

مطالعه پراکندگی اورانیوم و تورنیوم در منطقه زاهدان

محمدگل کهرازه*، جعفر رهنما راد^۲، عبدالرحیم باقری فر^۳

۱- استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان.

۲- دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، آموزش و پرورش ناحیه ۲ شهرستان زاهدان.

(*عهده دار مکاتبات- kahrazeh@yahoo.com)

چکیده

عناصر پرتوزای موجود در طبیعت در فرآیند فروپاشی خود به عناصر دیگر، پرتوهای آلفا، بتا و گاما ساطع می‌کنند که با توجه به قدرت نفوذ اشعه گاما، از اندازه‌گیری‌های این اشعه برای اکتشاف رادیومتری عناصر رادیواکتیو به خصوص اورانیوم استفاده می‌شود. با استفاده از داده‌های برداشت شده هوایی رادیومتری، به راحتی می‌توان یک منطقه وسیع را در مدت زمان بسیار کوتاه و با صرف هزینه اندک مورد بررسی قرار داد و در نهایت به مناطق امیدبخش عناصر پرتوزا دسترسی پیدا کرد. با توجه به توزیع عنصر اورانیوم در پوسته زمین و بررسی این نقشه‌ها عمده‌ترین بخش مراحل اولیه اکتشاف اورانیوم، فاکتورها و روش‌های جدایش محدوده‌ها و نقاط داغ آنومالی از جوامع و بخش‌های زمینه می‌باشد. نقشه مربوط به مناطق ناهنجاری اورانیوم و تورنیوم منطقه زاهدان تهیه و معرفی شدند.

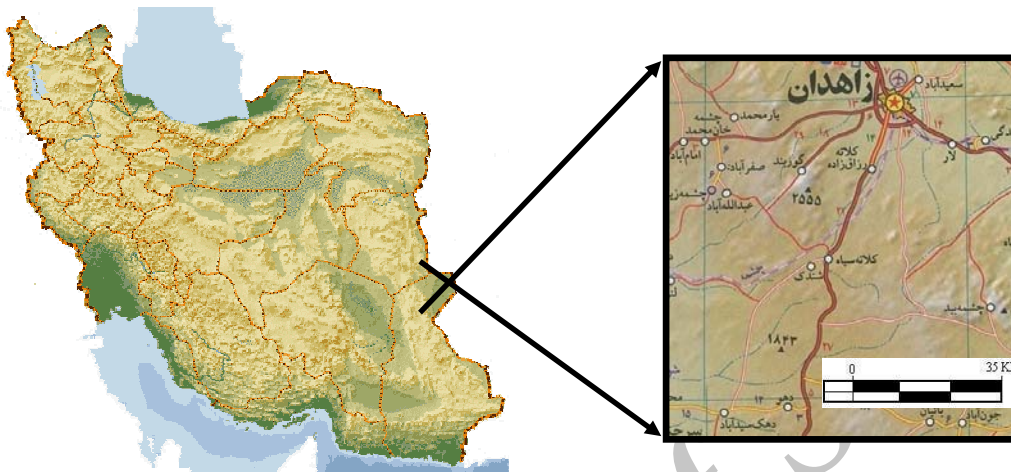
واژگان کلیدی: عناصر پرتوزا، زاهدان، ناهنجاری، رادیومتری، گرانودیوریت.

۱- مقدمه

اورانیوم از نظر فراوانی در میان عناصر طبیعی پوسته زمین در رده ۴۸ ام قرار دارد. اورانیوم در طبیعت بصورت اکسید و یا نمک‌های مخلوط در مواد معدنی (مانند اورانیت یا کارونیت) یافت می‌شود. اورانیوم یکی از چگالتین فلزات پرتوزا است که در طبیعت یافت می‌شود. اورانیوم خالص حدود ۱۸/۷ بار از آب چگالتراست و همانند بسیاری از دیگر مواد پرتوزا در طبیعت به صورت ایزوتوپ یافت می‌شود. اورانیوم شانزده ایزوتوپ دارد. اورانیوم طبیعی شامل ۹۹/۳٪ از ایزوتوپ U^{238} و ۰/۷٪ U^{235} است. دیگر ایزوتوپ‌های اورانیم بسیار نادر هستند. در این میان ایزوتوپ ۲۳۵ برای بدست آوردن انرژی از نوع ۲۳۸ آن بسیار مهم‌تر است چرا که $U-235$ آمادگی آن را دارد که در شرایط خاص شکافته شود و مقادیر زیادی انرژی آزاد کند (Chen, Z., 2002). هدف این پژوهش در مرحله نخست پردازش و آنالیز داده‌های رادیومتری هوابرد محدوده مطالعاتی است، که به این منظور ابتدا داده‌ها تصحیح شدند و سپس آنالیزهای متفاوتی بر روی داده‌های انجام شده است و مناطق مناسب جهت مطالعات عناصر پرتوزا معرفی می‌گردند، سپس پردازش و تفسیر بروی داده‌های ژئوفیزیک هوایی به منظور تعیین محدوده‌های آنومال اورانیوم انجام می‌گیرد در مرحله آنالیز داده‌های ژئوفیزیکی جدایش زمینه از آنومالی با روش آمار کلاسیک انجام شد، سپس نقشه مربوط به عناصر پرتوزا مورد پردازش قرار گرفته است. در نهایت مناطقی از محدوده اکتشافی زاهدان که نشانه‌های از وجود عناصر رادیواکتیو در آن‌ها وجود دارند معرفی شدند.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی

محدوده مورد نظر در جنوب شرقی ایران، در استان سیستان و بلوچستان، در چهارگوش ۱:۲۵۰,۰۰۰ زاهدان و در برگه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ زاهدان واقع شده است (شکل ۱). از نظر اقلیمی، این منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و میزان بارش نزولات جوی در این منطقه نیز ناچیز می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

۳- روش مطالعه و نمونه‌برداری

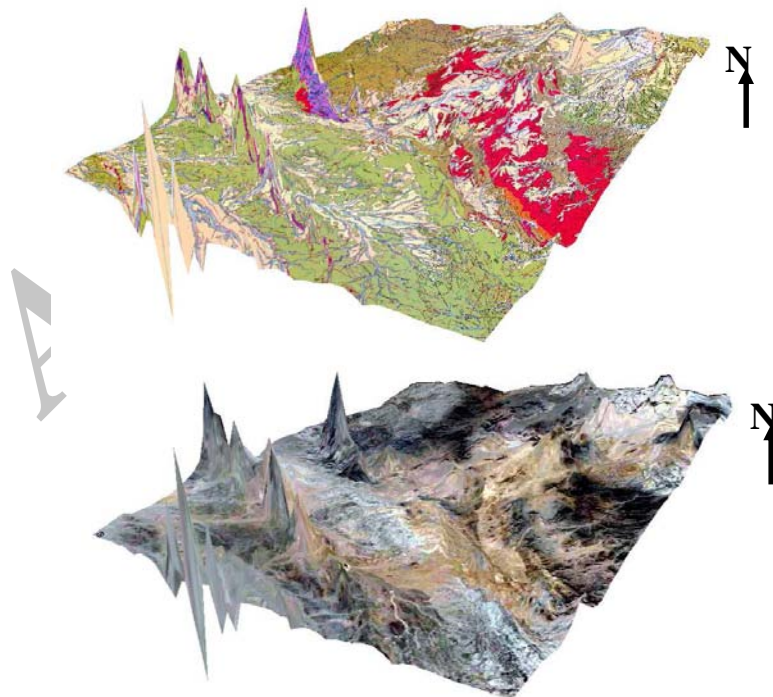
برداشت مغناطیس هوابرد به طور معمول همزمان با برداشت رادیومتری صورت می‌گیرد و برای تهیه نقشه سنگ‌شناسی و ساختارهای سنگ بستر کاربرد دارند و ابزاری غیرمستقیم برای اکتشاف به شمار می‌آیند. این امکان وجود دارد تا با این روش، پهنه‌های دگرسانی وسیع همراه با کانسارهای نوع دگرشیبی به صورت بخش‌های غیرمغناطیسی درون واحدهای مغناطیسی شناسایی شوند. پیمایش‌های میدان مغناطیسی کل به نسبت روش اکتشافی ساده و ارزانی به شمار می‌آید. برداشت مغناطیسی می‌تواند تغییرات جزئی در توزیع کانی‌های مغناطیسی در برش رسوبی را مشخص کند، در بیشتر موارد، این تغییرات را می‌توان به کانسارهای اورانیوم نسبت داد. معمولاً مغناطیس شدگی القایی اولین منشاء خاصیت مغناطیسی در سنگ‌های رسوبی است (Grasty, 1997). بخش اصلی آنومالی‌های مغناطیسی به دلیل تغییر قدرت میدان القایی در اثر تغییرات محلی مقدار کانی‌های مغناطیسی در سنگ رسوبی است. کانی‌های مغناطیسی معمولاً اکسیدهای آهن - تیتانیوم هستند که مهمترین آن‌ها منیتیت است. پراکندگی این کانی‌ها با فرایندهای رسوبگذاری محیط رسوبی و دگرسانی احتمالی آن‌ها در اثر فرایندهای ژئوشیمیایی کنترل می‌شود. در ماسه سنگ‌های جریانی یا محیط انتقالی دریایی که از معمول‌ترین میزبانان کانسارهای اورانیوم رسوبی هستند، کانی‌های مغناطیسی می‌توانند به صورت تمرکز محلی در کانال رود یا دانه‌های تخریبی پراکنده رخ دهند (IAEA, 2009). رسوبگذاری مکانیکی این کانی‌ها به اندازه، شکل و جرم دانه و سرعت و قابلیت جورکنندگی محیط وابسته است. بسیاری از نویسندگان این که چگونه شرایط اکسایش - احیا حین تشکیل کانسارهای اورانیوم رسوبی، می‌تواند کانی‌های مغناطیسی تخریبی را تغییر دهند، را بحث کرده‌اند (Mulloy et al., 2001). یکی از بررسی‌های بسیار جالب انجام شده، تخریب کلی یا بخشی از کانی‌های مغناطیسی در اطراف برخی کانسارهای اورانیوم رسوبی و همبستگی خودپذیری مغناطیسی کم با اورانیوم است (ضیاء ظریفی، ۱۳۸۹). توانایی نقشه‌برداری مغناطیسی در شناسایی آنومالی‌های موجود در کانسارهای اورانیوم رسوبی به اختلاف خواص مغناطیسی سنگ‌های کانه‌دار و

سنگ‌های مجاور و همچنین عمق و اندازه منطقه اختلاف وابسته است. افزایش عمق، اندازه آنومالی را کاهش داده و امکان اینکه در اثر دیگر سرچشمه‌های مغناطیسی مخفی شود را زیاد می‌کند. این محدودیت کارایی روش مغناطیسی را در اکتشاف کانسارهای عمیق‌تر کم می‌کند. با این وجود حتی زمانی که هیچ آنومالی به طور مستقیم شناسایی نشود، اطلاعات زمین شناسی مفیدی مانند مکان ماسه‌های کانالی و تغییر رخساره را می‌توان از داده‌های مغناطیسی بدست آورد. این اطلاعات می‌توانند در هدایت غیرمستقیم اکتشاف مفید باشند. به دلیل کمی مقدار کانی‌های مغناطیسی در سنگ‌های رسوبی، آنومالی‌های مغناطیسی اغلب کوچک‌اند. عمق، اندازه، خواص مغناطیسی کانی‌زایی و تاثیر عارضه‌های زمین‌شناسی محلی؛ از عوامل کنترل کننده الگوی مغناطیسی مشاهده شده در پیمایش‌های سطحی هستند (Bruce, 2011). با وجود پیچیدگی‌ها، این روش تنها نیاز به یک یا دو نیرو داشته و با ابزارهای به صرفه، روشی سریع و مفید برای اکتشاف کانسارهای اورانیوم رسوبی است. بررسی‌های رادیواکتیو هواپردی برای کانی‌های غیر از اورانیوم و توریم، مثل کانی‌های سنگین حاوی تیتانیوم و زیرکونیوم، مشتمل بر تانتالوم، نیوبیوم و خاک‌های کمیاب نیز به کار می‌رود. در این ارتباط کربناتیت‌ها دارای نسبت اورانیوم به توریم بسیار پایینی هستند (Gunn, et al., 2010).

تابش رادیواکتیویته را با وسیله‌ای به نام شمارنده گایگر-مولر، که نام آن از مخترعانش اقتباس شده است، می‌توان اندازه گرفت وقتی تابش رادیواکتیو وارد این شمارنده می‌شود، گاز موجود در آن حامل الکتریسیته می‌شود. مقدار بار را می‌توان روی صفحه‌ای قرائت کرد، یا از طریق یک بلندگو به صورت صداهاى تیک تیک خاصى شنید.

۴- زمین شناسی منطقه

رخنمون‌های این منطقه را عمدتاً واحدهایی با سن سنوزوئیک و کواترنری تشکیل می‌دهند (شکل ۲).



شکل ۲: تطبیق آنومالی‌های به دست آمده بر روی نقشه زمین‌شناسی و عکس هوایی منطقه

۴-۱- واحدهای سنوزوئیک

واحدهای سنوزوئیک منطقه به ۴ دسته تقسیم می‌شوند.

۴-۱-۱- واحدهای رسوبی نظیر مادستون، سیلتستون با میان لایه‌های آهکی و نیز کنگلومرا که به‌وفور در منطقه یافت می‌شوند و بیشتر در بخش‌های جنوبی منطقه گسترش دارند.

۴-۱-۲- ولکانیک‌ها، ولکانیک‌های آندزیتی و بازالت‌های بازیک که به‌صورت نوار باریکی، در جنوب‌غربی منطقه قابل مشاهده هستند.

۴-۱-۳- سنگ‌های دگرگونی و شیست‌ها که بخش شمال‌غربی منطقه را پوشش می‌دهند.

۴-۱-۴- سنگ‌های نفوذی منطقه که به دودسته اصلی و فرعی قابل تقسیم بوده و عبارتند از:

الف- توده‌های نفوذی اصلی: این توده‌ها عمدتاً شامل گرانودیوریت بوده و به‌همراه آن‌ها، انواع مختلفی از

توده‌های اسیدی و حد واسط نیز قابل مشاهده است. این توده‌ها در مرکز محدوده، با امتداد شمال‌غربی - جنوب شرقی، به‌صورت نوار پهنی، قابل مشاهده هستند.

ب- توده‌های نفوذی فرعی: یک گروه از این توده‌ها از جنس دیوریت، گرانودیوریت، تونالیت و کوارتز مونزونیتی

بوده و در غرب منطقه قابل مشاهده هستند. گروه دیگر نیز شامل دایک‌های حد واسطی هستند که به‌همراه آن‌ها، انواع مختلفی از دایک‌های بازیک نیز مشاهده می‌شود. این دایک‌ها در کل محدوده و به‌خصوص در شمال محدوده از گسترش بالایی برخوردار هستند.

۴-۲- واحدهای کواترنری

این واحدها شامل آلوویوم‌ها، رسوبات آبراهه‌ای و نیز رسوبات پیر و جوان بادبزی می‌باشند. تراورتن نیز با سن کواترنری، تقریباً در بخش مرکزی منطقه قابل مشاهده است.

۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل، داده‌ها وارد نرم افزار SPSS و Excel گردیدند و مورد پردازش آماری قرار گرفتند. در جدول ۱ نتایج حاصل از این پردازش‌ها، نظیر حداقل و حداکثر مقادیر، میانگین و انحراف از معیار داده‌ها نمایش داده شده است. (شکل ۴) نیز نحوه توزیع این داده‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، این داده‌ها دارای توزیع تقریباً نرمالی هستند.

۶- محاسبه پارامترهای آماری

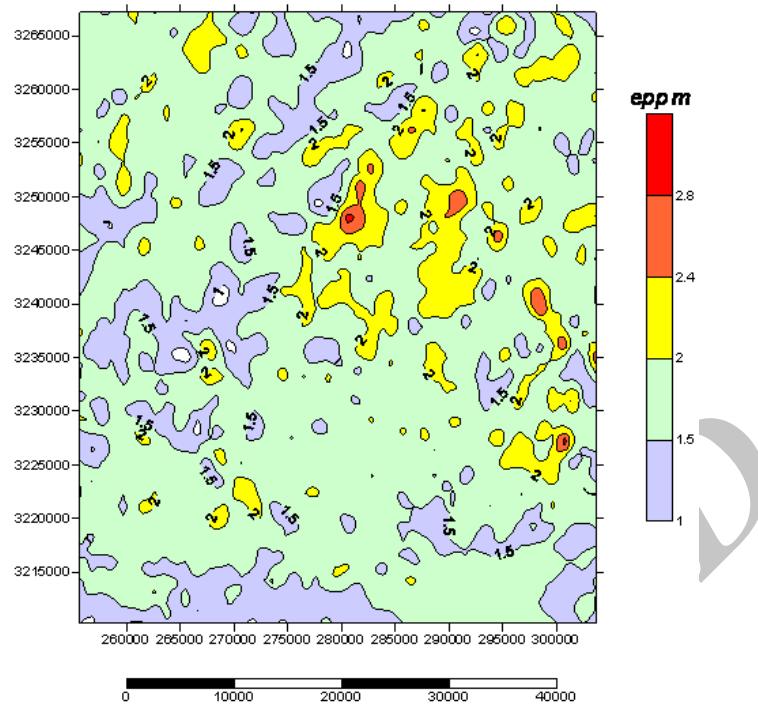
به منظور درک بهتر وضعیت رادیوالمان‌های منطقه ابتدا کارهای آماری روی داده‌های ژئوفیزیک هوابرد انجام پذیرفت. به همین جهت ابتدا مرتب سازی بر روی داده‌ها انجام پذیرفت، سپس فیلترینگ و کلاس بندی روی داده‌های عناصر اورانیوم و توریوم و پتاسیم صورت گرفت. بعد از این مراحل جداول توزیع فراوانی و هیستوگرام‌های توزیع فراوانی ترسیم شد. پس از ترسیم هیستوگرام‌های توزیع فراوانی، پارامترهای آماری این عناصر محاسبه شد. سپس جدایش جوامع آنومالی بر اساس پراکندگی حول میانگین صورت گرفته است، مهم‌ترین پارامترهای آماری که در تعبیر و تفسیر داده‌ها و جدایش جوامع ناهنجاری از زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت‌اند از میانگین، میانه، مد، پراش، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی که این پارامترها در مورد داده‌های رادیومتری هوایی منطقه سلماس برای عناصر اورانیوم، توریوم و پتاسیم محاسبه شد (حسنی پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰).

ابتدا اطلاعات پروازهای هوایی شامل مختصات نقاط برداشت (برحسب UTM) و نیز برداشت‌های صورت گرفته در قالب فایل Excel تهیه و سپس توسط نرم‌افزار SPSS مورد پردازش‌های آماری قرار گرفت. نتایج حاصل از این پردازش‌ها، نظیر حداقل و حداکثر مقادیر، میانگین و انحراف از معیار داده‌ها محاسبه شده‌اند. پس از بررسی‌های آماری و تهیه نقشه‌های هم‌عیار، داده‌ها وارد نرم‌افزار ArcGIS گردید. سپس داده‌ها کلاسه‌بندی شدند و آنومالی‌های احتمالی به بهترین شکل ممکن خود را نشان دادند. به همین منظور داده‌ها در ۱۰ کلاس، دسته‌بندی شده و سپس با استفاده از دو روش کریجینگ معمولی و عکس مجذور فاصله، این داده‌ها تخمین زده شدند.

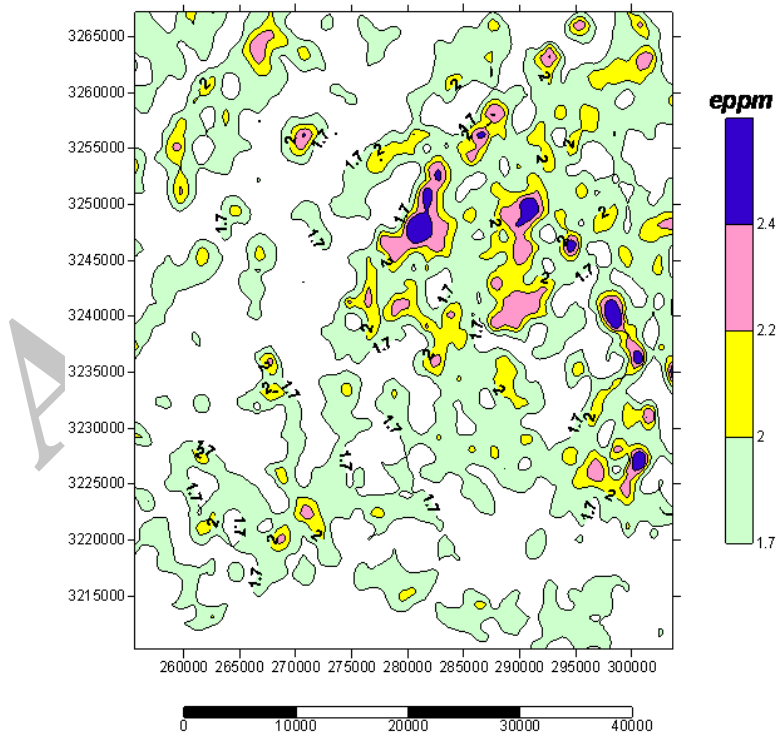
جدول ۱: پارامترهای آماری داده‌های رادیواکتیو اورانیوم برگه زاهدان

	X	Y	U(eppm)
Minimum:	255658.5	3210215	0.62
25%-tile:	267658.5	3224215	1.512
Median:	279658.5	3238215	1.688
75%-tile:	291658.5	3253215	1.876
Maximum:	303658.5	3267215	3.228
Midrange:	279658.5	3238715	1.924
Range:	48000	57000	2.608
Interquartile Range:	24000	29000	0.364
Median Abs. Deviation:	12000	14000	0.181
Mean:	279626.9732554	3238598.9886645	1.6965154091392
Trim Mean (10%):	279626.6227863	3238588.4750098	1.6948351042897
Standard Deviation:	14153.805636619	16728.455315622	0.29821113910374
Variance:	200330213.99919	279841217.24677	0.088929883485548
Coef. of Variation:			0.17577862098821
Coef. of Skewness:			0.16788579118055

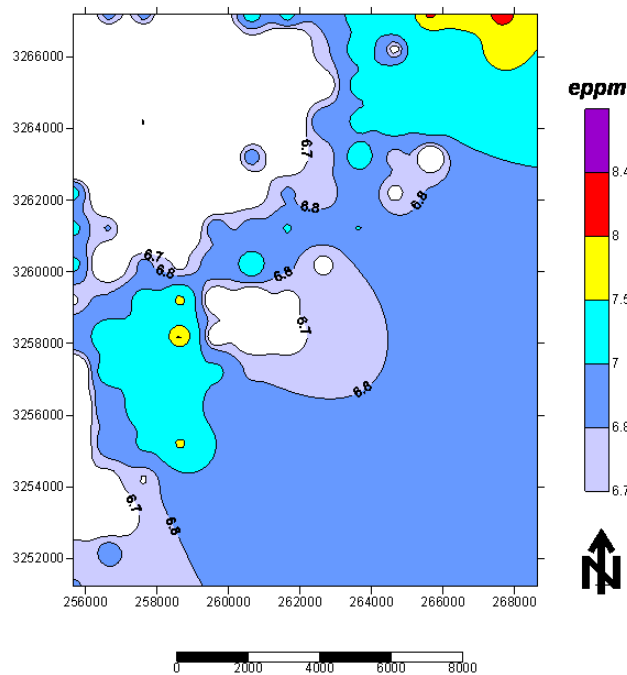
در میان داده‌های موجود، تنها داده‌ای با مقدار $457/8$ ، دارای ماهیتی خارج از ردیف بوده که جهت نشان دادن تأثیر آن بر جامعه موجود، از حذف آن خودداری گردید. در شکل‌های ۳ و ۴ نقشه پراکندگی اورانیوم در منطقه زاهدان نشان داده شده است. در شکل ۵ نیز نقشه پراکندگی عنصر تورיום تهیه شده است.



شکل ۳: نقشه پراکندگی داده‌های اورانیوم منطقه زاهدان با تخمین شبکه‌ای به روش عکس مجذور فاصله



شکل ۴: تهیه نقشه پراکندگی داده‌های رادیواکتیو اورانیوم با تخمین شبکه‌ای به روش کریجینگ در محدوده اکتشافی زاهدان



شکل ۵: تهیه نقشه پراکندگی داده های رادیواکتیو توریوم در محدوده اکتشافی زاهدان

۷- نتیجه گیری

در منطقه اکتشافی زاهدان بعد از پردازش و تجزیه و تحلیل داده های اکتشافی رادیومتری هوابرد و تهیه نقشه های هم شدت عناصر رادیواکتیو چند محدوده آنومالی مشخص شدند. روند این ناهنجاری های عناصر رادیواکتیو در منطقه با روند عمومی شمال غرب- جنوب شرق در نقشه های تهیه شده مشخص شده اند و این ناهنجاری های عناصر پرتوزا در واحدهای سنگی گرانودیوریت های الیگومیوسن منطقه وجود دارند. سه محدوده ناهنجاری در گوشه شمال شرقی بر گه قرار گرفته اند که به عنوان آنومالی های بارزش جهت ادامه کارهای اکتشافی معرفی می شوند.

سپاسگزاری

از سازمان انرژی اتمی ایران که در انجام این پژوهش اینجانبان را یاری نمودند قدردانی می گردد.

منابع

۱. حسنی پاک، ع.، ا. و شرف الدین، م.، ۱۳۸۰. تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. ضیاء ظریفی، ا.، ۱۳۸۴. مقایسه روش های آمار کلاسیک و فرکتال در معرفی اندیسه های معدنی اورانیوم، با استفاده از داده های ژئوفیزیکی هوایی در فاز شناسایی منطقه برندق، مجموع مقالات دوازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، دانشگاه تهران.
۳. ضیاء ظریفی، ا.، ۱۳۸۹. کتاب مبانی اکتشافات رادیومتریکی ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، ۳۰۸ صفحه.
4. Bruce, L.D., 2011. Recent advances in aerial gamma ray surveying. Journal of Environmental Radioactivity 76, PP225-236.
5. Chen, Z., 2010. Regional Distribution of Uranium Deposits in Northern Asian, in sandstone-type Uranium Deposits in China, Geology and Exploration Techniques, CNNC, China, pp. 24-32.
6. Grasty, R.L., 1997. Radon emanation and soil moisture effects on airborne gamma ray measurement. Geophysics, v.62, n.5, 1379-1385.

7. Gunn, P.J.; Fitzgerald, D.; Yassi, N. and Dart, P., 2010, New algorithm for visually enhancing airborne geophysical data. *Exploration Geophysics*, v.28, pp. 220-224.
8. IAEA- TECDOC, 2003. Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
9. IAEA (International Atomic Energy Agency), 2005, Developments in Uranium Resources, Production, Demand and the Environment, Proceedings of a technical committee meeting held in Vienna, 15–18 June, pp 166.
10. IAEA-OECD, 2008. Uranium 2007: Resources, Production and Demand , A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency (Read book 2007).
11. Mulloy, et al., 2001. Lung cancer in a Nonsmoking Underground Uranium Mine., *Environmental Health Perspectives*, Vol.109, number3, March 2001., pp 305-309.

Archive of SID