

فصل چهارم

عملیات اکتشافی

مطالعات ژئوفیزیک اکتشافی

حفاری اکتشافی

بررسی آماری آنالیز داده ای

عملیات اکتشافی

آنومالی طلا - آنتیموان حسن آباد منتج از آنومالی های اکتشافات سیستماتیک ژئوشیمیائی بر گه ۱:۱۰۰۰۰۰۰
کدکن می باشد [۱۲]، در فاز مطالعات اکتشاف مقدماتی در منطقه ارغش - حسن آباد طی سال های ۱۳۷۹-۱۳۷۶ علاوه بر شناسایی ۵ محدوده طلا دار ، محدوده ای نیز بعنوان آنومالی آنتیموان مشخص گردید . به منظور بررسی سطحی رگه تعداد ۲۰ ترانسه بر روی رگه های سیلیسی آنتیموان دار حفر و تعداد ۹۰ نمونه از ترانسه ها برداشت گردید [۱۴] که مقاطع و نتایج آنالیز ترانسه ها در پیوست "۲" آمده است. جهت مطالعات فرآوری به بخش کانه آرایی سازمان زمین شناسی کشور منتقل گردید . نتایج فرآوری نسبتاً مثبت بود بطوری که با انجام تست های مختلف بر روی نمونه هایی با عیار ۱۵ تا ۱۸ درصد آنتیموان با بازیابی حدود ۶۰٪ عیار محصول به ۳۴-۴۴ درصد افزایش پیدا کرد [۱۳] . با اینحال ، محدوده مذکور بعنوان یکی از پتانسیل های اکتشافی در مدیریت سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مطرح و عملیات اکتشاف عمومی برای آن تعریف گردید.

بمنظور اجرای عملیات اکتشافی در محدوده اکتشافی برای مساحت تقریبی ۱۰۰ هکتار ؛ توسط گروه نقشه برداری سازمان ، نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه گردید که از آن در تهیه نقشه های زمین شناسی - معدنی در همان مقیاس بهره گرفته شد. در محدوده فوق الذکر برای تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی ۱:۱۰۰۰ اقدام به تهیه تعداد ۲۶ نمونه پتروگرافی و تعداد ۴۰ نمونه لیتوژئوشیمیائی از رخنمونهای سطحی گردید که شرح آن در فصل قبلی ارائه گردید. همچنین به منظور بررسی عمقی کانسار عملیات اکتشافی ژئوفیزیکی IP-RS نیز توسط گروه ژئوفیزیک سازمان مرکزی با آرایه های مستطیلی و دایپیل - دایپیل در مجموع به تعداد ۲۴۹۷ نقطه قرائت انجام شده . با توجه به داده ها صحرایی و نتایج اکتشافات ژئوفیزیکی تعداد ۸ گمانه اکتشافی برای محدوده طراحی گردید که نتایج آن در ادامه ارائه خواهد شد .

۱-۴- مطالعات ژئوفیزیک در محدوده مورد مطالعه

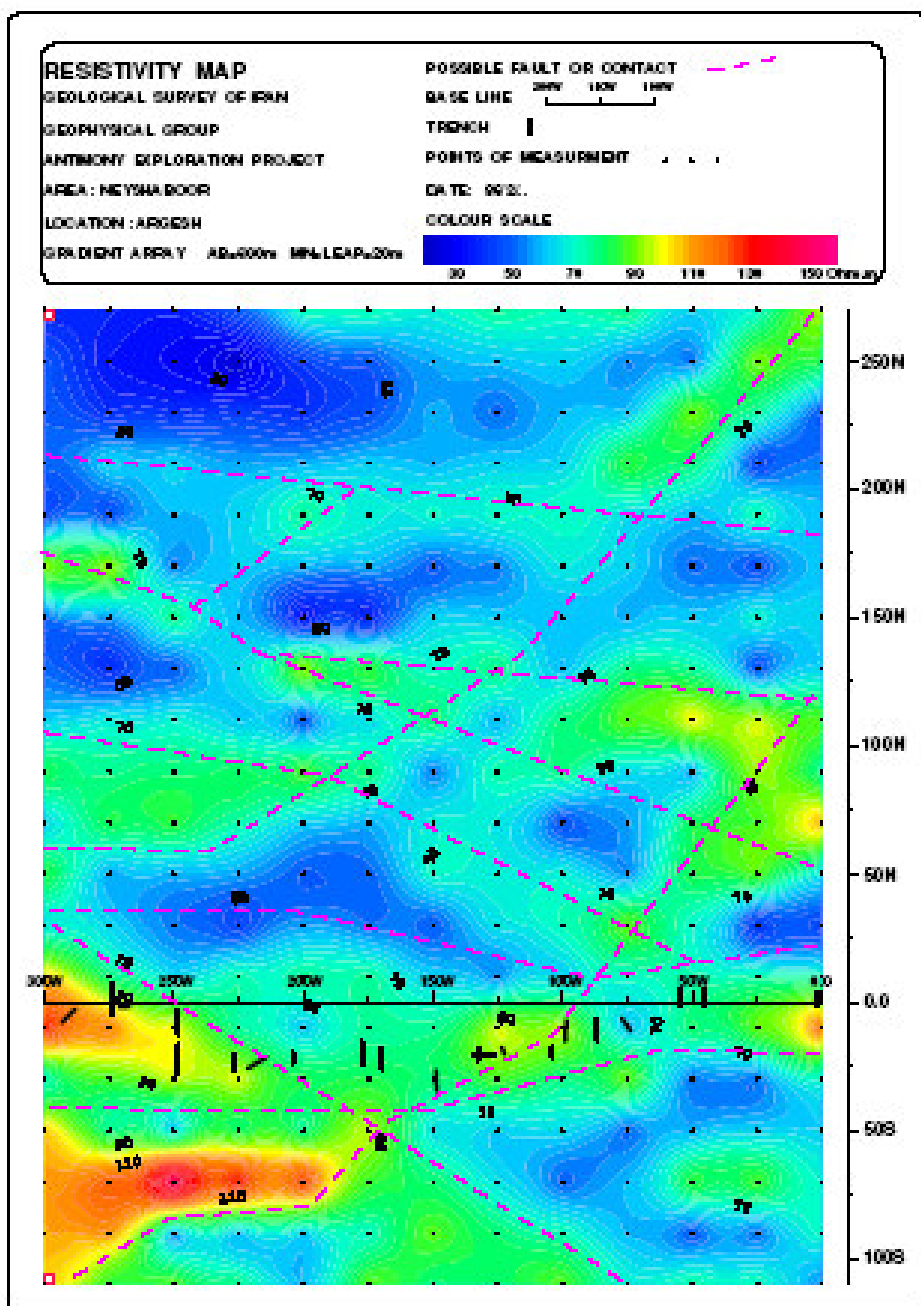
به منظور بررسی عمقی و جانبی محدوده آنتیموان و همچنین ارائه الگوی جهت مراحل بعدی اکتشاف توسط اکیپ ژئوفیزیک سازمان مرکزی ، مطالعات و اندازه گیری پارامترهای IP,RS بر روی ۲۴۹۷ ایستگاه انجام پذیرفت.

ابتدا محدوده ای به وسعت ۳۸۰ × ۳۰۰ متر مربع زیر پوشش ارایه مستطیلی قرار گرفت. در این مرحله از عملیات ۲۶۰ ایستگاه مورد اندازه گیری قرار گرفت. سپس با توجه به نقشه های به دست آمده از ارایه مستطیلی و مشاهدات صحرایی تعداد ۱۱ شبه مقطع با ارایه های داپیل - داپیل (۲ شبه مقطع، ۳۴۱ ایستگاه) داپیل - داپیل (۸ شبه مقطع مستقیم و معکوس، ۱۷۹۷) و آرایش ونر (یک شبه مقطع، ۹۹ ایستگاه) اندازه گیری و پارامترها قرائت گردید. داده های قرائت شده و اندازه گیری شده توسط نرم افزار RES2DINV مدل سازی و نقشه ها و شبه مقاطع آن ارائه گردید. محدوده مورد مطالعه ژئوفیزیک ابتدا توسط ارایه مستطیلی با پوشش داده شده و با توجه به روند رگه سیلیسی - کربناتی انتیموان دار، خط مستطیلی با زوایه N۵۷W از پروفیل صفر تا پروفیل ۳۰۰ غربی بر روی رخنمون آنتیموان و در امتداد آن ادامه یافت. بر روی هر پروفیل ایستگاهها از ۱۲۰ جنوبی تا ۲۸۰ شمالی با زوایه N۳۳E ادامه یافت. فاصله تمامی پروفیل ها از یکدیگر ۲۵ متر و فواصل ایستگاهها ۲۰ متر در نظر گرفته شده. پس از این مرحله ورسم نقشه های شارژ ابیلیته و مقاومت ظاهری و تعیین بی هنجاری که با توجه به نشانه های زمین شناسی بر روی ۶ پروفیل شبه مقاطعی با آرایه های داپیل - داپیل و پل - داپیل برداشت شد.

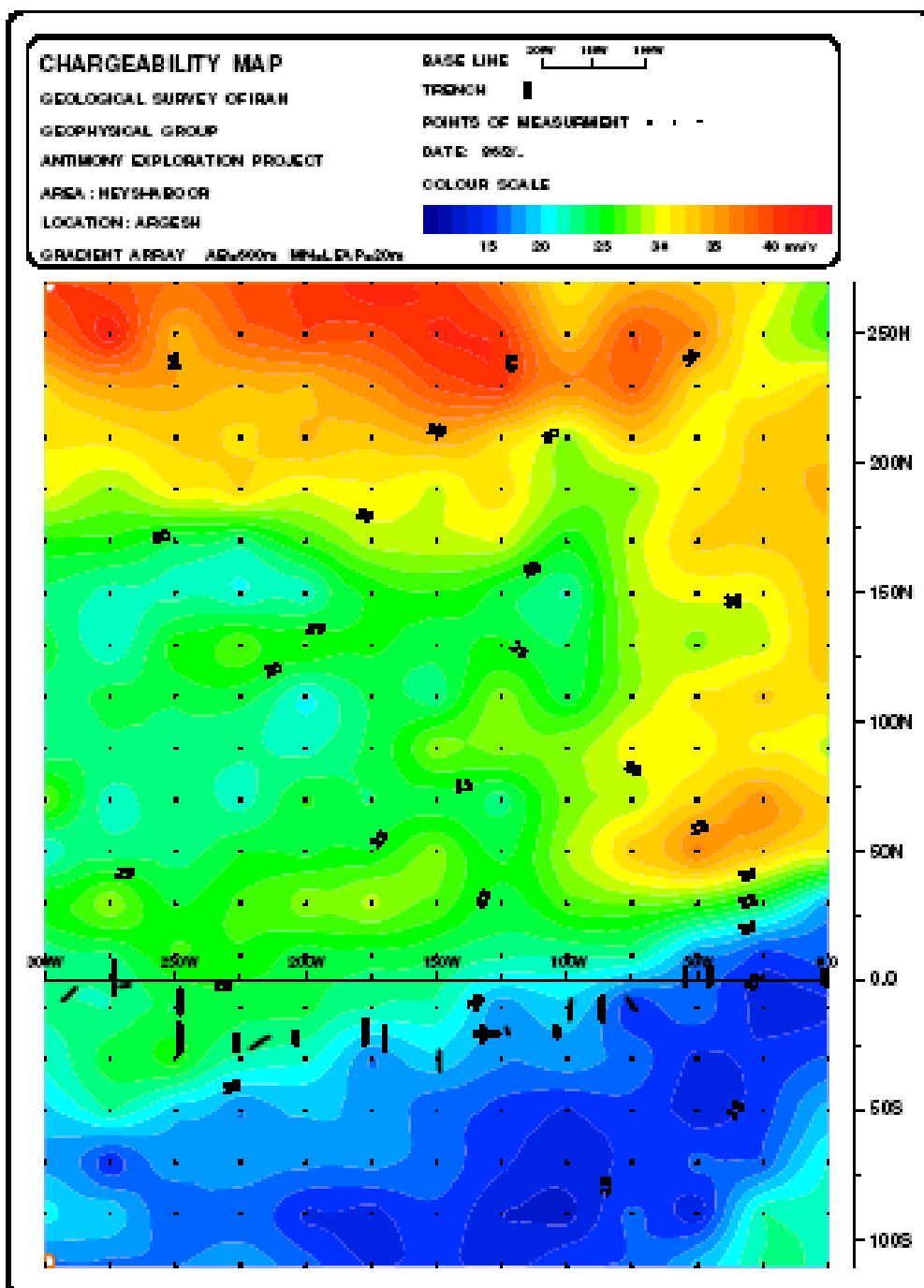
جدول ۴-۱- مشخصات پروفیل های ژئوفیزیکی برداشت شده در منطقه [۹]

پروفیل	ایستگاه	X(UTM)	Y(UTM)
۰۰	۰۰	۶۴۵۱۵۰	۳۹۶۷۶۷۶
۲۵W	۰۰	۶۴۵۱۲۹	۳۹۶۷۶۹۰
۵۰W	۰۰	۶۴۵۱۰۶	۳۹۶۷۷۰۴
۰۷۵W	۰۰	۶۴۵۰۸۵	۳۹۶۷۷۱۸
۱۰۰W	۰۰	۶۴۵۰۶۴	۳۹۶۷۷۳۲
۱۲۵W	۰۰	۶۴۵۰۴۲	۳۹۶۷۷۴۶
۱۵۰W	۰۰	۶۴۵۰۲۲	۳۹۶۷۷۶۰
۱۷۵W	۰۰	۶۴۵۰۰۲	۳۹۶۷۷۷۲
۲۰۰W	۰۰	۶۴۴۹۸۰	۳۹۶۷۷۸۶
۲۲۵W	۰۰	۶۴۴۹۶۰	۳۹۶۷۸۰۰
۲۵۰W	۰۰	۶۴۴۹۵۷	۳۹۶۷۸۱۳
۲۷۵W	۰۰	۶۴۴۹۱۶	۳۹۶۷۸۲۷
۳۰۰W	۰۰	۶۴۴۸۹۴	۳۹۶۷۸۴۰

نتایج حاصل از برداشت آرایش های مستطیلی در نقشه های شماره ۱-ع و ۲-ع آمده است.



نقشه ۱-ع: نقشه مقاومت ویژه برداشت شده با آرایه مستطیلی محدوده [۹]



نقشه ۸-۱: نقشه شارژیبلته برداشت شده با آرایه مستطیلی محدود [۹]

از نقشه شارژر ابیلیته می توان نتیجه گرفت که زون کانی سازی احتمالاً در یک زون گسله قرار گرفته است .

در ادامه مطالعات ژئوفیزیکی و نیز بعلت تصمیم گیری نهایی بر اساس مطالعات آرایه مستطیلی، مطالعات بر روی ۶ شبه مقطع نیز صورت گرفت.

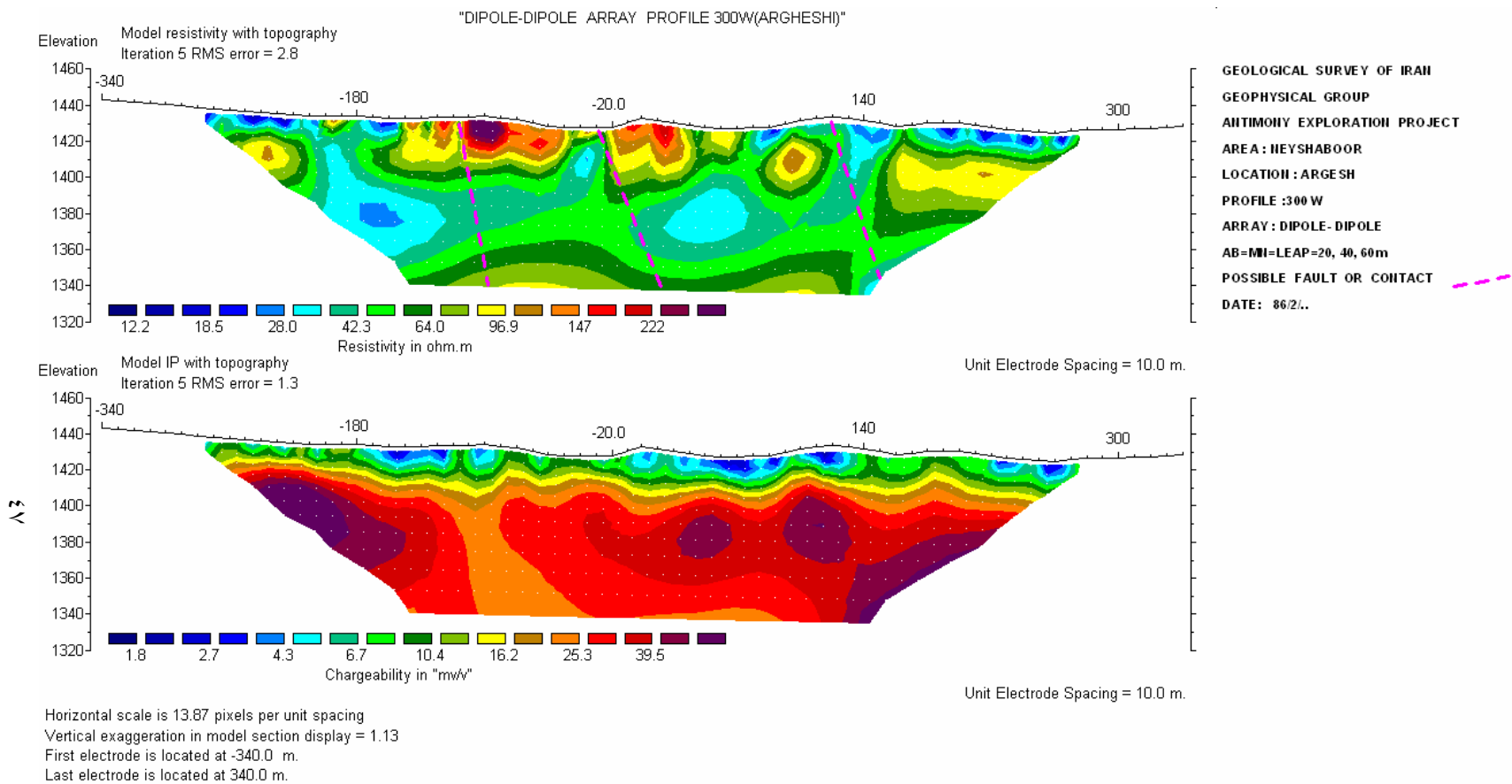
جدول ۲-۴- مشخصات پروفیل های برداشت شده [۹].

ایستگاههای برداشت	نام شبه مقطع	نام پروفیل
۱۶۰N-۱۴۰S	D-D-۱	صفر
۲۳۰N-۸۰S	P-D-۱	صفر
۲۳۰N-۸۰S	P-D-۲	۵۰W
۲۳۰N-۸۰S	P-D-۳	۱۰۰W
۴۷۰N-۸۰S	P-D-۴	۱۵۰W
۸۰N-۸۰S	W-۱	۱۷۵W
۲۳۰N-۲۱۰S	D-D-۲	۲۰۰W

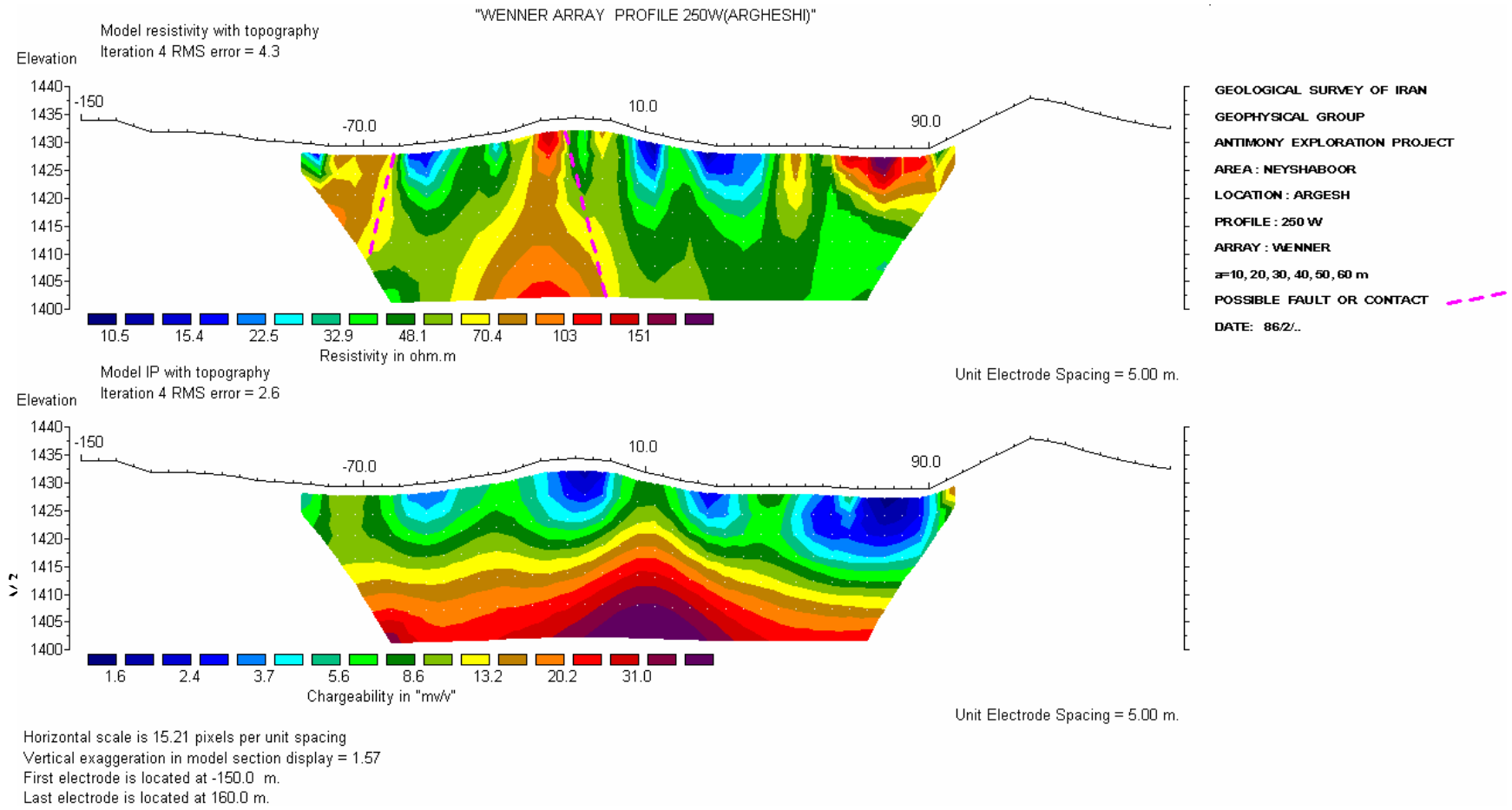
در اشکال ۱-۴ تا ۷-۴، شبه مقاطع مدلسازی شده پروفیل ها ارائه گردیده است که نتیجه مدلسازی داده های RS,IP ایده قرارگیری زون کانی سازی در یک زون گسله را تأیید میکنند و نشان دهنده یک زون با شارژر ابیلیته بالا و مقاومت نسبی پائین که عمق آن در بعضی از نقاط از حدود ۱۰ متر تخمین زده می شود، شروع و با توجه به شبه مقطع پروفیل ۱۵۰W این زون تا عمق حدود ۲۰۰ متری می تواند ادامه داشته باشد که می تواند این ها مشخص کننده زون غنی از سولفور و یا آرژیلیتی حاصل از آندزیت های التره شده باشد [۹].

گروه ژئوفیزیک در نهایت پیشنهاد حفاری بر روی پروفیل های ۱۰۰W ایستگاه ۴۰W، ۱۵۰W ایستگاه

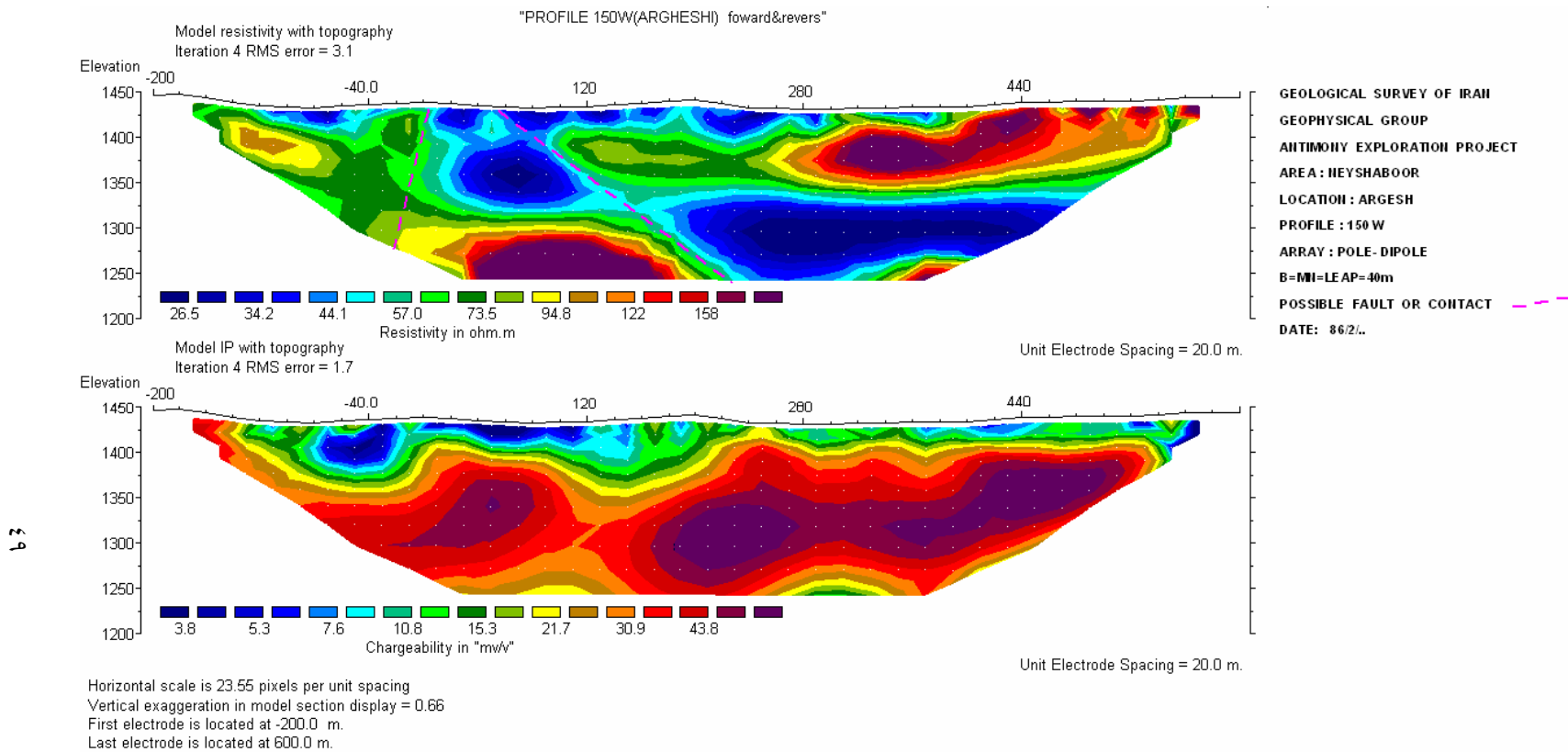
۲۵۰W و ۳۵۰W ایستگاه ۱۰N را داده است.



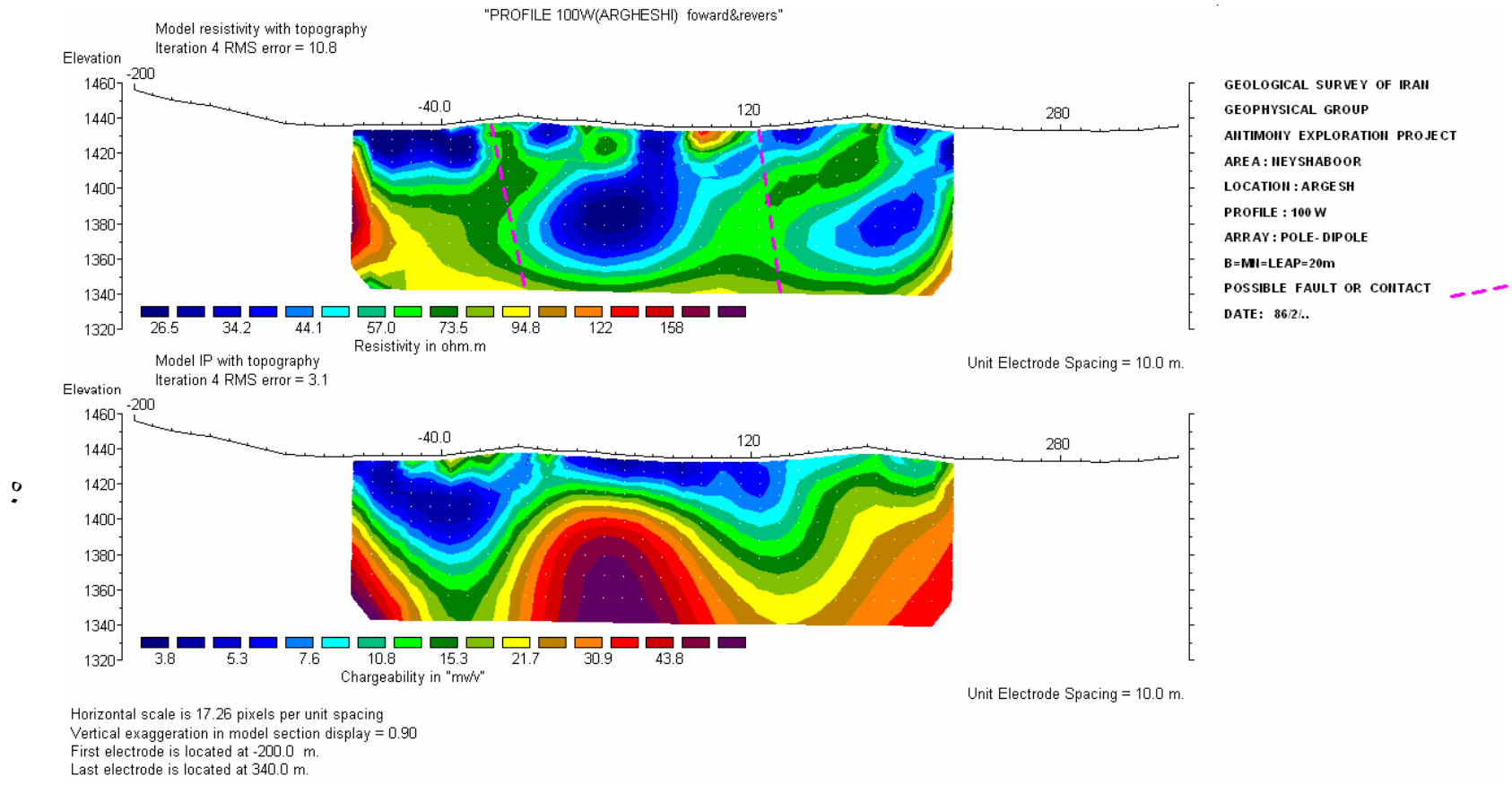
شکل ۴-۱) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل ۳۰۰ W



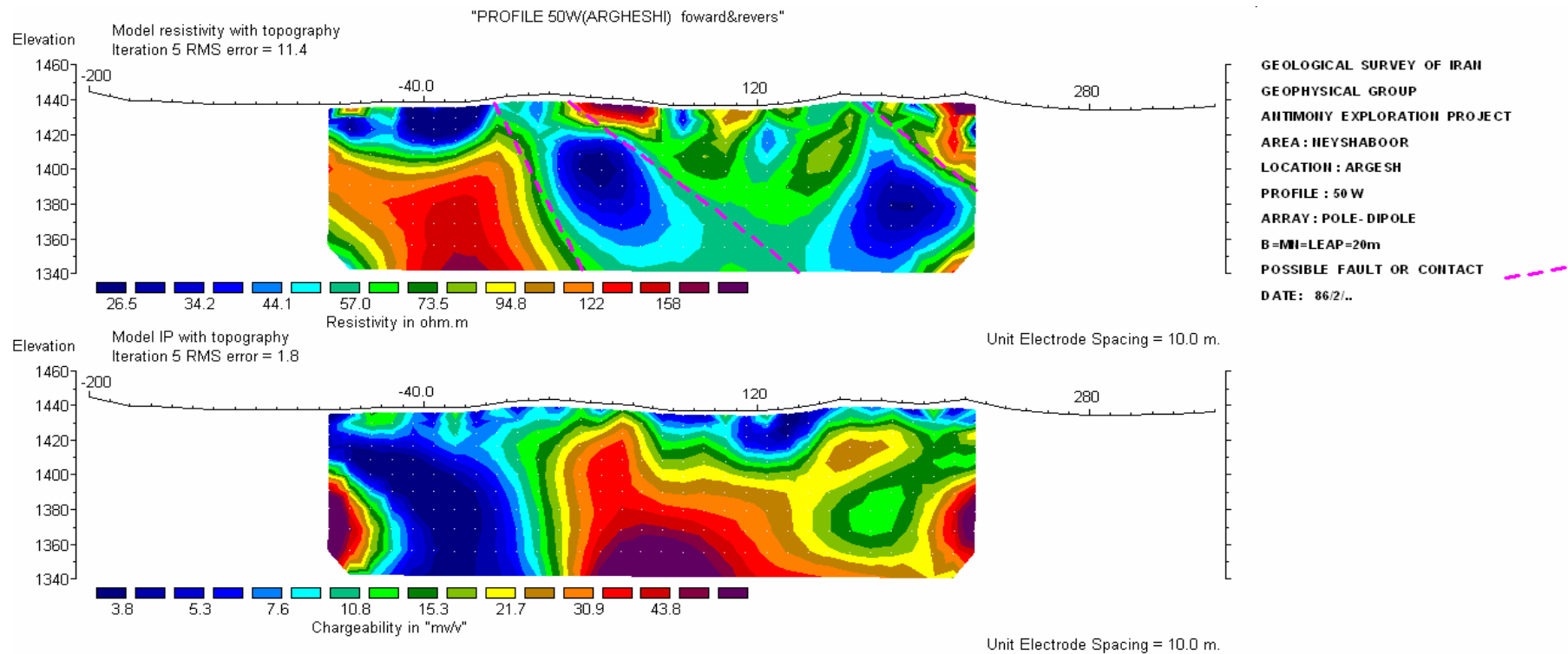
شکل ۴-۲) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل ۲۵۰ W



شکل ۴-۳) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل ۳۰۰ W

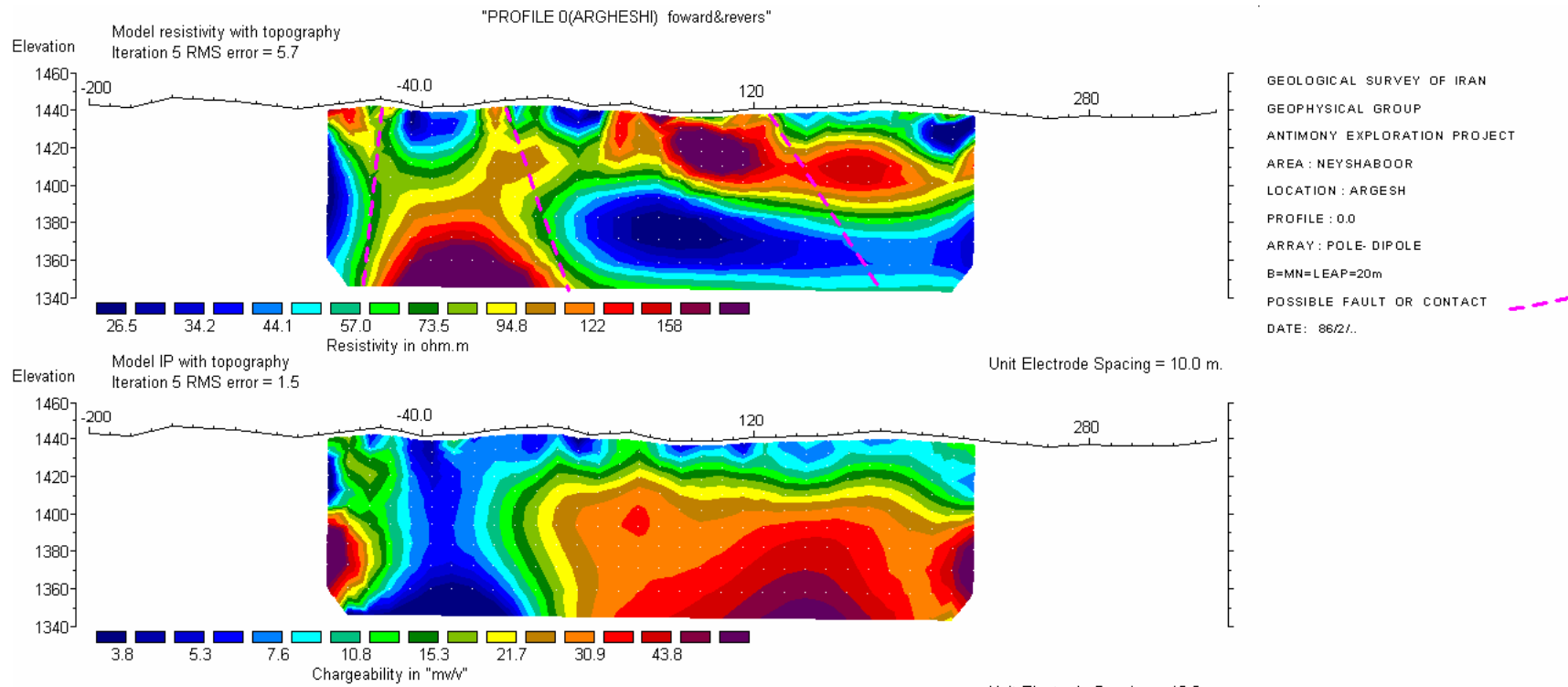


شکل ۴-۴) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل ۱۰۰ W



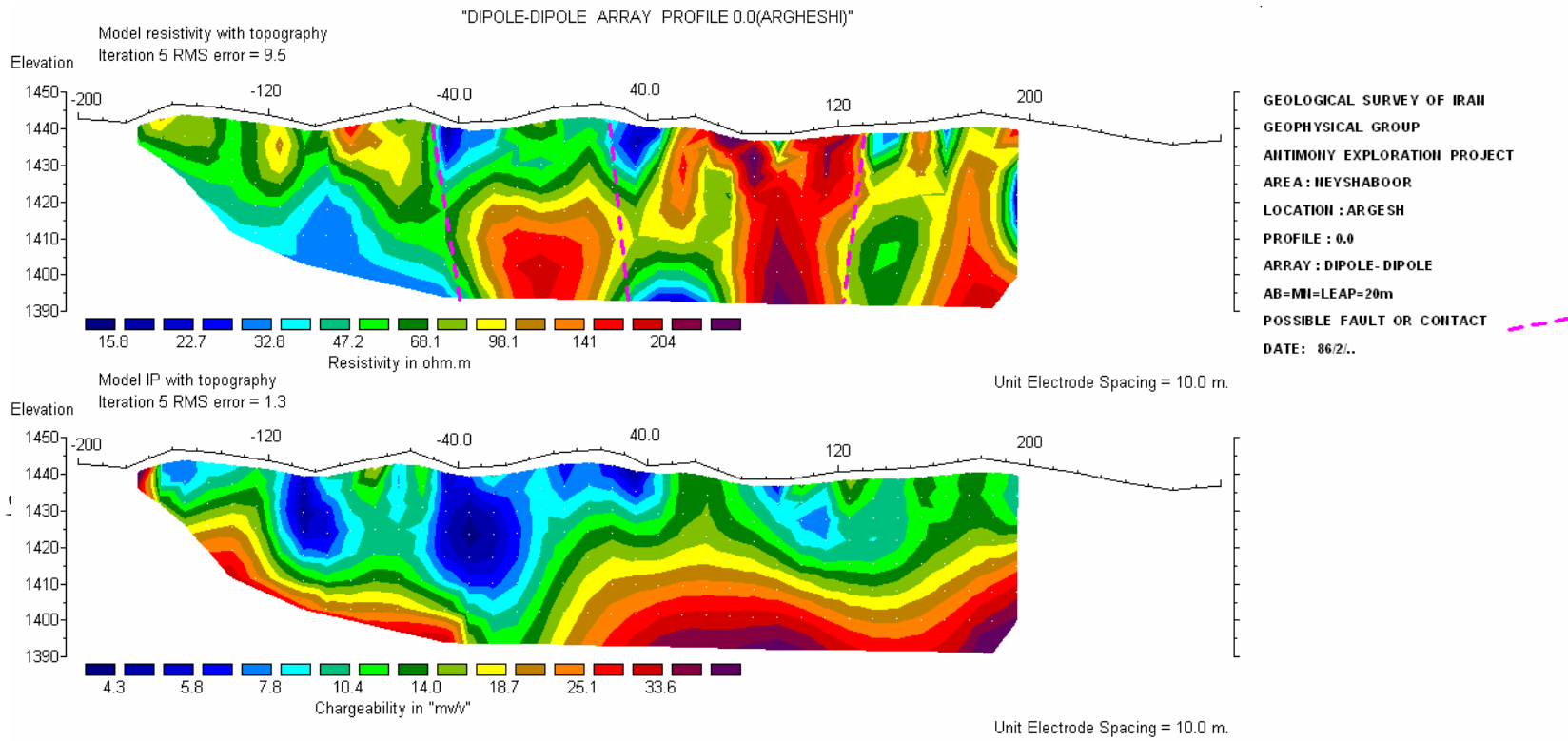
Horizontal scale is 17.26 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.89
First electrode is located at -200.0 m.
Last electrode is located at 340.0 m.

شکل ۴-۵) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل ۵۰ W پیشرو و معکوس



Horizontal scale is 17.25 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 0.89
First electrode is located at -200.0 m.
Last electrode is located at 340.0 m.

شکل ۴-۶) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل صفر



Horizontal scale is 19.65 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.52
First electrode is located at -200.0 m.
Last electrode is located at 200.0 m.

شکل ۴-۷) شبه مقطع داده های مدل سازی شده پروفیل صفر

۲-۴- حفاری اکتشافی

پس از تلفیق نتایج داده های ژئوفیزیک اکتشافی و زمین شناسی معدنی و مشاهدات صحرایی تعداد ۶ گمانه اکتشافی طراحی گردید اما بدلیل مشکلات دستگاه حفاری که منجر به جابجائی دو گمانه و در نهایت با احتساب دو گمانه اخیر تعداد ۸ گمانه با کل متر اژ ۶۷۹ متر در محدوده کانه دار طراحی و حفاری گردید.

در زیر به شرح هر یک از گمانه های اکتشافی می پردازیم:

برای هر گمانه ابتدا عملیات لاکینگ مغزه ها انجام شد سپس با توجه به تغییرات لیتولوژیکی و مشاهده زونهای غنی از سولفور، طراحی نمونه برداری صورت گرفت. نمونه برداری نیز بدین صورت بود که ابتدا مغزه ها با دستگاه برش مغزه به دو قسمت مساوی تقسیم گردید. سپس ۵۰٪ مغزه جهت بایگانی در انبار نگهداری می شود و از متر اژ مشخص شده ۵۰٪ دیگر نمونه ارسالی به آزمایشگاه نمونه گیری شده و در نهایت تعداد ۳۳۱ نمونه در مرکز خردایش گردید. تعدادی نمونه تکراری نیز از آنها تهیه گردید و برای آنالیز به آزمایشگاه سازمان مرکزی ارسال گردید.

روش آنالیز برای عنصر Au، روش انحلال در محلول سیانید؛ جذب با کربن اکتیو و اندازه گیری با جذب اتمی و برای دیگر عناصر ICP بوده است. حفاری از نوع رو تاری و مغزه گیری بوده و مشخصات دستگاه حفاری نیز



در جدول ۳-۴ و همچنین شکل ۸-۴ نیز نمایی از نحوه استقرار دستگاه در محل گمانه نشان میدهد. جدول ۴-۴ نیز شامل مشخصات تمامی گمانه های اکتشافی در منطقه اکتشافی می باشد.

شکل ۸-۴: نمایی از دستگاه حفاری Diamac ۲۶۲

جدول ۴-۳- مشخصات دستگاه حفاری

نام دستگاه	دستگاه حفاری تمام هیدرولیک Diamac ۲۶۲ Crawler
شرکت و کشور سازنده	شرکت اطلس کوپکو- سوئد- سال ۲۰۰۲ میلادی
سیستم حفاری	متریک - مغزه گیری الماسه با زاویه ۹۰-۸۵ درجه
وزن دستگاه	۳۴۰۰ کیلوگرم
سرعت روتیشن	۲۵۰۰ دور در دقیقه
سیستم حرکتی	زنجیری
قطر استاندارد و عمق حفاری	
حفاری با سایز AQ (۴۶ میلیمتر)	۸۰۰ متر
حفاری با سایز BQ (۶۰ میلیمتر)	۶۰۰ متر
حفاری با سایز NQ (۷۶ میلیمتر)	۴۵۰ متر

جدول ۴-۴- مشخصات گمانه های حفر شده در منطقه

شماره گمانه	مختصات جغرافیایی (UTM)		پروفیل ژئوفیزیکی	ایستگاه	آزموت	زاویه حفاری	عمق (m)	تعداد نمونه ها		
	X	Y						صیقلی	نازک	آنالیز
۱	۶۴۴۸۶۰	۳۹۶۷۷۳۰	۲۷۵	۱۱۰S	۲۹۰	۲۰NW	۶۰	۴	۸	۳۸
۲	۶۴۴۹۶۶	۳۹۶۷۸۵۶	۲۵۰	۵۰N	۲۲۰	۲۰SW	۷۳	۲	۴	۴۶
۳	۶۴۵۰۰۰	۳۹۶۷۸۲۰	۲۰۰	۴۰N	۲۲۰	۲۰SW	۷۵	۳	۳	۲۴
۴	۶۴۵۰۴۴	۳۹۶۷۷۹۲	۱۵۰	۴۰N	۲۲۰	۲۰SW	۸۶	۳	۷	۴۹
۵	۶۴۵۰۵۸	۳۹۶۷۷۱۲	۱۰۰	۲۰S	۴۰	۲۵NE	۵۷	۲	۴	۱۵
۶	۶۴۵۰۰۰	۳۹۶۷۷۲۰	۱۵۰	۵۰S	۴۰	۲۰NE	۹۶	۱	۶	۴۸
۷	۶۴۵۰۰۷	۳۹۶۷۷۳۵	۱۵۰	۳۰S	۴۰	۲۰NE	۷۰	۲	۸	۱۸
۸	۶۴۵۰۴۵	۳۹۶۷۷۹۲	۱۵۰	۱۴۰N	۲۲۰	۱۵SW	۱۶۳	۳	۱۲	۸۱
جمع کل								۲۰	۵۲	۳۱۹

گمانه BHI

این گمانه اکتشافی در موقعیت (۳۹۶۷۷۳۰ و ۶۴۴۸۶۰) با امتداد E۲۰N و شیب NE۲۰، به عمق ۶۰ متر حفاری گردید. از گمانه فوق در مجموع تعداد ۵۰ نمونه اخذ گردید که مشخصات آنها در جدول ۴ پیوست آمده است.

در جدول ۱ پیوست اطلاعات کامل از وضعیت مغزه های حفاری در گمانه شماره BH۱ و نیز شکل ۴-۵. لاکینگ گمانه مذکور را نشان میدهد. نتایج آنالیز گمانه نیز در پیوست آمده است. حداکثر عیار طلای بدست آمده در این گمانه مربوط به نمونه شماره ۱۴ با ۳۰۰ ppm بوده و بیشترین مقدار انتیمنان اندازه گیری شده هم به نمونه شماره ۷ با ۰/۸۵٪ می باشد (جدول ۲ پیوست). در جداول ۳ و ۴ پیوست نیز مشخصات نمونه های مقطع نازک و صیقلی گمانه مذکور ارائه گردیده است.

از گمانه مذکور تعداد ۴ نمونه جهت مطالعات مقاطع صیقلی انتخاب گردید (جدول ۴ پیوست) کانی فلزی مشاهده شده در مقاطع این گمانه پیریت بوده که با چشم غیر مسلح هم مشاهده شده است. پیریت بصورت کریستال های اتومورف و نیمه اتومورف و نئومورف تحت تاثیر ۲ فاز جداگانه تشکیل گردیده است. وضعیت قرار گیری ذرات پیریت تابع فضاهای مناسب در گانگ، رگچه های ظریف و شکستگی ها است درصد فراوانی پیریت در سطح مقاطع مورد مطالعه از ۵٪ تا ۲۵٪ متغیر است. بافت کانی سازی فلزی open space است.

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE NO.1 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 20NW
 ORIENTATION : N20E
 TOTAL DEPTH : 60M

X : 644860
 COORDINATE Y : 3967730
 Z : 1430
 DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	مخلوطی از فشر هوازده و واریزه های واحد های اطراف
		QUARTZ FELDSPAT WITH ALTERATED TUFF	کوارتز، فلدسپات با رگچه های ان گوتیت و هماتیت
10.0		CLAY AND SILT	سپت و رس
		QUARTZ FELDESPAT	کوارتز و فلدسپات که شکستگی آن به اکسیدهای آهن (گوتیت و هماتیت) آغشته شده و در فسمتهای نیز به شدت آرزلی شده است
20.0		LAPILY TUFF	لایلی نوف با کانی های اولیه کوارتز، فلدسپات، پلاژیوکلازو کانی های ثانویه آرزلی، سریسیت و اپیدوت
		TUFF & PYRITE	نوف خلکستری با پیریت خیلی ریزدانه بصورت رگچه های متخلطح
30.0		QUARTZ-FELDESPATIC & VEINLET SULFIDE	نوف و کوارتز، فلدسپات حاوی رگچه های سولفید
		TUFF SAND STONE	نوف ماسه ای با تخلطح بزرگانه که غالباً سیلیسی بوده و رگچه های متخلطح سولفیدی نیز در آن مشاهده میشود
40.0		GRANITE	گرانیت حاوی دانه های ریز سولفیدی که مقدار آن نسبت به واحدهای قبلی کمتر است
50.0			
60.0			

DATE COMPLETED :1386

MINING GEOLOGIST : R.BACHER ZADEH-M.JAFARI

شکل ۴-۵ - لاگینگ مغزه های گمانه BH۱

گمانه BH۲

گمانه BH۲ در محل پروفیل شماره ۲۵۰ ژئوفیزیکی و ایستگاه ۵۰N با امتداد N۵۰W و شیب SW۲۰ به متر اژ ۷۳/۲ متر حفر گردید. مشخصات نمونه های اخذ شده از مغزه های حفاری در این گمانه در جدول ۴-۴ آمده است. نتایج آنالیز نمونه های حاصل از این گمانه نشان از وجود پائین عیار طلا در گمانه مذکور می باشد. همچنین که لاکینگ مغزه های حفاری و نیز مقطع صیقلی وجود پیریت در آن فراوان است ولی عیار طلا در قابل توجه نمی باشد و حداکثر نزدیک به ۰/۲ ppm و همچنین آنالیز عیار Sb نیز پائین است. مشخصات نمونه های پتروگرافی گمانه شماره ۲ نیز در جدول ۳ پیوست آمده است. همچنین لاکینگ گمانه نیز در شکل ۴-۶ نمایش داده شده است.

از گمانه مذکور تعداد ۲ نمونه جهت مطالعات مقاطع صیقلی انتخاب گردید (جدول ۴ پیوست) کانی های فلزی مشاهده شده در مقاطع این گمانه پیریت، کالکوپیریت و اسفالریت آهن آبدار (هماتیت) می باشند. پیریت بصورت رگچه های ظریف و قابل رویت با چشم غیر مسلح است در مقاطع این گمانه دو نوع پیریت مشاهده می گردد: ۱- پیریت اتومورف و نیمه اتومورف حرارت بالا ۲- پیریت ریز و نئوفورمه با فرم کلوئیدی حرارت پایین مجموع درصد فراوانی پیریت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۵۵ درصد است. اسفالریت همراه کالکوپیریت و پیریت کانی سازی دارد و بصورت کریستالهای نیمه اتومورف با ابعاد ۵۰-۶۰ میکرون مشاهده می شود. درصد فراوانی تقریبی اسفالریت و کالکوپیریت ۱۲ درصد در سطح مقطع را دارد. هماتیت به میزان کم و محدود در حواشی و اطراف پیریت مشاهده می گردد. درصد فراوانی هماتیت در سطح مقطع مورد مطالعه در حدود ۳ درصد است. بافت کانی سازی فلزی open space است.

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE NO.2 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 20SW
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 73.2M

X : 644966
 COORDINATE Y : 3967856
 Z : 1431

DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	واریزه
		QUARTZ FELDSPAT	نوف آهکی - آتک
		TUFF	
		CEMENT	مخلوط نوف با کمی قطعات کوارتز فلدسپات شدید خرد شده با آلودگرگسیدهای آهن و در حد متوسط کالولیتی - ارزپلی شده
		TUFF&QUARTEZ	
		LIMESTONE	آهک خاکستری کمی مسه ای با آلودگی اکسیدهای آهن آبدار بصورت رگچه ای متعدد متقاطع و کمی نیز در منن سنگ
		GRANITE	
		SANDY LIMESTONE	فلدسپات بالتراسیون متوسط ارزپلی و با آلودگی اکسیدهای آهن آبدار گرانیت تکونیزه
		GRANODIORITE	آهک مسه ای
		SANDY LIMESTONE	گرانودیوریت - گرانیت اکسید آهن بصورت رگچه های پراکنده
		MUD STONE	آهک مسه ای تقریباً بنفش تا قهوه ای رنگ ریز دانه بادانه های کلسیت سفید رنگ پراکنده در منن سنگ
		GRANITE	
		QUARTZ FELDSPAT	ملن - ملن آهکی
		TUFF SAND STONE	گرانیت ریز دانه با درزه و شکستگی متوسط و متقاطع حاوی لیمونیت و همایند کوارتز خورد شدگی در حد متوسط
		BRECCIA	فلدسپات، کوارتز، خورد شدگی کمی متوسط تا ریز با رگچه های متقاطع از اکسید آهن در بعضی حفرات با پر شدگی کلسیت
		DACITE	نوف سیلیسی با رگچه های متعددی از سولفید (پیریت، کالکو پیریت، گالرن) به مقدار خیلی کم در منن سنگ همراه با کمی اکسید های آهن آبدار سیاه رنگ
			برنن سیلیسی آهکی، تا نوف سیلیسی آتکات برنن در اندازه مختلف از حداقل ۱ میلیمتر تا حداکثر ۵ سانتیمتر رگچه های سیاه رنگ متعددی از اکسیدهای آهن، سولفید و سولفید از کلسیت سفید رنگ
			سنگ های ولکانیکی با رگچه های سیاه رنگ متعددی از کانیهای نوره و اطراف رگچه ها در منن سنگ نیز کانی سازی سولفید ها به صورت پراکنده مشاهده می شود

DATE COMPLETED : 1386

MINING GEOLOGIST : R.BACHER ZADEH-M.JAFARI

شکل ۶-۶-۱ لاینک گمانه BH۲

گمانه BH۳

گمانه شماره ۳ بر روی پروفیل ژئوفیزیکی ۲۰۰ و ایستگاه جغرافیایی ۰N.۴۰ با مختصات جغرافیایی ۳۹۶۷۸۲۰ و ۶۴۵۰۰۰ حفر شده است. در این موقعیت نیز آثار کانی سازی استیبنیت در ترانشه مشاهده می شود و لذا بر اساس مشاهدات صحرایی و نیز نتیجه داپیل شماره D-D۲ و همچنین آرایش مستطیلی ژئوفیزیکی طراحی و حفر گردید. از این گمانه مجموعاً ۲۸ نمونه آنالیز شیمیائی، سه مقطع نازک و سه نمونه مینرالوگرافی و یک نمونه نیز جهت XRD از مغزه ها اخذ گردید.

جدول ۱ تا ۴ پیوست مشخصات آنالیز شیمیایی؛ پتروگرافی و مینرالوگرافی نمونه های گمانه مذکور آمده است و لاگینگ آن نیز در شکل ۴-۷ ارائه شده است. در این گمانه نیز افق سولفور نیز یافت می شود ولی همانند گمانه های قبلی عیار طلا و انتیموان چندان قابل توجه نمی باشد و حداکثر عیار آن ۲۳۰ ppb می باشد. نتایج مطالعه ۴ مقطع صیقلی از این گمانه هم وجود کانی های پیریت؛ کالکوپیریت و هماتیت را تایید می نماید که مشخصات کانی های گمانه ۲ را دارا هستند.

گمانه BH۴

گمانه BM۴ بر روی پروفیل شماره ۱۵۰ بر ایستگاه ۰N.۴۰ ژئوفیزیکی به مختصات ۳۹۶۷۷۹۲ و ۶۴۵۰۴۴ به متر از کلی ۸۶ متر حفر گردید در سطح زمین در ترانشه حفر شده در این پروفیل نیز در داخل شکافهای رگه سیلیسی نیز آثار استیبنیت مشاهده می شود. از این گمانه مجموعاً تعداد ۴۰ نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیائی عناصر، ۷ نمونه جهت مطالعات پتروگرافی و سه نمونه جهت مطالعه مینرالوگرافی و یک نمونه نیز جهت مطالعات کانی شناسی انتخاب گردید (جدول ۱ تا ۴ پیوست).

با توجه به نتایج آنالیز عناصر که ملاحظه می شود که حداکثر عیار طلا در این گمانه ۸۵۰ PPb مربوط به نمونه ۳۱ میباشد. در مطالعه ۲ مقطع صیقلی این گمانه وجود پیریت؛ هماتیت و تعداد انگشت شماری کانی روتیل گزارش گردیده است.

شکل ۴-۸ لاگینگ مغزه های حفاری گمانه فوق را نشان میدهد.

GEOLOGICAL LOG OF BOREHOLE NO.3 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 20SW
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 75M

X : 645000
 Y : 3967820
 Z : 1434

COORDINATE
 DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	واریزه
		MICRO GRANIT	بخش میکروگرانیت خرد شده و کمی هوازدگی با اکسید آهن بدون کانی سازی
		TUFF	
10.0		MICRO GRANIT	توف سیلیسی در برخی قسمتها با دگرسانی شدید همراه با رگچه های متعددی از سیلیس ثانویه خاکستری رنگ و متخلخل در ۲ متر انتهایی دارای اکسیدهای آهن ایدار
20.0		LIMESTONE	میکروگرانیت، خرد شدگی اندک رگچه های ظریف و اندک از سیلیس و اکسید آهن
		SAND Y LIMESTONE	برش بیشتر دارای دانه و سیمان آهکی، دانه ها حداقل از یک میلیمتر تا ۵ میلیمتر در بخشهای انتهایی دارای نمونیت نسبتاً زیاد در بعضی جاها کانیهای گچ و نمونیت و هماتیت نیز وجود است
30.0		MARBLE	
		SAND Y LIMESTONE	سنگ آهک ناحوددی مسه ای خاکستری رنگ تا قرمز (جاهای حاوی اکسید آهن ثانویه بیشتر هماتیت) هماتیت، خرد شدگی متوسط
40.0		GRANITE	معمولاً بدون کانی سازی خرد شدگی سنگ متوسط
		LIMESTONE	آهک تقریباً برشی همراه با کمی آندزیت آتزه شده با سطح گسل بدون کانی سازی و لودگی آهن
50.0		GRANITE	گرانیت با شکستگی های پر شده با کربنات و اکسید آهن
			(آهک خاکستری روشن با دانه های بسیار کوچک از سولفیدها پیریت و کالکو پیریت) پراکنده در سطح و من سنگ و کمی نیز در رگچه های ظریف بدون اکسید آهن
60.0			بخشهای گوارن فلزات سیلیسی و کمی ذرات آهکی با رگچه های نسبتاً فراوانی از گوارن سبز سبز رنگ کریستوکریستالین همراه با کانی سازی کله های من عرض رگچه ها از کمتر از میلیمتر تا حد اکثر ۲ سانتیمتر در بعضی مواضع کانی قرمز جگری رنگی مشاهده میشوند. کانی سازی من به صورت دانه های کوچکی در من سنگ نیز قابل مشاهده است
70.0		BRECCIA	برش سیلیسی و کانی با تخلخل با ابعاد مختلف دارای رگچه های نسبتاً فیلن توجهی از گوارن سبز همراه با کله های سولفیدی عمدتاً پیریت، کالکو پیریت و احتمالاً نورنیت فلزات اکسیدهای آهن خرد شدگی کم دگرسانی صفر

DATE COMPLETED : 1386

MINING GEOLOGIST : R.BAGHER ZADEH-M.JAFARI

شکل ۴-۷-۱ لاینک کمانه BH۳

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE NO.4 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 20SW
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 86M

X : 645044
 COORDINATE Y : 3967792
 Z : 1437

DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	واریزه
		GRANITE	کوارتز، فلدسپات آتزه شده گرانیت ها
10.0		MICROGRANIT	میکروگرانویدوریت با الودگی اکسید آهن آبدار
		TUFF SANDSTONE	بخشهای شدیداً سیلیسی کمی آهکی - توف ریولینی خاکستری . رنگ با آلتراسیون منجیف از زلیت
20.0		BRECCIA	برین هیدروتمالی با رگچه های کالی اکسید آهن آبدار با سیمان
		DACITE	آهکی ابعاد دانه ای از چند میلیمتر تا ۵.۴ سانتیمتر رگچه ای ... متخلطح
30.0		QUARTZ	داسپت
		TUFF&QUARTEZ	برین سیلیسی، کوارتز ریز دانه الودگی آهن متوسط بدون گسله ؛ بصورت پراکنده سولفید کالکو پیریت - لیمونیت، پیریت (مشاهده میشود)
40.0		QUARTZ FELDSPAT+ ALTERATE TUFF	توف سیلیسی خاکستری حاوی پیریت همراه با کالکو پیریت برنیت - همایت - مگنتیت بصورت رگچه ها و پراکنده در متن - سنگ می باشد
50.0		TRACHY ANDESITE	واحد کوارتز فلدسپاتیک با دگرسانی در حد متوسط از زلیتی
		GRANODIORITE	تراکی آندزیت خاکستری رنگ که با کاپساری منجیفی از سولفید های سیلی ریز دانه در متن و داخل رگچه ها
60.0			سنگ اسیدی با برین های هیدروتمالی حاوی رگچه های فراوان سولفیدی ب؛ کوارتز سجاوردگ . خاکستری در متن سنگ مشاهده می شود
70.0			
80.0			

DATE COMPLETED :1386

MINING GEOLOGIST : R.BAGHER ZADEH-M.JAFARI

شکل ۴-۸- لاکینگ گمانه BH۴

گمانه شماره BH5:

این گمانه بر روی پروفیل ۱۰۰ و ایستگاه S۲۰ ژئوفیزیک به مختصات ۳۹۶۷۷۱۲ و ۶۴۵۰۵۸ به عمق ۵/۵ متر حفر گردید. مشخصات نمونه های اخذ شده از این گمانه در جدول ۴-۳ آمده است. از این گمانه نیز در مجموع ۱۶ نمونه جهت آنالیز عناصر، چهار نمونه جهت پتروگرافی و دو نمونه جهت مطالعات مینرالوگرافی و یک نمونه جهت مطالعات کانی شناسی اخذ گردید.

نتایج مطالعات و آنالیز نمونه های گمانه اخیر در جدول ۱ تا ۴ آمده است. حداکثر عیار Sb مشاهده شده در این گمانه مربوط به نمونه شماره ۱۰ و مقدار آن نیز در حدود ۱/۸٪ می باشد. شکل ۴-۹ نیز نتایج لاکینگ مغزه های حفاری این گمانه را نشان میدهد. وجود کانی های پیریت، کالکوپیریت و استینیت و کریستال های کوچک کوولیت در مقاطع صیقلی این گمانه گزارش گردیده است. کالکوپیریت بصورت ذرات ریز در داخل پیریت مشاهده می گردد. ابعاد ذرات کالکوپیریت ۲۰-۵ میکرون است. تجمع کریستال های نسبتاً درشت استینیت لکه های درشت تری را ایجاد کرده است که در نمونه دستی با چشم غیر مسلح در اندازه حدود ۱ سانتی متر دیده می شوند. اندازه بلورها مابین ۲۰ میکرون الی ۲ میلی متر متغیر می باشد. این کانی حدود ۱۰ درصد مقطع را به خود اختصاص داده است.

گمانه شماره BH6:

این گمانه نیز بر روی پروفیل ۱۵۰ و ایستگاه S۵۰ ژئوفیزیکی به مختصات ۳۹۶۷۷۲۰ و ۶۴۵۰۰۰ به متر اژ کلی ۹۵/۷ حفر گردید. در ترانشه حفر شده بر روی این پروفیل نیز آثار استینیت در حفرات و گاهی تا ضخامت ۲۰ سانتی متر بخوبی مشاهده گردید اما هر چند در عمق زون سیلیسی نیز قطع گردید اما آثار استینیت مشاهده نگردید. از این گمانه نیز در مجموع تعداد ۴۸ نمونه آنالیز، شش نمونه پتروگرافی و یک نمونه مینرالوگرافی و یک نمونه هم جهت مطالعات کانی شناسی اخذ گردید. در یک نمونه تهیه شده جهت مطالعه مقطع صیقلی وجود پیریت و کریستال هایی از روتیل گزارش گردیده است. نتایج آنالیز و مطالعات نمونه های گمانه اخیر در جداول ۱ تا ۴ پیوست آمده است. نتایج لاکینگ نیز در شکل ۴-۱۰ نشان داده شده است.

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE NO.5 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 25NE
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 56.5M

X : 645058
 COORDINATE Y : 3967712
 Z : 1438

DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	واریزه
		QUARTZ FELDESPAT	کوارتز و فلدسپات آتزه شده گرانیت ها
10.0		MICROGRANIT	گرانیت های آتزه شده با آغشته گی اکسید آهن خورد شدگی ضعیف تا متوسط آلتراسیون آریلی کمی کاولینی
		QUARTZ FELDESPAT+ ALTERATE TUFF	بخش های شدیداً سیلیسی کمی آهکی - کوف ریولینی خاکستری رنگ با آلتراسیون ضعیف آریلیت
20.0		BRECCIA	برش هیدروترمالی با رگچه های کانیسز اکسید آهن آبدار با سیمان آهکی ابعاد دانه ها از چند میلی متر تا ۵.۴ سانتی متر
		MICRODIORITE	کوارتز ریز دانه با الودگی آهن متوسط ، زون گسله برش سیلیسی
40.0		TUFF SANDSTONE	کوف سیلیسی خاکستری حاوی سولفید شلال پیریت - سولفید های کانیسز بصورت رگچه ها و پراکنده در متن سنگ می باشد . همراه با کالکو پیریت - برنیت - هملیت - مگنتیت
50.0		GRANODIORITE	گرانودیوریت ، واحد کوارتز فلدسپات ، دگرسانی در حد متوسط آریلیتی

DATE COMPLETED : 1386

MINING GEOLOGIST : R.BACHER ZADEH-M.JAFARI

شکل ۴-۹- لاکینگ گمانه BH۵

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE NO.6 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 20NE
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 95.75M

X : 645000
 COORDINATE Y : 3967720
 Z : 1435
 DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	مجموعه ای از دانه های خرد شده و کوچکی از کوارتس و فلدسپات
10.0		GRANITE	گرانیت، آلتراسیون ضعیف. رگچه های اکسید آهن ثانویه در جهت مختلف و ظریف، کافی سازی ندارد احتمالاً محل گسله است
		SAND STONE	ماسه سنگ
20.0		GRANITE	گرانیت خرد شده با آلتراسیون متوسط. رگچه های اکسید آهن ثانویه در جهت مختلف و ظریف، احتمالاً محل گسل است
		SAND STONE	ماسه سنگ کربناته و خاکستری رنگ
30.0		GRANITE	گرانیت با خرد شدگی متوسط دگرسانی بسیار ضعیف آرزویی فلد کانی سازی زون گسله
40.0		BRECCIA	پسری با آلودگی آهن حلقوی لیمونیت و هالوت با بافت اسفنجی با ترکیب عمدتاً دانه های کوارتس فلدسپات
50.0		GRANITE	گرانیت تقریباً سالم و با خرد شدگی متوسط بدون آلودگی آهن
60.0			
70.0			
80.0			
90.0		RHYODACITE	درشت بلورهای کوارتس فلدسپات در زمینه فسیله فراوانند

شکل ۴-۱۰-۱۰-۱ لاکینگ گمانه BH6

گمانه شماره BH7 :

این گمانه نیز بر روی پروفیل ۱۲۰ و ایستگاه و S۲۰ ژئوفیزیکی درمختصات ۳۹۶۷۷۳۵ و ۶۴۵۰۰۷ به متر اژ ۶۹/۵ حفر گردید. از این گمانه جمعاً تعداد ۱۸ نمونه آنالیز مربوط به مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی هم بترتیب تعداد ۸ و ۲ نمونه اخذ گردیده است. نتایج مطالعات و آنالیز در جدول شماره ۱ تا ۴ پیوست آمده است. همچنین نتایج لاکینگ در شکل ۴-۱۱ آمده است.

در مقاطع این گمانه نیز دو فاز تشکیل پیریت مشاهده می شود. پیریت نوع اول به شکل کریستالهای اتومورف در اندازه ۵ الی ۱۰۰ میکرون با فراوانی حدود ۵ درصد در متن نمونه پراکنده اند. نوع دوم پیریت های ژله ای هستند که در فاز بعدی اطراف کریستالهای اتومورف پیریت را فرا گرفته اند. به فراوانی حدود ۱۵ درصد در شکاف موجود در نمونه بصورت رگچه نسبتاً پهنی تظاهر دارند. علاوه بر آن تک کریستالهای پیریت اتومورف موجود در متن نمونه نیز توسط این نوع پیریت احاطه شده اند. در برخی نقاط پیریت های ژله ای در حال عبور از مرحله ژله ای و تبلور به کریستالهای مارکاسیت می باشند. شکستگی برخی از بلورهای اتومورف پیریت نشان دهنده وجود فشارهای مکانیکی در محیط بعد از تشکیل آن است. کریستالهای باریک و کشیده روتیل به طول ۲ الی ۱۰ میکرون را در جهات سطوح کریستالوگرافی نوعی کانی غیر فلزی اتومورف مشاهده میکنیم. علاوه بر آن کریستالهای این کانی حداکثر در اندازه ۳۰ میکرون در متن نمونه پراکنده اند. روتیل کمتر از ۱ درصد سطح مقطع را اشغال کرده است.

گمانه شماره BH8:

این گمانه هم بر روی پروفیل ۱۲۰ ایستگاه E۰۷ ژئوفیزیکی درمختصات ۳۹۶۷۷۹۲ و ۶۴۵۰۴۵ به متر اژ ۱۶۳/۱۵ متر حفر گردید. از این گمانه نیز در مجموع ۸۱ نمونه آنالیز، ۱۲ نمونه پتروگرافی و سه نمونه مینرالوگرافی اخذ گردید که نتایج آنالیز و مطالعات در جداول ۱ تا ۳ پیوست آمده است. نتایج لاکینگ مغزه های گمانه در جدول ۱ تا ۳ پیوست و شکل ۴-۱۲ آمده است.

در این گمانه نیز حداکثر عیار طلای مشاهده شده ۲۲۰ ppb و مربوط نمونه شماره ۱۲ می باشد.

مطالعه ۳ نمونه مقطع صیقلی اخذ شده از این گمانه وجود کانی های پیریت، کالکوپیریت و کریستال هایی از روتیل را نشان می دهد که تشریح آنها به صورت زیر می باشد.

پیریت: به شکل کریستالهای اتومورف، ساب اتومورف و گزنومورف تشکیل شده اند کریستالهای اتومورف در اندازه ۵ الی ۶۰ میکرون و سایر کریستالها در اندازه ای تا حدود ۴۰۰ میکرون در فضاهای خالی سنگ میزبان کانی سازی کرده اند. تجمع کریستالها لکه هایی در حدود نیم سانتیمتر ایجاد کرده است که در نمونه دستی کاملاً قابل رؤیت هستند. پیریت حدود ۳ تا ۱۰ درصد سطح مقاطع را فرا گرفته است.

کالکوپیریت: یکی از دو دانه کریستال کالکوپیریت حداکثر در اندازه ۴۰ میکرون مشاهده میگردد.

اکسیدهای آبدار و ثانویه آهن در حفرات سنگ میزبان بصورت لکه های کوچکی مستقر شده اند و به مقدار بسیار کم دیده می شوند.

روتیل: به تعداد انگشت شمار و در اندازه ۲ تا ۱۰ میکرون در متن نمونه پراکنده اند.

GEOLOGICAL LOG OF BOREHOLE NO.7 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 20NE
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 69.5M

X : 645007
 Y : 3967735
 Z : 1438
 DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	گرانیت خرد شده با الودگی اکسید های آهن ، دگرسانی آریلی
		GRANITE	گرانیت شدید خرد شده در حد نمونه خالص
		MUD STONE	گل سنگ
		RHYODACITE	ریوداسیت با آلتراسیون بسیار کم
		SAND STONE	
		GRANITE	ترکیب مسه سنگی با فلوکسیت های مختلف بیشتر کریستالی
			گرانیت با خرد شدگی متوسط و آلتراسیون متوسط تا شدید کاتولینیزه و آریلی
50.0		TUFF	احتمالاً کوف آندزیتی
		GRANITE	گرانیت با خرد شدگی متوسط - آلتراسیون آریلی متوسط کانی سازی سولفیدی پیریت ، کالکو پیریت همراه با اکسید های آهن احتمالاً مگنتیت در بخش های بلایی وجود دارد

DATE COMPLETED : 1386

MINING GEOLOGIST : R.BACHER ZADEH-M.JAFARI

شکل ۴-۱۱- لاگینگ گمانه BH7

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE NO.8 IN HASAN ABAD DEPOSIT

INCLINATION : 15SW
 ORIENTATION : N50W
 TOTAL DEPTH : 163.15M

X : 645045
 COORDINATE Y : 3967792
 Z : 1436
 DRILLING COMPANY : KHATAM
 DRILLING METHOD : ROTARY

DEPTH (m)	SYMBOL	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0.0		DEBRIS	واریزه
0.0 - 28.0		GRANITE	سنگ اسیدی خوردشده و نکتونیزه دارای قطعات و لکهای غریبه و بلورهای میکروگرافیت و مبرمیکت. دارای رگچه های کریستالی و سیلیسی.
28.0 - 30.0		RHYODACITE	سنگ بسیدار آلتزه (آزبلی)، تنها آثار کمی از کانی های اولیه مشاهده می شود.
30.0 - 82.0		GRANITE	سنگ اسیدی در اندک مواضعی و در امتدادهای اول کانی سازی سولفیدی بصورت رگچه های طریفی وجود است. عرض رگچه ها حداکثر ۳ میلیمتر در مزار اول اکسیدهای آهن ثانویه دیده میشود.
82.0 - 90.0		MICROGRANIT	تکروی از میکروگرافیت آلتزه شده و کوف اسیدی برش و لکهای با دگرسانی آزبلی متوسط بدون کانی سازی



شکل ۴-۱۲- لاگینگ گمانه BH۸

۳-۴- تهیهی نمونه تکراری و تجزیه و تحلیل دقت و صحت داده‌ها برای عناصر مختلف

بطوریکه قبلاً نیز ذکر شد نمونه‌ها پس از آماده‌سازی جهت آنالیز عناصر توسط دستگاه ICP-OES به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارسال گردید. در جدول ۴-۵ عناصر آنالیز شده به همراه حد تشخیص دستگاه برای هر یک آمده است.

جدول ۴-۵- عناصر آنالیز شده به همراه حد تشخیص دستگاه

Element	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Fe	Li	S	Sb	Sn	W
Units	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	PPm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection	۰.۰۰۱	۰.۱	۰.۵	۰.۲	۰.۱	۰.۵	۱۰۰	۰.۵	۵۰	۰.۱	۰.۲	۰.۱

Element	Ti	Zn	Fe	Hg
Units	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection	۱۰	۲	۱۰۰	۱

کنترل کیفیت نتایج آزمایشگاهی به منظور استفاده مطلوب از نتایج اندازه‌گیری‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا اولاً میزان اعتماد به داده‌ها را مشخص می‌کند. ثانیاً اگر خطای داده‌ها زیاد باشد و نتوان اندازه‌گیری‌ها را تکرار نمود، بهتر است در تفسیر نتایج دقت بیشتری به عمل آورده شود.

به طور کلی قابلیت اعتماد به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری، تابع مقدار خطای تصادفی و سیستماتیک است. خطاهای تصادفی در اثر عوامل خارج از کنترل شخص عمل‌کننده حاصل می‌گردند و بدین لحاظ وجود آنها (نه بزرگی آنها) اجتناب‌ناپذیر است ولی با به‌کارگیری دستگاه‌های دقیق و روش‌های مناسب می‌توان مقدار آن را کاهش داد. از ویژگی‌های آماری این نوع خطا، این است که جمع جبری آنها حول مقدار میانگین، باید صفر باشد [۸].

خطای سیستماتیک باعث می‌گردد که میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده یک کمیت، به اندازه‌ی معین از مقدار حقیقی آن کمتر یا بیشتر شود. باید توجه داشت که منظور از خطا در نمونه‌برداری، خطای سیستماتیک است. زیرا خطای تصادفی صرفاً در اثر تغییرات تصادفی ذاتی ایجاد می‌شود و در هر نوع اندازه‌گیری کم و بیش وجود دارد. صحت یک اندازه‌گیری، معرف نزدیکی مقدار اندازه‌گیری شده به اندازه حقیقی آن است. در واقع صحت یک اندازه‌گیری درجه درستی و صدق مقدار اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد ولی دقت بیان‌کننده‌ی این است که اندازه‌گیری‌های مختلف تا چه حد به هم نزدیک بوده‌اند [۸].

در پروژه‌های مختلف براساس درجه اهمیت اندازه‌گیری‌ها، حد مجاز صحت و دقت از پیش انتخاب می‌شود و طراحی‌ها براساس آنها صورت می‌گیرد. واضح است که هر چه به دنبال دستیابی به صحت و دقت بیشتری باشیم، باید هزینه بیشتری را بپردازیم.

در پروژه‌های اکتشافی اهمیت صحت و دقت اندازه‌گیری‌ها بستگی به مقیاس عملیات نیز دارد. به عنوان مثال در برداشت‌های اکتشافی تا قبل از مرحله تعیین ذخیره، آنچه که بیشتر اهمیت دارد دقت اندازه‌گیری است. زیرا در این مقیاس از عملیات، سنجش‌ها نسبی است نه مطلق و کاهش یا افزایش مقدار ثابتی به همه‌ی داده‌ها در وضعیت نسبی آنها بی‌تأثیر است. و در مرحله‌ی تخمین ذخیره گرچه دقت و صحت هر دو مهم هستند ولی خطر اصلی کاهش صحت است.

برای تعیین دقت آزمایشگاه تعداد ۱۱ عدد نمونه‌ی تکراری انتخاب و به صورت کاملاً محرمانه کد گذاری گردید. روش محاسباتی‌ای که در زیر ارائه می‌گردد جهت تعیین خطای نسبی این پروژه استفاده گردیده است.

$$e = \frac{2}{n} \sum \left(\frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i} \right)$$

که در این فرمول n تعداد نمونه‌های تکراری و X و Y مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشد. جدول ۴-۶ نمونه‌های تکراری و کدهای محرمانه آن برای تعیین خطای آنالیز را نشان می‌دهد [۸].

به طور کلی حداکثر خطای پذیرفته شده برای هر عنصر در محدوده عیاری کمتر از ۱۰ برابر حد حساسیت، ۵۰٪ و در محدوده عیاری بیش از ۱۰ برابر حد حساسیت، ۲۰٪ می‌باشد. جدول ۴-۷ نتایج حاصل از محاسبات خطا را نشان

می‌دهد. وجود خطا برای برخی عناصر بدان معناست که تحلیل‌های صورت پذیرفته بر مبنای این عناصر در

نمونه‌های مورد تجزیه و تحلیل با خطا مواجه بوده و بایستی با احتیاط با آنها برخورد کرد [۷].

جدول ۴-۶- نمونه‌های تکراری و کدهای محرمانه آن برای تعیین خطای آنالیز

Row	Sample No.	Duplicate No.
۱	۸۶/BH۱/۲۰	۸۶/HA/۱
۲	۸۶/BH۱/۳۳	۸۶/HA/۲
۳	۸۶/BH۷/۱۵	۸۶/HA/۳
۴	۸۶/BH۴/s۴۶	۸۶/HA/۴
۵	۸۶/BH۳/۲۳	۸۶/HA/۵
۶	۸۶/BH۳/۲۱	۸۶/HA/۶
۷	۸۶/BH۳/۱۳	۸۶/HA/۷
۸	۸۶/BH۳/۱۹	۸۶/HA/۸
۹	۸۶/BH۳/۱۰	۸۶/HA/۱۰
۱۰	۸۶/BH۲/۴۰	۸۶/HA/۱۱
۱۱	۸۶/BH۲/۴۳	۸۶/HA/۱۲

جدول ۴-۷- خطای نسبی آنالیز

Element	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Hg	Li
Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
error%	۶۴.۸۷	۷۸.۶۳	۶۰.۷۰	۴۲.۴۴	*	۱۳۳.۵۱	*	۴۵.۳۶

Element	Ti	W	Zn	Fe	Rb	S	Sb	Sn
Unit	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm
error%	۴۰.۲۵	۵۸.۸۹	۶۸.۶۹	۳۰.۳۰	۸۱.۵۵	۶۴.۰۹	۲۵.۶۳	۱۲۷.۸۲

علاوه بر محاسبه خطای نسبی؛ از آزمون ستیودنت- t نیز بهره گرفته شد. آزمون t از تقسیم تفاوت بین میانگین های نمونه بر برآوردی از انحراف معیار توزیع اختلافها (که به عنوان خطای معیار اختلاف یا standard error of

difference شناخته می شود) به دست می آید. $(\bar{X}_1 \geq \bar{X}_2)$

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{Var(x_1)}{N} + \frac{Var(x_2)}{N}}}$$

اگر واریانسهای نمونه دارای مقادیر مشابهی باشد ، معمولاً با برآورد ترکیبی (pooled estimate) واریانس ثابت جامعه کار می شود. اما اگر واریانس ها برابر نباشند از برآورد ترکیبی استفاده نمی شود و یک آزمون با واریانس جداگانه (separate variance) انجام می شود با مقایسه t بدست آمده و مقدار استخراج شده از جداول استاندارد در سطح اعتماد معین (۹۵٪) معنی دار بودن یا بی معنی بودن خطای آنالیز مشخص می گردد. مقدار دقیق t که جهت معنی دار شدن لازم است به درجه آزادی (degrees of freedom) توزیع بستگی دارد که خود آن به حجم نمونه در مطالعه وابسته است. در این پروژه معمولاً اگر قدر مطلق t برابر یا بزرگتر از ۱.۸۱۲ باشد، وجود خطای سیستماتیک (فرضیه H_1) در آنالیز محرز است. مگر اینکه حجم نمونه خیلی کوچک باشد. در هر حال باید از نمونه های خیلی کوچک پرهیز نمود ، زیرا آزمون مورد نظر توان لازم جهت رد کردن خطای تصادفی (فرضیه H_0) را نخواهد داشت. (توان یا power یک آزمون آماری احتمال رد کردن H_0 است به شرطی که صحیح نباشد). مدل آزمون t این فرض را می کند که داده ها از توزیع های نرمال با واریانس برابر به دست آمده اند. شبیه سازی های رایانه ای نشان داده است که حتی اگر این فرضها تا حدودی مخدوش شده باشند کماکان می توان با اطمینان از آزمون t استفاده نمود، به شرط آنکه حجم نمونه خیلی کم نباشد و دارای مقادیر پرت نبوده و حجم نمونه ها با هم برابر باشد (یا تقریباً برابر باشد) اگر بررسی اولیه داده ها بیانگر آن باشد که فرضهای مدل آزمون t به شدت مختل است [۵ و ۸].

جدول ۴-۸- انجام آزمون t برای نمونه های تکراری

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
AU1 - AU2	17.8409	156.0	47.0281	-86.94	122.626	.379	10	.712
AG1 - AG2	.1300	.1407	4.2E-02	4.E-02	.2245	3.064	10	.012
AS1 - AS2	-383.309	367.3	110.75	-630.1	-136.55	-3.461	10	.006
BA1 - BA2	-70.4091	249.2	75.1356	-237.8	97.0034	-.937	10	.371
CU1 - CU2	-45.4545	31.44	9.4797	-66.58	-24.3325	-4.795	10	.001
HG1 - HG2	1.0050	.7849	.5550	-6.0469	8.0569	1.811	1	.321
LI1 - LI2	-7.3455	16.47	4.9644	-18.41	3.7160	-1.480	10	.170
RB1 - RB2	-35.9818	65.37	19.7096	-79.90	7.9339	-1.826	10	.093
S1 - S2	-7808.46	4342	1309.1	-10725	-4891.6	-5.965	10	.000
SB1 - SB2	13.3455	46.50	14.0199	-17.89	44.5836	.952	10	.364
SN1 - SN2	-2.3364	2.4557	.7404	-3.9861	-.6866	-3.155	10	.010
TI1 - TI2	-747.900	629.9	189.93	-1171	-324.70	-3.938	10	.003
W1 - W2	5.45E-02	1.1076	.3339	-.6895	.7986	.163	10	.874
ZN1 - ZN2	-27.3909	165.8	50.0034	-138.8	84.0237	-.548	10	.596
FE1 - FE2	-8.2E-02	1.5715	.4738	-1.1376	.9739	-.173	10	.866

با توجه به جداول (۴-۷ و ۴-۸) می توان چنین بیان نمود که برای عناصر طلا، باریم، آنتیموان تنگستن، روی، آهن، ریدیم، و لیتیم خطا معنی دار بوده، ولی با توجه به این خطاها به نظر می رسد که دقت آنالیز بسیار پایین می باشد و در تفسیر و استفاده از این داده ها می بایست با احتیاط برخورد گردد

۴-۴- محاسبه ضرایب همبستگی

ضرایب همبستگی طبق تعریف عبارت است از سنجشی از شدت وابستگی بین دو متغیر اندازه گیری شده در یک مجموعه از داده های منفرد. پارامترهای آماری ضرایب همبستگی برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر بدون وابستگی به واحد اندازه گیری داده ها، تعریف شده اند.

برای داشتن درک صحیحی از چگونگی توزیع عناصر مختلف در یک ناحیه نیازمند در اختیار داشتن پارامترهایی هستیم که بتواند نوع و ارتباط آنها را تشریح کند با تغییر چنین پارامترهایی، امکان یافتن ارتباط ژنتیکی میان عناصر فراهم خواهد شد. در محاسبه ضرایب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری فرض نرمال بودن داده ها

الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد، می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد تا توزیع آنها حالت نرمال به خود گیرد. البته در این گونه موارد تعبیر و تفسیر همبستگی متغیرها باید با دقت همراه باشد. بالاخره در حالتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضرایب همبستگی می‌توان از روش ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشد، استفاده کرد. در این پروژة از هر دو روش بهره گرفته شده است و تفسیر نهایی با ادغام هر دو ارائه می‌گردد. در حقیقت برای داده‌های نزدیک به نرمال از روش ضرایب همبستگی پیرسون (Pearson) استفاده شده است. جدول ۹-۴ نشان دهنده‌ی ضرایب همبستگی پیرسون می‌باشند.

در اینجا ضریب همبستگی نمونه (r) تخمینی از ضریب همبستگی کل جمعیت است. یعنی همبستگی‌ای که در کل جمعیت (که از آن یک نمونه برداشت شده) وجود دارد.

مقدار r از -1 تا $+1$ تغییر می‌کند. در واقع وقتی $r = +1$ است، تطابق و رابطه‌ی خطی کاملی بین دو عنصر است و وقتی که $r = -1$ است، ناسازگاری کامل بین دو عنصر وجود دارد و اگر $r = 0$ باشد، هیچگونه رابطه‌ای بین دو عنصر وجود ندارد. نتایج زیر از این روش قابل استنتاج است:

بر اساس جدول ۹-۴ طلا همبستگی ضعیفی با جیوه از خود نشان می‌دهد آنتیموان و جیوه نیز با مس همین رابطه را دارند. آرسنیک هم با جیوه و گوگرد همبستگی نسبتاً خوبی دارد.

بیسموت با عناصر W, Rb و Fe و عنصر تنگستن و تیتانیم نیز با Fe همبستگی قوی نشان می‌دهد. همچنین قلع با تیتان و تنگستن همبستگی متوسطی را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۹: ضرایب همبستگی پیرسون برای داده های گمانه های اکتشافی

		AG	AS	BA	BI	CU	ZN	HG	AU	LI	RB	S	SB	SN	TI	W	FE
AG	Pearson Correlation	1.000	-.043			**										*	
AS	Pearson Correlation	-.043	1.000	**				**				**		*	**	**	
BA	Pearson Correlation	.025	.267**	1.0		*	**				**	*		*	**		**
BI	Pearson Correlation	-.070	-.080	.0	1.000		**	**			**					**	**
CU	Pearson Correlation	.230**	-.027	-.1*	-.155	1.000		*		**		**	**			**	**
ZN	Pearson Correlation	-.026	.094	.165**	.373**	-.016	1.000			**	**	*		**	**	**	**
HG	Pearson Correlation	-.001	.527**	.077	-.291**	.197*	.105	1.000	**	**	**	**			*	**	**
AU	Pearson Correlation	.097	.036	.030	-.019	.012	.042	.276**	1.000						**		
LI	Pearson Correlation	-.030	.007	.051	.117	.171**	.460**	.276**	.082	1.000	**			**	**	**	**
RB	Pearson Correlation	.060	-.083	.223**	.555**	.070	.340**	-.136	-.021	.348**	1.000			**	**	**	**
S	Pearson Correlation	-.056	.602**	.126*	-.032	.168**	.119*	.426**	.027	.021	-.020	1.000			**	**	**
SB	Pearson Correlation	-.009	-.026	-.1	.067	.336**	-.041	-.001	.108	-.014	.077	-.044	1.000				
SN	Pearson Correlation	-.025	.135*	.129*	-.143	.040	.294**	.117	.044	.286**	-.007	.063	-.067	1.000	**	**	
TI	Pearson Correlation	-.043	-.233**	-.2**	-.041	.235**	.167**	-.166*	-.173**	.174**	.188**	-.022	-.006	.197**	1.000	**	**
W	Pearson Correlation	.122*	-.201**	.000	.790**	.002	.415**	-.291**	-.046	.295**	.511**	-.190**	.027	.185**	.219**	1.000	**
FE	Pearson Correlation	.091	.023	-.1**	.610**	.266**	.308**	.018	-.084	.363**	.591**	.149**	.011	.088	.306**	.510**	1.000

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

۴-۵- آنالیز خوشه‌ای

در تحلیل خوشه‌ای هدف دست یافتن به ملاکی جهت طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها براساس حداکثر تشابه درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است. این خصوصیت کمک می‌کند تا بتوان متغیرها و نمونه‌ها را به صورت خوشه‌ای که بیشترین تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را بین خود دارند، طبقه‌بندی نمود. همان‌گونه که فاصله دو نمونه یا دو متغیر می‌تواند ملاک تشابه قرار گیرد، ضریب همبستگی بین دو متغیر نیز می‌تواند ملاک تشابه رفتاری آنها باشد.

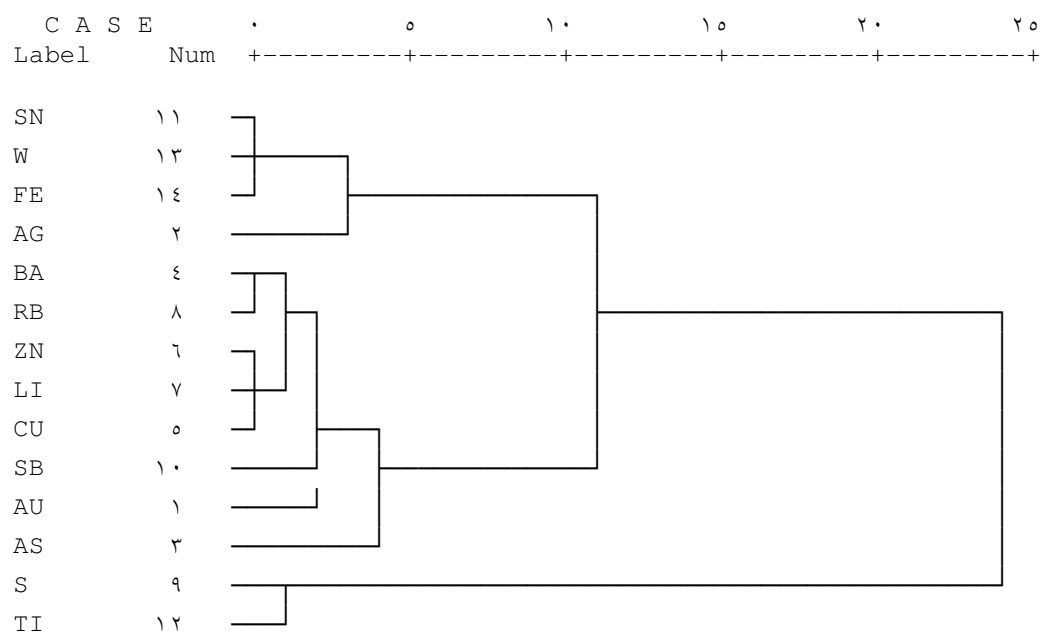
روش به کار گرفته شده در این پروژه روش آنالیز خوشه‌ای با متد سنترئوئید می‌باشد.

براساس نمودار خوشه‌ای (تصویر ۴-۱۵)، می‌توان روابط ذیل را از این آنالیز به دست آورد.

سه گروه مهم عنصری قابل تفکیک می‌باشند. عناصر (قلع-تنگستن - آهن) در گروه اول قرار گرفته که نقره نیز با همبستگی کمتری با این گروه ارتباط ژنتیکی نشان می‌دهد. (باریم - ربیدیم) گروه دوم و (لیتیم-روی - مس) نیز در گروه سوم قرار می‌گیرند. دو گروه دیگر (طلا-انتیموان) و (کوگرد- تیتان) نیز ارتباط ژنتیکی نسبت به سه گروه قبل دارند.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



شکل ۴-۱۵- نمودار آنالیز خوشه ای