

اکتشاف اورانیوم به روش ژئوفیزیک رادیومتری هوایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ چادرملو

مصطفی شاکرمی^۱، غلامرضا رحیمی پور^۲، ایوب معمار^۳، حجت‌اله رنجبر^۴، یوسف قنبری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن (اکتشاف معدن) - دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- استادیار بخش مهندسی معدن - دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- گروه اکتشاف سازمان انرژی اتمی ایران

۴- دانشیار بخش مهندسی معدن - دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده

یک منطقه وسیع را می‌توان با استفاده از روش ژئوفیزیک رادیومتری هوایی در زمان کوتاه و با صرف هزینه اندک مورد بررسی قرار داد و مناطق امیدبخش عناصر پرتوزا را معین نمود. در این مقاله داده‌های ژئوفیزیک رادیومتری هوایی عناصر اورانیوم و توریم از برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ چادرملو مورد بررسی آماری قرار گرفت و پارامترهای آماری این عناصر محاسبه گردید. سپس جدایش بی‌هنجاری‌ها بر اساس پراکندگی حول میانگین برای عناصر اورانیوم و توریم انجام شد. بدین ترتیب که میانگین بدست آمده به عنوان حدزمینه، $\bar{X} + 1S$ به عنوان حد آستانه، $\bar{X} + 2S$ بی‌هنجاری ممکن و $\bar{X} + 3S$ بی‌هنجاری احتمالی در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از روش فرکتال، جدایش بی‌هنجاری‌ها محاسبه شد. در نهایت مقادیر حاصل از دو روش ساختاری (فرکتال) و غیرساختاری (آمار کلاسیک) با هم مقایسه شدند و مناطق بی‌هنجاری مشخص گردید. مقایسه نتایج حاصل از این دو روش بی‌هنجاری‌های یکسانی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اورانیوم، ژئوفیزیک هوایی، آمار کلاسیک، روش فرکتال، چادرملو

Uranium Exploration by Airborne Radiometric Geophysical Method in 1:100000 Sheet of Chadormalu

M.Shakarami, Gh.Rahimipour, A.Memar, H.Ranjbar, Y.Ghanbari

Abstract

A region can be prospected in a short time and low cost by using airborne radiometric method favorable to detect prospected zones of radioactive elements. in this paper, the uranium and thorium airborne geophysical data of 1:100000 Chadormalu sheet have been investigated statistically and the statistical parameters of these elements are estimated. The separation of anomalous from background is applied based on dispersion of U and Th values around average. The population value of average considered as background, $\bar{x} + s$ as threshold, $\bar{x} + 2s$ as possible anomaly and $\bar{x} + 3s$ as probable anomaly. Then the separation of anomaly from background was implemented by using Fractal method. Finally the threshold values of two different spatial (Fractal) non-spatial (statistical) methods are compared and the favorable areas are detected. The compare of these two different methods for separating anomaly from background (Fractal & statistics) show similar result.

Keywords: Uranium, Airborne geophysical, classical statistics, fractal method, Chadormalu

۱- مقدمه

داده‌های ژئوفیزیک هوایی مورد استفاده در این مقاله توسط سه شرکت پراکلا (شرکت آلمانی)، استیرکس (شرکت استرالیایی) و C.G.G (شرکت فرانسوی) برداشت شده‌اند. در اکثر پروژ ه‌های اکتشافی عنصر اورانیوم استفاده از داده‌ها و روش‌های ژئوفیزیک هوایی در کوتاهترین زمان ممکن، رسیدن به محدوده‌های امیدبخش و اندیس‌های معدنی برای ادامه مراحل اکتشاف را ممکن می‌سازد به همین دلیل لزوم استفاده از روش‌های مختلف برای پردازش و تعبیر و تفسیر این داده‌ها به منظور دستیابی به محدوده‌های عناصر پرتوزا از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. اکثر بی‌هنجاری‌های اورانیوم کشور از طریق تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی رادیومتری کشف گردیده‌اند.

منابع اورانیوم کره زمین بر مبنای جایگاه زمین شناسی و ویژگی‌های سازندهای میزبان بر حسب ارزش اقتصادی آن‌ها به صورت زیر طبقه بندی می‌گردند [۵]:

کانسارهای منسوب به دگرشیبی، کانسارهای ماسه‌سنگ، کانسارهای کنگلومرای کوارتز - قلوه سنگ، کانسارهای رگه‌ای، کانسارهای کمپلکس برشی، کانسارهای آذرین درونی، کانسارهای فسفریت، کانسارهای تنوره های برشی فرو ریخته، کانسارهای آتشفشانی، کانسارهای سطحی، کانسارهای دگرنهادی، کانسارهای دگرگونی، کانسارهای لیگنیت، کانسارهای شیل سیاه، سایر انواع کانسارها.

۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

محدوده‌ی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ چادرملو در مرکز ایران و شرق استان یزد در گوشه جنوب‌باختری چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ آبدوغی و به فاصله تقریبی ۲۰۰ km در شمال شرقی شهرستان یزد قرار دارد. این ناحیه بین طول‌های "55° 30' 00" الی "56° 00' 00" و عرض‌های "32° 00' 00" الی "32° 30' 00" محصور شده است. این نقشه شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ به نام‌های کوه‌میل‌زاغی، علی‌آباد ملاحیرضا، زیره‌خان و چادرملو است. مرتفع‌ترین نقطه این ناحیه در بخش خاوری به ارتفاع ۲۲۶۵ متر از سطح دریا در کوه بندسركوه و پست‌ترین نقطه آن در گوشه شمال شرقی با ارتفاع ۹۱۱ متر از سطح دریا می‌باشد. [۴]

منطقه مورد بررسی بخشی از پهنه خرد قاره ایران مرکزی است که در دوران پرکامبرین و پالئوزوئیک به شبه جزیره عربستان (بخشی از بزرگ خشکی گندوانا) متصل بوده است. قدیمی ترین سنگ‌ها در ایران مرکزی، ناحیه سنگ‌های دگرگونی از گونه گنایس، مرمر، میکاشیست، آمفیبولیت و میگماتیت است که پی سنگ دگرگونی ایران با سن پرکامبرین را ایجاد نموده و به صورت کمپلکس‌های دگرگونه بنه شورو، چاپدون و سرکوه معرفی شده است. روی این سنگ‌های دگرگونی را یک ردیف سبتر از سنگ‌های آواری و آذرآواری شامل شیل، ماسه‌سنگ و توف (فیلیش گونه) پوشانده است که با عنوان سری تاشک (معادل سازند مراد) و با زمان پرکامبرین گزارش شده است و بر روی (سری ریزو) با سن پرکامبرین - کامبرین زیرین قرار دارد. در جنوب باختری بخش پشت بادام مجموعه درهمی از دولومیت، شیل، گدازه های بازالتی و سنگ‌های اولترامافیک دیده می‌شود که به شدت تحت تأثیر توده‌های نفوذی گرانیتی، مونزونیتی و دیوریتی مزوزوئیک قرار گرفته و دگرگون شده‌اند، این مجموعه با نام کمپلکس پشت بادام متعلق به زمان پرکامبرین - پالئوزوئیک معرفی شده است. [۵]

توده‌های نفوذی منطقه شامل گرانیت زیرگان و نریگان (ناریگان)، گرانیت سفید، گرانیت اسماعیل‌آباد و توده‌های نفوذی گرانودیوریتی و دیوریت - گابرویی است، گرانیت اسماعیل‌آباد به زمان ژوراسیک و گرانیت‌های زیرگان، نریگان، سفید، توده‌های گرانودیوریتی و دیوریت - گابرویی به زمان پرکامبرین نسبت داده شده اند. [۵]

۳- پارامترهای آماری و هیستوگرام‌های عناصر

مهم ترین پارامترهای آماری که در تعبیر و تفسیر داده‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از میانگین، میانه، مد، پراش، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی. این پارامترها برای داده‌های رادیومتری هوایی منطقه چادرملو برای عناصر اورانیوم و تورنیوم توسط نرم‌افزار SPSS12 محاسبه گردید (جدول ۱) و هیستوگرام آن‌ها نیز ترسیم گردید. (شکل ۱) [۱]

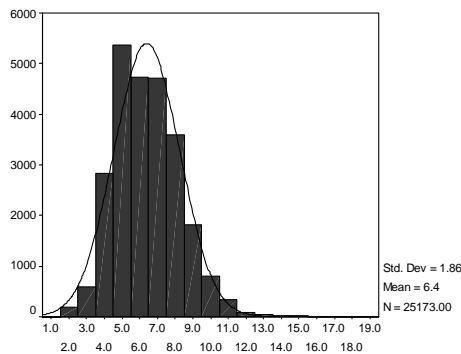
جدایش جوامع بی‌هنجاری بر اساس پراکندگی حول میانگین صورت گرفت، بدین ترتیب که میانگین بدست آمده به عنوان حدزمینه، $\bar{X} + 1S$ به عنوان حد آستانه، $\bar{X} + 2S$ بی‌هنجاری ممکن و $\bar{X} + 3S$ بی‌هنجاری احتمالی در نظر گرفته شد. [۲]

جدول ۱- پارامترهای آماری عنصر تورיום

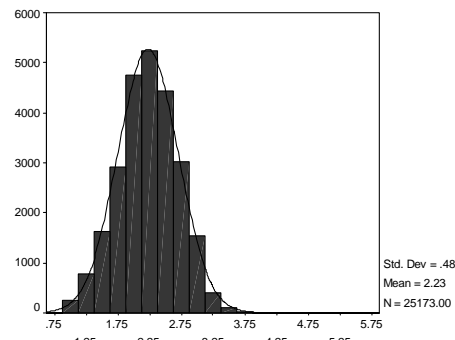
| پارامتر | Mean | SD | Median | Mode | Skewness | Kurtosis | Min | Max |
|---|------|------|--------|------|----------|----------|-------|-------|
| مقدار | ۶/۴۰ | ۱/۸۷ | ۶ | ۵ | ۰/۵۹۷ | ۱/۱۴۸ | ۰/۹۰۷ | ۱۹/۱۱ |
| ۶/۴۰=میانگین=حد زمینه | | | | | | | | |
| $\bar{x} + 1sd = ۸/۲۷$ = حد آستانه | | | | | | | | |
| $\bar{x} + 2sd = ۱۰/۱۴$ = بی‌هنجاری ممکن | | | | | | | | |
| $\bar{x} + 3sd = ۱۲/۰۱$ = بی‌هنجاری احتمالی | | | | | | | | |

جدول ۲- پارامترهای آماری عنصر اورانیوم

| پارامتر | Mean | SD | Median | Mode | Skewness | Kurtosis | Min | Max |
|--|------|------|--------|------|----------|----------|------|------|
| مقدار | ۲/۲۳ | ۰/۵۷ | ۲/۲۳ | ۲/۰۹ | ۰/۲۹ | ۰/۳۸۵ | ۰/۷۵ | ۵/۶۳ |
| ۲/۲۳=میانگین=حد زمینه | | | | | | | | |
| $\bar{x} + 1sd = ۲/۸$ = حد آستانه | | | | | | | | |
| $\bar{x} + 2sd = ۳/۳۷$ = بی‌هنجاری ممکن | | | | | | | | |
| $\bar{x} + 3sd = ۳/۹۴$ = بی‌هنجاری احتمالی | | | | | | | | |



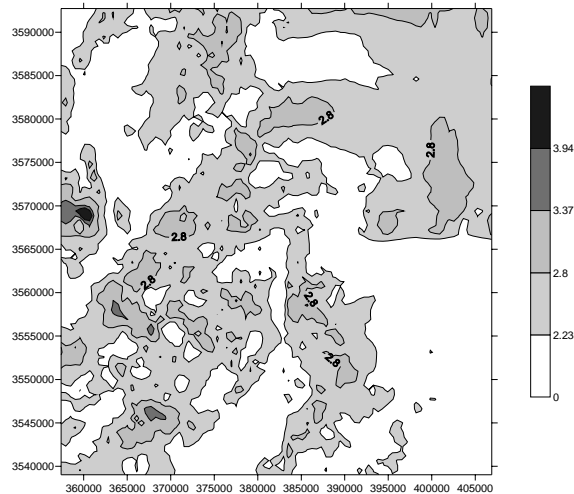
ب



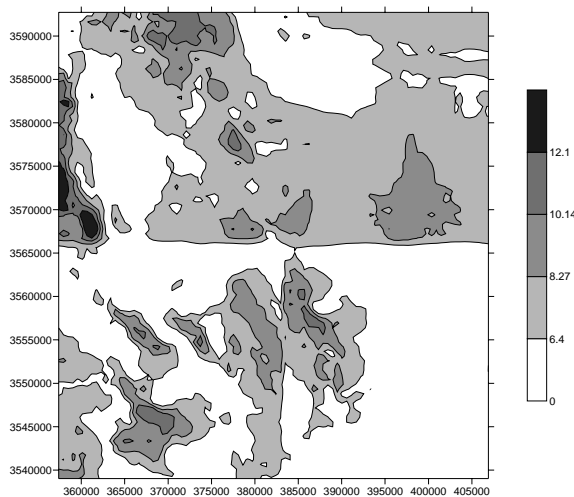
الف

شکل ۱- هیستوگرام توزیع عناصر (الف) اورانیوم- (ب) تورיום

نقشه‌های بی‌هنجاری‌های عناصر اورانیوم و توریم در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- نقشه مقادیر عنصر اورانیوم با استفاده از آمار کلاسیک (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)



شکل ۳- نقشه مقادیر عنصر توریم با استفاده از آمار کلاسیک (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

۵- جداسازی بی‌هنجاری‌ها با استفاده از روش فرکتال^۱

اصطلاح حد آستانه ای به حد بالایی تغییرات مقدار زمینه یا کمینه مقدار بی‌هنجاری گفته می‌شود. واژه فرکتال را در ابتدا Mandelbrot پیشنهاد کرد که از یک واژه لاتین به نام Fractus یا شکسته شده گرفته است. از نظریه فرکتال به‌طور گسترده در حل مسائل مختلف زمین‌شناسی استفاده شده است. تفسیر و پردازش در روش آمار کلاسیک تنها بر اساس مقادیر غلظت و عیار داده‌های برداشت شده، می‌باشد ولی در روش فرکتال موقعیت و ساختار فضایی داده‌ها در نظر گرفته می‌شود. [۳]

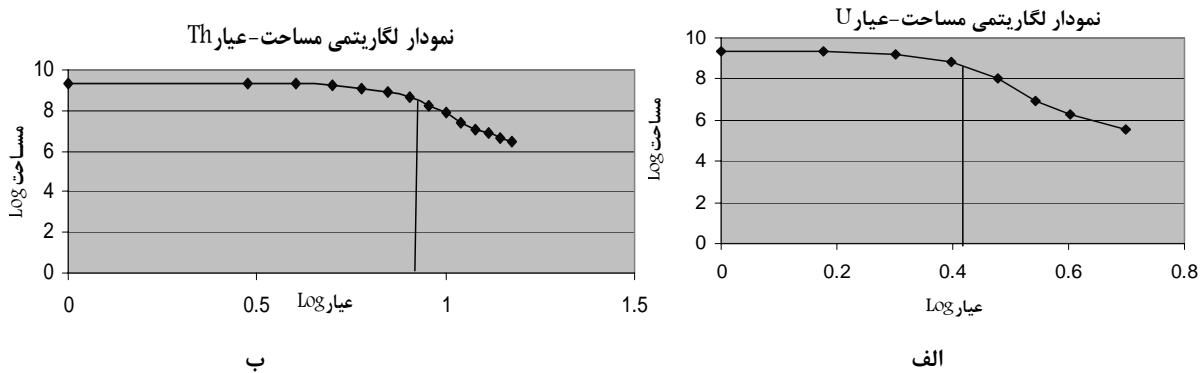
از آنجا که مدل‌های فرکتالی نوعی روابط نمایی بین این پارامترها برقرار می‌کند، لذا نمودار آن‌ها در دستگاه مختصات تمام‌لگاریتمی به‌صورت خط راست درمی‌آید. از رسم این نمودار (محور xها لگاریتم غلظت عناصر و بر روی محور Yها لگاریتم مساحت محصور به‌وسیله یک خط کنتوری) در مناسب‌ترین حالت ممکن دو خط راست حاصل می‌شود. مرز بین دو خط دارای عیاری است که معرف حدآستانه‌ای می‌باشد. در واقع این دو خط نماینده جوامع زمینه و بی‌هنجاری است که دو شیب مختلف دارند و نشان‌دهنده آن است که بعد جامعه زمینه و بی‌هنجاری متفاوت خواهد بود.

رابطه بین خط هم‌عیار با مساحت را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

$$A(\mu \geq x_0) = F \cdot x_0^{-\alpha} \quad (1)$$

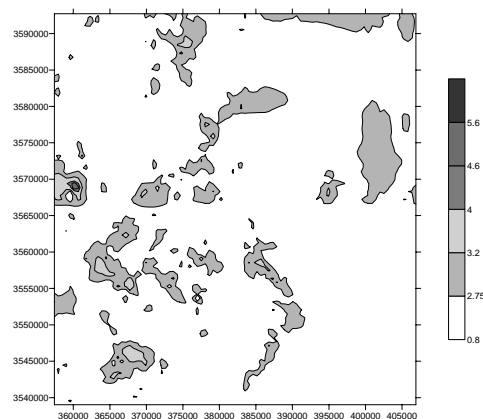
^۱ -fractal

که در آن $A(\mu \geq x_0)$ مساحت تجمعی محصور شده به وسیله هم‌عیاری است که عیار متناظر آن‌ها بزرگتر یا مساوی x_0 است. α پارامتری مرتبط با بعد خط هم‌عیاری است. [۲]
 برای عناصر U و Th با توجه به نقشه‌های کنوری، مساحت محصور شده به وسیله هر خط کنوری به دست آمد و نمودارهای تمام‌لگاریتمی مساحت - عیار برای هر دو عنصر رسم شد (شکل ۴).

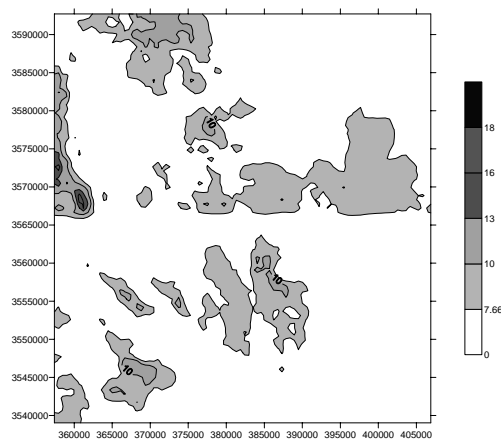


شکل ۴- نمودار تمام‌لگاریتمی مساحت-عیاری - الف) عنصر U - ب) عنصر Th

با توجه به شکل ۴ مقدار حد‌آستانه‌ای برای عنصر اورانیوم برابر $2/75$ ppm و مقدار حد‌آستانه‌ای Th برابر $7/66$ ppm است. بر اساس روش فرکتال نقشه‌های بی‌هنجاری‌های عناصر اورانیوم و توریوم در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵- نقشه بی‌هنجاری‌های عنصر اورانیوم با استفاده از روش هندسه فرکتال (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)



شکل ۶- نقشه بی‌هنجاری‌های عنصر توریوم با استفاده از روش هندسه فرکتال (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)

۶- بحث و نتیجه‌گیری

تفسیر و پردازش در روش آمار کلاسیک تنها بر اساس مقادیر غلظت و عیار داده‌های برداشت شده، می‌باشد، ولی در روش فرکتال موقعیت و ساختار فضایی داده‌ها را در نظر گرفته می‌شود. بنابراین روش فرکتالی بی‌هنجاری‌ها را بهتر از روش آمار کلاسیک به دست می‌دهد. در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ چادرملو دو روش آمار کلاسیک و روش فرکتال نتیجه‌ای مشابه دارند و تقریباً مناطق بی‌هنجاری عناصر اورانیوم و توریم بر هم منطبق هستند. مناطق بی‌هنجاری به دست آمده از هر دو روش در غرب و جنوب‌غرب برگه چادرملو قرار دارند. با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه این مناطق بر روی ماسه‌سنگ‌ها، کلریت شیست‌ها، کنگلومراها و سنگ‌های اسیدی چون گرانیت و ریولیت منطبق شده‌اند.

۷- مراجع

- ۱- اسماعیلیان، مهدی؛ (۱۳۸۴)؛ کتاب آموزشی SPSS12؛ انتشارات ناقوس
- ۲- حسنی‌پاک، علی‌اصغر، شرف‌الدین، محمد؛ (۱۳۸۰)؛ تحلیل داده‌های اکتشافی؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- شایسته‌فر، محمدرضا، رسا، ایرج؛ (۱۳۸۴)؛ «تحلیل داده‌های چند متغیره کانسار سرب و روی قنات مروان کرمان»؛ فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین؛ شماره ۵۷.
- ۴- قائمی، فرخ، سعیدی، الف؛ (۱۳۸۵)؛ نقشه زمین‌شناسی چادرملو مقیاس یک‌صد هزارم؛ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور؛ تهران.
- ۵- پایگاه ملی علوم داده‌های کشور www.NGDIR.com