

بسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
مدیریت ژئومتیکس  
گروه اطلاعات زمین مرجع

طرح اکتشافات مواد معدنی با استفاده از داده های ماهواره ای و ژئوفیزیک  
هوایی

گزارش پردازش و تفسیر داده های ژئوفیزیک هوایی با استفاده از روش  
مغناطیسی سنجی در برکه ۱۰۰/۰۰۰: ۱ قجور

مجری طرح: مهندس محمد تقی کره ای

نگارش: نسرين امير مطلبی

پائیز ۱۳۸۰

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول

کلیات

۱	..... ۱-۱- مقدمه
۲	..... ۲-۱- هدف از اجرای طرح
۳	..... ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه
۴	..... ۴-۱- خلاصه‌ای از زمین شناسی منطقه
۷	..... ۵-۱- کلیاتی در مورد کاوشهای مغناطیسی
۱۰	..... ۶-۱- روشهای اساسی جهت کاربرد داده های مغناطیسی و تفسیر آنها
۱۰	..... ۱-۶-۱- تهیه نقشه تغییرات شدت کل میدان مغناطیسی
۱۰	..... ۲-۶-۱- روش برگردان به قطب (Reduction to pole)
۱۳	..... ۳-۶-۱- روش مشتق قائم از شدت کل میدان مغناطیسی
۱۴	..... ۴-۶-۱- روش Analytic Signal
۱۵	..... ۵-۶-۱- روش ادامه فراسو Upward Continuation
۱۶	..... ۶-۶-۱- نحوه تعبیر و تفسیر
۱۸	..... ۷-۶-۱- روش و کانولوشن سه بعدی اوپلر جهت تعیین عمق و محل منابع مغناطیسی

### فصل دوم

	بررسی نتایج کاوشهای مغناطیسی بر مبنای نقشه های ژئوفیزیک هوایی با مقیاس ۱:۱۰۰ و ۱:۱۰۰۰
۲۰	..... ۱-۲- بررسی نقشه شدت کل میدان مغناطیسی
۲۳	..... ۲-۲- بررسی نقشه برگردان به قطب
۲۶	..... ۳-۲- بررسی نقشه های مشتق قائم
۲۸	..... ۴-۲- بررسی نقشه Analytic Signal

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۹	۲-۵- بررسی نقشه های ادامه فراسو.....
	۲-۶- بررسی ساختار منطقه.....
۳۰	۲-۷- تعیین محل و عمق خطواره های مغناطیسی با استفاده از روش و کانولوژن اویلر ...
۳۲	۲-۸- تعیین محل و عمق آنومالیهای مغناطیسی با استفاده از روش و کانولوژن اویلر ....
۳۴	۲-۹- نتیجه گیری .....
۳۵	منابع .....

# فصل اول

## کلیات

## ۱-۱- مقدمه

بین سالهای ۱۹۷۴ و ۱۹۷۷ میلادی دو پیمایش هوایی مغناطیسی با حساسیت بالا توسط Aero Service (Houston, Texas) برای سازمان زمین شناسی ایران صورت گرفته است که در مجموع این دو پیمایش بیشترین قسمتهای ایران را تحت پوشش قرار می دهد. هدف از انجام این کار بدست آوردن اطلاعات بیشتری از تکتونیک و زمین شناسی ناحیه ای ایران و نیز تعیین زونهای مساعد جهت اکتشافات تفصیلی کانیها و هیدروکربن ها می باشد. پیمایش های صورت گرفته در سالهای ۷۵-۱۹۷۴ و ۷۷-۱۹۷۶ 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 می باشد.

هوایمای بکار رفته یک هدایت گر هوایی دو موتوره است که یک مگنتومتر بخار سزیم با حساسیت ثبت ۰/۰۲ گاما را حمل می کرده است.

پرواز در برکه مورد مطالعه در یک جهت شمال شرقی - جنوب غربی ( $45^{\circ}/225^{\circ}$ ) و ارتفاع بارومتری ۷۰۰۰ تا ۸۰۰۰ پا صورت گرفته است.

لازم به ذکر است در تهیه این گزارش از گزارش و نقشه زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ یا سوکند (قجور) که توسط آقایان م، فنودی و الف. ر، سیاره تهیه گشته استفاده شده است.

## ۱-۲- هدف از اجرای طرح

- با در دست داشتن اطلاعات مغناطیس هوایی بدست آمده در مقیاس ناحیه ای و نیز بکارگیری تکنیکهای نوین پردازش اطلاعات اهداف زیر مورد نظر می باشد:
- تعیین خطواره های مغناطیسی و گسلهای بزرگ ناحیه ای و عمدتاً عمیق .
  - تعیین بی هنجاریهای مغناطیسی و انطباق آنها با واحدهای زمین شناسی .
  - تعیین توده های نیمه عمیق نفوذی که نقش عمده ای در انواع کانی سازی های هیدروترمالی دارند .

### ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه

ورقه یا سوکند (قجور) در بخش جنوب خاوری چهار گوش ۱:۲۵۰،۰۰۰ تکاب بین طولهای خاوری ۳۰° ۴۷' تا ۰۰° ۴۸' و عرضهای شمالی ۰۰° ۳۶' تا ۳۰° ۳۶' جای گرفته است. منطقه یاد شده دارای نواحی کوهستانی با ارتفاع به نسبت زیاد، تپه ماهورها و مناطق دشتی کم ارتفاع است و زمستانهایی سرد همراه بارندگی برف و باران و تابستانهایی با هوای گرم تا معتدل دارد.

میزان متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه نزدیک به ۳۰۰ میلی متر است. بخشهایی از شمال منطقه که به ویژه از سنگهای دگرگونی تشکیل شده اند، دارای توپوگرافی به نسبت خشن بوده و در بخش محدودی از جنوب باختری منطقه که از سنگ آهکهای مربوط به سازند قم تشکیل شده، دره هایی بسیار ژرف پدید آورده است. سایر بخشهای منطقه که از سازندهای جوان (ترسیر)، بویژه مارنهای پلیوسن پدید آمده اند دارای توپوگرافی ملایم ترند و در چند نقطه بصورت پراکنده دشتهای کوچکی مشاهده می شود.

مهم ترین کوه های منطقه عبارتند از کوه سیرالان ۲۶۲۲ متر، کوه قره داش ۲۵۶۸ متر، کوه آی قلعه سی ۲۴۰۰ متر، کوه شاه نشین ۲۲۸۵ متر و ارتفاعات شمال خاوری صائین با بیش از ۲۳۰۰ متر بلندا.

مهم ترین رودخانه منطقه نیز قزل اوزن است که یک شاخه آن از پایانی ترین بخشهای جنوبی منطقه عبور نموده و شاخه دیگر در امتداد شمالی - جنوبی از بخشهای خاوری گذر می کند. مهم ترین راه ارتباطی منطقه جاده آسفالت زنجان - بیجار است که از بخش های جنوب خاوری ناحیه گذر می کند و راه آسفالت حسن آباد یا سوکند نیز از آن جدا می شود که طول آن ۱۸ کیلومتر است. ادامه این راه، جاده خاکی بسیار خوبی است که به سوی شمال تا مرز شمالی ورقه امتداد یافته و از آن راههای خاکی به نسبت خوبی برای دسترسی به روستاهای اطراف جدا می شود.

#### ۱-۴- خلاصه ای از زمین شناسی منطقه

از دیدگاه ساختاری طبق تقسیم بندی (نبوی ۱۳۵۵) منطقه در پهنه البرز - آذربایجان و طبق تقسیم بندی (بربریان ۱۹۸۱) در زون های سنندج - سیرجان و ایران مرکزی جای گرفته است. سنگهای منطقه بیشتر از دگرگونه های اسلیت، فیلیت و به مقدار کمی اکتینولیت شیستهای کرتاسه، واحدهای گوناگون سازند قم در برگیرنده مارن، سنگ آهک و سنگهای آذرین و مارنهای پلیوسن پدید آمده است. توده های نفوذی گرانیتی و گرانودیوریتی - دیوریتی (دوران سوم) نیز در چند نقطه دگرگونه های کرتاسه و سازند قم را قطع کرده اند.

#### چینه نگاری

واحدهای گوناگون سنگی منطقه بترتیب از قدیم به جدید در برگیرنده سنگهای دگرگون شده، آهک و سنگهای ولکانیکی کرتاسه، تخریبی های ماسه سنگی و کنگلومرای ائوسن، کنگلومرای الیگوسن، مارن، آهک و سنگهای ولکانیکی (شامل توف، توف برشی، داسیت، ایگنمبریت و ولکانیک برش) الیگومیوسن، مارن و ماسه سنگ، آهک، توف برش، گچ و نمک میوسن، مارن، کنگلومرا و توف برش پلیوسن، توده های نفوذی ژرف و نیمه ژرف ترشیری و نهشته های آواری کواترنری است.

- واحدهای سنگی کرتاسه

$K^L$ : سنگ آهک خاکستری، متوسط تا ضخیم لایه

$K^V$ : سنگهای پورفیری خاکستری آندزیتی تا تراکی آندزیتی

$K^{sh}$ : شیل سبز تیره - خاکستری و شیل تخته ای آهکی با سنگ آهک خاکستری که در آن جای داده شده.

- واحدهای سنگی ائوسن

$E^S$ : تناوبی از ماسه سنگ سبز تا قرمز که بخوبی لایه بندی شده و میکروکنگلومرا

$E^C$ : کنگلومرای قرمز و ضخیم لایه

- واحد سنگی الیگوسن

$OL^C$ : کنگلومرای قرمز و ماسه سنگ با لایه بندی ضخیم تا متوسط (سازند قرمز پائینی)

- واحدهای سنگی الیگومیوسن

$OM^C$ : کنگلومرای سبز کم رنگ



$OM^m$  : مارل کرمی رنگ تا سبز روشن همراه با ماسه سنگ ، سنگ آهک شنی ، توف و مارل tuffaceous

$OM^{m,L}$  : مارل سبز با سنگ آهک کرم در داخل آن

$OM^{L,m}$  : سنگ آهک کرمی خوب لایه بندی شده همراه با مارل در داخل آن

K : کائولینیت

$OM^{tbr}$  : توف برشی داسیتی تا ریولیتی سفید که بطور محلی کائولینیتی شده اند .

$OM^{vt}$  : تناوبی از لاوای آندزیتی - بازالتی تیره با توف سبز و توف برشی

$OM^{vbr}$  : برش ولکانیکی آندزیتی ، قرمز

$OM^v$  : لاوای آندزیتی - تراکی آندزیتی قرمز تا سبز تیره

$OM^{rt}$  : توف ریولیتی دگرگون شده به رنگ آبی روشن

$OM^{da}$  : لاوای داسیتی صورتی تا آبی

$OM^{ig}$  : ایگنمبریت داسیتی برنگ صورتی

$OM^{Pr}$  : پرلیت

$OM^{m,s}$  : تناوبی از مارل کرمی و سنگ آهک رسی

$OM^{L1}$  : سنگ آهک کرمی تا قهوه ای روشن فسیل دار

$OM^{L2}$  : سنگ آهک کرمی ریفی

- واحدهای سنگی میوسن

$M^C$  : تناوبی از کنگلومرا ، میکرو کنگلومرا و ماسه سنگ

$M^S$  : ماسه سنگ خوب لایه بندی شده با کنگلومرا که در آن جا گرفته

$M^{tbr}$  : توف برشی داسیتی ، لیتیک که بطور محلی کائولینی شده

gy : ژپس و آنیدریت

$M^m$  : تناوبی از مارل سبز و قرمز همراه با ماسه سنگ نازک لایه

$M^{m,L}$  : تناوبی از سنگ آهک شنی خوب لایه بندی شده و مارل

$M^{m,s}$  : تناوبی از مارل خاکستری ، سنگ آهک شنی و ماسه سنگ کرمی

$M^{m,sa}$  : تناوبی از مارل سبز و قرمز با نمک در قسمتهای پائین تر

- واحدهای سنگی پلیوسن

$PL^{tbr}$  : لیتیک ، توف و یتریک ، آلتراسیون هیدروترمال با برشی شده ( کائولینیتی شدن )

$PL^{m,sa}$  : مارل قرمز روشن با نمک در قسمتهای زیرین

$PL^m$  : مارل کرم تا قرمز با ماسه سنگی که بطور ضعیف سخت شده و در داخل مارل جای گرفته

$PL^c$  : کنگلومرای پولی ژنیک با ماسه سنگ سبز در داخل آن

- واحدهای سنگی کوتاهتری

$Q^{tr}$  : تراورتن ( نهشته های آب شیرین )

$Q^{t1,2}$  : نهشته های جدا شونده جدید با بافت متغیر

$Q^{al}$  : آبرفتهای جدید

$Q^{f1}$  : مخروطه افکنه های شنی قدیمی

$Q^{f2}$  : مخروطه افکنه های شنی جوان

$Q^{sf}$  : دشت نمکی کوتاهتری

- سنگهای آذرین نفوذی و سنگهای دگرگونی

$K^{ash}$  : شیست آکتینولیتی

$K^{msh}$  : سنگ لوح و فیلیت خاکستری تا سبز

$K^{ml}$  : سنگ آهک خرد شده کریستالی

$K^{mv}$  : آندزیت دگرگون شده

$gr$  : سنگهای گرانیتی سفید با دانه بندی متوسط تا درشت

$p.gr$  : گرانیت پگماتیت

$Ap$  : آپلیت

$Fe$  : کانی زایی اکسید آهن ( مگنتایت ، هماتیت )

$di - gd$  : سنگهای آتشفشانی دیوریتی تا گرانودیوریتی سبز تیره تا قرمز

$gd - gr$  : سنگهای آتشفشانی گرانودیوریتی تا گرانیتی

$h$  : هورنفلس

$Si$  : رگه های سیلیسی

$A.Z$  : زون آلتراسیون هیدروترمال

## 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 ۴۰-۳۰ 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.

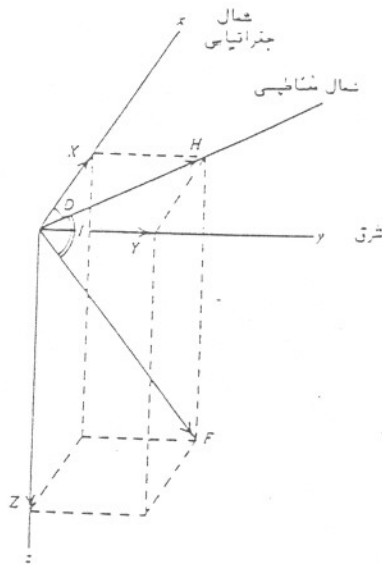
## ۱-۶-۱- روش‌های اساسی جهت کاربرد داده‌های مغناطیسی و تفسیر آنها

### ۱-۶-۱-۱- 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 ۳ 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 ۳ - عناصرهای 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).

لذا تفسیر اساسی داده‌های مغناطیس‌هوایی معمولاً بر روی تصاویر مختلف برگردان به قطب صورت می‌گیرد.

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 ماندایی در جهت متفاوتی از میدان مغناطیسی زمین وجود نداشته باشد. (1993Macleod et.al.) ثابت کرده‌اند در صورت وجود مغناطیس باقی مانده قابل توجهی بی‌هنجاریهای مغناطیسی در نقشه‌های تبدیلی توام با اختلال می‌باشند.



### ۱-۶-۳- روش مشتق قائم 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 می‌باشد.

مشتق قائم در واقع یک فیلتر بالاگذر (High-pass) می‌باشد. زیرا فرکانسهای بالا را نسبت به فرکانسهای پائین افزایش می‌دهد و این خاصیت، پایه و اساس کاربرد فرایند مشتق است که اثرهای ناحیه‌ایی با طول موج بلند را حذف کرده و اثر بی‌هنجاریهای مجاور را تجزیه می‌کند. مشتق قائم تقریباً یک نیاز اساسی در تفسیر داده‌های مغناطیسی است. قدرت تجزیه مشتق قائم دوم بیش از مشتق اول است ولی کاربرد آن نیازمند داده‌هایی با کیفیت بالاتر می‌باشد زیرا با افزایش فرکانسهای بالا اختلالات (noise) نیز افزایش می‌یابد.

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.

(Roest et.al. (1992) 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 (Upward Continuation)

روش ادامه فراسو و فروسو 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 فروسو 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 فروسو 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 فروسو 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 باعث 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 می‌شود:

- جابجایی ظاهری واحدهای مغناطیسی مشابه

- قطع ناگهانی واحدهای مغناطیسی

- تغییر ناگهانی در عمق منابع مغناطیسی

- یک مغناطیس باریک خطی با شدت پائین که بدلیل هوازدگی در طول سطح گسل بوجود

آمده و کانی‌های مغناطیسی در اثر اکسیداسیون به کانی غیرمغناطیسی تبدیل گشته‌اند (دو

طرف این باریکه خطی می‌تواند 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.

## ۱-۶-۷- روش دی کانولوشن اویلر سه بعدی ( 3D Euler Deconvolution )

### جهت تعیین عمق و محل منابع مغناطیسی

دی کانولوشن اویلر سه بعدی یک روش اتوماتیک می باشد که بر روی داده های مغناطیسی یا گرویته گرید شده عمل می کند تا عمق منبع مغناطیسی را تعیین کند . در این روش یک پنجره مربعی کوچک بر روی تمام داده ها حرکت می کند و در هر پنجره بهترین تطبیق عمق ( best - fit ) برای یک مدل با هندسه خاص محاسبه می شود . نتایج بدست آمده بر روی نقشه رسم شده و متناسب با عمق محاسبه شده رنگ می شوند تا یک نقشه اویلر سه بعدی ایجاد شود . این روش داده های میدان مغناطیسی کل و نیز مشتقات افقی x و y و مشتق قائم را بکار می برد . یک مزیت مهم معادله اویلر این است که نسبت به زاویه میل ، انحراف و مغناطیس باقی مانده حساس نمی باشد . ولی مشکلات عرضهای مغناطیسی پائین هنوز برای عوارض زمین شناسی مغناطیسی با روند شمالی - جنوبی وجود دارد . برای رفع این مشکلات کاربرد روش برگردان به قطب و فیلترهای حذفی مناسب می تواند مفید باشد .

معادله اویلر بصورت زیر بیان می شود :

$$(X - X_0) \frac{\partial T}{\partial X} + (y - y_0) \frac{\partial T}{\partial y} + (Z - Z_0) \frac{\partial T}{\partial Z} = N(B - T)$$

$(x_0, y_0, z_0)$  موقعیت منبع مغناطیسی است بطوریکه میدان کل T در موقعیت  $(x, y, z)$  اندازه گیری شده است . میدان کل دارای یک میدان منطقه ای B می باشد و N بعنوان یک اندکس ساختاری ( SI ) بیان می گردد . کاربرد با انتخاب اندکس ساختاری ، هندسه مدل را تعیین می کند . اندکس ساختاری یک اندازه گیری از میزان کاهش میدان مغناطیسی با تغییر مسافت برای مدل هندسی خاص می باشد . بطوریکه برای یک کنتاکت یا جابجایی اندکس ساختاری با ۰/۵ ، برای دایک یا سیل با ۱ ، برای اشکال استوانه ای یا لوله با ۲ و برای شکل کروی با ۳ متناسب می باشد . در این روش عمق تا بالای جسم مغناطیسی محاسبه می شود . بعنوان مثال برای یک گسل نرمال با فرض اینکه هر دو طرف گسل مغناطیس یکسانی دارند ، فقط عمق بالای سمت upthrown محاسبه می گردد .

بطور کلی بعلت وجود ابهامات موجود در میدانهای مغناطیسی ، عمقهای بدست آمده برای یک آنومالی خاص با اندکسهای ساختاری مختلف ، متفاوت خواهد بود . بنابراین برای یک آنومالی ، گستره ای از اندکسهای ساختاری بکار رفته و مفسر با استفاده از دانش زمین شناسی برای یک

عارضه خاص ، اندکس ساختاری مناسب را انتخاب می کند . عموماً اندکسهای ساختاری که بیشتر کاربرد دارند ۰/۵ و ۱ می باشد .

علاوه بر اندکس ساختاری پارامترهای خاصی که برای حل معادله اویلر بکار می روند عبارتند از اندازه پنجره ، ماکزیمم مسافت قابل قبول و ارتفاع پرواز .

اندازه پنجره ( window size ) با اندازه سلول گرید ( grid cell size ) و اندازه آنومالیهای مورد بررسی متناسب می باشد . بهترین حالت زمانی است که اندازه پنجره به اندازه کافی بزرگ باشد تا کل آنومالی را شامل شود ولی نه به اندازه ای که چند آنومالی را در برگیرد . از آنجایی که منطقه مورد بررسی شامل آنومالیهایی با اندازه های متفاوت می باشد ، بهتر است که دی کانولوشن اویلر چندین مرتبه با اندازه پنجره های متفاوت اجرا شود . ماکزیمم مسافت قابل قبول ( Maximum distance to accept ) ، ماکزیمم فاصله جابجایی از مرکز پنجره تجسس را تا موقعیت منبع تعیین می کند . روش اویلر غالباً زمانی جواب می دهد که منبع در مرکز پنجره قرار گیرد .

مزیت اصلی روش اویلر سرعت و سهولت کاربرد آن می باشد . این روش اولین قدم تفسیر عمق می باشد که می تواند تخمین کلی و مفید از توزیع منابع مغناطیسی در یک ناحیه را تأمین کند ولی برای تخمین عمق با کیفیت بالا نیازمند روش های دیگری نظیر مدلسازی و آنالیزهایی که بر پایه پروفیل ها می باشند است ( Reid et. al. (1990 ) .

# فصل دوم

بررسی نتایج کاوشهای مغناطیسی بر مبنای نقشه های

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 گزارش شده ۳۹۷۱۱ نانوتسلا و کمترین مقدار آن ۳۹۴۲۵ نانوتسلا می باشد. بطور کلی بی هنجاریهای موجود با شدت بالا و پایین عمدتاً از یک روند شمال غربی - جنوب شرقی پیروی می کنند، لذا وجود خطواره های مغناطیسی با این روند انتظار می رود. تمرکز بی هنجاریها با شدت بالا در نیمه شمالی برگه مذکور می باشد. در کل ۵ دسته بی هنجاری با شدت بالا قابل تشخیص می باشد که با حروف لاتین نامگذاری شده اند. بی هنجاری A در شمال غرب برگه مورد مطالعه و به وسعت تقریبی ۱۱۰ کیلومتر مربع واقع شده است. در انطباق با نقشه زمین شناسی این بی هنجاری بر روی واحدهای di-gd (سنگهای پلوتونیک دیوریتی تا گرانودیوریتی به رنگ سبز تیره - قرمز)، Fe (کانی سازی اکسید آهن از نوع مگناتیتی و هماتیتی)،  $OM^{lbr}$  (توف برشی داسیتی تا ریولیتی سفید که بطور محلی کائولینی شده اند)،  $OM^v$  (لاوای آندزیتی - تراکی آندزیتی به رنگ قرمز تا سبز تیره)،  $OM^{vi}$  (آلتراسیون لاوای آندزیتی - بازالتی تیره با توف سبز و توف برشی)  $OM^{ii}$  (سنگ آهک فسیل دار به رنگ کرم تا قهوه ای روشن)،  $PL^c$  (کنگلومرای پولی ژنیک با افزایش ماسه سنگ سبز) و  $Q^{i2}$  (ذخایر تکه تکه جوان که از نظر بافت ساختمانی متفاوت بوده و در سطوح بالا سست شده اند) قرار گرفته است. دو اندیس معدنی آهن بر روی بی هنجاری مذکور واقع شده و معدن فعال آهن در جنوب غرب آن قرار دارد. بی هنجاری A در نقشه شماره ۴ بطور جداگانه با استفاده از روش Window a grid ترسیم شده است. هدف از انجام این کار بدست آوردن متوسط شعاعی طیف انرژی (Radially averaged power Spectrum) بی هنجاری A برای تعیین عمق تقریبی منبع بوجود آورنده بی هنجاری می باشد که در نقشه شماره ۵ نشان داده شده است. با توجه به شکل عمق تقریبی ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ متر می باشد.

بی هنجاری B در شمال غرب منطقه واقع شده و ادامه آن به طرف غرب در برگه مجاور قجور قرار دارد. کل این بی هنجاری در نقشه شماره ۶ قابل مشاهده می باشد که تنها محدوده ای از آن به وسعت تقریبی ۲۰ کیلومتر در این برگه واقع شده است.

در انطباق با نقشه زمین شناسی این بی هنجاری بر روی واحدهای  $K^{msh}, di-gd$  (فیلیت خاکستری تا سبز و سنگ لوح)،  $OLC, OM^{ii}$  (کنگلومرای قرمز و ماسه سنگ که بصورت ضخیم تا متوسط لایه بندی شده اند - سازند قرمز پائینی) و  $Q^{i2}$  واقع شده است. معدن فعال

آهن در شمال شرق بی هنجاری قرار دارد. متوسط شعاعی طیف انرژی قسمتی از بی هنجاری مذکور که در برگه قجور قرار داشته و در نقشه شماره ۷ نشان داده شده است عمق حدود ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر را پیشنهاد می کند.

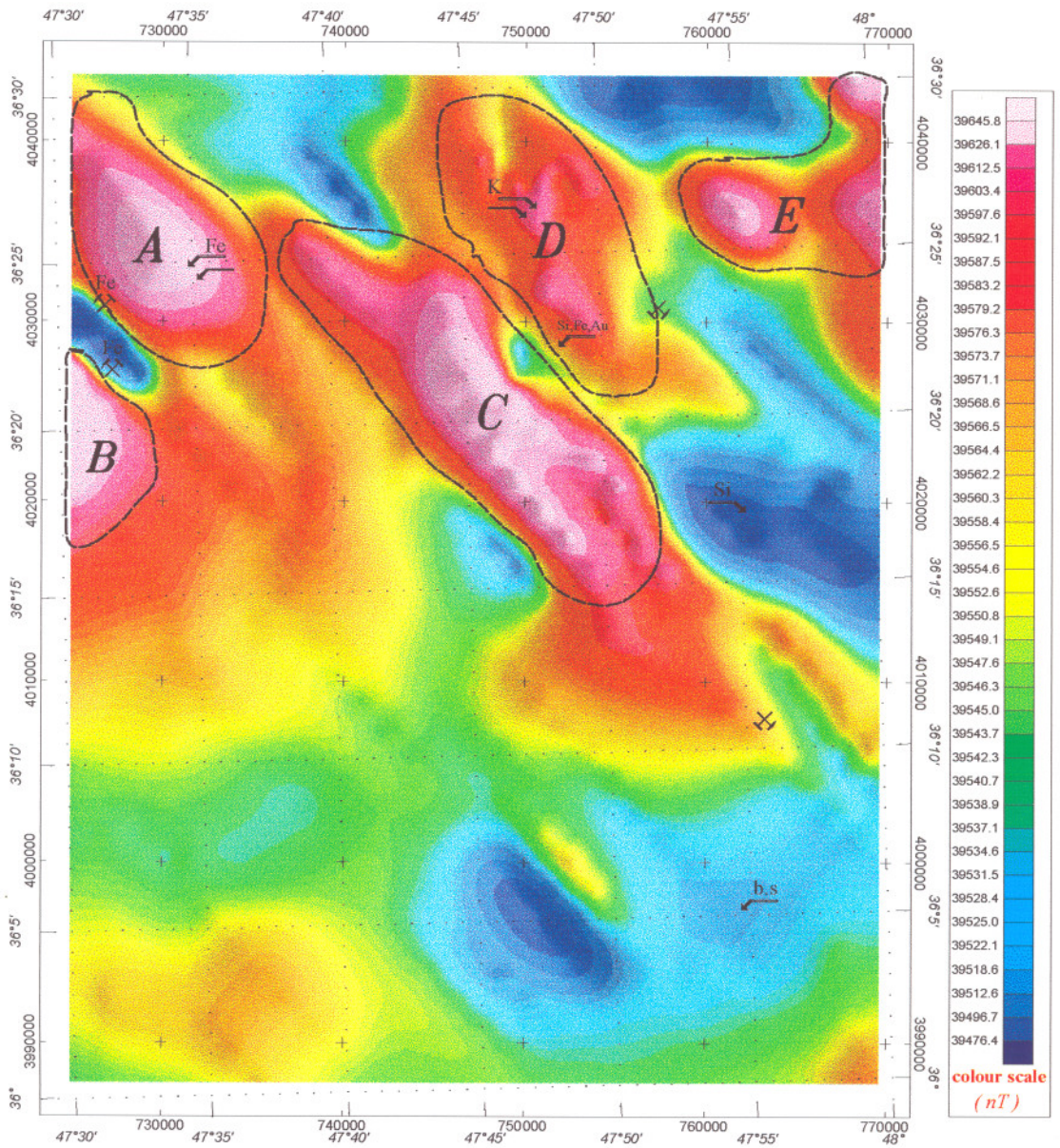
بی هنجاری C به وسعت تقریبی ۲۰۰ کیلومتر مربع و با روند شمال غرب - جنوب شرق در قسمت میانی شمال برگه مورد مطالعه واقع شده است. قسمتی از شمال غرب بی هنجاری که از شدت کمتری برخوردار است بر روی واحد  $Q^{12}$  و  $Q^m$  (تراورتن) واقع شده است و بقیه نواحی عمدتاً بر روی واحد  $K^{msh}$  که شامل فیلیت و سنگ لوح است قرار دارد. علاوه بر این واحدهای بی هنجاری C بر روی واحدهای  $K^{mv}$  (آندزیت دگرگون شده)،  $OM^m$  (مارل به رنگ کرمی تا سبز روشن، با میان لایه هایی از ماسه سنگ، سنگ آهک شنی، توف و مارل توفی)،  $PL^c$ ،  $Q^{11}$  (ذخایر رسوبی)،  $OM^v$  و di-gd نیز قرار گرفته است. بی هنجاری C با استفاده از روش Window a grid در نقشه شماره ۸ نشان داده شده است و متوسط شعاعی طیف انرژی مربوط به آن در شکل شماره ۹ مشاهده می شود که بیانگر عمق تقریبی ۴۰۰ تا ۲۰۰۰ متر برای منبع بی هنجاری می باشد.

بی هنجاری D بصورت ترکیبی از چند بی هنجاری کوچک و به وسعت تقریبی ۷۰ کیلومتر مربع در شمال برگه قجور واقع شده است. لازم به ذکر است که بی هنجاری D در محل اتصال دو گرید قرار دارد. لذا ممکن است خطای مربوط به اتصال دو گرید در محل اتصال، اشتباهاً بعنوان یک خطواره تلقی گردد. در انطباق با نقشه زمین شناسی قسمت شمال بی هنجاری بر روی واحدهای  $M^m$  (تناوبی از مارل سبز و قرمز با میان لایه هایی از ماسه سنگ با لایه بندی نازک)،  $K^{msh}$  و  $Q^{11}$ ، قسمت میانی بر روی واحدهای  $OM^c$ ،  $OM^{11}$ ،  $PL^c$  (کنگلومرای سبز کمرنگ)،  $K^{ash}$  (شیست اکتینولیتی)، gr (گرانیت)،  $OM^{da}$  (لاوای داسیتی صورتی تا قرمز) و  $K^{mv}$ ، قسمت جنوبی بر روی واحدهای  $OM^v$ ،  $OM^{11}$ ،  $OM^{da}$ ،  $K^{msl}$  قرار گرفته و نیز یک زون آلتراسیون هیدروترمال در آن مشاهده می گردد.

دو اندیس معدنی کائولین در قسمت میانی و یک اندیس معدنی سیلیس، آهن و طلا در جنوب منطقه در محل همبری دو واحد  $K^{msh}$  و  $K^{ash}$  و نیز یک معدن متروکه بر روی واحد  $OM^{da}$  در شرق قسمت جنوبی قرار دارد. در نقشه شماره ۱۰ بی هنجاری D بطور جداگانه نشان داده شده است. با توجه به نقشه قسمت شمال غرب بی هنجاری از شدت کمتری برخوردار است. نواحی جنوبی و میانی که از شدت بالایی برخوردار می باشد بصورت دو بی هنجاری مجزا

مشاهده می شود. با اعمال فیلترهای متفاوت در بخشهای بعدی مشخص خواهد شد که منبع دو بی هنجاری از هم جدا می باشد یا اینکه یک منبع، عامل بوجود آورنده این دو بی هنجاری می باشد. پس از رسم متوسط شعاعی طیف انرژی مطابق شکل شماره ۱۱، عمق متوسط ۸۰۰-۰ متر برای بی هنجاری D پیشنهاد می شود.

بی هنجاری E به وسعت تقریبی ۹۰ کیلومتر مربع و متشکل از سه بی هنجاری کوچک در گوشه شمال شرق برکه مورد مطالعه واقع است. در انطباق با نقشه زمین شناسی قسمت غربی بی هنجاری مذکور بر روی واحدهای  $OM^V, PL^C, OM^{m,1}$  (مارل سبز با افزایش سنگ آهک به رنگ کرم)،  $M^m$  و قسمتهای شرقی بر روی واحدهای  $K^L$  (سنگ آهک خاکستری با لایه بندی متوسط تا ضخیم)،  $K^{sh}$  (شیل سبز تیره - خاکستری و شیل آهکی باریک با افزایش سنگ آهک خاکستری)،  $K^V$  (سنگهای آندزیتی تا تراکی آندزیتی پورفیری برنگ خاکستری) و  $PL^m$  (مارل کرمی رنگ تا قرمز با افزایش ماسه سنگ که بطور ناچیز سخت شده) قرار گرفته است. در نقشه شماره ۱۲ بی هنجاری E نشان داده شده است. با توجه به نقشه ادامه قسمتهای شرقی بی هنجاری مذکور در برکه های مجاور قرار گرفته و ممکن است که عامل بوجود آورنده آنها نیز مربوط به برکه های مجاور باشد. طیف انرژی شعاعی بی هنجاری مذکور مطابق نقشه شماره ۱۳ عمق متوسط ۲۰۰ تا ۱۲۰۰ متر را پیشنهاد می کند.

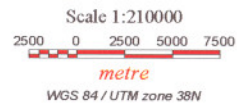


**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**

**TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAP  
AREA : GHODJOUR**

Flight Lines Interval : 7.5 Km  
Tie LineS : 40 Km  
**Fig No : 3**

*created by : N.Amirmotallebi*



# TOTAL MAGNETIC INTENSITY OF A-ANOMALY

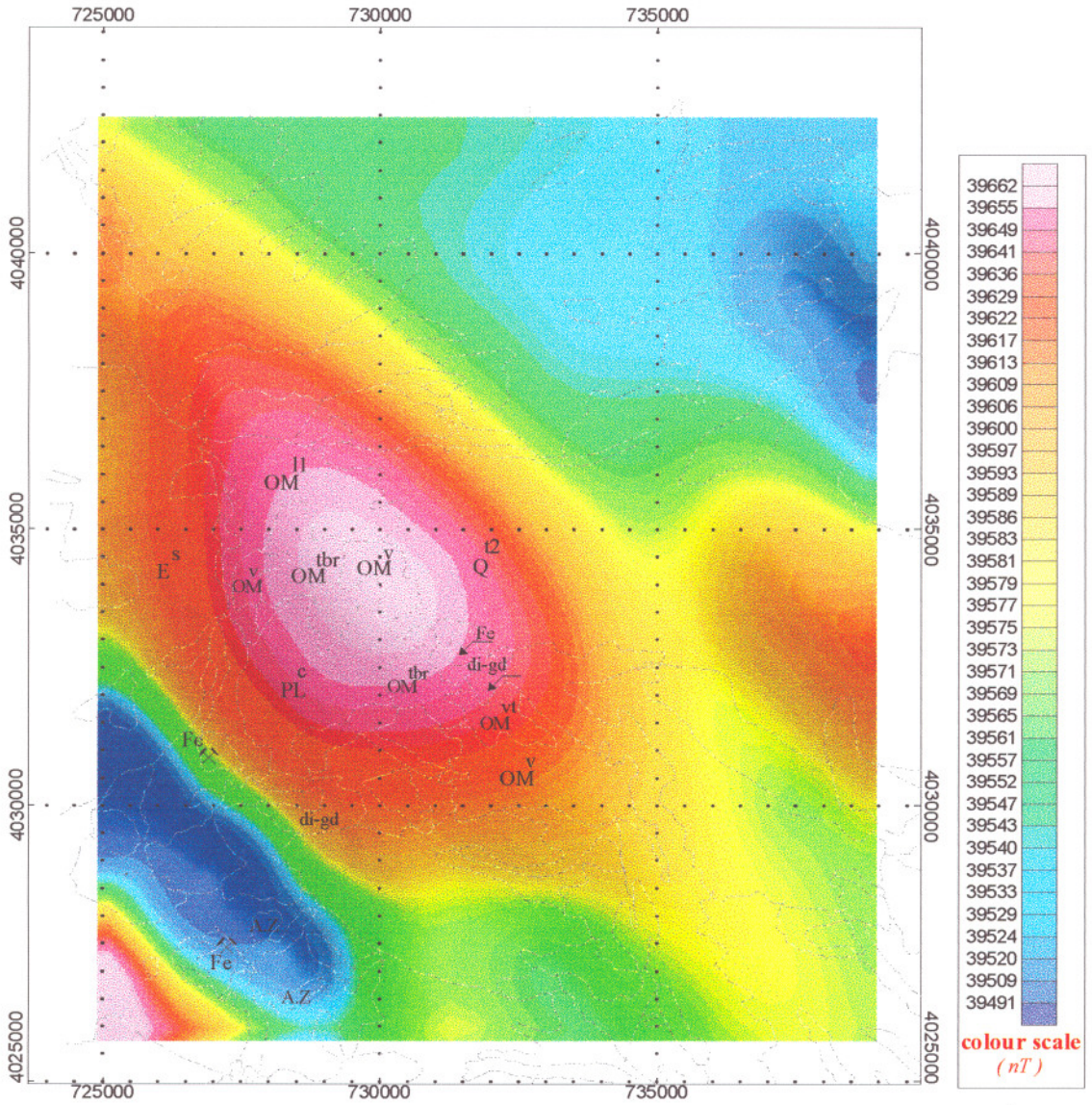
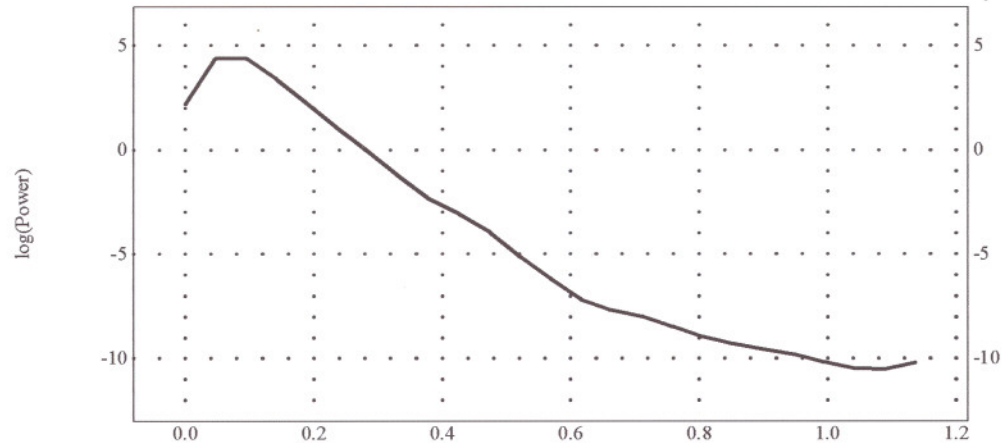
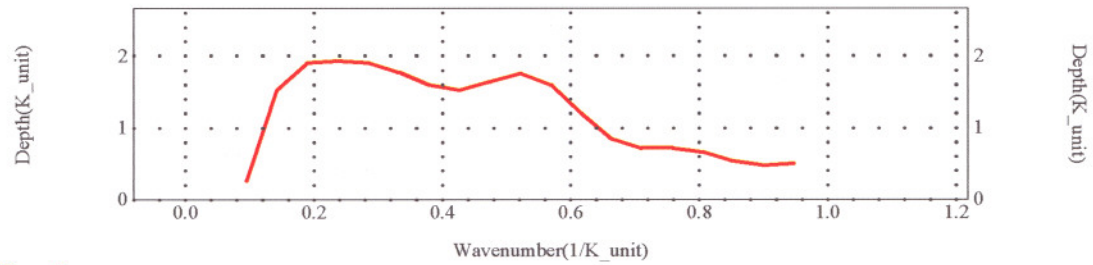


Fig No. : 4

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

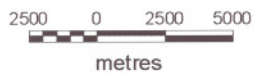
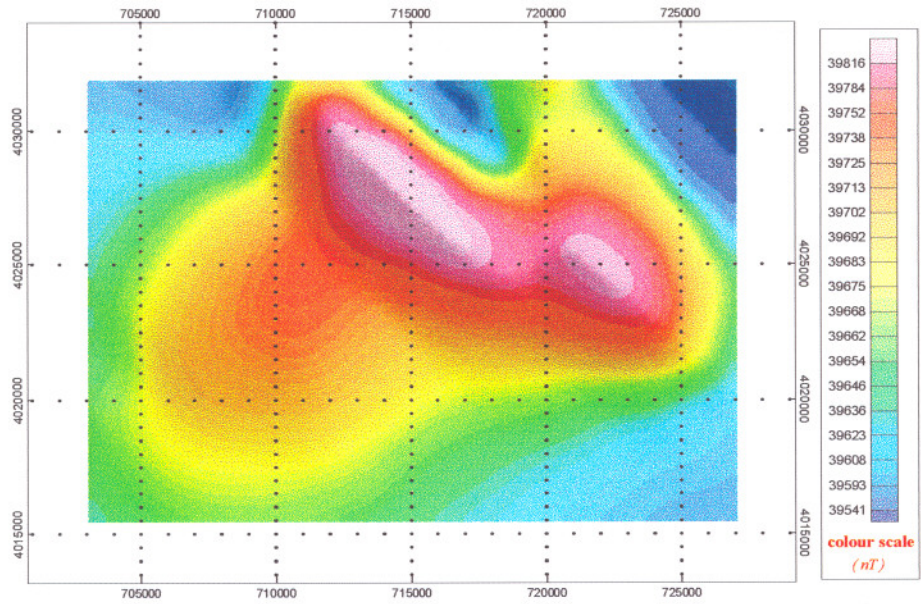


**DEPTH ESTIMATE**



*Fig No. : 5*

# TOTAL MAGNETIC INTENSITY OF B-ANOMALY



*Fig No. : 6*

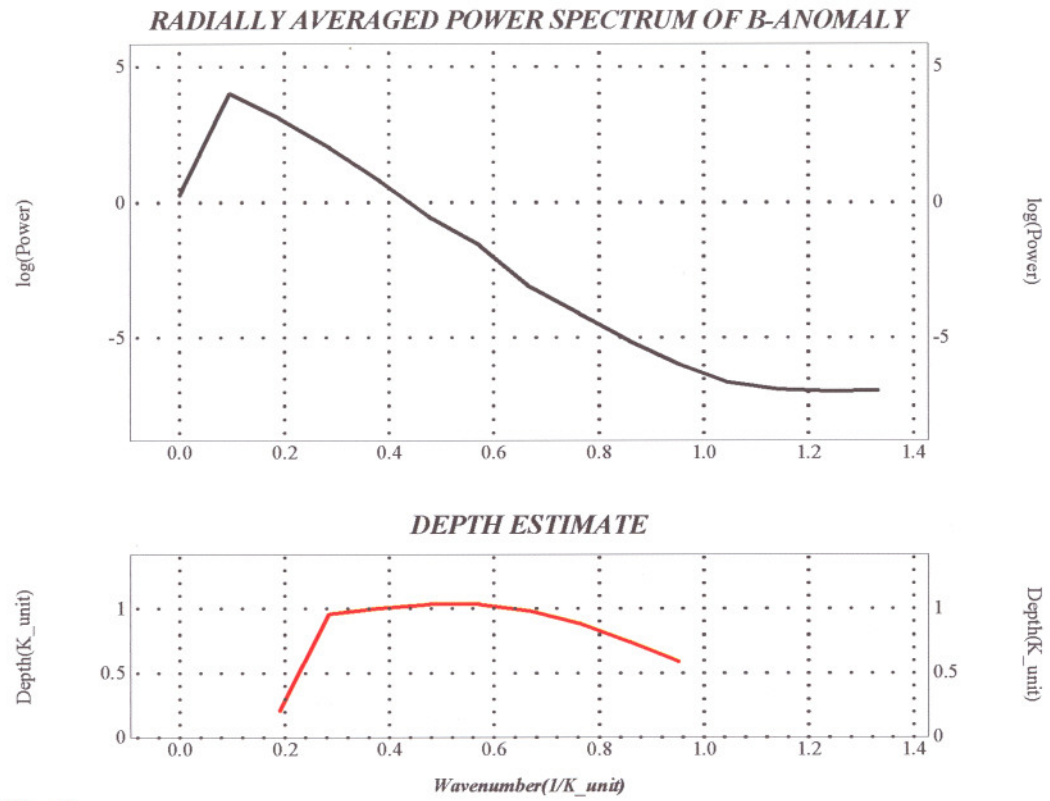


Fig No. : 7



# TOTAL MAGNETIC INTENSITY OF C-ANOMALY

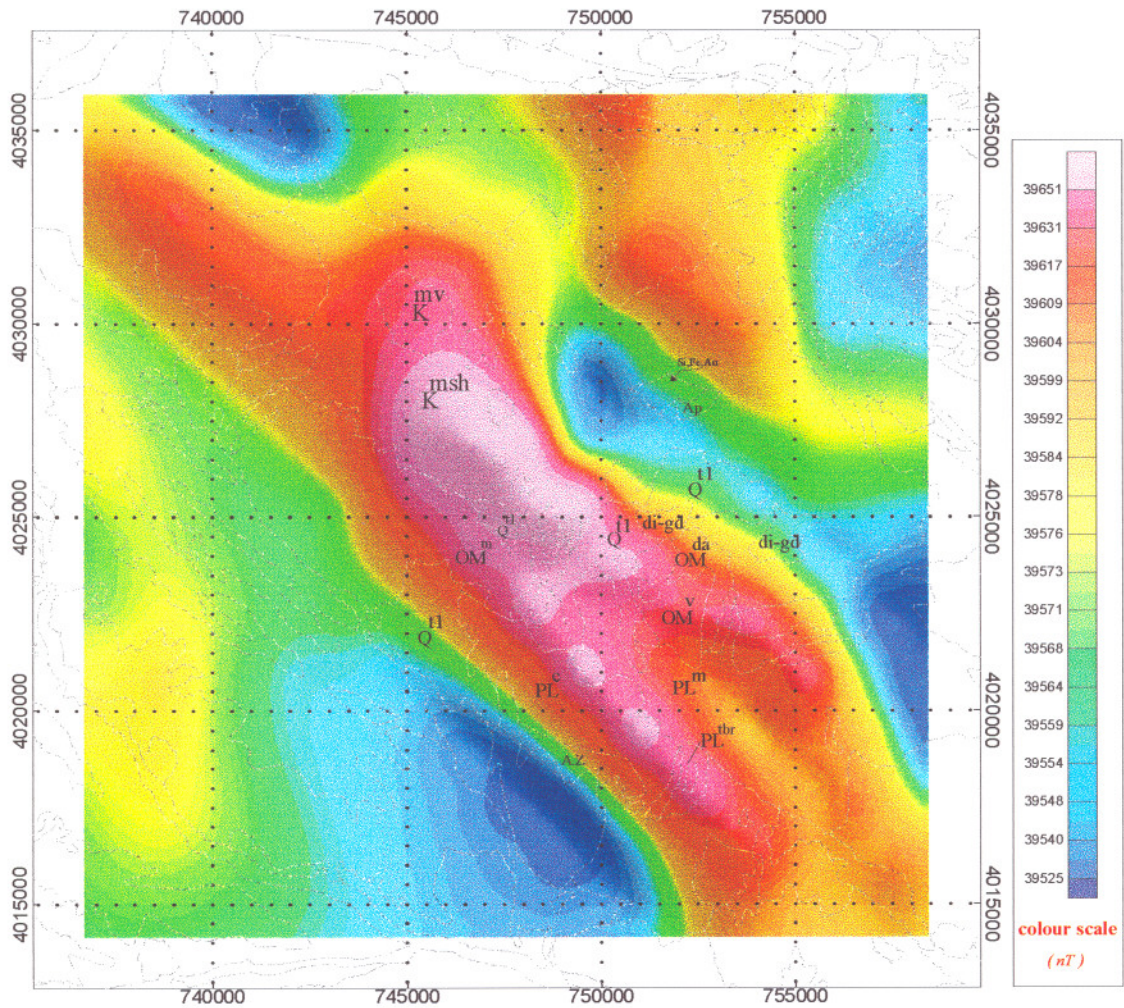
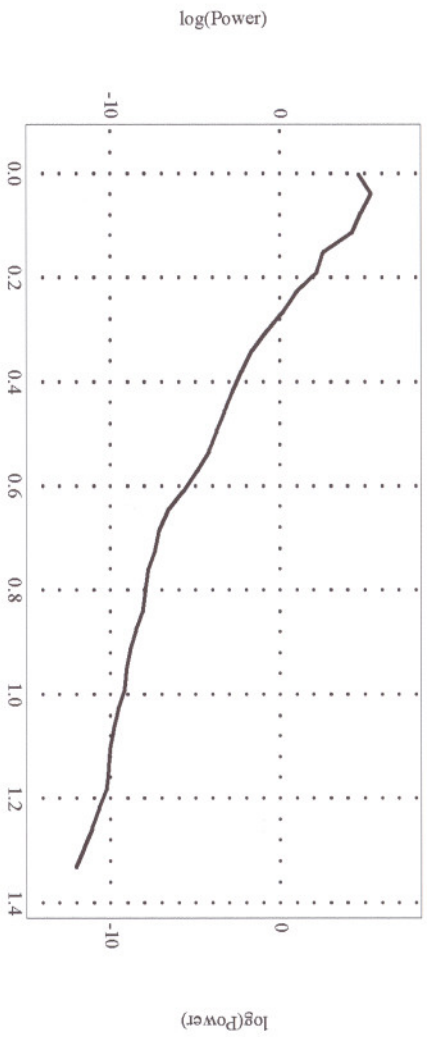
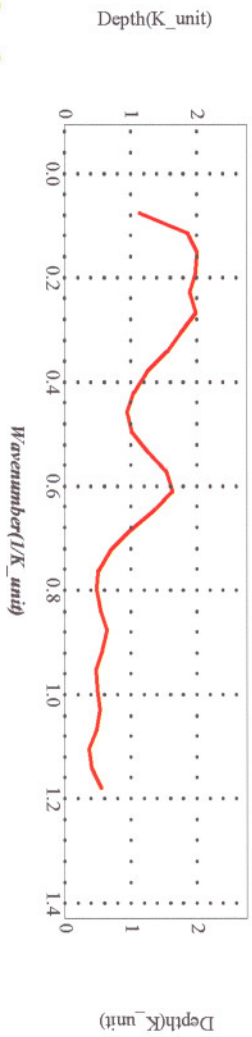


Fig No. : 8

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

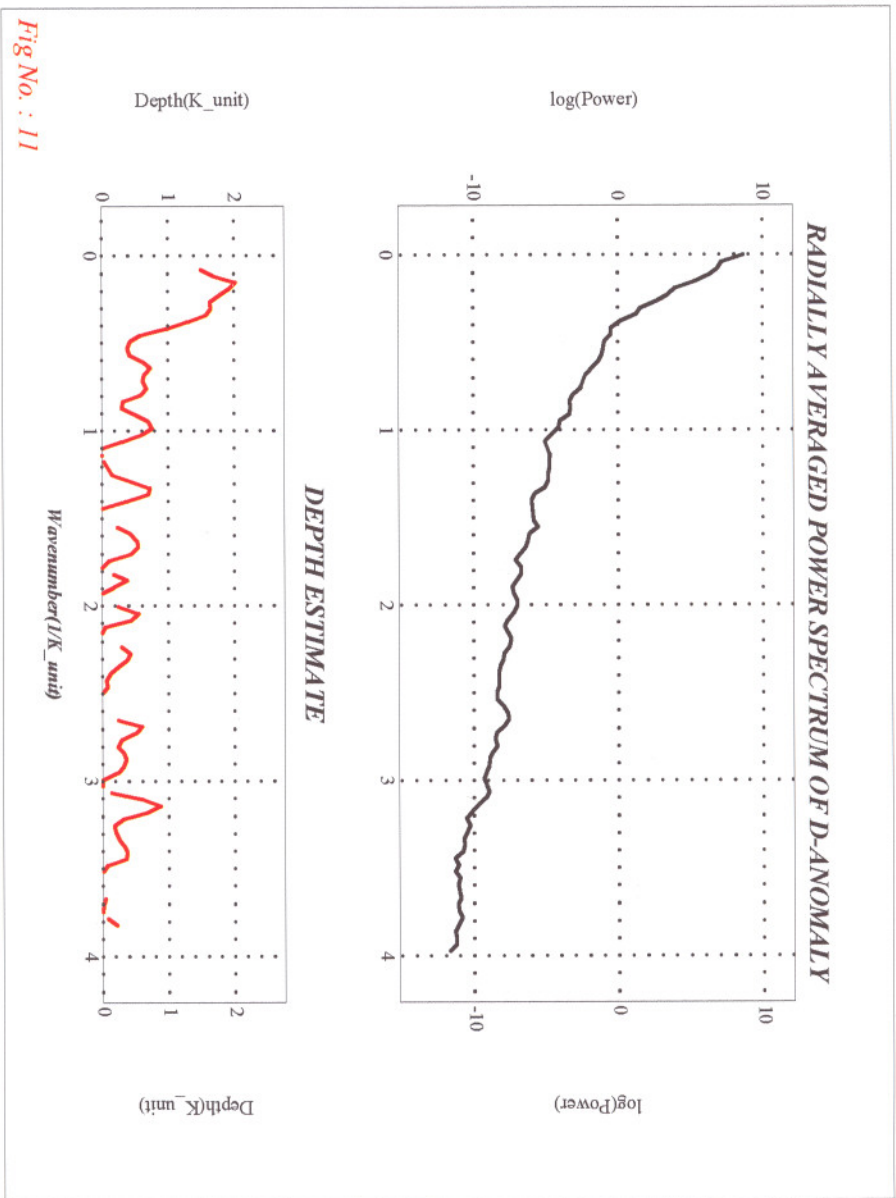


**DEPTH ESTIMATE**



**Fig No. : 9**





*Fig No. : 11*

# TOTAL MAGNETIC INTENSITY OF E-ANOMALY

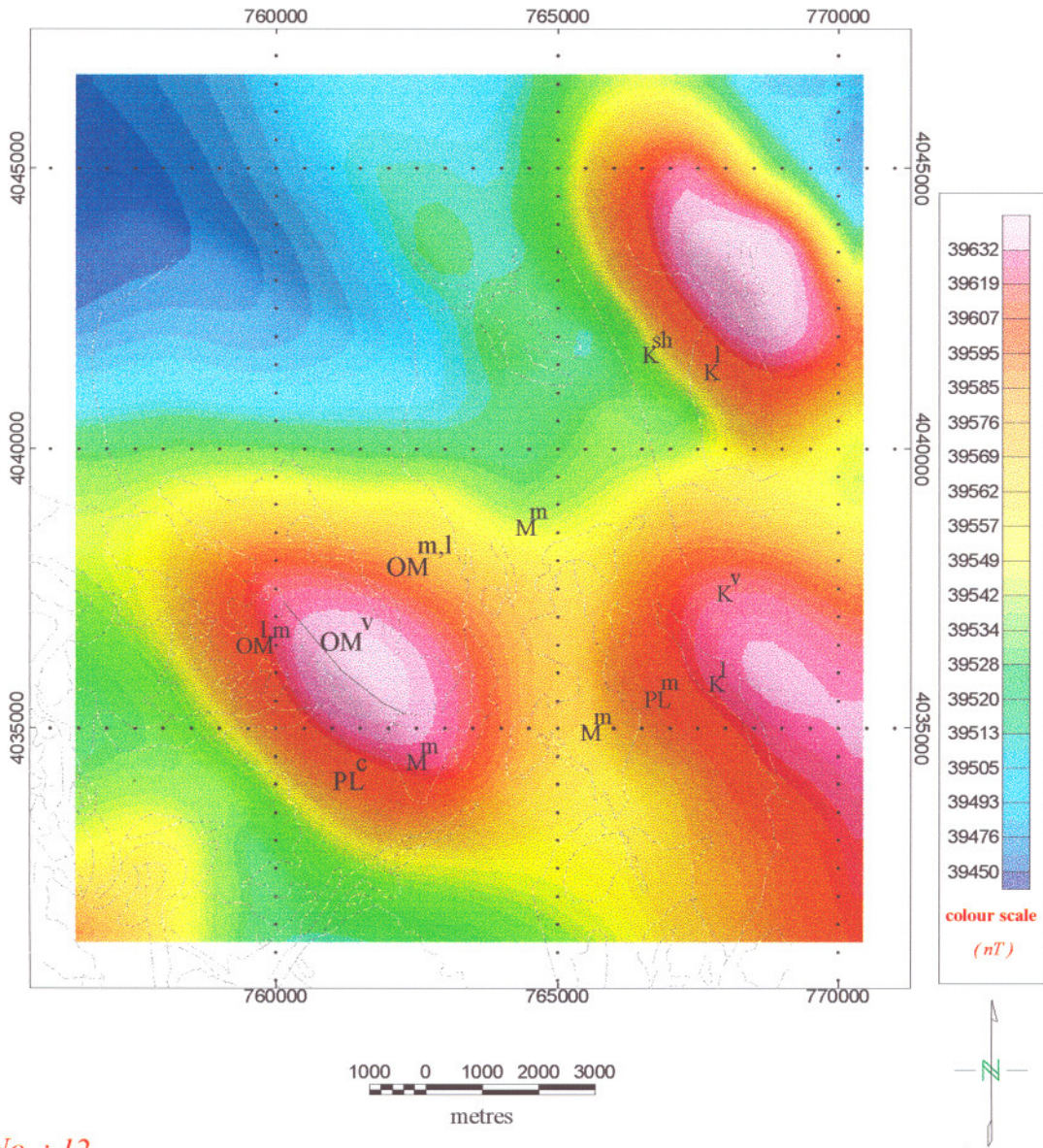
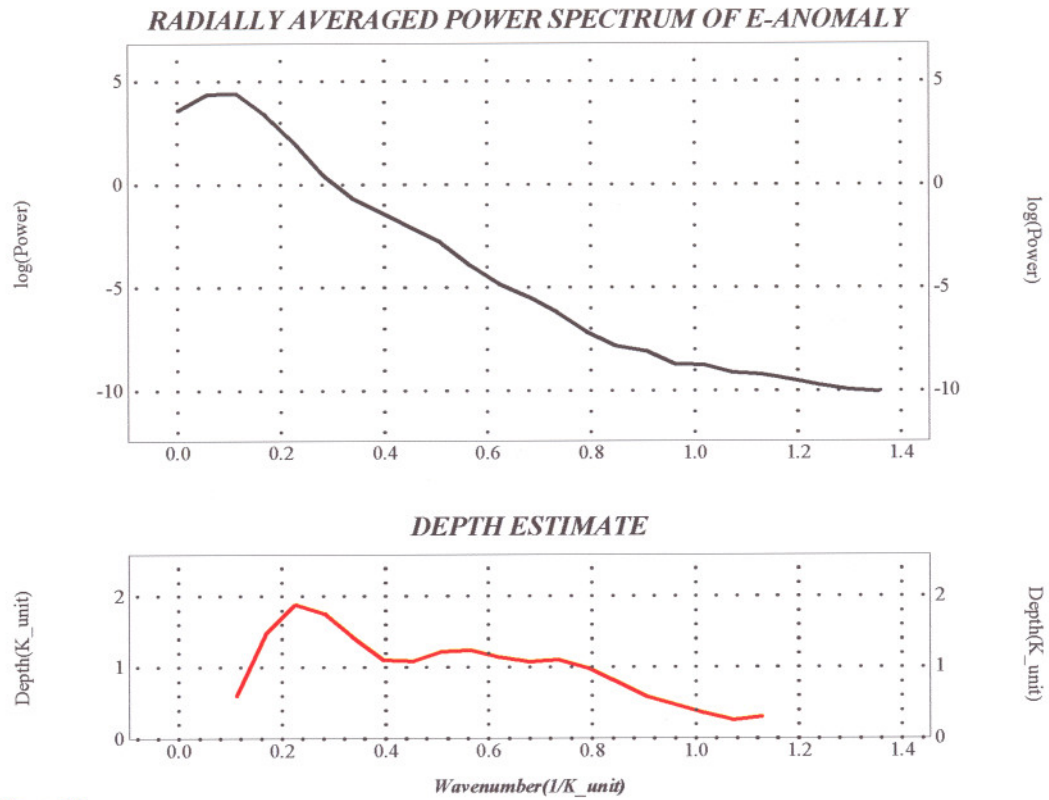


Fig No. : 12



*Fig No. : 13*

## ۲-۲- بررسی نقشه برگردان به قطب

نقشه شماره ۱۴ بیانگر تغییرات شدت میدان مغناطیسی پس از انتقال داده ها به قطب مغناطیسی با استفاده از زاویه میل ۵۴ درجه و زاویه انحراف مغناطیسی ۳/۸ درجه می باشد. به نظر می رسد بی هنجاریهای موجود در این نقشه در مقایسه با نقشه شماره ۳ به مقدار کمی به سمت شمال شرق جابجا شده اند. بی هنجاری A با ماکزیمم شدت ۳۹۷۰۶/۵ نانوتسلا و مختصات مرکز ۷۳۰۰۲۶/۷۷ درجه شرقی و ۴۰۳۶۳۵۳/۶۷ درجه شمالی پس از جابجایی عمدتاً بر روی تشکیلات رسوبی قرار گرفته است. این مواد قادر به تولید شدت میدان مغناطیسی بالا نمی باشند. لذا عامل بوجود آورنده شدت بالا را باید در لایه های زیرین جستجو کرد. این عوامل می تواند سنگهای پلوتونیک نظیر سنگهای دیوریتی تا گرانودیوریتی (di - gd) باشد که در شرق بی هنجاری A برونزد داشته و دو نشانه معدنی آهن بر روی آن قرار دارد. مقطع زمین شناسی B - B' در نقشه زمین شناسی گسترش واحد di - gd را در زیر واحدهای رسوبی مذکور نشان می دهد. از آنجایی که سنگهای پلوتونیک فوق الذکر دارای کانیهای هورنبلند و بیوتیت که پارامغناطیس می باشند هستند، شدت بالای مغناطیسی را می توان به آنها نسبت داد. بنابراین انتظار می رود منبع بی هنجاری A در عمق بیشتری قرار گرفته باشد. بیشترین شدت میدان بی هنجاری B که در برگه مورد مطالعه قرار دارد ۳۹۸۳۰/۳ نانوتسلا به مختصات ۷۲۵۱۴۷/۴ درجه شرقی و ۴۰۲۷۳۴۵/۶ درجه شمالی می باشد. این بی هنجاری پس از جابجایی عمدتاً بر روی واحدهای  $OM^{m.l}, di - gd, K^{msh}$  قرار گرفته است. شدت بالای مغناطیسی را می توان به واحد di - gd نسبت داد که در آن کانی زایی اکسید آهن (مگنتیت و هماتیت) صورت گرفته است. با توجه به مقطع B - B' این واحد تا عمق ۱۵۰۰ متری گسترش دارد. با اعمال فیلترهای مختلف بر روی بی هنجاری انتظار می رود که عامل بوجود آورنده آن، سطحی باشد که تا عمق نسبتاً زیادی گسترش دارد. معدن فعال آهن در حاشیه شرقی بی هنجاری مذکور واقع شده و دو زون آلتراسیون هیدروترمال با فاصله کمی (تقریباً ۱ کیلومتر) از شرق معدن قرار دارد. همبری دو واحد دیوریت - گرانودیوریت با واحد دگرگونی فیلیت بر روی این بی هنجاری می تواند از لحاظ کانی زایی مهم باشد.

بی هنجاری C با ماکزیمم شدت ۳۹۷۴۱ نانوتسلا و مختصات ۷۴۷۶۶۷/۵ درجه شرقی و ۴۰۲۷۷۲۱ درجه شمالی با حفظ روند شمال غرب - جنوب شرق به سمت شمال جابجا شده است. شمال غرب بی هنجاری مذکور نسبت به نقشه شدت کل میدان مغناطیسی از شدت

بیشتری برخوردار بوده و عمدتاً بر روی واحدهای رسوبی قرار گرفته است. شاید بتوان این شدت بالا را به واحد دگرگون شده آندزیت ( $K^{mv}$ ) نسبت داد. قسمت مرکزی عمدتاً بر روی فیلیت و آندزیت‌های دگرگون شده واقع شده و شمال آن منطبق بر واحد پلوتونیک گرانیتی و پگماتیت گرانیت می باشد. شدت بالای مغناطیس را می توان در ارتباط با سنگهای پلوتونیک مذکور و واحد آندزیتی دانست. از طرفی همبری واحدهای فوق با فیلیت‌ها از لحاظ کانی زایی می تواند مورد توجه باشد. قسمت جنوبی بی هنجاری بصورت دو باریکه مشاهده می شود. باریکه شمالی پس از برگردان به قطب دارای شدت بیشتری گردیده و عمدتاً بر روی دیوریت - گرانودیوریت، لاوای آندزیتی - تراکی آندزیتی و لاوای داسیتی قرار گرفته است. مواد مذکور بعلت داشتن کانی های آهن و منیزیم دار می توانند شدت بالای مغناطیسی از خود نشان دهند. باریکه جنوبی در نقشه برگردان به قطب از شدت کمتری برخوردار می باشد. شدت کم با توجه به قرار گرفتن بی هنجاری فوق بر روی واحدهای رسوبی قابل توجه می باشد.

بی هنجاری D با ماکزیمم شدت  $39671/7$  نانتوسلا و مختصات  $752546/9$  درجه شرقی،  $4040482/4$  درجه شمالی با شدت بیشتری نسبت به نقشه شماره ۳ ظاهر گشته است. این بی هنجاری به صورت دو واحد شرقی و غربی مشاهده می گردد. ولی ممکن است که جدایی بین این دو واحد مربوط به خطای تلفیق دو گرید متفاوت در این بر گه باشد. موضوع قابل توجه این است که بی هنجاری مذکور بر روی تشکیلات رسوبی قرار گرفته، بطوریکه این مواد قادر به ایجاد چنین شدت بالایی نمی باشند، تنها قسمتی از جنوب شرق بی هنجاری بر روی واحد آندزیتی دگرگون شده قرار دارد. یک عامل توجه پذیر برای این شدت بالا می تواند وجود یک باتولیت عظیم در زیر رسوبات باشد.

احتمال می رود برونزد واحد نفوذی گرانیت در جنوب غرب بی هنجاری دلیلی بر تأیید این مدعا باشد. از طرفی طیف انرژی شعاعی بی هنجاری D در نقشه شماره ۱۱ عمق کمی را برای آن پیشنهاد می کند. لذا رسوبات موجود احتمالاً از ضخامت کمی برخوردار می باشند.

بی هنجاری E با ماکزیمم شدت  $39647/7$  نانتوسلا و مختصات  $761179/6$  درجه شرقی،  $4037855$  درجه شمالی به سمت شمال شرق جابجا شده است. نیمه شرقی علاوه بر واحدهای رسوبی بر روی لاوای آندزیتی - تراکی آندزیتی قرار گرفته است. لذا می توان شدت بالای مغناطیسی را به این واحد نسبت داد. شدت بالای نیمه غربی را نیز می توان در ارتباط با واحد



$K^V$  ( سنگهای آندزیتی و تراکی آندزیتی ) دانست زیرا واحدهای مذکور حاوی ترکیبات آهن و منیزیم دار می باشند .

# REDUCTION TO POLE MAP OF GHODJOUR

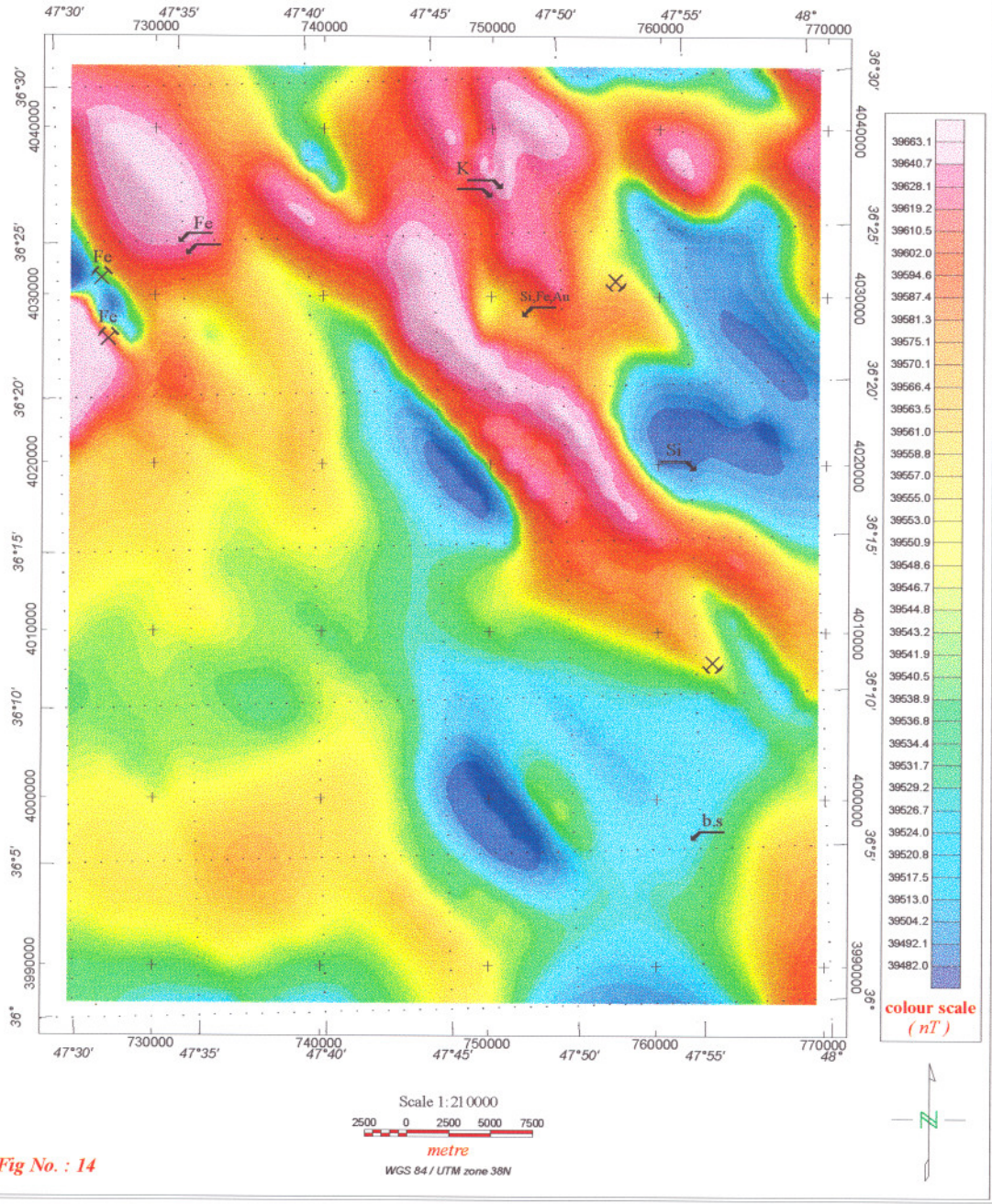


Fig No. : 14

## ۲-۳- بررسی نقشه های مشتق قائم

نقشه های شماره ۱۵ و ۱۶ بیانگر مشتق قائم اول و دوم از شدت کل میدان مغناطیسی پس از انتقال داده ها به قطب مغناطیسی می باشد. با توجه به نقشه ها طول موجهای بزرگ که مربوط به منابع عمیق و منطقه ای می باشند و اثر بی هنجاریهای بزرگ بر روی بی هنجاریهای کوچک از بین رفته و بی هنجاریهای کوچک و محلی بخوبی نمایان گشته اند. روند واحدها و بی هنجاریها شمال غرب - جنوب شرق می باشد. که این موضوع خطواره هایی را در این جهت می طلبد. بی هنجاری A شدت بالای خود را در نقشه های مشتق قائم حفظ کرده است ولی بصورت یک توده کم عمق ظاهر نگشته است، بنابراین حفظ شدت بالای آن دلیلی بر بزرگ بودن منبع بوجود آورنده بی هنجاری می باشد. این موضوع با توجه به واحدهای زمین شناسی موجود در منطقه که قبلاً بدان اشاره گردید و نیز عمقی که متوسط شعاعی طیف انرژی برای آن ارائه کرد منطقی به نظر می رسد.

بی هنجاری B علاوه بر حفظ شدت بالای مغناطیسی بصورت یک توده کم عمق مغناطیسی ظاهر گشته است. بنابراین این بی هنجاری مربوط به یک منبع سطحی می باشد، بطوریکه در مبحث برگردان به قطب نیز به این موضوع اشاره گردید.

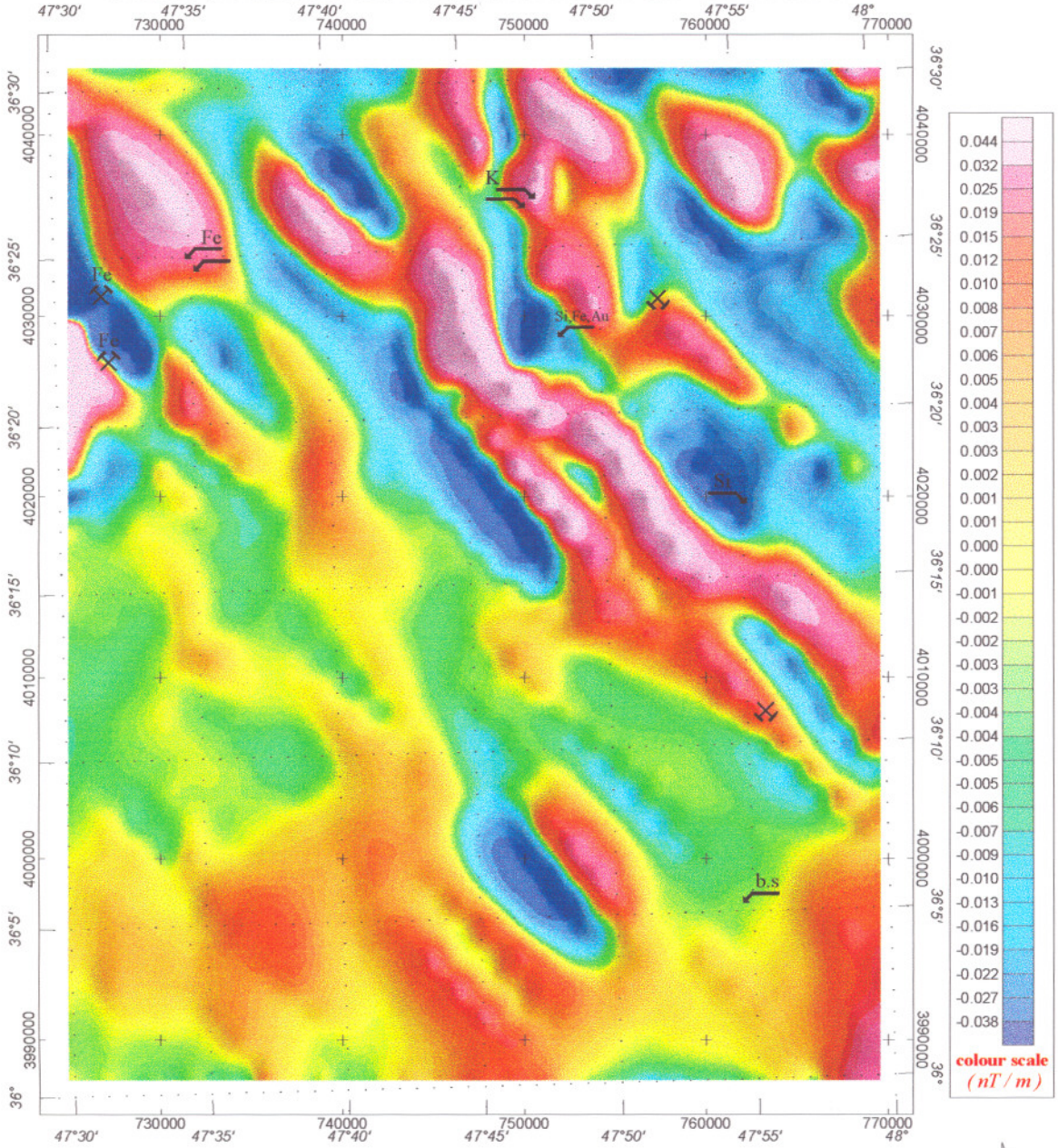
بی هنجاری C نیز با همان روند شمال غرب - جنوب شرق، شدت خود را حفظ کرده است که دلیلی بر سطحی بودن بی هنجاری مذکور می باشد. نکته قابل توجه در نیمه غربی جنوب بی هنجاری می باشد، زیرا این قسمت با توجه به نوع سنگهای منطقه نمی تواند مربوط به یک منبع سطحی باشد لذا مطالعه بیشتر آن ضروری به نظر می رسد.

بی هنجاری D بویژه قسمت شرقی آن در نقشه های مشتق قائم بصورت توده های مغناطیسی کم عمق ظاهر گشته اند. در صورتی که این ناحیه بر روی تشکیلات رسوبی واقع شده است. همانطور که در مبحث برگردان به قطب بیان شد دلیل قابل توجه، می تواند ضخامت بسیار کم رسوبات موجود باشد.

بی هنجاری E بصورت واحدهای مجزا و با شدت بالا مشاهده می گردد. این بی هنجاری نیز با توجه به نقشه ها بصورت توده های کم عمق مشاهده گردیده و از عمق کمی برخوردار می باشد.

بطور کلی نقشه های مشتق قائم جهت تعیین خطواره های مغناطیسی و توده های نیمه عمیق نفوذی که در ارتباط با کانی زایی هیدروترمال می باشند مورد استفاده قرار می گیرد که نتایج بدست آمده در نقشه تفسیری شماره ۲۹ آورده شده است .

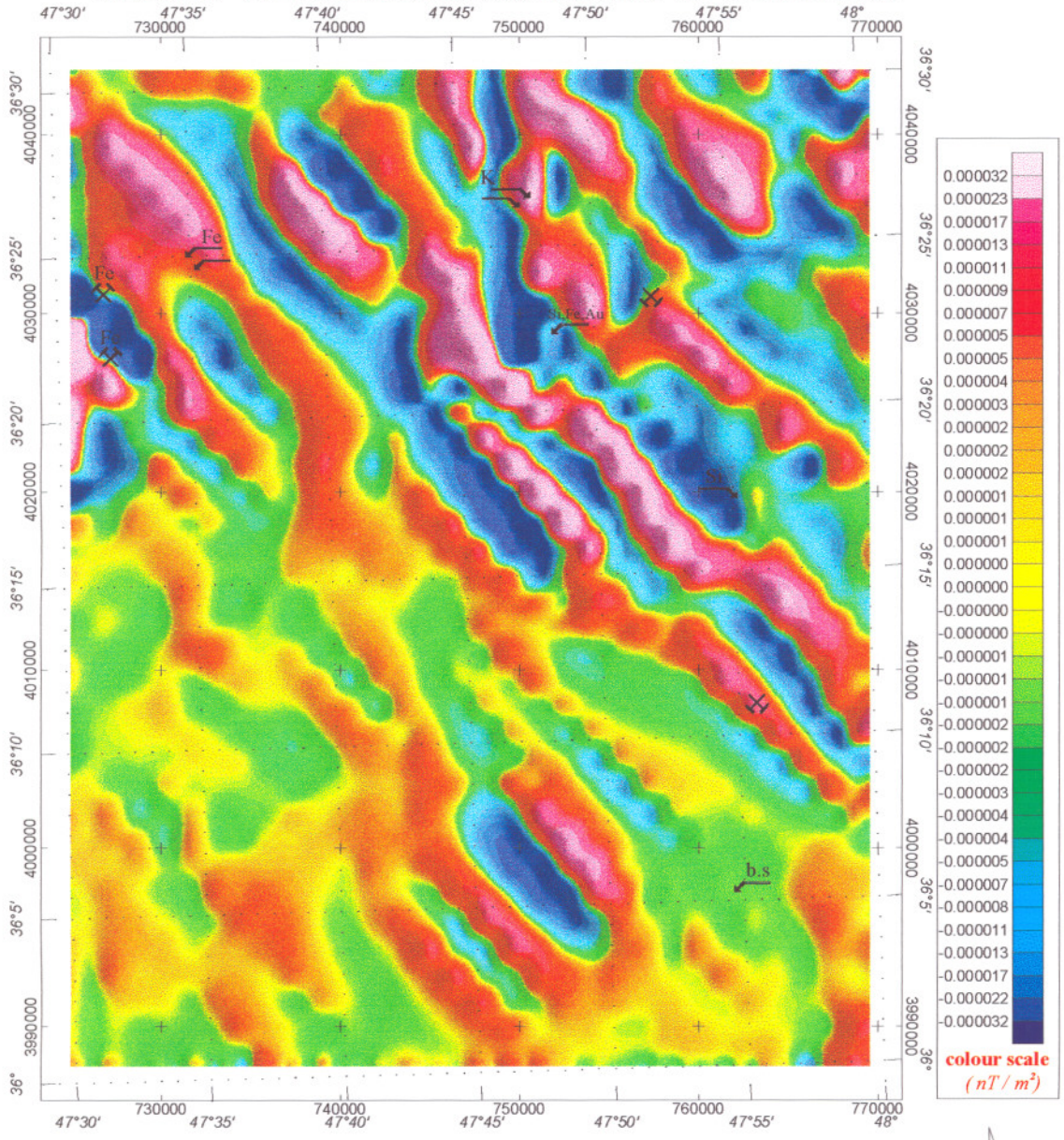
# FIRST VERTICAL DERIVATIVE MAP OF GHODJOUR



Scale 1:210000  
2500 0 2500 5000 7500  
metre  
WGS 84 / UTM zone 38N

Fig No. : 15

## SECOND VERTICAL DERIVATIVE MAP OF GHODJOUR



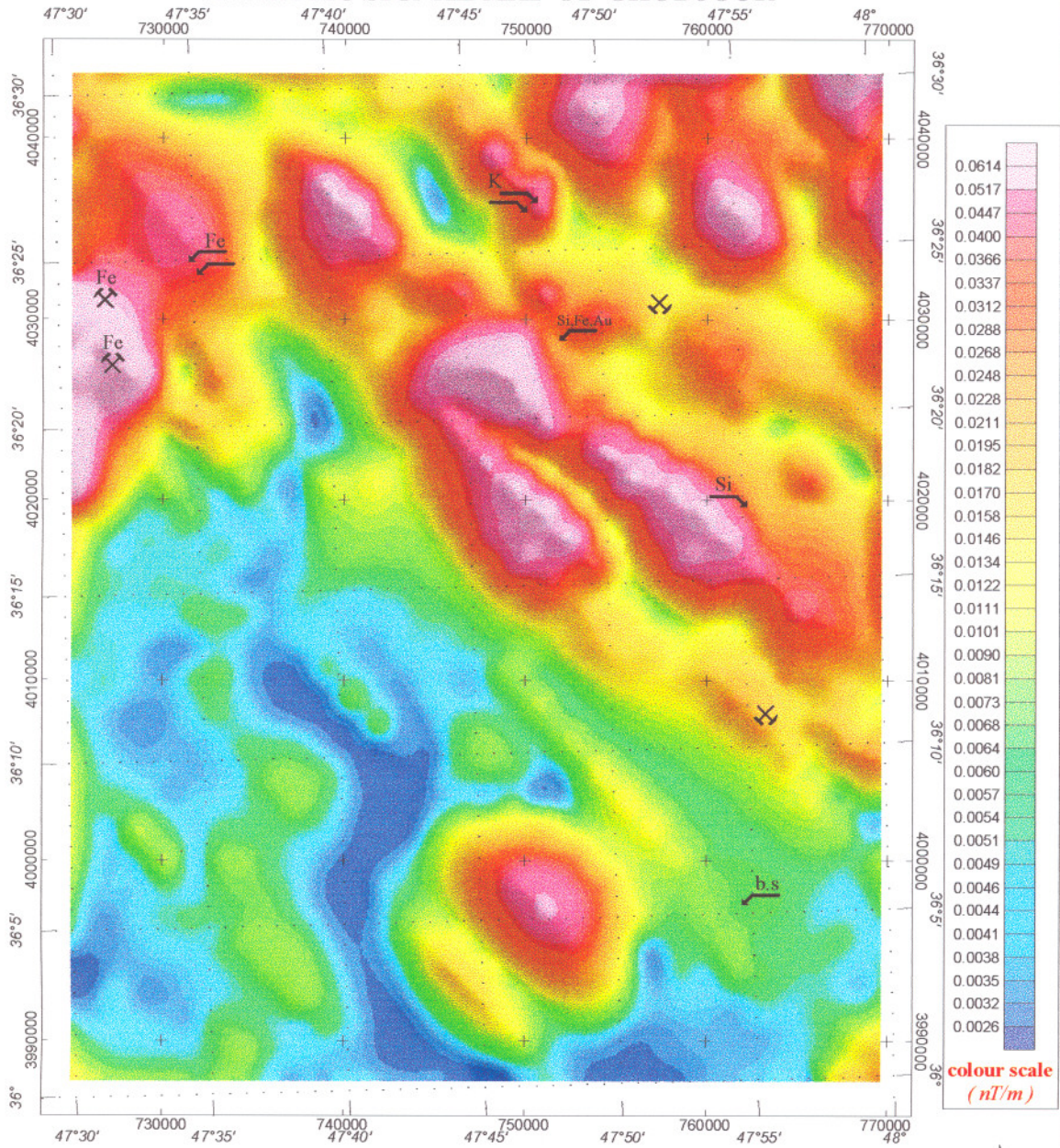
**Fig No. : 16**

Scale 1:210000  
 2500 0 2500 5000 7500  
 metre  
 WGS 84 / UTM zone 38N

## ۲-۴- بررسی نقشه Analytic Signal

نقشه شماره ۱۷ نمایشی از analytic Signal شدت کل میدان مغناطیسی منطقه می باشد. این تابع متناسب با مشتق میدان در سه جهت محورهای مختصات می باشد، و پراکندگی و توزیع بی هنجاریها انطباق بیشتری با نقشه مشتق قائم دارد. بی هنجاریها با شدت بالا در شمال منطقه متمرکز گشته اند و بی هنجاریها با شدت پایین در جنوب غرب منطقه قرار دارند. این بی هنجاریها با تقارن بیشتری نسبت به نقشه مشتق قائم ظاهر گشته اند که می تواند شکل ظاهری از هندسه منبع بی هنجاری را ارائه دهد. موضوع قابل توجه محل قرار گرفتن نشانه های معدنی و معادن بر روی نقشه مذکور می باشد. این امر می تواند ما را در ارائه الگوی مناسب جهت تعیین مناطق هدف از دیدگاه اکتشافی یاری دهد، بطوریکه از آن در مبحث نتیجه گیری و نقشه تفسیری شماره ۲۹ استفاده شده است.

# ANALYTIC SIGNAL MAP OF GHODJOUR



**Fig No. : 17**

Scale 1:210000  
 2500 0 2500 5000 7500  
 metre  
 WGS 84 / UTM zone 38N



## ۲-۵- بررسی نقشه های ادامه فراسو

در نقشه های شماره ۱۸، ۱۹ و ۲۰ داده های مغناطیسی با استفاده از روش ادامه فراسو به سطحی بالاتر به ترتیب ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۵۰۰ متر منتقل شده اند. با افزایش ارتفاع از آنجا که میدان مغناطیسی با مجذور فاصله نسبت عکس دارد، اثر بی هنجاریهای کوچک و محلی از بین رفته و بی هنجاریهای بزرگ و منطقه ای که برای مطالعات زمین شناسی و شناخت پی سنگ مناسب می باشند، نمایان تر گشته اند. با توجه به نقشه ها منطقه توسط یک خطواره عمیق مغناطیسی به دو قسمت تقسیم گشته است: نیمه شمال غرب با شدت بالا و نیمه جنوب شرق با شدت پایین. بی هنجاری A با افزایش مسافت، شدت خود را حفظ کرده و به سمت شمال غرب گسترش یافته است. شدت بالا را می توان در ارتباط با گسترش واحدهای پلوتونیک دیوریتی و گرانودیوریتی تا عمق زیاد دانست. بنابراین می توان گفت بی هنجاری A دارای منبعی است که در سطح رخنمون نداشته و مربوط به لایه های زیر سطحی می باشد که تا عمق زیاد گسترش دارد.

بی هنجاری B نیز با حفظ شدت بالا در این نقشه بچشم می خورد. با توجه به فیلترهای مختلفی که بر روی این بی هنجاری اعمال شد، نتیجه می شود که عامل بوجود آورنده این بی هنجاری سطحی بوده و تا عمق زیادی نیز گسترش دارد که با توجه به واحدهای زمین شناسی منطقه آنرا به واحد دیوریت - گرانودیوریت نسبت دادیم.

در مورد بی هنجاری C، قسمت های شمالی و جنوبی شدت خود را از دست داده اند، تنها قسمت مرکزی شدت خود را حفظ کرده و با افزایش مسافت، محدود تر گشته است. بنابراین بی هنجاری C متعلق به منبع سطحی می باشد که تنها قسمت مرکزی آن از عمق زیادی برخوردار می باشد.

بی هنجاری D پس از اعمال فیلترهای ادامه فراسو شدت خود را از دست داده و تنها شمال شرق آن از شدت بالایی برخوردار می باشد. طیف انرژی شعاعی نیز برای آن عمق کمی را پیشنهاد می کند. با افزایش عمق منبع دو بی هنجاری C و D به هم پیوسته اند.

بی هنجاری E با افزایش ارتفاع شدت خود را از دست داده است. بنابراین بی هنجاری مذکور مربوط به عوارض سطحی می باشد. این موضوع با توجه به فیلتر مشتق قائم و واحدهای زمین شناسی موجود، تأیید می گردد.

# UPWARD CONTINUATION (1500m) MAP OF GHODJOUR

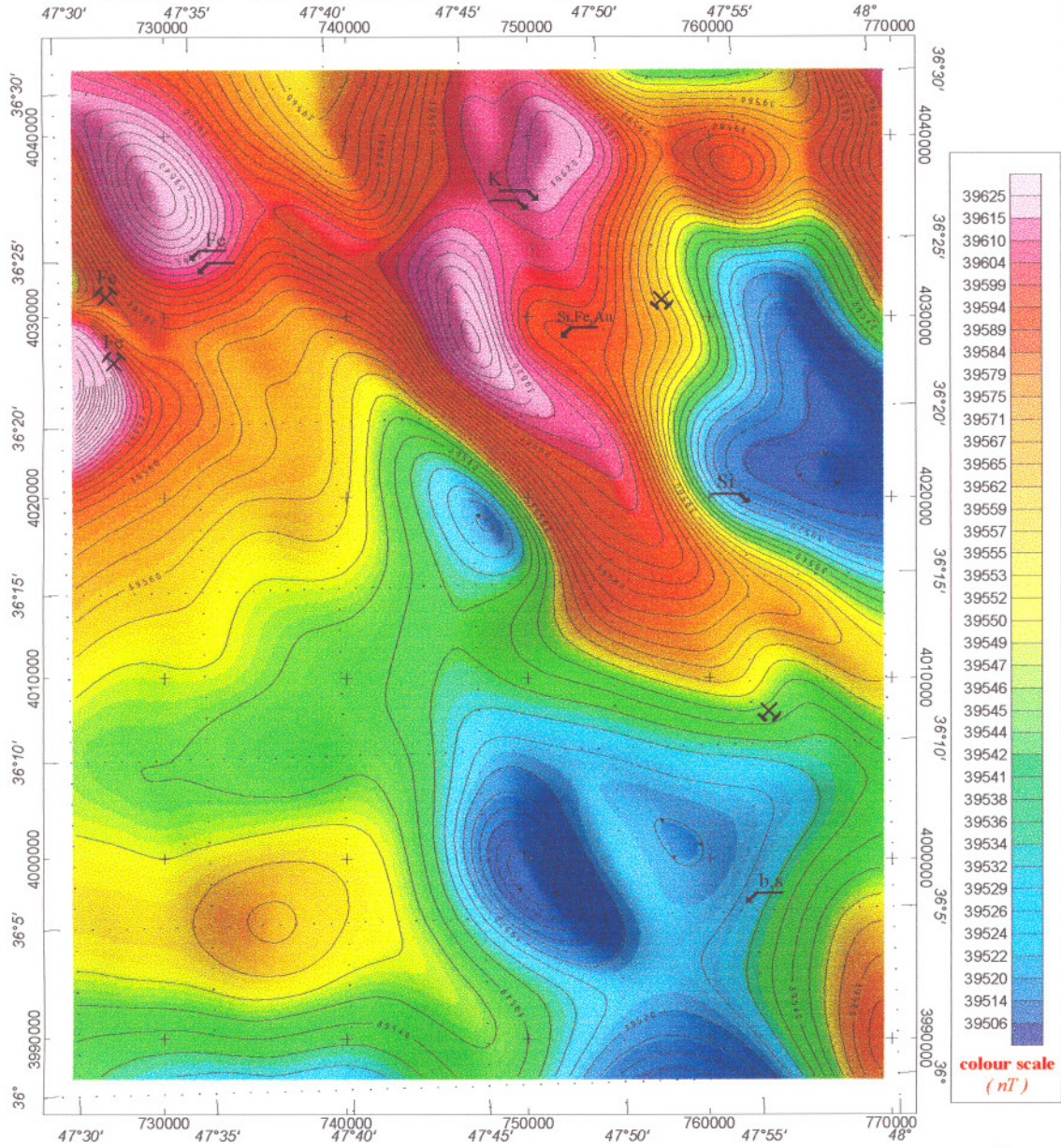
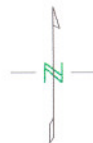


Fig No. : 18

Scale 1:210000  
 2500 0 2500 5000 7500  
 metre  
 WGS 84 / UTM zone 38N



# UPWARD CONTINUATION (3000m) MAP OF GHODJOUR

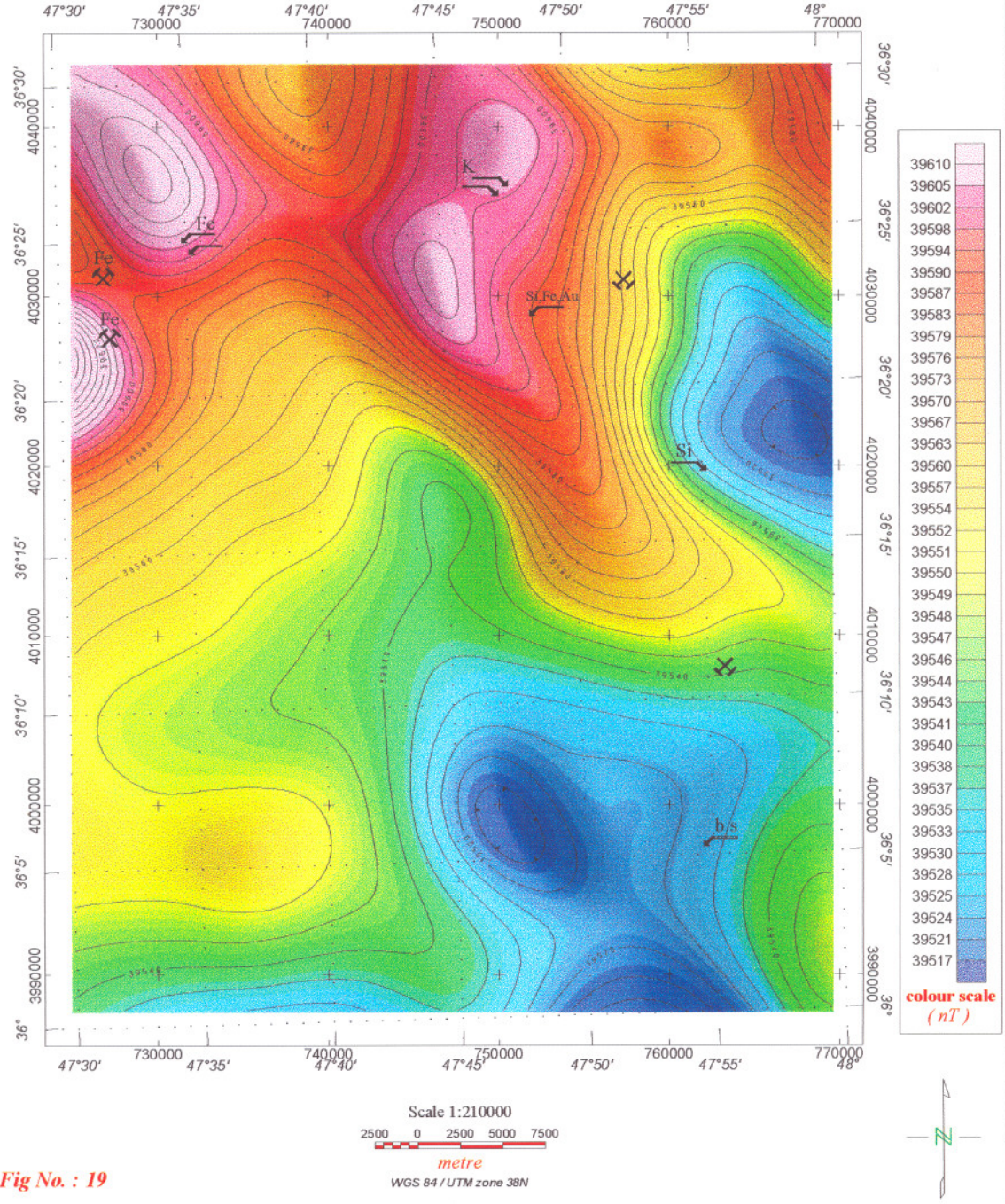


Fig No. : 19

Scale 1:210000  
 2500 0 2500 5000 7500  
 metre  
 WGS 84 / UTM zone 38N

# UPWARD CONTINUATION (4500m) MAP OF GHODJOUR

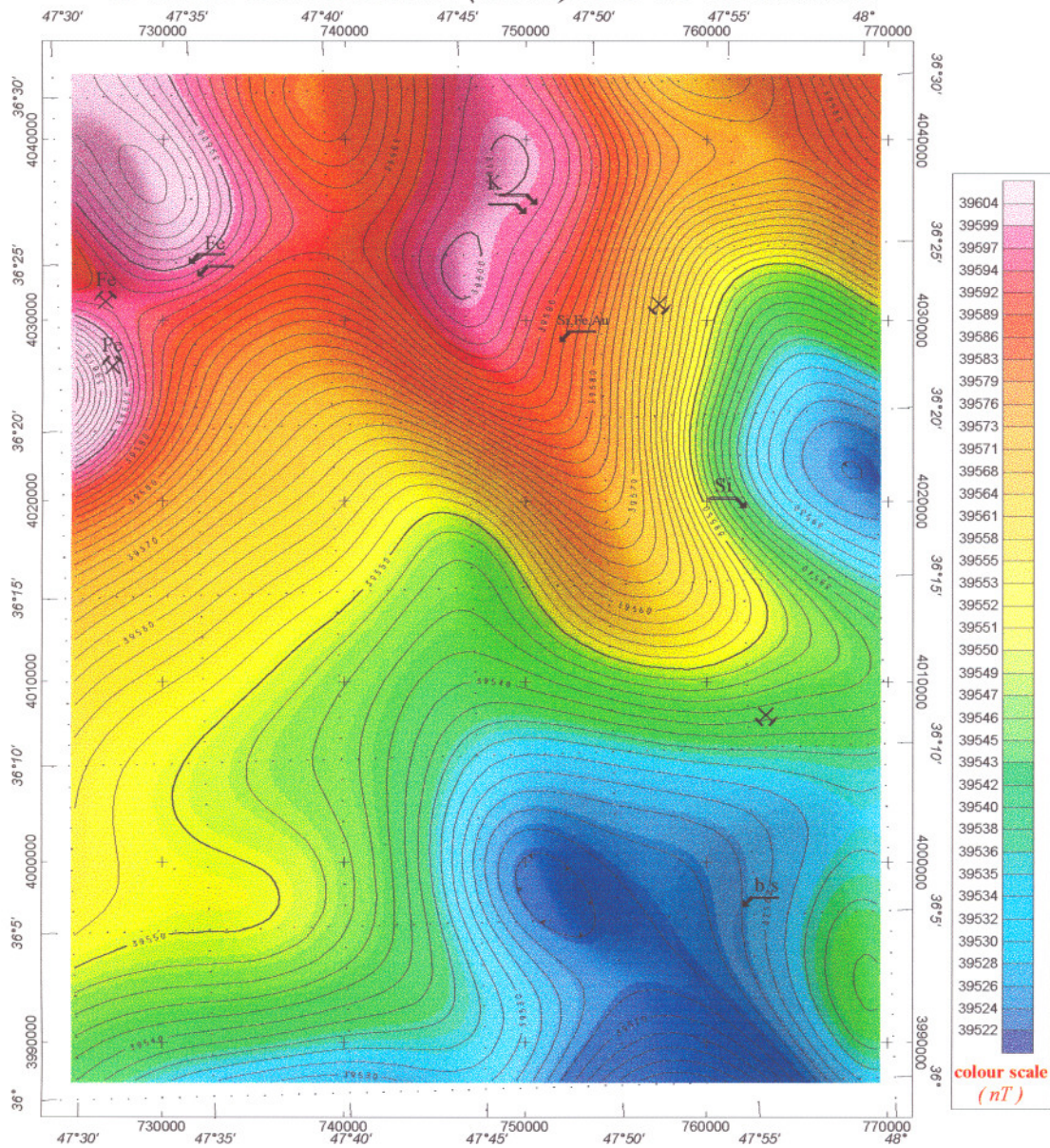


Fig No. : 20

Scale 1:210000  
 2500 0 2500 5000 7500  
 metre  
 WGS 84 / UTM zone 38N

## ۲-۶- بررسی ساختاری منطقه

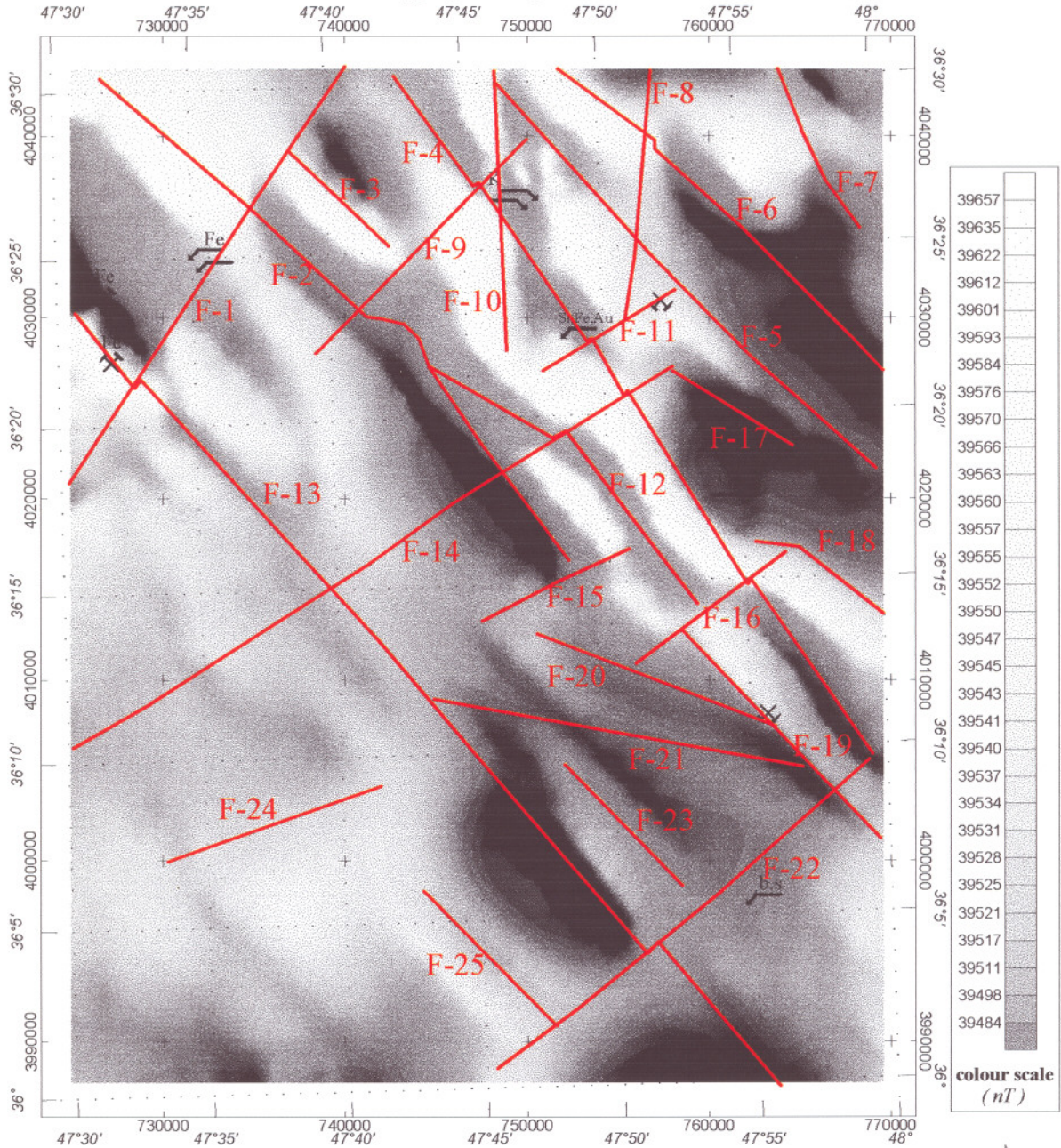
در تعیین گسلها و شکستگیها و کنتاکتهای احتمالی منطقه از نقشه های فیلتراسیون که در فصل اول به آنها اشاره گردید ، بویژه از نقشه برگردان به قطب و مشتق اول قائم و همینطور روش تابش نور ( Shadow Image ) بهره گرفته شده است که نتایج در نقشه شماره ۲۱ بر روی تصویر برگردان به قطب با مقیاس خاکستری ( grey scale ) از F-1 تا F-25 نشان داده شده است .

نام خطواره	روند	آزیموت	طول تقریبی ( km )	تطبیق با گسلهای زمین شناسی	مشخصات ژئومغناطیسی
F-1	شمال شرق - جنوب غرب	۳۳/۴°	۲۸	قسمت کوچکی از آن بطول ۳ کیلومتر و مختصات ۷۳۲۴۲۴ - ۴۰۳۳۳۷۲ با گسل زمین شناسی بر روی واحد $Q^{12}$ تطابق دارد .	سبب قطع ناگهانی واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پائین در نقشه های برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده و آثار آن در نقشه های ادامه فراسو نیز مشاهده می گردد لذا خطواره مذکور تا عمق زیادی امتداد دارد .
F-2	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۳/۵°	۳۷	قسمت کوچکی از آن بطول ۵ کیلومتر و مختصات ۷۴۱۷۲۱ - ۴۰۲۴۴۷۴ با گسل زمین شناسی بر روی واحد $OM^m$ تطابق دارد .	بصورت کنتاکت بین واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پائین عمل کرده و در نقشه های ادامه فراسو سبب قطع واحدهای مغناطیسی با شدت بالا گردیده است .
F-3	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۳/۵°	۸		بصورت کنتاکت بین دو واحد با شدت بالا و پائین در نقشه مشتق قابل مشاهده است .
F-4	شمال غرب - جنوب شرق	۱۴۴/۸°	۴۵	قسمت کوچکی از شمال آن با گسل زمین شناسی بطول ۳ کیلومتر و مختصات ۷۴۵۸۹۸ - ۴۰۳۸۴۹۵ که بین واحدهای $M^{ms}$ و $K^{msh}$ قرار گرفته و در ناحیه جنوبی با چندین گسل منفصل و موازی بطول ۶ کیلومتر و مختصات ۷۶۷۷۲۸ - ۴۰۹۱۰۳ تطابق دارد .	در نقشه مشتق بصورت کنتاکت و در نقشه برگردان به قطب بصورت جدایی بین واحدهای مغناطیسی عمل کرده ، قسمتهایی از آن در نقشه های ادامه فراسو نیز قابل تشخیص است که حاکی از عمیق بودن قسمتهای فوق می باشد ، خطواره مذکور در چندین منطقه توسط خطواره های موازی با روند شمال شرق قطع گردیده است .
F-5	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۵/۶°	۳۰	با چندین گسل رورانده منفصل و موازی بطول ۱۴ کیلومتر در ناحیه جنوبی انطباق دارد .	سبب جدایی واحدهای مغناطیسی با شدت بالا در قسمت شمالی و با شدت پائین در قسمت جنوبی در نقشه های برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است .
F-6	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۳°	۲۳	با گسل زمین شناسی بطول ۳/۳ کیلومتر و مختصات ۷۶۱۱۲۵ - ۴۰۳۶۲۰۳ انطباق دارد . یک گسل بطول ۶ کیلومتر و مختصات ۷۶۶۹۱۹ - ۴۰۳۱۳۴۹ با کمی جابجایی در شمال خطواره مذکور قرار دارد .	بصورت کنتاکت بین واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پائین در نقشه مشتق قائم قابل تشخیص می باشد . بصورت قطع واحدهای مغناطیسی با شدت بالا در نقشه آنالیتیک سیگنال نیز دیده می شود .

نام خطواره	روند	آزیموت	طول تقریبی ( km )	تطبیق با گسل‌های زمین شناسی	مشخصات ژئومغناطیسی
F-7	شمال غرب - جنوب شرق	۱۵۳°	۹	گسل زمین شناسی بطول تقریبی ۷ کیلومتر بین واحدهای $PL^c$ و $K^{sh}$ با کمی جابجایی در شرق گسل مذکور قرار گرفته است .	سبب جدایی دو واحد با شدت بالا در نقشه های برگردان به قطب و مشتق قائم و $OM^1$ گردیده و آثار آن در نقشه های ادامه فراسو قابل تشخیص است .
F-8	شمال - شمال شرق	۴/۸°	۱۳		سبب جدایی دو واحد مغناطیسی با شدت بالا در نقشه برگردان به قطب و مشتق وسیگنال گردیده است .
F-9	شمال شرق - جنوب غرب	۴۴/۳°	۱۷		سبب جدایی و جابجایی واحدهای مغناطیسی بصورت چپگرد در نقشه های برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است .
F-10	شمال - شمال غرب	۱۷۷/۴°	۱۵		سبب جدایی واحدهای مغناطیسی با شدت بالا گردیده و آثار آن در نقشه های ادامه فراسو نیز قابل مشاهده است . قابل ذکر است که این خطواره ممکن است به دلیل خطای ناشی از تلفیق دو گرید متفاوت ایجاد شده باشد .
F-11	شمال شرق - جنوب غرب	۵۸/۱°	۹	ادامه خطواره مذکور به سمت شمال شرق بطول ۷ کیلومتر در نقشه زمین شناسی قابل مشاهده است .	سبب جدایی و جابجایی واحدهای مغناطیسی بصورت چپگرد در نقشه مشتق قائم گردیده است .
F-12	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۱/۷°	۱۹	قسمت شمالی آن بطول تقریبی ۶ کیلومتر منطبق با گسل زمین شناسی بر روی واحد $K^{msh}$ می باشد .	بصورت جدایی واحدهای مغناطیسی با شدت بالا در نقشه برگردان به قطب و مشتق قائم عمل کرده است .
F-13	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۷/۷°	۵۷	قسمتی از آن بطول تقریبی ۱۰ کیلومتر و مختصات ۷۴۷۲۳۰ - ۴۰۶۲۱۵ با گسل‌های زمین شناسی تطابق دارد .	در نقشه برگردان به قطب در قسمت جنوبی سبب قطع ناگهانی واحدهای مغناطیسی با شدت پائین گردیده و در قسمت شمالی بصورت کنتاکت بین واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پایین دیده می شود . در نقشه مشتق قائم در قسمت میانی بصورت یک باریکه خطی با شدت متوسط عمل کرده است .
F-14	شمال شرق - جنوب غرب	۵۷/۴°	۳۹	قسمت جنوب غربی خطواره مذکور با دو گسل زمین شناسی ، در مجموع بطول تقریبی ۶ کیلومتر که واحد $OM^1$ را قطع می کند تطابق دارد .	در قسمت شمالی سبب جابجایی واحدهای مغناطیسی بصورت چپگرد گردیده و در نقشه های ادامه فراسو قسمتهای جنوبی آن از گسترش واحد مغناطیسی با شدت متوسط جلوگیری کرده است لذا باید از عمق نسبتاً زیادی برخوردار باشد .
F-15	شمال شرق - جنوب غرب	۶۳/۸°	۹	با گسل زمین شناسی بطول ۳ کیلومتر و مختصات ۷۵۱۰۱۹ - ۴۰۱۴۶۳۱ که واحدهای $PL^c$ و $PL^m$ را قطع می کند تطابق دارد .	سبب قطع واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پائین و متوسط در نقشه مشتق قائم گردیده است .
F-16	شمال شرق - جنوب غرب	۵۳/۱°	۱۰		سبب جابجایی واحدهای مغناطیسی بصورت چپگرد در نقشه های برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است .

نام خطواره	روند	آزیموت	طول تقریبی (km)	تطبیق با گسلهای زمین شناسی	مشخصات ژئومغناطیسی
F-17	شمال غرب - جنوب شرق	۱۲۰°	۸	با گسلهای منفصل زمین شناسی بطول ۸ کیلومتر تطابق دارد.	بصورت قطع ناگهانی یک واحد با شدت پائین عمل کرده است.
F-18	شمال غرب - جنوب شرق	۱۱۹/۶°	۷/۵		بصورت کنتاکت بین واحدهای مغناطیسی با شدت بالا و پائین مشاهده می گردد و در نقشه های ادامه فراسو سبب قطع ناگهانی توده مغناطیسی با شدت پائین گردیده است.
F-19	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۶/۴°	۱۶		بصورت باریکه خطی با شدت متوسط در نقشه های برگردان به قطب و مشتق قائم عمل کرده است. بویژه نقشه های کنتوری این روند را بخوبی نشان می دهند.
F-20	شمال شرق - شرق	۱۱۱/۳°	۱۴		سبب قطع ناگهانی واحد مغناطیسی با شدت متوسط تا بالا در نقشه برگردان به قطب گردیده است.
F-21	شمال شرق - شرق	۱۰۰/۴°	۲۰		سبب قطع ناگهانی واحد مغناطیسی با شدت پائین در نقشه برگردان به قطب و نقشه های ادامه فراسو گردیده که بیانگر عمیق بودن گسل مذکور می باشد.
F-22	شمال شرق - جنوب غرب	۵۰°	۲۷		در نقشه برگردان به قطب از امتداد یافتن توده مغناطیسی با شدت پائین و در نقشه مشتق قائم از امتداد یافتن توده مغناطیسی با شدت متوسط جلوگیری کرده است. در نقشه های ادامه فراسو سبب جدایی دو توده با شدت پائین گردیده است.
F-23	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۶/۲°	۹	با یکسری گسل منفصل که در امتداد هم بطول تقریبی ۱۴ کیلومتر قرار گرفته اند و در محل برخورد واحدهای $M^{ibr}$ ، $M^{ms}$ و $Q^{t1}$ واقعد مطابقت دارد.	بصورت کنتاکت بین دو واحد مغناطیسی در نقشه مشتق قائم عمل کرده است.
F-24	شمال شرق - جنوب غرب	۷۰/۶°	۱۲		سبب قطع ناگهانی توده مغناطیسی با شدت نسبتاً بالا در نقشه برگردان به قطب گردیده است.
F-25	شمال غرب - جنوب شرق	۱۳۵/۵°	۱۰		بصورت باریکه خطی با شدت متوسط در نقشه مشتق قائم عمل کرده و سبب جدایی دو واحد مغناطیسی گردیده است.

# REDUCTION TO POLE (grey scale) MAP OF GHODJOUR



Scale 1:210000  
2500 0 2500 5000 7500  
metre  
WGS 84 / UTM zone 38N

Fig No. : 21



## ۷-۲- تعیین محل و عمق خطواره های مغناطیسی با استفاده از روش دی کانولوشن اویلر

جهت تشخیص خطواره های مغناطیسی با استفاده از روش اویلر، اندکس ساختاری صفر ( $SI = 0$ ) بکار رفته است. اندازه پنجره (window size) بکار رفته  $10 \times 10$  بوده و ارتفاع پیمایش (Survey elevation)،  $2286$  متر می باشد. بنابراین اعماق بدست آمده نسبت به سطح دریا سنجیده می شود. بطوریکه مقادیر مثبت، بالای ارتفاع صفر و مقادیر منفی در زیر آن می باشد. نتایج در شکل شماره ۲۲ آورده شده است. بیشترین عمق بدست آمده  $330$  متر بالای سطح دریا یعنی  $1956$  متر زیر ارتفاع پرواز و کمترین عمق،  $2023$  متر بالای سطح دریا یعنی  $263$  متر زیر ارتفاع پرواز می باشد. بنابراین جهت تعیین عمق از سطح زمین نیازمند ارتفاع توپوگرافی منطقه می باشیم. در نقشه شماره ۲۳ خطواره های بدست آمده از این روش با خطواره های موجود در نقشه شماره ۲۱ مقایسه گردیده اند.

خطواره F-2 در چندین قسمت تطابق نشان می دهد. بطوریکه در قسمت شمال غربی با خطواره اویلر که بصورت کنتاکت عمل کرده منطبق است. عمق نتیجه شده در این ناحیه  $700$  تا  $1500$  متر بالای سطح دریا می باشد. با توجه به ارتفاع توپوگرافی منطقه که عمدتاً  $1800$  تا  $1900$  متر می باشد، بنابراین عمق خطواره مذکور از سطح زمین در حدود  $350$  تا  $1100$  متر خواهد بود. قسمت جنوبی خطواره F-2 با توجه به ارتفاع متوسط توپوگرافی  $2000$  متر، عمق صفر تا  $900$  متر زیر سطح زمین را نشان می دهد. احتمالاً خطواره مذکور در سطح زمین رخنمون دارد.

قسمتی از جنوب خطواره F-4 منطبق با خطواره ای است که با توجه به ارتفاع توپوگرافی  $1600$  -  $2000$  متر، عمق صفر تا  $500$  متر زیر سطح زمین را نشان می دهد.

قسمتی از جنوب خطواره F-5 منطبق با خطواره ای است که عمق صفر تا  $300$  متر زیر سطح زمین را نشان می دهد.

خطواره F-6 در چندین منطقه با خطواره های حاصله از روش اویلر تطابق نشان می دهد. این روش عمق حدود صفر تا  $900$  متر را برای خطواره ها پیشنهاد می کند.

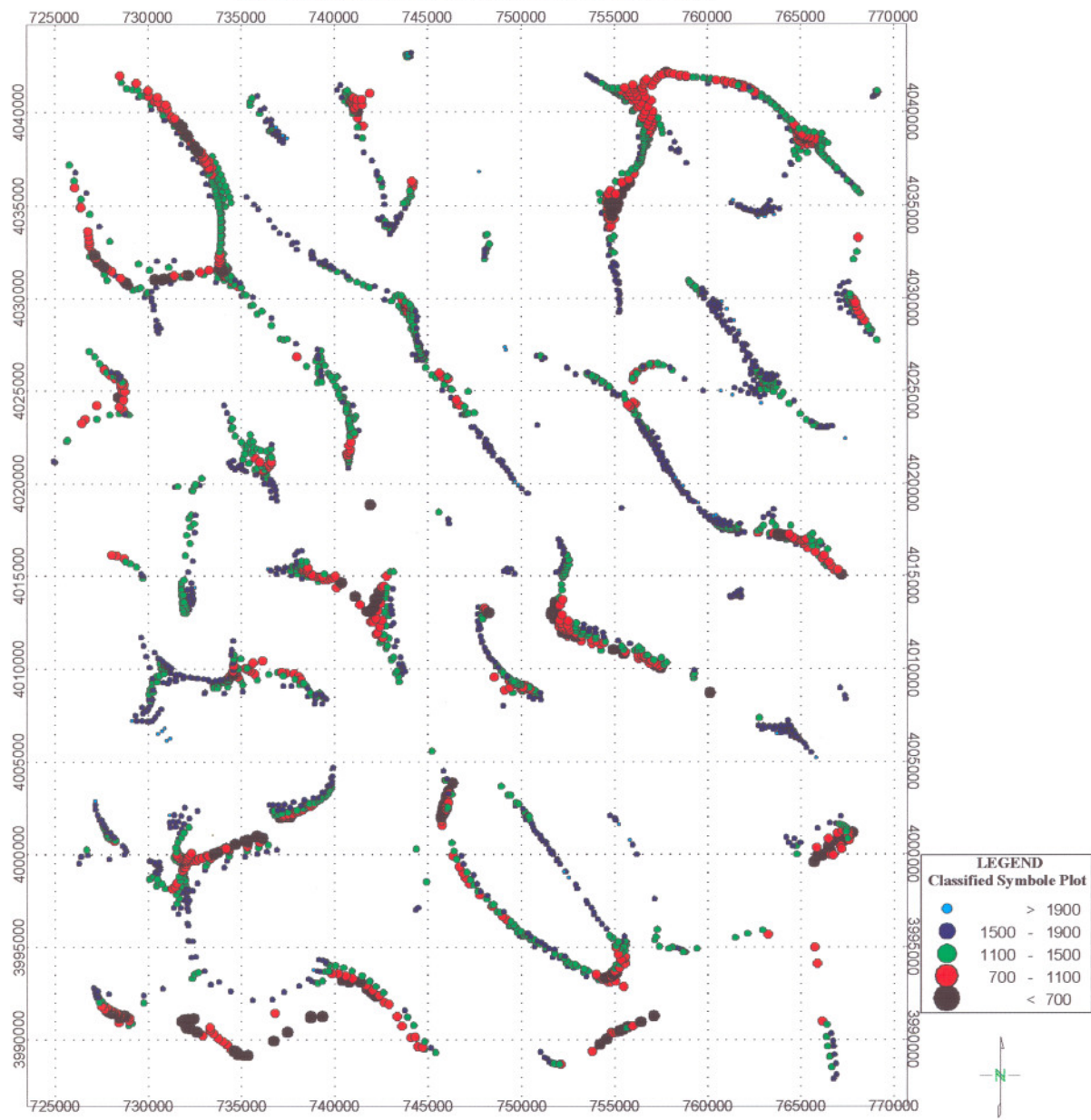
جنوب خطواره F-7 منطبق با خطواره ای به عمق  $400$  تا  $900$  متر از سطح زمین می باشد.

خطواره F-8 منطبق با خطواره ای به عمق صفر تا  $300$  متر از سطح زمین می باشد.

قسمتی از جنوب خطواره F-13 منطبق با خطواره ای به عمق صفر تا  $200$  متر از سطح زمین می باشد.

خطواره F-18 منطبق با خطواره ای به عمق ۴۰۰ تا ۸۰۰ متر از سطح زمین می باشد .  
قسمتی از خطواره F-20 با خطواره ای به عمق صفر تا ۸۰۰ متر از سطح زمین انطباق دارد .  
خطواره F-25 در دو ناحیه با خطواره های حاصله از روش اویلر تطابق نشان می دهد . این روش  
عمق صفر تا یک کیلومتر از سطح زمین را پیشنهاد می کند .

### EULER DECONVOLUTION METHOD



Classified Symbol Plot Map

SI = 0

Fig No. : 22

# LINEAMENT OR CONTACT MAP

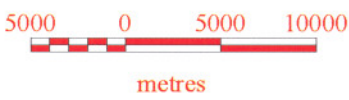
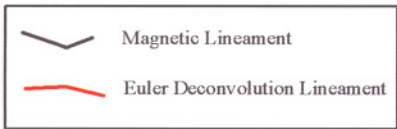
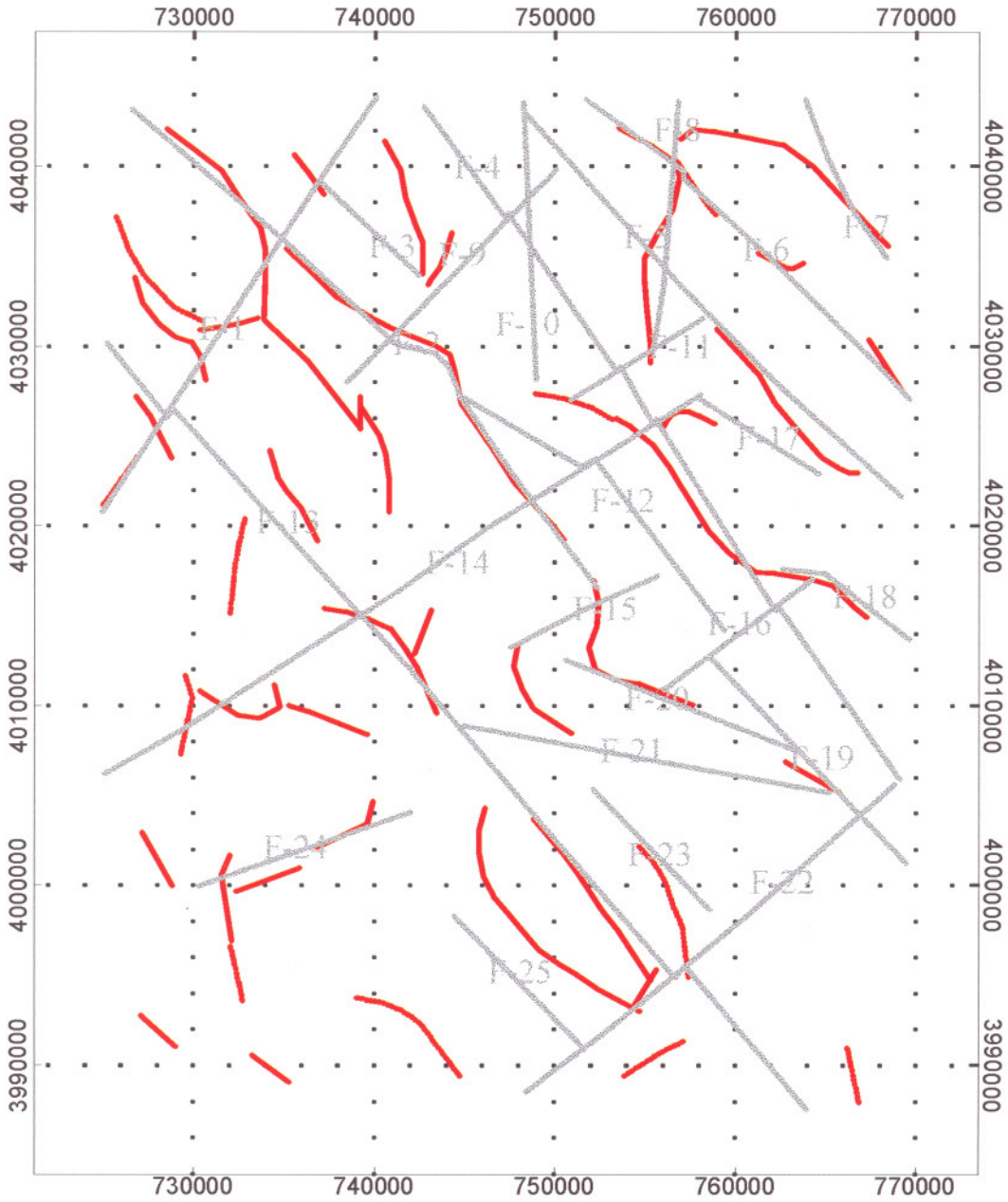


Fig No. : 23

## ۲-۸- تعیین محل و عمق آنومالیهای مغناطیسی با استفاده از روش دی کانولوشن اوایلر

### ۱- آنومالی A

با توجه به ارتفاع با رومتری پرواز در منطقه مورد مطالعه که ۲۲۸۶ متر می باشد، عمل دی کانولوشن اوایلر با اندکس ساختاری ۰/۷۵، اندازه پنجره ۱۵×۱۵ و ماکزیمم مسافت مورد قبول ۳۵۰۰ متر بر روی آنومالی A انجام پذیرفت که نتایج حاصله در نقشه شماره ۲۴ ارائه گردیده است. کمترین عمق بدست آمده ۱۳۶۸ متر بالای سطح دریا و بیشترین مقدار ۱۰۵۶ متر زیر سطح دریا می باشد. مدل حاصله به شکل یک صفحه که به سمت جنوب غرب شیب دارد دیده می شود. عمیق ترین قسمت آن در انتهای جنوب غربی بر روی مرکز آنومالی متمرکز گشته که با توجه به توپوگرافی منطقه بیش از ۲۷۰۰ متر زیر سطح زمین عمق دارد. به سمت شمال شرق از عمق کاسته می شود بطوری که در کم عمق ترین ناحیه به ۱۸۰۰ - ۱۴۰۰ متر زیر سطح زمین می رسد. بطور کلی همانطور که انتظار می رفت عامل بوجود آورنده آنومالی A از عمق زیادی (۲۷۰۰ - ۱۴۰۰ متر) برخوردار می باشد.

### ۲- آنومالی B

اندکس ساختاری بکار رفته ۰/۲۵، اندازه پنجره ۵×۵ و ماکزیمم مسافت مورد قبول ۲۰۰۰ متر می باشد. نتایج در نقشه شماره ۲۵ مشاهده می گردد. عمق بدست آمده ۳۸۷ تا ۱۶۳۸ متر بالای سطح دریا می باشد. همانطور که در شکل مشاهده می شود، مدل حاصله بصورت خطی با امتداد شمال غربی می باشد که با توجه به توپوگرافی منطقه از عمق تقریبی ۱۶۰۰ - ۱۳۰۰ برخوردار می باشد. این عمق زیاد با توجه به مباحث قبلی مورد تأیید نمی باشد.

### ۳- آنومالی C

جوابهای معادله اوایلر با اندکس ساختاری ۰/۷۵، اندازه پنجره ۲۰×۲۰ و ماکزیمم مسافت مورد قبول ۴۰۰۰ متر در شکل شماره ۲۶ برای آنومالی C ارائه شده است. اعماق بدست آمده بین ۵۳۰ متر زیر سطح دریا تا ۱۸۱۲ متر بالای سطح دریا متغیر می باشد. با توجه به شکل تمرکز دوایر با عمق کم در شمال مرکز آنومالی می باشد. از آنجایی که ارتفاع توپوگرافی منطقه در حدود ۲۱۰۰ متر می باشد، عمق این ناحیه از سطح زمین در حدود ۵۰۰ - ۳۰۰ متر خواهد بود. در این منطقه واحدهای آندزیتی دگرگون شده بر روی واحد فیلیت برونزد دارد.

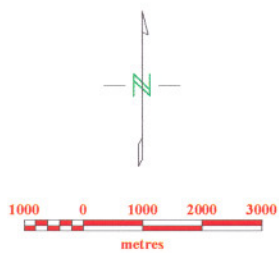
## Euler3D Deconvolution Method For A-Anomaly



**Classified Symbol Plot Map**

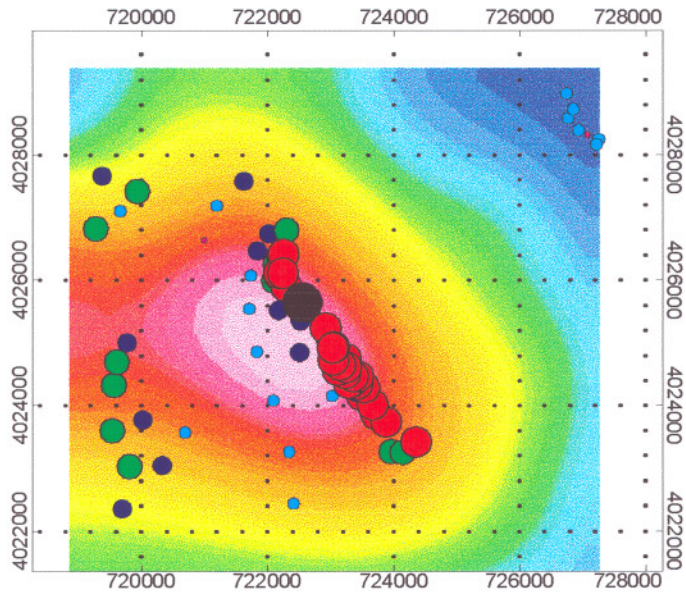
SI = 0.75

*Fig No. : 24*



Legend	
Classified Symbol Plot	
○	> 1100
● (yellow)	800 - 1100
● (pink)	500 - 800
● (light blue)	200 - 500
● (dark blue)	-100 - 200
● (green)	-400 - -100
● (red)	-700 - -400
● (black)	< -700

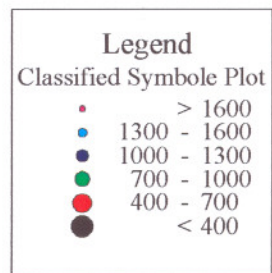
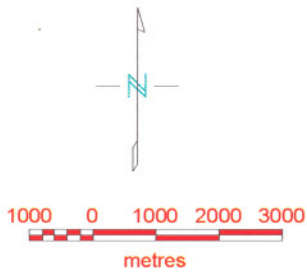
## Euler3D Deconvolution Method For B-Anomaly



**Classified Symbol Plot Map**

SI = 0.25

*Fig No. : 25*



#### ۴- آنومای D

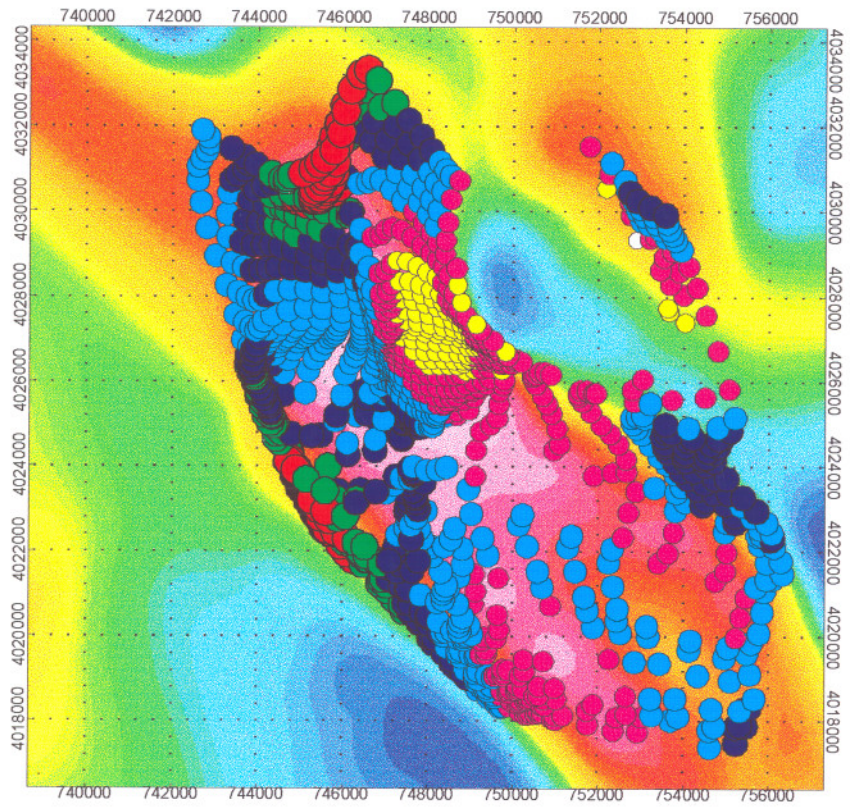
جوابهای معادله اویلر با اندکس ساختاری  $1/75$ ، اندازه پنجره  $20 \times 20$  و ماکزیمم مسافت مورد قبول  $3000$  متر در شکل شماره ۲۷ برای آنومالی D ارائه شده است. بیشترین عمق بدست آمده  $382$  متر زیر سطح دریا و کمترین مقدار آن  $1708$  متر بالای سطح دریا می باشد. تجمع دواير با کمترین عمق در شمال غرب بی هنجاری D واقع شده است که از عمق  $1500$  تا  $1700$  متر بالای سطح دریا برخوردار می باشند. از آنجایی که ارتفاع توپوگرافی منطقه مذکور  $1600$  تا  $1700$  متر می باشد، بنابراین این عمق این ناحیه،  $200-0$  متر زیر سطح زمین می باشد. عمق کم این منطقه توسط مباحث قبلی نیز تأیید می شود. در قسمت جنوبی، عمق مدال حاصله با شیبی به سمت شرق، از غرب منطقه تا شرق آن افزایش می یابد. نرخ این تغییرات از  $900$  متر بالای سطح دریا تا  $300$  متر زیر سطح دریا متغیر است که با توجه به توپوگرافی منطقه  $1000$  تا  $1900$  متر زیر سطح زمین خواهد بود.

#### ۵- آنومالی E

جوابهای معادله اویلر با اندکس ساختاری  $0/5$ ، اندازه پنجره  $16 \times 16$  و ماکزیمم مسافت مورد قبول  $2000$  متر در شکل شماره ۲۸ برای آنومالی E ارائه شده است. بیشترین عمق بدست آمده  $323$  متر و کمترین مقدار آن  $1886$  متر بالای سطح دریا می باشد. با استفاده از این روش عمق بدست آمده برای آنومالی واقع در جنوب غرب در حدود  $600-100$  متر زیر سطح زمین و برای آنومالی شمالی در حدود  $800-300$  متر زیر سطح زمین می باشد.



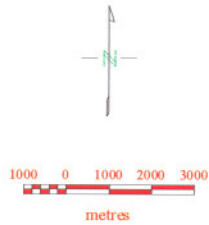
# Euler3D Deconvolution Method For C-Anomaly



**Classified Symbol Plot Map**

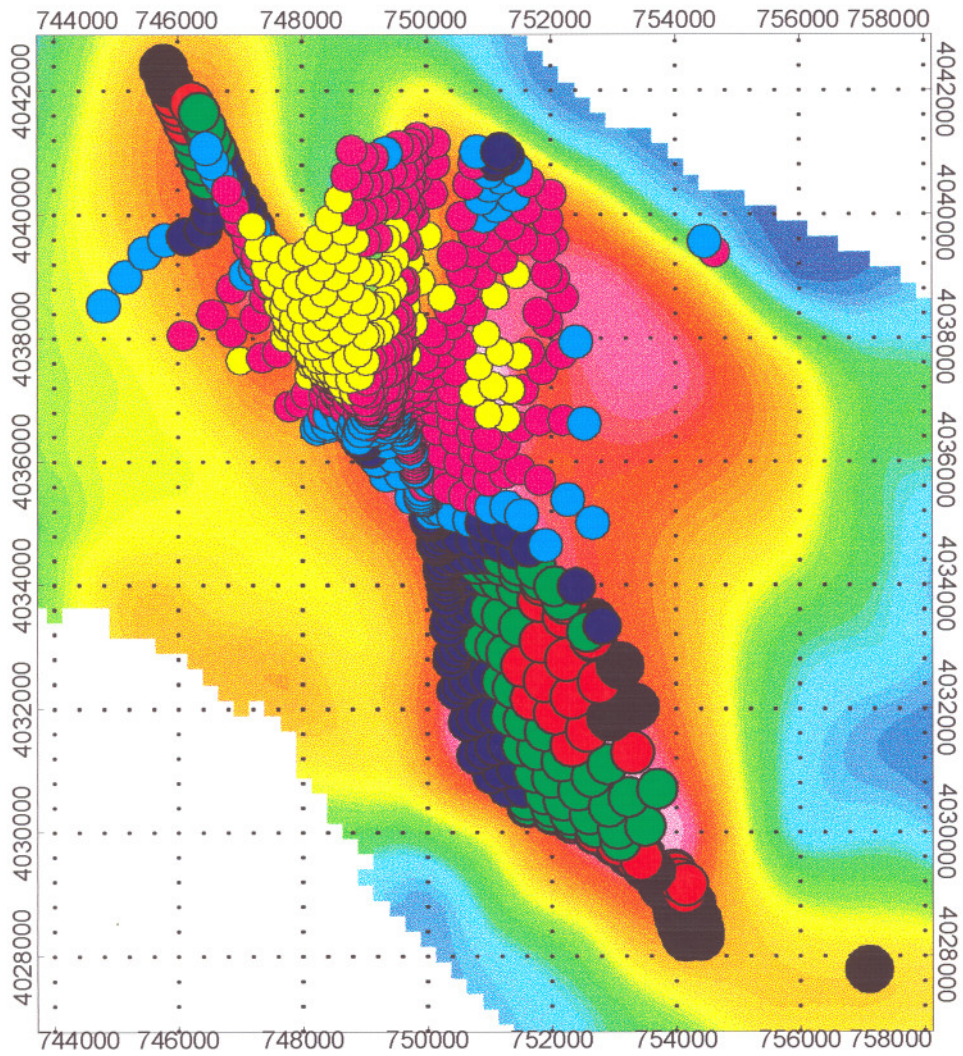
SI = 0.75

*Fig No. : 26*



<b>Legend</b>	
Classified Symbol Plot	
○	> 1800
● (yellow)	1600 - 1800
● (pink)	1200 - 1600
● (blue)	800 - 1200
● (dark blue)	400 - 800
● (green)	0 - 400
● (red)	-400 - 0
● (black)	< -400

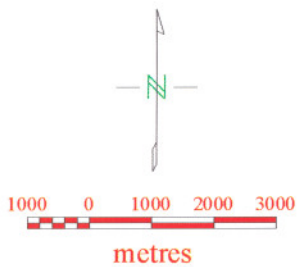
# Euler3D Deconvolution Method For D-Anomaly



**Classified Symbol Plot Map**

SI = 1.75

*Fig No. : 27*



Legend	
Classified Symbole Plot	
○	> 1800
●	1500 - 1800
●	1200 - 1500
●	900 - 1200
●	600 - 900
●	300 - 600
●	0 - 300
●	< 0

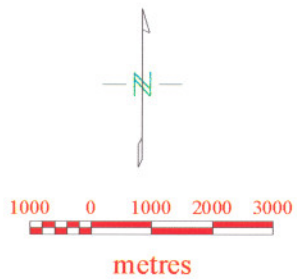
# Euler3D Deconvolution Method For E-Anomaly



**Classified Symbol Plot Map**

SI = 0.5

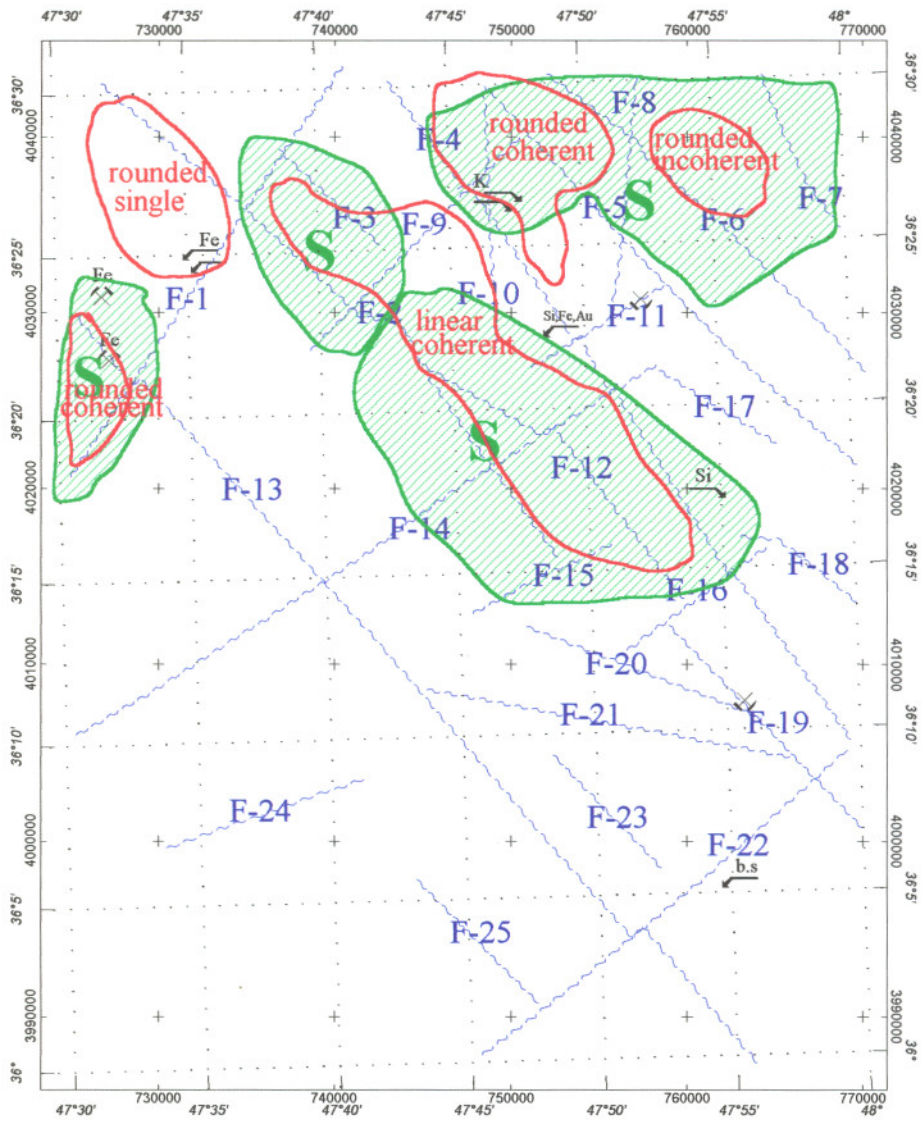
*Fig No. : 28*






Legend	
Classified Symbole Plot	
○	> 1800
●	1550 - 1800
●	1300 - 1550
●	1050 - 1300
●	800 - 1050
●	550 - 800
●	300 - 550
●	< 300

## ۲-۹- نتیجه گیری

پس از بررسی و تحلیل شدت کل میدان مغناطیسی منطقه و فیلتراسیون های حاصله نتیجه نهایی در نقشه شماره ۲۹ ارائه گردیده است. در این نقشه بی هنجاریهای مغناطیسی با شدت بالا، خطواره های مغناطیسی و نیز توده های کم عمق مغناطیسی که مجاورت آنها با گسلها از دیدگاه اکتشافی حائز اهمیت می باشند نشان داده شده اند. جهت بدست آوردن توده های مغناطیسی کم عمق عمدتاً از تصاویر مشتق قائم و Analytic Signal بهره گرفته شده است که با حرف S در نقشه مشخص می باشند. با توجه به نقشه تنها نیمه شمالی برگه مورد مطالعه از پتانسیل بالا جهت کار اکتشافی برخوردار است.



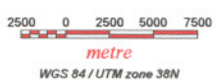
**LEGEND**

-  Shallow Magnetic Bodies
-  High Magnetic Zones
-  Magnetic Lineament, Possible Fault or Contact

**GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN**  
**AEROMAGNETIC INTERPRETATION MAP**  
**AREA : GHODJOUR**

Flight Lines Interval : 7.5 Km  
 Tie Lines : 40 Km  
**Fig No : 29**

created by : N.Amirmotallebi



## منابع

- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ قجور تهیه شده توسط آقایان م، فنودی والف ر، سیاره .

**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 geophysics data. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2),63-75

**Reid ,A.B , Allsop . J.M., Granser ,H., Millett , A.J., Somerton ,I.W.,1990 .** Magnetic interpretation in three dimensions using Euler Deconvolution , *Geophysics* , Vol .55,PP.80-91 .

**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 .