱۳۸۳) (شکل۱).



شکل۱: موقعیت جغرافیایی و نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

۲- روش مطالعه

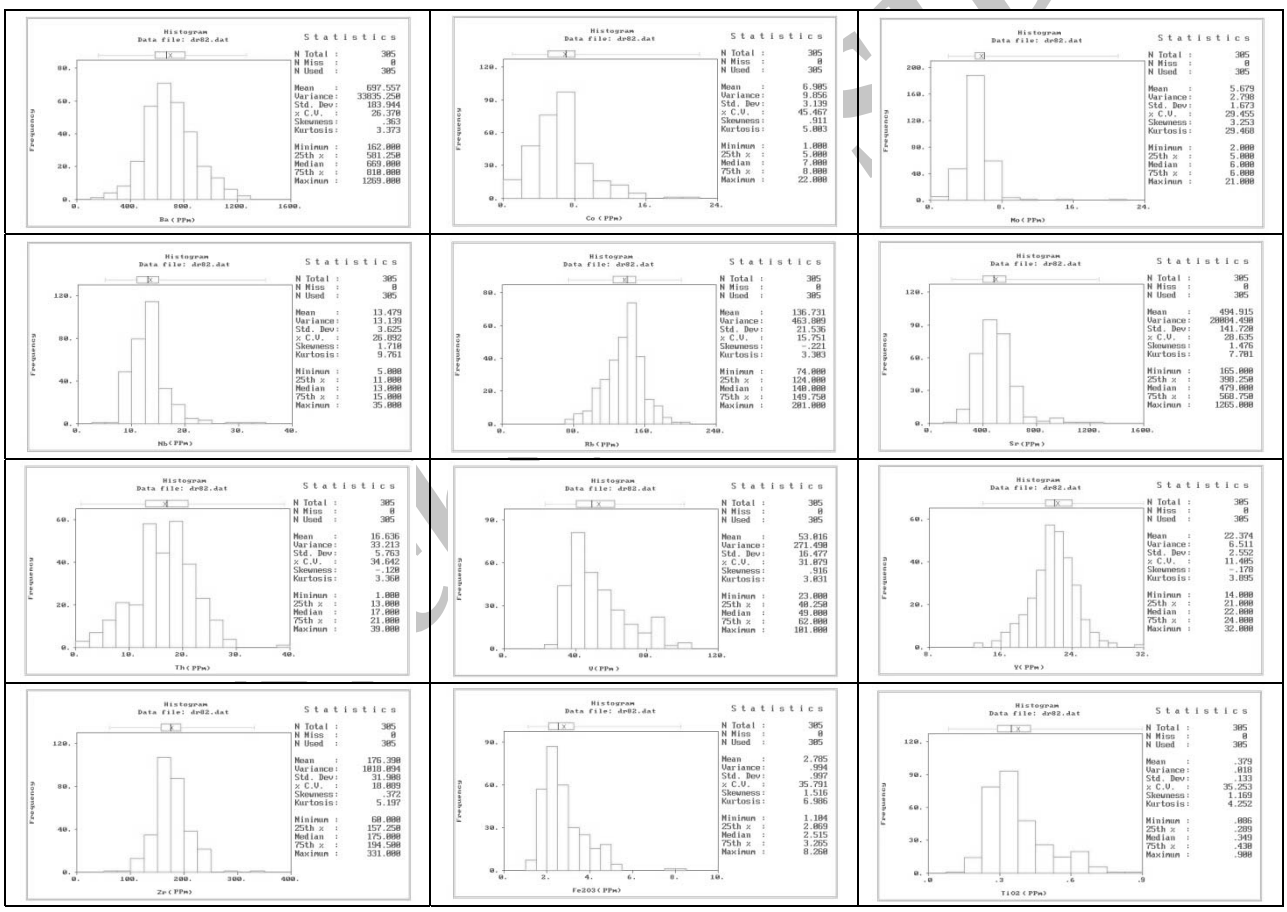
در این مطالعه، جهت اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده آنومالی ۶ خشومی، محدوده‌ای به وسعت ۹۶ هکتار تحت پیمایش و قرائت رادیومتری قرار گرفت و بر اساس اولویت به سه قسمت تقسیم گردید. سپس نمونه‌برداری لیتوژئوشیمیایی در قسمت اول که با توجه به قرائت رادیومتری به عنوان اولویت یک مد نظرقرار گرفته است، در منطقه‌ای به وسعت ۳۰ هکتار انجام پذیرفت. جهت انجام نمونه‌برداری ابتدا با توجه به نقشه‌های زمین شناسی منطقه و بر اساس پروفیل‌های نقشه برداری، شبکه نمونه‌برداری با جهت شمالی- جنوبی انتخاب گردید. نمونه‌ها در روی هر پروفیل به فواصل یک متری برداشت و سپس ۱۰ نمونه با هم مخلوط و به عنوان نماینده فواصل ۱۰ متری در نظر گرفته شدند. فاصله پروفیل‌ها از یکدیگر نیز ۱۰۰ متر بوده است. بعد از عملیات نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها، تعداد ۳۰۵ نمونه به منظور آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه مرکزی معاونت اکتشاف سازمان انرژی اتمی ایران فرستاده شد تا نتایج حاصل از آن، مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. پس از دریافت نتایج آنالیزها، جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها، هیستوگرام آن‌ها ترسیم گردید و بر اساس آن، برخی از داده‌های اکتشافی دارای توزیع نامتقارن با چولگی مثبت تشخیص داده شدند. در نتیجه توزیع این‌گونه داده‌ها با استفاده از لگاریتم مبنای طبیعی متقارن و به حالت نرمال نزدیک گردید. سپس مقادیر نرمال شده برای محاسبه پارامترهای آماری میانگین (M) و انحراف معیار(S)، مورد استفاده قرار گرفت و با توجه به M+S ,M+2S ,M+3S مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی‌ها مشخص و در نهایت نقشه آنومالی ژئوشیمیایی هر یک از عناصر فرعی و اکسیدهای اصلی مطابق شکل (۴) تهیه گردید. علاوه بر این، برای تعیین رابطه و همبستگی بین عناصر و مشخص نمودن عناصر ردیاب اورانیوم، از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای دندروگرام، ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن نیز استفاده شده است.

Archive

www.SID.ir

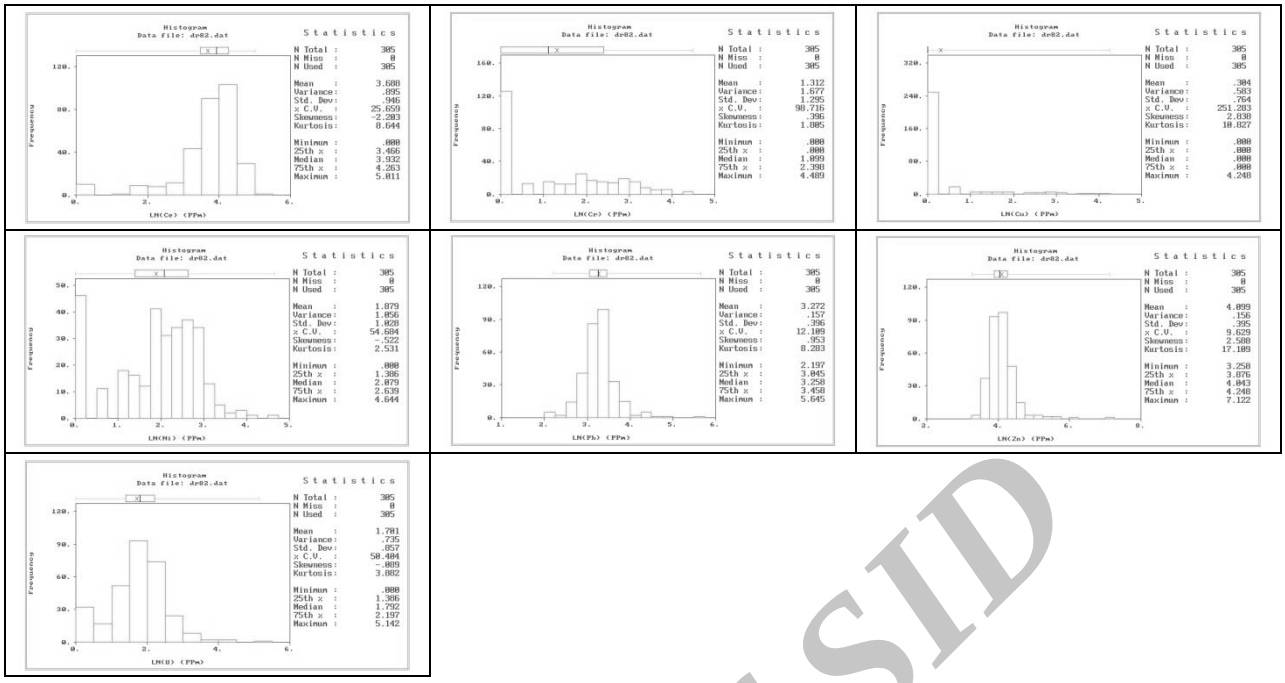
۳- بحث و بررسی

هدف از بررسی‌های ژئوشیمیایی اکتشافی، کشف وضعیت‌هایی از توزیع ژئوشیمیایی غیرعادی یا همان آنومالی‌های ژئوشیمیایی عناصر مختلف است که در ارتباط با کانی سازی هستند. این آنومالی‌ها براساس میزان انحراف داده‌های ژئوشیمیایی از مقدار زمینه شناخته می‌شوند (ایرانمنش و قنبری،۱۳۸۲). در تعیین مقدار زمینه و مرز آنومالی‌ها، مهم‌ترین فاکتور تعیین پارامترهای آماری میانگین و انحراف از معیار است (حسنی پاک و اشرف‌الدین،۱۳۸۰). اکثر روش‌های آماری شرط نرمال بودن داده‌ها را یدک می‌کشند. در توزیع نرمال حدود ۶۸ درصد داده‌ها در فاصله M-S تا M+S ، حدود ۹۵ درصد داده‌ها در فاصله M-2S تا M+2S و حدود ۹۹ درصد داده‌ها در فاصله M-3S تا M+3S قرار می‌گیرند. اما از آنجایی‌که در مطالعات اکتشافی ژئوشیمیایی هدف تعیین و شناسایی آنومالی‌های مثبت است، تنها M+S, M+2S, M+3S در نظر گرفته می‌شوند. همانطور که عنوان شد در این مطالعه پس از ترسیم هیستوگرام، داده‌هایی که دارای توزیع نامتقارن با چولگی مثبت بودند، با استفاده از لگاریتم مبنای طبیعی متقارن و همانند دیگر داده‌ها به حالت نرمال نزدیک گردیدند (شکل‌های ۲و۳).



شکل۲: هیستوگرام داده‌هایی که دارای توزیع متقارن و نرمال هستند

www.SID.ir



شکل۳: نرمال‌سازی توزیع داده‌های عناصری که دارای توزیع نامتقارن هستند با استفاده از هیستوگرام لگاریتم مبنای طبیعی

پس از آن همان‌طور که در بخش مربوط به روش مطالعه نیز ذکر شد، مقادیر نرمال شده برای محاسبه پارامترهای آماری لازم، مورد استفاده قرار گرفت و با توجه به M+S ,M+2S, M+3S مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی‌ها مشخص و در نهایت نقشه آنومالی ژئوشیمیایی هر یک از عناصر فرعی و اکسیدهای اصلی مطابق شکل (۴) تهیه گردید.

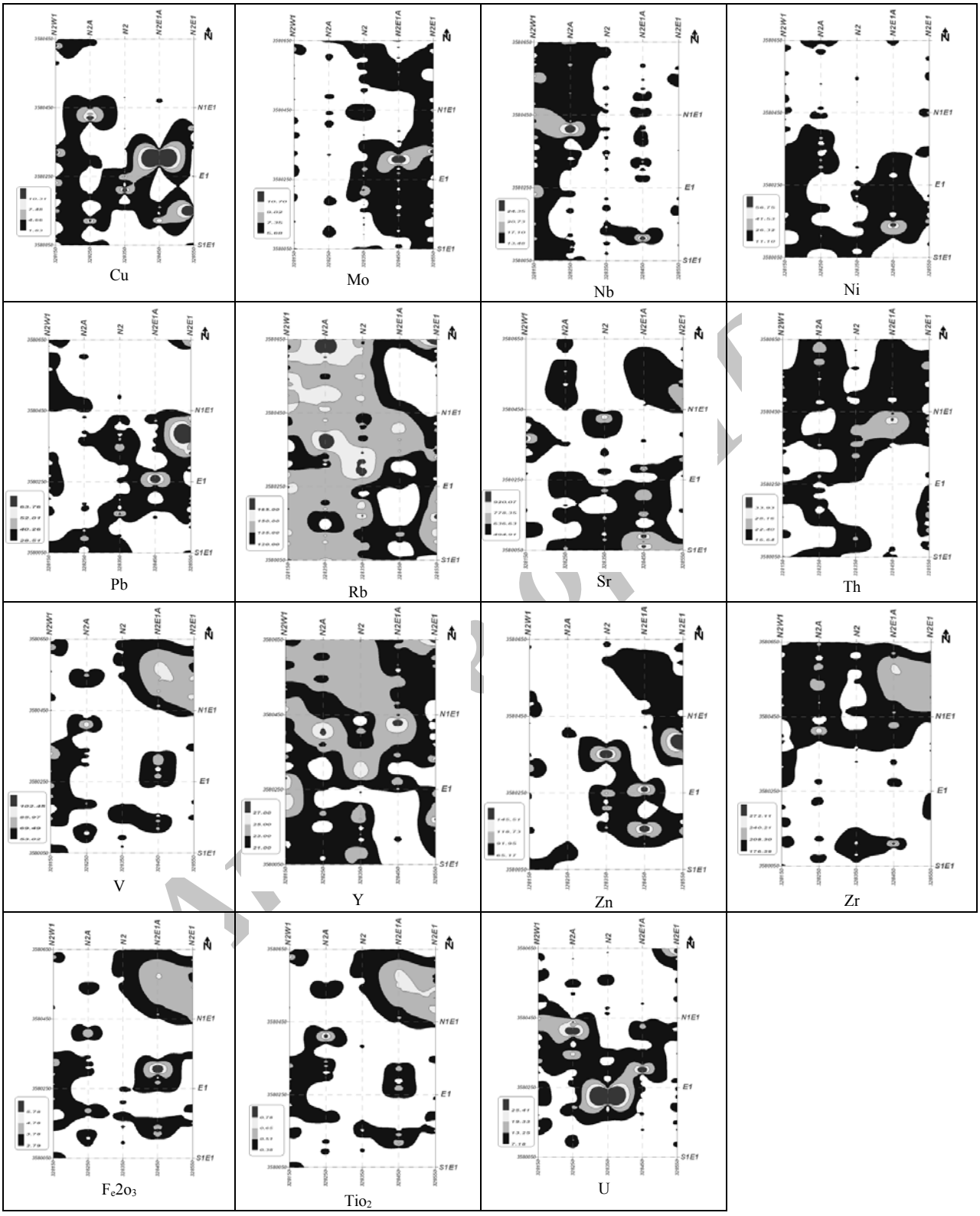
بر اساس نتایج حاصل از بررسی‌های آماری و تفسیر نقشه آنومالی ژئوشیمیایی مربوط به عنصر اورانیوم، مقدار زمینه این عنصر برابر ppm ۵ و بیشترین مقدار آن که به عنوان آنومالی در نظر گرفته شده است بیش از ppm ۲۰ می‌باشد. برای این عنصر سه آنومالی می‌توان در نظر گرفت که مهم‌ترین آن‌ها مربوط به نقطه N_0S_0 و دوآنومالی دیگر نیز در جهات شمال شرقی و شمال غربی این آنومالی واقع شده‌اند. با انطباق منحنی‌های هم تراز اورانیوم بر روی نقشه زمین شناسی منطقه مطالعاتی، می‌توان مشاهده نمود که آنومالی‌های یاد شده بر روی سنگ‌های میزبان از جنس گرانیت آناتکسی، میگماتیت و زون دگرسانی پروپلیتیک موجود در حاشیه این‌گونه سنگ‌ها قرار گرفته‌اند. البته قسمتی از سنگ میزبان گرانیت آناتکسی موجود در آنومالی N_0S_0 به دلیل پوشش توسط آبرفت‌های رودخانه‌ای قابل مشاهده نمی‌باشد. اما یکی از اهداف این مطالعه، تعیین همبستگی و ارتباط بین اورانیوم با عناصر مختلف و مشخص نمودن عناصر ردیاب (راهنما) این عنصر است. بدین منظور از روش‌های تجزیه و تحلیل خوشه‌ای دندروگرام، ضریب همبستگی و بررسی نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی سایر عناصر و انطباق آنها با نقشه آنومالی ژئوشیمیایی اورانیوم استفاده شده است.

در شکل (۵) دندروگرام مربوط به عناصر مختلف ارائه شده است که نشان می‌دهد عناصر فرعی Mo, Cu, Ni, Cr, Co, V و اکسیدهای اصلی Tio_2 و Fe_2o_3 از رابطه خوب و نزدیکی با عنصر اورانیوم برخوردار هستند.

ضریب همبستگی بین عناصر فرعی و اکسیدهای اصلی نیز به روش اسپیرمن محاسبه و در جدول (۱) ارائه گردیده است. همانطور که این جدول نشان می‌دهد، اورانیوم با عناصر Th, Zr, Sr, Rb, Pb, Ce, Ba همبستگی منفی و با عناصر Y, V, Ni, Nb, Zn, Mo, Cu, Cr, Co و نیز دو اکسید اصلی Tio_2 و Fe_2o_3 همبستگی مثبت دارد.

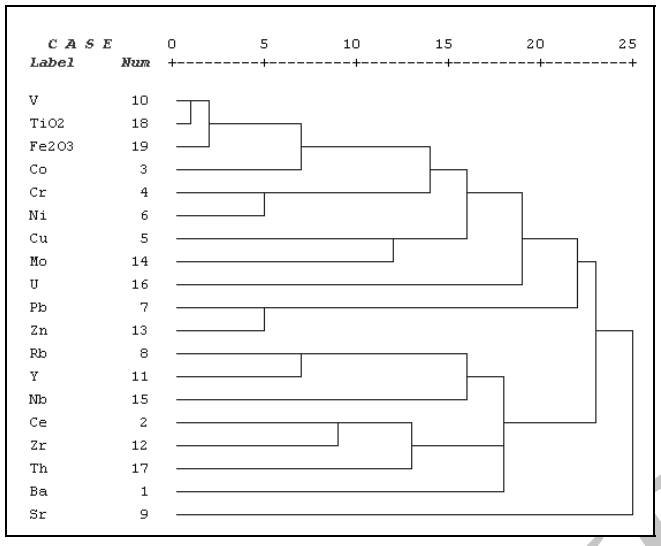
Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴: نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عناصر فرعی و اکسیدهای اصلی محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی

www.SID.ir



شکل ۵: دندروگرام همبستگی عناصر آنالیز شده در محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی

جدول۱: ضریب همبستگی بین عناصر مختلف در محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی

	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zr	Zn	Mo	Nb	U	Th	TiO2	Fe2O3
Ba	1.00	0.11	-0.21	-0.26	-0.10	-0.18	-0.08	0.38	0.06	-0.26	0.11	0.16	-0.19	-0.27	0.12	-0.15	0.33	-0.16	-0.26
Ce		1.00	0.21	-0.15	-0.04	-0.08	-0.14	-0.10	0.14	0.33	0.14	0.58	0.03	-0.09	0.21	-0.03	0.42	0.40	0.28
Co			1.00	0.49	0.34	0.42	-0.07	-0.20	-0.14	0.70	0.07	0.26	0.17	0.24	0.27	0.12	-0.22	0.62	0.71
Cr				1.00	0.48	0.79	0.05	-0.07	-0.26	0.41	-0.09	-0.18	0.14	0.25	0.14	0.18	-0.37	0.33	0.45
Cu					1.00	0.31	0.09	-0.10	-0.16	0.23	-0.11	-0.15	0.18	0.41	0.09	0.24	-0.21	0.20	0.45
Ni						1.00	0.00	0.02	-0.20	0.31	0.01	-0.13	0.05	0.15	0.14	0.11	-0.31	0.28	0.33
Pb							1.00	0.12	-0.19	-0.19	0.06	-0.26	0.74	0.14	-0.10	-0.02	-0.04	-0.21	-0.21
Rb								1.00	-0.44	-0.33	0.68	-0.07	-0.13	-0.22	0.25	-0.04	0.30	-0.26	-0.35
Sr									1.00	-0.06	-0.48	0.07	-0.09	-0.06	-0.19	-0.17	-0.05	-0.06	-0.13
V										1.00	0.11	0.54	0.16	0.17	0.32	0.10	-0.14	0.94	0.91
Y											1.00	0.29	-0.07	-0.14	0.37	0.01	0.38	0.16	0.03
Zr												1.00	-0.05	-0.24	0.47	-0.12	0.45	0.63	0.42
Zn													1.00	0.19	0.00	0.05	-0.09	0.14	0.16
Mo														1.00	-0.08	0.19	-0.31	0.15	0.37
Nb		Legend													1.00	0.14	0.11	0.37	0.26
U		<0.3														1.00	-0.12	0.09	0.15
Th		0.3- 0.6															1.00	-0.05	-0.18
TiO2		>0.6																1.00	0.87
Fe2O3																			1.00

اما همانطور که بیان شد یکی از روش‌هایی که در این مطالعه برای تعیین همبستگی و ارتباط بین اورانیوم و دیگر عناصر و اکسیدهای موجود و شناسایی عناصر ردیاب اورانیوم در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است، بررسی نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی عناصر و اکسیدهای مختلف و انطباق آنها با نقشه آنومالی ژئوشیمیایی اورانیوم است. همانگونه که در شکل (۴) مشاهده می‌شود برخی از عناصر و همچنین دو اکسید اصلی Tio_2 و Fe_2o_3 دارای یک یا چند آنومالی منطبق بر حداقل یکی از آنومالی‌های اورانیوم هستند و ارتباط و همبستگی نسبتاً نزدیکی را با این عنصر نشان می‌دهند. در نتیجه میتوان این عناصر و اکسیدها را به عنوان ردیابهایی مناسب برای پی جویی و اکتشاف اورانیوم در این منطقه مطالعاتی در نظر گرفت. این مسأله همخوانی خوبی با نتایج حاصل از دو روش دندروگرام و ضریب همبستگی نیز نشان می‌دهد.

۴- نتیجه گیری

۱- باتوجه به نقشه آنومالی ژئوشیمیایی تهیه شده برای عنصر اورانیوم در محدوده آنومالی ۶ منطقه خشومی سه آنومالی برای این عنصر تشخیص داده شد که مهم‌ترین آن‌ها مربوط به نقطه N_0S_0 و دوآنومالی دیگر نیز در جهات شمال شرقی و شمال غربی این آنومالی واقع شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- آنومالی‌های اورانیوم بر روی سنگ‌های میزبان از جنس گرانیت آناتکسی، میگماتیت و زون دگرسانی پروپلیتیک موجود در حاشیه این‌گونه سنگ‌ها قرار گرفته‌اند.

۳- اورانیوم با عناصر Th, Zr, Sr, Rb, Pb, Ce, Ba همبستگی منفی و با عناصر Y, V, Ni, Nb, Zn, Mo, Cu, Cr, Co و نیز دو اکسید اصلی Tio_2 و Fe_2o_3 همبستگی مثبت دارد. از اینرو عناصر و اکسیدهای اخیر که دارای همبستگی مثبت با اورانیوم هستند، ردیاب‌های مناسبی برای این عنصر با ارزش محسوب می‌گردند.

۴- دندروگرام مربوط به عناصر مختلف نشان می‌دهدکه عناصر فرعی Mo, Cu, Ni, Cr, Co, V و اکسیدهای اصلی Tio_2 و Fe_2o_3 از رابطه خوب و نزدیکی با عنصر اورانیوم برخوردار هستند.

۵- نقشه‌های آنومالی تهیه شده نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه، آنومالی‌های توریم در مناطقی دور از آنومالی‌های اورانیوم قرار دارند. این مسأله منطبق بر نتایج حاصل از دندروگرام و ضریب همبستگی مربوط به عناصر است و نشان دهنده همبستگی منفی و عدم ارتباط این دو عنصر با یکدیگر می‌باشد.

۵- منابع

۱- ایرانمنش، ج. و قنبری، ی.، ۱۳۸۲، مقایسه دو روش محاسبه میانگین، انحراف معیار و روش محاسبه میانه و درصدهای فراوانی تجمعی جهت جدایش زمینه از آنومالی،گزارش اکتشافی شماره ۰۶۳۶-۸۲، سازمان انرژی اتمی ایران.

۲- ایرانمنش، ج. و قنبری،ی.، ۱۳۸۳، مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده آنومالی۶ منطقه خشومی (ایران مرکزی)، گزارش اکتشافی شماره ۰۶۶۲-۸۳ ، سازمان انرژی اتمی ایران.

۳- حسنی پاک، ع. و اشرف الدین، م.، ۱۳۸۰، تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران- ایران.

۴- قنادی مراغه، م. چرخه سوخت هسته‌ای، ۱۳۸۸، انتشارات پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران.

Archive of SID

www.SID.ir