مقایسه روش های آمار کلاسیک و هندسه فرکتالی در جدایش جوامع ناهنجاری عناصر اورانیوم و توریوم منطقه ده سیاهان(استان کرمان)

حمیدرضا جعفری[1*]، افشار ضیاءظریفی [2]

[1] دانش آموخته دوره دکتری تخصصی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

[2] گروه مهندسی اکتشاف معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

چکیده

در این مقاله ابتدا به وسیله روش آمار کلاسیک و با استفاده از محاسبه پارامترهای آماری برروی داده‌های برداشت شده ژئوفیزیک هوایی در منطقه ده سیاهان ، جدایش جوامع آنومالی انجام شده است و سپس جداول توزیع فراوانی عناصر اورانیوم و توریوم و هیستوگرامهای توزیع فراوانی این عناصر ترسیم گردیده است. پس از ترسیم هیستوگرام های توزیع فراوانی، پارامترهای آماری این عناصر محاسبه شده و در نهایت جدایش جوامع آنومالی بر اساس پراکندگی حول میانگین صورت‌گرفته‌است. در روش دوم بر اساس هندسه فرکتالی و با استفاده از نمودارهای تمام لگاریتمی عیار- مساحتِ به دست آمده از داده‌های رقومی و نقشه‌های هم‌شدت رادیومتری، جدایش پله‌ای محیط‌های متفاوت (زمینه، حدّ آستآن های، آنومالی) انجام شده است و در آخر نقشه‌های مربوط به مناطق آنومالی و معرفی اندیس های معدنیِ قابل بررسی عناصر اورانیوم و توریوم برای ادامه کار اکتشافی با استفاده و مقایسه هر دو روش آمار کلاسیک و فرکتالی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: هندسه فرکتال، روش آمار کلاسیک، ناهنجاری های اورانیوم و توریوم، روش عیار- مساحت.

۱ مقدمه

در اکثر پروژه‌های اکتشافی عنصر اورانیوم، استفاده از داده‌ها و روش های ژئوفیزیک هوایی در کوتاه‌ترین زمان ممکن، رسیدن به محدوده‌های امیدبخش و اندیس های معدنی برای ادامه مراحل اکتشاف را ممکن می‌سازد، لذا لزوم استفاده از روش های مختلف برای پردازش و تعبیر و تفسیر این داده‌ها به منظور دستیابی به محدوده‌های عناصر پرتوزا از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. امروزه برای دستیابی به نتایج بهتر و دقیق‌تر در شاخه‌های مختلف علوم، روش های جدید و نو مورد توجه اکثر محققان قرار می‌گیرد. در مراحل اولیه اکتشاف مواد معدنی و مراحل پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی، برای تعیین و تفکیک دقیق‌تر جامعه آنومالی از مقادیر زمینه در کانسارهای اورانیوم، روش های سنتی و قدیمی به تدریج جای خود را به روش های نوین که از طبیعت الهام گرفته‌اند، می‌دهند. یکی از این روش ها استفاده از هندسه فرکتال در جدایش جوامع مختلف زمینه، حد آستانه و آنومالی در مقایسه با روش های قبلیِ آمار کلاسیک است. در روش آمار کلاسیک، مبنای کار، محاسبه

*عهدار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: jafari_hr@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

پارامترهای آماری مربوط به کل منطقه می‌باشد که با استفاده از پارامترهای مختلف و مقادیرِ حول میانگین، جداسازی جوامع انجام می‌گیرد ولی در روش فرکتال بر اساس نمودار لگاریتمی عیار- مساحت مقادیر زمینه، حد آستانه، و آنومالی جدا می‌شوند و محدوده‌ها و اندیس های قابل توجه اورانیوم برای ادامه کار اکتشافی در قالب نقشه‌های به دست‌آمده معرفی می‌گردند[۱].

در این مقاله روش های فوق در اولین مرحله اکتشاف عناصر پرتوزای اورانیوم و توریوم برای یک برگه ۱/۵۰۰۰۰، مربوط به محدوده اکتشافی ده سیاهان (استان کرمان) در جدایش جوامع ناهنجاری امید بخش، به کار گرفته شده است. در نهایت نتایج دو روش آمار کلاسیک و هندسه فرکتال با یکدیگر مقایسه شد و روش مناسب تر پیشنهاد شده است.

۲ روش ها

۲-۱ ماهیت داده های مورد استفاده

داده‌ها مهمترین ابزار محاسبه توزیع فراوانی هستند. داده‌های به دست‌آمده از پروازهای ژئوفیزیک هوایی انجام‌شده در منطقه برندق ده سیاهان در استان کرمان توسط نرم‌افزار Rti Cad به صورت دیجیتال در آمده و شامل سه مولفه طول جغرافیایی (X)، عرض جغرافیایی (Y) و غلظت (Z) اندازه‌گیری‌شده می‌باشند. برگه ۱/۵۰۰۰۰ منطقه ده سیاهان به شماره۱-۷۱۴۹ می باشد و تحقیق فوق روی کلیه داده های برداشت شده در این برگه ۱/۵۰۰۰۰ انجام گرفت. داده‌های موجود در منطقه ده سیاهان استان کرمان شامل ۴۳۲۱۸ داده می باشد که این داده ها مرتب سازی گردید و همچنین با اعمال فیلتر، داده های کاذب از میان آن ها حذف گردید و آماده مراحل محاسبات آماری شد.[۳]

۲-۲ مرتب سازی و طبقه بندی داده ها

بدین دلیل که داده‌های اکتشافی دارای دامنه وسیعی هستند، بنابراین باید طبقه‌بندی شوند تا یک توزیع فراوانی معنی‌دار حاصل گردد. پس ابتدا قبل از هر بررسی آماری لازم است آن ها را در کلاس هایی طبقه‌بندی کنیم. برای این کار لازم است که دامنه کوچکترین مقدار تا بزرگترین مقدار اندازه‌گیری‌شده برای هر دسته از اطلاعات داده‌های رادیومتری که شامل اورانیوم، توریوم و پتاسیم می‌باشند را مشخص کنیم و آن ها را به کلاس هایی با فواصل یکسان تقسیم‌بندی کنیم. تعداد کلاس ها باید بطور بهینه انتخاب گردد. طول هر کلاس و یا دامنه هر کلاس بر اساس قاعده استورج انتخاب می‌شود و حتی‌الامکان سعی می‌شود که عدد صحیحی باشد. تعداد داده‌هایی که در هر کلاس قرار می‌گیرند فراوانی مطلق کلاس مورد نظر را نشان‌می‌دهند. فراوانی نسبی هر کلاس نیزحاصل تقسیم فراوانی مطلق به کل فراوانی می‌باشد که به صورت درصد بیان می‌شود. فراوانی تجمعی، از جمع داده‌های موجود در هرکلاس با داده‌های موجود در کلاس های قبلی به دست می‌آید [۲]. جداول توزیع فراوانی داده‌ها در منطقه ده سیاهان استان کرمان برای دو عنصر اورانیوم و توریوم تهیه شده است که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

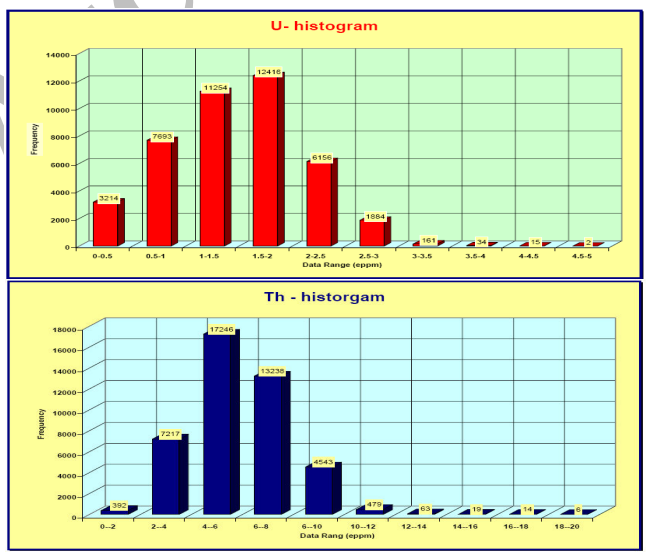
کلاس داده های اورانیوم ده سیاهان	فراوانی مطلق	فراوانی تجمعی	فراوانی نسبی ٪
0-0.5	3214	3214	7,504%
0.5-1	7693	10907	17,962%
1-1.5	11254	22161	26,277%
1.5-2	12416	34577	28,990%
2-2.5	6156	40733	14,373%
2.5-3	1884	42617	4,399%
3-3.5	161	42778	0,376%
3.5-4	34	42812	0,035%
4-4.5	15	42827	0,035%
4.5-5	2	42829	0,005%

کلاس داده های توریوم ده سیاهان	فراوانی مطلق	فراوانی تجمعی	فراوانی نسبی ٪
0--2	392	392	0,91%
2--4	7217	7609	16,70%
4--6	17246	24855	39,91%
6--8	13238	38093	30,63%
6--10	4543	42636	10,51%
10--12	479	43115	1,11%
12--14	63	43178	0,15%
14--16	19	43197	0,04%
16--18	14	43211	0,03%
18--20	6	43217	0,01%

جدول ۱: فهرست کلاس بندی شده داده‌های رقومی رادیومتری عنصر اورانیوم و توریوم

۲-۳ بررسی توزیع فراوانی داده های عناصر اورانیوم و توریوم با رسم هیستوگرام فراوانی آن ها

اولین قدم در مطالعات آماری یک توده معدنی یا یک محدوده مورد مطالعه، ترسیم نمودار هیستوگرام نمونه‌ها (فراوانی عنصر مورد نظر یا عامل اندازه‌گیری) می‌باشد. این منحنی‌ها نشان‌دهنده چگونگی توزیع و پراکندگی عناصر در منطقه مورد نظر می‌باشند. هیستوگرام‌های توزیع فراوانی عناصر اورانیوم و توریوم با توجه به رعایت نکات بالا برای منطقه ده سیاهان با استفاده از نرم‌افزار Excel به دست آمده‌اند که در شکل۱ مشاهده می گردند.



شکل ۱: نمودار هیستوگرام توزیع فراوانی داده‌های رادیومتری عنصر اورانیوم و توریوم منطقه ده سیاهان

Archive of SID
www.SID.ir

۳ بحث

۳-۱ محاسبه پارامترهای آماری برای معرفی محدوده های ناهنجاری عناصر پرتوزا

مهم ترین پارامترهای آماری که در تعبیر و تفسیر داده‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از میانگین، میانه، مد، پراش، انحراف معیار، ضریب‌تغییرات، چولگی و کشیدگی که این پارامترها برای داده‌های رادیومتری هوایی منطقه ده سیاهان برای عناصر اورانیوم و توریوم محاسبه گردید. این پارامترهای آماری دو عنصر اورانیوم و توریوم منطقه ده سیاهان استان کرمان در جداول ۲ و ۳ لیست شده‌اند.

پارامتر	Mean	Variance	SD	CV	Skewness	Kurtosis	Min	Median	Mode	Max
مقدار	۵/۷۲	۳/۵۲	۱/۸۷	۰/۳۳	۰/٤۱	۰/۸۱	۰/۹۳	۵/٦۳	۵/۸٤	۱۹/۲٦
Low Back ground = Mean = ۵/۷۲ (K)(percent)										
High Back ground = Mean + 1SD = ۷/٦										
Possible Anomaly = Mean + 2SD = ۹/٤۸										
Probable Anomaly = Mean + 3SD = ۱۱/۳۵										

جدول۲: پارامترهای آماری و نتایج حاصل از آن برای عنصر توریوم محدوده اکتشافی ده سیاهان

پارامتر	Mean	Variance	SD	CV	Skewness	Kurtosis	Min	Median	Mode	.Max
مقدار	۱/٤٤	۰/٤	۰/٦۳	۰/٤٤	۰/۰۷	-۰/۲۹	۰/۰۱	۱/٤۷	۱/٤۵	٤/۵٤
Low Back ground = Mean = ۱/٤٤ (U/K)(eppm/percent)										
High Back ground = Mean + 1SD = ۲/۰۷										
Possible Anomaly = Mean + 2SD = ۲/۷۱										
Probable Anomaly = Mean + 3SD = ۳/۳٤										

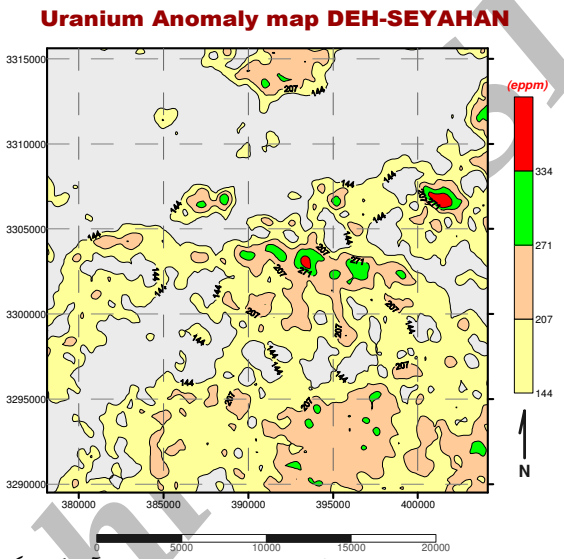
جدول ۳: پارامترهای آماری و نتایج حاصل از آن برای عنصر اورانیوم محدوده اکتشافی ده سیاهان

اکنون با توجه به پارامترهای آماری محاسبه شده، به تفکیک جوامع زمینه و آنومالی برای منطقه ده سیاهان می‌پردازیم. در اینجا مقدار میانگین ($\bar{x}$) تقریباً مشخص کننده حد زمینه داده‌هاست. برای برآورد حد آستآن های نیاز به پارامتر دیگری بنام انحراف معیار داریم(σ). بر طبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال، ۶۸/۲۶ درصد از داده‌ها بین $\bar{x}\pm\sigma$، ۹۵/۴۴ درصد داده‌ها بین $\bar{x}\pm2\sigma$ و ۹۹/۷۴ درصد داده‌ها بین $\bar{x}\pm3\sigma$ قرار می‌گیرند. معمولاً $\bar{x}+\sigma$ را به عنوان حد آستآن های، $\bar{x}+2\sigma$ را به عنوان آنومالی ممکن و $\bar{x}+3\sigma$ را به عنوان آنومالی احتمالی در نظر می‌گیرند[۴]. با توجه به توضیحات بالا، تفکیک و جداسازی جوامع آنومالی برای داده‌های اورانیوم و توریوم برای منطقه ده سیاهان انجام شد که محاسبات آن ها در جداول ۲و ۳ مشاهده می‌شود و سپس از روی این مقادیر به دست آمده نقشه‌های تفکیک آنومالی عناصر اورانیوم و توریوم از مقادیر زمینه، توسط نرم‌افزار surfer تهیه شده است که به ترتیب در اشکال ۲ و ۳ مشاهده می‌شود.

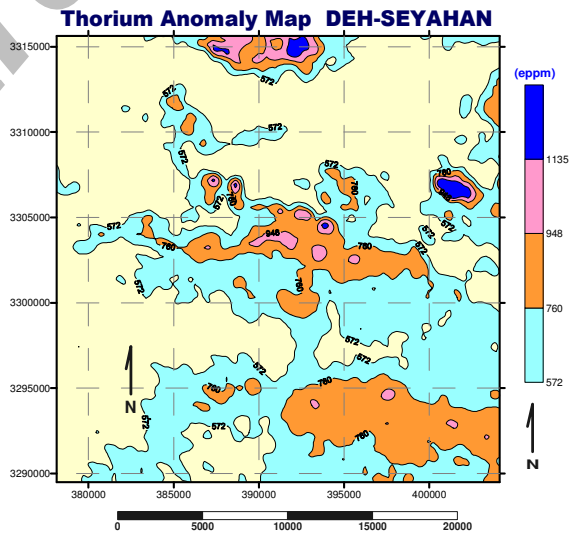
www.SID.ir

۳-۲ معرفی ناهنجاری های عناصر پرتوزا به روش هندسه فرکتال

روش هندسه فرکتال که روش جدیدتری است، در آن ساختار فضایی داده‌ها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد، در صورتی که در روش های آمار کلاسیک، ساختار فضایی داده‌ها مورد توجه قرار نمی‌گرفت. تعیین حد آستانه، آنومالی ممکن و آنومالی احتمالی در هندسه فرکتال به روش های مختلفی انجام می‌شود که یکی از آن ها روش عیار- مساحت می‌باشد. این روش تغییرات سطح محصور منحنی‌ها را نسبت به تغییرات غلظت (عیار) می‌سنجد که در نتیجه به یک تابع نمایی می‌رسیم که این تابع ساختار فرکتالی دارد[۵]. برای به دست‌آوردن منحنی عیار- مساحتِ داده‌های اورانیوم و توریوم ابتدا باید نقشه کنتوری آن ها را در مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ به دست‌آوریم تا از روی این نقشه کنتوری مساحت محصور به هر عیار به دست آید.



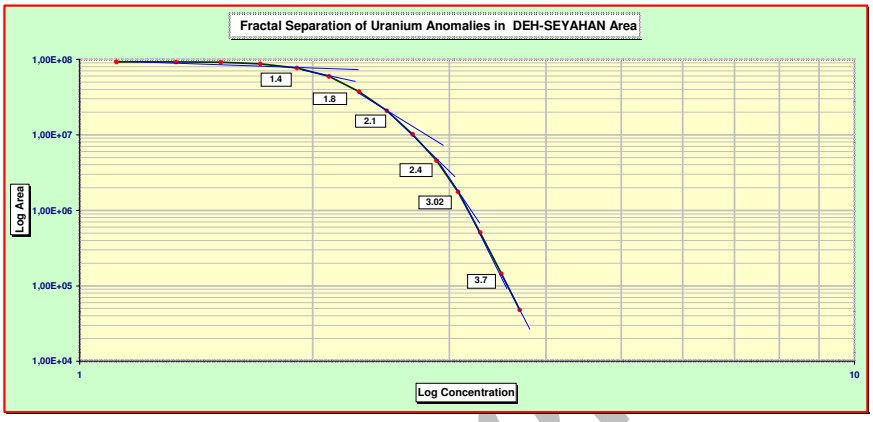
شکل۲: نقشه ناهنجاری های عنصر اورانیوم منطقه ده سیاهان با استفاده از روش آمار کلاسیک



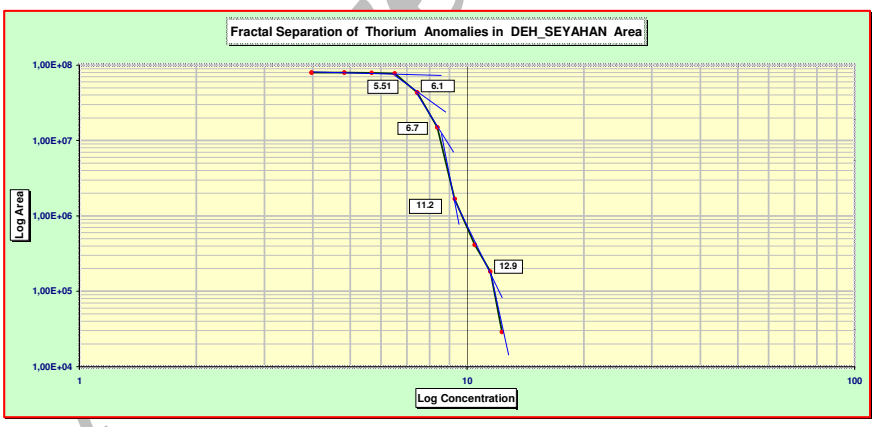
شکل ۳ : نقشه ناهنجاری های عنصر توریوم منطقه ده سیاهان با استفاده از روش آمار کلاسیک

Archive of SID
www.SID.ir

این کار توسط نرم‌افزار Arc View انجام می‌شود و درون‌یابی داده‌ها و ترسیم نقشه کنتوری صورت می‌گیرد و عیار هر کنتور نیز به دست‌آید. با توجه به مساحت‌های محاسبه شده برای هر عیار، منحنی عیار-مساحت را به صورت تجمعی ترسیم می‌کنیم که به صورت شکل های ۴ و ۵ می‌شود. اکنون با توجه به شکل‌های۴ و ۵ و خط‌های برازش‌شده مورد نظر، اوّلین خط برازش شده، جامعه زمینه را برای ما مشخص می‌کند و نقطه طلاقی آن با خط دوّم مشخص کننده حد آستآن ها می‌باشد. خطوط بعدی نشان‌دهنده جوامع آنومالی می‌باشند. نتایج محاسبات در جدول۴ خلاصه شده‌است.



شکل ٤: منحنی فرکتالی عیار-مساحت برای جدایش جوامع آنومالی و زمینه عنصر اورانیوم منطقه ده سیاهان استان کرمان



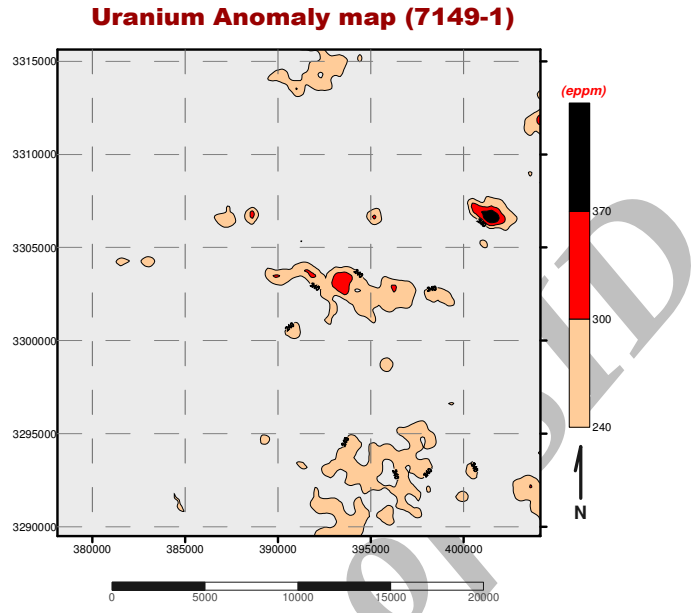
شکل ٥: منحنی فرکتالی عیار-مساحت برای جدایش جوامع آنومالی و زمینه عنصر توریوم منطقه ده سیاهان استان کرمان

پارامتر	حد آستانه	آنومالی ممکن	آنومالی احتمالی
توریوم معادل گرم بر تن	۶/۷	۱۱/۲	۱۲/۹
اورانیوم معادل گرم بر تن	۲/۴	۳	۳/۷

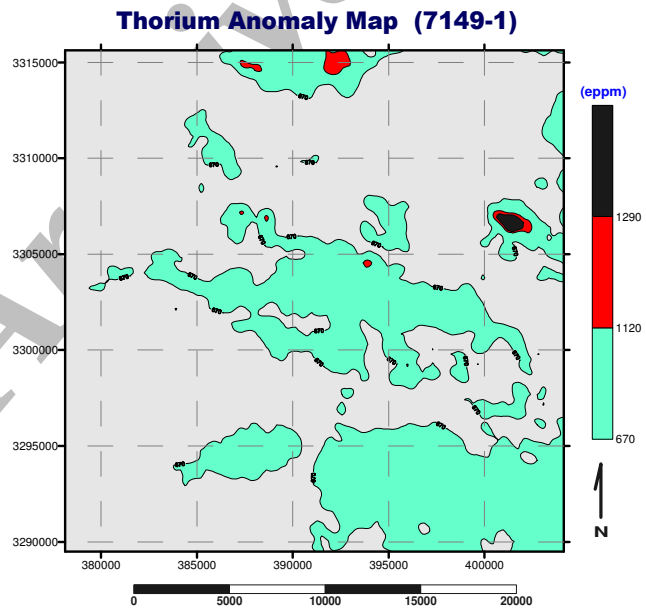
جدول٤: تخمین حد آستانه، آنومالی ممکن و آنومالی احتمالی برای عنصر اورانیوم وتوریوم منطقه ده سیاهان به روش فرکتالی

www.SID.ir

با توجه به مقادیر به دست‌آمده از روش فرکتالی، نقشه معرفی ناهنجاری ها برای عناصر اورانیوم و توریوم محدوده اکتشافی ده سیاهان استان کرمان مشخص گردیده است که به ترتیب در شکل‌های۶ و ۷ مشاهده می گردد.



شکل ٦: نقشه ناهنجاری های عنصر اورانیوم منطقه ده سیاهان با استفاده از روش فرکتالی



شکل ۷: نقشه ناهنجاری های عنصر توریوم منطقه ده سیاهان با استفاده از روش فرکتالی

Archive of SID

www.SID.ir

٤-٢ مقایسه روش آمار کلاسیک و هنسه فرکتال در جدایش جوامع ناهنجاری اورانیوم و توریوم

برای مقایسه دو روش آمار کلاسیک و هندسه فرکتال در جداسازی ناهنجاری های عناصر رادیواکتیو اورانیوم و توریوم با توجه به نتایج هر کدام از روش های فوق که در اشکال ۲و۳ نتایج جداسازی ناهنجاری ها به روش آماری و در اشکال ۶و۷ نتایج جداسازی ناهنجاری ها به روش هندسه فرکتالی برای عناصر پرتوزای اورانیوم و توریوم نشان داده شده، به مقایسه این دو روش می پردازیم. همانطوری که در اشکال ۲و ۳ مشاهده می شود ناهنجاری های قطعی اورانیوم با استفاده از روش آمار کلاسیک دو محدوده در مرکز نقشه و شمال شرق نقشه را مشخص کرده است. همچنین این روش برای ناهنجاری عنصر توریوم چهار محدوده ناهنجاری را مشخص کرده که عمدتاً در شمال شرق نقشه وجود دارند. در روش جدایش ناهنجاری ها با استفاده از روش فرکتالی به دلیل اعمال فرآیندی متفاوت با روش آماری و مبتنی بر منحنی عیار- مساحت، ناهنجاری های قطعی با دقت بیشتری نسبت به روش آماری به دست آمده است چنان که با مقایسه اشکال ۶و۷ (روش فرکتالی) با اشکال ۲و۳ (روش آماری) همان طور که مشخص است روش فرکتالی برای ناهنجاری اورانیوم تنها یک محدوده در شمال شرق نقشه و برای ناهنجاری توریوم نیز یک محدوده در شمال شرق نقشه معرفی کرده است که قطعیت بیشتری را نسبت به روش آمار کلاسیک نشان داده است.

٤ نتایج

در جدایش جوامع ناهنجار از زمینه طی فرآیند اکتشاف آن ها، روش آماری یک روش نسبتا قدیمی می‌باشد و در این روش که به روش غیر ساختاری معروف می‌باشد فقط مقدار اندازه گیری شده برای هر داده مورد توجه قرار می گیرد و موقعیت نمونه در نظر گرفته نمی‌شود یعنی در واقع اصول محاسبات آماری در این روش در یک چهارچوب مشخص و استاندارد قرار می‌گیرد و محاسبات و عملیات ها فقط بر روی مقدار اندازه‌گیری شده انجام می‌شود، در حالی که در روش فرکتال ارتباط فضایی نمونه ها و یا موقعیت آن ها نسبت به هم را در نظر می‌گیریم. می‌توان گفت در روش فرکتال مختصات نقاط که تعیین کننده موقعیت فضایی آن ها نسبت به هم است در تعیین آنومالی ها تأثیر می‌گذارند. بدین ترتیب که برای جدایش جوامع مختلف ابتدا یک مدل برگرفته از طبیعت می‌سازیم، این مدل بر گرفته از طبیعت ، در حقیقت تصویری از روند موجود در نظر گرفتن موقعیت فضایی داده ها نسبت به هم، ارایه می‌دهد.

همان طور که مشاهده می‌شود می‌بینیم که نتیجه تفکیک جوامع آنومالی برای عناصر مختلف، مقادیر و محدوده‌های مختلفی را از دو روش به دست داده است و همچنین مشاهده می‌شود روش فرکتال عددهای بزرگتر و محدوده های کوچکتری را نسبت به روش آماری نتیجه می‌دهد و علت آن این است که روش فرکتال ساختار فضایی داده‌ها را نیز مورد توجه قرار می‌دهد، در حالی که در روش آماری اینگونه نیست.

جهت مقایسه روش های آمار کلاسیک و هندسه فرکتالی با بررسی و تجزیه و تحلیل دو روش فوق در جدایش جوامع آنومالی از زمینه در می‌یابیم که روش فرکتالی دارای مزایای بیشتری نسبت به روش آمار کلاسیک است. با توجه به محدوده های ناهنجاری به دست آمده برای عناصر اورانیوم و توریوم منطقه ده سیاهان

www.SID.ir

استان کرمان به روش های آماری و فرکتالی (اشکال ۲،۳،۶،۷) مشخص شده که روش فرکتالی از قطعیت بیشتری نسبت به روش آماری برخوردار است.

در روش آماری محدوده های بیشتری برای ناهنجاری های عناصر رادیواکتیو مشخص شده است در حالی که روش فرکتالی با اعمال فرآیندی متفاوت محدوده های با صحت و دقت بیشتری را مشخص کرده است. با توجه به شواهد موجود، روش فرکتالی محدوده های ناهنجاری عناصر اورانیوم و توریوم را بهتر از روش آماری مشخص می کند.

منابع

[۱] ضیاء ظریفی افشار ،۱۳۸۷ ، اکتشاف ناحیه ای اورانیوم در برگه های ۱/۵۰۰۰۰ ترک و اونلیق (آذربایجان شرقی)، رساله دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران ، فصل سوم.

[۲] ضیاء ظریفی افشار ،۱۳۸۳ ، مقایسه روش های آمار کلاسیک و فرکتال در جدایش جامعه ناهنجاری های رادیومتری با استفاده از داده های ژئوفیزیکی هوایی در منطقه چاه جوله (ایران مرکزی) ،گزارش اکتشافی شماره ۰۶۵۷-۸۳ سازمان انرژی اتمی ایران - تهران.

[۳] ضیاء ظریفی افشار ،۱۳۸۴ ، مقایسه روش های آمار کلاسیک و فرکتال در معرفی اندیس های معدنی اورانیوم ، با استفاده از داده های ژئوفیزیکی هوایی در فاز شناسایی منطقه برندق ، مجموع مقالات دوازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران – دانشگاه تهران .

[4] Bruce L. Dickson, 2004, Recent advance in aerial gamma ray surveying, Journal of Environmental Radioactivity 76(2004) 225-236.

[5] Sami, H, Abd, N, 2001, Evaluation of airborne gamma ray spectrometric data for the Missikat Uranium deposit, Eastern desert Egypt. Applied Radiation and Isotops 54(2001) 497-507.

Archive of SID

www.SID.ir