



سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مدیریت ژئوماتیکس

گروه ژئوفیزیک هوایی

گزارش برداشت، پردازش و تفسیر داده های ژئوفیزیک هوایی در

منطقه جیرفت

بهار ۱۳۸۹

نویسندگان گزارش:

جمع آوری و ویراستاری:

محمد رضا اخوان اقدم

بخش برداشت و پردازش:

آرش سبیطی - حسین فردوسی

بخش تفسیر و بررسی صحرائی:

محمد رضا اخوان اقدم - حسن خیرالهی - ساسان کیوانی



گروه ژئوفیزیک هوایی

کارشناسانی که در اجرای پروژه همکاری داشته اند:

گروه برداشت:

- رضا ثناگوی حسن کیاده
- محمدرضا پورفرشچیان
- مهدی زارعی
- سلمان محرمی

گروه پردازش:

- آرش سبطی
- علی کریمی
- مرتضی قنبری
- حسین فردوسی

گروه تفسیر:

- محمد رضا اخوان اقدم
- حسن خیرالهی
- ساسان کیوانی

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس محمد رضا محمدی رئیس محترم گروه ژئوفیزیک هوایی به دلیل بازخوانی گزارش و ارائه راهنمایی‌ها لازم تشکر و قدردانی می‌گردد.

از سرکار خانم مژگان علوی که مدیریت اجرای پروژه را بعهدہ داشتند و نیز سرکار خانمها نسرين امير مطلبي ،

هدیه نازی و فرانک بیات که بخشهایی از پردازش داده‌ها را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد.

۱ پیشگفتار

فصل اول: زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۳ ۱-۱- مقدمه

۳ ۲-۱- چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی

۳ ۱-۲-۱- پالئوزوئیک

۴ ۲-۲-۱- مزوزوئیک

۴ ۳-۲-۱- سنوزوئیک

۵ ۴-۲-۱- کواترنری

۵ ۳-۱- زمین‌ساخت و تکتونیک منطقه

۶ ۴-۱- زمین‌شناسی اقتصادی منطقه

فصل دوم: گزارش برداشت و پردازش داده‌ها

۸ ۱-۲- مقدمه

۸ ۲-۲- طراحی بلوک پروازی

۸ ۱-۲-۲- مشخصات بلوک‌ها

۱۰ ۲-۲-۲- مساحت بلوک‌های پروازی

۱۱ ۳-۲-۲- مشخصات خطوط پرواز و کیلومتر پرواز

۱۲ ۳-۲- مشخصات جغرافیایی و توپوگرافی منطقه

- ۱۴ - ۴-۲- مشخصات پرواز برای برداشت داده‌های ژئوفیزیک هوایی
- ۱۵ - ۱-۴-۲- مشخصات ایستگاه مبنا (Base Station)
- ۱۷ - ۵-۲- پردازش داده‌های برداشت شده روزانه
- ۱۷ - ۱-۵-۲- پردازش داده‌های GPS
- ۱۸ - ۲-۵-۲- پردازش داده‌های مغناطیسی هوایی (Mag)
- ۲۱ - ۱-۲-۵-۲- تصحیح پارالاکس یا لگ (Parallax or Lag Correction)
- ۲۱ - ۲-۲-۵-۲- تصحیح اثرات روزانه میدان مغناطیسی زمین
- ۲۲ - ۳-۲-۵-۲- حذف میدان مغناطیسی ناشی از هسته و پوسته پائینی زمین
- ۲۳ - ۴-۲-۵-۲- هم‌ترازسازی داده‌ها (Leveling)
- ۲۴ - ۵-۲-۵-۲- ریزهم‌ترازسازی داده‌ها (Micro Leveling)
- ۲۶ - ۳-۵-۲- پردازش داده‌های الکترومغناطیسی (HEM)
- ۳۱ - ۱-۳-۵-۲- کالیبراسیون HEM
- ۳۲ - ۲-۳-۵-۲- Zero Leveling
- ۳۳ - ۳-۳-۵-۲- Leveling
- ۳۴ - ۴-۵-۲- محاسبه مقاومت ظاهری و عمق پوسته
- ۳۶ - ۵-۵-۲- پردازش داده‌های رادیومتری (Spectrometry)
- ۳۶ - ۱-۵-۵-۲- تصحیحات مورد نیاز کانال ارتفاع
- ۳۷ - ۲-۵-۵-۲- تصحیح زمان مرده
- ۳۷ - ۳-۵-۵-۲- تصحیح تشعشعات مربوط به بدنه و موتور بالگرد
- ۴۱ - ۴-۵-۵-۲- تصحیح گاز رادون
- ۴۴ - ۵-۵-۵-۲- تصحیح ارتفاعی داده‌ها

۴۷	۲-۵-۵-۶- شبکه‌بندی کردن (Gridding) و تهیه نقشه نهایی
	فصل سوم: گزارش تفسیر داده‌ها
۴۹	۳-۱- اصول و تکنیک‌های تفسیر و مدلسازی داده‌ها
۵۰	۳-۲- مراحل تفسیر داده‌ها
۵۱	۳-۲-۱- بررسی کلی نقشه‌های مغناطیس‌سنجی
۵۱	۳-۲-۱-۱- بررسی نقشه‌های شدت میدان مغناطیسی کل
۵۳	۳-۲-۱-۲- بررسی نقشه برگردان به قطب
۵۳	۳-۲-۱-۳- نقشه مشتق اول در جهت قائم
۵۴	۳-۲-۲- تفسیر داده‌های الکترومغناطیس
۵۵	۳-۲-۳- نحوه تفسیر نقشه‌های مقاومت ظاهری
۵۷	۳-۲-۴- تفسیر پروفیل‌های EM
۵۹	۳-۲-۵- تفسیر داده‌های رادیومتری
۵۹	۳-۲-۵-۱- کاربردهای نقشه‌های رادیومتری
۶۲	۳-۲-۶- تلفیق داده‌های سه روش مغناطیسی، الکترومغناطیس و رادیومتری
۶۲	۳-۳- تفسیر منطقه مورد مطالعه
۶۹	۳-۴- نقشه‌های منطقه مورد مطالعه
۷۸	۳-۴-۱- نقشه تفسیری منطقه جیرفت
۷۸	۳-۴-۲- خواص فیزیکی واحدها
۸۲	۳-۵- لیست آنومالی‌های مرتبط با مناطق امیدبخش
۱۱۷	۳-۶- لیست اولویت‌های مناطق امیدبخش
۱۱۸	۳-۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

پیشگفتار:

تهیه نقشه ژئوفیزیک هوائی به روش مغناطیس سنجی با فواصل پروفیل ۷/۵ کیلومتر و ارتفاع ثابت با استفاده از یک فروند هواپیما با هدف شناخت ساختار زمین‌شناسی و عمق پی‌سنگ در سال ۱۹۷۴ میلادی توسط شرکت ائروسرویس اجرا گردید.

در چارچوب برنامه سوم توسعه و با توجه به پیشرفت این فناوری و تبدیل آن به یک ابزار اساسی در حل ابهامات زمین‌شناسی و تشخیص مناطق معدنی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی اقدام به خرید یک سیستم دیجیتال ژئوفیزیک هوائی برای متدهای مغناطیسی سنجی، الکترومغناطیس و رادیومتری نمود و برنامه‌ریزی لازم جهت پوشش زون‌های ۲۰ گانه اکتشافی با فواصل پروفیل پرواز ۲۰۰-۳۰۰ متر در مقیاس نیمه تفصیلی جهت معرفی محدوده‌های امیدبخش و تعیین گسترش آنها در عمق بعمل آمد. یکی از اهداف مورد نظر سازمان در این پروژه (و پروژه‌های قبلی) انتقال تکنولوژی به داخل و ارتقاء دانش فنی کارشناسان جوان بود که این امر به طور کامل تحقق یافت و ایران اولین کشور در خاورمیانه می‌باشد که کلیه مراحل اکتشاف اعم از طراحی، عملیات برداشت هوائی، پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها را بعهده دارد. در این راستا با توجه به ضرورت و اهمیت پروژه و با حمایت‌های مقام محترم وزارت اولین فروند بالگرد پیشرفته AS350B3 از شرکت یوروکوپتر فرانسوی خریداری و اخیراً پس از مونتاژ و انجام تست پرواز، دستگاه‌های خریداری شده این سازمان روی آن نصب گردید و مورد استفاده قرار گرفت.

فصل اول

زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۱-۱- مقدمه

گستره مورد مطالعه در محدوده چهار گوش ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران در استان کرمان واقع شده و جزئی از زون ساختاری سنندج- سیرجان می باشد این زون مانند ایران مرکزی پس از دگرگونی عمومی در کرتاسه تحتانی و میانی و دگرگونی مجاورتی در کرتاسه فوقانی، بعد از فاز کمپرسیون لارامین بالا آمده و در معرض فرسایش قرار گرفته است حرکت گسل‌های معکوس و مقارن در ائوسن بالایی - اولیگوسن تحتانی حوضه‌های رسوبی نئوژن را در زون سنندج سیرجان به وجود آورده است این زون فعالترین زون ساختاری ایران به شمار می رود، بر اساس مطالعات صورت گرفته مشخص گردید پوسته قاره‌ای در این زون مضاعف می‌باشد. در این محدوده که در شمال پهنه‌های زمین شناختی - زمین ساختی مکران و زاگرس و در جنوب زون ولکانیکی زون ارومیه دختر قرار گرفته افزون بر رخساره‌های سنگی ردیف افیولیتی و سنگ‌های رسوبی پالئوزوئیک و مزوزوئیک مربوط به بقایای باریکه پوسته قاره‌ای و سنگ‌های دگرگونه مربوطه، رخساره‌های سنگی مربوط به بازشدگی و گودشدگی حوضه ریفتی نئوتتیس شناخته شده‌اند. سنگ‌های ولکانیک به سن تریاس بالا- ژوراسیک زیرین (J V نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران) واقع در باختر شهرستان سبزواران و شیل و چرت‌های آغشته به منگنز، سنگ‌های ولکانیک و رخساره فیلیش در همین ناحیه (J I نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران) را می‌توان از رخساره‌های عمیق و بازشدگی ریفت نئوتتیس در این پهنه زمین‌شناختی - زمین ساختی دانست.

۱-۲- چینه شناسی و سنگ شناسی

۱-۲-۱- پالئوزوئیک

قدیمی‌ترین سنگ‌های منطقه مورد مطالعه را سنگ‌های دگرگونی منسوب به پرمین پایینی تشکیل می‌دهند که در قسمت‌های جنوبی منطقه رخنمون داشته و از مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونی شامل آهک‌های مرمری شده همراه با آمفیبولیت شیست‌های سبز رنگ به همراه فیلیت ماسه سنگ دگرگونه، مرمر و کوارتزیت می‌باشند

از دیگر واحدهای مربوط به این دوران به یک سری سنگ‌های متاگابرو می‌توان اشاره نمود.

۱-۲-۲- مزوزوئیک

دوران مزوزوئیک در این محدوده با یک سری گدازه‌های اسپیلیتی آغاز می‌شود که تقریباً در قسمت‌های میانی محدوده مورد مطالعه برونزد آنها را می‌توان مشاهده نمود از دیگر واحدهای سنگی مربوط به این دوران که در محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند، می‌توان به سنگ‌های آذرآواری ریولیتی با ماسه‌سنگ و چرت همراه با توف‌های برشی اسپیلیتی، آهک‌ها، توفیت و آگلومرا را نام برد. از دیگر واحدهای مربوط به این دوران یک سری واحدهای آهکی فسیل‌دار نظیر آهک‌های اوربیتولین‌دار و آهک‌های کالپیونلادار می‌باشند. وجود یک سری واحدهای سرپانتینی شده که تا حدودی متحمل دگرگونی شده و به سرپانتینیت شیست تبدیل شده‌اند نیز می‌باید مد نظر قرار گیرند. از جمله عمده سنگ‌های نفوذی مربوط به این دوران می‌توان به گابرو-دیوریت‌ها و گرانودیوریت تا کوارتز دیوریت‌ها اشاره نمود که بیشترین بیرون زدگی مربوط به آنها را در قسمت‌های میانی منطقه می‌توان مشاهده نمود سن این دسته از سنگ‌ها را ژوراسیک تخمین می‌زنند.

۱-۲-۳- سنوزوئیک

از جمله قدیمی‌ترین واحدهای مربوط به این سن گدازه‌های آندزیتی بازالتی، ریوداسیت‌ها، برش‌های آتشفشانی و سنگ‌های آذرآواری هستند که غالباً در قسمت‌های شمال غربی محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند. علاوه بر این واحدها وجود لیتولوژی‌هایی از قبیل ماسه سنگ‌ها و سنگ‌های آهکی که در پاره‌ای از قسمت‌ها حاوی فسیل‌های نومولیت‌دار و نیز آهک‌های جلبک‌دار و فرامنیفردار می‌باشند که به همراه مارنهای گچ‌دار و کنگلومراها از جمله واحدهایی هستند که تقریباً قسمت‌های زیادی از قسمت‌های شمال و شمال غرب منطقه را می‌پوشانند. از واحدهای نفوذی مربوط به این دوران می‌توان به یک سری واحدهای گرانودیوریتی اشاره نمود که برون زد مربوط به آنها را درون واحدهایی که در بالا از آنها نام برده شد می‌توان مشاهده نمود علاوه بر

آنها یک سری واحدهای ریولیتی نیز در همین قسمت از محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند که می توانند به لحاظ کانی سازی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند.

۱-۲-۴-کواترنری

عمده رسوبات مربوط به این قسمت شامل مخروط افکنه‌های قدیمی و مخروط افکنه‌های جوانتر و آبرفت‌های جوان رودخانه‌ای می‌باشند.

۱-۳-زمین‌ساخت و تکتونیک منطقه

همانطور که در مقدمه زمین‌شناسی منطقه نیز عنوان گردید محدوده مزبور بخشی از زون ساختاری زون سنندج سیرجان می‌باشد و ویژگی‌های زون سنندج-سیرجان نظیر دگرگونی، ماگماتیسم، گسل‌های تراستی و چین‌خوردگی‌های تند و برگشته را می‌توان گواه این امر دانست. جهت محور غالب چین‌خوردگی‌ها در این ناحیه شمال خاوری-جنوب باختری است اما باید توجه داشت که عملکرد گسل‌ها و یا تاثیر توده‌های نفوذی موجبات تغییر روند چین‌خوردگی‌ها در بسیاری از مناطق چین‌خورده منطقه شده‌اند.

در منطقه، گسل‌ها و شکستگی‌های پیچیده‌ای دیده می‌شوند که تاثیرات آنها به عنوان عوامل کنترل کننده شرایط رسوبی و پیکره‌های ساختمانی انکار ناپذیر است روند ثابت و کلی منطقه از روند زاگرس تبعیت می‌کنند. دو روند برای گسل‌های اصلی در این منطقه وجود دارد.

۱- گسلهایی با روند شمال خاوری-جنوب باختری:

این نوع گسلها در منطقه به طور عمده از نوع راستگرد هستند که گسل سرگز نمونه‌ای از آنها می‌باشد.

۲- گسلهایی با روند شمال باختری-جنوب خاوری:

این روند، روند غالب در منطقه بوده و اکثر گسل‌ها در این محدوده چپگرد می‌باشند.

گسل‌های فرعی:

در محدوده مطالعاتی روندهای متفاوتی از گسل‌های فرعی بصورت پراکنده دیده می‌شود که تاثیر آنها به صورت جابجایی بر گسل‌های بزرگتر بطور محسوس دیده شده و چنین می‌نماید که نیروهای ناشی از عملکرد گسل‌های جوانتر بیشتر سطوح گسل‌های فرعی را تحت تاثیر قرار داده است.

۱-۴- زمین‌شناسی اقتصادی منطقه

این محدوده به دلیل قرار گرفتن در بخش جنوبی زون سنندج- سیرجان و بخش‌های کوچکی از زون مکران دارای استعداد کانه‌زایی ذخایر سولفید توده‌ای از نوع قبرسی و کروکو، مس پورفیری و طلای اپی ترمال می‌باشد. علاوه بر آن این زون به دلیل دارا بودن مجموعه‌ای از سنگ‌های افیولیتی بزرگترین ذخیره کرومیت ایران را در بر می‌گیرد. علاوه بر کانی‌های فوق‌الذکر، منطقه مورد مطالعه از توانمندی‌های معدنی ذیل نیز برخوردار می‌باشد.

کانی‌سازی منگنز: کانی‌سازی منگنز در این محدوده غالباً در چرت‌های منگن‌دار و در محل گسل‌های واقع در همبندی سنگ‌های اوربیتولین‌دار کرتاسه زیرین و ولکانیک‌های کرتاسه زیرین می‌توان مشاهده نمود. همچنین در وابستگی با رگه‌های سیلیسی و دگرسانی‌های منطقه، کانی‌سازی مس، طلا و آهن نیز می‌توان مشاهده نمود. از دیگر معادن فعال منطقه می‌توان به معادن سنگ لاشه، معادن سنگ‌های تزئینی، آزبست، منیزیت تالک و منیزیت اشاره نمود.

فصل دوم

گزارش برداشت و پردازش داده‌ها

۲-۱-۲- مقدمه

منطقه برداشت داده‌های ژئوفیزیک هوایی در جنوب استان کرمان (جیرفت-اسفندقه) می‌باشد. با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی، برداشت داده‌ها در چهار بلوک A,B,C,D انجام شده و محل استقرار کمپ در اسفندقه و شهرستان جیرفت بوده است. محل استقرار تجهیزات و Base Station نیز در داخل محدوده فرودگاه جیرفت انتخاب گردید. عملیات برداشت داده‌ها توسط هلیکوپتر ملکی سازمان (اکوریل AS350B3) انجام گردید.

۲-۲- طراحی بلوک پروازی

کل منطقه انتخابی توسط زمین شناسان با سابقه سازمان زمین شناسی با توجه به شرایط مختلف زمین شناسی انتخاب شده و توسط کارشناسان گروه ژئوفیزیک هوایی با توجه به وسعت منطقه و مسائل فنی به ۴ بلوک پروازی تقسیم و خطوط پرواز آن طوری طراحی می‌گردد که بر اکثر راس‌های زمین‌شناسی منطقه عمود باشد. در مجموع تمامی خطوط پرواز به صورت خطوط اصلی (Flight Line) با آزیموت N45W و خطوط کنترل (Tie line) با آزیموت N45E و خطوط Test line در محدوده شمالی فرودگاه جیرفت برداشت شده است. کار پردازش اولیه داده‌ها در منطقه عملیاتی و همزمان با عملیات برداشت و پردازش نهائی داده‌ها پس از اتمام برداشت داده‌ها در دفتر کار انجام گرفت.

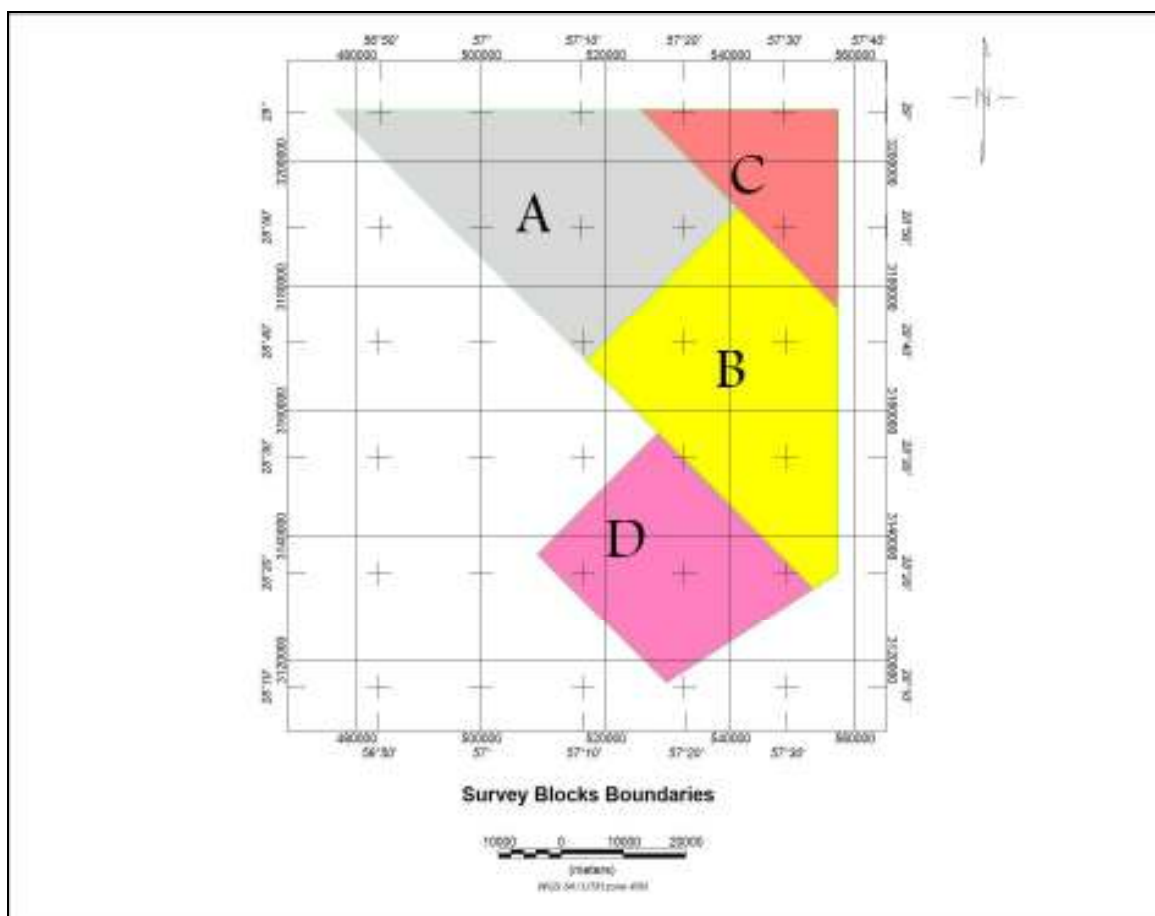
۲-۲-۱- مشخصات بلوک‌ها

مختصات رئوس بلوک‌ها در سیستم مختصات جغرافیائی در جدول زیر آمده است. با توجه به اینکه این بلوک‌ها در زون 40N قرار دارند مختصات این رئوس در سیستم مربوطه با استفاده از بیضوی مرجع W.G.S 1984 بصورت زیر خواهد بود:

جدول ۱-۲- مختصات رئوس بلوک‌ها در سیستم مختصات جغرافیایی

Block A			
X	Y	Longitude	Latitude
476549.40494	3208369.2115	56 45 33.22	29 00 11.69
525533.94341	3208459.5056	57 15 43.80	29 00 14.48
541267.68688	3192612.8945	57 25 23.25	28 51 38.09
516888.28524	3168052.9047	57 10 22.06	28 38 22.02
Block B			
X	Y	Longitude	Latitude
516866.65228	3168051.2587	57 10 21.26	28 38 21.96
541256.87040	3192616.4216	57 25 22.85	28 51 38.21
557293.47526	3176463.1869	57 35 11.82	28 42 51.13
557305.00000	3134266.0000	57 35 04.67	28 19 59.97
553388.00000	3131675.0000	57 32 40.38	28 18 36.37
Block C			
X	Y	Longitude	Latitude
525486.68011	3208475.4951	57 15 42.05	29 00 15.00
557405.63743	3208475.4951	57 35 21.81	29 00 11.27
557310.64054	3176461.5409	57 35 12.45	28 42 51.07
Block D			
X	Y	Longitude	Latitude
528381.19791	3156581.7533	57 17 24.36	28 32 08.54
553397.33560	3131664.1367	57 32 40.72	28 18 36.01
529776.91285	3116352.3229	57 18 12.00	28 10 21.12
509005.39058	3137181.3157	57 05 30.83	28 21 39.10

و تصویر نهائی بلوک‌ها بصورت شکل ۱-۲ خواهد بود :



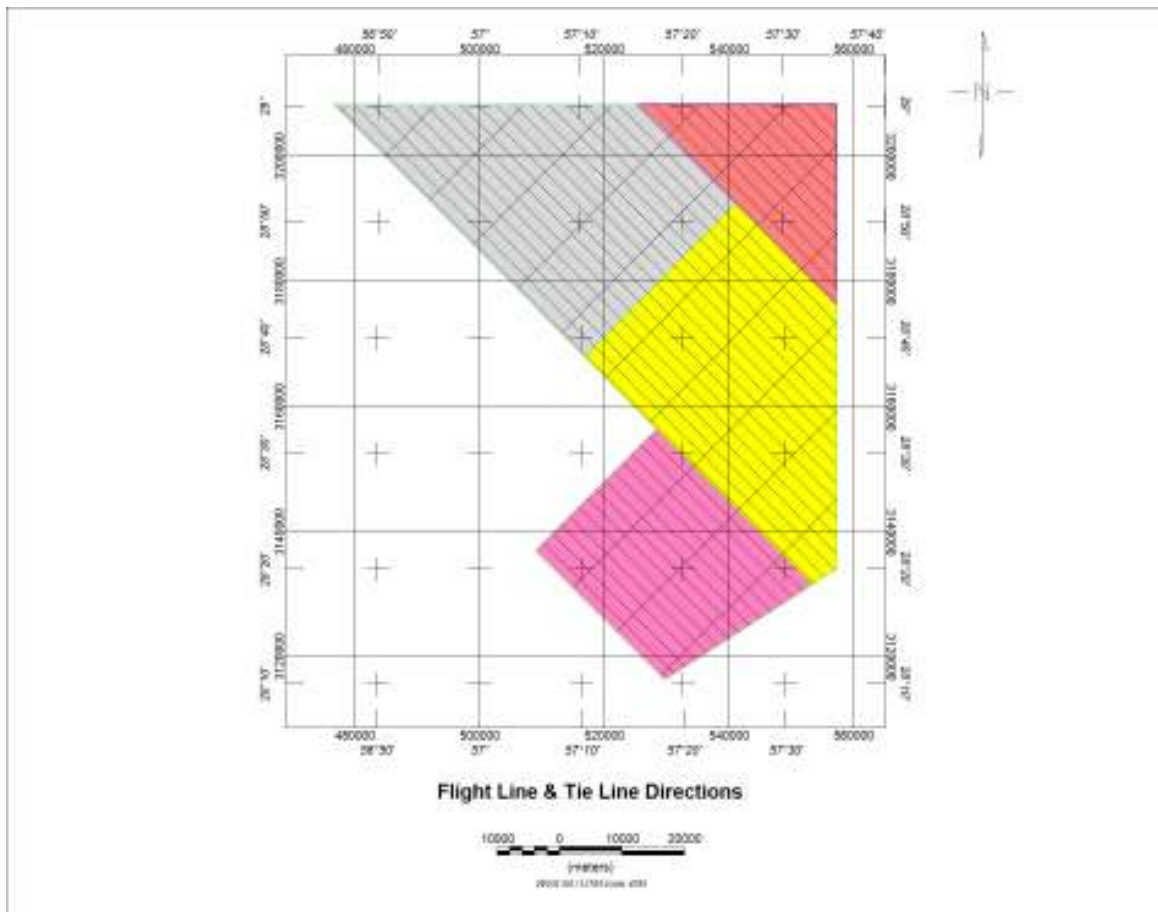
شکل ۱-۲- شکل نهایی بلوک‌های پروازی در منطقه مورد مطالعه

۲-۲-۲- مساحت بلوک‌های پروازی

مساحت این بلوک‌ها به شرح زیر می باشد:
 مساحت بلوک A برابر با ۱۳۷۶ کیلومترمربع
 مساحت بلوک B برابر با ۱۳۶۶ کیلومترمربع
 مساحت بلوک C برابر با ۵۱۱ کیلومترمربع
 مساحت بلوک D برابر با ۸۹۰ کیلومترمربع
 بنابراین مساحت کل منطقه برابر با ۴۱۵۰ کیلومتر مربع خواهد بود .

۲-۲-۳- مشخصات خطوط پرواز و کیلومتر پرواز

در هریک از بلوک‌های فوق جهت خطوط پرواز اصلی تقریباً عمود بر امتداد عمومی ساختارهای زمین‌شناسی و گسل‌ها می‌باشد. برای انجام تصحیح Leveling داده‌های مغناطیس نیاز به برداشت هوایی روی خطوط کنترل (Tie Line) با فاصله حدوداً ۴ تا ۶ برابر فاصله خطوط اصلی و تقریباً عمود بر آن می‌باشد. مجموعه این مشخصات در هر بلوک به تفکیک در جداول زیر قابل مشاهده می‌باشد.



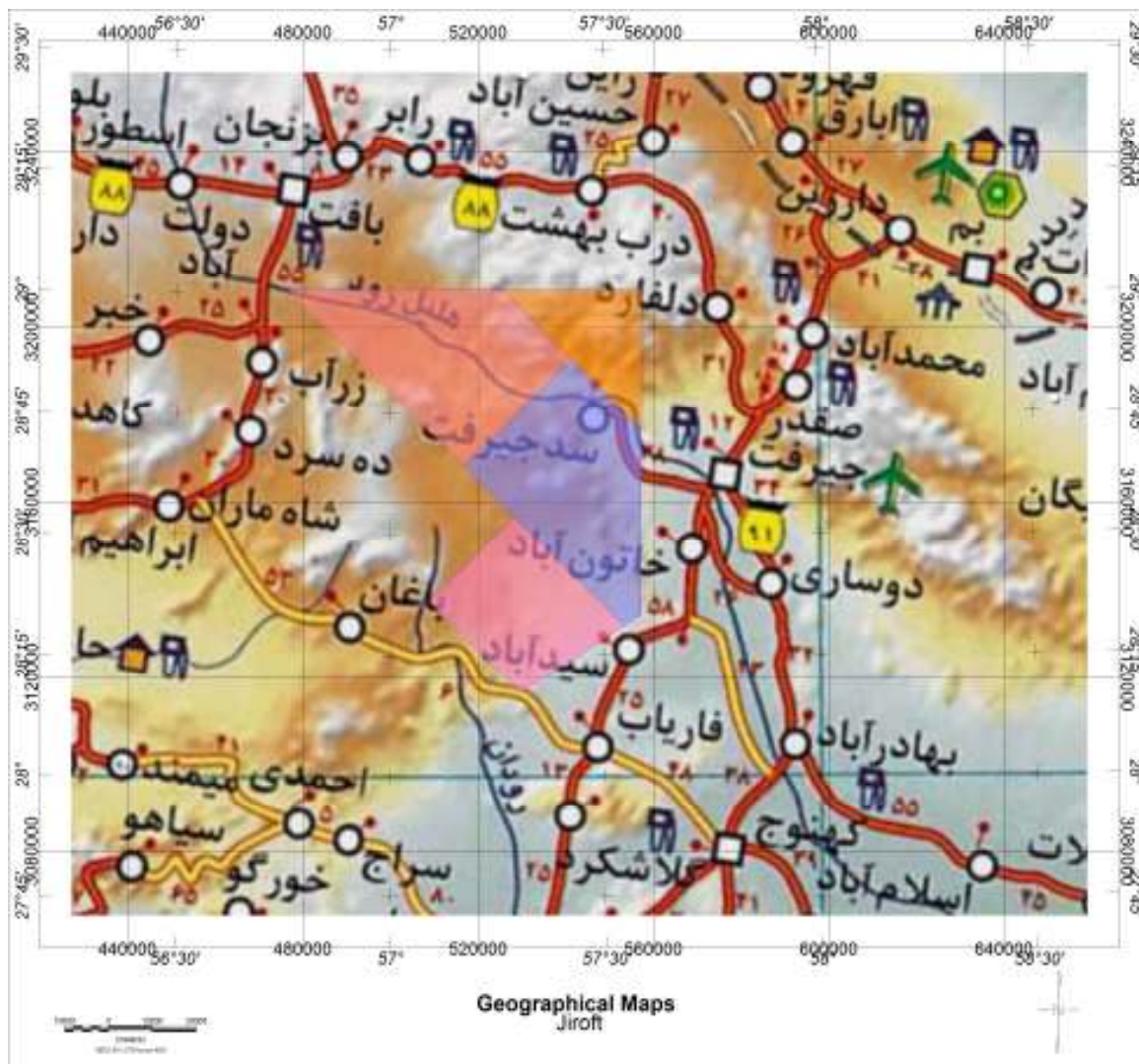
شکل ۲-۲- جهت خطوط پرواز اصلی و خطوط کنترلی در هر یک از بلوک‌ها

مشخصات کامل خطوط پرواز به صورت زیر می باشد:

- فاصله خطوط پرواز برابر با ۲۵۰ متر می باشد.
- کیلومتر پرواز (Flight Line) مفید بدون احتساب Tie Line برابر با ۱۶۵۰۰ کیلومتر می باشد.
- کیلومتر پرواز Tie Line برابر با ۸۵۰ کیلومتر می باشد.
- بنابراین کیلومتر کل پرواز مفید برابر با ۱۷۳۰۰ کیلومتر می باشد.
- جمعاً ۴۳۰ ساعت پرواز در مدت ۲۹۰ روز انجام گرفته است و سرعت خطی پرواز ۷۵ کیلومتر بر ساعت بوده است.
- بطور میانگین می توان گفت که تقریباً روزانه ۵۷ کیلومتر پرواز مفید در مدت یکساعت و پنجاه دقیقه برداشت شده است.
- البته این مقدار کیلومتر پرواز طراحی شده را مشخص می نماید که در عمل با توجه به پرواز Background در طول هر خط پرواز برای داده های HEM و نیز پرواز Test Line روزانه برای داده های Spec و نیز سایر پروازها از قبیل طی مسافت محل استقرار بالگرد تا منطقه پرواز و نشست و برخاست جهت سوخت گیری و . . . ، کیلومتر واقعی پرواز حدود ۱۵ درصد بیشتر از آنچه که در طراحی خطوط پرواز بدست آمده می باشد.

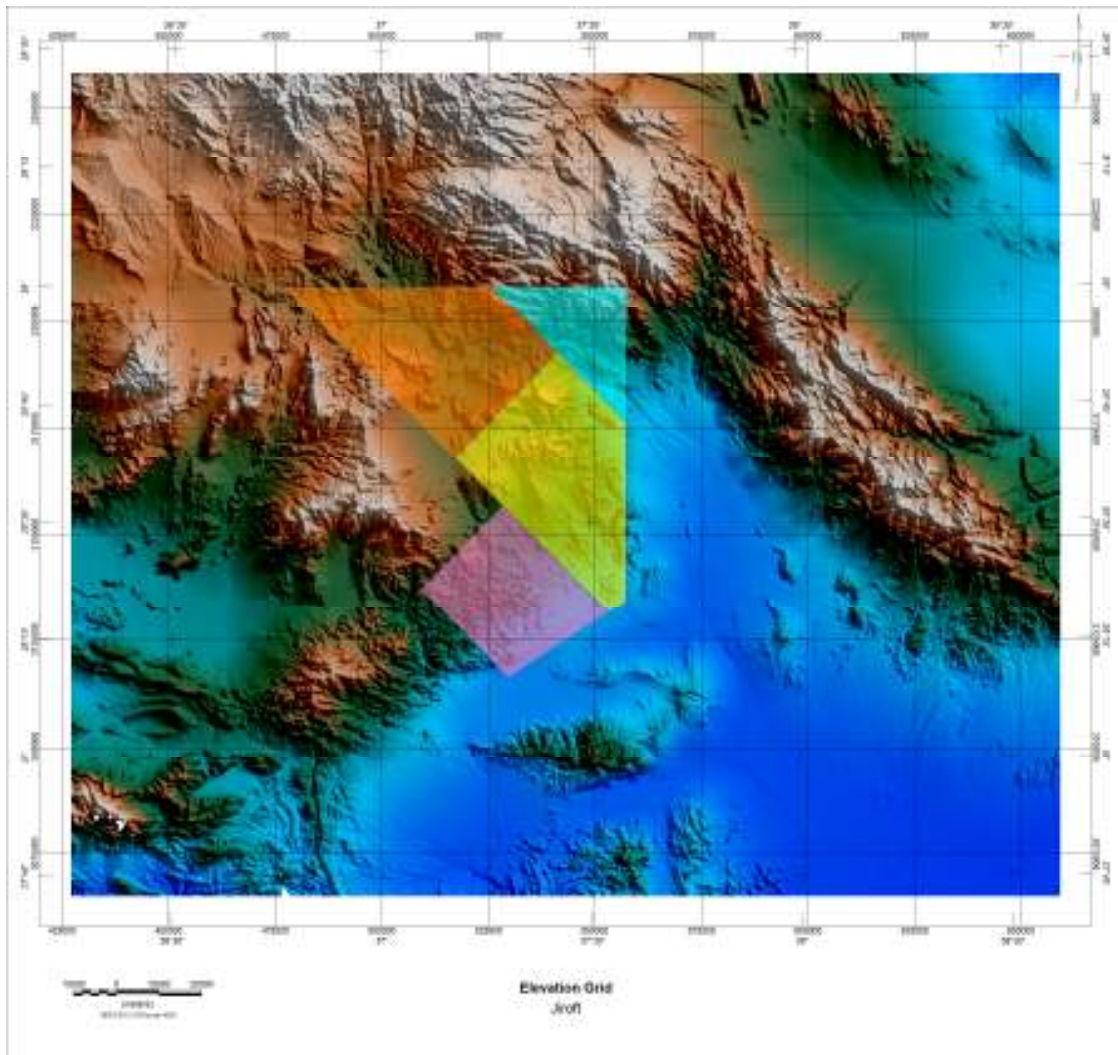
۲-۳- مشخصات جغرافیائی و توپوگرافی منطقه

محل استقرار کمپ در ۲۰ کیلومتری ضلع شرقی بلوک قرار دارد و محل ایستگاه Base Station نیز در فرودگاه جیرفت انتخاب شد. در شکل زیر نقشه ای از موقعیت جغرافیائی منطقه برداشت نمایش داده شده است.



شکل ۲-۳- نقشه‌ای از موقعیت جغرافیائی منطقه برداشت

در قسمت مرکزی و مخصوصاً شمالی بلوک به تدریج به ارتفاعات کوهستانی نزدیک می‌شویم که مخصوصاً در قسمت فوقانی بلوک C این امر سبب ایجاد وقفه‌های فراوان در برداشت داده‌ها گردید در شکل ۲-۴ نقشه توپوگرافی کل منطقه برداشت نشان داده شده است.



شکل ۲-۴- نقشه توپوگرافی کل منطقه برداشت

و نیز مشخصات توپوگرافی بلوک‌های برداشت شده به شرح ذیل می‌باشد:

- بیشترین ارتفاع از سطح آب‌های آزاد ۳۳۲۵ متر است
- کمترین ارتفاع از سطح آب‌های آزاد ۶۵۰ متر می‌باشد.
- متوسط ارتفاع منطقه ۱۵۷۵ متر است.
- انحراف معیار ارتفاع منطقه از سطح آب‌های آزاد ۴۳۰ متر می‌باشد.

۲-۴- مشخصات پرواز برای برداشت داده‌های ژئوفیزیک هوایی

سرعت پرواز بالگرد در حین برداشت بین ۶۰ تا ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می‌باشد که تابعی از شرایط جوی و همچنین وضعیت توپوگرافی سطح زمین می‌باشد (با توجه به

اینکه هر یک ثانیه ده داده ثبت می‌شود می‌توان دریافت که فاصله بین دو داده ثبت شده متوالی تقریباً برابر با ۳ تا ۵ متر می‌باشد واضح است که افزایش سرعت بالگرد باعث افزایش فواصل نمونه‌برداری می‌گردد لذا افزایش بیش از اندازه سرعت سبب از دست رفتن آنومالی‌های کوچک و کاهش دقت برداشت خواهد گردید).

ارتفاع قائم Bird از سطح زمین در حدود ۳۰ تا ۴۵ متر می‌باشد. با توجه به اینکه طول کابل Bird حدوداً ۳۰ متر است بنابراین فاصله بالگرد از سطح زمین حدوداً ۶۰ متر و حداکثر ۷۵ متر می‌باشد و در صورتیکه ارتفاع بالگرد از سطح زمین بیشتر از ۸۰ متر باشد کیفیت داده‌های برداشت شده خصوصاً داده‌های EM و Spec به شدت کاهش خواهد یافت. با توجه به آنچه که در بالا ذکر شد می‌توان زمان مورد نیاز برای پرواز و برداشت کامل داده‌ها را در بلوک‌ها بصورت زیر تخمین زد:

$$\text{Time (Hour)} = \text{Kilometer (km)} / (100)$$

۲-۴-۱- مشخصات ایستگاه مبنا (Base Station)

برای تصحیح داده‌های GPS بالگرد و همچنین تصحیح Diurnal داده‌های مغناطیس، محلی به عنوان Base Station یا ایستگاه مبنا انتخاب می‌شود که نزدیک به محل استقرار بالگرد یا کمپ می‌باشد.

باید توجه داشت که Base Mag در محلی دور از اشیاء مغناطیسی و یا فلزی (مانند ماشین و وسائل نقلیه) و حتی میدان‌های مغناطیسی متفرقه مانند میدان ناشی از کابل‌های برق و ... باشد در غیر اینصورت این داده‌ها بیانگر تغییرات روزانه نخواهند بود.

مشخصات ایستگاه مبنا در فرودگاه جیرفت

Longitude	Latitude	X_UTM (40N)	Y_UTM (40N)
۵۷ ۴۱ ۲۶۶	۲۸ ۴۴ ۲۶۶	۵۶۶۷۹۵	۳۱۷۹۴۵۲

دستگاه‌های Base GPS و Base Mag قبل از شروع اولین پرواز به مدت ۲۴ ساعت قرائت ثبت می‌نمایند (فواصل نمونه‌برداری معمولاً ۰/۵ ثانیه می‌باشد) و با استفاده از داده‌های Base GPS مختصات دقیق محل ایستگاه مبنا تعیین می‌گردد که در تصحیح و پردازش داده‌های GPS اهمیت زیادی دارد. در شکل ۲-۵ تجهیزات Base Station نمایش داده شده است:



شکل ۲-۵- نمایش تجهیزات Base Station

مشخصات دستگاه‌های دیجیتال مورد استفاده در برداشت داده‌ها به اختصار در جدول ۲-۲ ذکر شده است.

جدول ۲-۲- مشخصات دستگاه‌های دیجیتال مورد استفاده در برداشت داده‌ها

نام دستگاه	مدل و شرکت سازنده
مغناطیس‌سنج هوابرد	CS2
مغناطیس‌سنج ایستگاه مبنا (Base mag)	CS2
سیستم الکترومغناطیس (EM bird)	DIGHEM
اسپکترومتر رادیومتری (Spectrometer)	Exploranium GPX1024/256GR-820
GPS ایستگاه مبنا (Base GPS)	Novatel
GPS هوابرد (Flight GPS)	Novatel
دستگاه ثابت	HeliDas
نمایشگر اطلاعات هوابرد Touch Screen	Tablet PC

۲-۵- پردازش داده‌های برداشت شده روزانه

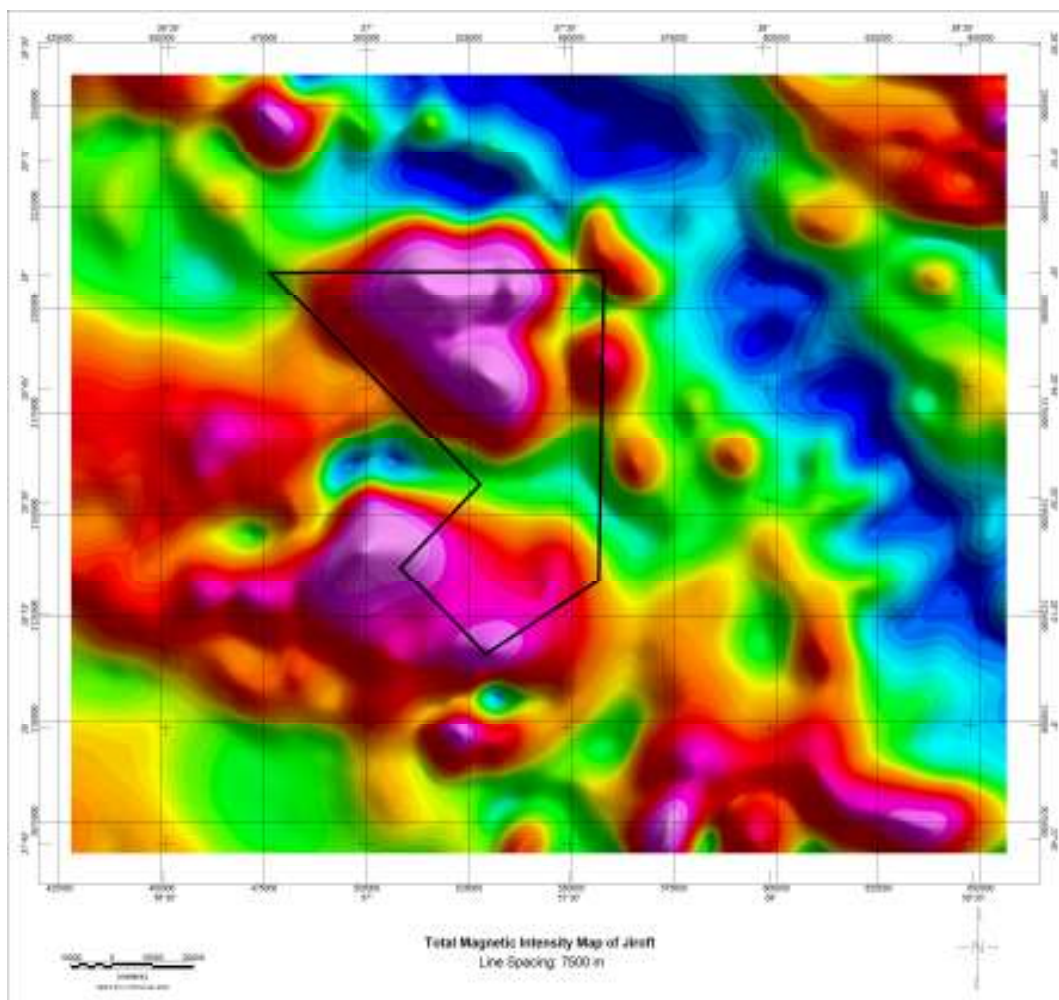
۲-۵-۱- پردازش داده‌های GPS

برای پردازش داده‌های GPS بالگرد لازم است مختصات دقیق ایستگاه مبنا قبل از شروع پروازهای برداشت داده‌های ژئوفیزیکی با دقت تعیین شود. برای این منظور به مدت ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین پرواز دستگاه Base GPS مشغول قرائت می‌باشد و مختصات نقطه مبنا را در طول شبانه روز با توجه به اطلاعاتی که از ماهواره‌های موجود در فضا دریافت می‌کند ثبت می‌نماید. به علت اختلالات ناشی از جابجایی ماهواره‌ها و ... این مختصات تغییرات جزئی خواهد داشت که با میانگین گرفتن از اعداد ثبت شده می‌توان مختصات دقیق ایستگاه مبنا را بدست آورد. اکنون برای تصحیح داده‌های GPS بالگرد در پروازهای روزانه، داده‌های برداشت شده مربوطه را به همراه داده‌های ثبت شده در ایستگاه مبنا پس از تبدیل فرمت بوسیله نرم افزارهای خاص تصحیح می‌کنیم. در این پروژه بعلاوه نقص فنی در GPS ایستگاه مبنا و فقدان نرم افزار مناسب برای پردازش این داده‌ها مستقیماً از داده‌های GPS بالگرد در داده‌ها استفاده گردیده است.

۲-۵-۲- پردازش داده‌های مغناطیس هوایی (Mag)

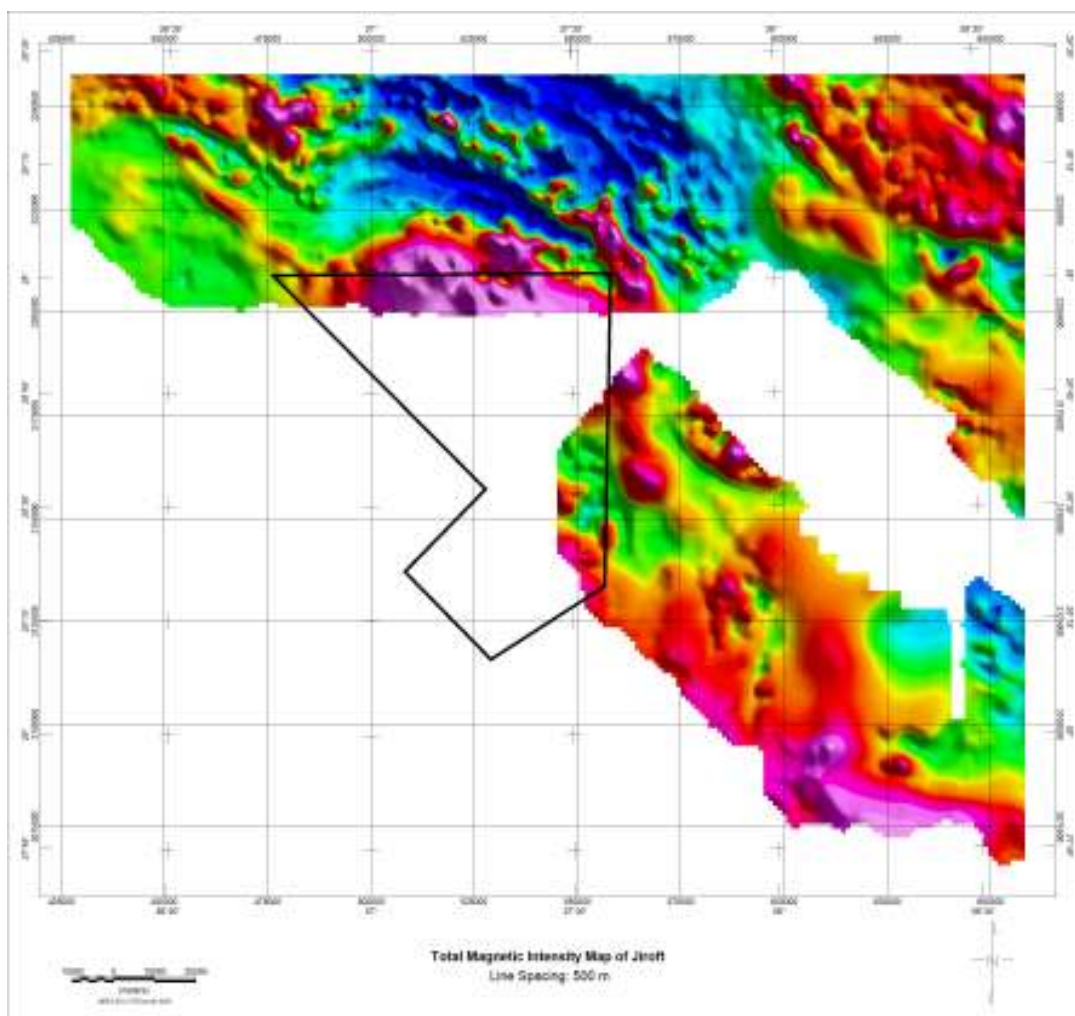
قبل از توضیح در مورد داده های مغناطیس هوایی اشاره ای به سابقه برداشت داده‌های مغناطیس هوایی در این منطقه می شود.

برداشت داده‌های مغناطیس هوایی ۷/۵ کیلومتر در سال ۱۹۷۵ میلادی توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شد. تمامی مراحل این پروژه که کل ایران را تحت پوشش برداشت مغناطیس‌سنجی قرار می‌داد به شرکت Aero Service واگذار گردید در شکل ۲-۶ نقشه بخشی از این داده‌ها را که منطقه مطالعاتی بر روی آن مشخص شده است ارائه شده است:



شکل ۲-۶- نقشه مغناطیس ۷/۵ کیلومتر مربوط به بلوک پرواز

سازمان انرژی اتمی نیز در خلال سال‌های ۱۹۷۷ میلادی به بعد بخشی از مناطق فوق را با خطوط پرواز ۵۰۰ متر زیر پوشش برداشت مغناطیس‌سنجی و رادیومتری قرار داد. در شکل ۲-۷ نقشه مغناطیس‌سنجی این عملیات قابل مشاهده است:



شکل ۲-۷- نقشه مغناطیس با خطوط پرواز ۵۰۰ متر سازمان انرژی اتمی، در محدوده بلوک پرواز

در پروژه ژئوفیزیک هوایی جیرفت دو عدد سنسور مگنتومتر بر روی BIRD بصورت افقی با فاصله ۵ متر نصب شده که این امر باعث گردیده اولاً امکان خرابی داده‌های مغناطیس به حداقل برسد و ثانیاً امکان محاسبه گرادیان افقی نیز فراهم گردد. در شکل زیر دستگاه Bird و مگنتومترهای نصب شده بر روی آن قابل مشاهده می‌باشند:



شکل ۲-۸- دستگاه Bird و مگنتومترهای نصب شده بر روی آن

اکنون به بررسی مراحل پردازش داده های مغناطیس می پردازیم:
پردازش داده های مغناطیس در هفت مرحله و در دو فاز انجام می شود.

فاز اول - پیش پردازش

الف) بازرسی و تأیید اولیه داده های خام

ب) حذف داده های قرار گرفته در محدوده زون مرده (dead zone) و نوفه

فاز دوم - پردازش اصلی

- تصحیح پارالاکس (Parallax correction)
- حذف اثرات روزانه (Diurnal correction)
- حذف اثر میدان مغناطیسی هسته زمین (IGRF)

- هم ترازسازی داده‌ها (Leveling)
- ریز هم ترازسازی داده‌ها (Micro leveling): حذف خطاهای باقیمانده از مرحله هم ترازسازی

فاز اول:

در فاز اول تصحیح، داده‌های خام به صورت دستی و با استفاده از مشتق چهارم تمامی نوفه‌ها و مقادیر خارج از محدوده مجاز از داده‌ها بطور دستی حذف می‌شوند. سپس با طراحی یک فیلتر پائین گذر باقیمانده نوفه‌های کوچک موجود در داده‌ها که به صورت چشمی قابل تشخیص نیستند از داده‌ها حذف می‌شوند. پارامترهای این فیلتر بستگی به نوع داده‌ها و میزان نویز آنها دارد. نوع فیلتر استفاده شده برای داده‌ها NON_Linear و LOW-PASS می‌باشد.

فاز دوم:

۲-۵-۲-۱- تصحیح پارالاکس یا لگ (Parallax or Lag correction)

از آنجائی که محل ثبت مختصات بالگرد (محل قرارگیری آنتن GPS) و محل ثبت میدان مغناطیسی (مکان سنسور مگنتومتر) یکسان نیستند، داده‌های قرائت شده مربوط به نقطه ثبت شده نمی‌باشد، بنابراین باید مختصات ثبت شده را از نظر زمانی تصحیح نموده تا مقادیر میدان مغناطیسی ثبت شده بر روی محل اصلی خود قرار گیرند. این تصحیح Lag نامیده می‌شود. اختلاف مقدار مورد نظر خیلی کم و از روی نقشه‌ها نیز مشخص است این اثر باعث ایجاد آنومالی‌های زیگزاگی در حاشیه آنومالی‌های اصلی گردیده و نصف دامنه این موج برحسب Fid مقدار تصحیح Lag بوده و برحسب ثانیه بیان می‌شود و مقدار آن برای دستگاه مگنتومتر این پروژه در حدود ۱/۵ ثانیه می‌باشد.

۲-۵-۲-۲- تصحیح اثرات روزانه میدان مغناطیسی زمین

میدان مغناطیسی کره زمین متغیر با زمان می‌باشد. این تغییرات دارای دوره تناوب‌های متفاوتی بوده و به دو نوع قابل تقسیم است.

الف) تغییرات دراز مدت (Secular variation): تغییرات مزبور عمدتاً منشأ داخلی داشته و مربوط به تغییرات سیال فلزی هسته زمین است. دوره تناوب این نوع تغییرات از شش ماه تا میلیون‌ها سال متغیر است.

ب) تغییرات زودگذر (Diurnal variations): این تغییرات منشأ خارجی داشته و مربوط به اثرات مغناطیس فضائی بر روی میدان مغناطیسی کره زمین می‌باشد. دوره تناوب این تغییرات بین کسر کوچکی از ثانیه تا چند ماه می‌باشد

با توجه به مدت زمان برداشت داده در هر روز مسلم است که فقط تغییرات زودگذر میدان در داده‌های ثبت شده اثر می‌گذارند. برای حذف اثرات مذکور یک دستگاه مگنتومتر پروتون در محل Base استقرار یافته و در طول مدت زمان برداشت، تغییرات میدان زمین را ثبت می‌نماید. سپس این داده‌ها به صورت یک کانال مجزا داخل پایگاه داده اصلی شده و برای حذف نوفه‌های موجود در آن یک فیلتر Non Linear به آن اعمال می‌شود. با توجه به اینکه روند کلی تغییرات روزانه مورد نظر می‌باشد، فیلتر پائین گذر Low Pass نیز به این داده‌ها اعمال می‌شود. نهایتاً برای حذف این تغییرات از روش زیر استفاده شده که استاندارد شرکت Fugro می‌باشد. ابتدا میانگین تمام داده‌های ثبت شده توسط ایستگاه مبنا محاسبه شده، سپس از فرمول زیر داده‌ها تصحیح می‌شوند:

(میانگین داده‌ها مبنا) + (داده‌ها کانال مبنا) - (داده‌ها ثبت شده توسط بالگرد) = داده

نهایی

۲-۵-۲- حذف میدان مغناطیسی ناشی از هسته و پوسته پائینی زمین (IGRF)

بیش از ۹۵٪ میدان مغناطیسی زمین از هسته آن ناشی شده است. این میدان در هنگام شکل‌گیری سنگ‌های پوسته زمین و در هنگام سرد شدن ماگمای مذاب در آنها القاء می‌شود. میزان این القاء بستگی به چگالی کانی‌های فرومغناطیسی در سنگ‌ها دارد. برای مثال سنگ‌های مافیک و اولترامافیک با توجه به اینکه حاوی مقادیر زیادی کانی‌های مافیک از جمله مگنتیت می‌باشند بنابراین میزان القائیدگی میدان مغناطیسی زمین در آنها بالا بوده و به صورت آنومالی خود را نشان می‌دهند. از طرف دیگر میدان مغناطیسی زمین دارای تغییراتی متناسب با طول و عرض جغرافیائی می‌باشد. از جمله اینکه مقدار آن از استوا به قطب افزایش می‌یابد. میدان مغناطیسی کلی زمین با

استفاده از داده‌های رصدخانه‌های مغناطیسی تمام دنیا و به کارگیری روابط ریاضی که به صورت یک فرمول درآمدی این امکان را می‌دهد که میدان مغناطیسی زمین را در هر نقطه بتوان محاسبه نمود و پس از کسر آن از مقدار ثبت شده تمامی اثرات مزبور از داده‌ها حذف شوند. میدان مغناطیسی مرجع و بین المللی زمین به اختصار IGRF نامیده می‌شود. نحوه حذف آن از داده مشابه اثر روزانه بوده و به صورت زیر می‌باشد.

$$(\text{میانگین IGRF}) + (\text{داده‌ها کانال IGRF}) - (\text{داده‌ها ثبت شده توسط بالگرد}) =$$

داده نهائی

مشخصات میدان مغناطیسی منطقه بدست آمده از IGRF سال ۲۰۰۶ در مختصات حدودی مرکز منطقه مطالعاتی به صورت زیر می‌باشد.

طول جغرافیائی = ۵۷،۳۱۷۷۸۸ درجه

عرض جغرافیائی = ۲۸،۶۶۰۰۴۳۴۲ درجه

شدت کل میدان = ۴۵۴۵۹،۸۷ نانوتسلا

زاویه شیب میدان = ۴۴،۵۰ درجه

زاویه انحراف میدان = ۲،۰۳۶۵ درجه

۲-۵-۲-۴- هم تراز سازی داده‌ها (Leveling)

برای حذف اثرات روزانه باقیمانده در داده‌ها و همچنین اطمینان از صحت داده‌های برداشت شده در پروژه‌های مغناطیس هوائی معمولاً یک سری خطوط عمود بر خطوط اصلی پرواز می‌شوند. فواصل این خطوط معمولاً ۴ تا ۱۰ برابر فاصله خطوط اصلی بوده و تعیین این فاصله باید از تحلیل نقشه شدت کل منطقه به دست آید. بعد از پرواز خطوط مزبور، در نقاط تقاطع دو مقدار قرائت شده مربوط به دو زمان متفاوت موجود می‌باشد. هم تراز سازی فرآیندی است که طی آن اختلاف بین مقادیر قرائت شده در هر نقطه تقاطع به کمترین مقدار کاهش پیدا می‌کند. روش‌های مختلفی برای این کار موجود می‌باشد که از روش برازش منحنی برای داده‌های برداشت شده استفاده شد. در

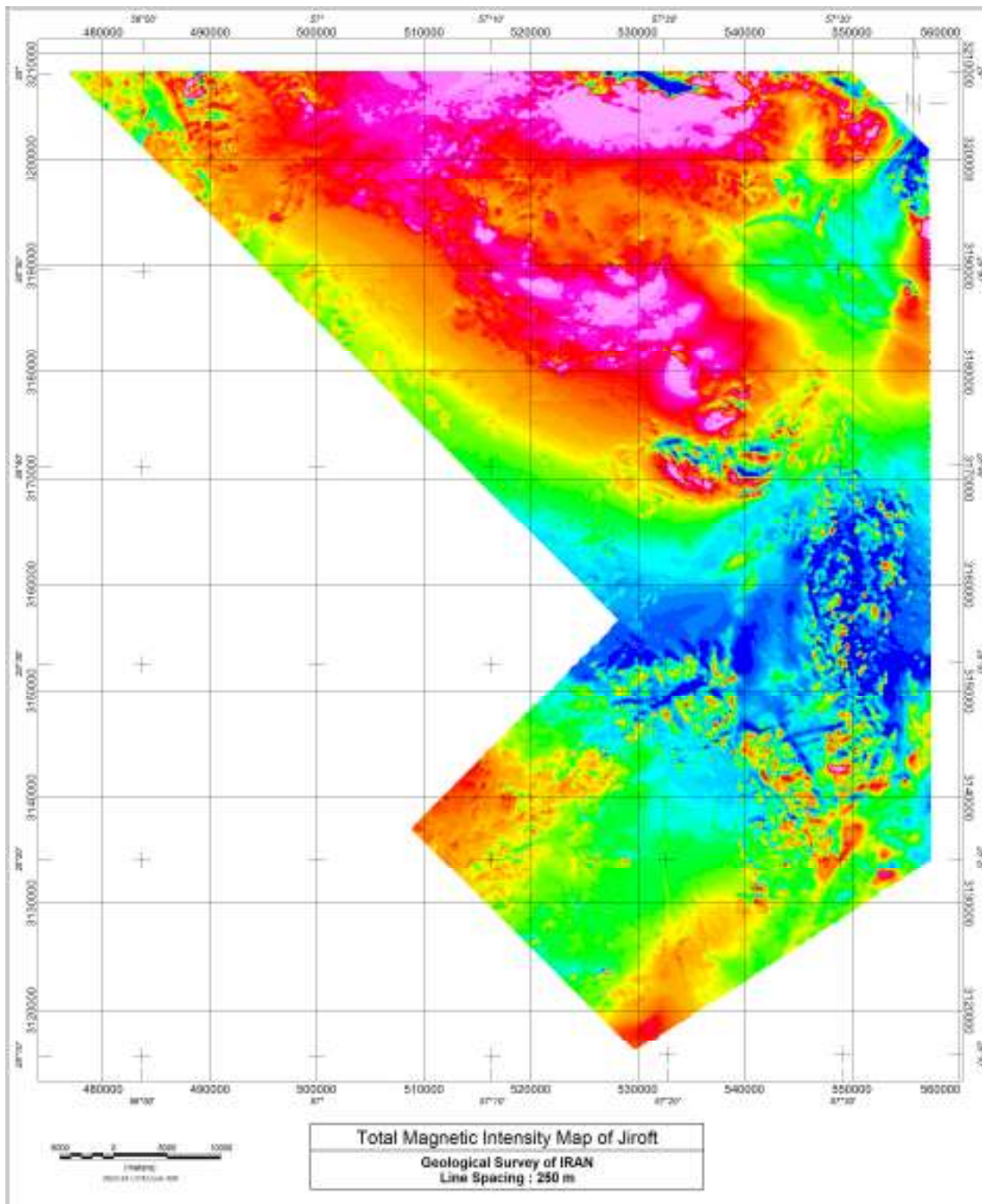
این روش ابتدا یک چند جمله‌ای به روش کمترین مربعات به مقادیر اختلاف بین اندازه‌گیری‌های انجام شده در نقاط تقاطع برازش می‌شود. سپس مقادیر منحنی فوق در مرحله اول به داده‌های خطوط کنترل اعمال شده و دوباره مقادیر اختلاف بین دو مقدار موجود در هر نقطه تقاطع محاسبه می‌شود. منحنی چند جمله‌ای دوم به اختلاف‌های تصحیح شده جدید برازش می‌شود و نهایتاً مقادیر منحنی فوق به داده‌های خطوط اصلی اعمال می‌شود (از آن کم می‌شود).

خاطر نشان می‌شود که قبل از اعمال فرایندهای هم‌ترازسازی مقادیری که از لحاظ مقدار و همچنین گرادیان بیشتر از یک حد آستانه‌ای (Threshold) باشد باید از داده‌ها خارج شوند.

۲-۵-۲-۵- ریز هم‌ترازسازی داده‌ها (Microleveling)

ریز هم‌ترازسازی یک اصطلاح کلی است که به حذف و تصحیح هرگونه خطای باقیمانده مشهود در داده‌ها اطلاق می‌شود که پس از اعمال تمامی روش‌های استاندارد هنوز در داده‌ها باقی می‌ماند. این بخش از کار، از این لحاظ مهم است که وجود خطاهای خیلی کوچک در داده‌ها باعث پدید آمدن اشکال مصنوعی در نقشه‌های نهائی، مخصوصاً نقشه‌های با تفکیک بالاتر (برای مثال مشتق قائم) می‌شود. از طرف دیگر هر گونه اعمال نامناسب پارامترهای فیلترهای High Pass و Low Pass مورد استفاده در این مرحله، می‌تواند باعث از بین رفتن پاسخ‌های ضعیف منشأهای زمین‌شناسی شود. در عمل باید با اعمال روش‌های افزایش تفکیک، اثرات ساختگی (مربوط به منشأهای غیر زمین‌شناسی) را تشخیص داده سپس با اعمال فیلترهای پایین‌گذر خطاهای فوق را حذف کرد. فیلترهای فوق در اصطلاح (Desegregation filters) نامیده می‌شوند.

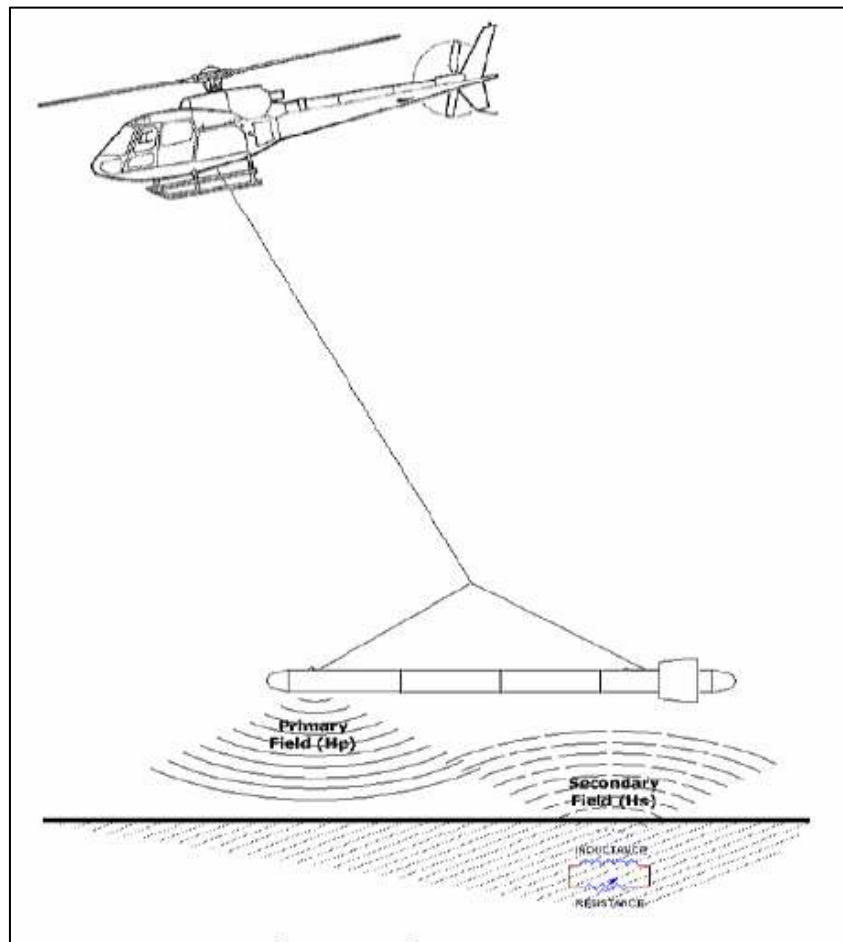
با اتمام تصحیحات فوق نقشه نهائی مغناطیس هوایی ساخته می‌شود در این پروژه به دلیل در دسترس نبودن داده‌های پردازش شده GPS از داده‌های خام برداشت شده توسط GPS بالگرد استفاده گردید که در نتیجه به دلیل کافی نبودن دقت مختصات برداشت امکان Micro Levelling میسر نگردید در شکل زیر نقشه نهائی نمایش داده شده است:



شکل ۲-۹- نقشه نهائی مغناطیس هوائی منطقه پس از اعمال تصحیحات لازم

۲-۵-۳- پردازش داده‌های الکترومغناطیس (HEM)

دستگاه برداشت داده‌های EM به دستگاه DIGHEM مشهور می‌باشد که در حین پرواز توسط یک کابل تقریباً ۳۰ متری از بالگرد آویزان می‌باشد که در شکل زیر نمایی از این مجموعه نمایش داده شده است.



شکل ۲-۱۰- نمایی از مجموعه دستگاه برداشت داده EM

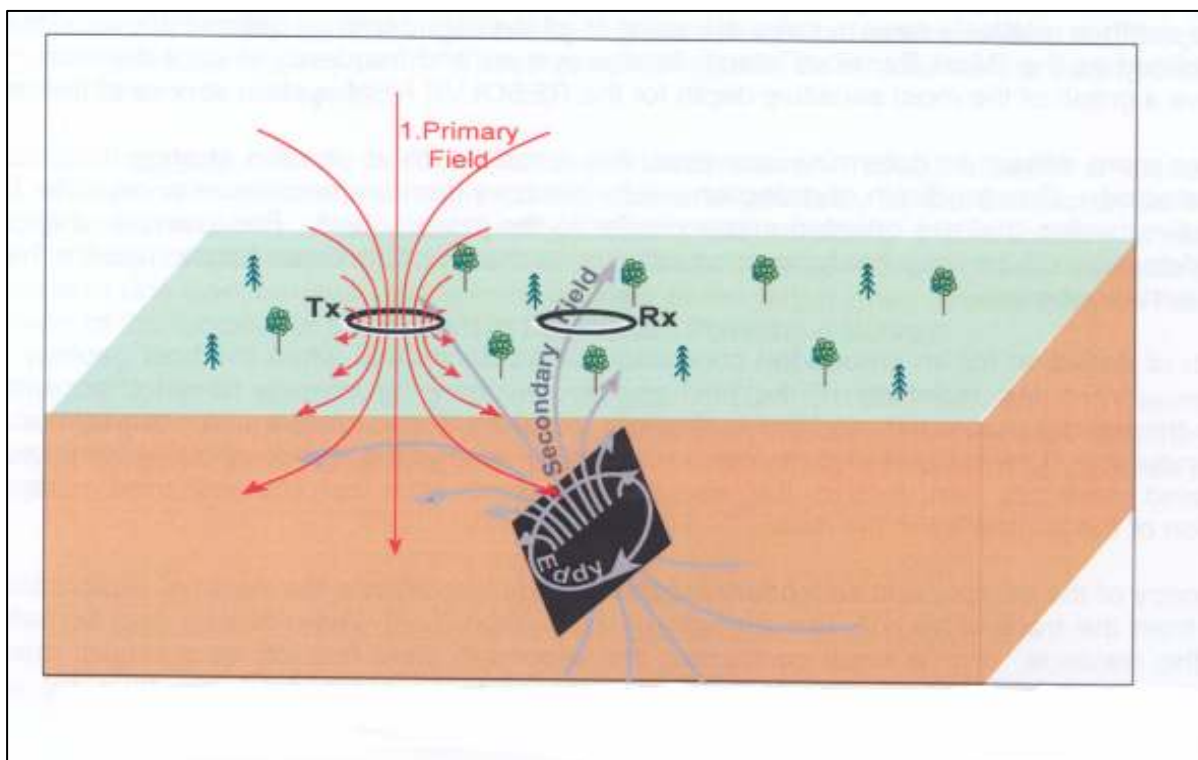
این دستگاه دارای ۲ دسته سیم‌پیچ می‌باشد که یک دسته از آنها موج الکترومغناطیسی تولید می‌کنند و به نام فرستنده (Transmitter) معروف می‌باشند و دسته دوم پاسخ موج الکترومغناطیسی را از زمین دریافت می‌کنند و به نام گیرنده

(Receiver) معروف هستند. در شکل (۱۱-۲) یک نمونه از سیم پیچ کویل نمایش داده شده است.



شکل ۱۱-۲- یک نمونه از سیم پیچ کویل

در شکل زیر مدل ساده‌ای از امواج اولیه فرستاده شده و پاسخ دریافتی ناشی از میدان القائی ثانویه در داخل زمین نمایش داده شده است.



شکل ۱۲-۲- مدل ساده‌ای از موج اولیه فرستاده شده و پاسخ موج دریافتی ناشی از میدان القائی ثانویه در داخل زمین

سیم پیچ‌های فرستنده و گیرنده دارای فواصل مشخصی بوده که در این سیستم به شرح جدول (۲-۳) می باشد:

Channel	Nominal Frequency	Orientation	Coil Spacing*
1	1000	Coaxial	8.0
2	7200	Coplanar	8.0
3	900	Coplanar	8.0
4	5500	Coaxial	8.0
5	56000	Coplanar	6.4

جدول ۲-۳- فواصل سیم‌پیچ‌های فرکانس‌های مختلف

برحسب اینکه این سیم پیچ‌ها نسبت به محور Bird بصورت افقی یا قائم قرار گرفته باشند به ترتیب Coplanar و Coaxial نام دارند. این سیم پیچ‌ها دارای ۵ فرکانس به شرح زیر هستند:

الف- فرکانس پائین Low Frequency :

Coplanar 900 HZ

Coaxial 1100 HZ

ب- فرکانس متوسط Middle Frequency :

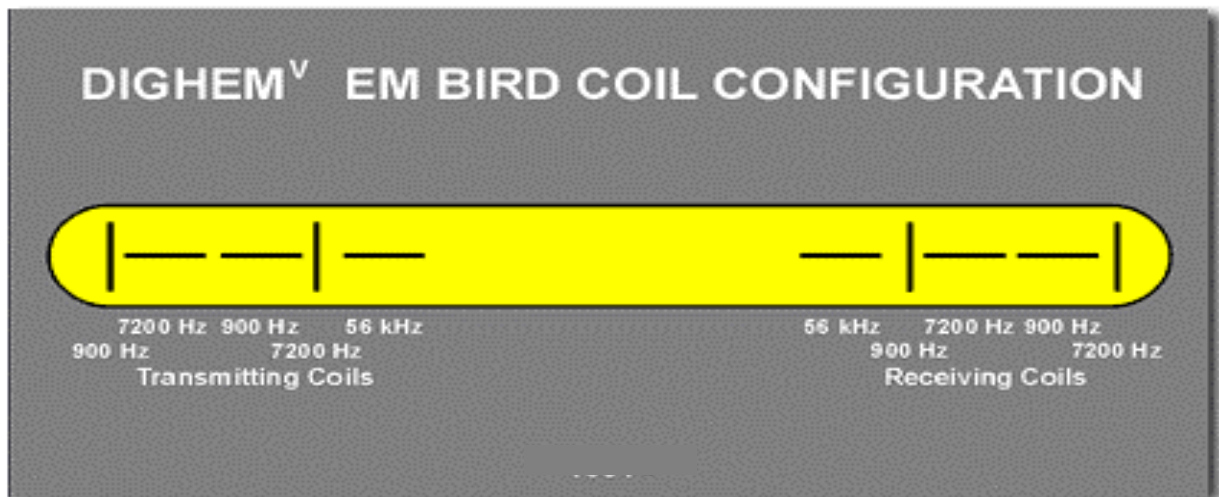
Coaxial 5500 Hz

Coplanar 7200 Hz

ج- فرکانس بالا High Frequency :

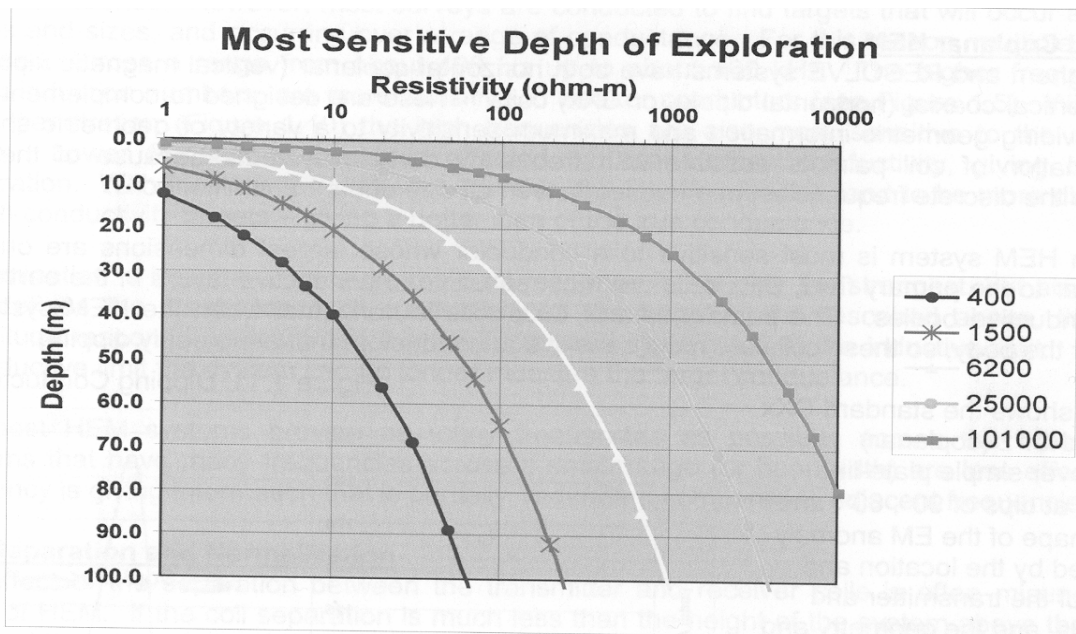
Coplanar 56000 Hz

این مجموعه سیم پیچ‌ها و نحوه قرارگیری آنها در شکل زیر نشان داده شده اند:



شکل ۲-۱۳- آرایش قرارگیری سیم پیچ‌های فرکانس‌های مختلف داخل BIRD

همانطور که در شکل نشان داده شده است با افزایش فرکانس عمق نفوذ موج الکترومغناطیسی کم می‌شود و این عمق در شرایط بسیار خاص ممکن است تا ۱۰۰ متر برسد.



Most sensitive depth of exploration for the RESOLVE system at each frequency used, over a range of earth resistivities.

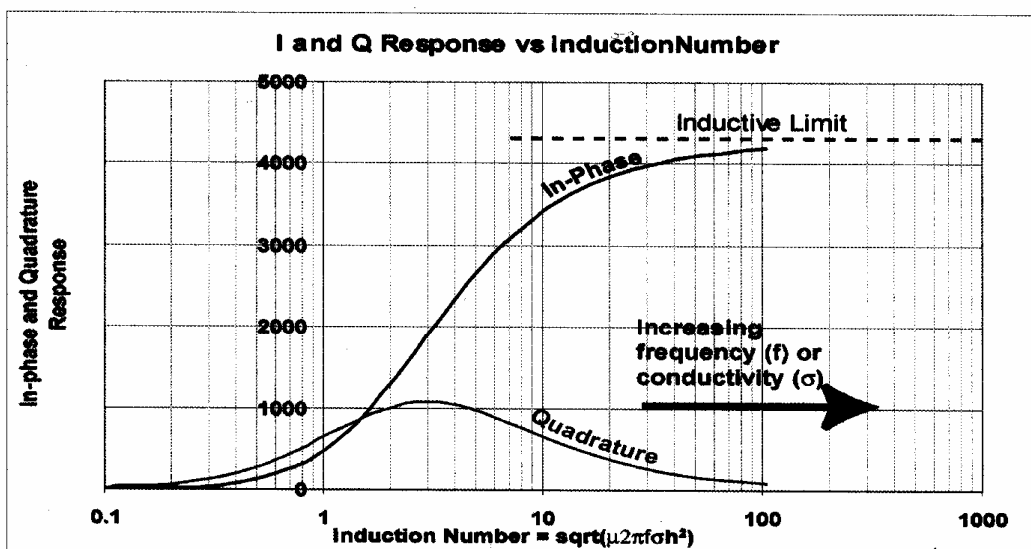
شکل ۲-۱۴- نمودار نشان دهنده رابطه فرکانس و عمق

در هر فرکانس موج دریافتی تابعی از دو مؤلفه دامنه **Amplitude** و فاز **Phase** می‌باشد و می‌توان بجای این دو از مؤلفه‌های افقی موج **In-Phase** (مؤلفه حقیقی) و قائم موج **Quadrature** (مؤلفه موهومی) استفاده نمود. با استفاده از این دو مؤلفه موج می‌توان با در نظر گرفتن مدل‌های مختلف از جمله مدل نیم فضا و دولایه‌ای و . . مقدار رسانائی یا مقاومت ویژه توده را محاسبه نمود. در یک مدل بسیار ساده می‌توان گفت که مقدار مقاومت تقریباً با نسبت مؤلفه موهومی موج بر مؤلفه حقیقی موج رابطه مستقیم دارد:

$$\text{Resistivity} = k \text{ Log } (Q/I)$$

$$\text{Conductivity} = 1/\text{Resistivity}$$

لازم به توضیح است که رابطه واقعی میان مقاومت ویژه و مؤلفه‌های حقیقی و موهومی بیشتر بصورت نمودارها و منحنی‌ها قابل بیان می‌باشد (شکل شماره ۳). در ضمن در صورتیکه دامنه موج کاهش یابد مقدار مقاومت افزوده می‌شود (حتی اگر نسبت Q/I ثابت باقی بماند) بنابراین اگر ارتفاع پرواز بالگرد افزایش یابد با اینکه مؤلفه‌های حقیقی و موهومی تقریباً به یک نسبت کوچک می‌شوند و نسبت این دو مؤلفه تقریباً ثابت می‌ماند ولیکن چون دامنه موج کاهش یافته است لذا مقاومت افزایش کاذبی خواهد داشت. شکل زیر نشان می‌دهد که با افزایش رسانائی مقدار مؤلفه موهومی کاهش می‌یابد و مقدار مؤلفه حقیقی افزایش می‌یابد.



In-phase and quadrature as a function of induction

شکل ۲-۱۵- نمودار نشان دهنده رابطه بین رسانایی و مؤلفه‌های حقیقی و موهومی

با این مقدمه کوتاه اکنون به بررسی عملیات روزانه در پردازش داده‌های EM می‌پردازیم اولین گام برای شروع پردازش روزانه کنترل کالیبراسیون دستگاه می‌باشد.

۲-۵-۳-۱- کالیبراسیون HEM

در این مرحله بالگرد اوج گرفته در حدی که بتوان پاسخ زمین را بر روی سیستم صفر فرض نمود، سپس عمل Q-Coil انجام می‌گیرد با این عمل اولاً نسبت مؤلفه حقیقی به موهومی که همان فاز می‌باشد کنترل می‌شود و باید تقریباً ۴۵ درجه باشد و سپس دامنه فعلی موج به مبنای صفر منتقل می‌شود که به آن Nulling گویند. در صورت وجود مشکل در کالیبراسیون فاز می‌بایست پرواز را متوقف نمود و در روی زمین با استفاده از میله فریت عمل کالیبراسیون فاز را روی سیستم اجرا نمود.

پس از تست کالیبراسیون دستگاهی برای پردازش داده‌های برداشت شده توسط بالگرد اولین گام، شناسایی نویزها در مؤلفه‌های حقیقی و موهومی موج و حذف آنها می‌باشد بطور ساده می‌توان نویزهای کلاسیک را بصورت جدول ۲-۴ مشخص نمود:

Parameter	Conditions	Typ.	Max.	Units
Noise 900 Hz coplanar	Calm, OGE	±5	±10	PPM
Drift 900 Hz coplanar	Per 20 Minute Interval	±7	±10	PPM
Noise 1100 Hz coaxial	Calm, OGE	±3	±5	PPM
Drift 1100 Hz coaxial	Per 20 Minute Interval	±7	±10	PPM
Noise 5500 Hz coaxial	Calm, OGE	±5	±10	PPM
Drift 5500 Hz coaxial	Per 20 Minute Interval	±7	±10	PPM
Noise 7200 Hz coplanar	Calm, OGE	±8	±20	PPM
Drift 7200 Hz coplanar	Per 20 Minute Interval	±25	±30	PPM
Noise 56000 Hz coplanar	Calm, OGE	±20	±40	PPM
Drift 56000 Hz coplanar	Per 20 Minute Interval	±40	±50	PPM

جدول ۲-۴- معرفی نویزهای کلاسیک در مؤلفه‌های حقیقی و موهومی موج

با استفاده از فیلترهای LOW-Pass و Non-Linear می‌توان نویزها را از این داده‌ها حذف نمود. البته برای کنترل کیفیت داده‌ها مطابق استاندارد فوق بهتر است در هنگام نمایش پروفیل داده‌ها مقیاس قائم کانال‌های In-Phase و Quadrature را در حد اعداد جدول فوق تعیین نموده و پروفیل را از نزدیک بازبینی نمود کلیه آنومالی‌های با این دامنه در واقع نویز بوده و باید حذف شوند. اگر میزان نویزها بسیار زیاد باشد داده‌ها از کیفیت پائین برخوردار بوده و حتی ممکن است قابل استفاده نباشند. انتخاب پارامترهای این فیلترها عمدتاً بستگی به کیفیت داده‌ها دارد. در این مرحله عمل Leveling یا هم ترازسازی این داده‌ها آغاز می‌شود. این کار در دو بخش انجام می‌گیرد.

۲-۳-۵-۲ Zero Leveling

در طول پرواز بالگرد دستگاه EM Bird دارای رانه (Drift) می‌باشد که با گذشت زمان تقریباً بصورت خطی تغییر می‌نماید، برای حذف این اثر در انتهای هر مسیر بطول (تقریباً ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر) بالگرد از زمین اوج می‌گیرد تا جائیکه انتظار داشته باشیم دیگر هیچ پاسخی به دستگاه گیرنده نرسد (پاسخ دریافتی توسط گیرنده (Receiver) قاعدتاً باید صفر باشد) ولی در این شرایط مقدار قرائت شده صفر نخواهد بود و علت آن دریافت یا رانه دستگاهی می‌باشد در این هنگام اپراتور ابتدا دستگاه را Null می‌نماید یعنی مقدار سطح مبنای کنونی را به صفر می‌رساند (این تغییر ناگهانی بر روی پروفیل داده‌های EM قابل مشاهده می‌باشد) و سپس عمل Internal Calibration انجام می‌شود که در واقع کالیبراسیون داخلی دستگاهی می‌باشد و دستگاه با ارسال

سیگنال‌های مشخصی پاسخ خودش را مستقیماً ثبت می‌کند و ما انتظار داریم این پاسخ با سیگنال فرستاده شده یکسان باشد و اپراتور با اندازه‌گیری دامنه ثبت شده آن را کنترل می‌نماید و در این حالت می‌گویند بالگرد به Background رفته است و از مشخصه‌های مهم آن بالا بودن ارتفاع بالگرد می‌باشد.

با انجام پرواز Background انتظار داریم که رانه (Drift) دستگاهی تقریباً حذف شده باشد اکنون بالگرد مجدداً ارتفاع را کاهش داده و در طول خط پرواز جمع‌آوری داده آغاز می‌شود و این کار پس از طی مسافتی مشابه قبل تکرار خواهد شد. برای انجام Zero Leveling باید بلافاصله پس از پاسخ Null در تمام فرکانس‌ها نقطه‌ای را انتخاب نمود و مقادیر مؤلفه‌های حقیقی و موهومی موج را در این نقطه به صفر رساند (ممکن است این مقادیر اکنون صفر نباشند و یا حتی منفی باشند) به این نقاط Background می‌گویند. در سیستم دیجیتال جدید این نقاط همزمان با عمل Q-Coil در داخل داده‌ها ثبت می‌شود و مقادیر دامنه موج تقریباً در حد چند PPM بیشتر نخواهد بود. مجموعه نقاط Background هر کدام سبب یک شیفت در داده‌ها در محل خود می‌شوند که این شیفت بصورت خطی بین هر دو نقطه Background و روی تمام داده‌های مابین آنها اعمال می‌شود (حذف رانه از کل داده‌ها) این عمل را Zero Leveling گویند. باید توجه داشت که معمولاً با تغییر در مقادیر Background کانال‌ها را یکنواخت می‌نمائیم (نقشه این کانال‌ها حالت یکنواخت و طبیعی خواهد داشت و اثرات خطی تقریباً باید از بین برود). نکته مهم آنست که مقادیر مؤلفه موهومی موج به هیچ‌وجه نباید منفی باشد و در این حالت باید مقادیر Background را آنقدر افزایش داد تا این مقادیر به صفر برسند. همچنین مقادیر مؤلفه حقیقی موج همیشه مثبت است مگر در مواقعی که یک توده مگنتیتی در زیر زمین بوده باشد و معمولاً در نقشه‌های مغناطیس این امر قابل بررسی و تأیید می‌باشد.

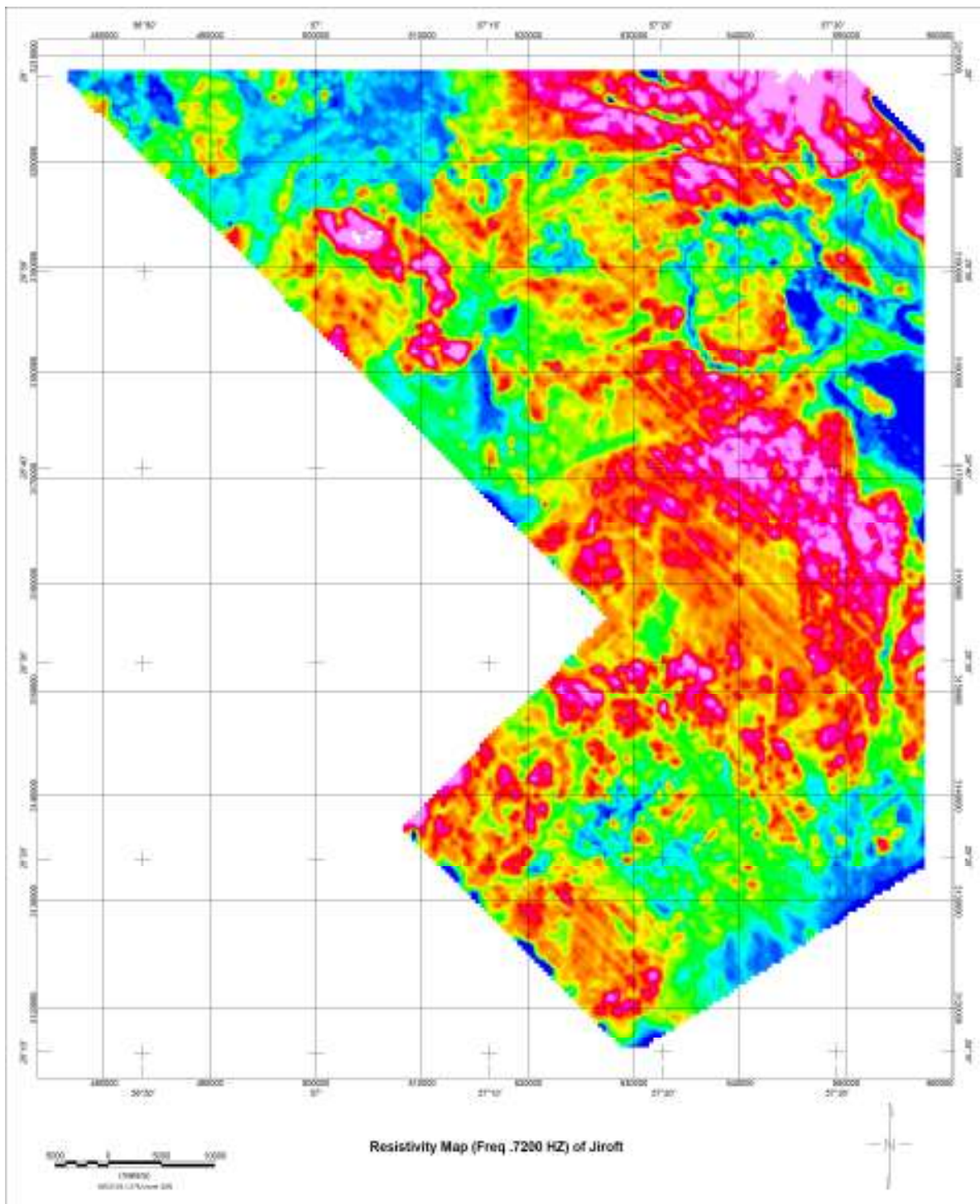
Leveling - ۲-۳-۵-۲

در مواقعی ممکن است بعد از Zero Leveling اثرات خطی از کانال مؤلفه‌های حقیقی یا موهومی موج مشاهده شود که در این حالت از مجموعه نقاط کمکی که در پروفیل داده‌های EM تغییرات کمی دارند استفاده می‌شود و در این نقاط مقادیر موهومی یا حقیقی موج را افزایش یا کاهش می‌دهیم. این افزایش یا کاهش از نقطه

کمکی مذکور تا اولین نقطه Background یا نقطه کمکی بعدی بصورت خطی روی داده‌ها اعمال خواهد شد و ما انتظار داریم که اثرات خطی روی خطوط پرواز با این روش به حداقل برسد. این عمل نیاز به مهارت تجربی و صرف وقت فراوانی دارد در خاتمه مؤلفه‌های حقیقی و موهومی موج دارای شکل یکنواخت خواهند بود (این موضوع را می‌توان از روی گرید کانال‌های مربوطه بررسی نمود). نکته بسیار مهم آنست که مقادیر In-phase فقط بصورت یک آنومالی مشخص میتواند منفی باشد و در سایر موارد باید جاهائی که In-phase بصورت تدریجی مقادیر منفی اختیار نموده را به حدود صفر ppm یا کمی بیشتر از صفر ppm رساند و مقادیر Quadrature نیز هیچگاه نمی‌توانند منفی باشند.

۲-۵-۴- محاسبه مقاومت ظاهری و عمق پوسته

پس از انجام عمل Leveling و حذف اثرات خطی از مؤلفه‌های موج می‌توان از این کانال‌ها برای محاسبه مقاومت ظاهری Apparent Resistivity و عمق پوسته Skin Depth استفاده نمود و همانگونه که قبلاً اشاره گردید این روابط بسیار پیچیده بوده و بصورت دیاگرام‌هایی برحسب مؤلفه‌های حقیقی و موهومی موج و مقاومت ظاهری و عمق پوسته ساده شده‌اند. انجام این مرحله با استفاده از نرم افزار صورت می‌گیرد و این نرم‌افزار ابتدا نوموگرام‌هایی که بیانگر همین معادلات می‌باشند می‌سازد سپس با استفاده از آنها مقادیر مقاومت ظاهری را در مقیاس لگاریتمی می‌سازد. در نرم افزار ژئوسافت برای فرکانس‌های مربوط به Coplanar مقاومت ساخته می‌شود و برای فرکانس‌های مربوط به Coaxial رسانائی ساخته می‌شود. اگر داده‌ها خوب باشند و عمل Leveling نیز به خوبی انجام گرفته باشد در نقشه مقاومت یا رسانائی نیز اثرات خطی بسیار کم خواهد بود. در شکل ۲-۱۶ نقشه مقاومت مربوط به فرکانس ۷۲۰۰ هرتز نمایش داده شده است.



شکل ۲-۱۶- نقشه مقاومت مربوط به فرکانس ۷۲۰۰ هرتز در بلوک پرواز

۲-۵-۵- پردازش داده‌های رادیومتری (Spectrometry)

تصحیحات مورد استفاده در پردازش داده‌های رادیومتری بکار گرفته شده در این گزارش بر اساس استاندارد عملکرد آژانس انرژی اتمی^۱ و عمدتاً شامل موارد زیر می‌باشند:

۱. تصحیحات مورد نیاز کانال ارتفاع

۲. تصحیح زمان مرده

۳. تصحیح کیهانی و تشعشعات بالگرد

۴. تصحیح گاز رادون اتمسفر

۵. تصحیح اثر پراکنش کامپتون

۶. تصحیح ارتفاعی داده‌ها

۲-۵-۵-۱- تصحیحات مورد نیاز کانال ارتفاع

داده‌های رادار آلتیمر با یک فیلتر Cutoff، ۵۶ نقطه فیلتر شده تا اسپایک‌ها و نویزها از روی داده‌ها حذف گردند و داده‌های رادار آلتیمر هموارتر گردند، همچنین کانال‌های فشار و دما نیز توسط فیلتر فوق هموار شده‌اند.

پس از اعمال فیلتر فوق در مورد کانال رادار آلتیمر طبق فرمول زیر به کانال ارتفاع موثر (h_e) تبدیل می‌شوند:

$$h_e = h * \frac{273.15}{T + 273.15} * \frac{P}{1013.25}$$

که h کانال ارتفاع T کانال دما و P کانال فشار است.

^۱ -Exploranium, I.A.E.A. Report, Airborne Gamma-Ray Spectrometer Surveying, Technical Report No. 323, 1991.

۲-۵-۵-۲- تصحیح زمان مرده

در طول مدت زمانی که طیف‌سنج اشعه گاما در حال ثبت و پردازش یک فوتون گاما می‌باشد، توانائی آشکارسازی دیگر فوتون‌های برخوردی به کریستال را ندارد که به این پدیده زمان مرده^۲ می‌گویند که در این زمان دستگاه توانایی اندازه‌گیری فوتون‌های برخوردی را ندارد و زمان فعال بودن دستگاه را که عکس زمان مرده است را زمان فعال^۳ گویند. بنابراین باید مقدار این فوتون‌های گامای برخوردی به کریستال در این مدت نیز در نظر گرفته شود. از آنجائیکه طیف سنج مورد استفاده (GR-820) در پروژه به ازای ثبت هر اشعه گاما زمان فعال مربوط به آن را نیز ثبت می‌کند، برای تصحیح کانال‌های TC, Th, U, UpU, K و Cosmic از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$C_{lt} = C_{raw} * \frac{1000}{L}$$

که C_{lt} کانال مربوطه پس از تصحیح Live time است.

C_{raw} کانال قبل از تصحیح و L کانال Live time است، که مقدار آن زیر ۱۰۰۰ms (زمان کل اندازه‌گیری) است.

۲-۵-۵-۳- تصحیح تشعشعات مربوط به بدنه و موتور بالگرد

تشعشعات گامای کیهانی دارای انرژی بالائی بوده و در پنجره انرژی 3Mev و بالاتر ثبت می‌شوند. انرژی آنها پس از رسیدن به ارتفاع‌های پائین‌تر در اثر برخورد با ذرات هوا، کاهش یافته و باعث می‌شود که اثر آنها در پنجره‌های مربوط به U, Th و K ثبت شود. برای حذف این اثرات یک پرواز جداگانه به نام پرواز ارتفاع بالا انجام شده و بالگرد در چند ارتفاع دوازده هزار، ده هزار، هشت هزار و شش هزار پائی از سطح زمین و در هر ارتفاع حداقل به مدت ۲ دقیقه پرواز می‌کند. میانگین داده‌های ثبت شده در هر ارتفاع یادداشت شده و سپس هر کدام از کانال‌های U, K, Th, Tc و UpU برحسب کانال تشعشعات کیهانی Cosmic رسم شده و نهایتاً یک خط راست به این داده‌ها برازش داده می‌شود. شیب این خطوط نشان دهنده نرخ تغییرات

² Dead Time
³ Live Time

کانال‌های مختلف با کانال تشعشعات کیهانی بوده و عرض از مبدأ آن برابر با مقدار تشعشعات بالگرد است. تصحیح اثر زمینه هلیکوپتر و Cosmic با فرمول زیر انجام می‌شود:

$$C_{ac} = C_{lt} - (a_c + b_c * C_{sm})$$

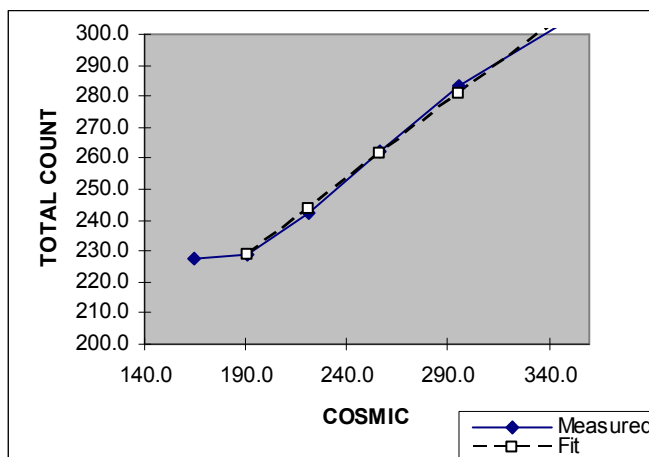
که C_{ac} کانال پس از تصحیح فوق، C_{lt} کانال پس از تصحیح Live time است. و a_c مقدار اثر زمینه هلیکوپتر برای این کانال و b_c ضریب تصحیح Cosmic است. و C_{sm} کانال فیلتر شده Cosmic است.

داده‌های برداشت شده در پرواز تست Cosmic & Background

LINE	GPS ALT (mASL)	TC (cps)	K (cps)	U (cps)	TH (cps)	UPU (cps)	COSMIC (cps)
13000	4051	302.48	21.78	14.2	13.4	36	344.07
12000	3762	283.37	21.06	13.6	11.8	33	295.81
11000	3436	262.42	19.65	12.1	10.2	32	256.82
10000	3120	242.53	18.67	11.5	9	29	220.91
9000	2782	228.67	18.02	10.9	8.4	28	190.47
8000	2442	227.53	17.99	10.6	7.7	27	164.43
7000	2138	271.7	21.82	12.1	8.6	26	141.27

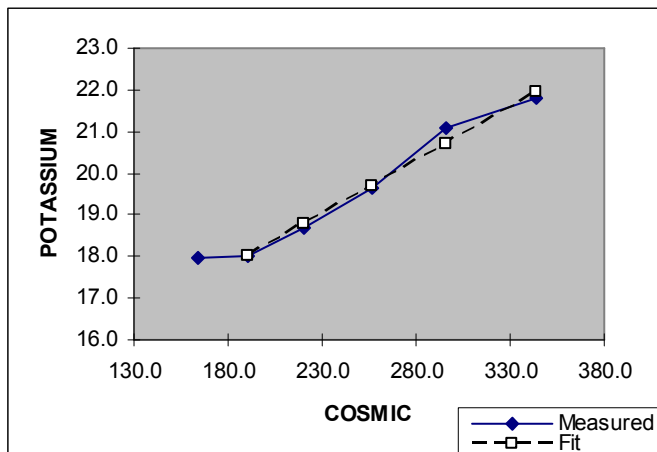
منحنی و جدول داده‌های اندازه‌گیری شده و برازش داده شده کانال Total Count

Cosmic	Measured	Fit
141.3		
164.4	227.5	
190.5	228.7	228.9
220.9	242.5	243.9
256.8	262.4	261.5
295.8	283.4	280.7
344.1	302.5	304.4



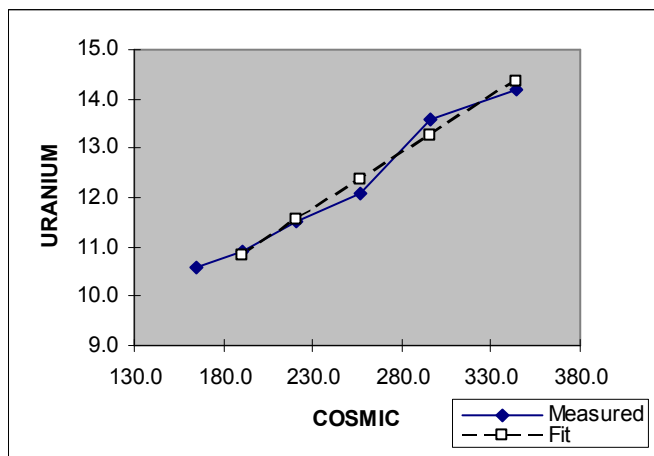
منحنی و جدول داده‌های اندازه‌گیری شده و برازش داده شده کانال K

Cosmic	Measured	Fit
141.3		
164.4	18.0	
190.5	18.0	18.0
220.9	18.7	18.8
256.8	19.7	19.7
295.8	21.1	20.7
344.1	21.8	22.0



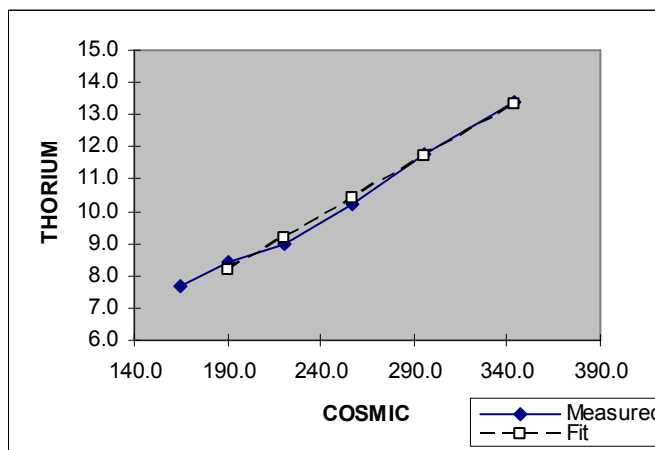
منحنی و جدول داده‌های اندازه‌گیری شده و برازش داده شده کانال U

Cosmic	Measured	Fit
141.3		
164.4	10.6	
190.5	10.9	10.8
220.9	11.5	11.5
256.8	12.1	12.4
295.8	13.6	13.2
344.1	14.2	14.3



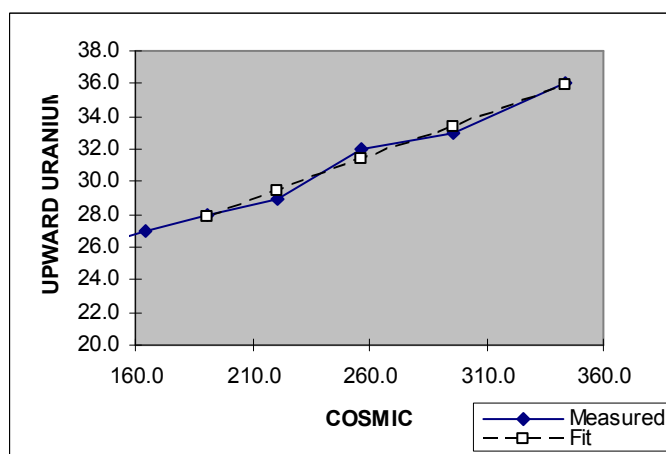
منحنی و جدول داده‌های اندازه‌گیری شده و برازش داده شده کانال Th

Cosmic	Measured	Fit
141.3	8.6	
164.4	7.7	
190.5	8.4	8.2
220.9	9.0	9.2
256.8	10.2	10.4
295.8	11.8	11.7
344.1	13.4	13.3



منحنی و جدول داده‌های اندازه‌گیری شده و برازش داده شده کانال UpU

Cosmic	Measured	Fit
141.3	26.0	
164.4	27.0	
190.5	28.0	27.9
220.9	29.0	29.5
256.8	32.0	31.3
295.8	33.0	33.4
344.1	36.0	35.9



با توجه به نمودارهای فوق و مقادیر عرض از مبدا و شیب این نمودارها ضرایب Cosmic(bn) و زمینه هلیکوپتر an برای هر کانال محاسبه شده و در جدول زیر لیست شده است:

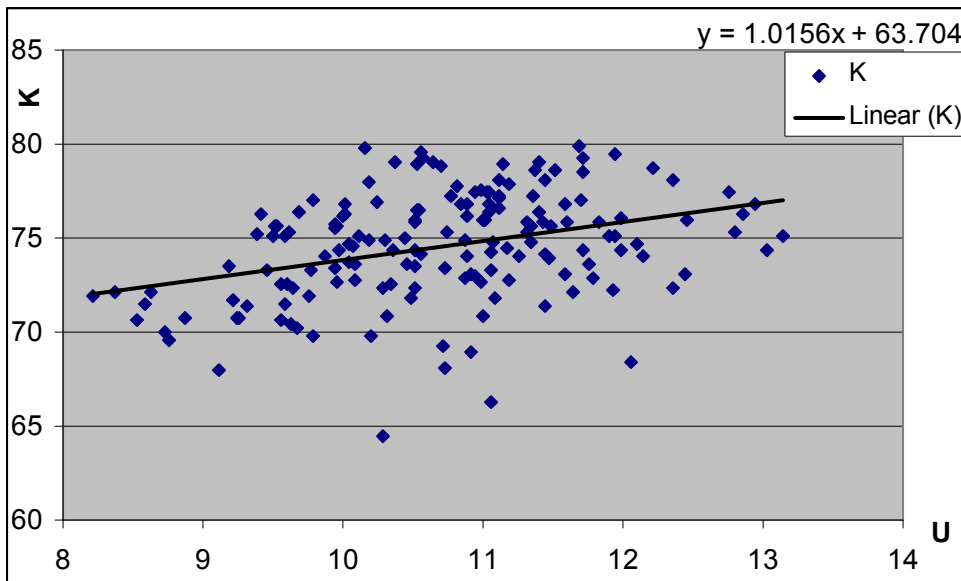
COEFFS		
	SLOPE (a _n)	INTERCEPT (b _n)
TC	0.37005	178.58447
K	0.01944	15.35641
U	0.01711	8.51606
Th	0.02536	4.71367
UPU	0.03945	22.50598

۲-۵-۴- تصحیح گاز رادون

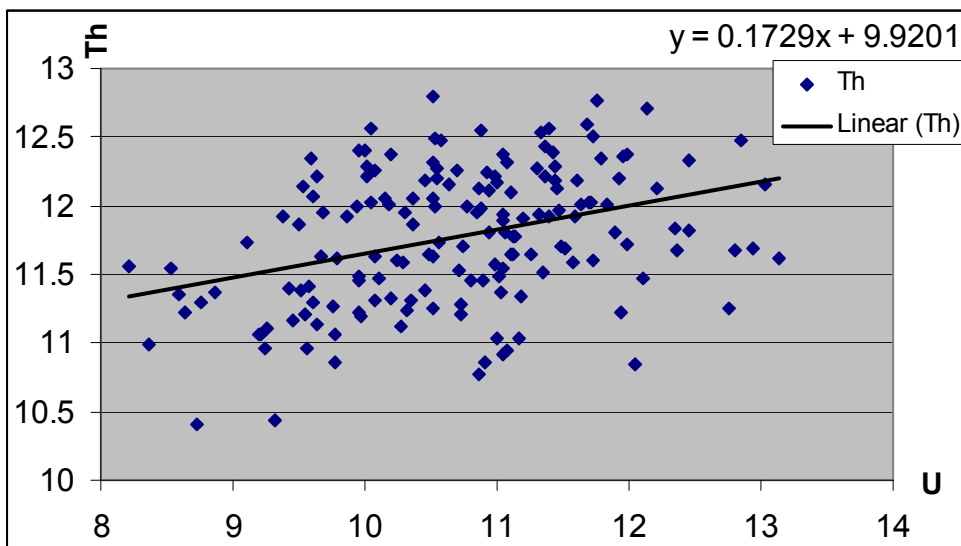
گاز رادون از طریق شکاف‌های موجود در سطح زمین در هوا پراکنده می‌شود. این گاز ناپایدار بوده و یکی از محصولات تلاشی آن Cs می‌باشد که یکی از منشأهای ایجاد اشعه گاما بوده و در پنجره اورانیوم ثبت می‌شود.

بهترین روش تعیین اثر رادون پرواز بر روی یک دریاچه آب می‌باشد در این حالت تشعشعات زمینی همگی توسط مولکول‌های H₂O جذب شده و به اسکپترومتر نمی‌رسند. به علت نبود دریاچه در نزدیکی منطقه برداشت، خطوط ارزیابی روزانه (Test Line) برای تصحیح داده‌ها استفاده شد. در این روش میانگین داده‌های ثبت شده روی خط ارزیابی (این خط دارای مختصات ثابتی بوده و باید هر روز در یک ارتفاع ثابت پرواز شده باشد Test Line) محاسبه شده و سپس کانال‌ها T_c, K, U, Th برحسب اورانیوم رسم می‌شود. که این نمودارها و ضرایب مربوط به آن در شکل (۲-۹) نشان داده شده است.

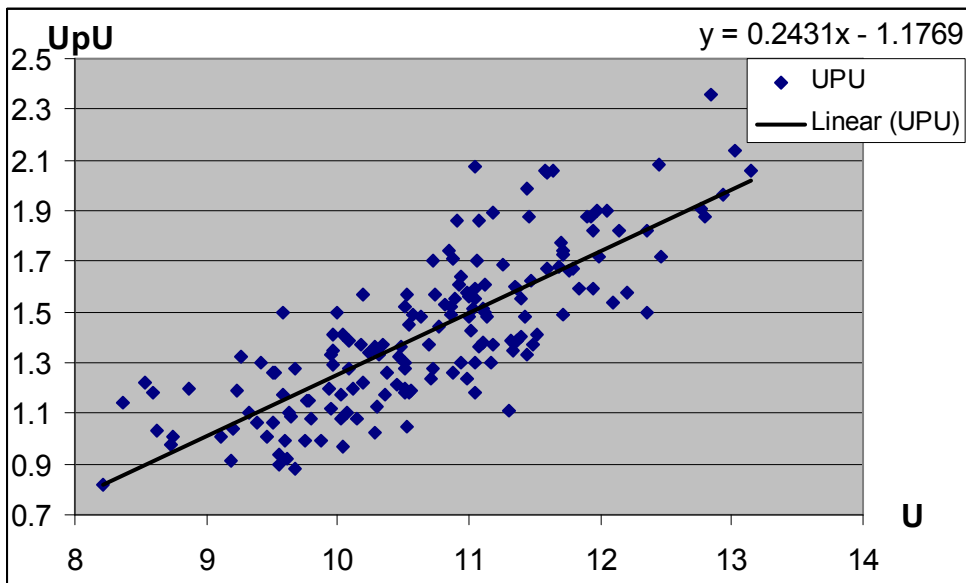
نمودار پتاسیم بر حسب اورانیم داده‌های خطوط ارزیابی روزانه و رگرسیون خطی آن



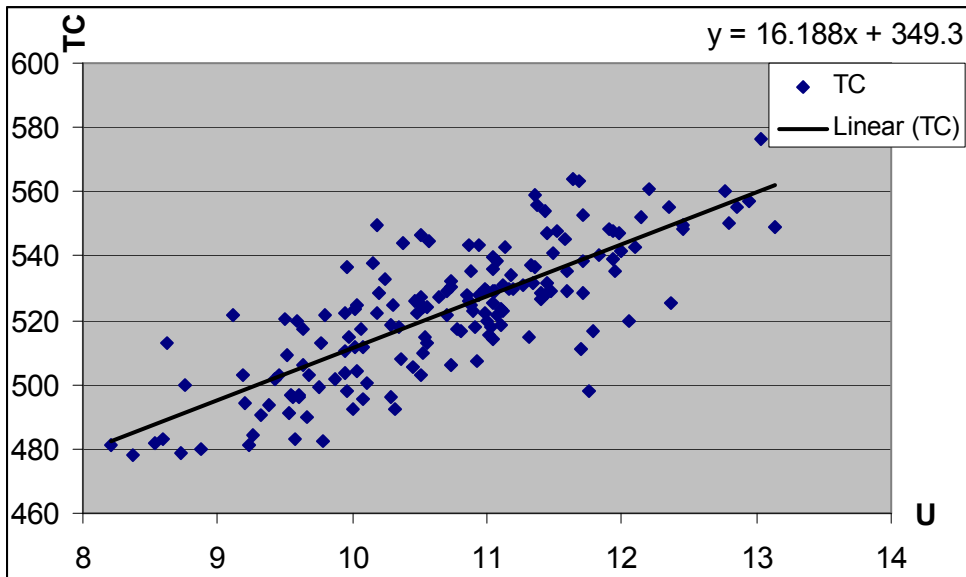
نمودار توریم بر حسب اورانیم داده‌های خطوط ارزیابی روزانه و رگرسیون خطی آن



نمودار اورانیم بالانگتر^۴ بر حسب اورانیم داده‌های خطوط ارزیابی روزانه و رگرسیون خطی آن



نمودار شمارش کل بر حسب اورانیم داده‌های خطوط ارزیابی روزانه و رگرسیون خطی آن



⁴ - Upward Uranium

با توجه به نمودارهای فوق ضرایب رادون بصورت زیر محاسبه شد

	ضریب تصحیح رادون
K	1.0156
UpU	0.2431
Th	0.1729
TC	16.188

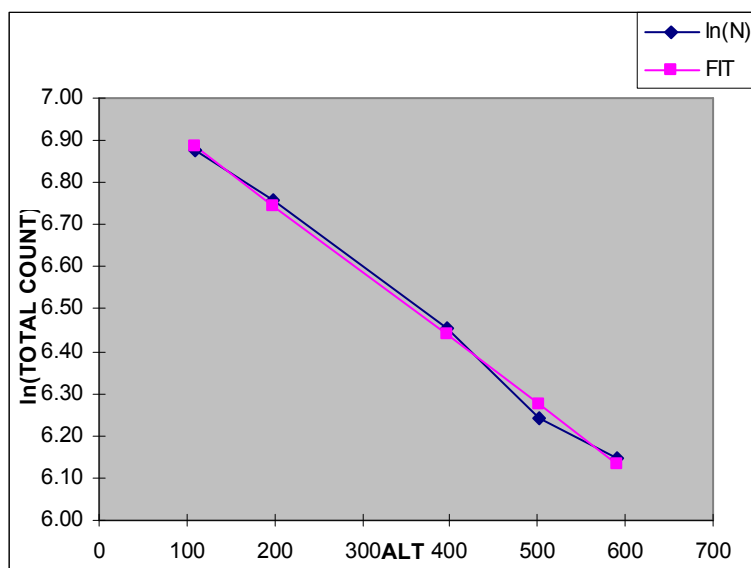
۲-۵-۵-۵- تصحیح ارتفاعی داده‌ها

با توجه به میرائی زیاد تشعشعات گاما با ارتفاع، تمام داده‌های رادیومتری به ارتفاع ۶۰ متری از سطح زمین تصحیح شدند. برای این کار از ضرایب بدست آمده از پرواز میرائی ارتفاع استفاده شد. در این پرواز میزان میرائی داده‌های مختلف در ارتفاع‌های خاص تعیین و ضرایب میرائی بدست آمدند.

داده‌های برداشت شده از پرواز تست تصحیح ارتفاعی

LINE	Avg. Alt. (ft.)	TC (corr.cps)	K (corr.cps)	U (corr.cps)	Th (corr.cps)
100	109.4	967.7	84.1	19.9	29.9
200	199.4	862.6	65.2	19.2	26.2
300	298.5	703.8	52.0	15.9	20.1
400	396.7	636.1	42.2	14.6	18.6
500	501.9	514.2	35.1	10.5	16.1
600	591.6	467.4	27.1	11.3	12.8

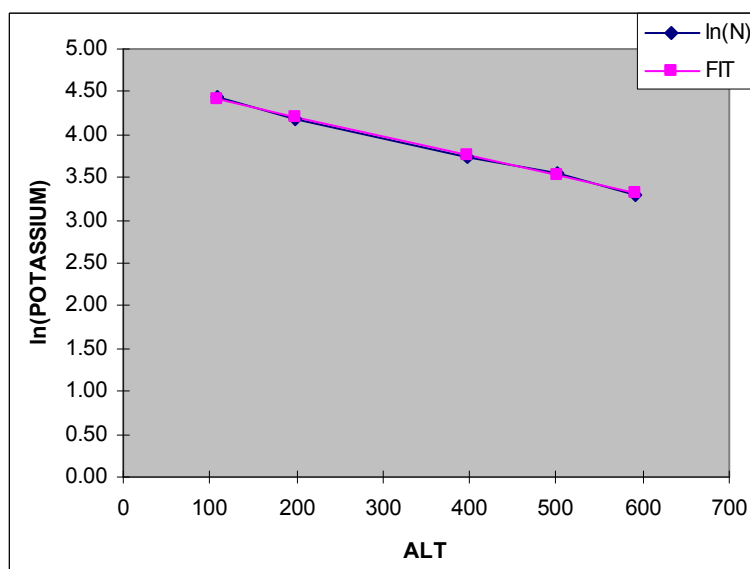
نمودار لگاریتم شمارش کل بر حسب ارتفاع



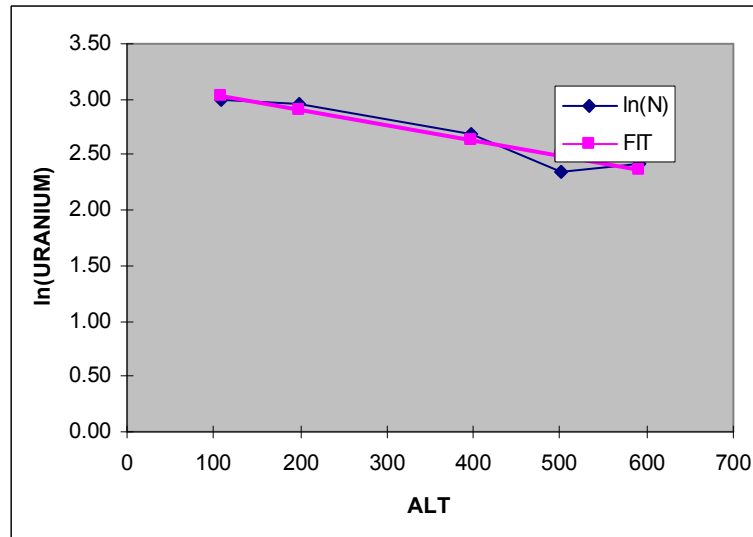
ALT	ln(N)	FIT
109	6.87	6.89
199	6.76	6.75
397	6.46	6.44
502	6.24	6.27
592	6.15	6.13

نمودار لگاریتم پتاسیم بر حسب ارتفاع

ALT	ln(N)	FIT
109	4.43	4.41
199	4.18	4.21
397	3.74	3.76
502	3.56	3.52
592	3.30	3.32



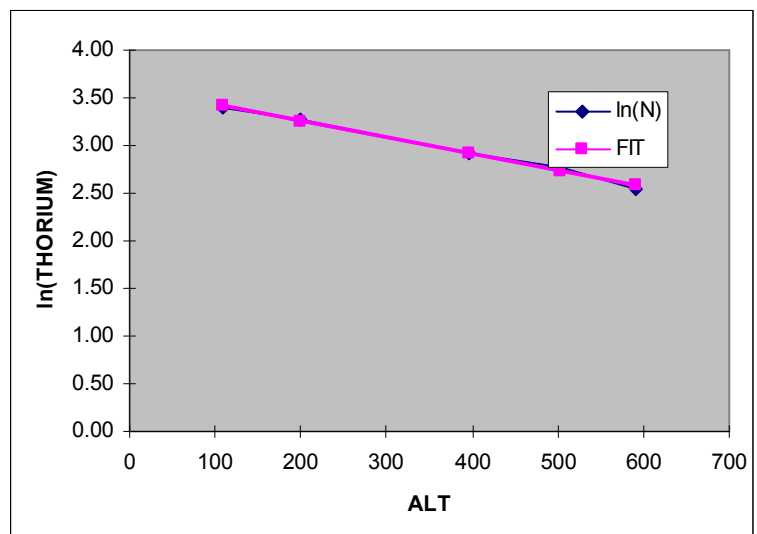
نمودار لگاریتم اورانیم بر حسب ارتفاع



ALT	ln(N)	FIT
109	2.99	3.03
199	2.95	2.90
397	2.68	2.63
502	2.35	2.48
592	2.42	2.36

نمودار لگاریتم توریم بر حسب ارتفاع

ALT	ln(N)	FIT
109	3.40	3.41
199	3.27	3.26
397	2.92	2.92
502	2.78	2.74
592	2.55	2.59



جدول نتایج داده های ضرایب تصحیح ارتفاعی

		-		
TC	μ_{TC}	0.001561	$\ln(N_0)_{TC}$	7.05771
		-		
K	μ_K	0.002268	$\ln(N_0)_K$	4.65793
		-		
U	μ_U	0.001391	$\ln(N_0)_U$	3.18102
		-		
Th	μ_{Th}	0.001716	$\ln(N_0)_{Th}$	3.60048

۲-۵-۵-۶- شبکه بندی کردن (Gridding) و تهیه نقشه نهائی

پس از اعمال تمامی تصحیحات به داده های هر سه روش از روش های شبکه بندی استفاده می شود تا داده ها را بتوان در شبکه ای منظم از مختصات X , Y نمایش داده و برای اعمال فیلترهای افزایش قدرت تفکیک آماده نمائیم. روش های زیادی برای شبکه بندی کردن داده ها موجود می باشد که از میان آنها دو روش کمترین انحناء (Minimum curvature) و دو جهتی (Bi directional) بیشترین استفاده را در داده های ژئوفیزیک هوایی دارد. برای شبکه بندی کردن داده های رادیومتری با توجه به خاصیت پراکنده بودن آن از روش کمترین انحناء و برای داده های مغناطیس و رسانائی از روش دوجبهتی استفاده می شود. پس از شبکه بندی کردن داده ها می توان آنها را به سادگی نمایش داده و از تمامی روش های افزایش قدرت تفکیک در پردازش تصویر برای مقاصد مورد نیاز استفاده نمود.

فصل سوم

گزارش تفسیر داده‌ها

۳-۱- اصول و تکنیک‌های تفسیر و مدلسازی داده‌ها

تفسیر و مدلسازی داده‌های ژئوفیزیکی عبارت است از تعیین منبع آنومالی‌های موجود و ویژگی‌های آنها از روی تغییراتی که در داده‌ها مشاهده می‌گردد. بطور کلی تفسیر و مدلسازی داده‌های ژئوفیزیکی به دو صورت کیفی و کمی صورت می‌گیرد. در تفسیر کیفی بیشتر انواع ساختارهای ایجاد کننده ناهنجاری‌ها، جهت و امتداد و میزان گسترش آنها مورد نظر قرار می‌گیرد. در این حالت شکل، عمق، گسترش و امتداد و خواص فیزیکی بی‌هنجاری‌ها بطور نسبی تعیین می‌گردد. در تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی با استفاده از نرم افزار Oasis Montaj، بدلیل اینکه قابلیت رؤیت نقشه‌ها بصورت نقشه‌های شبکه‌بندی شده (Gridding) وجود دارد و برای نمایش آن از قابلیت سایه رنگی برجسته (Color shaded relief) استفاده می‌گردد، لذا در تفسیر کیفی داده‌ها می‌توان از آن بهره گرفت. برای تفسیر کمی نیز از روش اولیه که برای تعیین عمق بکار برده می‌شود و نیز نرم‌افزار GMSYS که یک نرم‌افزار مدلسازی دو بعدی است می‌توان استفاده نمود.

در تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی به منظور اکتشاف ذخائر معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد، ساختارهای زمین شناسی از جمله محل توده‌های نفوذی، گسل‌ها یا خطواره‌های پنهان، کنتاکت‌ها، ساختارهای خاص از جمله چین خوردگی‌ها، نواحی آلتراسیونی مختلف و لیتولوژی‌های گوناگون و تغییرات آنها مورد نظر می‌باشد. بنابراین در تفسیر این داده‌ها که شامل داده‌های مغناطیسی، الکترومغناطیسی و رادیومتری می‌باشد، تشخیص و تعیین محل ساختارهای ذکر شده به عنوان محل‌هایی برای بالا آمدن سیالات کانه ساز و تشکیل کانی‌سازی دارای اهمیت بوده و تفسیر کیفی داده‌ها بطور عمده بر روی آنها متمرکز می‌گردد. البته ممکن است بسته به اهداف مختلف موارد دیگری نیز در تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی مد نظر قرار گیرد که در این موارد نیز باید به پدیده‌ها و عوارض و نیز روش‌هایی که می‌تواند در شناسایی ناهنجاری‌های مورد نظر کمک کند توجه نمود.

بعنوان مثال برای تعیین محل خطوط انتقال نفت و گاز که در زیر زمین قرار گرفته و از محل‌های عبوری آنها اطلاعات دقیقی در دست نیست می‌توان با توجه به رسانایی این لوله‌ها از روش الکترومغناطیس استفاده نمود. همچنین در اکتشافات منابع آب

زیرزمینی که در لایه‌های نفوذی و یا زون‌های گسله تشکیل می‌گردند با توجه به رسانایی این نواحی می‌توان از روش الکترومغناطیس برای تعیین محل زون‌های خرد شده و روند گسترش آنها بهره گرفت.

بنابراین در تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی داشتن آگاهی کامل از خواص فیزیکی پدیده‌های موجود در زمین ضروری بوده و به تفسیر صحیح داده کمک شایانی می‌نماید لذا در داده‌های موجود باید بدنبال ناهنجاری‌های مرتبط با چنین خواصی بوده و با توجه به تغییرات موجود در داده‌ها پدیده‌های مورد نظر را شناسایی نمود.

در تفسیر کمی و مدلسازی عددی، پارامترهای مختلف مدل از جمله عمق، شکل هندسی، شیب و خواص مغناطیسی و رسانائی آن به صورت عددی محاسبه می‌گردند. روش کلی این کار به این ترتیب است که ابتدا با توجه به شواهد موجود و بهره‌گیری از تمام اطلاعات، یک مدل اولیه برای منشأهای قرار گرفته در منطقه ارائه می‌کند. سپس پاسخ این مدل محاسبه شده و با آنومالی ثبت شده توسط دستگاه مقایسه می‌گردد و اختلاف پاسخ مدل با آنومالی ثبت شده محاسبه می‌شود. در مراحل بعدی پارامترهای مدل به شکل مناسب و منطقی آنقدر تغییر داده می‌شود تا این اختلاف محاسبه شده به کمترین مقدار ممکن برسد. به اعمال اطلاعات زمین‌شناسی و فیزیکی در مدل در اصطلاح Constraints یا (Model boundary Conditions) گفته می‌شود. در نهایت ترکیب اطلاعات مزبور با دیگر نتایج تفسیر داده‌ها می‌تواند، تا حدود زیادی ساختار سه بعدی منطقه را نمایان سازد.

۳-۲- مراحل تفسیر داده‌ها

پس از برداشت و پردازش نهایی داده‌ها اطلاعات حاصل در غالب نقشه‌های شدت کل میدان مغناطیسی، مقاومت ظاهری و رادیومتری ارائه می‌گردد. نقشه‌های حاصل بطور جداگانه مورد تفسیر قرار گرفته و در نهایت اطلاعات حاصل از روش‌های مختلف با یکدیگر تلفیق گشته و نقشه تلفیقی سه روش که شامل کلیه ساختارها، کنتاکت‌ها و آنومالی‌های بدست آمده می‌باشد ترسیم می‌گردد. پس از آن محدوده‌های مناسب جهت پیجویی پیشنهاد می‌گردد.

در این بخش نخست نگاهی اجمالی به چگونگی استفاده از نقشه‌های ژئوفیزیکی در تحلیل پدیده‌های زمین‌شناسی پرداخته می‌شود.

۳-۲-۱- بررسی کلی نقشه‌های مغناطیسی سنجی

۳-۲-۱-۱- بررسی نقشه‌های شدت میدان مغناطیسی کل

این نقشه، نقشه پایه داده‌های مغناطیسی است که مقدار شدت میدان مغناطیسی کل زمین را در نقاط اندازه‌گیری نشان می‌دهد که با توجه به فاصله خطوط پرواز ۲۵۰ متر و ثبت اندازه‌گیری هر ثانیه معادل ۱۰ قرائت، نقشه مذکور از دقت کافی برای بررسی‌های ناحیه‌ای برخوردار می‌باشد.

شدت میدان مغناطیسی کل در هر نقطه متأثر از مواد و ساختارهای مغناطیسی موجود در آن نقطه می‌باشد که چنانچه در فصل مربوط به پردازش گفته شد مقدار IGRF زمین (International Geomagnetic Reference field) که قبلاً اندازه‌گیری شده از مقادیر داده‌های ثبت شده حذف گردیده و مقدار باقیمانده مربوط به آنومالی‌های موجود در منطقه است. با توجه به زاویه میل و انحراف مغناطیسی زمین بدیهی است که منبع این ناهنجاری‌ها دقیقاً در زیر نقاط اندازه‌گیری قرار نمی‌گیرد و شکل آنها نیز ممکن است دچار تغییرات اندکی گردد.

همچنین وجود توده‌های دو قطبی مغناطیسی و نحوه قرار گرفتن آنها نسبت به جهت میدان مغناطیسی زمین و امتداد خطوط برداشت باعث تغییر در شدت میدان ثبت شده و یا شکل ناهنجاری حاصل از آنها می‌گردد. برای حذف این مشکلات با اعمال فیلترهای دیجیتالی این اثرات حذف می‌گردد بنابراین شدت و شکل آنومالی‌های مشاهده شده را می‌توان پس از حذف این اثرات به منبع بوجود آورنده آنها نسبت داد. داده‌های شدت کل میدان مغناطیسی هریک از واحدهای لیتولوژی دارای یک پاسخ مغناطیسی خاص می‌باشند که به اختصار به هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

بطور کلی واحدهای آذرین متوسط تا اسیدی (فلسیک) دارای شدت میدان مغناطیسی متوسط تا کم می‌باشند که این پاسخ بدلیل وجود مقدار کم کانی‌های مغناطیسی در این نوع واحدهای زمین شناسی می‌باشد. بعنوان مثال توده‌های نفوذی گرانیتی شدت میدان کمی را از خود نشان می‌دهند.

واحدهای بازیک و الترابازیک (مافیک و الترامافیک) بطور کلی بدلیل وجود کانی‌های مغناطیسی در آنها دارای شدت بالای مغناطیسی می‌باشند که از جمله می‌توان به بعضی از انواع واحدهای آندزیتی بازالتی اشاره نمود.

آبرفت‌ها بعلت داشتن منشاءهای مختلف می‌توانند پاسخ‌های مغناطیسی متفاوتی از خود نشان دهند که بسته به نوع سنگ منشاء آنها، این پاسخ می‌تواند کم یا زیاد باشد که در تفسیر داده‌های مغناطیسی باید به این نکته توجه نمود.

بعنوان مثال، ماسه سنگ‌های با منشاء سنگ‌های آذرین فلسیک می‌توانند شدت میدان مغناطیسی کمی از خود نشان دهند در حالیکه ماسه سنگ‌های با منشاء سنگ‌های مافیک، و الترامافیک بعلت وجود کانی‌های مغناطیسی در آنها، شدت میدان مغناطیسی بالاتری را نسبت به نوع قبل از خود نشان می‌دهند.

سنگ‌های دگرگونه بدلیل پیچیدگی فرآیند دگرگونی در آنها می‌توانند اثرات مغناطیسی متفاوتی را از خود نشان دهند. بعنوان مثال فرآیندهای دگرگونی می‌توانند باعث تشکیل و یا تخریب کانی مگنتیت شوند، بنابراین طبیعی است که پاسخ مغناطیسی سنگ دگرگونه نسبت به سنگ اولیه تغییر خواهد یافت که در تفسیر ناهنجاری‌های مغناطیسی حاصل از سنگ‌های دگرگونی باید به نوع این فرآیند توجه نمود. فرآیند آلتراسیون نیز می‌تواند مانند فرآیند دگرگونی باعث ایجاد و یا تخریب کانی‌های مغناطیسی در سنگ‌های میزبان گردد. بعنوان مثال در اثر آلتراسیون آرژیلیک عموماً کانی مگنتیت تخریب می‌گردد. بنابراین نواحی دارای این آلتراسیون اثر مغناطیسی با شدت کم از خود نشان می‌دهند.

فرآیندهای ساختاری و تکتونیکی نیز می‌توانند اثراتی را بر پاسخ مغناطیسی واحدهای زمین شناسی بگذارند، بعنوان مثال زون‌های گسله و یا زون‌هایی که دارای خردشدگی هستند عموماً بدلیل عبور آب و یا سیالات و هوازدگی کانی‌های مغناطیسی پاسخ مغناطیسی با شدت کم را از خود نشان می‌دهند که شکل این ناهنجاری‌ها عموماً بصورت ساختارهای خطی قابل مشاهده است. بالعکس برخی از این نواحی نیز ممکن است تحت اثر فرآیندهای کانی‌سازی توسط محلول‌های کانی ساز قرار گرفته و کانی‌های مغناطیسی بصورت ثانویه در آنها تشکیل گردد در این حالت این ساختارها آنومالی‌های مغناطیسی خطی با شدت بالا از خود نشان می‌دهند.

دایک‌ها نیز که معمولاً آنومالی‌های خطی از خود نشان می‌دهند بسته به سنگ تشکیل دهنده آنها (همانطور که بصورت اعم در بالا گفته شد) پاسخ‌های مغناطیسی متفاوتی را از خود نشان می‌دهند، از آنجایی که معمولاً ترکیب این دایک‌ها در منطقه متوسط تا بازیک است با توجه به ابعاد این دایک‌ها می‌توان آنها را در نقشه‌های مغناطیسی بصورت آنومالی‌های کشیده و خطی مشاهده نمود.

۳-۲-۱-۲-۲- بررسی نقشه برگردان به قطب

همانطور که قبلاً بصورت اختصار گفته شد شدت میدان مغناطیسی اندازه‌گیری شده دارای یک انحراف و جابجایی از منبع بوجود آورنده آن می‌باشد که این جابجایی بر اثر زاویه میل و زاویه انحراف بردار مغناطیسی در آن منطقه بوجود می‌آید.

برای آنکه اثر توده مغناطیسی بر روی آن توده منتقل شود و این جابجایی حذف گردد از یک فیلتر دیجیتال بنام برگردان به قطب یا Reduction to Pole (RTP) استفاده می‌کنیم. برای هر نقطه یک زاویه میل و یک زاویه انحراف مغناطیسی در نظر گرفته می‌شود که متوسط زاویه میل و زاویه انحراف مغناطیسی در این ناحیه به ترتیب برابر ۵۴ درجه و ۳ درجه می‌باشد.

با اعمال این فیلتر نقشه شدت میدان مغناطیسی کل اندکی دچار تغییر و جابجایی می‌شود که این بی‌هنجاری‌ها اندکی به سمت شمال منطقه جابجا شده و شدت برخی از آنها تغییر می‌نماید.

بنابراین بی‌هنجاری‌ها پس از اعمال این فیلتر بر روی منبع بوجود آورنده خود قرار می‌گیرند به این ترتیب می‌توان موقعیت منبع بی‌هنجاری‌ها را دقیق‌تر تعیین نمود. بدیهی است که این فیلتر که در واقع یک رابطه ریاضی است بدون خطا نمی‌باشد که در ادامه برای تفسیر داده‌های مغناطیسی به همراه نقشه شدت کل میدان مغناطیسی مورد استفاده واقع می‌شود.

۳-۲-۱-۲-۳- نقشه مشتق اول در جهت قائم

برای بررسی تغییرات (گرادیان) شدت میدان مغناطیسی در جهت‌های مختلف از مشتق‌گیری استفاده می‌کنیم. برای اینکه بی‌هنجاری‌های سطحی نسبت به

بی‌هنجاریهای عمیق‌تر تقویت شوند از یک فیلتر دیجیتالی بنام مشتق اول در جهت قائم استفاده می‌شود که با اعمال این فیلتر بر روی نقشه برگردان به قطب بی‌هنجاریهای سطحی نمود بیشتری پیدا می‌کند بدین وسیله می‌توان رفتار این توده‌های مغناطیسی را در سطح بهتر مورد بررسی قرار داد. یکی از کاربردهای مهم نقشه مشتق اول قائم پیدا کردن خطواره‌های مغناطیسی و تعیین دقیق‌تر مرز بین واحدهای لیتولوژی است که برای تعیین این خطواره‌ها در تفسیر نهایی از این نقشه استفاده شده است.

۳-۲-۲- تفسیر داده‌های الکترومغناطیسی (EM)

همانطوریکه در فصل گذشته گفته شد برداشت داده‌های الکترومغناطیس توسط ۵ جفت سیم پیچ با ۵ فرکانس ۹۰۰ هرتز، ۱۰۰۰ هرتز، ۵۵۰۰ هرتز، ۷۲۰۰ هرتز و ۵۶۰۰۰ هرتز با آرایش افقی (Coplanar) و قائم (Coaxial) انجام می‌شود. سیم پیچ‌های افقی بیشتر برای شناسائی و تفکیک ساختارها و عوارضی که در جهت افقی گسترش بیشتری دارند می‌توانند مفید واقع شوند و سیم پیچ‌های قائم برای شناسایی ساختارها و عوارض قائم و یا نزدیک به آن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در روش EM با اندازه‌گیری مؤلفه‌های حقیقی و موهومی میدان ثانویه حاصل از جریان‌های Eddy در ساختارهای داخل زمین مقاومت ظاهری سنگ‌ها در سطوح مختلف بسته به فرکانس موج فرستاده شده محاسبه می‌شود و بدین ترتیب مواد و ساختارهای مختلف با توجه به تفاوت‌های مقاومت ظاهری شناسایی می‌شوند. در این روش هر چه عارضه مورد نظر رساناتر باشد پاسخ‌های حاصل از آن قوی‌تر خواهد بود که در مورد آن در فصل گذشته صحبت به میان آمد. عمق نفوذ میدان الکترومغناطیسی حاصل از سیم‌پیچ‌ها نیز متأثر از دو عامل فرکانس و مقاومت ویژه لایه‌های زمین می‌باشد. طبق بررسی‌های بعمل آمده که در منابع روش EM موجود است رابطه کلی و تجربی بین عمق نفوذ میدان و فرکانس و مقاومت ویژه لایه‌ها بصورت زیر می‌باشد:

$$SD = 503.3 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (۱-۳)$$

که در آن SD (Skin Depth) عمقی است که در آن دامنه میدان اولیه به $1/e$ مقدار آن کاهش می یابد و ρ ، f به ترتیب مقاومت ویژه لایه‌های زمین و فرکانس موج الکترومغناطیس فرستاده شده به داخل زمین می‌باشد. البته واضح است که به آسانی نمی‌توان عمق نفوذ میدان را بدلیل پیچیدگی لایه‌ها و ساختارهای موجود در داخل زمین محاسبه نمود ولی رابطه فوق یک محاسبه سرانگشتی از عمق نفوذ میدان (مراکز عمقی که از آن اطلاعات بدست می‌آوریم) را بدست می‌دهد.

همانطوریکه پیشتر نیز بیان شد نتایج داده‌های حاصل از EM بصورت نقشه‌های مقاومت ظاهری در عمق‌های مختلف (فرکانس‌های مختلف) ارائه می‌گردد. همچنین داده‌های EM را می‌توان بصورت تغییرات دامنه موج‌های دریافتی بر روی پروفیل‌ها (خطوط برداشت) مشاهده نمود و آنومالی‌ها را جداسازی کرد. این موارد در تفسیر کیفی داده‌های الکترومغناطیس می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تفسیر کمی داده‌ها نیز با استفاده از نمودارها صورت می‌گیرد که شامل محاسبه رسانایی و عمق توده‌ها و عوارض رسانا در زمین می‌باشد.

از جمله عوامل دیگری که بر روی داده‌های EM اثر می‌گذارد می‌توان به ارتفاع پرواز بالگرد، درصد شوری و نیز میزان آب لایه‌های زمین اشاره نمود. هر چه ارتفاع پرواز از سطح زمین بیشتر از میزان استاندارد سیستم (۳۰ متر) گردد یک مقاومت کاذب ایجاد می‌گردد که در فصول گذشته به علل آن اشاره شد. همچنین افزایش میزان شوری و آب لایه‌ها باعث افزایش رسانایی (کاهش مقاومت) لایه‌ها گشته و بنابراین یک رسانایی کاذب را نشان می‌دهد که باعث کاهش عمق نفوذ موج شده که این امر باید در تفسیر داده‌های EM و نقشه‌های مقاومت ظاهری مورد نظر قرار گیرد.

۳-۲-۳- نحوه تفسیر نقشه‌های مقاومت ظاهری

نقشه‌های مقاومت ظاهری از شبکه بندی (Gridding) مقاومت ظاهری محاسبه شده از مؤلفه‌های موهومی و حقیقی فرکانس‌های مختلف EM حاصل می‌شود و هر یک، بسته به فرکانس، مربوط به عمق‌های مختلف بوده که عمق تقریبی آنها با استفاده از رابطه عمق پوسته (۱-۳) و با داشتن مقاومت ویژه و فرکانس موج فرستاده شده محاسبه می‌گردد. ولی آنچه که در تفسیر این نقشه‌ها مهم است تعیین محدوده‌های رسانا و غیر رسانا و نیز تغییرات رسانایی در آنها می‌باشد.

در تفسیر نقشه‌های مقاومت ظاهری آگاهی از لیتولوژی‌های موجود در محدوده و روند آنها و نیز داشتن برآوردی از میزان رسانایی یا مقاومت آنها می‌تواند در تفسیر نقشه‌ها کمک شایانی نماید. همچنین داشتن آگاهی از مدل‌های کانساری و اینکه در هر نوع کانسار با چه مواد و خصوصیات فیزیکی مواجه می‌شویم اهمیت دارد. در زیر نمونه‌هایی از این مورد که در مدل‌های کانساری با آنها مواجه می‌شویم اشاره می‌گردد که در تفسیر داده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

آلتراسیون آرژیلیک پیشرفته دارای مقدار زیادی کانی‌های رسی می‌باشد که ماحصل فرآیند هیدروترمال و اثر محلول‌های هیدروترمال بر روی سنگ‌ها می‌باشد. بطور کلی کانی‌های رسی دارای رسانایی زیادی می‌باشند بنابراین مناطق آلتراسیون آرژیلیکی را می‌توان بصورت یک زون رسانا بر روی واحدها بویژه واحدهای ولکانیکی مشاهده نمود. همچنین کانی‌سازی‌های سولفیدی (مانند ماسیو سولفیدها) در صورتی که مقدار زیادی سولفید داشته باشند و این کانی‌سازی‌ها در امتداد ساختارها و گسل‌های موجود صورت گرفته باشد می‌توان این گسل‌ها و ساختارهای کانی‌سازی را بصورت آنومالی‌های کشیده و با یک زون باریک و رسانا در داده‌ها مشاهده نمود. البته هر چه تراکم سولفیدها بیشتر باشد این آنومالی‌ها را بهتر می‌توان شناسایی کرد.

در کانی‌سازی‌های مختلف بویژه کانسارهای طلا پدیده سیلیسی شدن از فرآیندهای متداول در این نوع کانسارها می‌باشد که معمولاً بصورت رگه‌ای و یا پوششی بر روی سیستم مشاهده می‌گردد. سیلیس دارای مقاومت بالایی بوده بنابراین، این زون‌های سیلیسی را می‌توان بصورت یک زون مقاوم در کنار زون‌های رساناتر مشاهده نمود. در تمام موارد ذکر شده انطباق داده‌ها با نقشه‌های زمین‌شناسی اهمیت دارد و بدون داشتن اطلاعات و یا نقشه‌های زمین‌شناسی نمی‌توان این پدیده‌ها را شناسایی نمود.

در تفسیر ناحیه‌ای داده‌های EM که مرحله اول تفسیر است باید نقشه را با دید کلی مورد بررسی قرار داد و محدوده‌های بزرگ را که رسانا و یا مقاوم هستند با در نظر گرفتن شرایط پروازی و فصل برداشت داده از هم جدا نمود. در این مرحله کنتاکت واحدهای عمده زمین‌شناسی از جمله مرز ولکانیک‌ها و رسوبات قابل تفکیک است. بعد از آن بسته به فاصله خطوط پرواز و یا بزرگنمایی نقشه می‌توان عوارض خاص را تفکیک نمود، علاوه بر تفسیر نقشه‌های EM سایر نقشه‌های حاصل از روش‌های دیگر مانند روش مغناطیسی و یا رادیومتری نیز مورد تفسیر قرار گرفته و نتایج آنها در نهایت

مورد تطبیق و تلفیق قرار می‌گیرد. در مقیاس محلی نیز می‌توان بسته به نوع لیتولوژی و یا ساختار موجود در محدوده، از پروفیل‌های EM استفاده نمود و محل‌هایی را که در پروفیل‌ها آنومالی نشان می‌دهند برحسب نوع آنومالی تفکیک نمود.

نقشه‌های مقاومت ظاهری حاصل از فرکانس‌های مختلف بطور جداگانه می‌توانند مورد تفسیر و بررسی قرار گیرند. از آنجائیکه هر چه فرکانس بیشتر شود عمق مورد مطالعه کمتر و هرچه فرکانس کمتر شود عمق مطالعه بیشتر می‌شود بنابراین با تطابق تفسیر این نقشه‌ها با هم می‌توان روند واحدها و یا ساختارهای مشخص شده را در عمق مورد بررسی قرار داد. بعنوان مثال اگر یک رگه سیلیسی ضخیم را در نظر گیریم که در نقشه فرکانس متوسط مشاهده شده است، اگر این رگه شیب دار باشد در نقشه فرکانس پایین که عمق بیشتر را نشان می‌دهد محل این رگه جابجا می‌گردد و این جابجایی نشان دهنده شیب‌دار بودن آن می‌باشد. در صورتی که اگر این رگه قائم و یا نزدیک به قائم باشد محل آن در نقشه‌های مقاومت با فرکانس‌های مختلف و در عمق‌های مختلف ثابت باقی می‌ماند. بدین ترتیب می‌توان روند و شیب ساختارهای موجود را از روی نقشه‌های مقاومت ظاهری مشخص نمود.

۳-۲-۴- تفسیر پروفیل‌های EM

همانطوری که قبلاً نیز ذکر شد علاوه بر نقشه‌های مقاومت ظاهری، داده‌های EM از طریق پروفیل‌هایی که در آن تغییرات مؤلفه‌های حقیقی (In phase) و موهومی (Quadrature) میدان الکترومغناطیس در فرکانس‌های مختلف در امتداد خطوط برداشت ثبت شده‌اند نیز مورد بررسی و تفسیر قرار می‌گیرند. برای تفسیر بهتر این پروفیل‌ها علاوه بر تغییرات مؤلفه‌های EM، تغییرات میدان مغناطیسی، تغییرات سه عنصر پتاسیم، توریم و اورانیوم و تغییرات مقاومت ظاهری نیز به همراه پروفیل‌ها آورده می‌شود (شکل ۱-۲). در این شکل منحنی‌های قرمز و آبی به ترتیب مربوط به سیم پیچ‌های CP900 و CX1000 و منحنی‌های سیاه و سبز رنگ نیز مربوط به سیم‌پیچ‌های CP7200 و CX5500 می‌باشند. در قسمت بالای پروفیل نیز تغییرات مغناطیسی و ارتفاع سنج بالگرد قرار دارد. در قسمت پایین نیز مقاومت ظاهری دو فرکانس CP900 و CP7200 نیز آورده شده است. برای تشخیص و جدا کردن آنومالی‌های EM که مربوط به ساختارهای مختلف با اشکال متفاوت هستند از الگوهای

استاندارد و شناخته شده‌ای استفاده می‌گردد که مجموعه این آنومالی‌های استاندارد و شکل منحنی‌های حاصل از آنها در شکل ۱-۳ آورده شده است. با توجه به این شکل برای تشخیص آنومالی‌ها باید به شکل و دامنه منحنی‌های حاصل از سیم پیچ‌های CX و CP توجه نمود و بر اساس آن محل و نوع آنومالی‌ها را تشخیص داد.

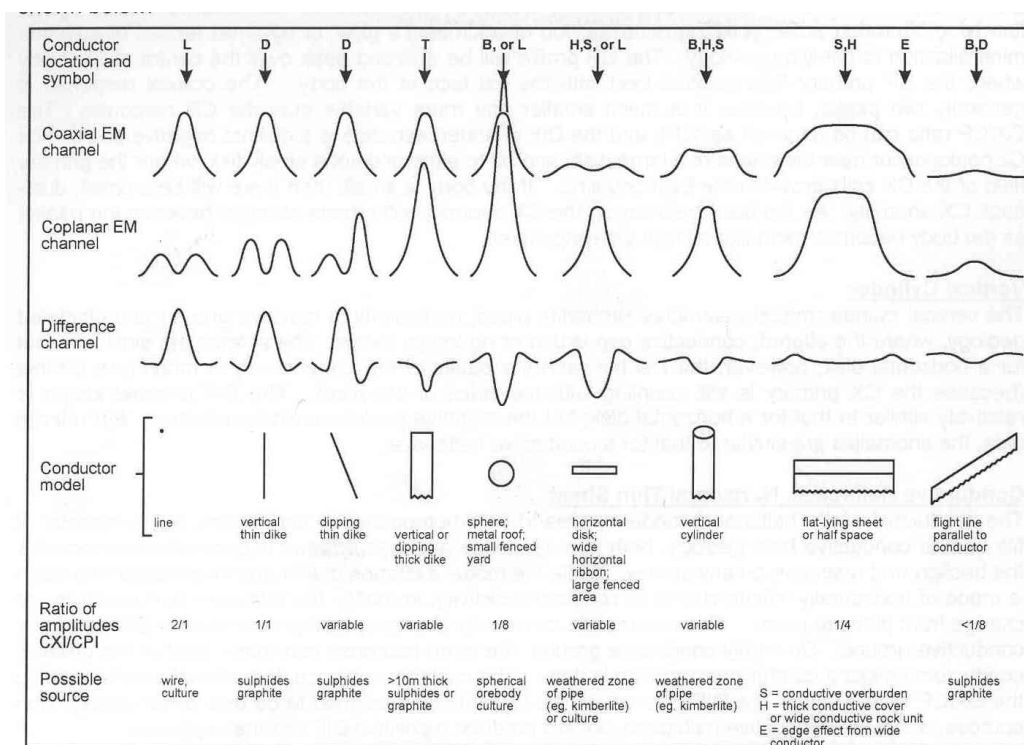


Figure 5.2: Standard HEM anomaly shapes and source types.

شکل ۱-۳ : منحنی‌ها و آنومالی‌های استاندارد EM

برای تعیین محدوده‌های رسانا، تعیین محل و نوع آنومالی‌ها بر روی تمام پروفیل‌ها (خطوط برداشت) انجام گرفته و با توجه به میزان اهمیت آنها دسته‌بندی می‌گردند. پس از آن مجموعه این آنومالی‌ها بر روی یک نقشه آورده شده تا ارتباط آنها با یکدیگر و نیز با اطلاعات زمین‌شناسی تطابق داده شود سپس با توجه به قرارگرفتن آنومالی‌ها و ارتباط آنها با مرز واحدها و گسل‌ها و بی‌هنجاری‌های مغناطیسی و رادیومتری و نیز نقشه‌های مقاومت ظاهری محدوده‌های رسانا مشخص می‌گردند.

۳-۲-۵- تفسیر داده‌های رادیومتری

همانطور که در فصل‌های قبل گفته شد یکی از روش‌های ژئوفیزیکی برداشت شده توسط سیستم مورد استفاده، روش رادیومتری یا اسپکترومتری است که خود شامل داده‌های پتاسیم (K)، اورانیوم (U) و توریم (Th) است. مقادیر این داده‌ها بر حسب تعداد سیگنال‌های ثبت شده در ثانیه توسط دستگاه اندازه‌گیری اسپکترومتری می‌باشند.

پس از تصحیح و اعمال ضرایب رادیومتری به داده‌های برداشت شده این داده‌ها بصورت نقشه‌های U, K, Th و یا بصورت نقشه‌های ترکیبی (Total Count Ternary) مورد استفاده واقع می‌شوند.

بصورت کلی روش رادیومتری یک روش بسیار حساس نسبت به عوامل محیطی است بطوری که عوامل زیادی در هنگام برداشت در صحت داده‌ها نقش دارند یکی از این عوامل رطوبت محیط در هنگام برداشت است بطوریکه در هنگام بارندگی شدید و رطوبت خاک سیگنال‌های دریافتی توسط دستگاه اندازه‌گیری کننده بسیار ضعیف شده و باعث گمراهی در تفسیر داده‌ها می‌شود بنابراین در هنگام بارندگی برداشت داده‌ها صورت نمی‌گیرد.

یکی دیگر از عوامل بسیار موثر ارتفاع پرواز می‌باشد که نقش مهمی را در کیفیت این داده‌ها بازی می‌کند بطوریکه با افزایش ارتفاع پرواز سیگنال‌های دریافتی به شدت تضعیف شده و حتی در بعضی از مناطق بعثت افزایش غیر طبیعی ارتفاع بالگرد مقادیر برداشت شده قابل استفاده در تفسیر نمی‌باشد.

عامل دیگر خطای دستگاه می‌باشد که بعثت حساسیت بالای دستگاه‌های اندازه‌گیری اسپکترومتری، معمولاً این داده‌ها دچار مشکلات کیفی می‌شوند.

۳-۲-۵-۱- کاربردهای نقشه‌های رادیومتری

از کاربردهای مهم و جالب داده‌های رادیومتری ردیابی رسوبات و آبرفت‌های شسته شده و انتقال یافته در یک منطقه است که این خود از قابلیت‌های مهم این روش است که منحصر به فرد می‌باشد.

همانطور که می‌دانیم عمق نفوذ داده‌های رادیومتری بسیار کم بوده و فقط مربوط به سطح فوقانی خاک است که این عمق نفوذ را در حدود ۳۰ سانتی‌متر می‌توان در نظر گرفت.

طبیعی است که در بعضی از مناطق می‌توان رسوبات و آبرفت‌های شسته شده را در امتداد آبراهه‌ها دنبال کرد و به منبع اصلی این رسوبات با همان خصوصیات از نظر داده‌های رادیومتری در ارتفاعات بالاتر دست یافت، بطور مثال با مشاهده وجود مقادیر اورانیم در رسوبات یک آبراهه و دنبال کردن این آبراهه در ارتفاعات می‌توان منشأ این رسوبات که دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای اورانیم می‌باشد را مشخص نمود که این از قابلیت‌های بسیار مهم روش رادیومتری است.

هر نوع واحد سنگی با توجه به ترکیب شیمیایی خود دارای مقادیری از این عناصر سه‌گانه (توریوم، پتاسیم، اورانیوم) است که با داشتن ترکیب هر واحد لیتولوژی می‌توان به سادگی این واحدها را از یکدیگر تفکیک کرد. بطور مثال واحدهای آلکان که دارای مقدار زیادی پتاسیم هستند (مانند شوشونیت‌ها) بر روی نقشه‌های رادیومتری بخوبی قابل تفکیک می‌باشند.

همچنین واحدهای اورانیوم‌دار مانند ماسه سنگ‌های اورانیوم‌دار درصد بالایی اورانیم از خود نشان می‌دهند که بدلیل متحرک بودن اورانیم هاله‌ای از اورانیم در اطراف آنها قابل تشخیص است. در بین این عناصر سه‌گانه اورانیم قابلیت تحرک بیشتری نسبت به توریوم و پتاسیم دارد بنابراین یک ردیاب بسیار خوب بر روی رسوبات برای تشخیص منشأ اورانیم می‌باشد.

اما یکی از کاربردهای بسیار مهم داده‌های رادیومتری تعیین مناطق آلتراسیون می‌باشد که با توجه به نوع آلتراسیون رخ داده در یک ناحیه با توجه به افزایش یا کاهش میزان یکی از این سه عنصر در آن نوع آلتراسیون، می‌توان مناطقی که یک نوع آلتراسیون خاص در آن رخ داده است را بخوبی مشخص نمود. بطور مثال همانطور که می‌دانیم آلتراسیون پتاسیک، با افزایش درصد پتاسیم همراه است که این خود ردیاب خوبی برای تعیین این منطقه دگرسان شده می‌باشد.

همچنین در برخی اوقات نواحی آلتراسیون با تهی‌شدگی توریوم، پتاسیم و اورانیم همراه است که این مناطق آتره شده بر روی نقشه‌های ترکیبی مثل Ternary بخوبی قابل تفکیک است.

از دیگر کاربردهای مهم داده‌های رادیومتری تعیین کنتاکت‌های زمین‌شناسی با دقت بسیار بالا است. بطور مثال بر روی واحدهای آهکی و کربناتی همانطور که انتظار می‌رود درصد وجود این عناصر بسیار کم است که بر روی نقشه ترکیبی مرز این واحدها در مجاورت واحدهای دیگر قابل تفکیک است.

یکی دیگر از کاربردهای این روش شناسایی واحدهای گرانیته است که دارای مقدار بالایی توریم، پتاسیم و اورانیوم هستند. همانطور که می‌دانیم هر چقدر این گرانیته‌ها به سمت پگماتیت‌ها میل کنند احتمال وجود اورانیوم در این سنگ‌ها افزایش می‌یابد. در اثر هوازده شدن این پگماتیت‌ها هاله‌ای از اورانیوم در اطراف این واحدهای سنگی نمایان می‌شود که با کمک داده‌های رادیومتری می‌توان بخوبی منشأ اورانیوم را مشخص کرد.

همچنین در آلتراسیون آرژیلیتی بعلت وجود کانی‌های رسی و قابلیت این کانی‌ها در جذب اورانیوم می‌توان درصد بالایی اورانیوم در درون این زون آلتراسیون مشاهده کرد. البته بدیهی است که در نظر گرفتن چنین شرایطی مستلزم داشتن اطلاعات کافی از زمین‌شناسی منطقه و ترکیب واحدهای لیتولوژی موجود در منطقه است.

نقشه Ternary (سه گانه) داده‌های رادیومتری از ترکیب داده‌های سه گانه رادیومتری بدست می‌آید که این نقشه بر اساس سه رنگ اصلی Cyan , Magenta و yellow در سیستم CMY و قرمز، سبز و آبی در سیستم RGB است که معمولاً در تفسیر داده‌های رادیومتری از سیستم CMY استفاده می‌شود. در بررسی نقشه Ternary همانطور که می‌توان دید کنتاکت واحدهای زمین‌شناسی بخوبی قابل تفکیک می‌باشد که از دیگر کاربردهای این نقشه تعیین واحدهایی است که تهی شدگی یا غنی شدگی عناصر سه گانه در آن رخ داده است.

همچنین برحسب وجود درصد‌های مختلفی از عناصر پتاسیم، توریم، اورانیوم می‌توان یک طیف رنگی مشخص از این سه عنصر را برحسب رنگ‌های اصلی مشاهده کرد که در نهایت وجود مناطق تیره رنگ بیانگر غنی‌شدگی هر سه عنصر و وجود مناطق سفید رنگ بیانگر مناطق تهی شدگی از عناصر سه گانه می‌باشد (در سیستم CMY)، که این حالت معمولاً بر روی واحدهای کربناتی و آهکی رخ می‌دهد و مرز این چنین واحدهایی را می‌توان بخوبی با کمک نقشه Ternary مشخص نمود.

۳-۲-۶- تلفیق داده‌های سه روش مغناطیسی، الکترومغناطیس و رادیومتری

همانطوریکه در بخش‌های قبلی گفته شد هر روش ژئوفیزیکی اطلاعاتی را در مورد خصوصیات فیزیکی مشخصی از واحدهای لیتولوژی و پدیده‌های رخ داده در زمین در اختیار ما قرار می‌دهد. بدیهی است که برای بررسی دقیق‌تر عوارض و پدیده‌های زمین‌شناسی تلفیق داده‌های حاصل از روشهای مختلف می‌تواند کمک موثری در دستیابی به نتایج صحیح نماید. در اکتشاف ناحیه‌ای مواد معدنی نیز تطبیق و تلفیق داده‌های ژئوفیزیکی حاصل از سه روش مغناطیسی، الکترومغناطیس و رادیومتری هوایی می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در شناسایی مناطق امید بخش ایفا کند. بدین منظور نقشه‌های تفسیر شده از سه روش فوق الذکر با یکدیگر تلفیق گشته و بی‌هنجاری‌های شاخص که دارای پاسخ‌های متفاوت در نقشه‌های مختلف هستند را می‌توان شناسایی نمود.

۳-۳- تفسیر منطقه مورد مطالعه

در پی بررسی نقشه‌های ژئوفیزیکی و مقایسه آنها با نقشه‌های زمین‌شناسی و دورسنجی مهمترین ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه به قرار ذیل می‌باشد:

قسمتهای جنوبی محدوده مورد مطالعه که به لحاظ لیتولوژیکی عمدتاً بر روی واحدهای دگرگونی شامل آهک‌های مرمری شده، میکا شایست، آمفیبولیت، مرمر و ... قرار گرفته اند غالباً شدت میدان مغناطیسی متوسط تا بالا را نشان می‌دهند که برای این شدت میدان مغناطیسی دو دلیل عمده را می‌توان در نظر گرفت :

ممکن است این شدت بالای میدان ناشی از خود سنگ‌های دگرگونی بوده که بعلت وجود کانی‌هایی با زمینه مغناطیسی بالا در آنها بوجود آمده باشد و یا مرتبط به واحدهای ولکانیکی باشند که در حاشیه شمالی این واحدهای دگرگونه به سن پرکامبرین (که در نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی با J_7 مشخص گردیده است و نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ این محدوده چاپ نشده است) قرار گرفته‌اند. واحدهای مزبور غالباً روند N45W را نشان می‌دهند. این واحدها در نقشه سه‌گانه رادیومتری پرتوزایی پایین از خود نشان می‌دهند ولی دارای شدت میدان مغناطیسی نسبتاً بالا هستند و آنومالی‌های مغناطیسی این واحد بافت مربوط به واحدهای ولکانیکی را از خود نشان می‌دهند.

وجود انقطاع (جابجایی) در آنومالی‌های مغناطیسی این واحد تحت تأثیر قرار گرفتن این واحد از فرآیندهای تکتونیکی موجود در منطقه را نشان می‌دهد. در بخش‌های مدفون در زیر آبرفت نیز مقاومت پایین مشاهده می‌شود. از دیگر ویژگی‌های مربوط به این واحدهای دگرگونه به موارد ذیل می‌توان اشاره نمود:

بر اساس نقشه‌های رادیومتری بخشی از واحدهای دگرگونه دارای پرتوزایی پایین هستند که در تصاویر ماهواره‌ای با ترکیب رنگ کاذب ۷۴۲ به رنگ صورتی تیره قابل مشاهده و تطابق هستند. سایر بخش‌های واحد‌های دگرگونی در محدوده دارای پرتوزایی نسبتاً بالا از سه عنصر پتاسیم (K) توریم (TH) و اورانیوم (U) هستند. این واحدها در تصاویر ماهواره (تصاویر ۷۴۲) به رنگ سبز یشمی قابل شناسایی هستند. در بخش‌هایی نیز ظاهراً مخلوطی از این دو واحد دگرگونه مشاهده می‌گردند که پرتوزایی حد واسطی دارند ولی در مجموع میزان پرتوزایی آنها کم است. سری اول واحدهای دگرگونه (که پرتوزایی پایین دارند) در نقشه مقاومت ویژه (7200 Hz) دارای مقاومت نسبی بالاتر نسبت به واحدهای دارای پرتوزایی بالا هستند. در بخش‌های مرکزی این قسمت نیز واحدها یک غنی‌شدگی نسبی اورانیوم از خود نشان می‌دهند که به نظر می‌رسد عمدتاً منشاء لیتولوژیکی داشته و بدلیل وجود میان لایه‌های موجود در واحدهای دگرگونی است. در این بخش ظاهراً تنوع واحدهای زمین‌شناسی بیش از سایر قسمت‌های منطقه دگرگونی می‌باشد و مقاومت ویژه واحدها نیز بطور بارزی نسبت به سایر واحدهای دگرگونه کمتر بوده و واحدها رساناتر می‌باشند.

دلیل دیگری که می‌توان برای این شدت بالای میدان در نظر گرفت وجود دایک‌های متعددی است که عمدتاً با روندهای شمالی-جنوبی در این محدوده قابل مشاهده می‌باشد. لیتولوژی غالب این دایک‌ها از نوع سنگ‌های بازیک و اولترابازیک است که غالباً در نقشه مغناطیس شدت بالا را نشان می‌دهند. تزریق دایک‌های دیابازی در شکستگی‌های حاصل از فعالیت‌های تکتونیکی صورت گرفته است که ضخامت دایک‌ها ۱ تا ۳ متر می‌باشد روند دایک‌ها شمالی-جنوبی و شمال غرب-جنوب شرق می‌باشد. به نظر می‌رسد دایک‌های مزبور نقش مهمی در دگرسانی و تشکیل کانه‌های معدنی در محدوده مورد بررسی دارند. به عبارت بهتر سنگ‌های دگرگونی که از آنها نام

برده شد نقش سنگ میزبان کانه‌ها در این محدوده را ایفا می‌کنند، این سنگ‌های میزبان متحمل دگرگونی ناحیه‌ای تا بخش بالایی رخساره شیست سبز شده است. مهمترین کانسار معدنی موجود در این محدوده کانسار طلائی زرتشت می‌باشد که بر اساس مطالعات صورت گرفته ژنز کانسار مزبور از نوع برشی می‌باشد بطوریکه می‌توان گفت سیالات کانه‌دار در شکستگی‌هایی که به نظر می‌رسد زون‌های نواحی برش باشد حرکت نموده و محصولات خود را که عمدتاً کربنات‌های آهن و کلسیم و سیلیس می‌باشند بجا می‌گذارند پر واضح است که کانی‌سازی طلا در منطقه در کنترل شکستگی‌ها و شرایط زمین‌ساختی محلی است رگه‌های طلا دار عمدتاً دارای گسترش عمقی قابل ملاحظه‌ای هستند برای این رگه‌های معدنی کانه‌دار دو منشأ می‌توان تصور نمود یک دسته از شواهد نشان دهنده منشأ هیدروترمالی آنها است از سوی دیگر با توجه به اینکه سنگ میزبان متحمل دگرگونی ناحیه‌ای تا بخش بالایی رخساره شیست سبز شده است و در چنین شرایطی حجم زیادی از سیالات در اثر واکنش‌های آب زدا آزاد می‌شوند منشأ سیالات از این طریق نیز می‌تواند تأمین گردد بر اساس نقشه‌های ژئوفیزیکی (نقشه مغناطیس) وجود یک منبع آذرین عمیق را در این محدوده می‌توان تشخیص داد که دایک‌هایی که در بالا به آنها اشاره شد عمدتاً از روی این منبع عبور می‌کنند. کانسار طلائی زرتشت در حاشیه این توده نفوذی قرار دارد لذا با توجه به شناسایی این منبع آذرین عمیق، دایک‌های عمقی و نیز شکستگی‌هایی که تا اعماق زیاد ادامه دارند، کانسار طلائی مزبور می‌تواند ناشی از منشأ هیدروترمالی باشد به گونه‌ای که منبع آذرین مذکور در تولید سیالات ماگمایی نقش اساسی دارد. با توجه به این موضوع انتظار می‌رود که در عمق نیز رگه‌های معدنی دارای گسترش باشند و اهمیت کانی‌سازی طلا در این منطقه بیشتر می‌شود.

از سوی دیگر بر اساس نقشه رادیومتری مشخص می‌گردد کانسار طلائی زرتشت در محل کنتاکت دو واحد لیتولوژی متفاوت از یکدیگر قرار گرفته است به گونه‌ای که در نقشه زمین‌شناسی کل مجموعه تحت عنوان یک واحد لیتولوژیک (آمفیبولیت) مشخص گردیده ولی بر اساس نقشه رادیومتری مشخص می‌گردد دو تیپ سنگ‌های دگرگونی که به لحاظ کانی‌شناسی با یکدیگر متفاوتند در این محدوده قرار دارند یک دسته از این سنگ‌ها که حاوی ترمولیت-اکتینولیت بوده و سه عنصر پتاسیم، توریم و اورانیم در آنها کمترین مقدار ممکنه را دارند و احتمالاً بصورت راندگی در این محدوده قرار گرفته‌اند و کانسار زرتشت در حاشیه این دسته سنگ‌ها قرار دارد ولی دسته دیگر

سنگ‌ها در این محدوده مقدار بالای عناصر رادیواکتیو را نشان می‌دهند. روند شکستگی‌ها و دایک‌های موجود در این محدوده (که در نقشه‌های مربوطه مشخص گردیده‌اند) به لحاظ پی‌جویی کانسارها بسیار حائز اهمیت هستند.

محدوده میانی منطقه که به لحاظ لیتولوژیکی عمدتاً بر روی واحدهای رسوبی شامل ماسه سنگ، چرت، آهک، توفیت، آگلومرا قرار دارند در غالب نقاط شدت میدان پایین از خود نشان می‌دهند که با توجه به نوع لیتولوژی این امر منطقی به نظر می‌رسد تنها در قسمت‌هایی از این محدوده مناطقی با شدت میدان بالا مشاهده می‌گردد براساس نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران غالب این محدوده‌ها بر روی واحدهای توف برش اسپلیتی، ماسه سنگ، چرت و آهک قرار دارند اما با توجه به نقشه‌های ماهواره و نقشه‌های مغناطیس و رادیومتری مشخص می‌گردد در قسمت‌های مختلفی از این محدوده‌ها بیرون زدگی‌های نسبتاً فراوانی از واحدهای سنگی مشاهده می‌گردد که بر اساس نقشه سه گانه رادیومتری (ternary map) دارای کمترین میزان از سه عنصر رادیواکتیو بوده و از سویی دارای شدت میدان بالا می‌باشند که به احتمال فراوان در ارتباط با روانه‌های بازیک و الترابازیک می‌باشند که این مسئله می‌تواند به تفکیک دقیق تر واحدهای سنگی در این قسمت بیانجامد که در نقشه زمین شناسی لحاظ نشده است. تعدد خطواره‌هایی که در اینجا بر اساس نقشه مغناطیس قابل تشخیص هستند نشان از فعالیت شدید تکتونیک در این قسمت دارد. در مطالعه این قسمت از نقشه چند نکته حائز اهمیت است:

نخست آنکه در قسمتی از این محدوده برونزد واحدهای نفوذی بازیک (گابروودیوریت) و نیز واحدهای اسیدی (گرانودیوریت و کوارتز دیوریت) را می‌توان مشاهده نمود که در کنتاکت با واحدهای اسپیلیتی، چرت، آهک‌ها و توف‌ها و کنگلومراها قرار دارند و توسط تعداد زیادی از گسله‌ها قطع شده‌اند که از اثرات مهم این توده‌ها (خصوصاً توده‌های اسیدی) بر اساس نقشه مغناطیس ایجاد اشکال حلقوی (Ring structure) در روی زمین می‌باشد و چون این توده‌ها که بر اساس نقشه زمین شناسی، جدیدتر از واحدهای اسپیلیتی، چرتی، آهکی و ... می‌باشند لذا می‌توانند از عوامل مهم کانی‌ساز در این محدوده تلقی گردند بویژه در قسمت‌هایی که توسط گسل‌ها بریده شده‌اند.

در ثانی گرانودیوریت‌های مشاهده شده در منطقه بر اساس نقشه مغناطیس شدت میدان بالا از خود نشان می‌دهند که نشان دهنده وجود مگنتیت در درون آنها می‌باشد،

بنابراین این گرانودیوریت‌ها به احتمال فراوان از نوع گرانودیوریت‌های نوع I می‌باشند که می‌توانند در کانی‌سازی مس و مولیبدن نقش مهمی ایفا می‌کنند.

با توجه به مطالب بالا می‌توان گفت، محدوده‌هایی که در آنها این نوع از گرانودیوریت‌ها وجود دارند بویژه قسمت‌هایی که توسط زون‌های گسله بریده شده‌اند به لحاظ کانی‌سازی مس از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد که بر این اساس نقاط بی‌هنجار در روی نقشه مشخص گردیده است.

با توجه به نقشه سه‌گانه رادیومتری افزایش نسبی سه عنصر رادیواکتیو توریم، پتاسیم و اورانیوم در مناطقی که مغناطیس بالا و مقاومت ظاهری بالایی دارند مشهود می‌باشد که منطبق بر سنگ‌های اسیدی می‌باشد.

در بخش‌های شرق و جنوب شرقی محدوده میانی منطقه برداشت شدت کل میدان مغناطیسی بعلاوه وجود لایه‌های آهنی، پایین می‌باشد، تنها در قسمت‌هایی که گدازه‌های بازالتی در امتداد گسله‌ها بالا آمده‌اند اثراتی از مغناطیس بالا بصورت پراکنده می‌توان مشاهده نمود که از لحاظ کانی‌سازی نمی‌توانند چندان مورد توجه باشند.

با توجه به نقشه‌های مغناطیسی، مقاومت و رادیومتری و مقایسه نتایج آنها با پدیده‌های زمین‌شناسی می‌توان نتیجه گرفت دگرسانی در این محدوده عمدتاً از نوع هیدروترمال بوده و در امتداد گسل‌ها رخ داده به گونه‌ای که ساختارها در این محدوده نقش اساسی در کانی‌سازی ایفا می‌کنند. لذا عمده ساختارها و شکستگی‌هایی که بر اساس نقشه مغناطیس و الکترومغناطیس تشخیص داده شده‌اند می‌باید حین عملیات اکتشاف مد نظر قرار گیرند.

سایر واحدهای مهم موجود در منطقه و ویژگی‌های ژئوفیزیکی آنها به قرار ذیل می‌باشد:

واحدهای گرانیته - دیوریتی و اسپیلیتی جنوب سرگز :

این واحدها نیز در بخش عمده‌ای پرتوزایی نسبی بالا از توریم را نشان می‌دهند که در بخش‌های گرانودیوریتی پرتوزایی از سه عنصر پتاسیم، توریم و اورانیوم افزایش پیدا می‌کند. مغناطیس مربوط به این واحدها بطور کلی متوسط تا بالا است که به نظر می‌رسد در بخش‌های اسپیلیتی از شدت میدان بیشتری برخوردار باشد ولی ارتباط مشخصی بین پاسخ مغناطیس و پرتوزایی رادیومتری آنها دیده نمی‌شود مقاومت ویژه نیز بر روی این واحدها بالا می‌باشد.

واحدهای آهکی الیگوسن (OM^l)

بطور مشخص در نقشه رادیومتری سه گانه پرتوزایی بسیار بالایی نشان می‌دهد که با توجه به نوع لیتولوژی (رسوبی) غیر طبیعی به نظر می‌رسد ولی به احتمال فراوان این پرتوزایی را در ارتباط با مواد آلی فراوان که در این واحد به صورت مواد آواری، جلبک و فرامینیفرها می‌باشد. به هر حال آنومالی اورانیم این واحد می‌تواند قابل توجه بوده و به لحاظ اقتصادی مورد توجه قرار گیرد. شدت میدان مغناطیسی این واحد پایین بوده و در نقشه مقاومت نیز به ویژه در حاشیه‌های این واحد نیز مقاومت پایین را می‌توان مشاهده نمود.

واحدهای (K^l) و (JK^l)

واحدهای فوق الذکر که عمدتاً در قسمت‌های جنوب غربی منطقه رخنمون دارند شامل واحدهای آهکی اوربیتولین‌دار و کالپیونلادار کرتاسه و ژوراسیک هستند که در نقشه رادیومتری پرتوزایی پایین تا متوسط از اورانیوم را نشان می‌دهند که این امر ناشی از وجود مواد آلی در این واحدها هستند ولی نسبت به واحدهای آهکی الیگومیوسن پرتوزایی اورانیم کمتری دارند. این واحدها فاقد خاصیت مغناطیسی بوده و در نقشه مقاومت با توجه به رخنمون قابل توجه دارای مقاومت بالا هستند.

واحد (K_{u2}^{pv})

این واحد که در شمال محدوده برداشت در سطح وسیعی رخنمون دارد شامل توف ریولیتی کریستاله، چرت، توف ریولیتی جوش خورده و پیروکسن آندزیت می‌باشد که پاسخ رادیومتری آنها بدلیل تنوع واحدها کاملاً واضح نیست ولی در بخش‌هایی از آنها پرتوزایی پتاسیم قابل مشاهده می‌باشد که احتمالاً ماهیت آکالن این واحدها را نشان می‌دهد.

واحدهای (K_{u2}^{py})

شامل واحدهای ریولیتی کریستاله پیروکلاستیکی و لیتیک توف‌های اسپیلیتیدر شمال محدوده مورد نظر بوده که پاسخ رادیومتری مشخصی ندارد ولی میدان بالا از خود نشان داده و دارای مقاومت بالا هستند.

واحد (K_{u2}^{vp})

شامل واحدهای اسپلیت، آندزیت، بازالت، ولکانیک‌های اسیدی، پیروکلاستیک‌های ریولیتی و ماسه‌سنگ‌های آرکوزی می‌باشد که در بخش‌های شمالی و شمال شرق

محدوده برداشت رخنمون دارند. در نقشه رادیومتری بر روی این واحد پاسخ رادیومتری مشخص و یکنواختی دیده نمی‌شود تنها در بخش‌های مرکزی آن که در شمال واحد OM^1 قرار می‌گیرد غنی‌شدگی نسبی از پتاسیم در محدوده‌ای به قطر حدود ۵ کیلومتر مشاهده می‌شود. شدت میدان مغناطیسی بر روی این واحد یکنواخت نبوده و در بخش‌های غربی آن شدت میدان متوسط تا بالا با بافت ناهموار و بخش‌های شرقی آن شدت میدان پایین نشان می‌دهند. پاسخ مغناطیسی در بخش غربی طبیعی به نظر می‌رسد ولی در بخش شرقی ظاهراً به دلیل اختلاط این واحد با آهک و نیز دگرسان شدن این واحد شدت میدان در بخش بزرگی از این واحد کاهش یافته است مرز این زون دگرسان شده در نقشه مغناطیس به خوبی قابل تشخیص می‌باشد. به نظر می‌رسد عبور ساختارهای اصلی با روند شمالی-جنوبی در ایجاد این زون دگرسانی بزرگ نقش داشته باشد.

واحدهای GI, CM ، S_e

واحدهای مزبور در شمال غرب محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند و به ترتیب شامل واحدهای کالر ملانژ، آهک‌های گلوبوترونکانا دار ، سرپانتین و سرپانتینیت شیبست هستند که در نقشه رادیومتری دارای پرتوزایی پایین می‌باشند. در بخش‌هایی که واحدهای کالرملانژ رخنمون دارند پرتوزایی نسبی بالا از پتاسیم دیده می‌شود و بر اساس نقشه مغناطیس نیز شدت میدان بالای مغناطیس نیز در این محدوده دیده می‌شود ولی در سایر بخش‌ها شدت میدان متوسط با بافت ناهموار می‌باشد مقاومت این واحدها در حد متوسط می‌باشد

واحد E_s

عمدتاً شامل ماسه‌سنگ‌های آهکی و مارن گچ‌دار می‌باشد و در بخش وسیعی از شمال غرب منطقه رخنمون دارد که دارای پرتوزایی مشخصی نبوده ولی دارای مقاومت پایین می‌باشد که در بخش وسیعی پوشیده از آبرفت است که می‌توان به صورت زون‌های مقاومت پایین مشاهده نمود و در جاهایی که رخنمون واحدها وجود دارد مقاومت افزایش می‌یابد.

در قسمت‌های مرکزی محدوده برداشت در محدوده اسفندقه دولت آباد واحدها پاسخ روشن رادیومتری نشان نمی‌دهند در این بخش تنها پاره‌ای از قسمت‌ها نسبت به توریم و اورانیم غنی‌شدگی نسبی نشان می‌دهند که با واحد خاصی تطابق ندارد شدت میدان مغناطیسی در این قسمت به دلیل وجود یک منبع آذرین با

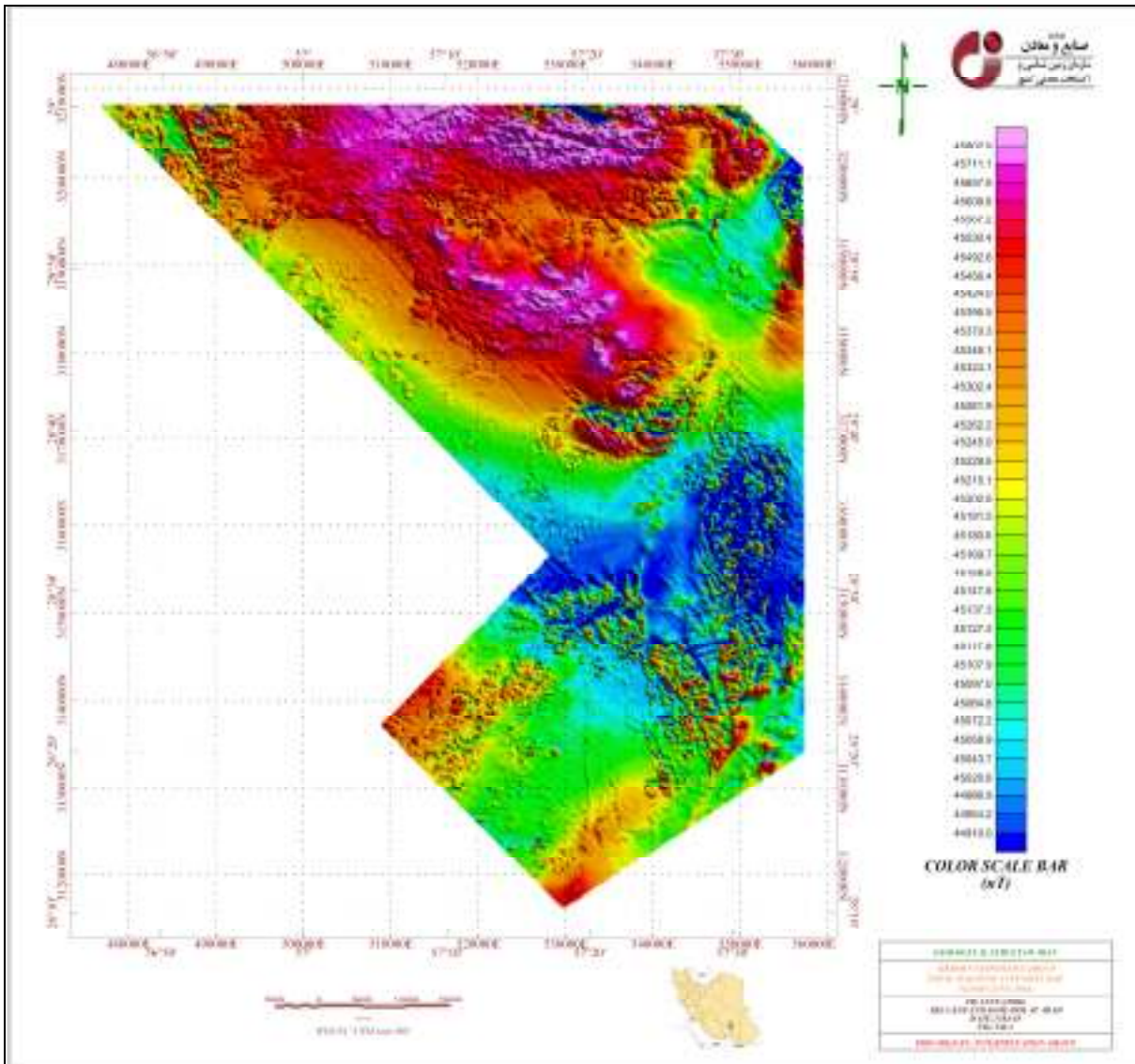
مغناطیس بالا بطور عمومی افزایش پیدا کرده است که در حاشیه غربی واحد آهکی OM^L قرار گرفته است. مقاومت واحدها بطور عمومی متوسط تا بالا می باشد.

۳-۴- نقشه های منطقه مورد مطالعه

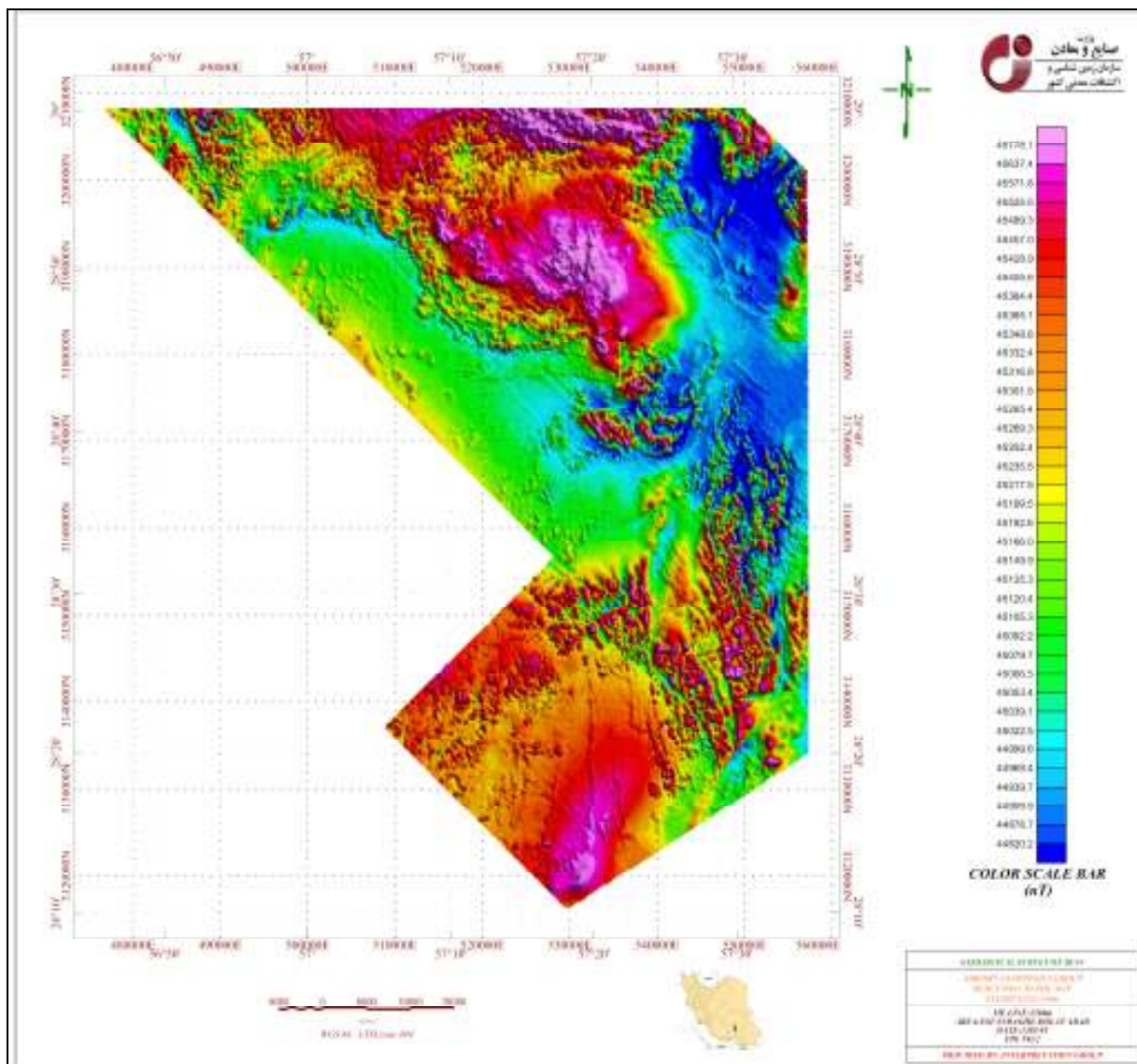
در شکل های ۲-۳ تا ۱۰-۳ نقشه های منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. نقشه شماره ۱-۳ بیانگر نقشه شدت کل میدان مغناطیسی در منطقه می باشد، همانطور که در قسمت های قبل عنوان گردید بی هنجاری ها با شدت بالا غالباً در قسمت های شمالی منطقه متمرکز گشته است. حداکثر شدت میدان در این منطقه بر اساس نقشه فوق الذکر ۴۷۹۳۲ نانو تسلا، پائین ترین شدت میدان ۴۳۷۱۹ نانو تسلا و میانگین شدت میدان ۴۵۲۶۷ نانو تسلا می باشد.

برای بدست آوردن اطلاعات با ارزش تر با جزئیات بیشتر جهت تفسیر، فرآیندهای تبدیلی و فیلترهای مختلفی بکار می رود که منجر به تهیه سایر نقشه های تفسیری ($RTP, DZ1, \dots$) می گردد.

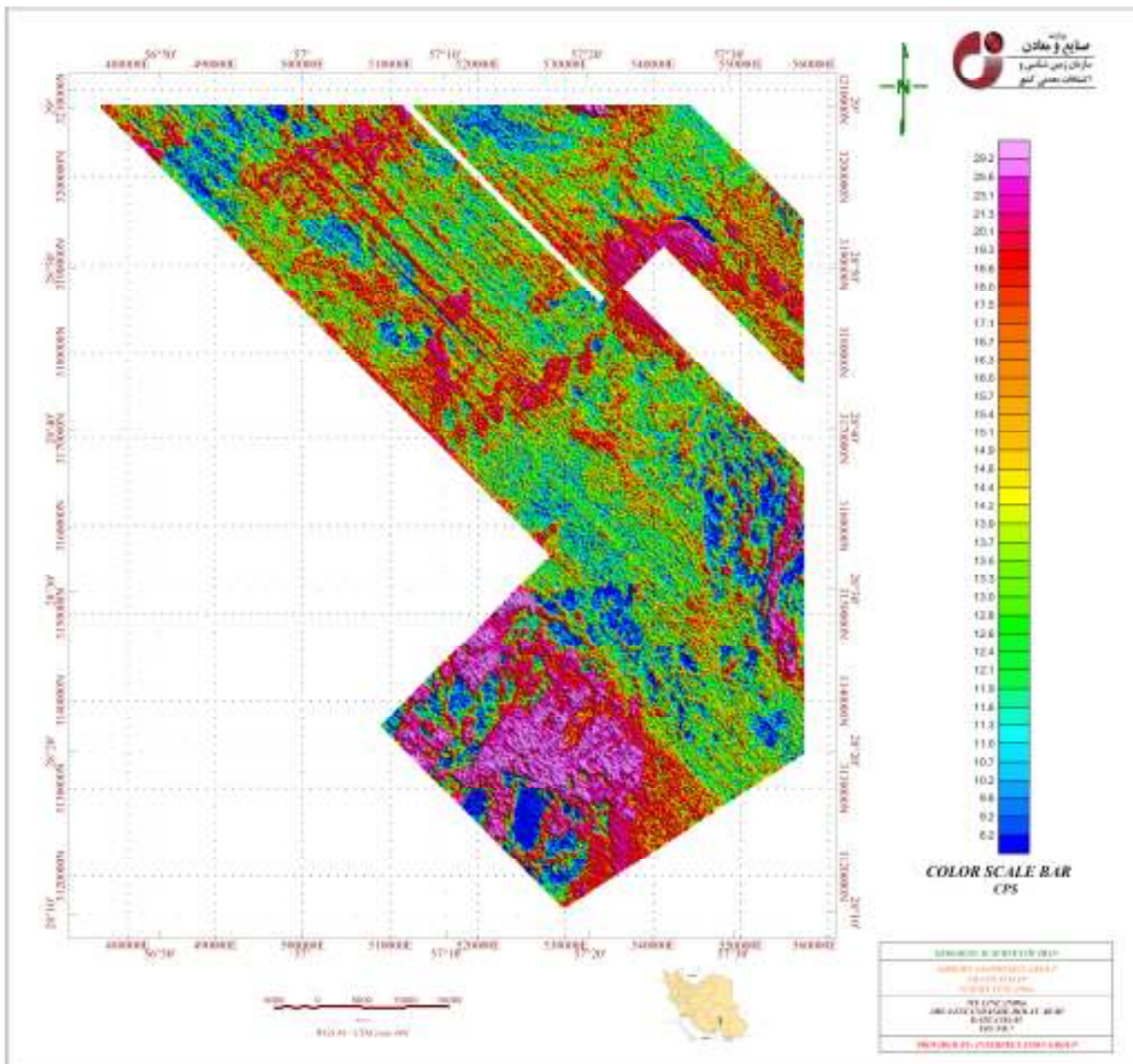
با مطالعه نقشه های بدست آمده و تطبیق آنها با نقشه های زمین شناسی و تصاویر ماهواره بیش از ۳۰ نقطه امیدبخش شناسایی گردید که نتایج حاصله در بخش ۳-۵ بصورت جداولی ارائه شده است.



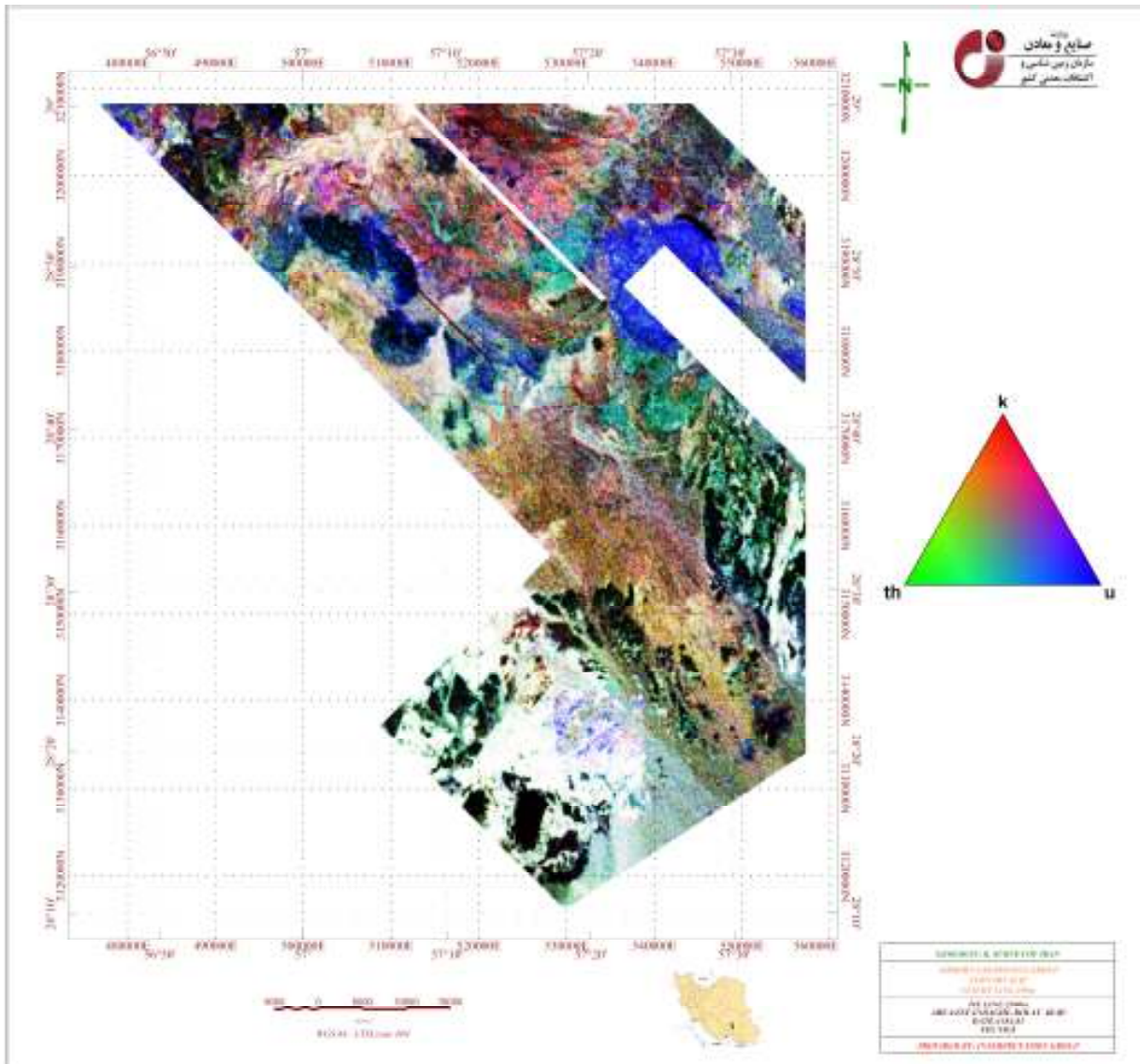
شکل ۳-۲- نقشه مغناطیس کل (Total Magnetic Map)



شکل ۳-۳- نقشه برگردان به قطب (RTP)



شکل ۳-۸- نقشه اورانیوم (Uranium Map)



شکل ۳-۹- نقشه سه گانه رادیومتری (Ternary Map)

۳-۴-۱- نقشه تفسیری منطقه جیرفت

در تهیه نقشه تفسیری از نقشه‌های مغناطیس (برگردان به قطب و مشتقات مربوطه) و نقشه‌های رادیومتری و نیز نقشه مقاومت ظاهری ویژه فرکانس‌های ۷۲۰۰ و ۹۰۰ هرتز استفاده شده است. در فرآیند تهیه این نقشه ابتدا واحدها بر اساس خواص فیزیکی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. سپس بر اساس خواص فیزیکی و نوع جنس و بافت مورد تفکیک و طبقه‌بندی قرار گرفته‌اند. حوضه‌های مغناطیسی نیز بر اساس تغییرات در شدت و بافت و روند آنومالی‌های مغناطیسی تفکیک شده‌اند. در مواردی که تغییرات مغناطیسی یکسان بوده است تفکیک واحدها بر اساس سایر خواص فیزیکی مانند رادیومتری و مقاومت آنها صورت گرفته است. ساختارهای موجود در محدوده نیز از طریق قطع ناگهانی روندها و یا جابجایی آنها که در نقشه‌های مشتق تظاهر بهتری دارند و نیز تغییر ناگهانی در خواص فیزیکی حوضه‌ها مشخص گردیده‌اند.

۳-۴-۲- خواص فیزیکی واحدها

با توجه به اینکه داده‌های برداشت شده در منطقه مورد مطالعه شامل داده‌های مغناطیسی، رادیومتری و الکترومغناطیس (مقاومت ویژه ظاهری) هستند بنابراین تغییرات خواص فیزیکی فوق در واحدها و یا ساختارهای زمین‌شناسی می‌تواند مبنایی جهت تفکیک و شناسایی آنها باشد. بر این اساس بر مبنای یک تقسیم بندی کلی واحدهای زمین‌شناسی به واحدهای رسوبی-رسوبی دگرگونی با علامت کلی Ms ، واحدهای ولکانیکی مافیک با علامت کلی Mv ، واحدهای نفوذی-ولکانیکی اسیدی با علامت کلی Av ، واحدهای نفوذی-ولکانیکی متوسط با علامت Iv ، توده‌های نفوذی مافیک با علامت MI ، و بخش‌های آبرفتی با Q تفکیک و مشخص گردیده‌اند. همچنین کلیه واحدها بر اساس میزان رسانایی به چهار دسته بسیار مقاوم با علامت عددی 0، مقاوم با علامت عددی 1، مقاومت متوسط با علامت عددی 2 و رسانا با علامت عددی 3 تقسیم بندی شده‌اند. همچنین کلیه واحدها بر اساس میزان و نوع پرتوزایی به انواع واحدهای بدون پرتوزایی با علامت L ، واحدهای بسیار پرتوزا با علامت H ، واحدهای دارای پرتوزایی اورانیوم بالا با علامت U ، واحدهای با پرتوزایی بالای توریم با علامت T ، واحدهای با پرتوزایی بالای پتاسیم با علامت K ، واحدهای با میزان پتاسیم و اورانیوم بالا با علامت KU تقسیم گردیده‌اند. با تلفیق داده‌ها و علائم

اختصاری مربوط به هر واحد می‌توان واحدهای زمین‌شناسی را بر اساس نوع و خواص فیزیکی مربوط نشان داد.

بطور کلی در نقشه تفسیری، واحدهای جنوب منطقه که واحدهای دگرگونی را شامل می‌شود بدلیل تغییرات رادیومتری و مقاومتی شاخص تفکیک شده‌اند که در آنها تغییرات مغناطیسی چندان مشخص نیست و تنها در بخش‌های غربی آن، واحدها دارای خاصیت مغناطیسی نسبتاً بالاتری هستند که بعضاً در آنها چند پیچ ولکانیکی بر اساس خواص مغناطیسی تفکیک شده‌اند. نکته بسیار مهم در این بخش وجود ساختارهای متعدد موازی با روند شمالی - جنوبی است که بعضاً در امتداد آنها دایک‌های مافیک با طول بیش از ۱۰ کیلومتر بوجود آمده‌اند. وجود رخنمون‌های اورانیوم‌دار در این بخش با ساختارها ارتباط نشان می‌دهند که قابلیت پیجویی و بررسی دارند.

در بخش‌های شمالی‌تر نقشه عمدتاً واحدهای رسوبی - متاولکانیک ژوراسیک رخنمون دارند که ساختارهای شمالی - جنوبی و دایک‌های متعدد در این ساختارها نمایان هستند. اهمیت این قسمت از منطقه بدلیل زون‌های برشی با پهنای حدود ۵ کیلومتر و طول بیش از ۳۰ کیلومتر با روندی تقریباً شمالی - جنوبی است (زون Ms1). وجود گسل‌های متقاطع با روند این زون برشی در حاشیه و مرکز آن می‌تواند نواحی مساعدی برای کانی‌سازی مرتبط با زون‌های بازشدگی باشد.

در قسمت‌های میانی نقشه نیز بیشتر واحدهای ولکانیکی اسیدی تا متوسط که بعضاً پاسخ مغناطیسی و گاهاً رادیومتری متفاوت دارند قابل شناسایی هستند. واحدهای رسوبی کربناتی آهکی نیز بصورت گسترده در مرکز و شرق نقشه تظاهر داشته و مشخصه آنها پرتوزایی نسبتاً بالای اورانیوم می‌باشد که ظاهراً مربوط به وجود مواد آلی در این واحدها است. به نظر می‌رسد که ضخامت این واحدها زیاد بوده بطوریکه نوع واحدهای زیر آنها حتی با استفاده از داده‌های مغناطیسی قابل شناسایی نیست (مجموعه واحدهای Ms1,2,3U). نکته قابل توجه مجاورت این واحدها بصورت یک زون قوسی شکل با واحدهای ولکانیکی شمال آنها می‌باشد که بویژه در مجاورت توده‌های نفوذی متوسط تا اسیدی می‌تواند از لحاظ کانی‌سازی مهم باشد.

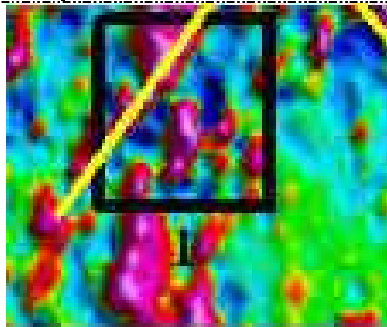
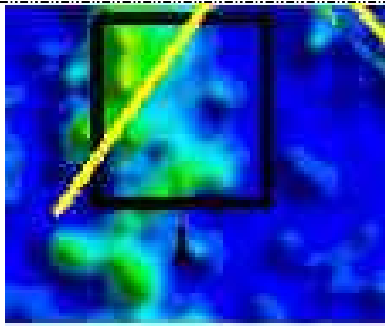

در شرق نقشه واحدهای ولکانیکی مافیک که دارای پرتوزایی پایین هستند (Mv0L) در مجاورت زون برشی Ms1 قرار گرفته است. در بخش‌هایی از این واحد توده‌های نفوذی اسیدی تزریق گردیده‌اند که از روی علائم پرتوزایی نسبی بالا بویژه

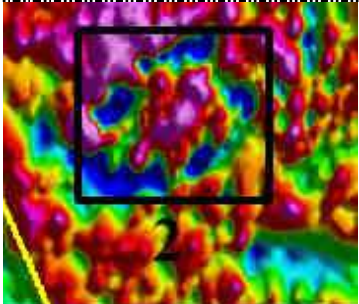
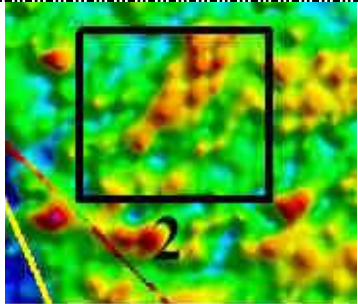
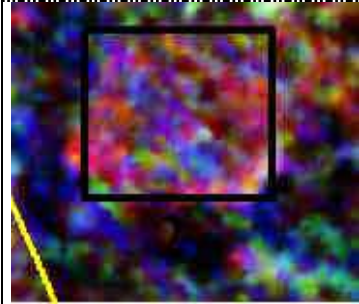
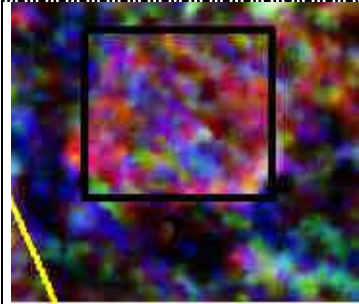
پرتوزایی نسبی بالای توریم قابل شناسایی است. در جنوب واحد کربناتی بزرگ Ms2U و در محدوده سرگز مجموعه واحدهای آذرین متوسط تا اسیدی که پرتوزایی متفاوت دارند و دارای بافت مغناطیسی خاص خود هستند تفکیک شده‌اند. وجود گسل‌هایی با روند شمالی - جنوبی و نیز یک گسل شمال شرق - جنوب غربی که این مجموعه واحد را قطع نموده است باعث جابجایی واحدها گردیده است. در قسمت‌های شمال غرب نقشه واحدها عمدتاً از نوع رسوبی و یا دگرگونی بوده و بیشتر از طریق خواص رادیومتری و مقاومتی قابل بررسی هستند و تنها در گوشه شمال غرب محدوده برداشت بعضی واحدها خاصیت مغناطیسی از خود نشان می‌دهند، که بر این اساس احتمال وجود یک توده نفوذی با قطر حدود ۱ کیلومتر که دارای زون بندی مغناطیسی است در زیر واحدهای رسوبی - دگرگونی قابل شناسایی می‌باشد. وجود زون‌های پتاسیم بالا در بخش‌های مغناطیس پایین مربوط به این توده نفوذی، آنومالی قابل توجهی را بوجود آورده که قابلیت پی‌جویی دارد. وجود ساختارهای شمال شرق - جنوب غرب در شمال غرب منطقه غالب است.



شکل ۳-۱۰- نقشه تفسیری منطقه (Interpretation Map)

۳-۵ - لیست آنومالی‌های مرتبط با مناطق امیدبخش

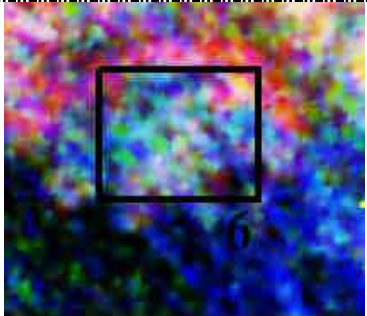
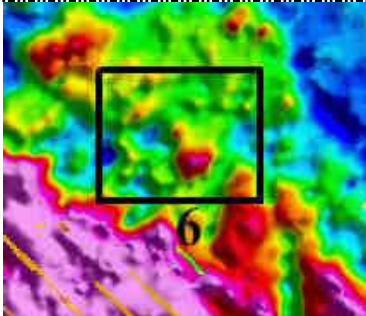
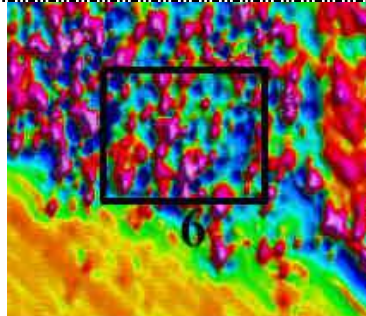
نام تارگت	X	Y	
۱	۴۸۳۶۸۴	۳۲۰۷۶۰۲	
علائم مغناطیس	در حاشیه یک زون مغناطیس پایین قرار گرفته است که یک آنومالی خطی شدت بالا از آن عبور می کند.		
علائم مقاومت ویژه	مقاومت متوسط و پایین و خطواره ای با امتداد تقریبی N30E..		
علائم رادیومتری	درصد بالای پتاسیم که منطبق با روند آنومالی شدت بالای مغناطیس می باشد.		
توصیف زمین شناسی	دارای واحد آندزیتی و گدازه های همراه می باشد.		
وسعت محدوده آنومالی	در حدود ۷۳۰×۵۳۰ مترمربع می باشد.		
تفسیر	احتمالاً یک زون آلتراسیون غنی از پتاسیم در حاشیه زون مغناطیس پایین قرار دارد.		
			
	نقشه مغناطیس	نقشه مقاومت	نقشه رادیومتری

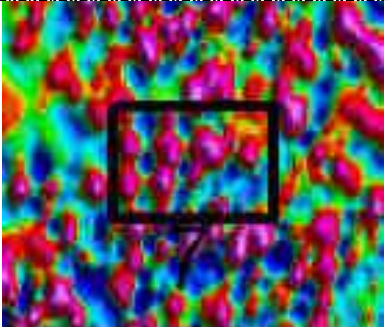
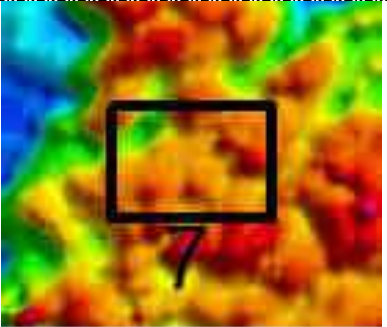

نام تارگت	X	Y
۲	۴۸۸۸۱۱	۳۲۰۶۷۷۹
علائم مغناطیس	یک زون دایره ای (بیضی) شکل شدت پایین با امتداد N45E که در مرکز آن یک آنومالی شدت بالا وجود دارد.	
علائم مقاومت ویژه	مقاومت متوسط و پایین مشاهده می شود که یک روند N45E از زون با مقاومت بالاتر در این امتداد دیده می شود.	
علائم رادیومتری	درصد بالایی از افزایش نسبی پتاسیم در حاشیه و در مرکز آن افزایش نسبی اورانیوم می باشد.	
توصیف زمین شناسی	واحد عمده تشکیل دهنده آن از جنس لاوهای بالشتی، داسیت ریولیت، ماسه سنگ و رادیولاریت می باشد.	
وسعت محدوده آنومالی	قطر توده نفوذی احتمالی در حدود $2/5 \times 1/8$ کیلومتر مربع می باشد.	
تفسیر	نوع آنومالی مغناطیسی احتمال وجود یک توده نفوذی را تقویت می کند و حاشیه پتاسیم بالا مربوط به زون آلتراسیون غنی از پتاسیم می باشد.	
<u>نقشه مغناطیس</u>		
<u>نقشه مقاومت</u>		
<u>نقشه رادیومتری</u>		

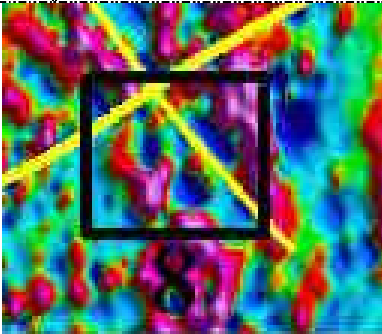
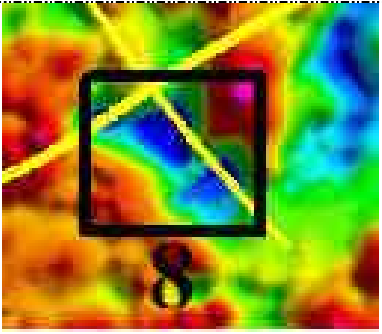
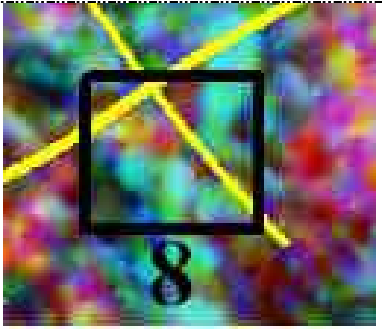
Y	X	نام تارگت
۳۲۰۷۷۱۱	۵۲۶۲۶۶	۳
یک زون نسبتاً مغناطیس پایین (نسبت به محیط اطراف) با روند N60W را نشان می دهد.		علائم مغناطیس
یک زون با مقاومت پایین که امتداد تقریباً شمالی - جنوبی دارد. که امتداد آن به سمت جنوب در یک زون خطی مقاومت پایین با امتداد تقریبی N80W می باشد.		علائم مقاومت ویژه
یک زون پتاسیم بالا که بر روی واحدها قرار می گیرد و هاله جنوبی آن بر روی آبرفتها قرار دارد.		علائم رادیومتری
رخنمون این محدوده در سطح زمین شامل گدازه های ریولیتی تا آندزیت بازالتی و سنگهای آذرآواری می باشد.		توصیف زمین شناسی
در حدود ۵۰۰×۱۵۰۰ مترمربع می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
احتمالاً یک زون آلتراسیون پتاسیم بالا که مرتبط با کانی سازی رگه ای یا اپی ترمال می باشد.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>


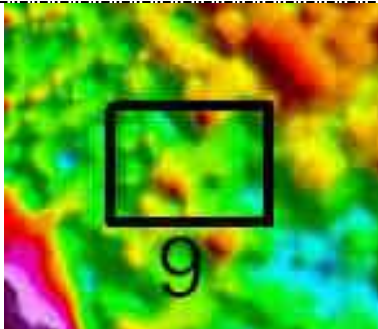
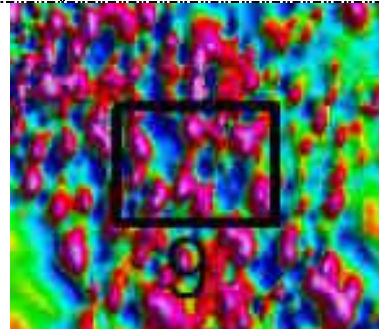
Y	X	نام تارگت
۳۲۰۶۵۹۱	۵۲۹۲۱۲	۴
یک زون شدت پایین که نسبت به آنومالیهای اطراف تغییرات (شدت) هموارتری دارد.		علائم مغناطیس
یک زون با مقاومت نسبی پایین که شکل تقریباً بیضی شکلی دارد و جهت کشیدگی آن N45W می باشد.		علائم مقاومت ویژه
درصد بالایی از پتاسیم با روند N45W قابل مشاهده است.		علائم رادیومتری
واحدهایی که در این محدوده رخنمون دارند گدازه های ریولیتی تا آندزیت بازالتی و سنگهای آذرآواری می باشد.		توصیف زمین شناسی
ابعاد آنومالی در حدود ۳۵۰×۶۵۰ مترمربع می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
زون آلتراسیون غنی از پتاسیم که همراه با کاهش مقاومت می باشد.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

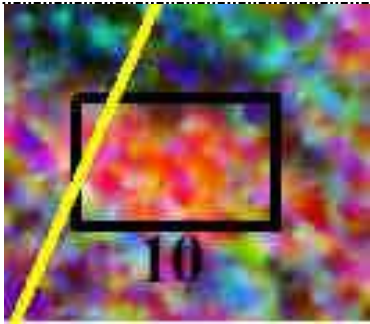
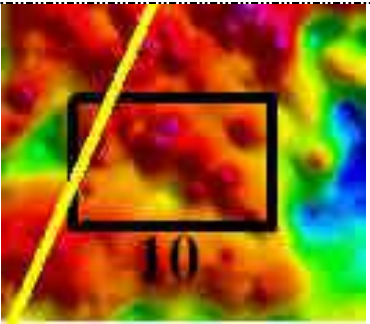
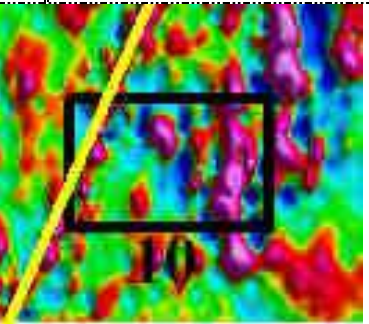
Y	X	نام تارگت
۳۲۰۰۹۸۵	۵۲۴۰۲۶	۵
<p>شدت متوسط تا بالای مغناطیسی و خطواره ای با امتداد تقریباً شرقی-غربی که از مرکز محدوده عبور می کند.</p>		علائم مغناطیس
<p>یک زون با رسانایی بالا در مرکز محدوده که به سمت جنوب مقاومتش افزایش می یابد.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>افزایش نسبی پتاسیم بویژه در حاشیه جنوبی زون مقاومت پایین که به سمت جنوب در مجاورت آهکها بیشترین مقدار پتاسیم را دارا می باشد.</p>		علائم رادیومتری
<p>دارای واحد زمین شناسی ماسه سنگ آهکی زرد و خاکستری، کنگلومرا و مارن گچ دار و نیز سنگ آهک نومولیت دار می باشد.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>مساحت زون مقاومت پایین در حدود ۵۰۰×۷۵۰ مترمربع بوده که در فاصله ۹۰۰ متری از جنوب آن زون پتاسیم بالا در حاشیه آهک قرار گرفته است.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>احتمال وجود توده نفوذی و زون آلتراسیون بویژه در زون مقاومت پایین و نیز در حاشیه پتاسیم بالای شمال آهک وجود دارد.</p>		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

Y	X	نام تارگت
۳۱۹۵۴۰۸	۵۰۵۸۹۲	۶
<p>زون شدت پایین مغناطیس بصورت دایره ای که در جنوب محدوده شدت آن افزایش می یابد.</p>		علائم مغناطیس
<p>زون مقاومت نسبتاً پایین دایره ای شکل، در محدوده زون شدت مغناطیس پایین قرار گرفته است.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>پاسخ مشخصی در محدوده مغناطیس پایین قابل مشاهده نیست ولی در حاشیه شمالی آنومالی مغناطیس زون با پتاسیم بالا قابل شناسایی است.</p>		علائم رادیومتری
<p>شامل واحدهای ریوداسیت، آندزیت، آندزیت بازالت و نهشته های آذرآواری می باشد.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>قطر زون دایره ای مغناطیس پایین حدود ۲/۳ کیلومتر می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>به نظر می رسد که در این محدوده یک توده نفوذی در حاشیه کنتاکت آهک نفوذ کرده باشد که یک زون مغناطیس پایین بوجود آورده است. در زون مقاومت پایین احتمالاً زون آلتراسیون تشکیل شده است. وجود توده نفوذی در حاشیه آهک احتمال تشکیل اسکارن را تقویت می کند.</p>		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>


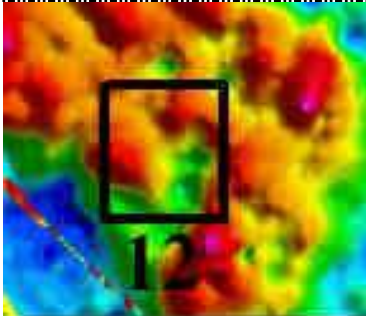
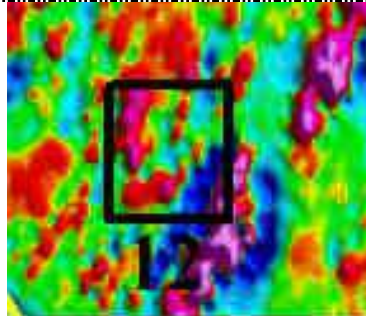
نام تارگت	Y	X
۷	۳۱۹۳۳۲۲	۵۱۱۲۰۵
علائم مغناطیس	در زون با مغناطیس نسبتاً پایین که در امتداد خطواره ای با روند N45E قرار گرفته اند.	
علائم مقاومت ویژه	بصورت دو زون مقاومت پایین که با زون شدت پایین مغناطیس تطابق دارد.	
علائم رادیومتری	در نقشه سه گانه رادیومتری تقریباً مقدار پتاسیم بالا نشان می دهد که با روند زونهای مغناطیسی شدت پایین و مقاومت پایین تطابق دارد.	
توصیف زمین شناسی	شامل واحدهای ریوداسیت، آندزیت، آندزیت بازالت و نهشته های آذرآواری می باشد.	
وسعت محدوده آنومالی	در حدود ۴۵۰×۹۰۰ مترمربع می باشد.	
تفسیر	احتمال تشکیل زون آلتراسیون حاوی کانیهای پتاسیم دار می باشد.	
نقشه مغناطیس		
نقشه رادیومتری		


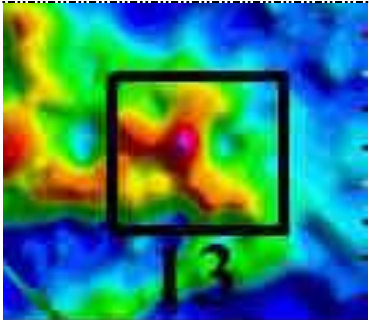
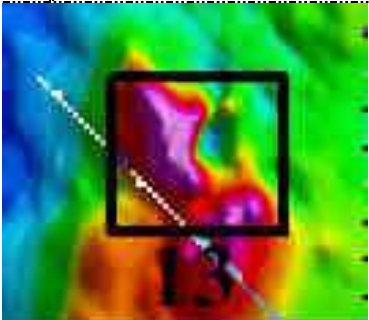
نام تارگت	X	Y	
۸	۵۱۴۸۹۴	۳۱۹۵۶۹۰	
علائم مغناطیس	در محل تلاقی دو خطواره با امتداد تقریبی N30W و N50E شدت میدان مغناطیسی کاهش یافته است.		
علائم مقاومت ویژه	یک زون با رسانایی بالا در مرکز محدوده که در حاشیه مقاومت آن افزایش یافته است.		
علائم رادیومتری	در حاشیه منطقه ای با توربوم بالا افزایش نسبی پتاسیم به شکل بیضی با کشیدگی در امتداد N10E مشاهده می شود.		
توصیف زمین شناسی	شامل واحدهای ریوداسیت، آندزیت، آندزیت بازالت و نهشته های آذرآواری می باشد.		
وسعت محدوده آنومالی	در حدود ۷۵۰×۳۵۰ مترمربع می باشد.		
تفسیر	به نظر می رسد وجود زون با مغناطیس و مقاومت پایین که همراه با افزایش پتاسیم می باشد، نشان دهنده احتمال رخداد زون آلتراسیون غنی از پتاسیم باشد.		
نقشه مغناطیس			
	<u>نقشه مغناطیس</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه رادیومتری</u>

Y	X	نام تارگت
۳۱۹۰۹۰۳	۵۱۳۹۶۶	۹
<p>یک زون خطی مغناطیس پایین با روند N45E که به سمت شمال تغییر مسیر می دهد.</p>		علائم مغناطیس
<p>مقاومت متوسط تا پایین که در امتداد این زون مغناطیس قابل مشاهده است.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>درصد بالای پتاسیم در بیشتر محدوده و افزایش درصد هر سه عنصر رادیواکتیو در حاشیه جنوب غربی محدوده قابل رؤیت می باشد. زون خطی با امتداد N50W در جنوب غرب محدوده که در جنوب آن درصد بالای اورانیوم را نشان می دهد.</p>		علائم رادیومتری
<p>رخنمون واحد از جنس ریوداسیت، آندزیت، آندزیت بازالت و نهشته های آذرآواری است که در بین سه گسل متقاطع قرار گرفته است.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۳۵۰×۱۶۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>احتمال رخداد زون آلتراسیون دارای کانیهای پتاسیم دار در این محدوده زیاد می باشد.</p>		تفسیر
		
نقشه رادیومتری	نقشه مقاومت	نقشه مغناطیس

Y	X	نام تارگت
۳۱۹۱۱۹۷	۵۱۸۷۷۷	۱۰
خطواره ای با شدت بالای مغناطیسی در امتداد تقریبی N30E در نقشه مغناطیسی مشاهده می شود که از حاشیه زون با شدت پایین عبور می کند.		علائم مغناطیس
یک زون خطی با مقاومت نسبتاً پایین و با روند N70W با زون مغناطیس پایین تطابق دارد.		علائم مقاومت ویژه
درصد نسبتاً بالای پتاسیم در کل محدوده، در نقشه سه گانه رادیومتری قابل مشاهده می باشد.		علائم رادیومتری
تمام محدوده از واحدهای گدازه های آندزیت بازالتی و برش آتشفشانی تشکیل شده است.		توصیف زمین شناسی
در حدود ۳۰۰×۱۲۰۰ مترمربع می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
احتمال رخداد زون آلتراسیون در تقاطع زون مغناطیس پایین با آنومالی خطی شدت بالا وجود دارد.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>



Y	X	نام تارگت
۳۱۸۸۶۳۹	۵۲۶۹۵۷	۱۱
دارای مغناطیس نسبی پایین می باشد که بین دو خطواره (کنتاکت یا گسل) مغناطیسی قرار گرفته است.		علائم مغناطیس
در بین دو خطواره مقاومت نسبتاً پایین و در بیرون دو خطواره افزایش مقاومت داریم.		علائم مقاومت ویژه
در زمینه دارای تورنیوم و اورانیوم بالا یک زون غنی شده از پتاسیم وجود دارد.		علائم رادیومتری
تمام این محدوده از رخنمون های ریوداسیت، آندزیت، آندزیت بازالت و نهشته های آذرآواری تشکیل شده است.		توصیف زمین شناسی
در حدود ۹۰۰×۷۰۰ مترمربع می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
تطابق سه زون مغناطیس و مقاومت پایین با زون پتاسیم بالا احتمال رخداد یک زون آلتراسیون دارای کانیهای پتاسیم بالا را افزایش داده است. وجود ساختارهای احتمالی مغناطیسی نیز این امر را قوت می بخشد.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

Y	X	نام تارگت
۳۱۹۵۶۴۳	۵۴۶۷۶۸	۱۲
<p>زون با مغناطیس نسبتاً پایین که در حاشیه جنوب شرقی بصورت خطی با امتداد N10E همراه با یک زون با مغناطیس بالا می باشد، بطوریکه در مرز این خطواره کاهش و افزایش مغناطیس را بصورت توأم مشاهده می کنیم.</p>		علائم مغناطیس
<p>مقاومت بالا در حاشیه شمال غربی محدوده و مقاومت نسبی پایین در قسمت جنوب و شرق آن وجود دارد.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>درصد بالای پتاسیم و نیز پتاسیم-توریوم در مرکز محدوده وجود دارد.</p>		علائم رادیومتری
<p>بیشتر بخشهای این محدوده از واحد سنگ آهک نومولیت دار تشکیل شده است.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>وسعت محدوده آنومالی در حدود 450×1000 مترمربع با روند تقریباً N10E می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>احتمال رخداد زون آلتراسیون غنی از کانیهای پتاسیم وجود دارد.</p>		تفسیر
		
نقشه رادیومتری	نقشه مقاومت	نقشه مغناطیس

Y	X	نام تارگت
۳۱۸۷۹۱۹	۵۵۵۴۱۸	۱۳
<p>یک آنومالی شدت بالا مغناطیسی بصورت کشیده با امتداد تقریبی N30W مشاهده می شود.</p>		علائم مغناطیس
<p>مقاومت در امتداد رخنمون زمین شناسی متوسط تا بالا است.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>درصد بالایی از هر سه عنصر رادیواکتیو در اطراف محدوده مشاهده می شود که بر روی آنومالی مغناطیس بالا افزایش نسبی اورانیوم رخ داده است.</p>		علائم رادیومتری
<p>این آنومالی بر روی واحد ماسه سنگ آهکی زرد و خاکستری، کنگلومرا و مارن گچ دار و نیز ماسه سنگ نومولیت دار قرار گرفته است که توسط واحدهای ماسه سنگ ائوسن احاطه شده است.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۵۰۰×۱۲۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>وجود آنومالی شدت بالای مغناطیس همراه با ماسه سنگ و آهک احتمال وجود توده مگنتیتی را تقویت می کند. وجود اورانیوم بالا بر روی محدوده آنومالی مربوط به واحد ماسه سنگی - کنگلومرایی می باشد.</p>		تفسیر
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>

Y	X	نام تارگت
۳۱۷۶۷۷۸	۵۳۸۶۸۹	۱۴
<p>دو خطواره متقاطع با زاویه تقریباً قائم با امتدادهای N45E و N45W که در جنوب و بین محل تقاطع آنها با کاهش مغناطیس و در بقیه مناطق با افزایش مغناطیس همراه است.</p>		علائم مغناطیس
<p>زون با افزایش مقاومت دیده می شود. دو خطواره که در نقشه مغناطیس نیز مشاهده می شد در اینجا نیز تا حدودی قابل تشخیص است.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>افزایش نسبی درصد پتاسیم در مرکز محدوده قرار گرفته است. در حاشیه آن نیز افزایش نسبی اورانیوم- توریوم وجود دارد.</p>		علائم رادیومتری
<p>بخش عمده ای از محدوده توسط واحد گدازه های اسپیلیتی پوشیده شده است، اما در قسمتهای شرقی و غربی محدوده واحدهای گرانودیوریت و کوارتزیدیوریت نیز رخنمون دارد.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۶۰۰×۶۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>احتمال تشکیل زون آلتراسیون با پتاسیم بالا وجود دارد ولی ممکن است که این افزایش پتاسیم ناشی از تغییر لیتولوژی باشد.</p>		تفسیر
 <p>نقشه رادیومتری</p>	 <p>نقشه مقاومت</p>	 <p>نقشه مغناطیس</p>

Y	X	نام تارگت
۳۱۷۱۵۰۷	۵۴۰۱۴۴	۱۵
در محدوده یک آنومالی شدت بالای مغناطیس بصورت نیم دایره ای (قوسی شکل)، که در یک زون شدت پایین مغناطیسی قرار گرفته است.		علائم مغناطیس
در این محدوده بطور کلی مقاومت بالا است و تنها در قسمت شمال شرق زون قوسی شکل مغناطیس بالا، رسانایی افزایش می یابد. در امتداد تقریباً N30E یک رسانا به طول حدود ۱۱۰۰ متر قرار دارد که زون قوسی مغناطیس را قطع می کند.		علائم مقاومت ویژه
پاسخ رادیومتری مشخصی در محدوده قابل شناسایی نیست و تنها زمینه اورانیوم- توریوم در محدوده بالا می باشد.		علائم رادیومتری
بیشترین واحد تشکیل دهنده این محدوده از نوع گدازه های اسپیلیتی می باشد و در حاشیه شمالی محدوده واحد گرانودیوریت و کوارتزیدیوریت رخنمون دارد.		توصیف زمین شناسی
در حدود ۷۵۰×۱۰۰۰ مترمربع می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
وجود آنومالی مغناطیسی و رسانا احتمال وجود کانی سازی سولفیدی از نوع ماسیو سولفید را تقویت می نماید.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

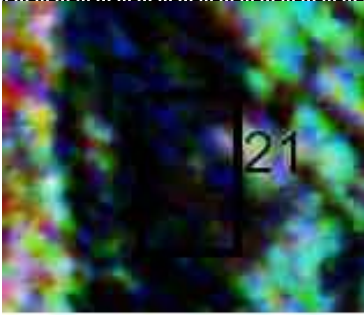
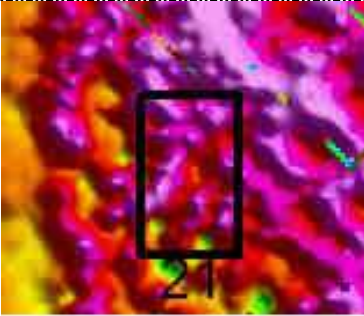
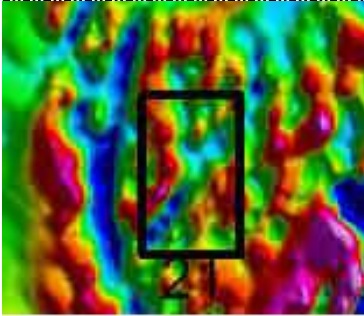
نام تارگت	X	Y
۱۶	۵۴۶۵۵۴	۳۱۶۸۶۴۰
علائم مغناطیس	در محدوده دو زون خطی شکل شدت بالا با روند تقریباً شمالی - جنوبی و یک زون خطی مغناطیس پایین در بین آندو قابل شناسایی است.	
علائم مقاومت ویژه	بطور کلی مقاومت ویژه این محدوده بالا می باشد، ولی در مرکز محدوده مقاومت کاهش یافته است. یک رسانا نیز با روند تقریبی N30E از مرکز محدوده عبور می کند که طول آن در حدود ۱۳۰۰ متر می باشد.	
علائم رادیومتری	در مرکز محدوده شاهد درصد بالای اورانیوم - توریوم هستیم و در شمال محدوده یک زون با پتاسیم بالا و در حاشیه شرق و جنوب شرق محدوده نیز یک زون دارای پرتوزایی پایین قابل شناسایی است.	
توصیف زمین شناسی	واحدهای توف برش اسپیلیتی، ماسه سنگ، چرت و آهک رخنمون دارند.	
وسعت محدوده آنومالی	در حدود ۹۵۰×۱۱۰۰ مترمربع می باشد.	
تفسیر	در اینجا احتمال وجود یک زون سولفیدی (رسانا) بصورت میان لایه ای با واحدها می باشد.	
نقشه مغناطیس	نقشه مقاومت	نقشه رادیومتری
		

Y	X	نام تارگت
۳۱۶۸۵۵۰	۵۴۹۲۸۰	۱۷
<p>در این محدوده یک آنومالی خطی شدت بالا با روند تقریبی N20W منقطع و در محل انقطاع شدت میدان در آن کاهش یافته است. که این زون منقطع مرتبط با یک گسل زمین شناسی با روند تقریبی شمالی- جنوبی است.</p>		علائم مغناطیس
<p>رسانایی در این محدوده نسبت به محیط اطراف افزایش می یابد و در این بخش یک رسانا با امتداد شمالی- جنوبی که با بخش گسله تطابق دارد قابل شناسایی می باشد.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>بصورت پراکنده درصد بالایی از توریم قابل شناسایی است که در شمال غرب محدوده زون پتاسیم بالا قابل شناسایی است.</p>		علائم رادیومتری
<p>واحدهای توف، برش اسپیلیتی، ماسه سنگ، چرت و آهک رخنمون دارند.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۸۰۰×۱۰۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>در این محدوده احتمال وجود زون سولفیدی یا زون آلتراسیون پتاسیم بالا، وجود دارد.</p>		تفسیر
		
نقشه رادیومتری	نقشه مقاومت	نقشه مغناطیس

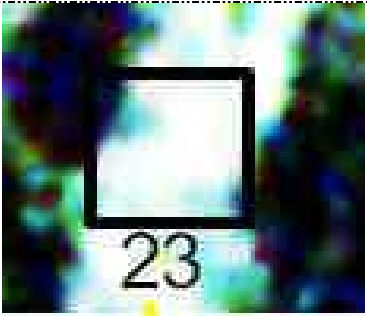
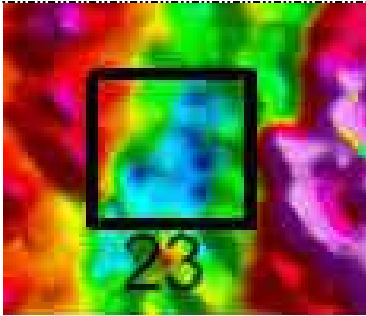
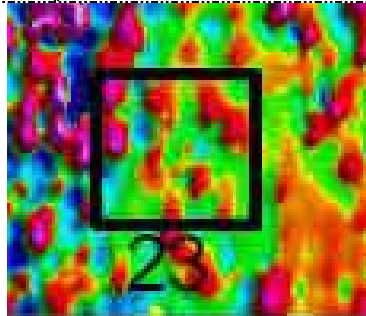
نام تارگت	X	Y
۱۸	۵۵۲۵۶۲	۳۱۶۸۶۹۳
علائم مغناطیس	یک زون شدت بالای کشیده با امتداد شمالی- جنوبی که در سمت شمال خود دارای انقطاع قابل مشاهده می باشد.	
علائم مقاومت ویژه	محدوده در حاشیه زون مقاومت بالا که جنوب و مقاومت پایین در شمال قرار گرفته است که ادامه دو رسانا با امتداد N45E در آن قرار می گیرد.	
علائم رادیومتری	افزایش نسبی درصد توریوم- اورانیوم قابل مشاهده است ولی بطور کلی پاسخ رادیومتری شاخصی قابل تشخیص نیست.	
توصیف زمین شناسی	در این محدوده واحدهای ماسه سنگ آهکی زرد و خاکستری، کنگلومرا و مارن گچ دار رخمون دارد.	
وسعت محدوده آنومالی	در حدود ۵۵۰×۱۱۰۰ مترمربع می باشد.	
تفسیر	احتمال وجود زون کانی سازی در ارتباط با کنتاکت موجود و نیز رسانای حاشیه زون مقاوم می باشد.	
نقشه مغناطیس	نقشه مقاومت	نقشه رادیومتری
		

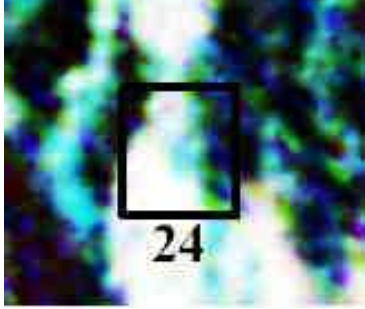
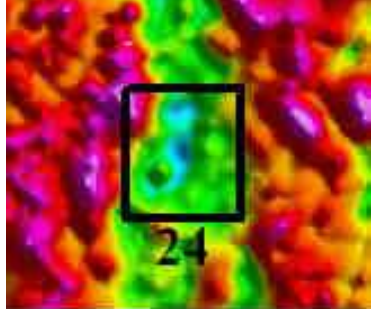
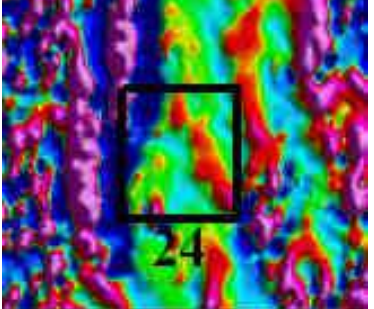
Y	X	نام تارگت
۳۱۶۴۷۹۶	۵۵۲۳۵۶	۱۹
<p>شدت مغناطیس بالا بصورت یک زون کشیده می باشد که در مرکز محدوده، به سمت حاشیه شدت آن متوسط و سپس کم می شود.</p>		علائم مغناطیس
<p>یک زون رسانا در زونی با مقاومت بالا قابل شناسایی است. یک رسانا با طول حدود ۱۳۰۰ متر در امتداد زون با مقاومت پایین قابل مشاهده است.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>در این محدوده پاسخ رادیومتری شاخصی قابل شناسایی نیست.</p>		علائم رادیومتری
<p>در بیشتر قسمت‌های محدوده دارای واحدهای توف برش اسپیلیتی، ماسه سنگ، چرت و آهک است، اما در شمال محدوده گابرو و دیوریت رخنمون دارند.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۸۰۰×۱۰۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>در محدوده احتمال وجود زون آلتراسیون و یا سولفیدی به دلیل وجود رسانا می باشد.</p>		تفسیر
		
نقشه رادیومتری	نقشه مقاومت	نقشه مغناطیس

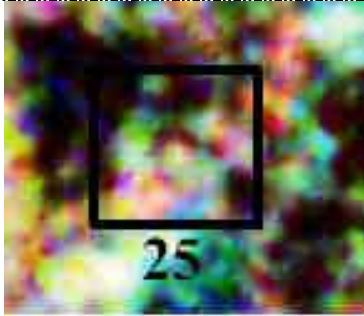
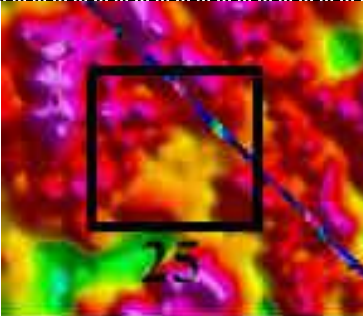
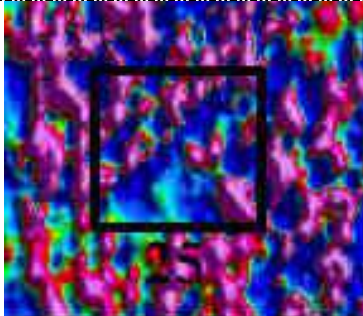
Y ۳۱۶۳۴۵۴	X ۵۵۲۹۴۴	نام تارگت ۲۰
<p>زون با شدت مغناطیسی پایین و خطواره ای با امتداد تقریبی شمالی-جنوبی مشخص می باشد. روند زون شدت پایین N45E است که عرض آن در حدود ۶۰۰ متر می باشد.</p>		<p>علائم مغناطیس</p>
<p>یک زون با رسانایی بالا در یک زون با مقاومت بالا قرار گرفته است. در امتداد این زون یک رسانا با روند N45E و طول حدود ۸۰۰ متر قابل تشخیص است.</p>		<p>علائم مقاومت ویژه</p>
<p>در این محدوده پاسخ رادیومتری مشخصی قابل شناسایی نیست. این محدوده تماماً شامل واحدهای توف برش اسپیلیتی، ماسه سنگ، چرت و آهک است</p>		<p>علائم رادیومتری توصیف زمین شناسی</p>
<p>در حدود ۶۵۰×۶۵۰ مترمربع می باشد. احتمال وجود زون آلتراسیون یا سولفیدی در امتداد زون رسانایی و مغناطیس پایین وجود دارد.</p>		<p>وسعت محدوده آنومالی تفسیر</p>
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>

Y	X	نام تارگت
۳۱۵۹۸۵۳	۵۴۷۰۸۵	۲۱
یک زون خطی با شدت پایین مغناطیسی و با روند تقریبی N45E قابل تشخیص می باشد.		علائم مغناطیس
یک زون با رسانایی متوسط بصورت خطی با زون مغناطیس پایین منطبق است که در این امتداد طول تقریبی رسانا ۱۸۰۰ متر می باشد.		علائم مقاومت ویژه
علائم رادیومتری خاصی مشاهده نمی شود و مقدار هر سه عنصر رادیواکتیو پایین می باشد.		علائم رادیومتری
دارای واحد گدازه های بازالتی در تمام محدوده می باشد. در ضمن این تارگت با نمونه های برداشت شده که حاوی مس بودند نیز انطباق دارد.		توصیف زمین شناسی
در حدود ۱/۱×۱/۷ کیلومترمربع می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
احتمال زون آلتراسیون در امتداد زون مغناطیس پایین وجود دارد.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

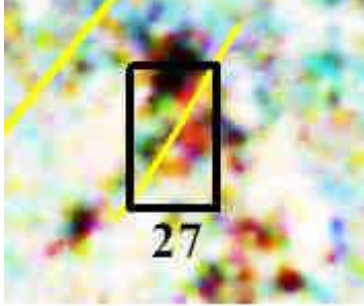
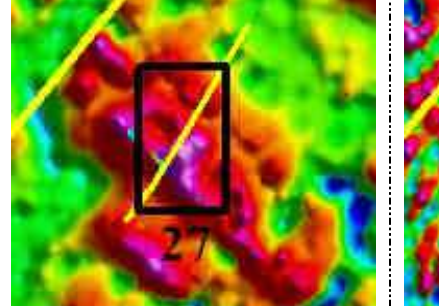
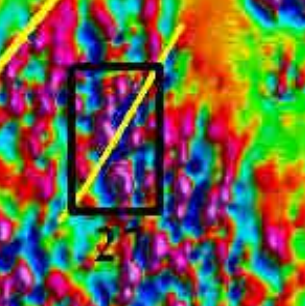
Y ۳۱۵۹۰۹۳	X ۵۴۸۰۳۶	نام تارگت ۲۲
<p>کنتاکتی با امتداد N30E مرز بین شدت مغناطیس بالا و پایین را نشان می دهد.</p>		<p>علائم مغناطیس</p>
<p>مقاومت بالا تا متوسط را نشان می دهد، یک رسانا منطبق با زون با مقاومت پایین تر همخوانی دارد.</p>		<p>علائم مقاومت ویژه</p>
<p>در نقشه سه گانه رادیومتری کنتاکت زون مغناطیس بالا با اورانیوم و تورنیوم بالا تطابق دارد و زون مغناطیس پایین با زون فاقد پرتوزایی انطباق دارد. بنابراین، این زون یک زون کنتاکت برای دو واحد مختلف می باشد.</p>		<p>علائم رادیومتری</p>
<p>کل محدوده توسط واحد گدازه های بازالتی رخنمون دارد.</p>		<p>توصیف زمین شناسی</p>
<p>در حدود ۹۵۰×۱۲۵۰ مترمربع می باشد.</p>		<p>وسعت محدوده آنومالی</p>
<p>وجود رسانا و کاهش مقاومت احتمال وجود زون آلتراسیون را در این محدوده تقویت می کند.</p>		<p>تفسیر</p>
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>

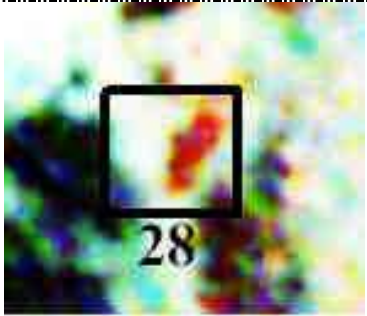
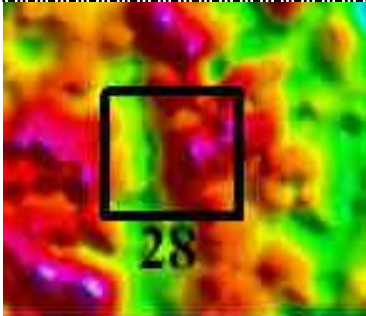
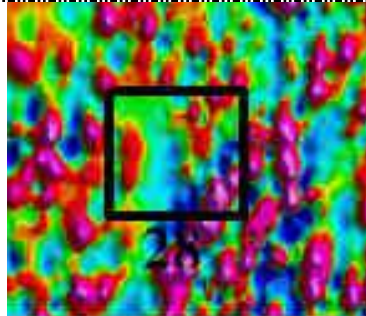
Y	X	نام تارگت
۳۱۵۴۰۷۵	۵۵۳۶۵۱	۲۳
<p>شدت مغناطیس در باندی به عرض حدود یک کیلومتر در حد پایین می باشد، که کنتاکت آن قابل تشخیص است و امتداد آن تقریباً N10W می باشد.</p>		علائم مغناطیس
<p>مقاومت نسبی پایین در یک زون با مقاومت متوسط با روند تقریبی شمالی-جنوبی است و ضخامت این زون در حدود ۱۰۰۰ متر می باشد.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>درصد هر سه عنصر رادیواکتیو در کل لیتولوژی بالا می باشد.</p>		علائم رادیومتری
<p>در بیشتر بخشهای محدوده واحدهای فیلیت، ماسه سنگ دگرگونه، میکا شیسست، آمفیبولیت، مرمر و کوارتزیت رخنمون دارند و در نیمه غربی محدوده واحدهای گابرو و دیوریت قرار دارند.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۷۰۰×۱۰۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>احتمال وجود زون آلتراسیون یا سولفیدی در امتداد زون رسانایی و مغناطیس پایین وجود دارد.</p>		تفسیر
		
نقشه رادیومتری	نقشه مقاومت	نقشه مغناطیس

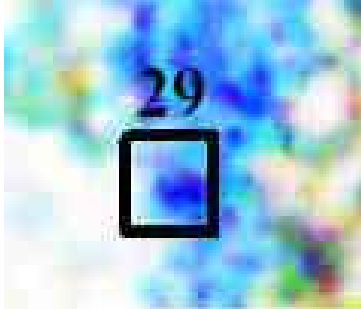
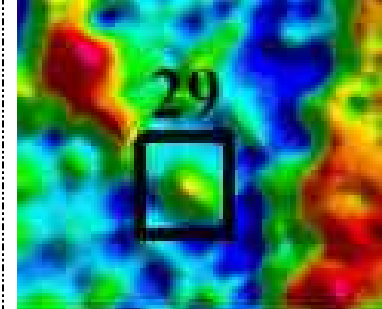
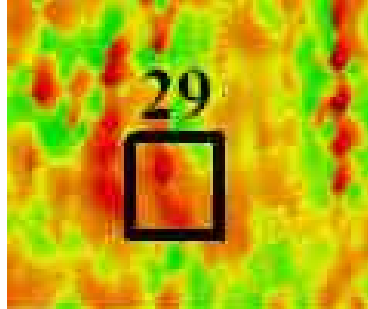
Y ۳۱۵۱۰۷۵	X ۵۵۳۶۰۷	نام تارگت ۲۴
<p>کنتاكت شمالی - جنوبی مربوط به یک واحد مغناطیس پایین با واحدی با مغناطیس نسبی بالاتر شاخص می باشد.</p>		<p>علائم مغناطیس</p>
<p>یک زون با رسانایی بالا در داخل واحدهایی با مقاومت نسبی متوسط قرار گرفته است. این زون امتداد تقریبی شمالی - جنوبی دارد.</p>		<p>علائم مقاومت ویژه</p>
<p>یک زون با پرتوژی بالایی سه عنصر که مربوط به لیتولوژی می باشد قابل مشاهده است که در غرب آن واحدهایی با پرتوژی پایین رخمون دارند.</p>		<p>علائم رادیومتری</p>
<p>واحدهای توفی اسپیلیتی، ماسه سنگ چرت و ماسه سنگ رخمون دارند. در حدود ۲۵۰×۱۲۵۰ مترمربع می باشد.</p>		<p>توصیف زمین شناسی</p>
<p>وجود زون رسانا در حاشیه یک واحد با مغناطیس پایین و زمینه ای با مقاومت نسبتاً بالا احتمال وجود زون آلتراسیون را در این محدوده افزایش می دهد.</p>		<p>تفسیر</p>
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>

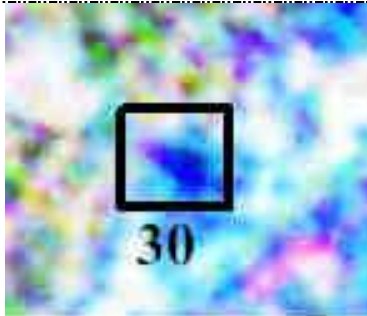
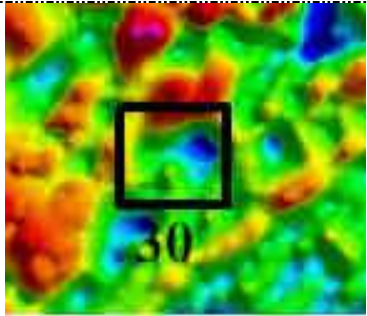
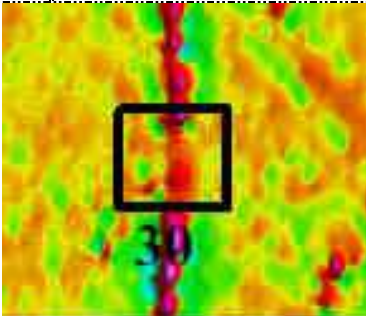
Y	X	نام تارگت
۳۱۴۴۵۵۶	۵۴۹۰۹۱	۲۵
<p>دو کنتاكت گسله كه بصورت يك زون شدت پايين مغناطيس با روندهای N45E و N45W متمایز هستند.</p>		علائم مغناطيس
<p>مقاومت نسبت به واحد شمال غرب آنومالی پايين تر است و در همان امتداد N45E قابل مشاهده است.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>در امتداد زون با مغناطيس و مقاومت پايين غنی شدگی نسبی از پتاسيم قابل مشاهده است كه از ساختار و روند موجود تبعیت می كند.</p>		علائم رادیومتری
<p>واحدهای ماسه سنگ، توف، مارن و آگلوئرا رخنمون دارند.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۱۴۰۰×۱۵۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>احتمال وجود آلتراسيون مربوط به فرآیند هیدروترمالی غنی از پتاسيم در حاشیه واحدهای ولکانیکی و در واحدهای رسوبی وجود دارد.</p>		تفسیر
		
نقشه رادیومتری	نقشه مقاومت	نقشه مغناطيس

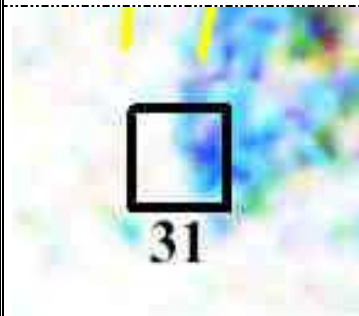
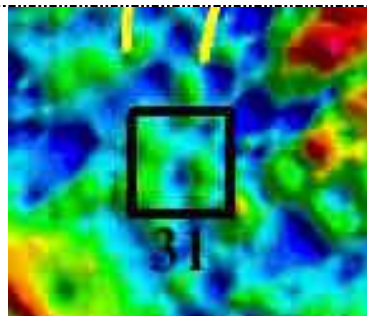
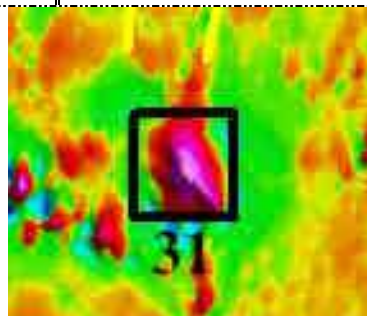
نام تارگت	X	Y
۲۶	۵۲۵۶۰۸	۳۱۴۹۰۲۰
علائم مغناطیس	در محل دو خطواره با امتداد تقریبی N5E و N30W آنومالی تقریباً دایره ای شکل در مرکز محدوده دیده می شود که در مرکز آنومالی، مغناطیس نسبتاً کمتر از حاشیه است.	
علائم مقاومت ویژه	مقاومت بالا در محدوده به دلیل رخنمون واحدها مشاهده می شود که به سمت شمال غرب آنومالی مقاومت کاهش می یابد.	
علائم رادیومتری	در حاشیه یک زون با پرتوزایی پایین یک زون غنی از پتاسیم مشاهده می شود که در اطراف به زمینه ای با واحدهایی همراه با پرتوزایی بالا منتهی می شود.	
توصیف زمین شناسی	دارای واحدهایی است که عامل آهک مرمری شده همراه با آمفیبولیت شیبست سبز رنگ می باشد.	
وسعت محدوده آنومالی	قطر محدوده آنومالی در حدود ۱۵۰۰ متر می باشد.	
تفسیر	وجود آنومالی مغناطیس دایره ای شکل و رخداد زونهای غنی از پتاسیم مرتبط با آن در آهک مرمری و آمفیبولیتی احتمال وجود آلتراسیون پتاسیم بالا را در واحدها در اثر توده نفوذی احتمالی تقویت می کند.	
نقشه مغناطیس		
نقشه مقاومت		

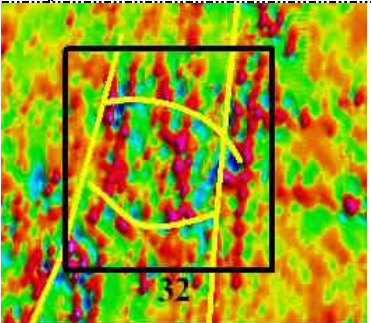
Y ۳۱۴۳۸۸۱	X ۵۲۶۸۰۵	نام تارگت ۲۷
<p>در امتداد N30E یک زون با مغناطیس بسیار پایین در زمینه ای با مغناطیس بالا رخ داده است. وجود خطواره ای با همین امتداد شاخص می باشد.</p>		<p>علائم مغناطیس</p>
<p>در امتداد زون مغناطیس پایین مقاومت بالا بدلیل وجود رخنمون سنگی قابل مشاهده است.</p>		<p>علائم مقاومت ویژه</p>
<p>در زمینه ای با پرتوزایی بالای از هر سه عنصر رادیواکتیو، یک زون با امتداد N30E غنی از پتاسیم دیده می شود.</p>		<p>علائم رادیومتری</p>
<p>دارای واحدهای آهک مرمری، آمفیبولیت شیست سبز رنگ می باشد.</p>		<p>توصیف زمین شناسی</p>
<p>در حدود ۳۵۰×۱۰۰۰ مترمربع می باشد.</p>		<p>وسعت محدوده آنومالی</p>
<p>وجود زون با مغناطیس پایین و پتاسیم بالا احتمال رخداد یک زون آلتراسیون را نشان می دهد.</p>		<p>تفسیر</p>
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>



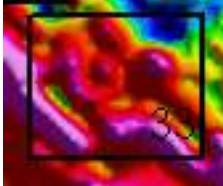
Y	X	نام تارگت
۳۱۴۲۷۳۰	۵۲۲۸۷۹	۲۸
<p>دو خطواره با امتدادهای N30E و N30W و مغناطیس نسبتاً پایین با همین روند مشاهده می شود.</p>		علائم مغناطیس
<p>بطور کلی مقاومت در این محدوده بالا است ولی بر روی زون با مغناطیس پایین رساناتر شده است (در امتداد خطواره مغناطیسی)</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>در زمینه ای با رادیومتری نسبتاً بالا از هر سه عنصر رادیواکتیو، یک زون با پتاسیم بالا در امتداد N30E وجود دارد.</p>		علائم رادیومتری
<p>دارای رخنمونهای سنگ آهک مرمری و آمفیبولیت شیستی سبز می باشد.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در حدود ۳۰۰×۸۰۰ مترمربع می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>وجود دو خطواره مغناطیسی با شدت پایین که یک زون غنی از پتاسیم در امتداد آنها قرار گرفته است، احتمال رخداد آلتراسیون را در این محدوده افزایش می دهد.</p>		تفسیر
 <p>نقشه رادیومتری</p>	 <p>نقشه مقاومت</p>	 <p>نقشه مغناطیس</p>

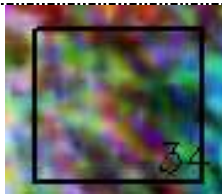
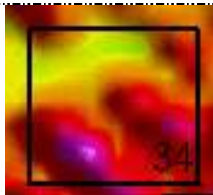
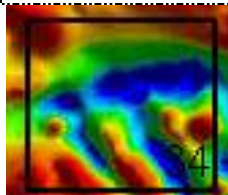
Y ۳۱۳۶۷۷۹	X ۵۲۸۹۰۷	نام تارگت ۲۹
<p>شدت میدان در محدوده متوسط تا بالا می باشد ساختارهایی با روند شمالی - جنوبی که احتمالاً مرتبط با دایکهای مغناطیسی است، قابل مشاهده است.</p>		<p>علائم مغناطیس</p>
<p>مقاومت بر روی زون آنومالی بالا است که احتمالاً نشان دهنده وجود لیتولوژی می باشد.</p>		<p>علائم مقاومت ویژه</p>
<p>درصد بالایی از اورانیوم بصورت دایره ای شکل در محدوده مشاهده می شود که همراه با مغناطیس نسبتاً بالا در زمینه ای با پرتوزایی سه عنصر قابل تفکیک است.</p>		<p>علائم رادیومتری</p>
<p>تمام این محدوده در واحدهای آهک مرمری و آمفیبولیت شیت قرار دارد. بیضی به ابعاد ۲۳۰×۳۹۰ مترمربع می باشد.</p>		<p>توصیف زمین شناسی وسعت محدوده آنومالی</p>
<p>احتمال وجود یک پدیده آلتراسیون مرتبط با ساختارها وجود دارد بویژه آنکه با غنی شدگی نسبی اورانیوم همراه است. وجود این آنومالی در کنتاکت با یک زون لیتولوژی دارای پرتوزایی بالا، دارای اهمیت می باشد.</p>		<p>تفسیر</p>
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>

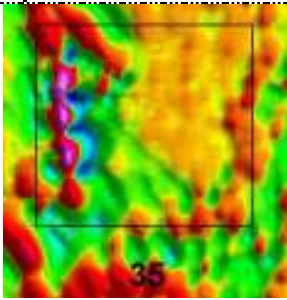
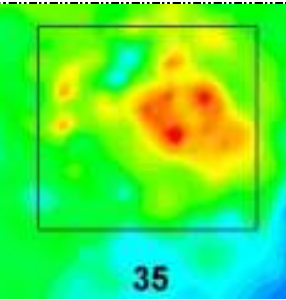
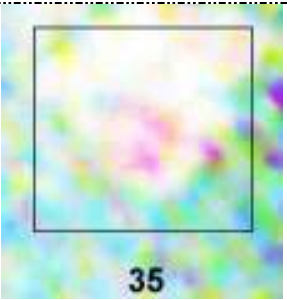
Y	X	نام تارگت
۳۱۳۶۷۶۸	۵۳۲۵۱۸	۳۰
خطواره ای با راستای تقریبی شمالی - جنوبی با مغناطیس بالا که دارای انقطاع می باشد و احتمالاً یک دایک است، کاملاً مشخص است.		علائم مغناطیس
در محدوده آنومالی بر روی دایک مشخص شده در نقشه مغناطیس، ناحیه ای دایره ای شکل با رسانایی بالا در زمینه مقاومت بالا مشاهده می شود.		علائم مقاومت ویژه
بر روی محدوده آنومالی درصد نسبی اورانیوم بالا، بطور شاخص در زمینه ای با پرتو زایی بالا قابل تشخیص است.		علائم رادیومتری
واحدهای آهک مرمری و آمفیبولیت شیست سبز در این محدوده رخنمون دارند.		توصیف زمین شناسی
دایره ای به قطر تقریبی ۳۳۰ متر می باشد.		وسعت محدوده آنومالی
تطابق انقطاع آنومالی مغناطیسی با رسانایی بالا و پرتو زایی اورانیوم در محدوده آنومالی احتمال رخداد پدیده ای مرتبط با کانی زایی را نشان می دهد.		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

Y ۳۱۳۴۳۲۲	X ۵۲۸۷۱۷	نام تارگت ۳۱
<p>یک زون مغناطیسی با شدت نسبتاً بالا بصورت دایره ای در زمینه ای با مغناطیس نسبتاً متوسط قابل مشاهده است که در راستای یک خطواره (دایک) با امتداد نسبی شمالی - جنوبی قرار گرفته است.</p>		علائم مغناطیس
<p>مقاومت نسبتاً پایین به صورت دایره ای شکل در محدوده آنومالی قابل تشخیص می باشد.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>درصد بالای اورانیوم در زمینه ای با درصد بالایی از هر سه عنصر رادیواکتیو شاخص می باشد.</p>		علائم رادیومتری
<p>واحدهای آهک مرمری و آمفیبولیت شیست سبز در این محدوده رخنمون دارند.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>دایره ای به قطر تقریبی ۵۰۰ متر می باشد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>تطابق آنومالی مغناطیس بالا و اورانیوم بالا و رسانایی نسبتاً بالا احتمال وجود کانی سازی را در امتداد ساختار مغناطیسی، نشان می دهد.</p>		تفسیر
 <p>نقشه رادیومتری</p>	 <p>نقشه مقاومت</p>	 <p>نقشه مغناطیس</p>

Y	X	نام تارگت
۳۱۳۰۲۳۶	۵۲۳۵۹۵	۳۲
<p>در محدوده نسبتاً وسیعی شاهد خطواره های (ساختاری) موازی با امتداد N10E که دو خطواره دیگر عمود بر آن با امتداد تقریبی N80W آنها را قطع می کند.</p>		علائم مغناطیس
<p>در امتداد دو گسل اصلی شرق و غرب محدوده مقاومت پایین است که به سمت مرکز افزایش می یابد.</p>		علائم مقاومت ویژه
<p>پرتوزایی در بخش عمده این زون پایین است که ناشی از لیتولوژی موجود می باشد ولی در جنوب محدوده پرتوزایی واحدها افزایش می یابد.</p>		علائم رادیومتری
<p>واحدهای آهک مرمری و آمفیبولیت شیست سبز رخنمون دارند.</p>		توصیف زمین شناسی
<p>در محدوده وسیعی به ابعاد تقریبی ۳۱۰۰×۳۱۰۰ مترمربع قرار دارد.</p>		وسعت محدوده آنومالی
<p>وجود یک زون ساختاری برشی(?) که توسط گسلهای عمود قطع شده است، نشان دهنده یک زون ساختاری مستعد در جهت کانی سازی می باشد که احتمال کانی سازی مرتبط با ساختارهای برشی را تقویت می کند.</p>		تفسیر
		
<p><u>نقشه رادیومتری</u></p>	<p><u>نقشه مقاومت</u></p>	<p><u>نقشه مغناطیس</u></p>

Y	X	نام تارگت
۳۱۷۰۶۸۶	۵۳۴۷۱۸	۳۳
در زمینه‌ای با مغناطیس بالا با کاهش نسبی مغناطیس به شکل دایره‌ای همراه است.		علائم مغناطیس
در زمینه‌ای با مقاومت بالا با کاهش نسبی مقاومت همراه می‌باشد.		علائم مقاومت ویژه
درصد بالایی از هر سه عنصر رادیومتری در یک زون دایره‌ای که در اطراف آن با افزایش نسبی درصد تورיום همراه است.		علائم رادیومتری
در محدوده‌ای که تماماً توسط واحدهای گرانودیوریتی احاطه شده است.		توصیف زمین شناسی
در محدوده وسیعی به ابعاد تقریبی ۱۴۰۰×۱۱۰۰ مترمربع قرار دارد.		وسعت محدوده آنومالی
<p>بدلیل وجود یک زون مغناطیس بالا که در مرکز آن به شکل دایره‌ای با کاهش نسبی مغناطیس همراه است و همینطور در زمینه‌ای با مقاومت بالا که در مرکز آن با افزایش نسبی رسانایی همراه است و نیز افزایش نسبی هر سه عنصر رادیومتری به نظر می‌رسد که می‌تواند یک بی‌هنجاری مناسب برای کانی‌سازی باشد.</p>		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

Y	X	نام تارگت
۳۱۷۳۱۵۱	۵۳۲۸۴۴	۳۴
در زمینه‌ای با مغناطیس بالا با کاهش نسبی مغناطیس به شکل لایه ای همراه است.		علائم مغناطیس
در زمینه‌ای با مقاومت بالا با کاهش نسبی مقاومت همراه می‌باشد.		علائم مقاومت ویژه
اثرات خاصی در ارتباط با عناصر رادیو اکتیو نمی توان مشاهده نمود..		علائم رادیومتری
در محدوده‌ای که توسط واحدهای گرانودیوریتی و آهکی احاطه شده است .		توصیف زمین شناسی
در محدوده وسیعی به ابعاد تقریبی ۱۰۰۰×۹۰۰ مترمربع قرار دارد.		وسعت محدوده آنومالی
<p>بدلیل وجود یک زون مغناطیس بالا که در مرکز آن به شکل لایه ای با کاهش نسبی مغناطیس همراه است و همینطور در زمینه‌ای با مقاومت بالا که در مرکز آن با افزایش نسبی رسانایی همراه است و نیز کنتاکت واحد گرانودیوریتی با آهکها و عبور گسل از روی آنها ، می‌تواند یک بی‌هنجاری مناسب برای کانی‌سازی باشد.</p>		تفسیر
		
<u>نقشه رادیومتری</u>	<u>نقشه مقاومت</u>	<u>نقشه مغناطیس</u>

نام تارگت	X	Y	
۳۵	۵۳۷۲۱۳	۳۱۲۶۱۵۱	
علائم مغناطیس	این آنومالی در حاشیه یک بلوک مغناطیسی با تغییرات شدت میدان نسبتاً پائین قرار گرفته که به نظر می‌رسد به لحاظ ساختاری با مرز این بلوک در ارتباط می‌باشد.		
علائم مقاومت ویژه	در محدوده این آنومالی یک زون با مقاومت نسبتاً بالا به شکل دایره قابل مشاهده می‌باشد که احتمالاً در اثر فرآیندهای دگرگونی یا آلتراسیون بوجود آمده است.		
علائم رادیومتری	در این محدوده در حاشیه جنوبی زون با مقاومت بالا و در روی مرز بلوک مغناطیسی غنی‌شدگی از پتاسیم در واحد دگرگونی با پرتوزایی بالا دیده می‌شود.		
توصیف زمین‌شناسی	در این محدوده واحدهای ولکانیکی و دگرگونی آمفیولیت‌شیت دیده می‌شود.		
وسعت محدوده آنومالی	در محدوده وسیعی به ابعاد تقریبی ۵۰۰×۵۰۰ مترمربع قرار دارد.		
تفسیر	بدلیل وجود یک زون پتاسیم بالا که در حاشیه زون مقاوم که احتمالاً ناشی از فرآیند آلتراسیون می‌باشد، که همراه با یک ساختار مرتبط با مرز بلوکی مغناطیسی است، احتمال کانی‌سازی از نوع اپی‌ترمال در این محدوده را افزایش می‌دهد.		
نقشه مغناطیس			
	نقشه مقاومت	نقشه رادیومتری	

۳-۶- لیست اولویت‌های مناطق امیدبخش

NO.	X_UTM	Y_UTM	PRIORITY	NO	X_UTM	Y_UTM	PRIORITY
۱	۴۸۳۶۸۴	۳۲۰۷۶۰۲	۱	۱۹	۵۵۲۳۵۶	۳۱۶۴۷۹۶	۲
۲	۴۸۸۸۱۱	۳۲۰۶۷۷۹	۱	۲۰	۵۵۲۹۴۴	۳۱۶۳۴۵۴	۳
۳	۵۲۶۲۶۶	۳۲۰۷۷۱۱	۲	۲۱	۵۴۷۰۸۵	۳۱۵۹۸۵۳	۳
۴	۵۲۹۲۱۲	۳۲۰۶۵۹۱	۱	۲۲	۵۴۸۰۳۶	۳۱۵۹۰۹۳	۳
۵	۵۲۴۰۲۶	۳۲۰۰۹۸۵	۲	۲۳	۵۵۳۶۵۱	۳۱۵۴۰۷۵	۲
۶	۵۰۵۸۹۲	۳۱۹۵۴۰۸	۱	۲۴	۵۵۳۶۰۷	۳۱۵۱۰۷۵	۲
۷	۵۱۱۲۰۵	۳۱۹۳۳۲۲	۲	۲۵	۵۴۹۰۹۱	۳۱۴۴۵۵۶	۲
۸	۵۱۴۸۹۴	۳۱۹۵۶۹۰	۲	۲۶	۵۲۵۶۰۸	۳۱۴۹۰۲۰	۲
۹	۵۱۳۹۶۶	۳۱۹۰۹۰۳	۲	۲۷	۵۲۶۸۰۵	۳۱۴۳۸۸۱	۱
۱۰	۵۱۸۷۷۷	۳۱۹۱۱۹۷	۲	۲۸	۵۲۲۸۷۹	۳۱۴۲۷۳۰	۱
۱۱	۵۲۶۹۵۷	۳۱۸۸۶۳۹	۱	۲۹	۵۲۸۹۰۷	۳۱۳۶۷۷۹	۱
۱۲	۵۴۶۷۶۸	۳۱۹۵۶۴۳	۲	۳۰	۵۳۲۵۱۸	۳۱۳۶۷۶۸	۱
۱۳	۵۵۵۴۱۸	۳۱۸۷۹۱۹	۱	۳۱	۵۲۸۷۱۷	۳۱۳۴۳۲۲	۱
۱۴	۵۳۸۶۸۹	۳۱۷۶۷۷۸	۲	۳۲	۵۲۳۵۹۵	۳۱۳۰۲۳۶	۲
۱۵	۵۴۰۱۴۴	۳۱۷۱۵۰۷	۳	۳۳	۵۳۴۷۱۸	۳۱۷۰۶۸۶	۲
۱۶	۵۴۶۵۵۴	۳۱۶۸۶۴۰	۳	۳۴	۵۳۲۸۴۴	۳۱۷۳۱۵۱	۲
۱۷	۵۴۹۲۸۰	۳۱۶۸۵۵۰	۲	۳۵	۵۳۷۲۱۳	۳۱۲۶۱۵۱	۱
۱۸	۵۵۲۵۶۲	۳۱۶۸۶۹۳	۲				

۳-۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به بررسی آنومالی‌ها و نوع بی‌هنجاری مربوطه، در مورد آنومالی‌های مرتبط با رادیومتری بویژه آنومالی‌های مرتبط با واحدهای اورانیوم‌دار و نیز آنومالی‌های مربوط به زون‌های غنی‌شده از پتاسیم برداشت‌های زمینی با استفاده از اسپکترومتر و یا سنتیلومتر جهت تأیید آنها پیشنهاد می‌گردد.

در محدوده زون‌های ساختاری مانند زون برشی Ms1 و زون‌های ساختاری با روند شمالی- جنوبی واقع در جنوب منطقه برداشت، تحلیل تکتونیکی این زون‌ها و یافتن زون‌های بازشدگی که محل تشکیل کانی‌سازی احتمالی هستند مورد نیاز می‌باشد.

در نواحی که آنومالی‌ها مرتبط با شدت بالای مغناطیسی هستند برداشت‌های مغناطیس زمینی با توجه به وسعت و شدت آنومالی‌ها باید طراحی و انجام شود. همچنین آنومالی‌های مرتبط با زون‌های رسانا که در محیط سنگی هستند، برداشت‌های مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی جهت شناسایی زون‌های آلتراسیون و یا کانی‌زایی سولفیدی احتمالی می‌تواند مفید باشد.

همچنین با توجه نوع آنومالی‌ها انجام پیجویی عمومی و نمونه‌برداری سیستماتیک ژئوشیمیایی در مقیاس مناسب از مناطق امیدبخش بر حسب اولویت ضروری به نظر می‌رسد.

۳-۸- منابع و مآخذ

[۱] نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران ، حاجی آباد

[۲] نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سبزواران، اسفندقه

1-Reeves, C., 2005. Aeromagnetic Surveys, Principles, Practice and Interpretation. Published By Geosoft

2-Reeves, C. , Bullock, S., 2005. Airborne Exploration. Published by Fugro Airborne Surveys.

3-AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics . 1997

4-Helicopter Electromagnetic Manual, 2003. Fugro Airborne Surveys.