

شناسایی پتانسیل‌های عناصر آهن و کبالت در برگه ۱:۵۰۰۰۰ توت در شمال استان یزد

افسانه مهدیزاده^۱، دکتر محمدرضا جعفری^۲، دکتر داود جهانی^۳ و سعید جباری بوکانی^۳

چکیده

برگه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ توت در باختر ایران مرکزی، به مختصات جغرافیایی ۵۴° ۱۵' تا ۵۴° ۳۰' طول خاوری ۳۲° ۳۰' تا ۳۲° ۴۵' عرض شمالی، در شمال استان یزد و در ۴۵ کیلومتری شمال خاوری اردکان واقع است. در این محدوده تعداد ۱۱۸ نمونه ژئوشیمیایی، ۳۲ نمونه کانی سنگین و ۱۱ نمونه سنگی برداشت گردید که پس از آنالیز شیمیایی مورد پردازش قرار گرفته و نقشه‌های آنومالی هر عنصر ترسیم گردید. سپس با معین شدن مناطق کنترل آنومالی نمونه‌های کانی سنگین و مینرالیزه برداشت گردیدند. با مطالعه نمونه‌های کانی سنگین و آنالیز نمونه‌های سنگی و پردازش نتایج آنها محدوده‌های آنومالی برای عناصر مختلف معین گردید. با توجه به فراوانی عناصر آهن و کبالت و همپوشانی نسبی آنها با نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی و دانسیته گسلها و نیز نتایج مطالعه نمونه‌های کانی سنگین در مناطق پرتانسیل این عناصر منجر به شناسایی توده‌هایی از کانسنگ مگنتیت گردید که مشاهدات صحرایی نیز تأیید کننده این شناسایی بود.

کلیدواژه‌ها: اکتشافات ژئوشیمیایی، کانی سنگین، مینرالیزه، مگنتیت، آهن و کبالت، مناطق پرتانسیل

Iron and Cobalt Potential Identification in Toot 1:50000 Sheet in North of the Yazd

Afsaneh Mehdizadeh¹, Dr. Mohammadreza Jafari², Dr. Davood Jahani² And Saeed Jabbari Bokani³

Abstract

The studied area (1/50000 sheet of Toot is located in 45 km Northeast of Ardakan from Yazd province) is between longitudes 54° 15' to 54° 30' and latitudes 32° 30' to 32° 45'. 118 Geochemical samples, 32 Heavy mineral samples, 11 Rock samples were taken in this area. They proceed after chemical analyzing and Anomaly maps illustrated. However after finding Control anomaly areas, Heavy mineral and Mineralization samples were taken. So we can illustrate Anomaly areas with studying on Heavy minerals and Rock samples analyzing. According to frequency of Iron and Cobalt and overlapping between Air born Geophysics and Fault Density maps and Result of Heavy mineral samples in their Potential areas, some deposits of Magnetite were identified. Consequently, after that, field proved it.

Keywords: Geochemistry Explorations, Mineralization, Heavy mineral, Magnetite, Fe and Co, Anomaly areas

۱- کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- عضو هیات علمی گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۳- کارشناس ارشد سازمان زمین شناسی کشور

مقدمه

این ناحیه می‌توان به اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ مهدی‌آباد که توسط گروه اکتشافات ژئوشیمیایی سازمان زمین‌شناسی انجام شده، اشاره کرد.

زمین‌شناسی منطقه

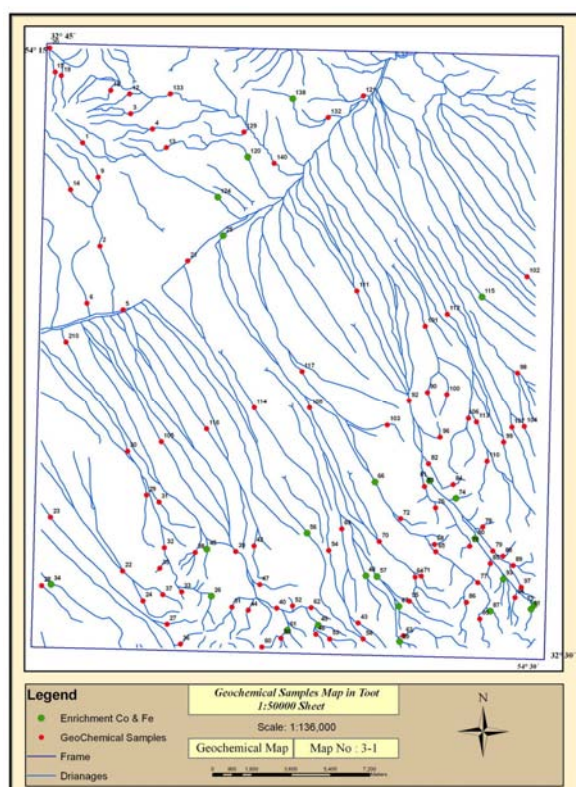
بارزترین واحدهای سنگی ناحیه مورد مطالعه به ترتیب از قدیم به جدید شامل سنگهای گرانیت و گرانودیوریت (احتمالاً پرکامبرین)، ریولیت و توف ریولیتی دگرگونی، سنگهای آذرآواری دگرگونی، سنگهای آهکی چرتی و دولومیتی (سری ریزو، پرکامبرین پسین)، دولومیت و چرت بانندی سبز، شیل ارغوانی و دولومیت شیلی (سازند کوهبنان، کامبرین میانی)، دولومیت و سنگ آهک، توف، ماسه سنگ و کوارتريت (سازند پادها، دونین)، سنگ آهک متبلور شده خاکستری (سازند اسپهک، تریاس میانی)، سنگ آهک و دولومیت خاکستری (سازند شتری، تریاس میانی)، شیل و سنگ ماسه خاکستری (سازند شمشک، ژوراسیک)، نمک و مارن گچ دار و تناوب سنگ گل قرمز- گچ و سنگ ماسه (ائوسن)، مارن سیلتي سبز تا قهوه‌ای همراه با میان لایه‌های ولکانیکی (اولیگوسن) و واحدهای آبرفتی و مخروط افکنه (کواترنر) می‌باشد (نبوی ۱۳۵۵).

نمونه برداری و تجزیه شیمیایی

برای طراحی شبکه نمونه برداری، ابتدا طرح کلی آبراهه‌های ناحیه با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰۰ توت رسم شد (شکل ۱). سپس نقشه‌های

برگه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ توت در باختر ایران مرکزی، به مختصات جغرافیایی $۳۰^{\circ} ۵۴'$ تا $۳۰^{\circ} ۵۴'$ طول خاوری $۳۰^{\circ} ۳۰'$ تا $۳۲^{\circ} ۴۵'$ عرض شمالی، در شمال استان یزد و در ۴۵ کیلومتری شمال خاوری اردکان واقع است. مهمترین بلندیاها مربوط به کوههای دره انجیر و چقات می‌باشد. این ناحیه از نظر تقسیم بندی زونهای زمین‌شناسی ایران در باختر خرد قاره ایران مرکزی (بلوک یزد) جای گرفته است (آقابات ۱۳۸۳). مانند سایر نقاط ایران مرکزی، ساختار تکتونیکی این منطقه نیز تحت تأثیر فعالیت گسل‌های امتداد لغز شکل گرفته است. حرکت گسل‌ها ساختمانهای زمین‌شناسی متنوعی را در این برگه ایجاد نموده است. در محدوده این برگه آثاری از کانی سازی فلزی و غیر فلزی دیده می‌شود که آثاری از کانی سازی آهن به صورت هماتیت و مگنتیت در سنگهای کهن پالئوزوئیک، در نواحی جنوبی برگه توت به صورت پراکنده وجود دارند. نخستین مطالعات انجام شده بر روی مسائل زمین‌شناسی این ناحیه مربوط به کارهایی است که در خلال تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اردکان انجام گرفت.

مطالعات زمین‌شناسی ناحیه توت را نبویه و ترشیزیان (۱۳۸۳) در قالب تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مهدی‌آباد انجام داده‌اند. پژوهشهای معدنی در ناحیه مورد مطالعه تا سال ۱۳۸۶ بسیار اندک بوده است. از مهم‌ترین مطالعات انجام شده در



شکل ۱- نقشه موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده به همراه نمونه‌های غنی از آهن و کبالت.

پردازش یافته‌های تجزیه

پس از تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، ابتدا دقت تجزیه با استفاده از روشهای ترسیمی و نیز روشهای محاسباتی (Govett, 1993) تعیین شد که مقادیر حاصل، از دقت قابل قبول برخوردار بوده‌اند. سپس یافته‌های خام مربوط به عناصری که دارای بیش از ۵۰ درصد مقادیر سنسورد بوده‌اند، حذف گردید (عنصر Te). مقادیر سنسورد برای عناصر طلا و جیوه به دلیل این که تعداد یافته‌های سنسورد آنها بیش از ۱۰ درصد کل یافته‌ها بود، به روش بیشترین درست‌نمایی کوهن (Sanford et al., 1993) و برای بقیه عناصر که تعداد یافته‌های سنسورد آنها کمتر از ۱۰ درصد کل یافته‌ها بود، به روش جایگزینی ساده (حسنی

زمین‌شناسی، تکتونیک، ژئوفیزیک هوایی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه به صورت لایه‌های اطلاعاتی بر روی آن قرار گرفت و محل ۱۱۸ نمونه ژئوشیمیایی در پایین دست گسلها، همبریه‌های مهم زمین‌شناسی، مناطق با چگالی گسلی بالا، بی‌هنجاریهای ژئوفیزیکی و نواحی دگرسان شده تعیین شد. چگالی شبکه نمونه برداری، یک نمونه به ازای هر ۳ کیلومترمربع در نظر گرفته شد نمونه برداری از محل‌های از پیش تعیین شده بر روی نقشه و با استفاده از الک ۸۰- مش انجام شد. نمونه‌های برداشت شده، توسط آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین برای ۴۳ عنصر تجزیه شیمیایی شد. برای تعیین مقادیر عناصر Hg و Au از روش AAS و برای تعیین مقادیر عناصر Mn, Cu, Ni, Sr, Ba, Ti, Fe, Cr از روش ICP-ES و برای اندازه گیری مقادیر بقیه عناصر از روش ICP-MS استفاده شد. همچنین به منظور کنترل دقت و صحت آزمایشها، ۲۰ نمونه تکراری نیز از بین نمونه‌های فوق به صورت تصادفی انتخاب و تجزیه شد که پس از بررسی دقت و صحت نتایج تجزیه نمونه‌ها مورد تایید قرار گرفت.

یافته‌های بهنجار شده، تحلیل عاملی (Factor Analysis) انجام گردید به طوری که متغیرهای نرمال به ۵ عامل عناصر تبدیل شدند:

عامل اول: Cr, Co, Ti, V, Ni, Fe

عامل دوم: Cu, Bi, Sb, As, Mn

عامل سوم: Pb, Sr, Zn

عامل چهارم: Be, W, Au

عامل پنجم: Mo, Ba, Sn

عامل ششم: Hg, Ag

همچنین با توجه به عدم دسترسی به همه اطلاعات نمی‌توان فرآیندهای زمین شناسی و ژئوشیمیایی را به آسانی با روشهای تک متغیره، تجزیه و تحلیل و یا شبیه سازی نمود. تجزیه خوشه ای برای حل مسائلی طرح شده است که در آن با در دست داشتن مجموعه n نمونه و اندازه گیری p متغیر (عنصر)، می‌توان نمونه‌ها یا متغیرها را به کلاسهای گروه بندی نمود

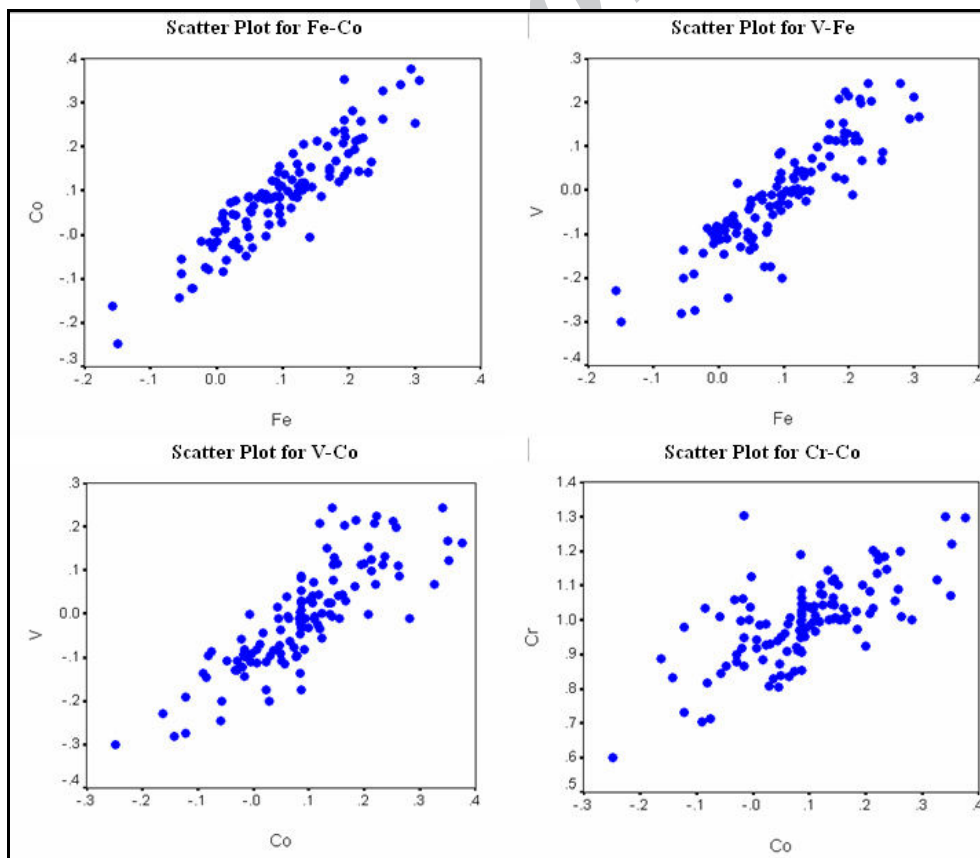
پاک و شرف الدین، ۱۳۸۰) تصحیح گردید. برای از بین بردن اثر مؤلفه سین‌ژنتیک، با قرار دادن نقشه نمونه برداری بر روی نقشه زمین شناسی، سنگهای بالا دست هر نمونه ژئوشیمیایی که در تولید رسوب آبراهه‌ای مربوط به هر نمونه نقش داشته‌اند، تفکیک و در غالب جوامع مختلف سنگی طبقه بندی شدند. پس از تفکیک و طبقه بندی جوامع سنگی، مقدار زمینه محلی که در واقع مقدار میانه مربوط به هر جامعه می‌باشد محاسبه شد و سپس با تقسیم یافته‌های خام مربوط به هر یک از عناصر در هر جامعه بر مقدار زمینه محلی، مقادیر شاخص غنی شدگی سنگ محاسبه گردید. مقادیر به دست آمده توسط نرم افزار آماری SPSS به روش سه پارامتری نرمال شد. پس از این مرحله، مقادیر خارج از رده طبق آزمون دورفل (Wellmer, 1998) شناسایی و جایگزین گردید. در نهایت ضرایب همبستگی برای عناصر مختلف به روش پیرسون و اسپیرمن برای یافته‌های بهنجار شده، محاسبه شد (جدول ۱) براساس نتایج به دست آمده از این جدول، بیشترین میزان همبستگی بین عناصر Cr-Fe, Cr-Co, Co-V, Fe-V, Co-Fe (شکل ۲). پراکنش مقادیر داده‌های شاخص غنی شدگی نرمال شده برای چند زوج عنصری است که بیشترین ارتباط را نشان می‌دهد. در این نمودارها زوج عنصر Co-Fe بیشترین همبستگی را با یکدیگر نشان می‌دهد.

در این مطالعه به دلیل زیادی عناصر مورد بررسی و تعداد نمونه‌ها، به منظور تحلیل بهتر بر روی

شناسایی پتانسیل‌های عناصر آهن و کبالت در برکه ۱:۵۰۰۰۰ توت در شمال استان یزد

جدول ۱- ضریب همبستگی اسپیرمن با استفاده از داده‌های غنی شده.

Spearman	AG	AS	BA	BE	BI	CO	CR	CU	FE	HG	MN	MO	NI	PB	SB	SR	TI	V	W	ZN	AU	SN	
AG	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	1.000																					
AS	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0	1.000																				
BA	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.027	0	1.000																			
BE	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.146	0.401	0	1.000																		
BI	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.023	0.324	-0.095	0	1.000																	
CO	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	-0.084	0.649	0.012	0.530	0	1.000																
CR	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.217	0.448	-0.124	0.430	0.315	1	1.000															
CU	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.266	0.628	-0.189	0.337	0.417	0.342	1	1.000														
FE	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	-0.062	0.664	-0.012	0.572	0.193	0.912	0.675	0	1.000													
HG	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.219	-0.266	0.354	-0.421	0.112	-0.237	-0.055	0.028	0	1.000												
MN	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.133	0.560	-0.140	0.034	0.347	0.363	0.488	0.625	0.432	0	1.000											
MO	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.066	-0.048	0.548	-0.226	0.068	-0.080	-0.116	0.008	-0.018	0.261	0	1.000										
NI	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.060	0.416	-0.228	0.510	-0.014	0.672	0.626	0.342	0.518	-0.257	0.320	0	1.000									
PB	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	-0.028	0.325	0.189	-0.119	0.115	0.301	0.221	0.228	0.266	0.031	0.531	0.103	0	1.000								
SB	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.021	0.471	-0.130	0.166	0.438	0.337	0.413	0.463	0.375	0.002	0.316	-0.045	0.210	0	1.000							
SR	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.297	-0.223	0.499	-0.319	-0.106	-0.079	-0.085	-0.177	-0.138	0.264	0.029	0.245	-0.026	0.241	-0.292	1.000						
TI	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	-0.182	0.142	0.337	-0.028	-0.004	0.635	0.350	-0.109	0.577	-0.032	0.232	0.076	0.299	0.336	0.060	0.226	1.000					
V	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.053	0.512	0.000	0.530	0.047	0.813	0.660	0.356	0.874	-0.096	0.414	-0.082	0	0.363	0.218	-0.013	1	1.000				
W	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.273	0.281	0.096	0.398	-0.102	0.415	0.262	0.238	0.412	-0.133	0.233	0.062	0.295	0	0.050	0.230	0.240	0	1.000			
ZN	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.366	0.233	0.190	0.217	0.051	0.384	0.433	0.354	0.363	0.233	0.429	-0.051	0.438	0.406	0.079	0.360	0.311	0.505	0	1.000		
AU	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.128	0.051	0.141	-0.087	0.097	-0.117	-0.054	0.183	-0.038	0.085	0.168	0.213	-0.207	0.333	-0.025	0.118	-0.067	0.048	0.090	0.0	1	
SN	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)	0.065	0.296	0.115	0.163	0.213	0.208	0.193	0.230	0.252	-0.141	0.301	0.060	0.037	0.257	0.137	-0.047	0.137	0.278	0.168	0.088	0.312	1.000

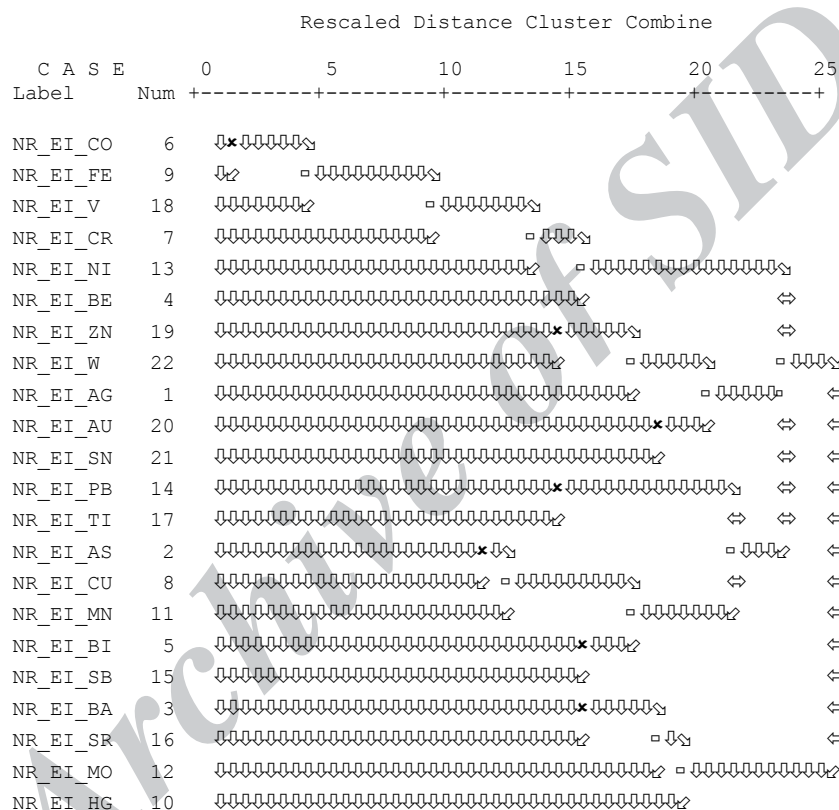


شکل ۲- پراکنش مقادیر داده‌های شاخص غنی‌شدگی نرمال شده با توجه به ضریب همبستگی.

میانه (X) و انحراف معیار (S)، مقادیر حد زمینه معادل با (X+S)، حد آستانه بی‌هنجاری‌ها معادل با (X+2S) و بی‌هنجاریهای ممکن معادل بین (X+2S) و (X+3S)، و بی‌هنجاری احتمالی (مقادیر $>X+3S$) تعیین شد.

که متغیرها یا نمونه‌هایی مشابه در داخل یک گروه قرار گیرند. در این مطالعه روش تجزیه خوشه‌ای به عنوان یک روش ارزشمند در پیدا کردن گروههای واقعی مؤثر مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۳) در نهایت، برای تفکیک بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی، با محاسبه مقادیر

Dendrogram using Complete Linkage



شکل ۳- نمودار تجزیه خوشه‌ای عناصر.

پنهانی که در آنها فلزهای اصلی کانسار به آسانی قابل ثبت نیستند، استفاده کرد (Ginzburg, 1960). سپس به منظور مرتب‌سازی بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی به دست آمده، از روش P.N (بیشترین رخداد احتمال) تفکیک آنها انجام شد و در نهایت نقشه‌های بی‌هنجاریهای ژئوشیمیایی اولیه به روش

در اکتشافات ژئوشیمیایی، حضور یک یا چند عنصر از یک پاراژنز معین، می‌تواند دلالت بر حضور احتمالی اعضای دیگر آن پاراژنز داشته باشد. بنابراین، از وجود این عناصر می‌توان به عنوان ردیابی برای اکتشاف عناصر دیگر، بویژه نهشته‌های

مختلفی تقسیم‌بندی شدند. سپس با استفاده از مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی (مطالعه مقاطع نازک و صیقلی) منشأ هر یک از این مقادیر تعیین شد. مهمترین کانی‌هایی که در ارتباط با نهشته‌های کانی‌سازی شده بوده و از نظر اقتصادی مهم هستند، عمدتاً در نمونه‌هایی دیده می‌شوند که در بالا دست آنها مناطق دگرسانی گسترده و کانی‌سازی‌های رگه‌ای و پراکنده دیده می‌شود و اکثراً علت وجودی بی‌هنجاری‌های اولیه هستند. برای کنترل بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی با استفاده از نمونه‌های کانی‌سازی شده ۱۱ نمونه سنگی کانه دار از میان نمونه‌های سنگی انتخاب و تجزیه گردید.

در این مطالعه پس از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف نظیر داده‌های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، نقشه ژئوفیزیک هوایی و ... مناطق پرتانسیل معرفی گردید که عناصر آهن و کبالت با توجه به میزان فراوانی داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین مورد توجه قرار گرفت. جدول ۲ مقادیر عددی این نتایج را نشان می‌دهد.

همچنین در محدوده‌هایی که پراکندگی میزان عناصر Fe و Co از فراوانی بیشتری برخوردار است، در برخی مناطق توده‌هایی از کانسنگ مگنتیت مشاهده گردید که می‌تواند تائید کننده نتایج مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین باشد. شکل ۶ نمایی از یک توده مگنتیتی را در بخش جنوبی برکه ۱:۵۰۰۰۰ توت نشان می‌دهد.

تخمین شبکه (حسینی پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰) برای ۲۱ عنصر و ۵ عامل فاکتوری و نیز P.N رسم گردید. شکل ۴ نقشه‌های آنومالی عناصر آهن و کبالت و شکل ۵ نقشه پراکندگی عامل فاکتوری ۱ و دانسیته گسلها را نشان می‌دهند.

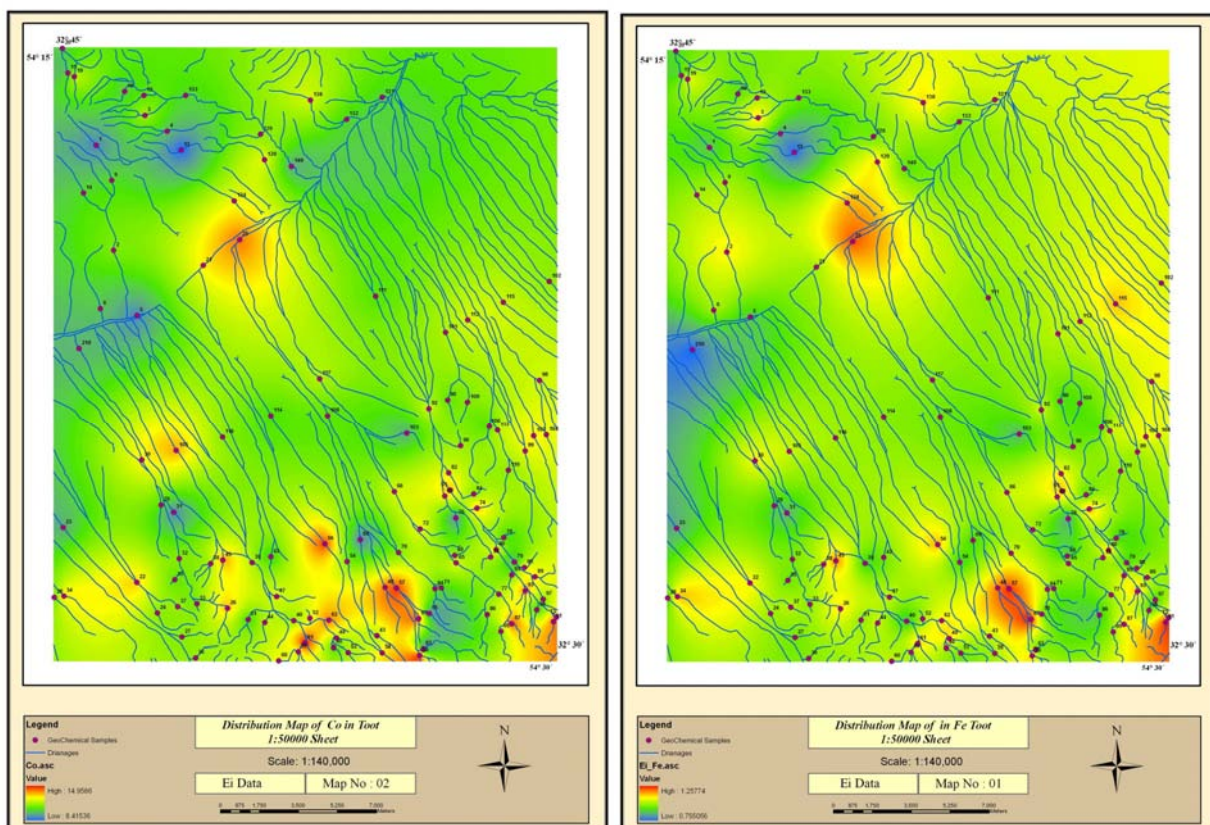
کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی

کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی از طریق مطالعه نمونه‌های کانی‌های سنگین در رسوبات آبراهه‌ای و همچنین توسط مطالعات سنگ نگاری نمونه‌های کانی‌سازی شده و دگرسان شده صورت گرفته است. از محل بی‌هنجاری‌های اولیه تعداد ۳۲ نمونه کانی سنگین برای کنترل این بی‌هنجاری‌ها برداشت شد و پس از آماده‌سازی در سازمان زمین شناسی کشور مطالعه شد. در نهایت پردازش بر روی نمونه‌های کانی سنگین انجام گردید. کانی‌های شناسایی شده در این نمونه‌ها، به دو سری (۱) کانی‌های سنگ ساز شامل زیرکن، آپاتیت، روتیل، گارنت، مگنتیت، پیروکسن، آمفیبول، اپیدوت، کلریت و بیوتیت و (۲) کانی‌های مرتبط با نهشته‌های کانی‌سازی شده شامل باریت، زیرکن، گالن، سرب طبیعی، ایلمنیت، مولیبدنیت، هماتیت، لیمونیت، مگنتیت، پیریت، اولیژیست، پیریت اکسید، گوتیت و ... تقسیم شدند.

پس از پردازش آماری و رسم هیستوگرامها و نمودارهای تجمعی برای هر یک از کانی‌های سنگین، مقادیر حاصل در نمونه‌های مختلف به محدوده‌های

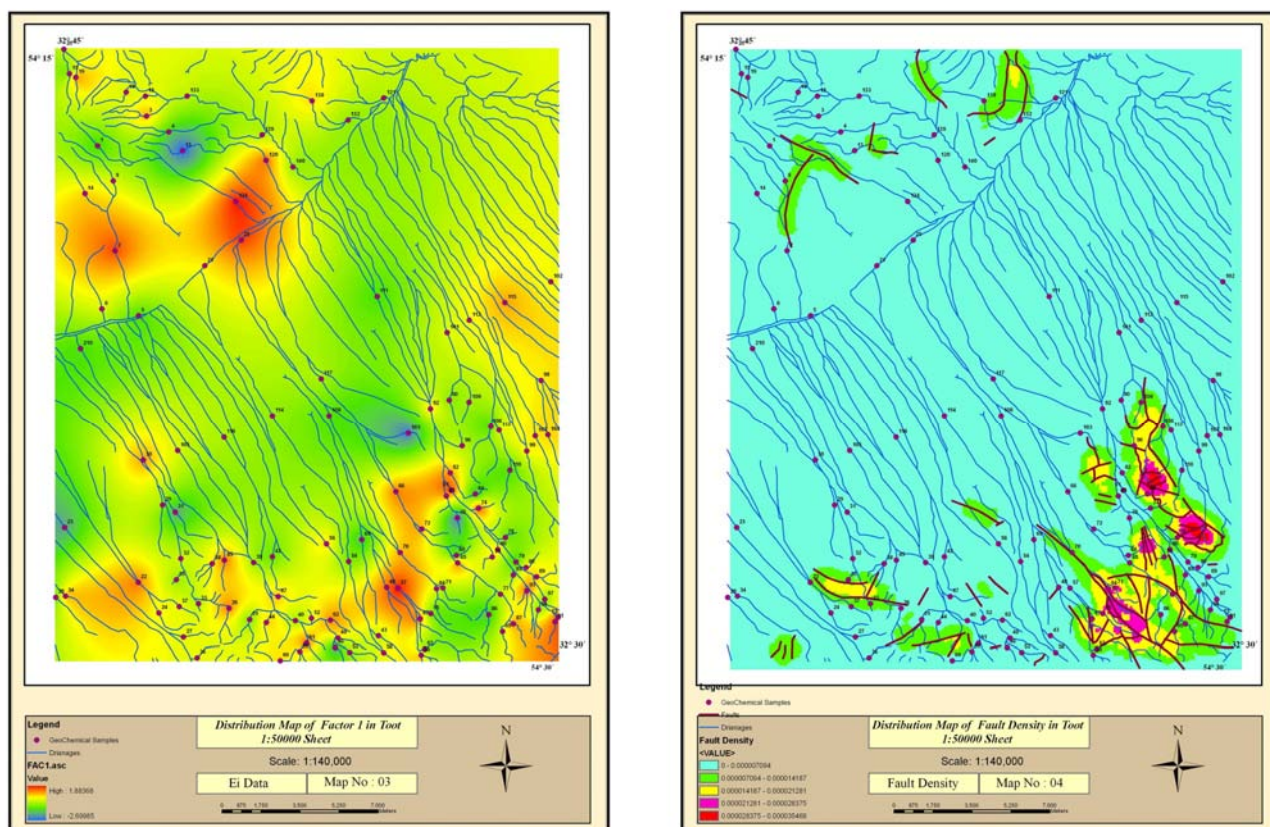
جدول ۲- نتایج آنالیز شیمیایی و مطالعه کانی سنگین برای عناصر Fe و Co.

مطالعات کانی سنگین					نتایج ژئوشیمیایی						شماره نمونه
GOETHITE	OLIGISITE	ILMENITE	HEMATITE	MAGNETITE	PN	FACTOR 1	EI FE	FE	EI CO	CO	
3.5	10	41	45	98	11.43	1.66	1.22	44890	1.31	14.12	25
2.5	30.5	51	55	103	1.16	1.22	1.11	40520	1.18	13.49	26
3	24	31	47	291	1.14	1.27	1.19	44100	1.21	13.68	45
0.4	31	69	73	44	4.51	1.29	1.19	43550	1.30	13.92	48
0.4	17	23	18	128	0.66	0.39	1.11	41370	1.05	11.91	49
4.5	27	51	58	288	1.15	0.59	1.15	46120	1.16	14.64	56
3.75	11	40	23	119	5.00	1.91	1.24	45610	1.37	14.67	57
3.5	32	70	66	260	1.99	0.66	1.11	44920	1.21	14.66	59
5	12	33	41	212	4.02	1.32	1.13	47790	1.24	15.87	61
13.5	44.5	52	62	398	22.14	1.18	1.26	57920	1.33	14.27	67
5	17	69	73	303	7.25	1.47	1.25	52310	1.20	14.01	91
0.5	9	29	20	24	1.12	0.98	1.13	39880	1.15	12.11	115
0.3	22	28	36	89	2.45	1.32	1.11	40940	1.16	12.45	120
0.4	15	34	61	176	0.87	1.84	1.14	41740	1.20	12.54	124
0.1	11	47	39	67	2.26	0.58	1.11	40850	1.14	12.25	138



شکل ۴- نقشه پراکنندگی عناصر آهن و کبالت در برکه ۱:۵۰۰۰۰ توت.

شناسایی پتانسیل‌های عناصر آهن و کبالت در برکه ۱:۵۰۰۰۰ توت در شمال استان یزد



شکل ۵- نقشه پراکندگی عامل فاکتوری ۱ و نقشه دانسیته گسلها در برکه ۱:۵۰۰۰۰ توت.



شکل ۶: نمایی از یک توده مگنتیتی را در بخش جنوبی برکه ۱:۵۰۰۰۰ توت

(54° 25' 25.51" E – 32° 31' 05.06" N)

نتیجه گیری

د- نتایج حاصل از انطباق نقشه بی‌هنجاریهای نهایی با نقشه چگالی گسلها نشان داد که بیشتر بی‌هنجاریهای به دست آمده منطبق بر زونهای با چگالی گسلی بالاست. لذا در به وجود آمدن بی‌هنجاریهای فوق، احتمالاً شکستگیها و گسلها نقش بسیار مؤثری ایفا کرده‌اند. از این رو زونهای با شکستگی بالا، از اهمیت اکتشافی بالایی برخوردارند.

ه- با توجه به نقشه‌های ناهنجاری داده‌های خام و غنی شده عناصر مختلف و انطباق آنها با نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی و دانسیته گسلها، مناطق پرتانسیل برای عناصر آهن و کبالت شناسایی گردید. نتایج آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی و مطالعات کانی سنگین در این مناطق منجر به شناسایی توده‌هایی از کانسنگ مگنتیت در برخی از این مناطق شد.

منابع

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۴۰ ص.
- حسنی پاک، ع.ا. و شرف الدین، م.، ۱۳۸۰. تحلیل داده‌های اکتشافی. انتشارات دانشگاه تهران، ۹۸۷ ص.
- نبویه، س. م.، ترشیزیان، ح.، ۱۳۸۳، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مهدی آباد
- نبوی، م.ح.، ۱۳۵۵. دیباچه ای بر زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۰۹ ص.

بررسی‌های اکتشافی انجام شده در محدوده برگه ۵۰۰۰۰۰:۱ توت منجر به دستیابی نتایجی شده که چکیده هر یک از این دستاوردها به قرار زیر است:

الف - در محدوده برگه توت بر پایه نتایج بدست آمده از نمونه‌های ژئوشیمیایی، تعداد ۲۲ عنصر مورد داده‌پردازی قرار گرفته و نقشه‌های ناهنجاری داده‌های خام و غنی شده برای هر یک از آنها و همچنین تعداد ۵ نقشه تحت عنوان نقشه‌های عاملی و یک نقشه P.N بطور جداگانه ترسیم شد.

ب - نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، کانیهای کانسارسازی همچون کانیهای خانواده عنصر آهن (مگنتیت، هماتیت، اولیژیست، گوتیت، هماتیت و ...) کانیهای خانواده عنصر سرب، کانیهای خانواده عنصر منگنز، کانیهای خانواده عنصر مس، کانیهای خانواده عنصر تیتانیوم و موناژیت - ولفنیت - استینبت را شناسایی و برروی نقشه انتشار کانیهای سنگین معرفی نموده است. علاوه بر آن کانیهای زیرکن - آپاتیت - آندالوزیت - کرومیت و باریت و ... در انباشتگی‌های قابل توجه مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفته‌اند.

ج - نتایج بدست آمده از روش مطالعاتی کانی سنگین همپوشانی نسبی را با نتایج بدست آمده از آنالیزهای دستگاهی نمونه‌های ژئوشیمیایی نشان می‌دهد. این پوشش و همخوانی بویژه در مورد نتایج کانیهای گروه آهن، گروه سرب، کرومیت، باریت و گروه مس به روشنی قابل تشخیص است.

- Ginzburg I.I., 1960. Principles of geochemical prospecting, 1st English edition. Pergamon Press, New York and London, 311p.
- Govett G.J., 1983. Handbook of Exploration Geochemistry (Statistical Data Analysis in Geochemical Prospecting), Amsterdam, Elsevier, 461p.
- Sanford R. F, Pierson C. T. Crovellir A., 1993 An objective replacement method for censored geochemical data, Mathematical geology, vol. 25, n°1, pp. 59-80.
- Wellmer F.W., 1998 Statistical evolution in exploration for mineral deposits. Springer Verlag, New York, 379p.

Archive of SID