

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**بِسْمِ تَعَالَى**

**جمهوری اسلامی ایران**

**وزارت صنایع و معادن**

**سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور**

**گروه اطلاعات زمین مرجع**

**پروژه اکتشاف سیستماتیک در زون جبال بارز - مگسان**

**گزارش پردازش و تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی با استفاده از روش**

**مغناطیس‌سنجی در برکه ۱:۱۰۰،۰۰۰ ساردوئیه**

**مجری طرح: مهندس محمدتقی کره‌ای**

**مجری فنی: مهندس ایرج نوایی**

**توسط:**

**محمد رضا اخوان اقدم**

**نسرین امیرمطلبی**

**زمستان ۱۳۷۹**

بِسْمِ تَعَالَى

جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

گروه اطلاعات زمین مرجع

پروژه اکتشاف سیستماتیک در زون جبال بارز - مگسان

گزارش پردازش و تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی با استفاده از روش

مغناطیس‌سنجی در برکه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساردوئیه

مجری طرح: مهندس محمدتقی کره‌ای

مجری فنی: مهندس ایرج نوایی

توسط:

نسرین امیرمطلبی      محمدرضا اخوان اقدم

زمستان ۱۳۷۹

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
	فصل اول
	کلیات
۱-۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱-۲-۱	هدف از اجرای طرح
۳-۱-۳-۱	موقعیت جغرافیایی منطقه
۴-۱-۴-۱	خلاصه‌ای از زمین‌شناسی منطقه
۵-۱-۵-۱	کلیاتی در مورد کاوشهای مغناطیسی
۶-۱-۶-۱	روشهای اکتشافات مغناطیسی
۶-۱-۶-۱-۱	تهیه نقشه تغییرات شدت کل میدان مغناطیسی
۶-۱-۶-۲	روش برگردان به قطب (Reduction to Pole)
۶-۱-۶-۳	روش مشتق قائم و افقی از شدت میدان کل
۶-۱-۶-۴	روش Analytic Signal
۶-۱-۶-۵	روش ادامه فراسو (Up ward Continuation) و
۶-۱-۶-۵	ادامه فروسو (Down ward Continuation)
۶-۱-۶-۶	نحوه تعبیر و تفسیر

## فصل دوم

بررسی نتایج کاوشهای مغناطیسی بر مبنای نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی

۲۱	با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰
۲۲	۱-۲- بررسی نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۳	۲-۲- بررسی نقشه برگردان به قطب
۲۴	۲-۳- بررسی نقشه مشتق قائم
۲۵	۲-۴- بررسی نقشه‌های Analytic Signal
۲۶	۲-۵- بررسی نقشه‌های ادامه فراسو
۲۷	۲-۶- بررسی نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس بی‌هنجاری‌ها

## فصل سوم

۳۱	نتیجه‌گیری
۳۲	۳-۱- بررسی ساختاری منطقه
۳۸	۳-۲- معرفی مناطق امیدبخش

فصل اول

کلیات

بین سالهای ۱۹۷۴ و ۱۹۷۷ میلادی دو پیمایش هوایی مغناطیسی با حساسیت بالا توسط سرویس هوایی هوستون، تگزاس (Houston, Texas) برای سازمان زمین‌شناسی ایران صورت گرفته است که در مجموع این دو پیمایش بیشترین قسمت‌های ایران را تحت پوشش قرار می‌دهد. هدف از انجام این کار بدست آوردن اطلاعات بیشتری از تکتونیک و زمین‌شناسی ناحیه‌ای ایران و نیز تعیین زونهای مساعد جهت اکتشافات تفصیلی کانیها و هیدروکربن‌ها می‌باشد. پیمایش‌های صورت گرفته در سالهای ۱۹۷۴-۷۵ و ۱۹۷۶-۷۷ به ترتیب شامل ۸۹۰۵۸ و تقریباً ۱۶۲۶۱۲ کیلومتر خط پروازی با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر و فاصله خطوط کنترلی (Tie Line) ۴۰ کیلومتر می‌باشد.

هوایمای بکار رفته یک هدایت‌گر هوایی دو موتوره است که یک مگنتومتر بخار سزیم با حساسیت ثبت ۰/۰۲ گاما را حمل می‌کرده است.

پرواز در ورقه مورد مطالعه در یک جهت شمال شرقی - جنوب غربی (  $45^{\circ} / 225^{\circ}$  ) و ارتفاع بارومتری ۹۵۰۰ پا صورت گرفته است. ارتفاع توپوگرافی کمتر از ۵۰۰ متر تا ۴۴۰۰ متر از سطح دریا گزارش شده است.

## ۲-۱- هدف از اجرای طرح

- با در دست داشتن اطلاعات مغناطیس هوایی بدست آمده در مقیاس ناحیه‌ای و نیز بکارگیری تکنیکهای نوین پردازش اطلاعات اهداف زیر مورد نظر می‌باشد:
- تعیین خطواره‌های مغناطیسی و گسل‌های بزرگ ناحیه‌ای و عمدتاً عمیق
  - تعیین بی‌هنجاریهای مغناطیسی و انطباق آنها با واحدهای زمین‌شناسی
  - تعیین توده‌های نیمه عمیق نفوذی که نقش عمده‌ای در انواع کانی‌سازیه‌های هیدروترمالی دارند.
- معرفی مناطق امیدبخش جهت بررسی دقیق‌تر و کنترل صحرایی

### ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ سارودیه که در مختصات جغرافیایی ۵۷° تا ۵۷°۳۰' شرقی و ۲۹° تا ۲۹°۳۰' شمالی قرار گرفته است یک منطقه کوهستانی در اطراف دهکده سارودیه را پوشش می‌دهد. ارتفاعات منطقه بالغ بر ۱۶۰۰ تا ۴۱۷۰ متر می‌باشد. شمالی‌ترین قسمت ناحیه متعلق به کوه هزار با ارتفاع ۳۷۰۰ متر بوده و کوه هنزا با ارتفاع ۴۱۷۰ متر در جنوب آن واقع شده است. این مناطق کوهستانی بوسیله کوه بحرآسمان به ارتفاع ۳۷۲۰ متر در جنوب منطقه و نیز توسط دره‌های عمیق رود هنزا از مناطق پست‌تر شرقی جدا می‌شوند. مهمترین بسترهای آبی منطقه شامل رود هنزا، رود راهبر و تعداد دیگری از رودخانه‌ها که بطرف جنوب کوه بحرآسمان زهکشی شده‌اند می‌باشد. مناطق محدودی از منطقه مانند رایان به سبزواران دارای جاده‌های درجه ۳ هستند. تعداد کمی راه موتور رو نیز وجود دارد که مهمترین آنها راه بافت به سارودیه و سبزواران و راه سارودیه - حسین‌آباد می‌باشند. مناطق جنوبی تنها بوسیله راههای پیاده رو قابل دسترسی است.

#### ۴-۱- خلاصه‌ای از زمین‌شناسی منطقه

مجموعه کالرملانژها که قدیمی‌ترین واحدهای منطقه را شامل می‌شوند تنها در جنوب غربی صفحه مورد نظر وجود دارند که این واحدها شامل سنگهای مافیک (اسپیلیت، پیروکلاستیک، دیاباز، سرپانتینیت) همراه با چرت‌های قرمز رنگ و بلوکهای ماسه سنگی درشت هستند.

رسوبات ائوسن به دو کمپلکس تقسیم می‌شوند که در یک تقسیم بندی معمولی آشکار هستند. اما تعدادی از این واحدهای کمپلکس را همیشه نمی‌توان مشخص نمود که این مسئله ناشی از قدیمی‌تر بودن آنها می‌باشد. قسمت‌های زیرین شامل کمپلکسهای رسوبی - ولکانیکی مربوط به دروه ائوسن هستند که قسمت‌های بزرگی از منطقه را تشکیل می‌دهند و توسط یک سری رسوبات آشفته قبل از ائوسن بالایی به پایان می‌رسند و ضخامت آنها بالغ بر ۷ کیلومتر می‌باشد. قدیمی‌ترین واحدها شامل آندزی بازالتها و آندزیتها و پیروکلاستیکهای آنها همراه با سنگهای آهکی کنگلومراها و ماسه سنگها هستند که حاوی ساقه‌های کرینوئید و آگها و غیره می‌باشند. مقداری بلورهای نمک طعام نیز در آنها یافت می‌شوند. آندزیت بازالتها شامل مقدار زیادی بلورهای ارتوپیروکسن و پلاژیوکلازهایی که دارای درصد بالای آنورتیت هستند می‌باشند. خمیره سنگ بصورت نهان بلورین بوده و شامل میکروولیت‌های پلاژیوکلاز، پیروکسن و کانیهای اپک هستند. این واحدها حدود هزار متر ضخامت دارند. قسمت‌های بالاتر، شامل سنگهای پیروکلاستیکی، رسوبات و آهکهای تیره هستند. همچنین جریانهای تراکی آندزیتی و بازالتی نیز وجود دارد که دارای کانیهای ارتوپیروکسن و کلینوپیروکسن هستند که به آنتی گوریت و باستیت دگرسان شده‌اند. واحدهای پیروکلاستیکی در این ناحیه بالای ۷۰۰ متر ضخامت دارند. تراکی آندزیتها و بازالتها و جریانهای گدازه‌ای تراکی بازالتی بسیار فراوان هستند. تراکی بازالتها بواسطه بلورهای کشیده فلدسپار، خیلی خوب مشخص هستند. همچنین امکان دارد حاوی پیروکسنهای منوکلینیک و الیوین نیز باشند. در واحدهای بالاتر نزدیک به دره ناران مقداری توف، ماسه سنگ و کنگلومرا نیز مشاهده می‌شود. در روی این سنگها یک واحد

ضحیم ریولیتی همراه با مقداری آندزیت‌های بازالتی وجود دارند. حاشیه قسمت‌های زیرین، ترکیب واحد، شامل جریان‌های ریولیتی است. و قسمت‌های شمال غربی شامل پیروکلاستیک‌ها و حتی کنگلومرا می‌باشند. واحدهای نهایی شامل کنگلومرا، توفهای ماسه سنگی، سنگ‌های آهکی و آگلومرا هستند. شمال ناران و قسمت‌های بالایی این سکانس شامل واحدهای ریوداسیتی و آگلومرای هستند که حدود ۱۵۰ متر ضخامت دارند. در قسمت‌های فوقانی، توده‌های آهکی که امکان دارد دولومیتی شده باشند همراه با مقداری آهک‌های ماسه‌ای و ماسه سنگ قرار دارند. قسمت‌های بالاتر این واحدها شامل ریوداسیت‌های سبز رنگ همراه با توفهای آگلومرای و کنگلومراهایی که بطور عادی دارای قطعات سنگی گرد شده هستند، می‌باشند. بخش‌های بالاتر دارای ریولیت‌ها و پیروکلاستیک‌های تیره همراه با مقداری کنگلومرا و آگلومرا و توف می‌باشند. در قسمت‌های شمالی صفحه مورد مطالعه آگلومراهای ریولیتی، توف، برش‌های توفی و برش‌های گدازه‌ای با مقداری جریان‌های آندزیتی و ریولیتی بصورت واحدهای درهم پیچیده و فشرده شده وجود دارند. تعدادی از بلوک‌ها در آگلومراها تا ۱ متر هم ضخامت دارند. این سنگ‌ها با آگلومراهای ریولیتی و مقداری جریان‌های گدازه‌ای همراه بوده و قسمت‌های بالاتر این سنگ‌ها شامل توفهای ریولیتی و آگلومراهای دانه ریز می‌باشند آگلومراهای سبز تیره بوسیله ماسه سنگ‌های بنفش رنگ قطع شده‌اند. در قسمت‌های شمالی‌تر، واحدها شامل آندزیت، آندزیت بازالت، بازالت‌ها و پیروکلاستیک‌های در ارتباط با آنها هستند که ضخامت این مجموعه بیش از ۱۵۰۰ متر می‌باشد. بازالت‌های فوق حاوی میکروولیت و مقداری بلور هستند.

در قسمت‌های شرقی هنزا، ماسه سنگ‌ها و آهک‌های تیره حاوی مقداری فسیل نومولیت و غیره وجود دارند.

ریولیت‌های صورتی و جریان‌های پیروکلاستیکی آنها فقط در جنوب شرقی دوداران و شرق گیشینگان دیده می‌شوند. این پیروکلاستیک‌های ریولیتی با مقداری جریان‌های گدازه‌ای و ماسه سنگ‌های بنفش رنگ مجموعاً ۵۰۰ متر ضخامت دارند.

بالاترین قسمت ائوسن میانی، شامل توفهای ریولیتی، ماسه سنگهای توفی، سیلت، مارن و کنگلومراها می باشند. سنگهای ائوسن بوسیله تراکی آندزیت‌های برجسته و بزرگ قطع شده‌اند. توده‌های بزرگ گرانیت و گرانیتوئید در محور میانی هنزا و بحرآسمان قرار گرفته و نیز بصورت توده‌های کوچکتر در دیگر نواحی برونزد دارند.

این سنگها دارای بافتی متغیر هستند. گرانودیوریتها که حاوی نمونه‌های هورنبلنددار و بیوتیت‌دار می باشند گسترش بیشتری داشته و آلتراسیون درجه حرارت پایین از خود نشان می دهند. این سنگها به آرامی به دیوریت تبدیل شدگی نشان می دهند که حاوی کانیهای تیره متعدد مانند (هورنبلند، مقداری بیوتیت و اوژیت) هستند. گرانیتها فراوانی کمتری دارند و حاوی کوارتز، آلپیت، الیگوکلاز همراه بیوتیت و آمفیبول هستند.

کمپلکسهای ائوسن میانی و بالایی بطرق مختلف در شمال غربی و جنوب غربی صفحه مورد مطالعه توسعه یافته و معمولاً بالای ۱/۵ کیلومتر ضخامت دارند. شمال غربی با پیروکلاستیکهای آندزیتی و بازالتی بنفش تیره همراه با جریانهای کمیاب گدازه‌ای دیده می شوند (Esa1) لایه‌های آهکی شامل آلهای لیتوتامینیوم و... هستند.

پیروکلاستیکها در روی ماسه سنگهای سبزرنگ همراه با مقداری سیلت استون، کنگلومرا و مارنهای سبزرنگ قرار دارند (Esm1) مقدار زیادی نومولیت در این واحدها یافت شده‌اند.

آندزیت بازالتها و جریانهای گدازه‌ای آندزیتی در قسمتهای زیرین این واحدها بصورت پوشیده هستند اما می توانند بصورت واحدهایی در قسمتهای بالاتر نمایان شوند. جریانهای گدازه‌ای همراه با آگلومراها در قسمتهای میانی با توفها همراه هستند و رسوبات زیردست حاوی فسیل نومولیت می باشند.

در جنوبی ترین قسمت این ناحیه همه این واحدها بخوبی نمی توانند جدا شوند. شروع این واحدها با کمپلکسهای رسوبی است. این کمپلکسها در قسمتهای بالاتر قدیمی ترین سنگهای ائوسن قرار گرفته‌اند که همراه با کنگلومراها، و در قسمتهای بالاتر ماسه سنگ و سنگهای آهکی



قرار دارند که بیشتر این ماسه سنگها و سنگ آهکها، نومولیت دار هستند و در انتها توفهای ماسه سنگی قرار دارند (ESn). این سنگهای آهکی شامل بایومیکریت و مارنهای بایومیکریتی می باشند که بایوها از نوع نومولیت هستند. در بالاترین قسمت این واحد یک جدایش عمودی در غربی ترین قسمت این قطعه وجود دارد که شامل توف و ماسه سنگهای توفی همراه با مقداری کنگلومرا و بایوکالکورونایت ماسه ای می باشد. آگلومراهای بنفش تیره، توف و ماسه سنگها با حدود ۴۰۰ متر ضخامت شروع می شوند (Esa2). معادل احتمالی واحد (ESS) در قسمت های غرب، مرکز و جنوب شرقی ناحیه شامل رسوبات توریدایتی (در قسمت های زیرین بیشتر سیلیت و در قسمت های میانی و بالایی ماسه سنگ همراه با ساختمانهای رسوبی) می باشد که به فونای ائوسن میانی می رسد. لایه های بالاتر، کنگلومرا و ماسه سنگهای لایه بندی شده واجد فسیل هستند (ESC1, ESC2). مطابق شواهد فتوزئولوژی این واحدها تا حدودی دست نیافتنی هستند و حتی در قاعده الیگوسن - میوسن فشرده شده اند. ماسه سنگهای توفی، لایه بندی شده و با کنگلومرا مخلوط شده اند.

در قسمت جنوب غربی صفحه کمپلکسهای فوقانی با کنگلومرا، ماسه سنگهای توریدایتی و سیلت استون و بایواسپارهایی که حاوی اوولیت هستند، شروع می شوند. این واحدها در بعضی قسمتها می توانند به کنگلومراهای بازالتی با حدود ۱۵۰ متر ضخامت (شرق ناران)، یک واحد ماسه سنگی و سیلت استون، یک واحد ماسه سنگی سبز تا قهوه ای تیره با فونای ائوسن میانی، یک واحد ماسه سنگی تجزیه شده، سیلت استون و کنگلومراهای توفی همراه با نومولیت تقسیم شوند. قسمت های بالایی این کمپلکس شامل چینه های توریدایتی با مقداری ماسه سنگهای توفی که با آهکهای نومولیتی پوشیده شده می باشد. در یک تقسیم بندی فرعی امکان دارد واحدها به صورت زیر جدا شوند :

ماسه سنگ با کنگلومرای ریز و ماسه سنگهای توفی، ماسه سنگهای سبز قهوه ای و ماسه سنگهای توفی و در بعضی قسمتها دارای سیمای توریدایتی، کنگلومرا با مقداری ماسه سنگهای

متمایل به سبز و ماسه سنگهایی که به فونا‌های نومولیتی می‌رسند، ماسه سنگ توفی رنگ روشن دارای آلتراسیون، ماسه سنگهای خاکستری متمایل به قهوه‌ای، سیلت استونهای وابسته، ماسه سنگهای نومولیت‌دار خاکستری با کنگلومرای توفی و ماسه سنگهای لایه ضخیم متمایل به قهوه‌ای با مقداری اسپار همراه با ماسه سنگهای توفی، همچنین قسمتهایی از واحد شامل ماسه سنگهای قهوه‌ای آلتره شده با لایه‌های ضخیم، توفهای ضخیم لایه متمایل به خاکستری و مقداری سیلت و یک واحد ماسه سنگی خاکستری. قسمتهای اساسی رسوبات الیگوسن - میوسن با یک واحد کنگلومرای معرفی می‌شوند که در قسمتهای بالاتر به بایواسپارهای دانه ریز زردرنگ می‌رسند. در قسمتهای دیگر مارنهای بایومیکریت با اولیت، آهکهای دولومیتی و مارنهای ماسه‌ای وجود دارند، آنها در الیگوسن بالایی دارای ساختمانهای فونا و فلور هستند. سنگهای مربوط به دوره الیگوسن، میوسن و ائوسن بطور ناپیوسته توسط سازند قرمز بالایی که با یک کنگلومرای قاعده ضخیم لایه شروع می‌شود، پوشیده شده‌اند. قسمتهای بالایی سازند شامل ماسه سنگهای توفی بنفش رنگ در جنوب ساردویه و بطرف قسمتهای بالاتر به مقدار جزئی دارای کنگلومرای خاکستری رنگ می‌باشد. جریانهای گدازه‌ای ریولیتی و آگلومرا همراه با کنگلومراهای دانه درشت روی آنها قرار می‌گیرند. این سکانس با ماسه سنگهای توفی دانه متوسط تا دانه درشت آگلومرا، برشهای توفی و کنگلومرا همراه با جریانهای گدازه‌ای ریولیتی بعدی به پایان می‌رسند. این سکانس بوسیله داسیت و دیوریت پروفیری قطع می‌شود. در شمال دوداران و جنوب پل، جریانهای داسیتی در بالای سنگهای ائوسن وجود دارند. رسوبات جوانتر نئوژن که با کنگلومرا و ماسه سنگ آغاز می‌شوند ناحیه کوچکی را پوشش می‌دهند.

رسوبات کواترنر به اشکال بادبزی قدیمی‌تر و جوانتر، تراستهای آهکی، تالوسهای سخت، رسهای یکدست در اطراف ساردویه و مخرطه افکنه‌های جدید دیده می‌شوند.

## زمین‌شناسی ساختمانی

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق کمر بند کالرملانژ واقع شده است. در قسمت‌های جنوبی ناحیه اشکالی از طاق‌دیسه‌های بزرگ، مانند کوه بحرآسمان دیده می‌شوند که در مرکز آن گرانیتوئید و در یال‌های آن ولکانیک‌های ائوسن و احتمالاً رسوبات مربوط به این دوره وجود دارند.

قسمت‌های شمالی بطور طبیعی از یک منوکلین تشکیل شده و توسط گلسهای طولی و امتداد لغز به قطعاتی تقسیم شده‌اند. در طول فازهای چین خوردگی ائوسن، کمپلکس ائوسن زیرین بعلت ترکیب ولکانیکی‌اش بصورت یک جسم سخت (rigid mass) عمل کرده است.

## تشکیلات معدنی:

کانسارهای مس به مقدار زیاد تشکیل شده‌اند. تعدادی از آنها در زمانهای قدیم کشف شده‌اند. این کانسارها بصورت رگه‌های مینرالی در ولکانیک‌های ائوسن و نیز در طول گسل‌های سیلیسی شده جایگزین شده‌اند. این مینرالها بصورت پیریت، کالکوپیریت و بورنیت و مگنتیت مشاهده می‌شوند.

بیشترین رگه‌ها در کوه بحرآسمان و کوه هنزا و نزدیک گودارسیاه هستند. محصول کانسار سازی مس پروفیری نزدیک دهکده سارمشک، سوراخ مار و سین‌آباد مشاهده می‌شود.



# SARDUIYEH



## Legend

Fault

- 1Ea
- 1Ea1
- 1Ea2
- 1a1
- 1a2
- 1a3
- 2Ea
- 2Ea1
- 2Ea2
- 2Ea3
- 2Ea4
- 2Ea5
- 2a1
- 2a2
- 2a4
- a
- c
- ca
- dc1
- dc2
- dp
- E1s1
- Eabp
- Eaf
- Eapb
- Eat1
- Ela1
- Elb2
- Epe
- Er1
- Er2
- Ermp
- Erda
- Erdp
- Erp1
- Erp2
- Erp3
- Erp4
- Erp5
- Erp6
- Ert1
- Ert2
- Esa1
- Esa2
- Esa3
- Esa4
- Esa5
- Esn
- Esn1
- Esn2
- Esn
- Etar
- g
- gd
- K2
- K21
- M2tb
- Ng3
- Ngc
- O1M
- Q1
- Q2
- Qal
- Qcf
- Qf
- qq
- r
- ra
- rdp
- ta
- tc

Geological map



Fig1

## ۱-۵- کلیاتی در مورد کاوشهای مغناطیسی

ژئوفیزیک کاربردی در جستجو برای کانیها، نفت و گاز عموماً شامل روشهای اکتشافی مختلفی نظیر: گرانی، مغناطیسی، الکتریکی، لرزه‌ای،... می‌باشد. انتخاب روش جهت تعیین محل یک کانی بخصوص، با خواص کانی و سنگهای اطراف آن ارتباط دارد. مثلاً در روش مغناطیسی خودپذیری (Susceptibility)، در روش گرانی چگالی و در روش لرزه‌ای سرعت سیر امواج در لایه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مواردی یک روش نشانه مستقیمی از وجود کانی مورد نظر را در اختیار قرار می‌دهد مثل مواقعی که روش مغناطیسی برای یافتن کانه‌های مغناطیسی از آهن و نیکل بکار می‌رود. در موارد دیگر، یک روش ممکن است تنها نشانه‌ای از مناسب بودن شرایط برای حضور کانی مورد نظر را ارائه دهد به عنوان مثال روش مغناطیسی در اکتشاف نفت غالباً وسیله شناسایی در تعیین عمق سنگ کفهای آذرین می‌باشد تا معلوم شود در کجا رسوبات به اندازه کافی ضخیم هستند که اکتشاف نفت تضمین شود.

روش مغناطیسی قدیمی‌ترین روش ژئوفیزیکی است که هم برای تعیین محل کانه‌های پنهان و هم برای تعیین ساختارهای مربوط به رسوبات نفت و گاز بکار می‌رود. این روش از جمله روشهایی است که منشأ آن طبیعی بوده و ناشی از تأثیر میدان مغناطیسی زمین بر روی سنگها می‌باشد.

میدان مغناطیسی زمین هم ارز یک مغناطیس ماندگار است که در راستایی عموماً شمالی - جنوبی در نزدیکی محور چرخشی زمین قرار دارد. ۹۹٪ میدان مغناطیسی زمین منشأ داخلی و ۱٪ باقیمانده منشأ خارجی دارد و بطور کلی تا آنجا که به اکتشافات ژئوفیزیکی مربوط است این میدان از سه قسمت تشکیل شده است:

۱- میدان اصلی که نسبتاً به آرامی تغییر کرده و منشأ آن داخلی است.

۲- میدان خارجی که منشأ آن خارج از زمین می‌باشد و نسبتاً سریع تغییر می‌کند، تغییری

که بخشی از آن دوره‌ای و بخشی تصادفی (random) می‌باشد.

۳- تغییرات میدان اصلی که معمولاً خیلی کوچکتر از میدان اصلی است و در اثر بی‌هنجاریهای مغناطیسی محلی که نتیجه تغییرات در محتوای کانی مغناطیسی سنگها است در نزدیکی سطح پوسته زمین بوجود می‌آید این بی‌هنجاریها گاه‌بگاه به اندازه کافی بزرگ می‌باشند که میدان اصلی را در محل دوبرابر کنند ولی آنها عموماً در فواصل بسیار زیاد ماندگار نیستند و این بدان معنی است که نقشه‌های مغناطیسی، عارضه‌های منطقه‌ای بزرگ - مقیاس را ارائه نمی‌کنند.

بررسی این تغییرات هدفهای ژئوفیزیک اکتشافی را تشکیل می‌دهد زیرا بی‌هنجاریهای محلی میدان مغناطیسی را می‌توان در ارتباط با ساختار محلی زمین تفسیر کرد. البته یکی از منابع اطلاعاتی بسیار مهم در این زمینه، سنگهایی هستند که احتمال دارد در زمان شکل‌بندی خود، بطور دائمی مغناطیده شده باشند. با استفاده از اندازه‌گیری مغناطیدگی سنگهای نمونه، تاریخ گذشته میدان مغناطیسی را می‌توان استنتاج کرد.

در روش مغناطیسی بی‌هنجاریهای بدست آمده از برداشتهای صحرایی بر حسب تغییرات خودپذیری مغناطیسی (Susceptibility) و یا مغناطیس شدن دائم تعبیر و تفسیر می‌شوند. هر دو خواص فوق در دمای زیر نقطه کوری (Curie point) در سنگها موجودیت دارند. بنابراین بی‌هنجاریهای مغناطیسی فقط تا اعماق ۳۰-۴۰ کیلومتری محدود می‌شوند.

اکتشافات با روش مغناطیسی را می‌توان در زمین، دریا و هوا انجام داد. در مناطقی که وسعت زیادی دارند (بیش از صد هزار کیلومتر مربع) غالباً از مغناطیس هوابرد استفاده می‌شود. زیرا این روش خیلی سریعتر و با دقت بیشتری انجام می‌گیرد. مغناطیس سنجهایی که در کارهای هوایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، میدان کل را اندازه‌گیری می‌کنند، از اینرو تعبیر و تفسیر یافته‌های هوایی پیچیده‌تر از یافته‌های زمینی است زیرا مغناطیس سنجهایی که اغلب در کارهای زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند مولفه افقی و یا قائم میدان زمین را ثبت می‌کنند.

مغناطیس هوابرد در مقیاس بزرگ جهت تعیین محل گسلهای بزرگ و زونهای خرد شده و

شکسته که اغلب در رابطه با کانی‌زایی هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطوح ناپیوستگی که غالباً در رابطه با کانی‌های آواری (مثل اورانیم) می‌باشند توسط روش مغناطیسی قابل پی‌جویی می‌باشند.



## ۱-۶- روش‌های اکتشافات مغناطیسی

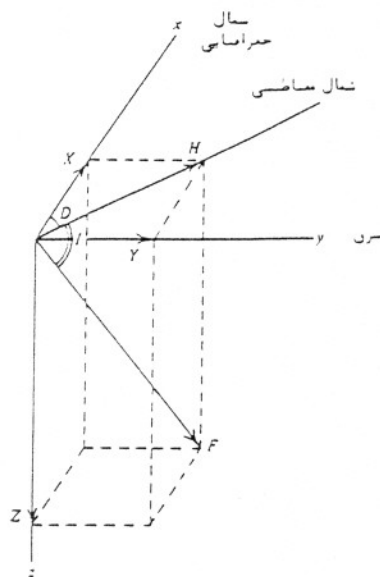
### ۱-۶-۱- تهیه نقشه تغییرات شدت کل میدان مغناطیسی

پس از انجام تصحیحات لازم بر روی برداشتهای مغناطیسی، مقادیر بدست آمده در هر ایستگاه را روی نقشه پیاده کرده و نتایج بصورت خطوط هم شدت میدان مغناطیسی تهیه می‌شود. این عمل در حال حاضر با دقت بالایی توسط رایانه صورت می‌گیرد. تغییرات شدت میدان معمولاً بصورت پروفیل، خطوط هم شدت و نقشه تصویری (Pixel - image) تهیه می‌شوند. خطوط هم شدت میدان یا پربندهای مغناطیسی تعریف بهتری از گرادیان را ارائه می‌دهند که برای تخمین عمق و شیب عامل بی‌هنجاری ضروری است. پروفیلها نیز جزئیات بهتری را در صورت لزوم نشان می‌دهند. برای بدست آوردن اطلاعات با ارزش‌تر و جزئیات بیشتر جهت تفسیر، فرآیندهای تبدیلی و فیلترهای مختلفی بکار می‌رود که ذیلاً شرح داده می‌شود.

### ۱-۶-۲- روش برگردان به قطب (Reduction to Pole)

در بیشتر نقاط سطح زمین، میدان مغناطیسی کل در راستایی قرار می‌گیرد که نه موازی و نه عمود بر نصف‌النهارات مغناطیسی می‌باشد، در چنین حالتی مطابق شکل ۲ میدان مغناطیسی زمین (F) را می‌توان به دو مؤلفه افقی (H) و قائم (Z) تجزیه نمود. زاویه بین بردارهای F و H را زاویه میل مغناطیسی (Inclination) و زاویه بین H و شمال جغرافیایی را زاویه انحراف مغناطیسی (Declination) گویند. زاویه میل از صفر درجه در استوا تا ۹۰ درجه در قطب متغیر می‌باشد. یعنی اندازه این عنصر مغناطیسی با عرضهای مغناطیسی تغییر می‌کند.





شکل ۲- عنصرهای میدان مغناطیسی زمین

با استفاده از روش برگردان به قطب، میدان مغناطیسی از یک عرض مغناطیسی که در آن بردار میدان زمین مایل و شیب‌دار است به قطب مغناطیسی یعنی جایی که میدان القایی قائم می‌باشد منتقل می‌گردد. زیرا اگر میدان زمین مایل باشد، شکل بی‌هنجاریهای مغناطیسی که بصورت القایی بوجود آمده‌اند نسبت به منبع بوجود آورنده نامتقارن خواهد بود ولی در صورتی که میدان القایی قائم باشد، بی‌هنجاریهای بوجود آمده در اثر القاء مغناطیسی بر روی منبع خودشان قرار می‌گیرند. چنین فرایندهای جهت تبدیل میدان مغناطیسی بین دو عرض متفاوت نیز بکار می‌رود (Milligan & Gunn, 1997).

تفسیر اساسی داده‌های مغناطیس‌هوایی معمولاً بر روی تصاویر مختلف برگردان به قطب صورت می‌گیرد، زیرا در عرض‌های مغناطیسی کمتر از  $50^\circ$  درجه رابطه واضح و مشخصی بین بی‌هنجاریها و هندسه منبع بی‌هنجاری وجود ندارد.

در روش برگردان به قطب فرض می‌شود که واحدهای سنگی موجود در پوسته قاره‌ای زمین در اثر قرار گرفتن در میدان مغناطیسی زمین بصورت القایی مغناطیده گشته و هیچ مغناطیس باقی مانده‌ایی در جهت متفاوتی از میدان مغناطیسی زمین وجود نداشته باشد. (Macleod et.al. 1993) ثابت کرده‌اند در صورت وجود مغناطیس باقی مانده قابل توجهی بی‌هنجاریهای مغناطیسی در نقشه‌های تبدیلی توأم با اختلال می‌باشند.

تصاویر برگردان به قطب جهت تفسیر داده‌های مغناطیسی عبارتند از (Gunn et.al. 1997):

۱- برگردان به قطب خطوط کننتور که تصویری از گرادیان میدان را نشان داده و اساساً جهت تعیین مرز منابع مغناطیسی و تخمین کیفی هندسه و عمق منبع بکار می‌رود.

۲- برگردان به قطب تصویر رنگی میدان کل بدون تابش نور که یک نمایش رنگی از اطلاعات موجود در نقشه خطوط کننتور بوده و اطلاعات کاملتری را تأمین می‌کند.

۳- برگردان به قطب تصویر رنگی میدان با تابش نور از شمال که غالباً برای تقسیم ناحیه به واحدهایی با شدت مغناطیسی متفاوت بکار می‌رود.

۴- تصویر برگردان به قطب با مقیاس خاکستری (grey scale) و تابش نور از شمال. بسیاری از مفسرها این تصویر را به تصویر رنگی ترجیح می‌دهند زیرا سیماهای مغناطیسی باریک در این تصاویر واضح‌تر از تصاویر رنگی دیده می‌شوند.

#### ۱-۶-۳- روش مشتق قائم و افقی از شدت میدان کل

مشتق قائم میدان مغناطیسی  $(\frac{\partial Z}{\partial z})$  نمایانگر میدانی است که در آن اثرهای ناحیه‌ای و تداخل بین بی‌هنجاریهای مجاور از بین رفته باشد. گرادیان قائم از نظر فیزیکی معادل است با ثبت دو قرائت در هر ایستگاه که یکی درست در بالای دیگری واقع می‌باشد در اینصورت خواهیم داشت:

$$\frac{\partial Z}{\partial z} = \frac{(Z_2 - Z_1)}{\delta z}$$

$Z_1, Z_2$  به ترتیب قرائت در ارتفاعهای بالاتر و پائین‌تر بوده و  $Z$  فاصله قائم آنها است. مشتق

قائم دوم، گرادیان قائم مشتق اول بوده و تحلیل آن در تفسیر کاوش کانیها برای بزرگ کردن عوارض کوچک - مقیاس نزدیک به سطح مفید می باشد.

مشتق قائم در واقع یک فیلتر بالاگذر (High-pass) می باشد. زیرا فرکانسهای بالا را نسبت به فرکانسهای پائین افزایش می دهد و این خاصیت، پایه و اساس کاربرد فرایند مشتق است که اثرهای ناحیه ایی با طول موج بلند را حذف کرده و اثر بی هنجاریهای مجاور را تجزیه می کند. مشتق قائم تقریباً یک نیاز اساسی در تفسیر داده های مغناطیسی است. قدرت تجزیه مشتق قائم دوم بیش از مشتق اول است ولی کاربرد آن نیازمند داده هایی با کیفیت بالاتر می باشد زیرا با افزایش فرکانسهای بالا اختلالات (noise) نیز افزایش می یابد. نقشه ها و تصاویر مختلف مشتق قائم شامل موارد زیر می باشد:

۱- نقشه خطوط کن تور مشتق قائم از میدان کل که به قطب برگردانده شده است. این نقشه جهت تعیین بی هنجاریهای واقعی و محدوده منبع آن ضروری است.

۲- نقشه رنگی از مشتق قائم شدت میدان کل برگردانده شده به قطب با تابش نور از طرف شمال. این نقشه جزئیات خوب منطقه مورد مطالعه را نشان داده و بسیاری از عوارض باریک در آن بصورت ترکیبی از عوارض تیره و روشن دیده می شوند ولی ضعف بزرگ آن این است که موقعیت تبدیل قسمتهای تیره به روشن این عوارض خطی به جهت تابش نور بستگی دارد.

۳- تصویر با مقیاس خاکستری (grey scale) از مشتق قائم شدت کل برگردان به قطب که قدرت تجزیه بیشتری نسبت به تصویر رنگی دارد.

مشتق افقی شدت میدان کل شامل یک مرحله تبدیلی و یک مرحله افزایش فرکانسهای بالا می باشد. مرحله تبدیلی سبب ایجاد پیکهای بی هنجاریهایی که تقریباً در بالای لبه اجسام پهن تعیین مکان می شوند شده و افزایش فرکانسهای بالا این پیکها را تیز (Sharp) می کند بطوریکه تعیین محدوده بی هنجاریها با دقت بیشتری صورت می گیرد و تشخیص محل و شکل واحد سنگی آسان می گردد.

analytic signal تابعی از مشتق میدان مغناطیسی بوده و بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\text{analytic signal} : [A(X, Y)] = \left[ \left( \frac{\partial m}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial m}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial m}{\partial z} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

شدت میدان مغناطیسی:  $m$

این تابع یک پارامتر قابل اندازه‌گیری نبوده و کاملاً مستقل از جهت مغناطیده شدن سنگها و جهت میدان مغناطیسی زمین می‌باشد. این بدان معنی است که تمام اجسام با هندسه یکسان، analytic signal یکسانی دارند. بطوریکه اگر پیک توابع analytic signal متقارن بوده و مستقیماً بالای لبه اجسام پهن و بالای مرکز اجسام باریک قرار بگیرد، تفسیر نقشه‌های analytic signal نمایش قابل فهمی از هندسه منبع مغناطیسی را بطور ساده ارائه می‌دهد.

(1992) Roest et.al. با استفاده از پیک بی‌هنجاری analytic signal، هندسه منبع را تعیین

کرده و از خصوصیت نیم پهنای پیک (half-width) برای بدست آوردن تخمینی از عمق منبع

استفاده کرده‌اند ولی جهت تأیید صحت و درستی این نتایج روشی ارائه نگردیده است.

#### ۱-۶-۵- روش ادامه فراسو (Up ward Continuation) و ادامه فرسوسو (Down ward Continuation)

روش ادامه فراسو و فرسوسو فرایندی است که توسط آن داده‌های میدان مغناطیسی از یک سطح مبنا به طریق ریاضی بر روی سطوح ترازوی در بالا یا در زیر مبنای اصلی تصویر می‌شوند. در تصویر کردن بر روی سطح بالاتر، عملاً هموارسازی می‌کنیم. زمانی که مطالعه بر روی بی‌هنجاریهای عمیق مورد نیاز است، جهت از بین بردن اثر بی‌هنجاریهای کم عمق از روش ادامه فراسو استفاده می‌کنیم. از نظر فیزیکی همانطور که ارتفاع در این روش افزایش می‌یابد اثر اجسام مغناطیسی کوچکتر، باریکتر و ریزتر نسبت به اثر اجسام مغناطیسی بزرگتر که بطور عمقی امتداد زیادی یافته‌اند از بین می‌رود. نقشه‌های ادامه فراسو نمایشی از بلوکهای تکتونیکی و پوسته‌ایی اصلی را در یک ناحیه نشان داده و دیدگاههای جدیدی از ساختارهای پوسته‌ای ارائه می‌دهد. (Tarlowski, et.al. 1997)

روش ادامه فرسوسو بی‌هنجاریهای بدست آمده را با انتقال آنها به نزدیک سطح مشاهده بصورت تیز در می‌آورد. (فرکانسهای بالا را افزایش می‌دهد). در این روش اختلالات (noise) با فرکانس بالا به همراه بی‌هنجاریهای زمین‌شناسی افزایش می‌یابد. تجربه نشان می‌دهد که ادامه فرسوسو با مسافت زیاد معمولاً با اشکالاتی توأم است و مسافت قابل استفاده به فاصله نمونه و کیفیت داده‌ها بستگی دارد. این روش برای نواحی پیچیده با اثر مغناطیسی سطحی که سرشتی مناطق اکتشافی کانی است زیاد مناسب نیست ولی برای تخمین ضخامت سازندهای رسوبی در بررسیهای نفتی جالب توجه است.

ادامه فراسو و فرسوسو برای اندازه‌گیریهای رادیومتری هوایی از نظر تئوری امکان‌پذیر می‌باشد. (Gunn 1978) یک روش تحلیلی برای پاسخ فرکانس این فرایند ارائه داده است که بطور عددی توسط Craig (1993) محاسبه گردیده است.

#### ۱-۶-۶- نحوه تعبیر و تفسیر

استفاده از نقشه شدت میدان مغناطیسی و روشهای مذکور ما را در تعیین مرز واحدهای مغناطیسی، جابجایی ساختارها و گسلش یاری می‌دهد. همچنین تهیه مقاطع از بی‌هنجاریهای تعیین شده، رسم شکل هندسی عوامل بی‌هنجاریها و بعبارتی تفسیر کمی آنها بطور تقریبی ممکن می‌سازد.

شکل بی‌هنجاریهای مربوط به منابعی که دارای هندسه متفاوت می‌باشند می‌تواند پایه‌ایی جهت تخمین مرز واحدهای مغناطیسی باشد. در بیشتر موارد این واحدهای مغناطیسی با یک واحد زمین‌شناسی نظیر یک لیتولوژی خاص متناسب است. ولی اگر فاصله خطوط پرواز زیاد بوده و یا جهت آنها نسبت به امتدادهای زمین‌شناسی مایل باشد، تصاویر و کنتورهای نتیجه شده، بطور صحیح جزئیات مغناطیسی را به نقشه در نمی‌آورد و بی‌هنجاریهای غیرواقعی ظاهر می‌شوند. در چنین شرایطی به نقشه درآوردن جزئیات مفید در واحدهای مغناطیسی مشکل خواهد بود.

بطور کلی سه نوع مرز چشمه وجود دارد (Gunn et.al. 1997):

- در مواردی یک بی‌هنجاری بزرگ منفرد اتفاق می‌افتد که می‌تواند تأثیر یک چشمه که بطور یکنواخت مغناطیده شده است باشد و مرز آن در جایی که حاشیه چشمه تخمین زده می‌شود ردیابی می‌گردد.

- برای بی‌هنجاریهای باریک که ضخامت چشمه کمتر از عمق می‌باشد، چشمه می‌تواند بصورت یک خط نشان داده شود.

- در بسیاری از موارد تجمعی از بی‌هنجاریهای منظم و نیمه منظم و اتفاقی (random) وجود دارد که می‌تواند مربوط به مجموعه‌ایی از واحدهای مغناطیسی و غیر مغناطیسی، واحدهای سنگی مغناطیسی گسل خورده، واحدهای سنگی مغناطیسی چین خورده، هوازدگی نامنظم واحدهای مغناطیسی، جریان‌های ولکانیکی بطوریکه قسمتهای مختلف جریان بعلت ترکیب

شیمیایی و درجه سردشدگی متغیر، خواص مغناطیسی متفاوتی دارند و ترکیبی از موارد بالا باشد.

گسلش و جابجایی ساختارها در منطقه توسط عوامل زیر شناسایی می شود:

- جابجایی ظاهری واحدهای مغناطیسی مشابه
- قطع ناگهانی واحدهای مغناطیسی
- تغییر ناگهانی در عمق منابع مغناطیسی
- یک مغناطیس باریک خطی با شدت پائین که بدلیل هوازگی در طول سطح گسل بوجود آمده و کانی های مغناطیسی در اثر اکسیداسیون به کانی غیرمغناطیسی تبدیل گشته اند (دو طرف این باریکه خطی می تواند مغناطیس مشابهی داشته باشد).
- یک مغناطیس خطی با شدت بالا که ممکن است در اثر وجود یک عامل خارجی قطع شده باشد و مربوط به کانیهای مغناطیسی رسوب کرده در سطح گسل باشد.

## فصل دوم

بررسی نتایج کاوشهای مغناطیسی بر مبنای نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی

با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰



## ۲-۱- بررسی نقشه شدت کل میدان مغناطیسی

نقشه شماره ۳ بیانگر تغییرات شدت کل میدان مغناطیسی منطقه می باشد. بیشترین شدت میدان 40307 نانوتسلا و کمترین مقدار آن 38616 نانوتسلا می باشد. منطقه به چهار زون تقسیم بندی شده است. زون ۱ دارای شدت بالا می باشد که نیمه شرقی عمدتاً بر روی گرانیت، گرانودیوریت، بازالتیک آندزیت، آندزیت پیروکلاستیک و واقع شده اند. ولی نیمه غربی بر روی واحدهای رسوبی ائوسن و تشکیلات کواترنر واقع شده اند.

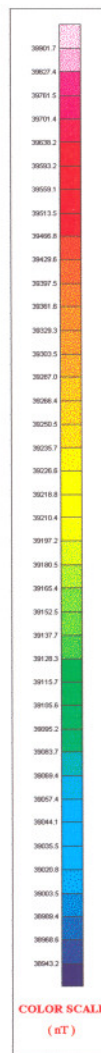
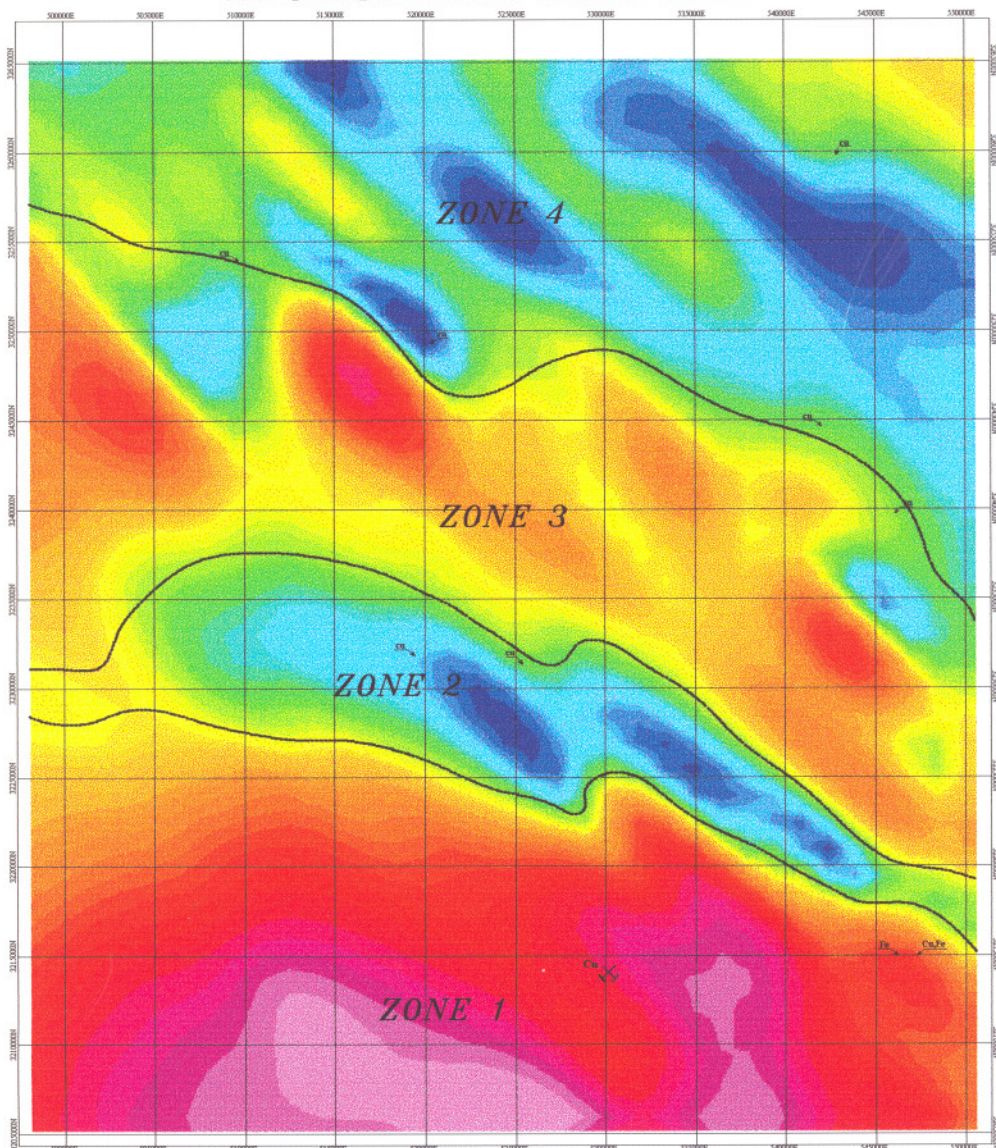
زون ۲ دارای شدت بسیار پایینی می باشد که عمدتاً بر روی رسوبات کواترنر، سنگهای پیروکلاستیک اسیدی و سنگهای رسوبی نظیر سیلت استون و کنگلومرا و ماسه سنگ قرار دارند.

زون ۳ دارای شدت میدان متوسطی می باشد که قسمت شمال شرق آن عمدتاً بر روی گرانودیوریت، آندزی بازالتها و آندزیت همراه با پیروکلاستیک واقع شده اند. و جنوب غرب منطقه عمدتاً بر روی پیروکلاستیکهای بازیک نظیر پیروکلاستیکهای آندزیتی و آندزی بازالتی و قسمتی دیگر بر روی رسوبات کواترنر واقع شده است.

زون ۴ دارای شدت میدان پایینی بوده که عمدتاً بر روی ولکانیکهای اسیدی و بازیک همراه با پیروکلاستیک واقع شده است.

بطور کلی روند بی هنجاریهای موجود در این نقشه با روند زون ارومیه - دختر مطابقت دارد. جهت مطالعات دقیق تر فیلترهای مختلفی بر روی داده های شدت میدان کل اعمال می کنیم که متعاقباً به بررسی آن می پردازیم.

# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAP  
AREA : SARDUIYEH  
Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379  
Tie Line : 40Km  
**Fig.No. : 3**



## ۲-۲- بررسی نقشه برگردان به قطب (Reduction to Pole)

نقشه شماره ۴ بیانگر تغییرات شدت میدان مغناطیسی پس از انتقال داده‌ها به قطب مغناطیسی با استفاده از زاویه میل و انحراف مغناطیسی می‌باشد. بی‌هنجاریهای موجود در این نقشه در مقایسه با نقشه شماره ۳ بطرف شمال جابجا شده‌اند. بطور کلی سه بی‌هنجاری با شدت بالا قابل تشخیص می‌باشد. مرکز بی‌هنجاری A با ماکزیمم شدت 40048 نانوتسلا و مختصات 512389 درجه شرقی و 3214886 درجه شمالی بر روی رسوبات کواترنر و تشکیلات رسوبی شامل ماسه سنگ و سیلت استون قرار دارد. شدت بالای مغناطیس را می‌توان در ارتباط با توده‌های ولکانیکی مجاور رسوبات مذکور، شامل بازالت و آندزیت‌های همراه با پیروکلاستیکها در نظر گرفت. بدلیل اینکه سنگهای ولکانیکی فوق‌الذکر عمدتاً حاوی کانیهای آهن و منیزیم‌دار نظیر الیوین و پیروکسن که پارامغناطیس می‌باشند هستند و نیز می‌توانند حاوی منیتیت که کانی فرومغناطیس است باشند و یا در نتیجه آلتراسیون کانیهای موجود در این سنگها، آهن آزاد شده و بصورت رگه‌هایی برجای بماند، شدت بالای مغناطیس در این ناحیه منطقی بنظر می‌رسد.

مرکز بی‌هنجاری B با ماکزیمم شدت 40098 نانوتسلا و مختصات ۵۲۵۸۸۸/۶ درجه شرقی و ۳۲۰۸۸۸۶ درجه شمالی بر روی تشکیلات آذرین شامل آندزی بازالتها، آندزیت و پیروکلاستیکهای مرتبط با آنها واقع شده است و دلیل بی‌هنجاری ناشی از این سنگها در مطالب عنوان شده در ارتباط با بی‌هنجاری A بطور اجمالی بیان شده است.

مرکز بی‌هنجاری C با ماکزیمم شدت ۴۰۳۱۷ نانوتسلا و مختصات ۵۲۶۳۸۸/۶ درجه شرقی و ۳۲۱۹۳۸۶ درجه شمالی بر روی تشکیلات آذرین شامل ریولیت، آندزیت بازالت، ساب دیوریت، تراکی آندزیت، گرانیت و گرانودیوریت قرار گرفته است. دلیل این بی‌هنجاری علاوه بر سنگهای بازیک می‌تواند در ارتباط با وجود سنگهای پلوتونیک نظیر گرانیت و گرانودیوریت باشد. از آنجایی که سنگهای مزبور دارای کانیهای هورنبلند و بیوتیت که پارامغناطیس می‌باشند هستند

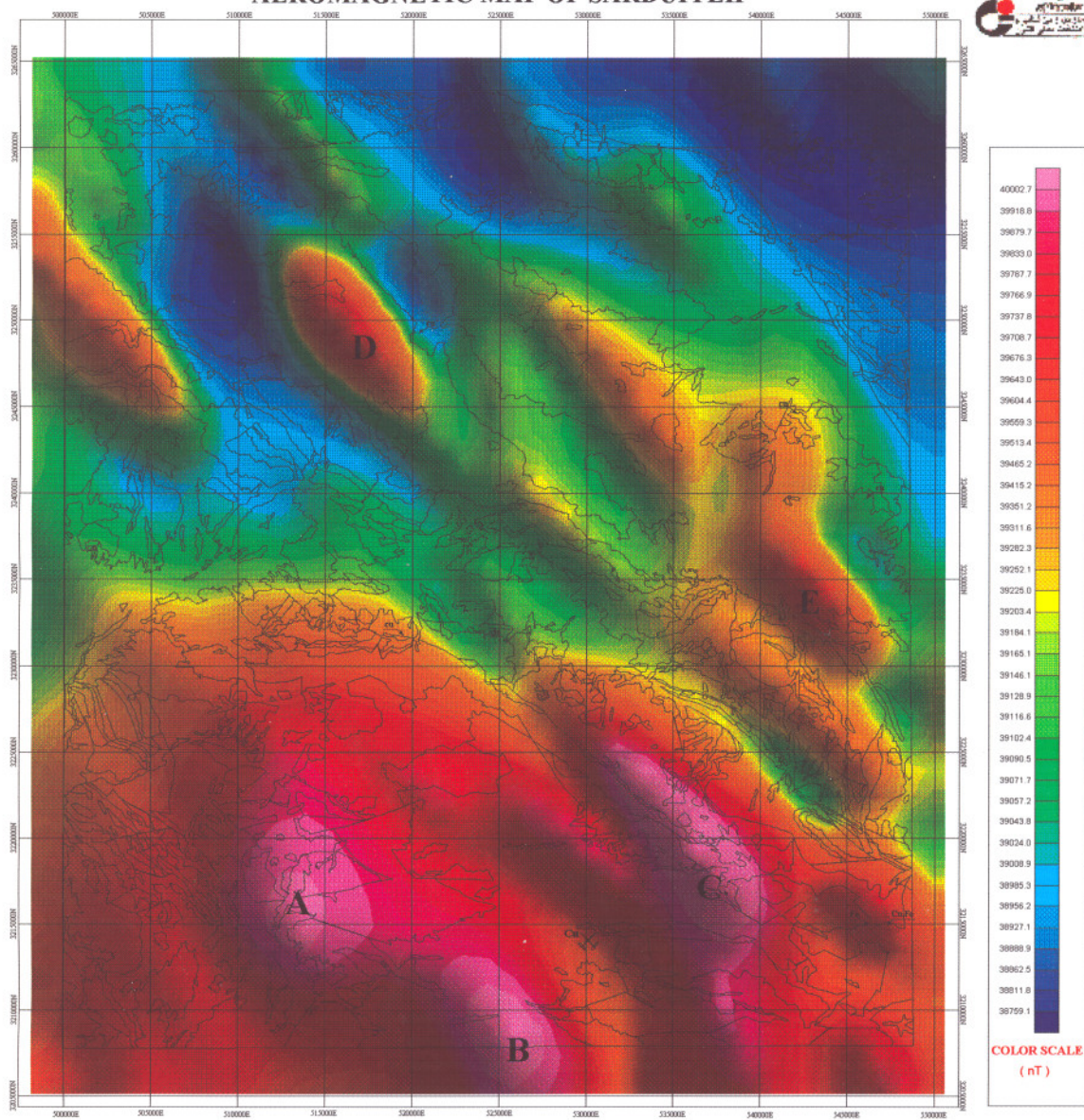
می‌توانند شدت بالای مغناطیس از خود نشان دهند و نیز محل کنتاکت توده‌های ولکانیک و پلوتونیک می‌تواند محل تشکیل کانسارهایی نظیر کانسار مس پروفیری باشد. پس وجود این بی‌هنجاری نیز منطقی بنظر می‌رسد.

مرکز بی‌هنجاری D با ماکزیمم شدت ۳۹۸۱۱ نانوتسلا و مختصات ۵۱۶۸۸۸/۶ درجه شرقی و ۳۲۴۹۳۸۶ درجه شمالی بر روی تشکیلات ولکانیکی شامل بازالتها و آندزیتها و پیروکلاستیکها و ریولیتها واقع شده است. شدت این بی‌هنجاری احتمالاً تحت تأثیر شدت پایین بی‌هنجاری‌های مجاور قرار گرفته و مقدار آن کاهش یافته است.

مرکز بی‌هنجاری E با ماکزیمم شدت ۳۹۷۴۲ نانوتسلا و مختصات ۵۴۲۳۸۸/۶ درجه شرقی و ۳۲۳۴۳۸۶ درجه شمالی عمدتاً بر روی ولکانیکهای آندزیتی و بازالتی و قسمتی نیز بر روی رسوبات کواترنر قرار گرفته است.



# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



<b>GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN</b>	
REDUCTION TO POLE MAP AREA : SARDUIYEH	
Flight Interval : 7.5 Km	Date : 1379
Tie Line : 40Km	
<b>Fig No. : 4</b>	

## ۲-۳- بررسی نقشه‌های مشتق قائم

نقشه‌های شماره ۵ و ۶ نشان دهنده مشتق قائم اول و دوم از شدت میدان کل پس از انتقال داده‌ها به قطب مغناطیسی می‌باشند. در مقایسه با نقشه برگردان به قطب مشاهده می‌شود طول موج‌های بزرگ که مربوط به منابع عمیق و منطقه‌ای می‌باشند و اثر بی‌هنجاریهای بزرگ بر روی بی‌هنجاریهای کوچک از بین رفته و بی‌هنجاریهای کوچک و محلی بخوبی نمایان گشته‌اند. روند شمال غربی - جنوب شرقی بی‌هنجاریهای مغناطیسی بر روی نقشه‌ها مشهود است.

بی‌هنجاریهای A و B در این نقشه‌ها با شدت کمتری ظاهر گشته‌اند بطوریکه در نقشه مشتق دوم قائم تقریباً شدت خود را از دست داده‌اند. این موضوع می‌تواند دلیلی بر عمیق بودن منبع بی‌هنجاریهای مذکور باشد.

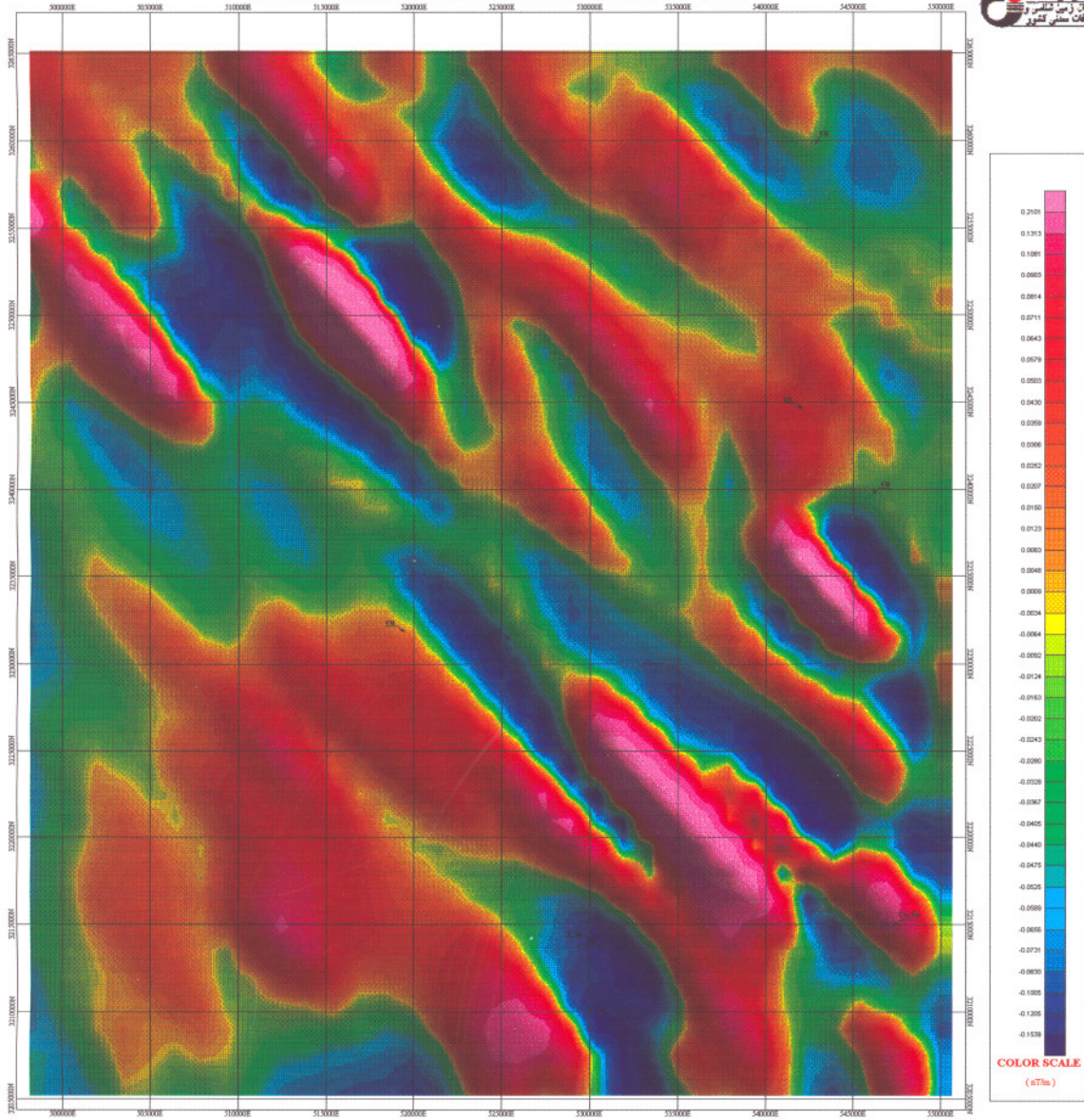
بی‌هنجاری C با همان شدت بالا و حفظ روند شمال غرب - جنوب شرق در این نقشه‌ها ظاهر گشته است بنابراین منبع بی‌هنجاری C تا سطح زمین امتداد دارد.

بی‌هنجاریهای D و E که در نقشه برگردان به قطب از شدت پایینی برخوردار بوده‌اند در این نقشه‌ها با شدت بالایی ظاهر گشته‌اند. که این امر می‌تواند دلیلی بر کم عمق بودن منبع بی‌هنجاریهای D و E باشد.

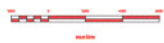
بطور کلی از این نقشه‌ها می‌توان برای تعیین خطواره‌های مغناطیسی و توده‌های نفوذی نیمه عمیق که در ارتباط با کانی زایی هیدروترمال می‌باشند استفاده کرد. نتایج حاصله در نقشه تفسیری شماره ۲۰ آورده شده است.



# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH

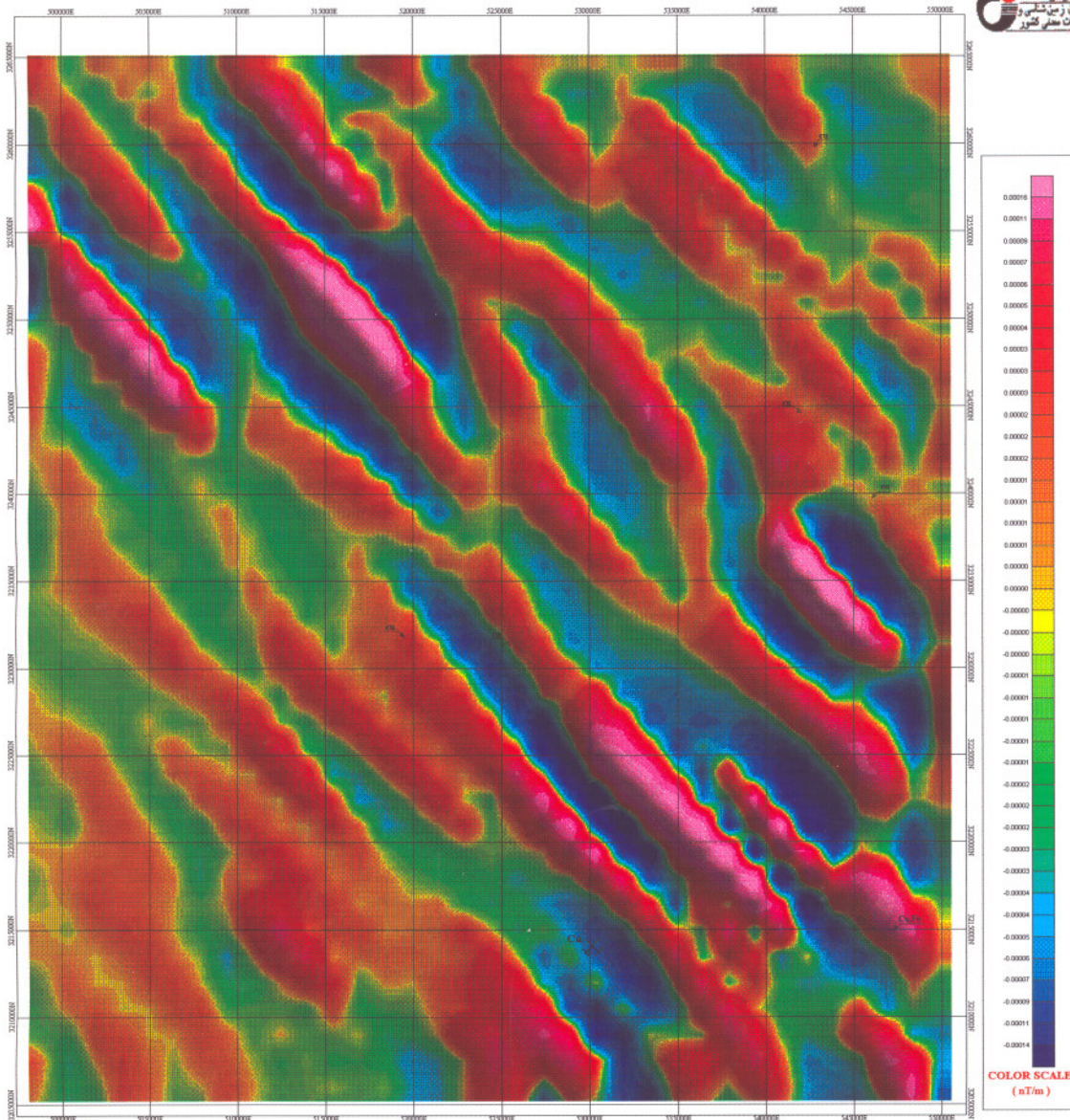


**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
**FIRST VERTICAL DERIVATIVE MAP**  
**AREA : SARDUIYEH**  
Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379  
Tie Line : 40Km  
**Fig No. : 5**





# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

SECOND VERTICAL DERIVATIVE MAP  
AREA : SARDUIYEH

Flight Interval : 7.5 Km

Date : 1379

Tie Line : 40Km

**Fig No. : 6**

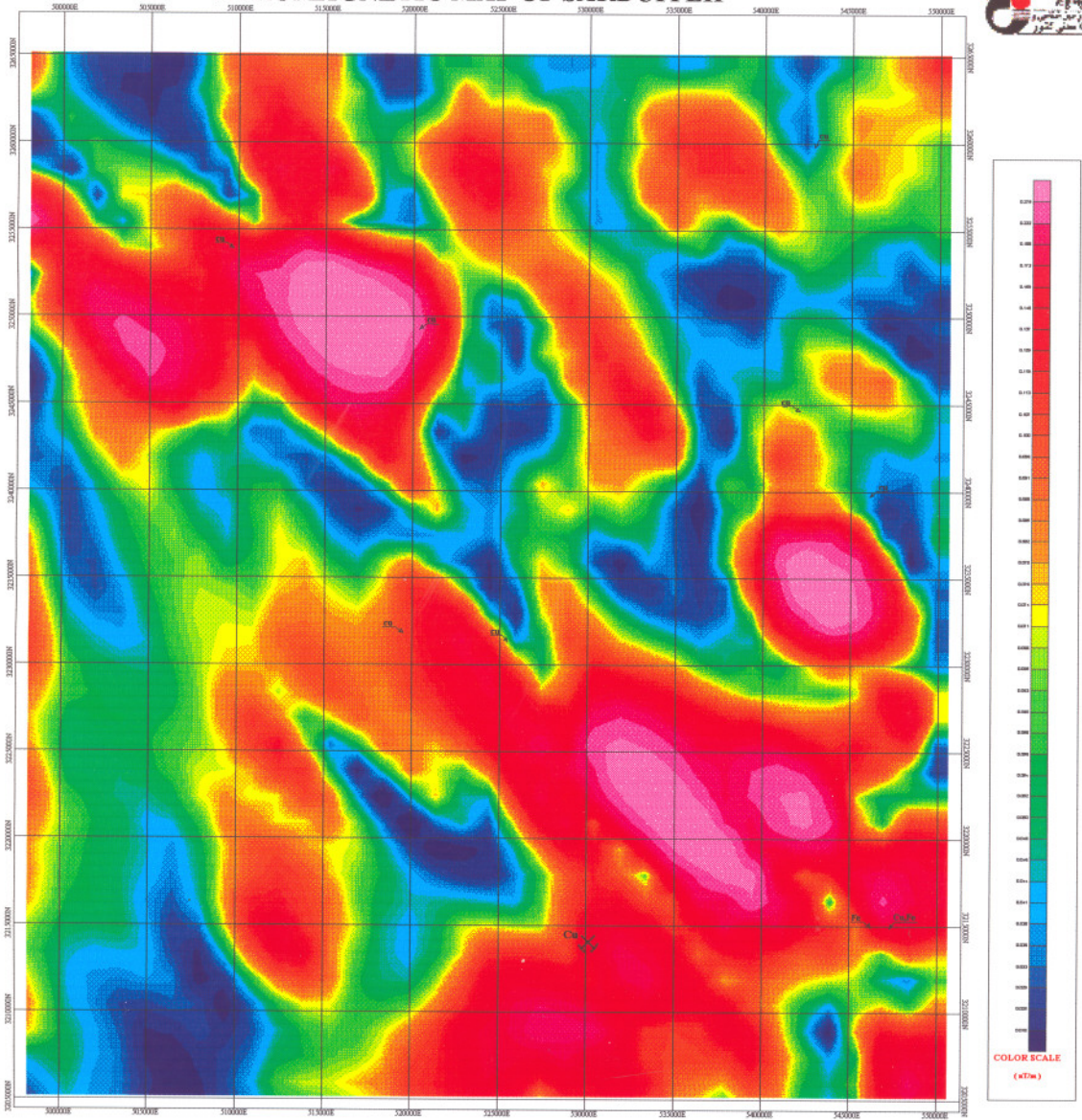




## ۲-۴- بررسی نقشه Analytic Signal

نقشه شماره ۷ نمایشی از analytic signal شدت میدان کل مغناطیسی منطقه می‌باشند پراکندگی و توزیع بی‌هنجاریها انطباق بیشتری با نقشه مشتق قائم دارد. بطوریکه بی‌هنجاریها با شدت بالا از شمال غرب منطقه تا جنوب شرق آن با حفظ روند قبلی امتداد دارند. این بی‌هنجاریها با تقارن بیشتری نسبت به نقشه مشتق قائم ظاهر گشته‌اند. که می‌تواند شکل ظاهری از هندسه منبع بی‌هنجاری را ارائه دهد. روند برخی از خطواره‌های مغناطیسی و کنتاکتهای احتمالی منطقه در این نقشه قابل تشخیص می‌باشد. بطوریکه در مبحث بررسی ساختاری منطقه از آن استفاده گردیده است. از این نقشه همچنین برای تعیین محدوده توده‌های نفوذی نیمه عمیق که در شکل شماره ۲۰ ارائه گردیده کمک گرفته شده است.

# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



## GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

ANALYTIC SIGNAL MAP  
AREA : SARDUIYEH

Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379

Tie Line : 40Km

**Fig No. : 7**

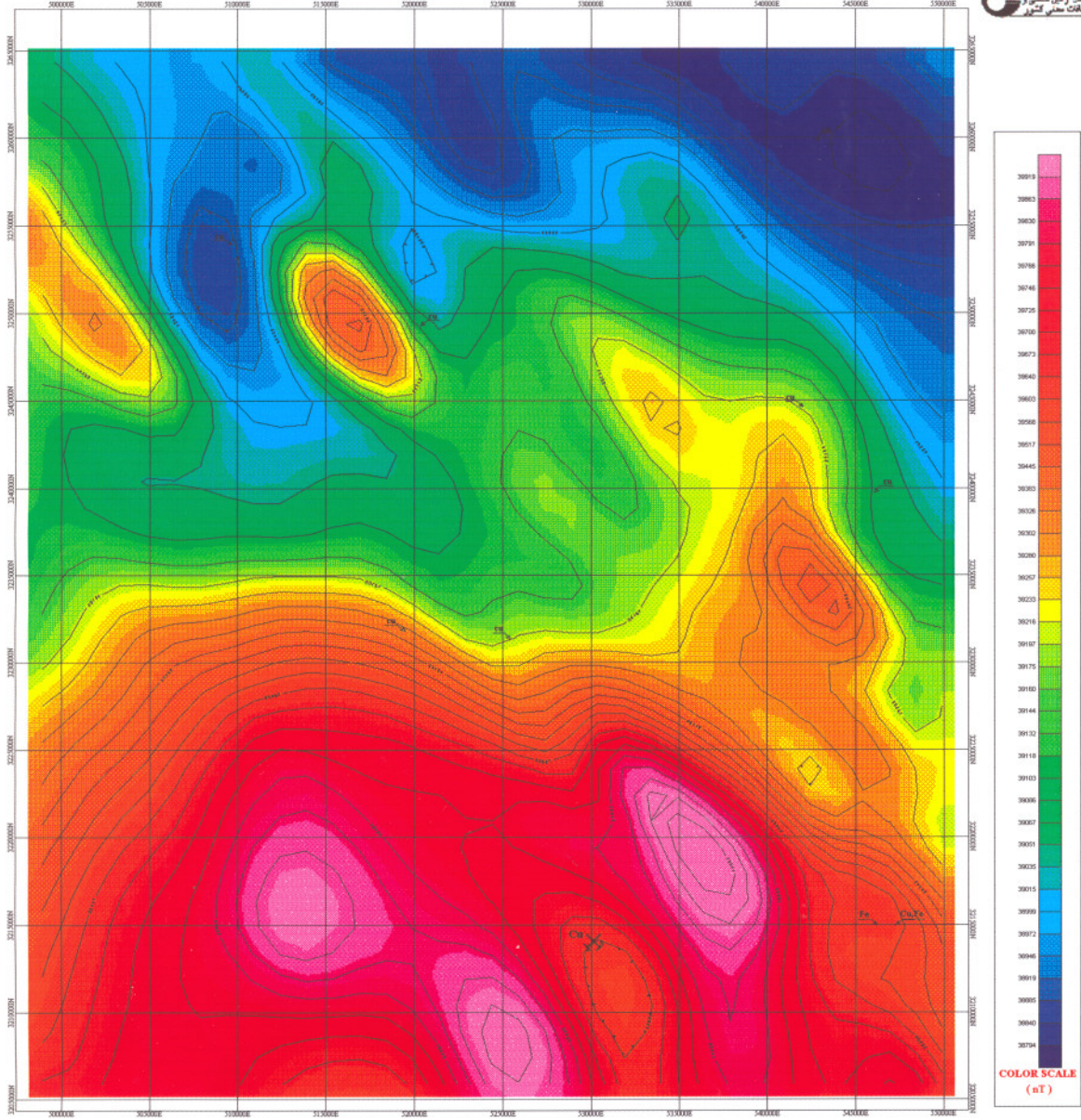


## ۲-۵- بررسی نقشه‌های ادامه فراسو (Up ward Continuation)

در نقشه‌های شماره ۸ و ۹ و ۱۰ داده‌های مغناطیسی با استفاده از روش ادامه فراسو به سطحی بالاتر به ترتیب ۱۰۰۰، ۳۰۰۰، ۴۵۰۰ متر منتقل شده‌اند. با افزایش ارتفاع از آنجا که میدان مغناطیسی با مجذور فاصله نسبت عکس دارد، اثر بی‌هنجاریهای کوچک و محلی از بین رفته و بی‌هنجاریهای بزرگ و منطقه‌ای که برای مطالعات زمین‌شناسی و شناخت پی سنگ مناسب می‌باشند نمایان‌تر گشته‌اند. دو بی‌هنجاری A و B که در نقشه مشتق قائم شدت خود را از دست داده بودند در نقشه‌های ادامه فراسو با شدت بیشتری ظاهر گشته‌اند و با توجه به افزایش مسافت در این روش بنظر می‌رسد ایندو بی‌هنجاری دارای منبع یکسانی باشند. بنابراین همانطور که در مبحث بررسی نقشه‌های مشتق قائم اشاره شد منبع این بی‌هنجاریها در عمق زیاد قرار دارد. بی‌هنجاری C به تدریج در نقشه‌های ادامه فراسو شدت خود را از دست داده و در نقشه شماره ۱۰ تقریباً از بین رفته است. از آنجا که این بی‌هنجاری در نقشه‌های مشتق قائم بخوبی نمایان است بنابراین می‌توان گفت منبع به وجود آورنده بی‌هنجاری از عمق زیادی برخوردار نمی‌باشد. دو بی‌هنجاری D و E در این نقشه‌ها شدت خود را از دست داده‌اند. پس بطور کلی با توجه به نقشه‌های مذکور می‌توان منطقه را به دو زون با شدت بالا در نیمه جنوبی و شدت پایین در نیمه شمالی تقسیم نمود.



# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



## GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

UPWARD CONTINUATION MAP (1000 m)  
AREA : SARDUIYEH

Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379

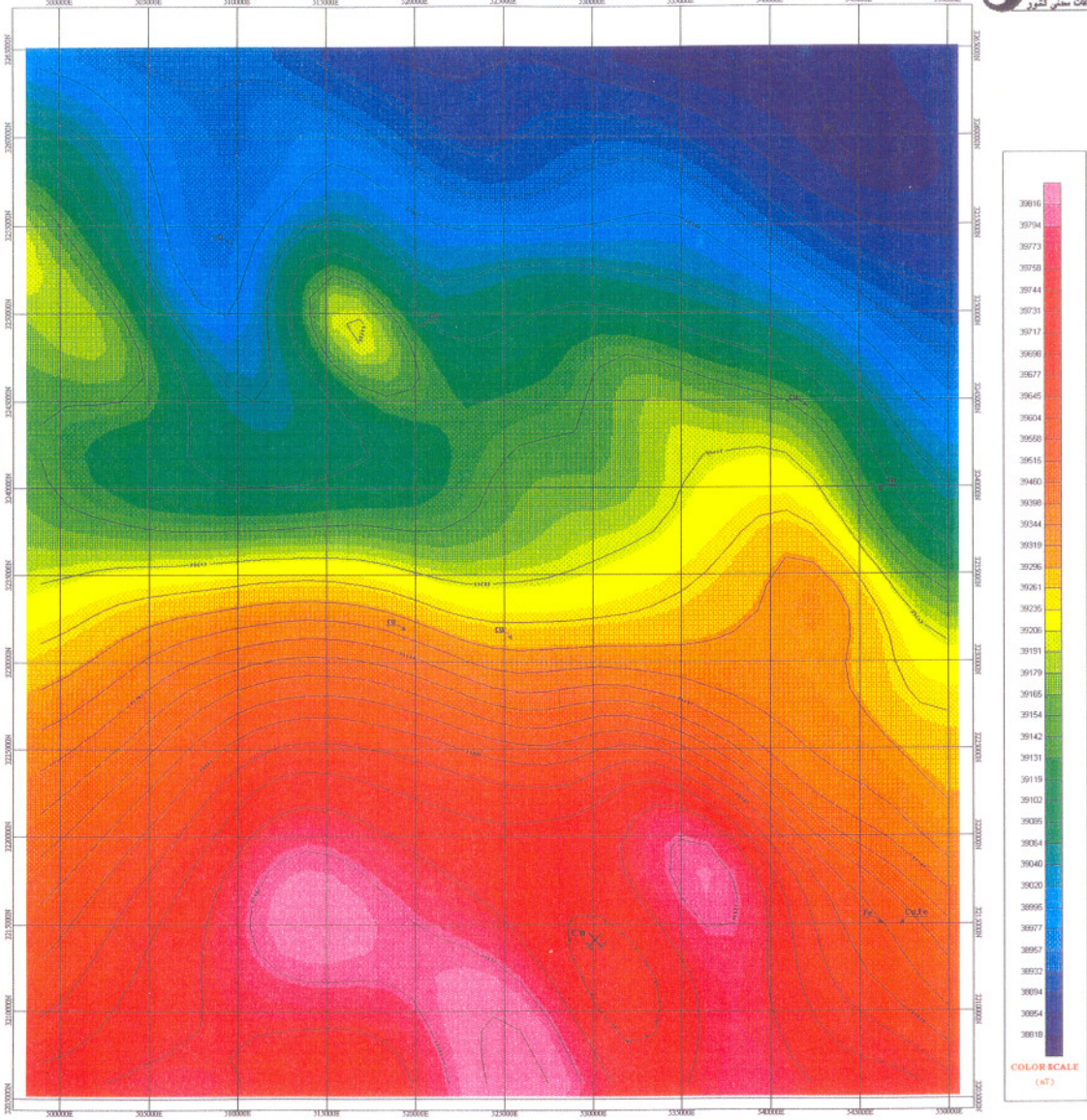
Tie Line : 40Km

**Fig No. : 8**

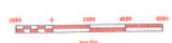




# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH

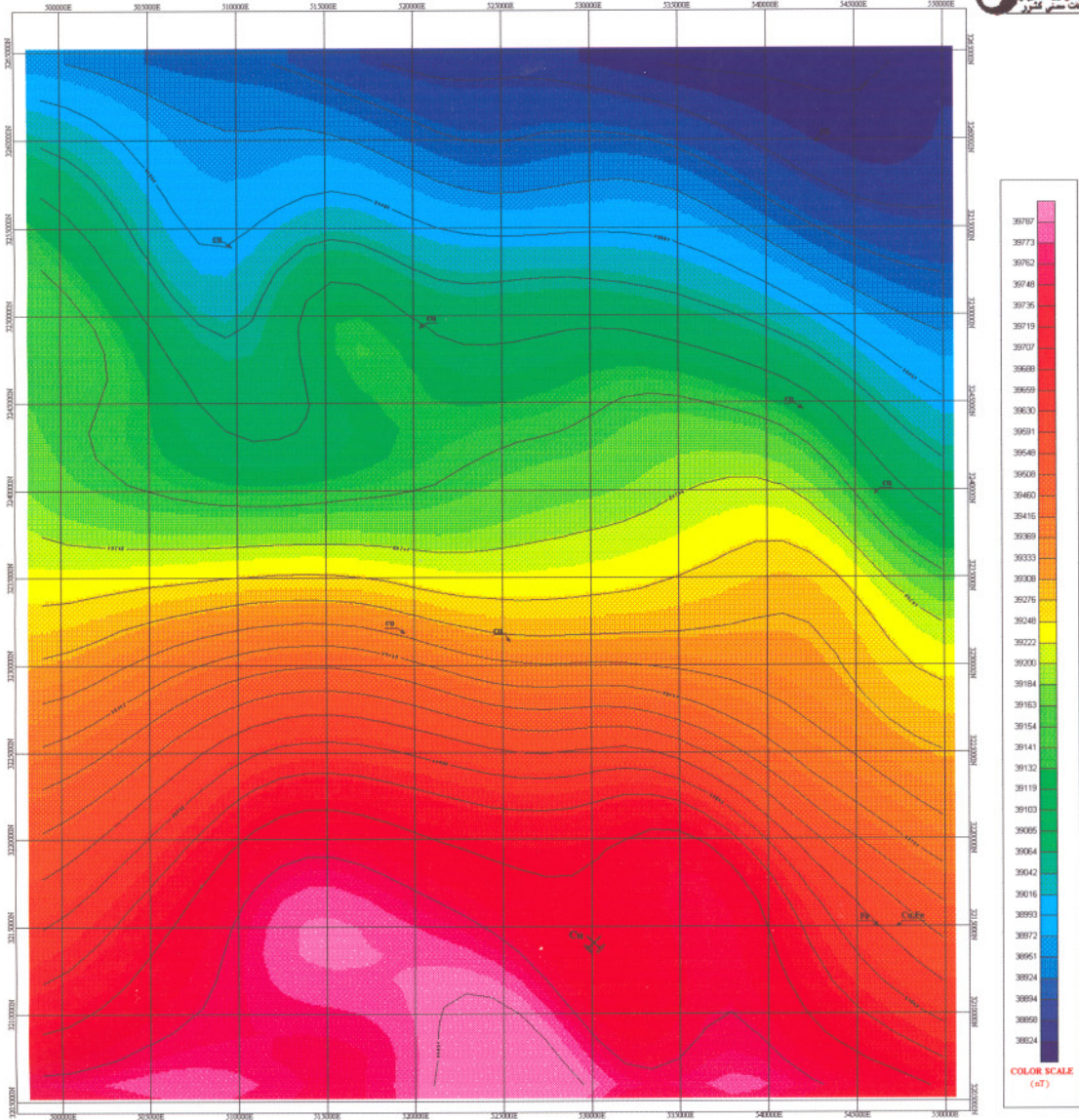


**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
**UPWARD CONTINUATION MAP (3000 m)**  
**AREA : SARDUIYEH**  
Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379  
Tie Line : 40Km  
*Fig No. : 9*





# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN  
UPWARD CONTINUATION MAP (4500 m)  
AREA : SARDUIYEH  
Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379  
Tie Line : 40Km  
**Fig No. : 10**



## ۲-۶- بررسی نتایج حاصل از مدل سازی معکوس بی‌هنجاریها

جهت مطالعه بیشتر و تفسیر کمی بی‌هنجاریها می‌توان از مدل سازی معکوس (inversion modelling) استفاده کرد. در این روش با استفاده از پارامترهای معلومی نظیر نتایج برداشت شده شدت میدان مغناطیسی و زاویه میل و انحراف مغناطیسی می‌توان پارامترهایی نظیر طول و عرض مقطع مدل، عمق سطح بالایی، در صورت امکان عمق سطح پایینی، شیب و امتداد مدل و... را بدست آورد. حدزمینه (Back ground) منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه هم شدت تغییرات مغناطیسی دنیا حدود ۴۵۳۵۳ نانوتسلا می‌باشد.

موقعیت پروفیلها بر روی بی‌هنجاریهای مورد مطالعه در نقشه شماره ۱۱ نشان داده شده است.

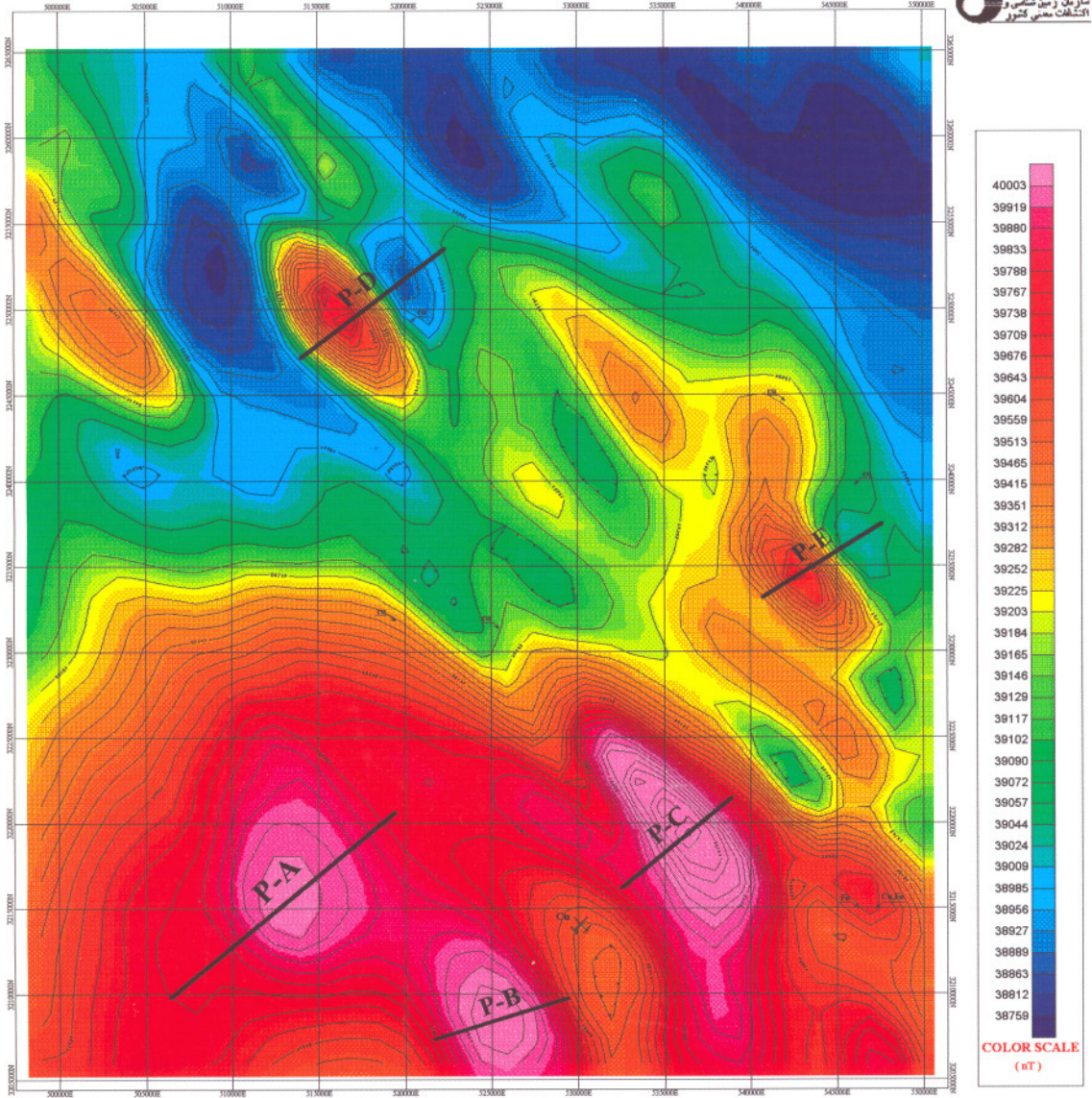
### ۱- پروفیل A

نتایج حاصل از مدل سازی پروفیل A در شکل شماره ۱۲ ارائه گردیده است. با توجه به شکل، منبع بی‌هنجاری فوق‌الذکر بصورت صفحه‌ای (Tabular) بوده و عمق سطح بالایی آن از سطح زمین ۳۲۷ متر می‌باشد که تا عمق زیادی امتداد دارد. با توجه به نقشه شماره ۱۰ که در مبحث بررسی نقشه‌های ادامه فراسو مورد بررسی قرار گرفت این عمق زیاد منطقی بنظر می‌رسد. قابلیت خودپذیری مغناطیسی (Susceptibility) که در این مدل ارائه گردیده است ۰/۰۰۷emu می‌باشد که با سنگهای بازالتی انطباق دارد.

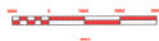
جهت بدست آوردن اطلاعات بیشتر در رابطه با عمق این بی‌هنجاری طیف انرژی متوسط شعاعی آن ترسیم گردیده است. این طیف مطابق شکل شماره ۱۳ عمق متوسط ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر را پیشنهاد می‌کند.



# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH

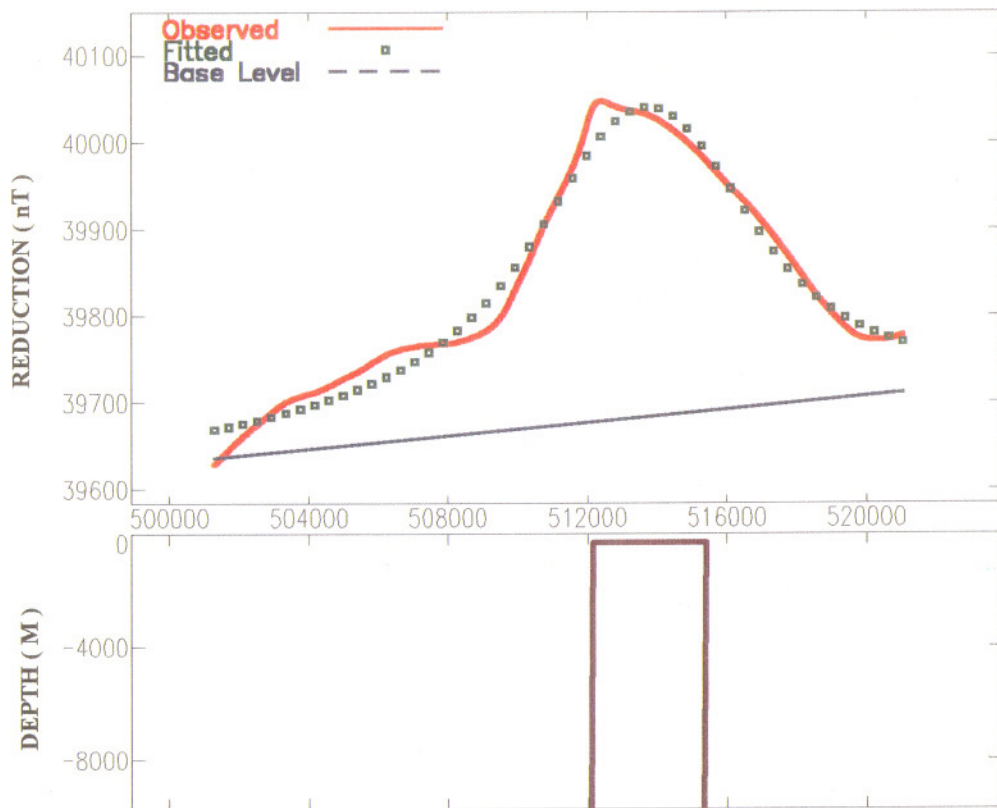


**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
 REDUCTION TO POLE MAP & LOCATION OF PROFILE  
 AREA : SARDUIYEH  
 Flight Interval : 7.5 Km      Date : 1379  
 Tie Line : 40Km  
**Fig No. : 11**





## INVERSION MODELLING OF A-PROFILE



### MODEL PARAMETERS:

Model Type	L	Tabular
Depth	F	327 M
Half Width	F	1965 M
Dip	F	91 deg
Susceptibility	F	0.00742 emu
Remnance Ratio	X	0
Remnance Incl	X	0 deg
Remnance Decl	X	0 deg
Main Position	F	513803.4 M
Cross Position	X	3215925 M
Base Level	F	39683.86 nT
Base Slope	F	.003112 nT/M
Base Curvature	X	0 nT/M <sup>2</sup>

(F-fitted, X-fixed, L-limit)

### GEOMAGNETIC FIELD:

Field Strength	45353 nT
Inclination	44 deg
Declination	2 deg

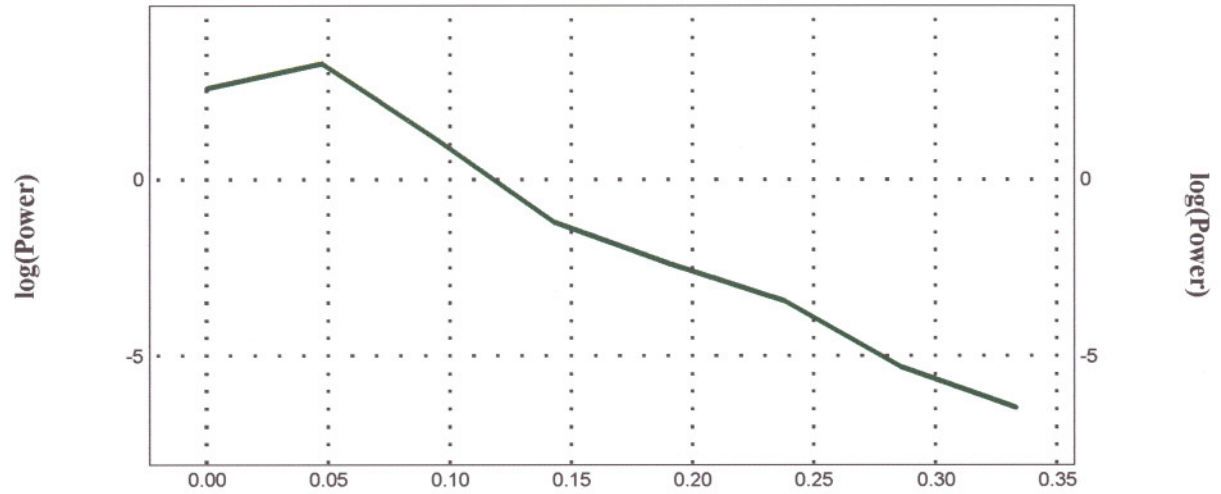
### COORDINATES:

Sensor Height	2896 M
Strike Perp	90 deg
Line Direction	55 deg
Main Direction	90 deg
Main Offset	
Cross Direction	0 deg
Cross Offset	

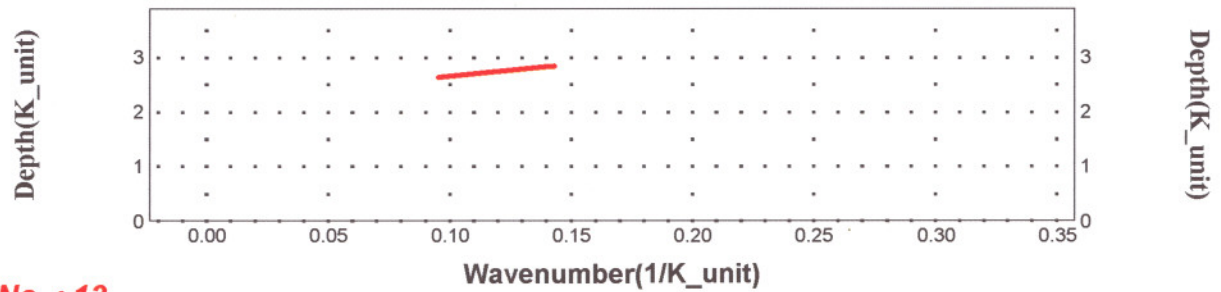
**Geosoft MAGMOD-3 Modeling Result**

**Fig No. : 12**

**RADIALLY AVERAGED POWER SPECTRUM OF A-ANOMALY**



**DEPTH ESTIMATE**



**Fig No. : 13**

## ۲- پروفیل B

نتایج حاصل از مدل سازی پروفیل B در شکل شماره ۱۴ آورده شده است. مدل حاصل دارای شکل صفحه‌ای بوده و عمق سطح بالای آن ۸۱/۶ متر می‌باشد. منبع این بی‌هنجاری نیز تا عمق زیاد امتداد داشته که توسط نقشه ادامه فراسو تایید می‌شود. قابلیت خودپذیری مغناطیسی  $0.05\text{emu}$  می‌باشد که با گستره خودپذیری سنگهای آندزیتی مطابقت می‌نماید.

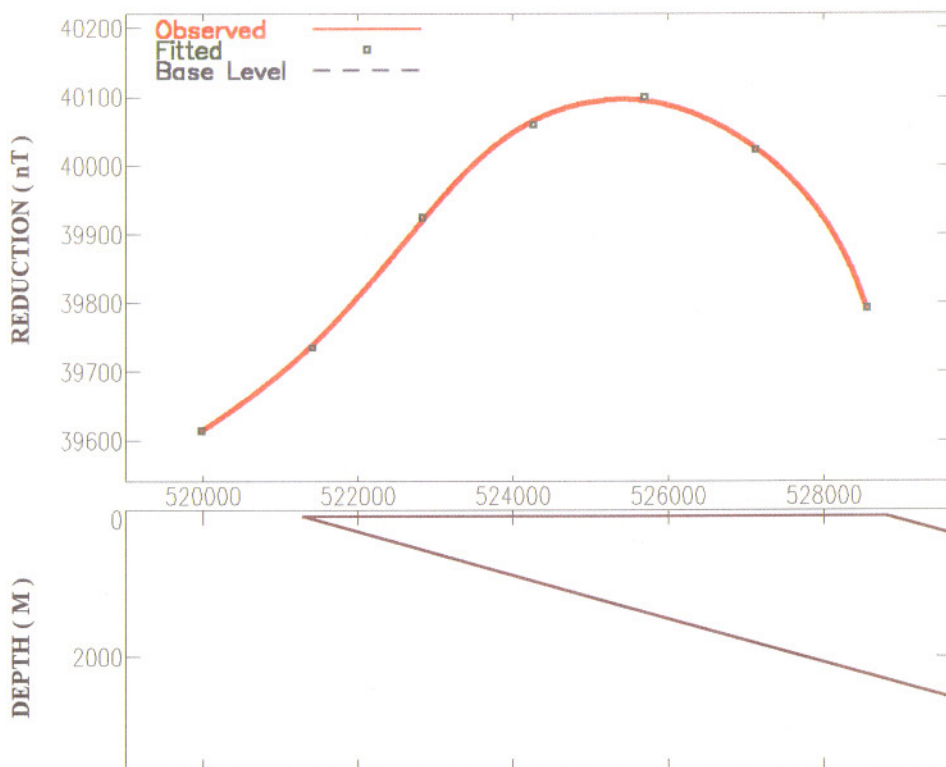
## ۳- پروفیل C

در شکل شماره ۱۵ نتایج حاصل از مدل سازی پروفیل C آورده شده است. مدل حاصله نیز همانند بی‌هنجاریهای A و B یک شکل صفحه‌ای با عمق سطح بالای ۱۴۱ متر را پیشنهاد می‌کند. قابلیت خودپذیری مغناطیسی  $0.036\text{emu}$  می‌باشد. این مقدار در گستره خودپذیری سنگهای آندزیتی، بازالتی و گرانیت نوع اقرار دارد. طیف انرژی متوسط شعاعی مربوط به بی‌هنجاری C مطابق شکل شماره ۱۶ عمق متوسط ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر را پیشنهاد می‌کند.

## ۴- پروفیل D

نتایج حاصل از مدل سازی پروفیل D در شکل شماره ۱۷ آورده شده است. مدل حاصل به شکل صفحه‌ای با عمق محدود می‌باشد. عمق سطح بالای مدل ۱۶۷ متر و تقریباً تا عمق ۴۰۰۰ متر امتداد دارد. قابلیت خودپذیری مغناطیسی که توسط این مدل پیشنهاد می‌گردد  $0.25\text{emu}$  می‌باشد. با توجه به توضیحاتی که در مبحث بررسی نقشه برگردان به قطب در رابطه با بی‌هنجاری D داده شد و نیز شکل هندسی مدل ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً این بی‌هنجاری مربوط به یک منبع مغناطیسی با شدت بالا، وسعت کم و عمق زیاد می‌باشد بطوریکه در نقشه برگردان به قطب و ادامه فراسو شدت این بی‌هنجاری تحت تاثیر بی‌هنجاریهای مغناطیسی بزرگ و عمیق مجاور با شدت پایین قرار گرفته و از شدت آن کاسته شده است. در

### INVERSION MODELLING OF B-PROFILE



**MODEL PARAMETERS:**

Model Type		Tabular
Depth	L	81.6 M
Half Width	F	3946 M
Dip	F	16 deg
Susceptibility	F	0.0494 emu
Remnance Ratio	X	0
Remnance Incl	X	0 deg
Remnance Decl	X	0 deg
Main Position	F	525061.1 M
Cross Position	X	3208263 M
Base Level	F	39029.56 nT
Base Slope	F	-.0947881 nT/M
Base Curvature	X	0 nT/M <sup>2</sup>

(F-fitted, X-fixed, L-limit)

**GEOMAGNETIC FIELD:**

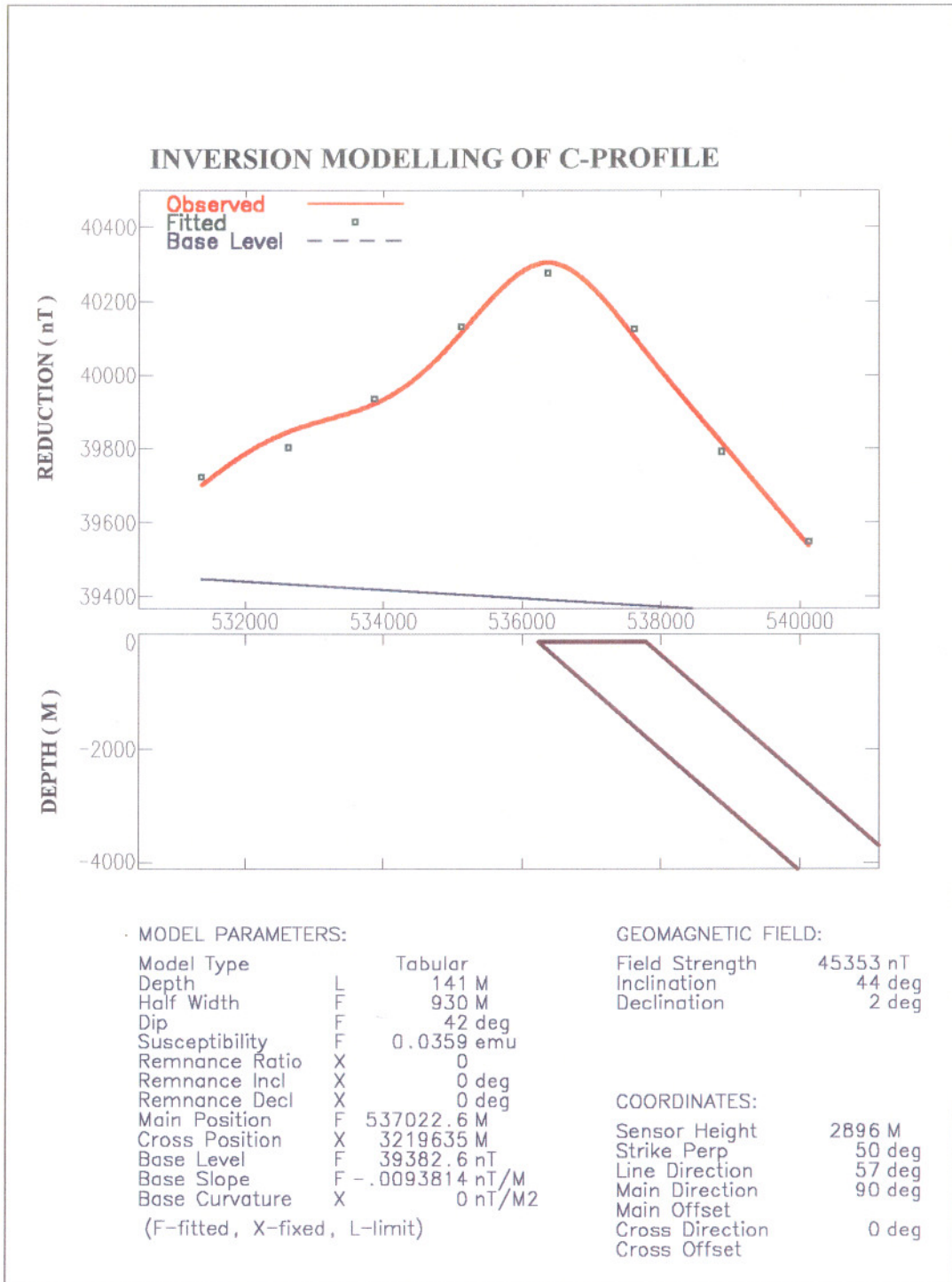
Field Strength	45353 nT
Inclination	44 deg
Declination	2 deg

**COORDINATES:**

Sensor Height	2896 M
Strike Perp	70 deg
Line Direction	72 deg
Main Direction	90 deg
Main Offset	
Cross Direction	0 deg
Cross Offset	

Geosoft MAGMOD-3 Modeling Result

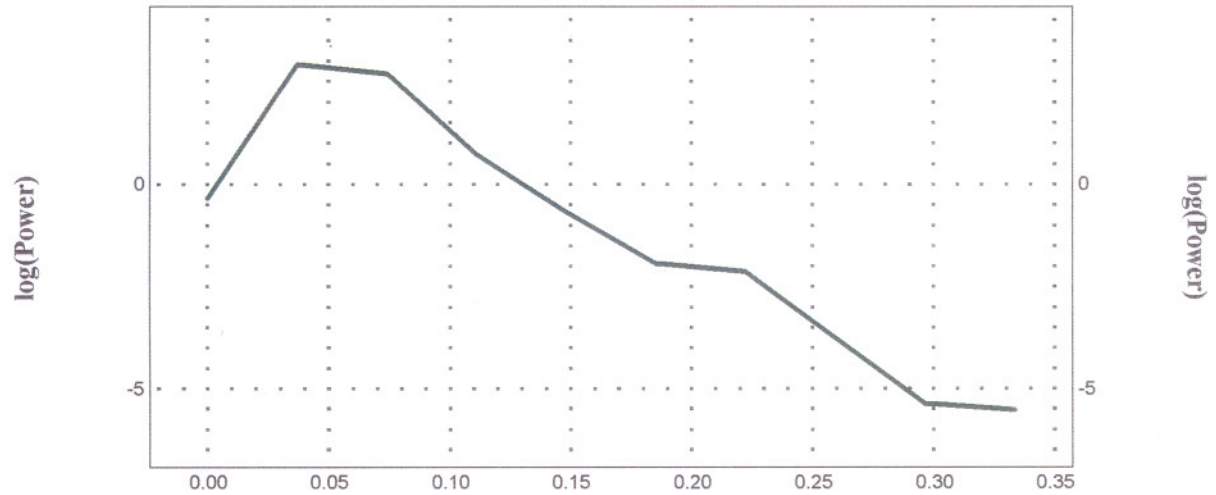
**Fig No. : 14**



Geosoft MAGMOD-3 Modeling Result

**Fig No. : 15**

### RADIALLY AVERAGED POWER SPECTRUM OF C-ANOMALY



### DEPTH ESTIMATE

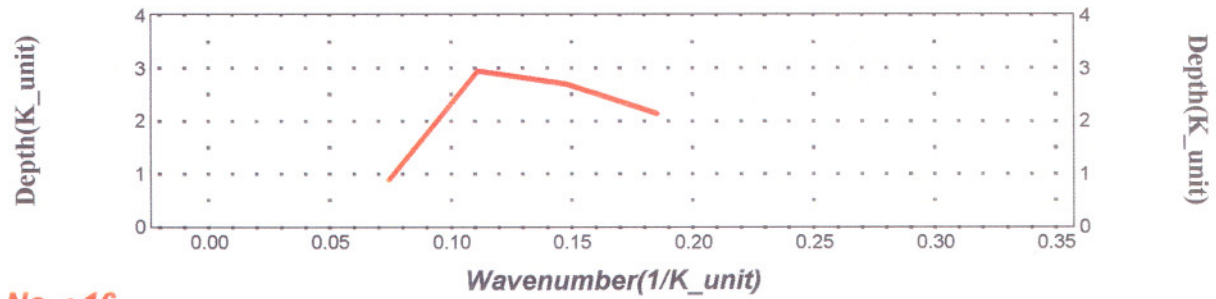
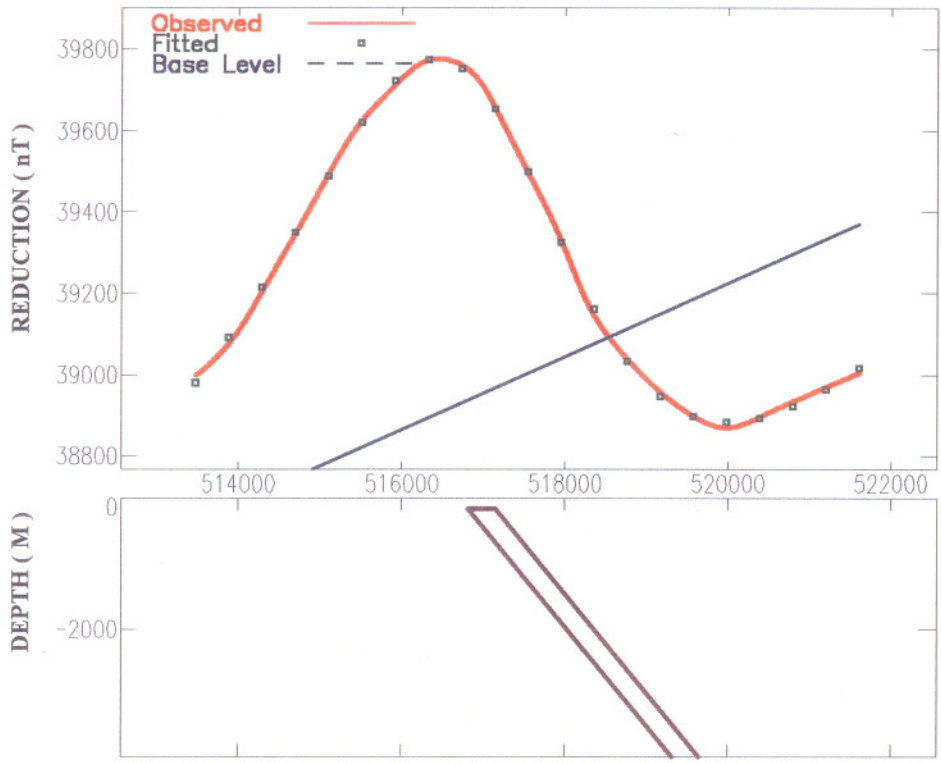


Fig No. : 16



### INVERSION MODELLING OF D PROFILE



**MODEL PARAMETERS:**

Model Type		Tabular2
Depth	L	167 M
Half Width	F	199 M
Half Length	X	5000 M
Offset	X	0 M
Dip	F	51 deg
Thickness	F	4083 M
Susceptibility	F	0.254 emu
Remnance Ratio	X	0
Remnance Incl	X	0 deg
Remnance Decl	X	0 deg
Main Position	F	516982.3 M
Cross Position	X	3249912 M
Base Level	F	38953.44 nT
Base Slope	F	.0732402 nT/M
Base Curvature	X	0 nT/M2

**GEOMAGNETIC FIELD:**

Field Strength	45353 nT
Inclination	44 deg
Declination	2 deg

**COORDINATES:**

Sensor Height	2896 M
Strike Perp	45 deg
Line Direction	54 deg
Main Direction	90 deg
Main Offset	
Cross Direction	0 deg
Cross Offset	

(F-fitted, X-fixed, L-limit)

Geosoft MAGMOD-3 Modeling Result

**Fig No. : 17**

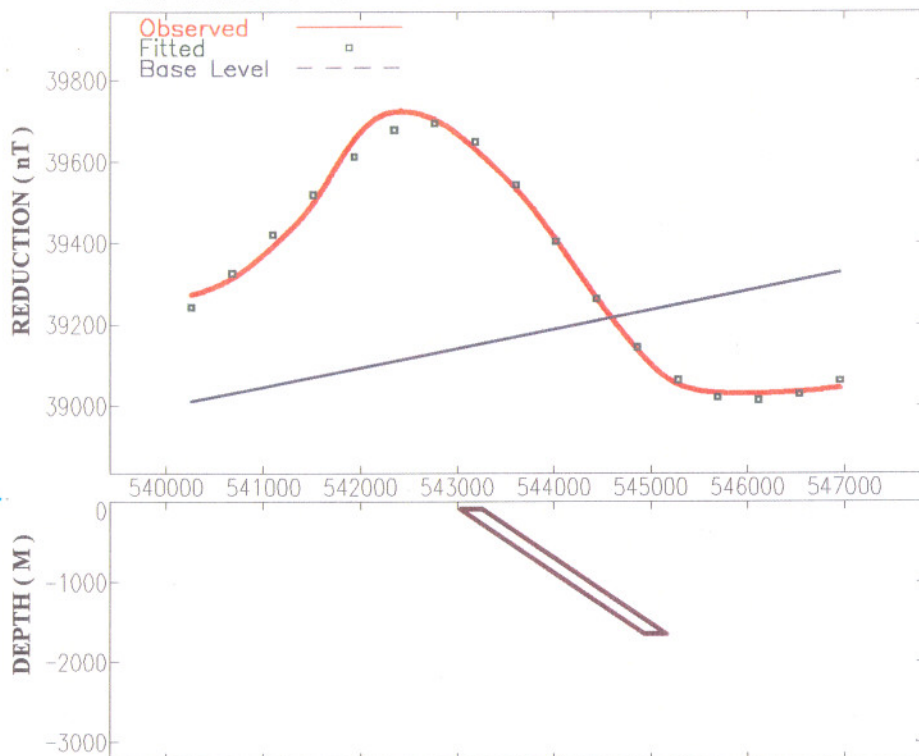
صورتیکه در نقشه مشتق قائم از آنجایی که اثر بی‌هنجاریهای مجاور از بین رفته است بی‌هنجاریهای D با شدت بالا ظاهر گشته است.

#### ۵- پروفیل E

نتایج حاصل از مدل سازی پروفیل E در شکل شماره ۱۸ آورده شده است. نظیر پروفیل D مدل حاصل دارای شکل صفحه‌ای با عمق محدود تقریباً ۱۵۰۰ متر بوده و عمق سطح بالایی آن ۸۷ متر می‌باشد. قابلیت خودپذیری مغناطیسی ارائه شده توسط این مدل در حدود  $0/4\text{emu}$  می‌باشد. با توجه به نقشه برگردان به قطب و مشتق قائم می‌توان نتیجه گرفت این بی‌هنجاری مربوط به یک توده باریک و کم عمق با شدت بالا می‌باشد.



### INVERSION MODELLING OF E-PROFILE



**MODEL PARAMETERS:**

Model Type		Tabular2
Depth	L	87.4 M
Half Width	L	139 M
Half Length	X	4000 M
Offset	X	0 M
Dip	F	34 deg
Thickness	F	1565 M
Susceptibility	F	0.391 emu
Remnance Ratio	X	0
Remnance Incl	X	0 deg
Remnance Decl	X	0 deg
Main Position	F	543147.8 M
Cross Position	X	3234814 M
Base Level	F	39147.3 nT
Base Slope	F	.0397269 nT/M
Base Curvature	X	0 nT/M <sup>2</sup>

**GEOMAGNETIC FIELD:**

Field Strength	45353 nT
Inclination	44 deg
Declination	2 deg

**COORDINATES:**

Sensor Height	2896 M
Strike Perp	45 deg
Line Direction	57 deg
Main Direction	90 deg
Main Offset	
Cross Direction	0 deg
Cross Offset	

(F-fitted, X-fixed, L-limit)

Geosoft MAGMOD-3 Modeling Result

**Fig No. : 18**

فصل سوم  
نتیجه گیری

### ۳-۱- بررسی ساختاری منطقه

در تعیین گسلها و شکستگیها و کنتاکتهای احتمالی منطقه از نقشه‌های فیلتراسیون که در فصل اول به آنها اشاره گردید بویژه از نقشه برگردان به قطب و مشتق اول قائم و همینطور روش تابش نور (Shadow Image) بهره گرفته شده است که نتایج در نقشه شماره ۱۹ بر روی تصویر برگردان به قطب با مقیاس خاکستری (grey Scale) از F-1 تا F-22 نشان داده شده است.

#### خطواره F-1:

به طول تقریبی ۲۷ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق با آزیموت  $144^{\circ}$  سبب قطع یک توده مغناطیسی با شدت پایین در نقشه برگردان به قطب گردیده است. این روند در نقشه مشتق قائم باعث قطع شدن ناگهانی یک توده مغناطیسی با شدت نسبتاً بالا واقع در جنوب غرب آن شده است. این خطواره با گسل زمین‌شناسی فعال در کوتاه‌ترنر بخوبی انطباق دارد بطوریکه در نقشه زمین‌شناسی سبب قطع واحد Ert1 شامل پیروکلاستهای ریولیتی و جریانهای گدازه‌ای آندزیت - بازالتی واقع در جنوب غرب گسل گردیده است. گسل مذکور بطور تقریبی از یک کیلومتری جنوب غرب روستای حسین‌آباد عبور می‌کند.

#### خطواره F-2:

به طول تقریبی ۱۱ کیلومتر، روند شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت  $144/5^{\circ}$  سبب قطع ناگهانی یک توده مغناطیسی با شدت پایین در نقشه برگردان به قطب گردیده و در نقشه مشتق قائم بصورت کنتاکت بین دو واحد مغناطیسی با شدت بالا و پایین نشان داده شده است.

#### خطواره F-3:

به طول تقریبی ۲۳ کیلومتر، روند شمال غرب - جنوب شرق با آزیموت  $144/5^{\circ}$  سبب قطع یک

توده مغناطیسی با شدت پایین در نیمه شمالی آن در نقشه برگردان به قطب گردیده و نیمه جنوبی آن بصورت کنتاکت بین دو واحد مغناطیسی با شدت بالا و پایین دیده می‌شود. اثر این خطواره در نقشه مشتق قائم بصورت کنتاکت مشهود است.

در انطباق با نقشه زمین‌شناسی قسمت جنوبی این خطواره در محل برخورد بین واحد گرانودیوریت با واحد Eat1 شامل ولکانیکهای بازیک قرار دارد. اندیس معدنی مس در مجاورت این گسل در نقشه زمین‌شناسی دیده می‌شود.

#### خطواره F-4:

به طول تقریبی ۱۰ کیلومتر، روند شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت  $137^\circ$  سبب جدایی دو واحد مغناطیسی با شدت پایین در نقشه برگردان به قطب گردیده و بصورت یک باریکه خطی با شدت متوسط در نقشه مشتق قائم دیده می‌شود. قسمت شمال غربی آن با گسل زمین‌شناسی که سبب قطع واحد داسیت گردیده، انطباق دارد.

#### خطواره F-5:

بطول تقریبی ۱۸ کیلومتر، روند شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت  $143^\circ$  سبب قطع ناگهانی یک توده مغناطیسی با شدت متوسط در نقشه برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است. در مقایسه با نقشه زمین‌شناسی قسمت شمالی آن در محل برخورد دو واحد ولکانیکی Eat1 و Esa1 قرار دارد. خطواره مذکور از مجاورت روستای «زیرگلی» عبور می‌کند.

#### خطواره F-6:

بطول تقریبی ۱۳ کیلومتر، روند شمال شرق - جنوب غرب و آزیموت  $40^\circ$  سبب قطع توده‌های مغناطیسی با شدت پایین در نقشه شدت کل میدان مغناطیسی گردیده است. اثر این خطواره با

کمی جابجایی به سمت شمال در نقشه مشتق قائم قابل مشاهده می‌باشد. این خطواره با گسل زمین‌شناسی که سبب قطع واحدهای داسیتی و ولکانیکهای بازیک گردیده است منطبق است. خطواره مذکور از ۱/۵ کیلومتری غرب روستای چهارطاق عبور می‌کند.

#### خطواره F-7:

بطول تقریبی ۱۴ کیلومتر، روند شمال شرق - جنوب شرق و آزیموت  $35^{\circ}$  سبب جابجایی واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پایین بصورت امتداد لغز چپ‌گرد گردیده است. در ارتباط با نقشه زمین‌شناسی نیمه جنوب غربی این خطواره با گسل زمین‌شناسی که واحد گرانودیوریت را بصورت امتداد لغز چپ‌گرد جابجا کرده مطابقت دارد و نیز در قسمت شمال شرقی گسلهایی با روند شمال - شمال شرق مشاهده می‌گردد. خطواره مذکور حدوداً از ۲ کیلومتری شرق روستای اردیکان عبور می‌کند.

#### خطواره F-8:

بطول تقریبی ۱۷ کیلومتر، امتداد شمال شرق - جنوب غرب و آزیموت  $33^{\circ}$  سبب قطع واحدهای مغناطیسی در نقشه برگردان به قطب، مشتق و بویژه سیگنال گردیده است. در نقشه زمین‌شناسی خطواره مذکور بصورت یک گسل امتداد لغز چپ‌گرد سبب جابجایی واحدهای گرانودیوریت گردیده است. این گسل در امتداد رود هنزا قرار دارد و از روستای بوندار هنزا عبور می‌کند. اندیس معدنی مس بر روی واحد گرانودیوریت در ۱/۳ کیلومتری غرب گسل مذکور قرار دارد.

#### خطواره F-9:

بطول تقریبی ۳۳ کیلومتر، امتداد شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت  $140^{\circ}$  سبب قطع

ناگهانی واحد مغناطیسی با شدت متوسط در نقشه برگردان به قطب و مشتق گردیده و نیمه جنوب شرقی آن سبب جدایی دو واحد مغناطیسی با شدت متوسط در نقشه برگردان به قطب گردیده است. این خطواره در نقشه زمین‌شناسی بصورت دو گسل منفصل بر روی واحد Eat1 شامل ولکانیکهای بازیک، دیده می‌شود.

#### خطواره F-10:

بطول تقریبی ۳۰ کیلومتر، امتداد شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت ۱۲۸° بصورت باریکه خطی با شدت نسبتاً پایین در نقشه برگردان به قطب دیده شده و در نقشه سیگنال سبب قطع ناگهانی واحدهای مغناطیسی با شدت بالا گردیده است. در نقشه زمین‌شناسی خطواره مذکور بصورت یک راندگی که شیب آن بطرف جنوب شرق می‌باشد دیده می‌شود.

#### خطواره F-11:

بطول تقریبی ۱۷ کیلومتر، با امتداد شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت ۱۴۳° سبب قطع ناگهانی قسمتی از یک توده مغناطیسی با شدت پایین در نقشه برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است که در نقشه زمین‌شناسی نیز قابل رویت است.

#### خطواره F-12:

بطول تقریبی ۱۳ کیلومتر، روند شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت ۱۳۱° بصورت کنتاکت بین دو واحد مغناطیسی با شدت بالا و پایین در نقشه مشتق قائم عمل کرده است و در نقشه برگردان به قطب سبب جدایی دو واحد با شدت نسبتاً بالا گردیده است. اندیس معدنی آهن که در نقشه زمین‌شناسی گزارش شده بر روی این خطواره قرار گرفته است. شمال غربی خطواره مذکور با گسل زمین‌شناسی انطباق دارد.



#### خطواره F-13:

بطول تقریبی ۲۹ کیلومتر، روند شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت  $135^{\circ}$  سبب قطع شدن ناگهانی یک واحد مغناطیسی با شدت بالا در نقشه مشتق قائم گردیده و در انتهای جنوب غربی دو واحد مغناطیسی با شدت بالا را از هم جدا کرده است. این خطواره کاملاً منطبق بر گسل زمین‌شناسی است که از روستای هنزا کویه عبور کرده و واحدهای Etar شامل ولکانیکهای بازیک را از گرانیت و گرانودیوریتها جدا کرده و در قسمتی نیز واحد گرانودیوریت را قطع می‌کند.

#### خطواره F-14:

بطول تقریبی ۳۳ کیلومتر، با روند شمال غرب - جنوب شرق و آزیموت  $141^{\circ}$  سبب جدایی دو واحد مغناطیسی با شدت نسبتاً بالا در نقشه مشتق قائم گردیده و در انتهای جنوب شرقی بصورت کنتاکت بین دو واحد مغناطیسی با شدت بالا و پایین مشاهده می‌شود. خطواره مذکور در پاره‌ای نقاط با گسل زمین‌شناسی مطابقت دارد.

#### خطواره F-15:

به طول تقریبی ۱۹ کیلومتر، روند تقریباً شرقی - غربی و آزیموت  $97^{\circ}$  سبب قطع ناگهانی توده مغناطیسی با شدت بالا در نقشه برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است. نیمه شرقی آن که از ۱ کیلومتری جنوب روستای خوشاب عبور می‌کند با گسل زمین‌شناسی فعال در کواترنر انطباق دارد. نیمه غربی آن تقریباً از ۱ کیلومتری شمال روستای سیدمرتضی عبور کرده و تشکیلات رسوبی شامل سیلت استونهای قرمز رنگ، کنگلومرا و سنگ آهکهای خاکستری را قطع می‌کند.

#### خطواره F-16:

به طول تقریبی ۲۲ کیلومتر، روند شمال شرقی - جنوب غربی و آزیموت  $56^{\circ}$  سبب قطع ناگهانی یک توده با شدت بالا به ویژه در نقشه سیگنال گردیده است. قسمتی از این خطواره در امتداد رود زمین حسین با گسل زمین‌شناسی که واحد Etar شامل ولکانیکهای بازیک را قطع می‌کند انطباق دارد.

#### خطواره F-17:

به طول تقریبی ۳۳ کیلومتر، روند شمال شرقی - جنوب غربی و آزیموت  $43^{\circ}$  سبب قطع ناگهانی واحدهایی با شدت بالا و پایین در نقشه مشتق قائم و نقشه برگردان به قطب گردیده است. قسمت کوچکی از آن به طول تقریبی ۴ کیلومتر در  $1/5$  کیلومتری شمال غرب روستای گردین با گسل زمین‌شناسی که رسوبات کواترنر را قطع می‌کند انطباق دارد.

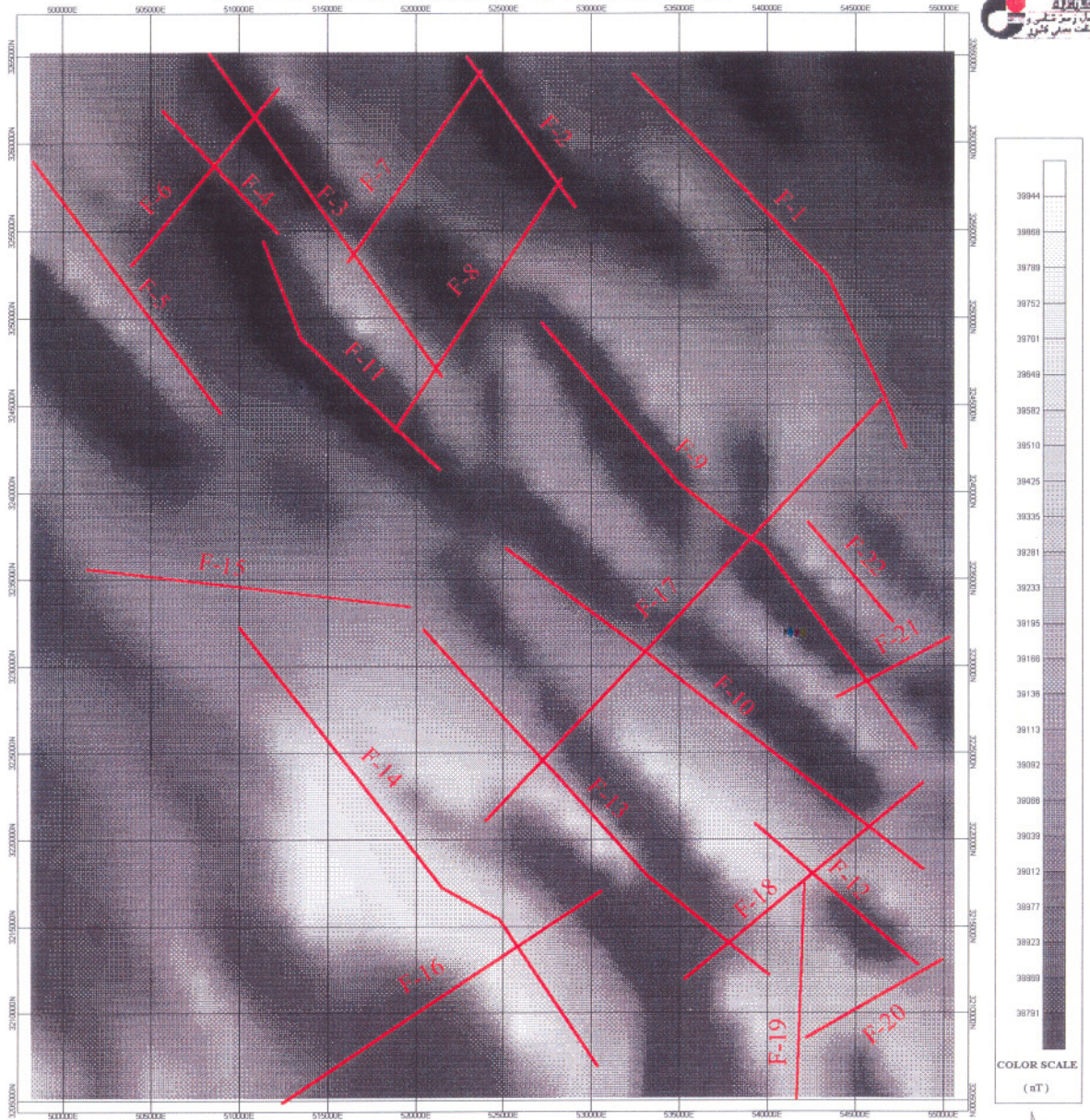
#### خطواره F-18:

به طول تقریبی ۱۸ کیلومتر، روند شمال شرقی - جنوب غربی و آزیموت  $5^{\circ}$  سبب قطع واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پایین گردیده و در قسمت شمال شرق بنظر می‌رسد که واحدها را بصورت چپگرد جابجا کرده است.

#### خطواره F-19:

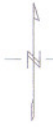
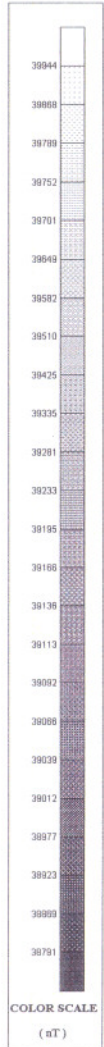
به طول تقریبی ۱۲ کیلومتر، روند شمالی - جنوبی و آزیموت  $2^{\circ}$  سبب قطع ناگهانی یک توده مغناطیسی با شدت بالا در نقشه مشتق قائم گردیده است.

# AEROMAGNETIC MAP OF SARDUIYEH



**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
 REDUCTION TO POLE MAP (SHADOW IMAGE)  
 AREA : SARDUIYEH  
 Flight Interval : 7.5 Km  
 Tie Line : 40Km  
**Fig No. : 19**

 MAGNETIC LINEAMENT , POSSIBLE FAULT



### خطواره F-20:

به طول تقریبی ۹ کیلومتر، روند شمال شرق - جنوب شرق و آزیموت  $60^\circ$  سبب قطع واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پایین در نقشه مشتق قائم گردیده است. این خطواره با گسل زمین‌شناسی که سبب قطع واحد گرانیت و گرانودیوریت گردیده انطباق دارد.

### خطواره F-21:

به طول تقریبی ۷/۵ کیلومتر، روند شمال شرق - جنوب غرب و آزیموت  $61^\circ$  سبب قطع یک واحد مغناطیسی با شدت نسبتاً بالا در نقشه برگردان به قطب گردیده است.

### خطواره F-22:

به طول تقریبی ۸ کیلومتر، روند شمال غربی - جنوب شرقی و آزیموت  $140^\circ$  سبب قطع ناگهانی یک واحد مغناطیسی با شدت نسبتاً بالا در نقشه برگردان به قطب گردیده است. اثر این خطواره با کمی جابجایی در نقشه شدت کل میدان مغناطیسی بخوبی نمایان است که در نقشه زمین‌شناسی بر روی واحد Eat1 شامل ولکانیکهای بازیک قرار گرفته است.

### ۲-۳- معرفی مناطق امیدبخش

پس از بررسی نقشه‌های مختلف فیلتراسیون و انطباق آنها با نقشه زمین‌شناسی منطقه نتیجه نهایی در نقشه شماره ۲۰ ارائه گردیده است. در این نقشه علاوه بر خطواره‌های مغناطیسی، توده‌های نفوذی نیمه عمیق و مناطق امیدبخش نشان داده شده است. توده‌های نفوذی نیمه عمیق عمدتاً توسط نقشه‌های مشتق قائم و سیگنال بدست آمده است که با حرف S در نقشه نشان داده شده‌اند. مجاورت این توده‌ها با گسلها می‌تواند محل خوبی جهت کانی زایی باشد.



موقعیت اندیسهای معدنی مس و آهن موجود در نقشه زمین‌شناسی می‌تواند برای بدست آوردن الگوی مناسب جهت تعیین مناطق امیدبخش نقش بسزایی داشته باشد. لذا با توجه به این موضوع مناطق امیدبخش به شرح زیر ارائه می‌گردد:

P1

این منطقه از نظر زمین‌شناسی بر روی واحدهای گرانودیوریت، داسیت و کنتاکت بین ولکانیکهای بازیک واقع شده است. دایکهای دیوریت پروفیریت نیز در این منطقه مشاهده می‌گردند. به لحاظ ساختاری شامل چندین گسل زمین‌شناسی بوده و خطواره‌های مغناطیسی F-5، F-6 و F-11 از آن عبور می‌کند. این منطقه عمدتاً مغناطیس پایینی را در نقشه‌های برگردان به قطب و مشتق قائم نشان می‌دهد. ولی قسمت‌های کوچکی از بخش‌های شرقی و غربی آن شدت نسبتاً بالایی دارا می‌باشد. اندیس معدنی مس واقع بر واحد Er2 (ریولیت) در نقشه زمین‌شناسی گزارش شده است.

P2

این منطقه بر روی واحدهای گرانودیوریت و داسیت و نیز کنتاکت بین واحدهای مزبور با ولکانیکهای بازیک قرار گرفته است. گسل‌های زمین‌شناسی بطور موازی و روند شمال شرق - جنوب غرب در منطقه مزبور مشاهده می‌گردند که معمولاً بصورت امتداد لغز چپگرد عمل کرده‌اند. اندیس معدنی مس بر روی واحد گرانودیوریت در جنوب منطقه مشاهده می‌شود. خطواره‌های مغناطیسی F-3، F-7 و F-8 از این منطقه عبور کرده‌اند. از نظر مغناطیسی این محدوده شدت پایینی را نشان می‌دهد.

P3

این منطقه عمدتاً بر روی واحد دیوریت واقع شده و نیز شامل دایکهای دیوریتی که در واحد (M2rb) شامل سیلت استونهای قرمز رنگ، کنگلومراهای متمایل به قهوه‌ای و سنگ آهک خاکستری تزریق شده است می‌باشد. از نظر مغناطیسی این منطقه شدت متوسط تا بالا از خود نشان می‌دهد.

P4

این منطقه شامل واحدهای گرانودیوریت، ریولیت و کنتاکت آنها با واحدهای بازیک می‌باشد. روستای بوندار هنزا بر روی واحد گرانودیوریت در این منطقه واقع شده و دو گسل زمین‌شناسی که تقریباً در ۴۰۰ متری شمال روستای مزبور همدیگر را قطع کرده‌اند مشاهده می‌گردد. منطقه مزبور از شدت مغناطیسی نسبتاً پایینی برخوردار بوده و خطواره مغناطیسی F-11 از آن عبور می‌کند.

P5

این منطقه شامل واحدهای داسیت، گرانودیوریت و ولکانیکهای بازیک می‌باشد. دو اندیس معدنی مس که یکی بر روی واحد داسیت در شمال و دیگری بر روی واحد Eat1 در جنوب قرار دارند، مشاهده می‌شوند. به لحاظ مغناطیس منطقه مزبور از شدت متوسطی برخوردار بوده و خطواره F-17 از آن عبور می‌کند.

P6

این منطقه عمدتاً بر روی واحد Eat1 شامل ولکانیکهای بازیک که دو واحد کوچک گرانودیوریت را نیز در بر می‌گیرد قرار دارد. از نظر مغناطیسی شدت متوسط تا بالایی داشته و

خطواره F-22 از آن عبور می‌کند.

P7

این منطقه عمدتاً بر روی واحد گرانودیوریت، ریولیت و ولکانیکهای بازیک قرار گرفته و دو اندیس معدنی مس در شمال ناحیه مشاهده می‌شود. از نظر مغناطیسی دارای شدت متوسطی بوده و دو خطواره F-17 و F-13 از آن عبور می‌کند.

P8

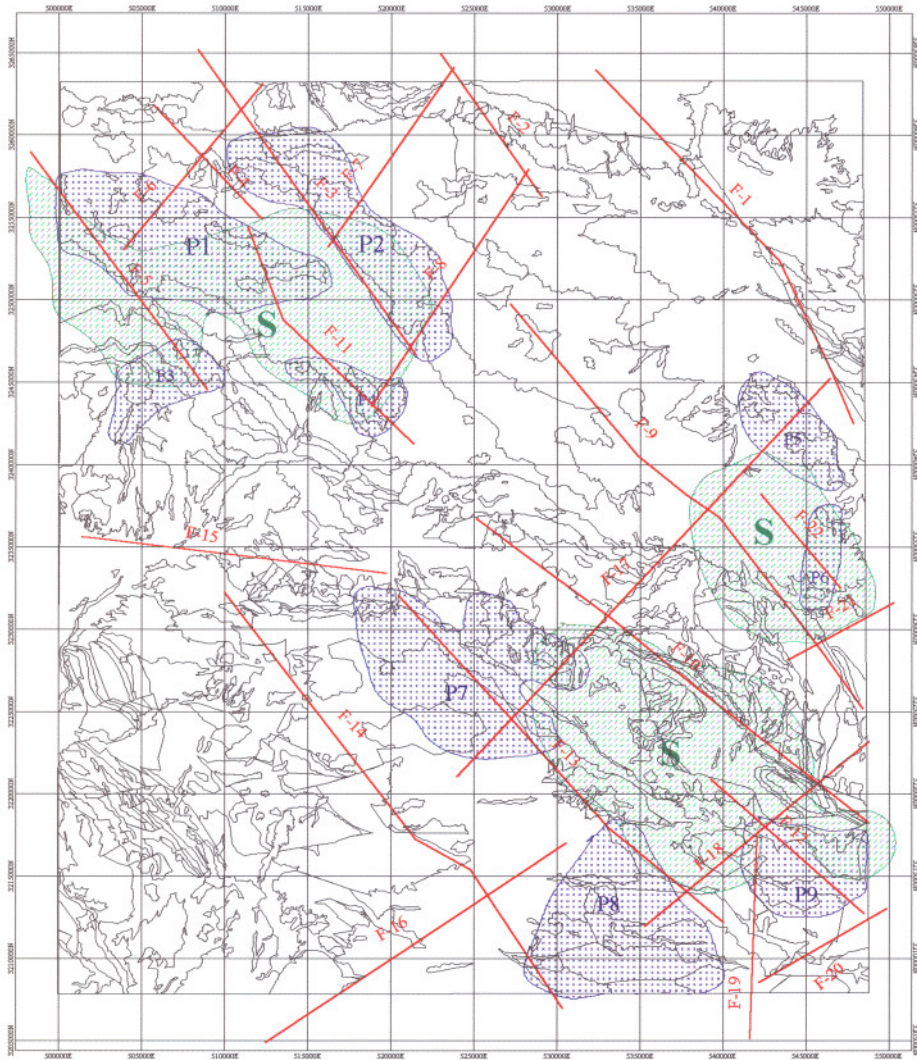
عمدتاً بر روی واحد گرانیت و گرانودیوریت قرار گرفته و شامل گسلهای زمین‌شناسی متعددی می‌باشد که در محل برخورد این دو واحد واقع شده‌اند. معدن متروکه مس در ۱/۲ کیلومتری جنوب غرب روستای زمین حسین در این منطقه واقع شده است. از نظر مغناطیسی از شدت متوسط تا بالایی برخوردار می‌باشد.

P9

این منطقه نیز بر روی واحدهای گرانیت، گرانودیوریت و Etar شامل ولکانیکهای بازیک قرار گرفته و اندیس معدنی مس و آهن در این ناحیه گزارش شده است. از نظر مغناطیسی از شدت متوسطی برخوردار بوده و خطواره F-12 از آن عبور می‌کند.

لازم به ذکر است، به دلیل پردازش برگه مذکور در فصل زمستان و پوشش برف سنگین در منطقه، کنترل زمینی مناطق ارائه گشته امکان‌پذیر نبوده است. /ب ۱۴۸

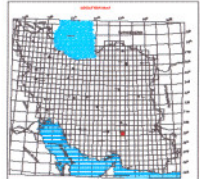




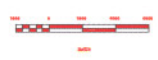
**P**  
PROSPECT AREA

**S**  
SHALLOW MAGNETIC BODIES

**F-1**  
MAGNETIC LINEAMENT,  
POSSIBLE FAULT



**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
**INTERPRETATION MAP**  
**AREA : SARDUYEH**  
 Flight Interval : 7.5 Km  
 Tie Line : 40Km  
**Fig No. : 20**



- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساردوئی، ۱۹۷۱، تهیه شده توسط یوگسلاوی‌ها

- Craig, M., 1993.** The Point spread function for airborne radiometry. *Mathematical Geology*, 25, 1003-1013.
- Gunn, P.J., 1978.** Inversion of airborne radiometric data. *Geophysics*, 43, 133-143.
- Gunn, P.J. Maidment, D. & Milligan, P.R., 1997.** Interpreting aeromagnetic data in areas of limited outcrop. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 175-185.
- Macleod, I.N., Jones, K. & Ting Fan Dai, 1993.** 3-D analytic signal in the interpretation of total magnetic field data at low magnetic latitudes. *Exploration Geophysics*, 24, 679-688.
- Milligan, P.R. & Gunn, P.J., 1997.** Enhancement and presentation of airborne geophysical data. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 63-75.
- Roest, W.R., Verhoef, V. & Pilkington, M., 1992.** Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics*, 57, 116-125.
- Tarlowski, C., Gunn, P.J., Mackey, T., 1997.** Enhancements of the magnetic map of Australia. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 77-82.