

بسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران
وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
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
مغناطیس سنجی دربرگه ۱۰۰/۰۰۰: ۱ خوی

مجری طرح: مهندس محمد تقی کره ای

نگارش: نسرين امير مطلبی

زمستان ۱۳۸۰

فصل اول : کلیات

| | |
|---|------------------------------------|
| ۱ | ۱-۱-مقدمه |
| ۲ | ۲-۱-هدف از اجرای طرح |
| ۳ | ۳-۱-موقعیت جغرافیایی منطقه |
| ۵ | ۴-۱-خلاصه ای از زمین شناسی منطقه |
| ۹ | ۵-۱-کلیاتی درمورد کاوشهای مغناطیسی |

فصل دوم

بررسی و تفسیر مغناطیس سنجی بر مبنای نقشه های ژئوفیزیک هوایی با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰

| | |
|----|---------------------------------|
| ۲۱ | ۱-۲-تفسیر کیفی اطلاعات مغناطیسی |
| ۲۵ | ۲-۲-تفسیر کمی اطلاعات مغناطیسی |
| ۲۶ | ۳-۲-بررسی ساختاری منطقه |
| ۲۹ | ۴-۲-نتیجه گیری و پیشنهادات |

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 تاحیه 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.

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

پرواز دربرگه مورد مطالعه در جهت شرقی - غربی (۲۷۰°/۹۰°) و ارتفاع بارومتری ۶۵۰۰ پا صورت گرفته است. بیشترین ارتفاع توپوگرافی منطقه تقریباً ۳۶۰۰ متر در ۳۵ کیلومتری غرب خوی از سطح دریا گزارش شده است.

لازم به ذکر است در تهیه این گزارش از نقشه و گزارش زمین شناسی سری ۱:۱۰۰/۰۰۰ برگه شماره ۴۹۶۷ خوی که توسط آقایان ج. رادفر و ب. امینی تهیه گشته استفاده شده است.

۲-۱- 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

برگه خوی که بخشی از شمال شرقی چهارگوشه ۲۵۰/۱۰۰۰: ۱ خوی را شامل می‌گردد، در محدوده طول جغرافیایی 30° و 45° شرقی و عرض جغرافیایی 39° و 38° شمالی در استان آذربایجان غربی جای دارد. شهرستان خوی در حاشیه جنوب شرقی منطقه قرار گرفته و با جمعیت ۲۶۷۷۹۶ نفر بزرگترین ناحیه مسکونی را تشکیل می‌دهد. با توجه به گوناگونی در ترکیب سنگها و نهشته‌ها نوع فرسایش و گسترش سنگها یکسان نبوده بطوریکه بخشهای کم ارتفاع را بیشتر سنگهای دگرسان شده فوق بازیك، کنگلومراهای جوان تشکیل داده و بلندیهایی منطقه را که بیشتر در قسمت غربی ورقه قرار دارند، سنگهای دیابازی، آتشفشانی می‌سازند، بطوریکه دره‌های پدیدار شده در این نواحی معمولاً ژرف بوده و شیب توپوگرافی آنها از ۷۰ درجه نیز تجاوز می‌کند. کوه اورین واقع در جنوب غربی ناحیه با ارتفاع ۳۶۲۲ متر از سطح دریا بلندترین نقطه و پیرامون شهرستان خوی با ارتفاع ۱۰۸۰ متر پست‌ترین نقطه ورقه مورد مطالعه را می‌سازد. این ناحیه از نظر آب و هوایی معمولاً دارای زمستانهای سرد و نیمه خشک و تابستانهای معتدل بوده و میانگین دمای هوا در خوی ۱۱/۸ درجه سانتیگراد، و میانگین نوسان دمای سالانه آن بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد است. بنابراین اغلب میانگین دما در ماههای زمستان به زیر صفر درجه می‌رسد. متوسط میزان بارندگی سالانه ۳۳۴ میلیمتر و رطوبت نسبی حدود ۶۲ می‌باشد. آب مورد لزوم کشاورزی منطقه از آب رودخانه‌ها، چشمه‌ها و یا آبهای زیر زمینی تأمین می‌گردد.

رودخانه‌های آق‌چای و آق‌چای‌والند مهمترین سیستم آبی ناحیه محسوب می‌شوند. رودخانه آق‌چای از ارتفاعات شمال غربی ورقه سرچشمه گرفته و پس از طی مسیری از حوالی زورآباد، آچای و بسطام با روند غرب به شرق بسوی رودخانه ارس جریان می‌یابد. حوضه آبریز رودخانه‌الند در بخش جنوبی ناحیه قرار دارد و از کوههای اورین و دیگر مناطق کوهستانی مرکزی سرچشمه گرفته و از حوالی شهرستان خوی به رودخانه‌قطور چای متصل گردیده و آنگاه بسوی رودخانه ارس جریان می‌یابد.

مهمترین راههای ارتباطی منطقه شامل قسمتی از راه آسفالته مرند - خوی - سلماس، خوی - زورآباد و خوی - حمزه یال - قره ضیاءالدین است که توسط راههای فرعی خاکی تقریباً اکثر نقاط ورقه را پوشش می‌دهند.

اکثریت مردم منطقه ترک زبان و از نظر مذهبی مسلمان و شیعه بوده و تنها یک درصد از جمعیت آن پیرو سایر ادیان هستند .

۱-۴- خلاصه ای از زمین شناسی منطقه

بجز واحدهای سنگی دگرگونه با ترکیب سنگ شناسی گنیس، میگماتیت و کوارتزیت که احتمالاً متعلق به پرکامبرین است و قدیمی ترین واحد محسوب می گردد، دیگر واحدهای سنگی از قدیم به جدید به شرح زیر است:

۱-۴-۱- واحدهای سنگی رسوبی - آتشفشانی

۱- پرکامبرین پسین

واحد PC_K (سازند کهر): اسلیت خاکستری، شیل، ذغال و پولکهای گرافیت همراه با کمی ماسه سنگ و دولومیت خاکستری تیره.

۲- پالئوزوئیک

کامبرین

واحد C_{bt} (سازند باروت): تناوب شیل میکادار، دولومیت و آهک بلورین

واحد C_2 (سازند زایگون): شیلهای ارغوانی، سیلتستون و ماسه سنگ قرمز

واحد C_1 (سازند لالون): ماسه سنگ آرکوزی قرمز رنگ، ماسه سنگ کوارتزیتی

واحد C_m (سازند میلا): دولومیت چرت دار برنگ خاکستری تیره و آهک دولومیتی پرمین

واحد Pd (سازند دورود): ماسه سنگ کوارتزیتی برنگ خاکستری تیره، شیل و کمی کنگلومرا

واحد Pr (سازند روته): سنگ آهک خاکستری تیره بلورین، سنگ آهک دولومیتی با آثار

فسیل فوزولینید بلورین

۳- مزوزوئیک

کرتاسه پیشین

واحد K_r : سنگ آهک اوریتولین دار خاکستری روشن

۴- سنوزوئیک

پالئوسن - ائوسن

واحد PE^L_1 : سنگ آهک نومولیت دار برنگ خاکستری روشن

واحد PE^{CLS} : کنگلومرای قرمز تا سبز رنگ همراه با عدسیهای سنگ آهک و شیل

واحد PE^{Sc} : شیل خاکستری متمایل به سبز همراه بامیان لایه های ماسه سنگ و کنگلومرا

واحد PE^{Ls} : سنگ آهک نومولیت دار خاکستری روشن همراه با شیل

واحد PE^{L_2} : سنگ آهک نومولیت دار برنگ خاکستری روشن

واحد PE^{Vls} : جریانهای گدازه بازالتی حفره دار همراه با سنگ آهک متمایل به قرمز و شیل الوان الیگوسن - میوسن

واحد Om^Lq (سازند قم): سنگ آهک ریفی برنگ کرم تا کرم متمایل به زرد، همراه با مارن و مارن ماسه ای

واحد M^C : کنگلومرای قرمز رنگ (سازند قرمز بالایی) پلیوسن

واحد Pl^{td} : توف برشی ریوداسیتی خاکستری روشن، توف بلورین و قطعه سنگ دار، ایگنیمبریت همراه با گدازه برشی آندزیتی - داسیتی پلیوسن - کواترنری

واحد $Pl-Q^C$: کنگلومرا بطور محلی همراه بامیان لایه های ماسه سنگ

واحد $PL-Q^{CL}$: کنگلومرا همراه بامیان لایه های سنگ آهک

واحد $PL-Q^{La}$: لاهار

واحد Q^V : جریانهای گدازه پیروکسن آندزیتی حفره دار همراه با اسکوری

کواترنری

Q'' : تراورتن

Q'_1 : پادگانه های آبرفتی قدیم

Q^f_1 : مخروط افکنه های قدیم

Q'_2 : پادگانه های آبرفتی جدید

Q^F_2 : مخروط افکنه های جدید

Q^{al} : آبرفتهای بستر رودخانه ای

۱-۴-۲ : کمپلکس افیولیتی

Cm : شیست سبز ، میکاشیست ، سرپنتینیت ، سنگهای اولتر امافیک ، دیوریت - گابرو همراه با سنگهای آهک بلورین

Ub : سنگهای اولتر امافیک کمی سرپنتینیتی شده (عموماً هارزبورژیت ودونیت)

Sr : سرپنتینیت

K^{Lv} : آهک پلاژیک صورتی رنگ ، جریانهای گدازه بازالتی و شیلهای الوان

K^{Pl} : آهک پلاژیک صورتی رنگ (کامپانین پسین)

K^{Vl} : جریانهای گدازه بازالتی حفره دار ، گدازه بالشی همراه با آهک پلاژیک

K^{mb} : جریانهای گدازه بازالتی حفره دار سبز تیره تا خاکستری تیره ، متابازالت ، بطور محلی همراه با سنگ آهک متمایل به قرمز

K^{bp} : گدازه های بالشی خاکستری متمایل به سبز کمی حفره دار یا برشی شده همراه با آهک پلاژیک صورتی رنگ و شیل

K^{bls} : جریانهای گدازه بازالتی و گدازه های برشی همراه با شیل خاکستری تیره و آهک متمایل به قرمز

di : دایکهای دیابازی سبز تیره

dg : دیوریت - گابرو ، میکرو گابرو ، میکرو دیوریتیک گابرو

mg : میکرو گابرو ، دیاباز

Lm : سنگ آهک بلورین (کرتاسه بالا)

۱-۴-۳- سنگهای دگر گونه با سن نا مشخص

Sch : بیوتیت ، موسکویت ، فلدسپار شیست

Mt^{gn} : گنایس خاکستری روشن همراه با کمی میکاشیست ، کوارتزیت

Mt^{Sm} : سنگهای دگر گونی با درجه خیلی پائین - پائین ، ماسه سنگهای کوارتزیتی ، شیست ، مرمر و مقداری گنایس

amg : آمفیبولیت گنایس

واحد mb : مرمر خاکستری روشن

واحد Mt^{am} : آمفیبولیت همراه با آمفیبول شیست ، میکا شیست ، مرمر قطع شده با رگه های

کوارتز - فلدسپاتی و آپلیتی

واحد Mt^{mb} : سنگ آهک بلورین خاکستری روشن ، کالک شیست و سنگ آهک دگرگون
نشده

واحد Mt^{mt} : متاولکانیت سبز تیره همراه با کمی شیست سبز و سنگ آهک بلورین

واحد Mt^{Sch} : کلریت ، سریسیت شیست سبز رنگ ، آلپیت اپیدوت شیست همراه با کمی
متاولکانیت

واحد K^{SL} : سنگ آهک ماسه ای کرم رنگ کمی دگرگون شده با رگه های کلسیتی

۱-۴-۴- سنگهای نفوذی

g : گرانیت - گنایس

gn : دایک ورگه های کوارتز - فلدسپاتیکی و پگماتی

mdg : میکرو کوارتز مونزونیت ، میکرو کوارتز مونزو دیوریت

gd : گرانودیوریت همراه با کمی دیوریت

gm : کوارتز مونزو دیوریت تا میکرو کوارتز مونزونیت

agr : گرانیت دانه درشت تامیکرو گرانیت برنگ صورتی تا خاکستری روشن (کرتاسه پسین -
پالئوسن)

PL^m : میکرو مونزونیت کوارتزار ، میکرو گرانودیوریت پرفیری ، داسیتیک آندزیت بصورت
گنبد (پلیوسن ؟) .

PL^{Pt} : پیروکسن تراکی آندزیت - تراکیت با بافت پرفیری - مگا پرفیری بصورت دایک
(پلیوسن ؟)

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 گادبگاد به اندازه کافی بزرگ می‌باشند که میدان اصلی را در محل دو برابر 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 صحرائی 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.

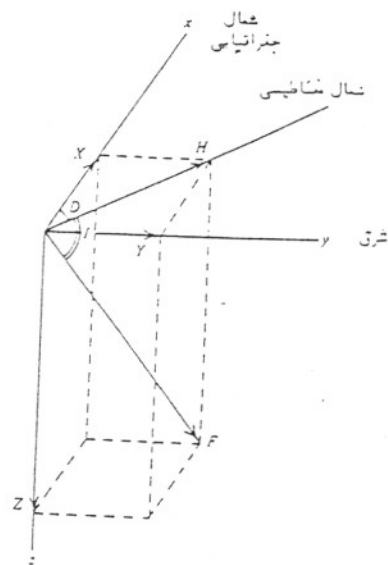
۱-۶- روش‌های اساسی جهت کاربرد داده‌های مغناطیسی و تفسیر آنها

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 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 - 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).

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 مانده‌ایی در جهت متفاوتی از میدان مغناطیسی زمین وجود نداشته باشد. (1993Macleodet.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 کانیه‌ها 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 ناحیه‌ای 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 باریک 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.

۱-۷- روش دی کانولوشن اوپلر سه بعدی (3D Euler Deconvolution) جهت تعیین عمق و محل منابع مغناطیسی

دی کانولوشن اوپلر سه بعدی یک روش اتوماتیک می باشد که بر روی داده های مغناطیسی یا گروپته گریه 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 اوپلر 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 اوپلر 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 دارد. برای رفع این مشکلات کاربرد روش برگردان به قطب و فیلترهای حذفی مناسب می تواند مفید باشد. معادله اوپلر 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, t, 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 $0/5$ ، برای دایک یا سیل با 1 ، برای اشکال استوانه ای یا لوله با 2 و برای شکل کروی با 3 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، گسترده 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 کانونلوشن 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 و تفسیر اطلاعات مغناطیس سنجی برمبنای
نقشه های ژئوفیزیک هوایی با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰

مس و سرب در شمال قزل داش پائین مشاهده می گردد. طبق گزارش زمین شناسی در این ناحیه بر اثر خروج محلولهای گرمابی، سنگهای متاولکانیت و شیشههای سبز رنگ کرتاسه بالا بشدت دگرسان شده و کانیهای معدنی کالکوپیریت، پیریت و گالن با ذخیره مناسب بوجود آمده و گوگرد آزاد نیز در درون شکستگیهای سنگ میزبان تشکیل یافته است. سنگها هماتیته، کائولینیتی و پیریتی شده و برنگهای کرم - زرد روشن در آمده اند.

ادامه بی هنجاری NW به سمت جنوب شرق با شدت کمتر ظاهر گشته است در صورتی که قسمتهای شمالی این محدوده با شدت متوسط بر روی واحدهای اولتر امافیکی که باید شدت بالایی نشان دهند قرار گرفته است. در این محدوده دایکها ورگه های کوارتز - فلدسپاتیکی و پگماتیته بر روی واحد اولتر امافیک بروز دارند. همچنین آثار معدنی مس، کرومیت و ذغال سنگ نیز بیچشم می خورد.

پس از انتقال داده های مغناطیسی به قطب با توجه به نقشه شماره ۵ بی هنجاری NW کمی به سمت شمال شرق جابجا شده است. این تصویر انطباق بیشتری با زمین شناسی منطقه دارد. بطوریکه نواحی با شدت بالا بر روی واحدهای اولتر امافیکی، متاولکانیتی و گرانیتی قرار گرفته اند. قسمتهایی از جنوب غرب بی هنجاری مذکور عمدتاً بر روی واحدهای رسوبی واقع شده اند. شدت بالای مغناطیسی در این منطقه ممکن است بدلیل گسترش واحد اولتر امافیکی در زیر رسوبات فوق باشد. تصاویر ۶، ۷ مشتق قائم اول و دوم از تصویر برگردان به قطب و تصویر شماره ۸ آنالیتیک سیگنال منطقه می باشد. در این تصاویر بی هنجاری NW شدت بالای خود را حفظ کرده است که بیانگر سطحی بودن و کم عمق بودن منبع بوجود آورنده می باشد. بنابراین رسوبات موجود در جنوب غرب بی هنجاری باید از ضخامت کمی برخوردار باشند.

ادامه بی هنجاری به سمت جنوب شرق از شدت بیشتری نسبت به تصاویر شدت کل و برگردان به قطب برخوردار می باشد که با توجه به وجود واحدهای اولتر امافیکی در این منطقه دوراز انتظار نمی باشد.

در نقشه های شماره ۹، ۱۰ داده های مغناطیسی با استفاده از روش ادامه فراسو به سطحی بالاتر به ترتیب ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ متر منتقل شده اند. با افزایش ارتفاع از آنجا که میدان مغناطیسی بامجدور 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

۲-۱- تفسیر کیفی اطلاعات مغناطیسی

نقشه شماره ۲ بیانگر تغییرات شدت کل میدان مغناطیسی منطقه می باشد. بیشترین شدت میدان مغناطیسی ۴۰۲۴۶ نانوتسلا و کمترین مقدار آن ۳۹۳۹۴ نانوتسلا می باشد. کشیدگی و امتداد روندها و بی هنجاریهای موجود در منطقه عمدتاً شمال غرب - جنوب شرق می باشند که با روند واحدهای زمین شناسی همخوانی دارد. بطور کلی سه زون به لحاظ مغناطیسی در منطقه قابل تشخیص است. یک زون با شدت متوسط در شمال شرق که عمدتاً بر روی واحدهای کنگلومرایی قرار گرفته است. به سمت جنوب غرب یک زون با شدت پائین که عمدتاً در امتداد واحدهای رسوبی واقع شده است. سنگهای نفوذی گرانیت - گنایس و گرانودیوریتی در بخشهای میانی این بی هنجاری بروز دارند که احتمالاً تحت تأثیر سنگهای رسوبی مجاور شدت پائینی نشان داده اند. سنگهای آهکی سازند قم در امتداد این بی هنجاری چین خوردگیهای ملایمی نشان می دهند که نمونه ای از آنها ناودیس حوالی روستای کران بالا با راستای محوری شمال غرب - جنوب شرق می باشد که در این منطقه شدت میدان مغناطیسی نسبتاً بیشتر شده است. این افزایش شدت می تواند بدلیل وجود واحدهای گرانیت، دیوریت و گابرو در بالا و پائین چین خوردگی مذکور باشد. نیمه جنوب غربی منطقه از شدت بالایی برخوردار بوده و دودسته بی هنجاری با شدت بالا که بطور خطی در امتداد شمال غربی - جنوب شرقی کشیده شده اند قابل تشخیص می باشد.

بی هنجاری NW با ماکزیمم شدت بیش از ۴۰۱۴۰ نانوتسلا و وسعت تقریبی ۳۰۰ کیلومتر مربع در شمال غرب منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است. طبق نقشه شماره ۳ حاشیه شرقی این بی هنجاری عمدتاً بر روی واحد افیولیتی اولتر امافیکی کمی سرپنتینیستی شده که عموماً از نوع هارزبورژیت و دونیت می باشد واقع شده است. از آنجایی که سنگهای اولترامافیک غنی از کانی های آهن و منیزیوم دار هستند و نیز با توجه به مقطع زمین شناسی که گسترش این واحد را تا عمق زیاد وزیر رسوبات نشان می دهد، شدت بالای مغناطیسی را می توان به این واحد نسبت داد. در شمال بی هنجاری همبری واحد دیوریت - گابرو و واحد اولترامافیکی و نیز رخنمونهایی از سنگهای نفوذی گرانیتی، میکرو کوارتز مونزونیت و میکرو کوارتز مونزودیوریتی دیده می شود. کمی پائین تر، حدوداً در مختصات ۴۴°۳۳ شرقی و ۳۸°۵۴ شمالی آثار معدنی

گشته اند. با توجه به تصاویر ادامه فراسو بی هنجاری NW با افزایش ارتفاع همچنان شدت بالای خود را بویژه در بخشهای شمالی حفظ کرده است. یک دلیل برای بالا بودن شدت در عمق زیاد می تواند گسترش عمقی واحد اولترامافیکی (Ub) باشد. بطوریکه در بخشهای شمالی رخنمونهایی از این واحد بر روی واحد متاولکانیتی M^{mt} به چشم می خورد. مقطع زمین شناسی B-B در نقشه زمین شناسی نیز گسترش این واحد تا عمق بیش از ۳۰۰۰ متری را نشان می دهد. بنابراین منبع بوجود آورنده بی هنجاری NW سطحی بوده و تا عمق زیادی نیز گسترش دارد که می توان آن را به واحد ub نسبت داد.

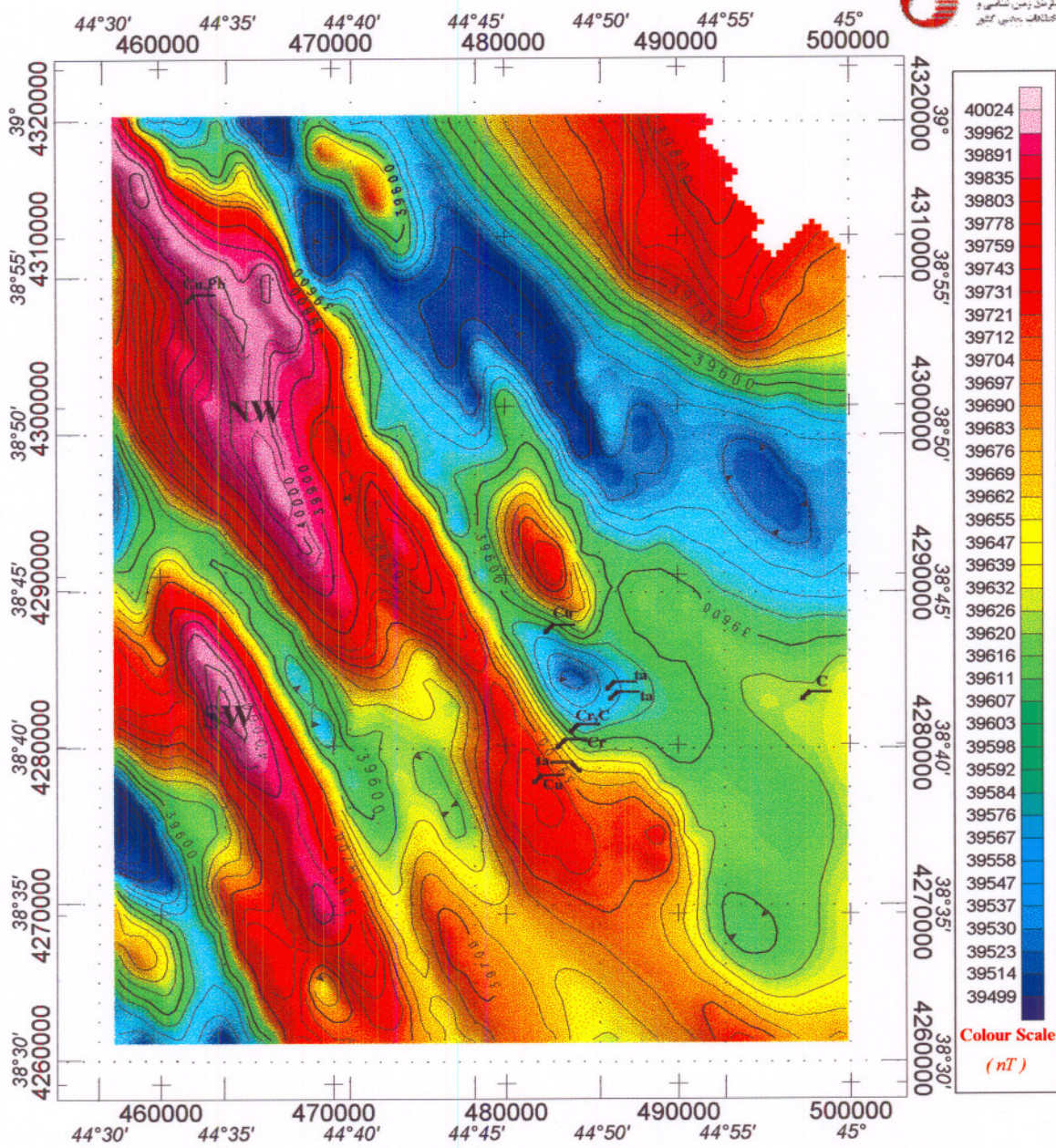
بی هنجاری SW با ماکزیمم شدت ۴۰۲۳۰ نانوتسلا و وسعت تقریبی ۱۳۰ کیلومتر مربع با روند شمال غربی - جنوب شرقی در جنوب غرب برکه مورد مطالعه قرار گرفته است. در انطباق با نقشه زمین شناسی این بی هنجاری طبق نقشه شماره ۴ بر روی واحد K^{bp} شامل گدازه های بالشی بازالتی همراه با آهک پلاژیک قرار دارد. از آنجایی که بازالت حاوی کانی های پیروکسن و اولیوین می باشد، لذا وجود چنین شدت بالایی منطقی به نظر می رسد. بعد از اینکه داده ها به قطب مغناطیسی منتقل گردید مطابق شکل شماره ۵ بی هنجاری SW مختصری به سمت شمال شرق جابجا گردیده و همچنان بر روی واحد K^{bp} قرار دارد.

مشتق قائم اول و دوم و نیز آنالیتیک سیگنال بی هنجاری مذکور مطابق اشکال شماره ۶، ۷، ۸ شدت بالایی را نشان می دهد. چنین موضوعی با نسبت دادن شدت بی هنجاری SW به واحد K^{bp} دور از انتظار نمی باشد. یعنی منبع بوجود آورنده بی هنجاری، سطحی می باشد.

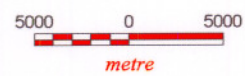
پس از انتقال داده ها به سطحی بالاتر مطابق شکل شماره ۹ و ۱۰ شدت بی هنجاری کاهش یافته است. بنابراین واحد K^{bp} باید از ضخامت کمی برخوردار باشد. مقطع زمین شناسی B-B نیز ضخامت کمی در حدود ۵۰۰ متر را برای واحد K^{bp} نشان می دهد ولی موضوع قابل توجه گسترش واحدهای اولترامافیکی و دیوریت - گابرو در زیر واحد مذکور می باشد که باید شدت بالایی را نشان دهند لذا کاهش شدت مغناطیسی در این ناحیه مورد سؤال بوده و نیازمند مطالعات دقیق تر می باشد. یکی از عوامل کاهش شدت می تواند وجود مغناطیس باقی مانده در واحدهای مذکور باشد که جهت مغناطیدگی آنها در جهت کنونی مغناطیس زمین نمی باشد. یک دلیل دیگری تواند آلتزه شدن کل واحد سنگی باشد که سبب کاهش شدت گردیده است. لازم به

ذکر است که در این ناحیه گسلهای زمین شناسی متعددی بطور متقاطع عمل کرده اند که می تواند از لحاظ کانی زایی مهم باشد لذا کنترل زمینی این واحد پیشنهاد می گردد . نکته قابل توجه دیگر وجود یک بی هنجاری با شدت پائین در جنوب غرب بی هنجاری SW می باشد . در حالی که این بیهنجاری بر روی واحد های K^{bp} ، اولتر امافیک و دیوریت - گابرو که انتظار شدت بالای مغناطیسی از آنها می رود قرار گرفته است . یکی از دلایلی که می تواند شدت پائین مغناطیسی را در این منطقه توجیه کند وجود یک بی هنجاری با شدت بالا در جنوب غرب بی هنجاری مذکور می باشد که دربرگه مجاور قرار دارد . بطوریکه بی هنجاری با شدت پائین بعنوان قطب بی هنجاری با شدت بالا عمل کرده است . نقشه آنالیتیک سیگنال دلیلی برای تأیید این مدعا می باشد . زیرا در این نقشه (شماره ۸) بی هنجاری فوق با شدت بالا ظاهر گشته است .

دلیل دیگر می تواند وجود مغناطیس باقی مانده در سنگهای این منطقه باشد که جهت مغناطیده شدن آنها در دورانهای گذشته در خلاف جهت میدان مغناطیسی فعلی کره زمین می باشد .



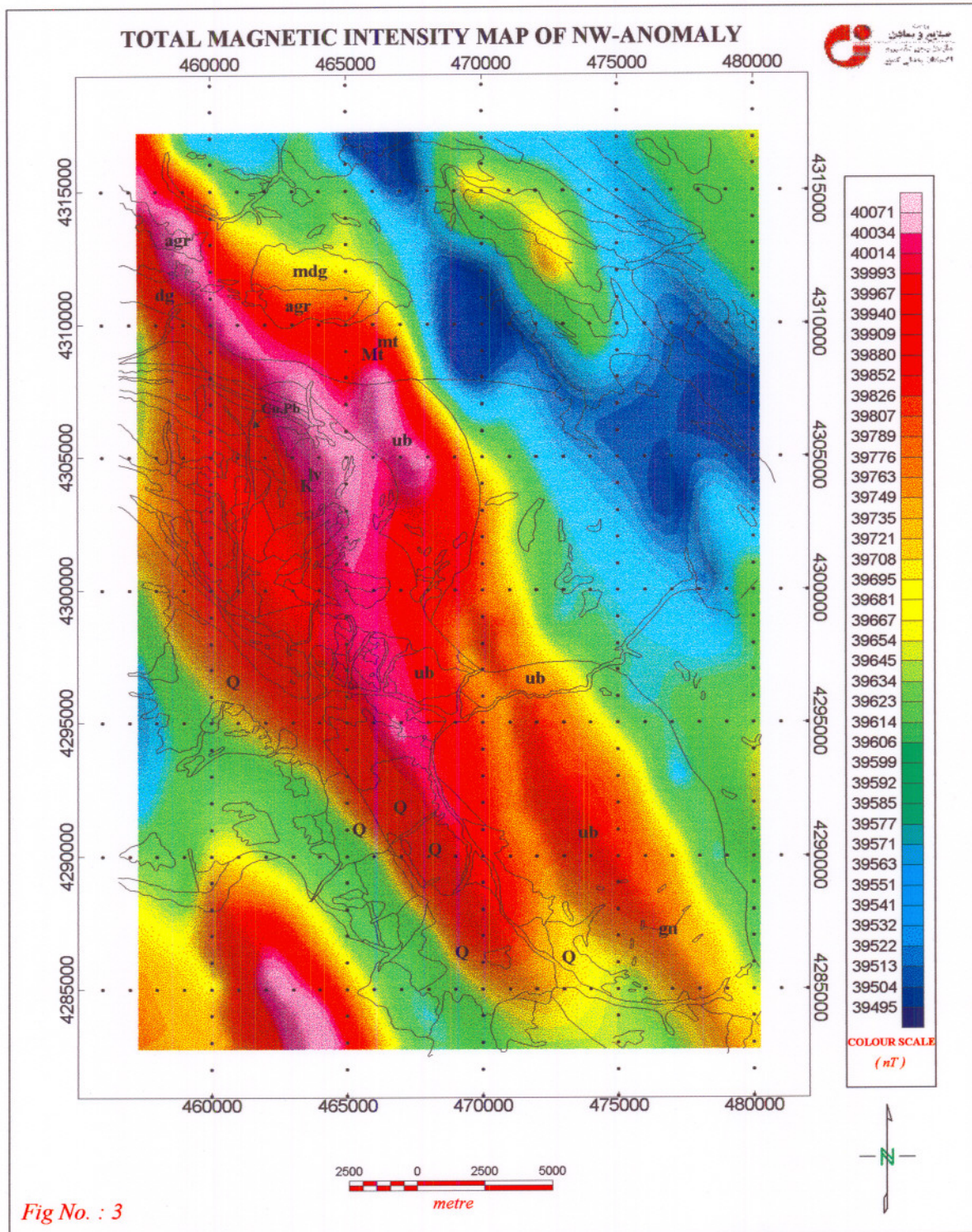
TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAP
 AREA : KHOY
 Flight Lines Interval : 7.5 Km
 Tie Lines : 40 Km
 Fig No. : 2
 By : N.Amirmotallebi



WGS 84 / UTM zone 38N



2-37



TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAP OF SW-ANOMALY

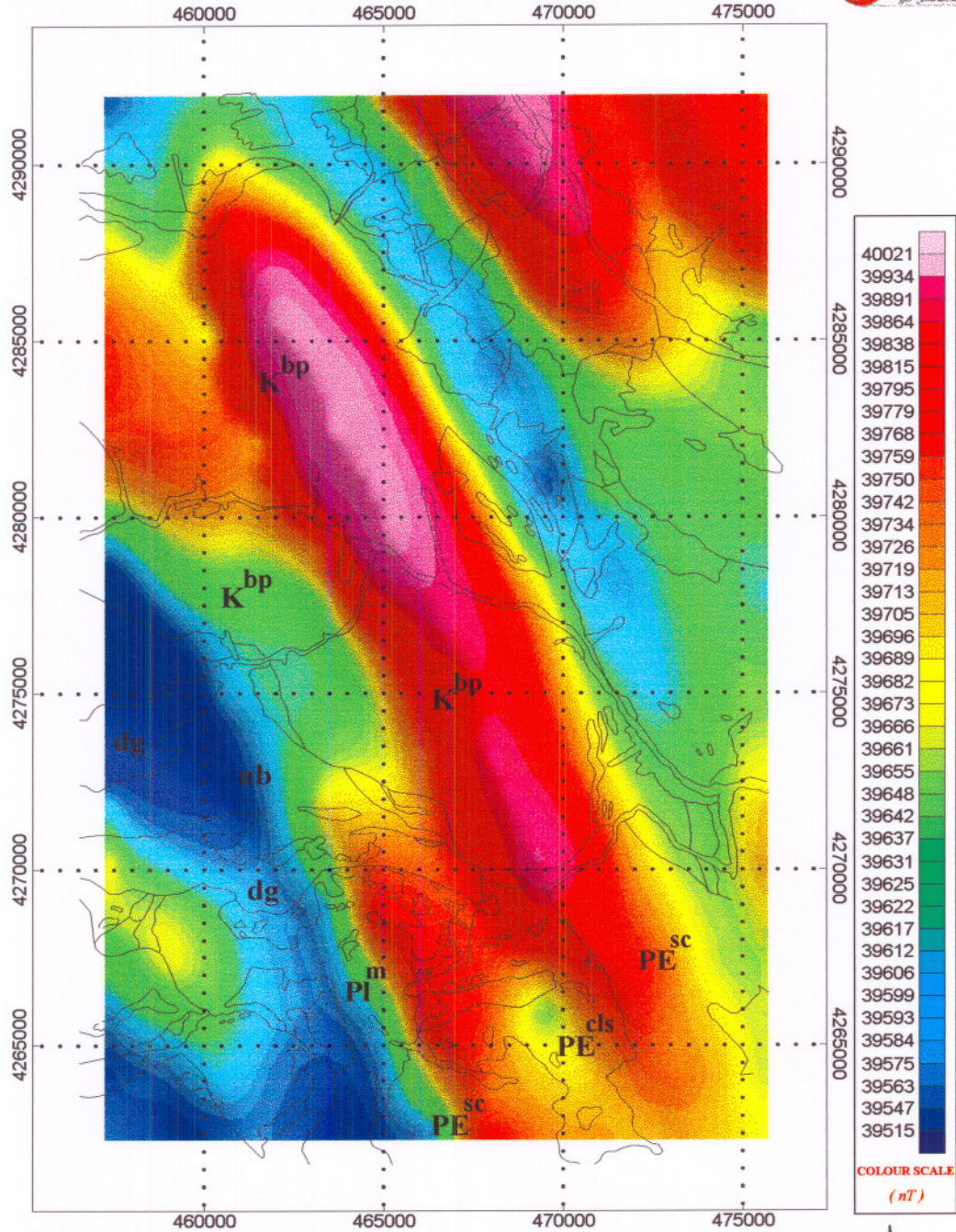


Fig No. : 4

REDUCTION TO POLE MAP OF KHOY

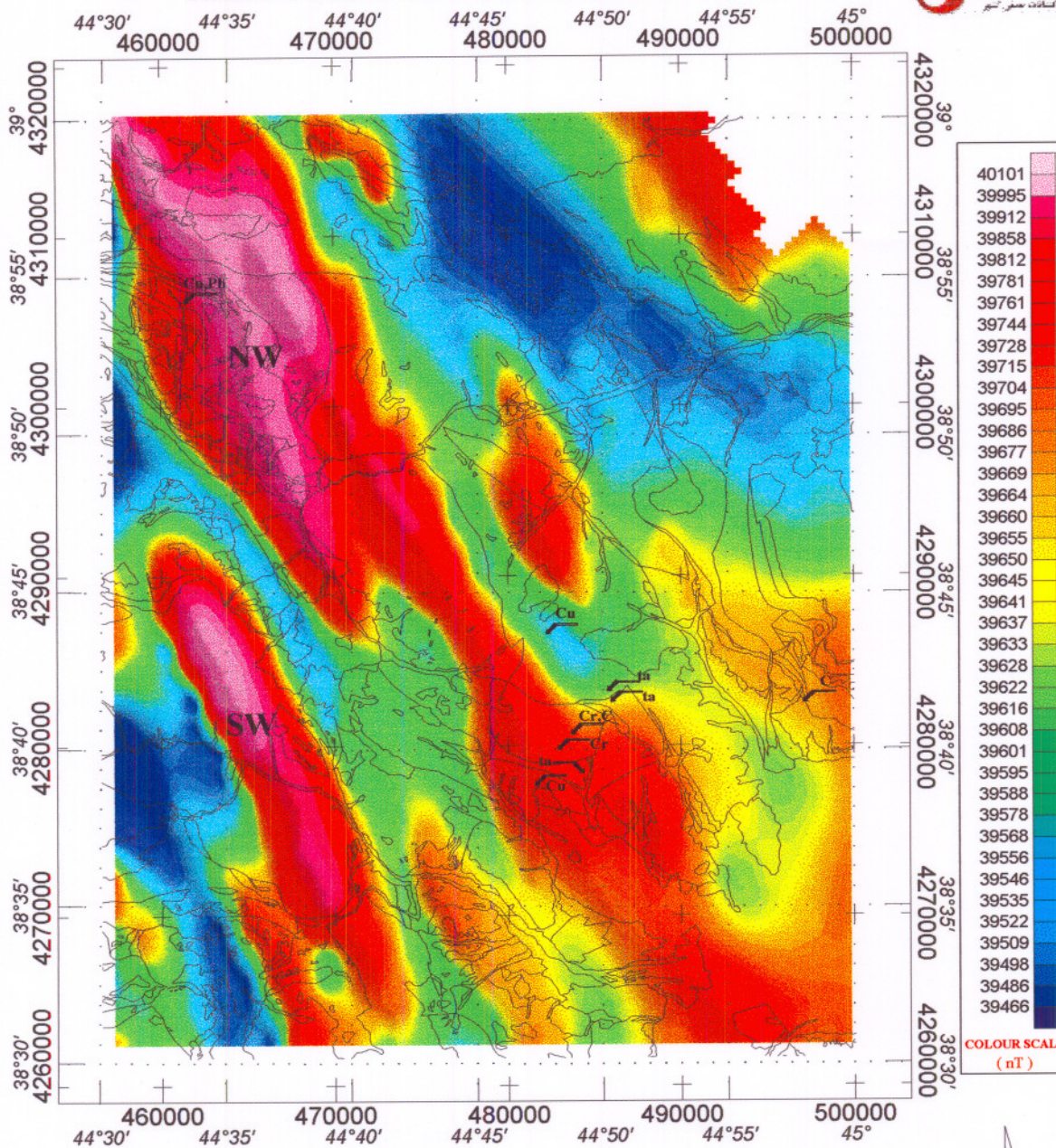
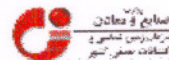


Fig No. : 5

FIRST VERTICAL DERIVATIVE MAP OF KHOY

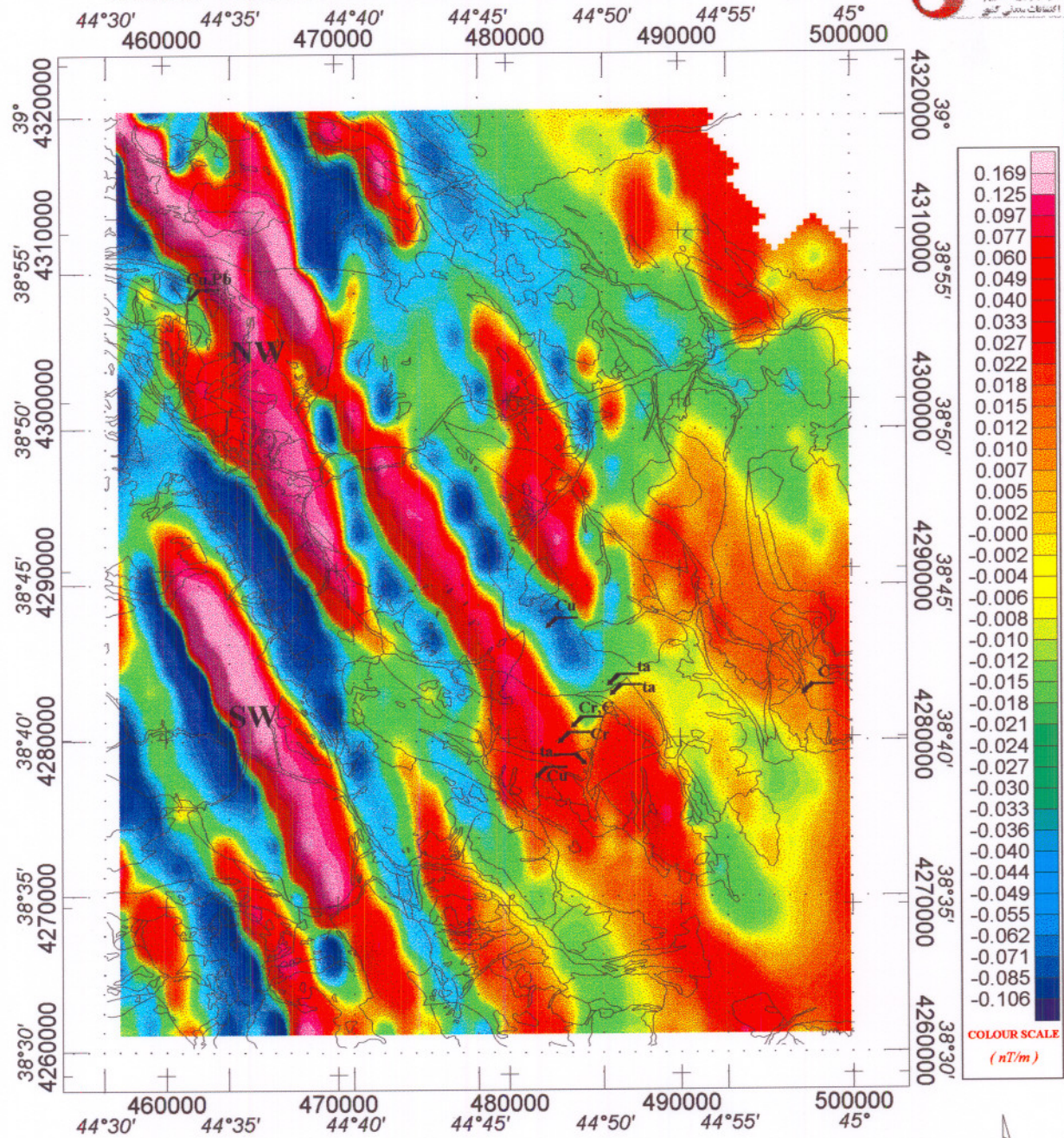


Fig No. : 6

5000 0 5000
metre

WGS 84 / UTM zone 38N

SECOND VERTICAL DERIVATIVE MAP OF KHOY

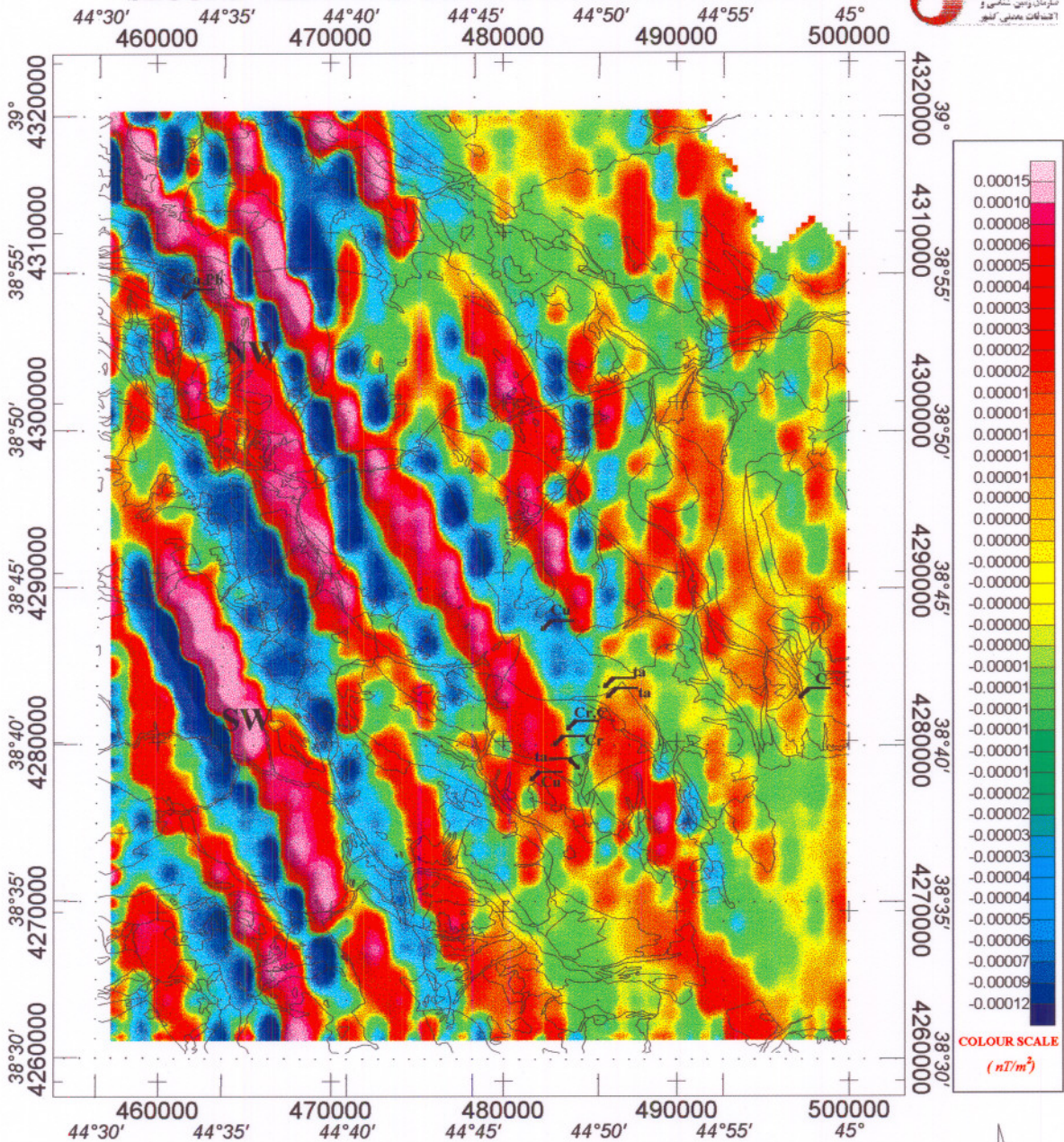
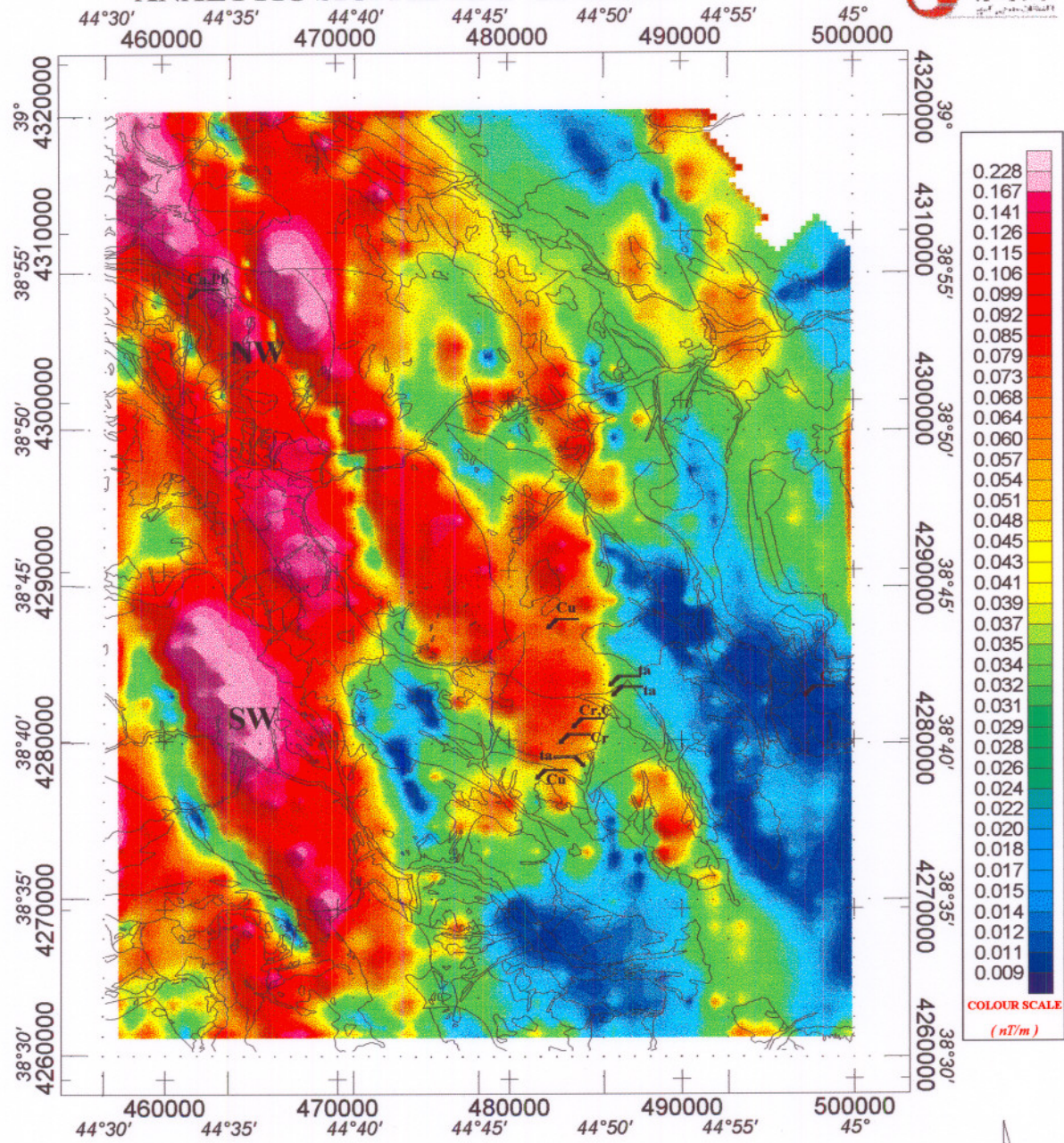


Fig No. : 7

5000 0 5000
metre

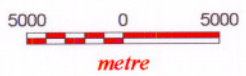
WGS 84 / UTM zone 38N

ANALYTIC SIGNAL MAP OF KHOY



COLOUR SCALE
(nT/m)

| |
|-------|
| 0.228 |
| 0.167 |
| 0.141 |
| 0.126 |
| 0.115 |
| 0.106 |
| 0.099 |
| 0.092 |
| 0.085 |
| 0.079 |
| 0.073 |
| 0.068 |
| 0.064 |
| 0.060 |
| 0.057 |
| 0.054 |
| 0.051 |
| 0.048 |
| 0.045 |
| 0.043 |
| 0.041 |
| 0.039 |
| 0.037 |
| 0.035 |
| 0.034 |
| 0.032 |
| 0.031 |
| 0.029 |
| 0.028 |
| 0.026 |
| 0.024 |
| 0.022 |
| 0.020 |
| 0.018 |
| 0.017 |
| 0.015 |
| 0.014 |
| 0.012 |
| 0.011 |
| 0.009 |

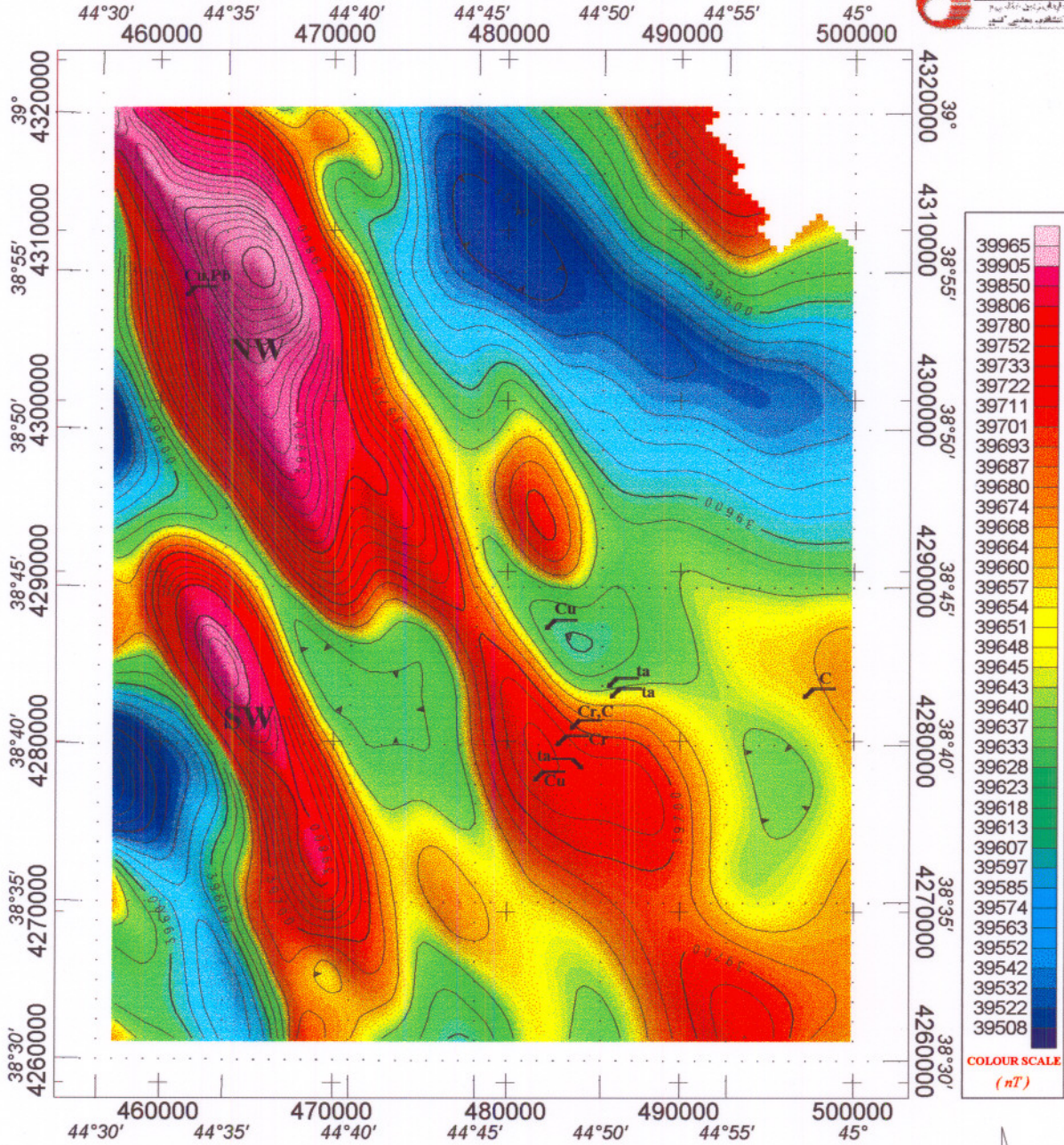


WGS 84 / UTM zone 38N



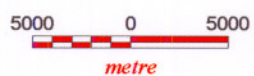
Fig No. : 8

UPWARD CONTINUATION (1000 m) MAP OF KHOY



COLOUR SCALE (nT)

| |
|-------|
| 39965 |
| 39905 |
| 39850 |
| 39806 |
| 39780 |
| 39752 |
| 39733 |
| 39722 |
| 39711 |
| 39701 |
| 39693 |
| 39687 |
| 39680 |
| 39674 |
| 39668 |
| 39664 |
| 39660 |
| 39657 |
| 39654 |
| 39651 |
| 39648 |
| 39645 |
| 39643 |
| 39640 |
| 39637 |
| 39633 |
| 39628 |
| 39623 |
| 39618 |
| 39613 |
| 39607 |
| 39597 |
| 39585 |
| 39574 |
| 39563 |
| 39552 |
| 39542 |
| 39532 |
| 39522 |
| 39508 |



WGS 84 / UTM zone 38N

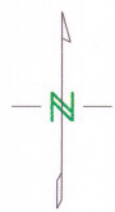


Fig No. : 9

UPWARD CONTINUATION (3000 m) MAP OF KHOY

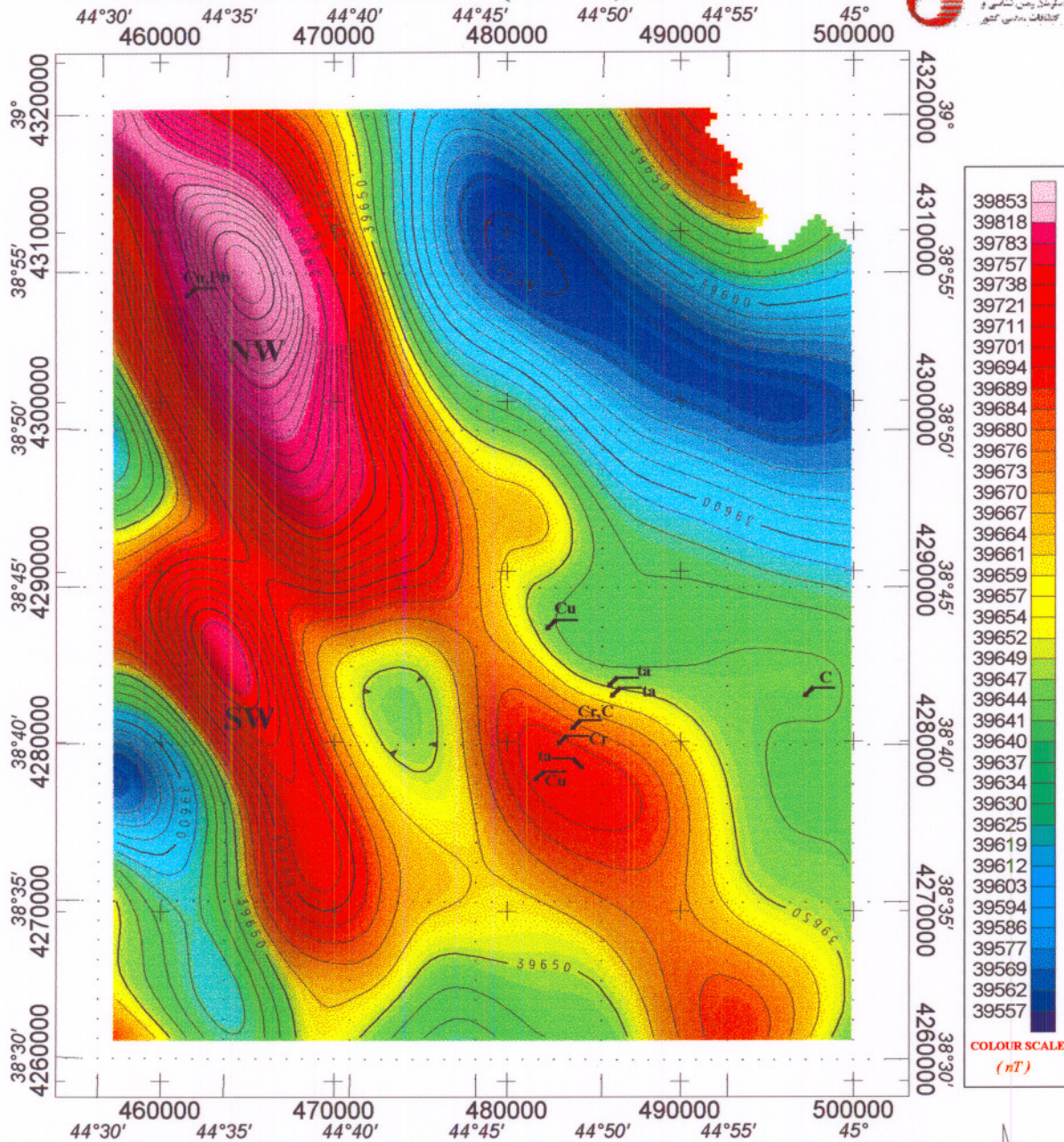


Fig No. : 10

5000 0 5000
metre

WGS 84 / UTM zone 38N

۲-۲- تفسیر کمی اطلاعات مغناطیسی

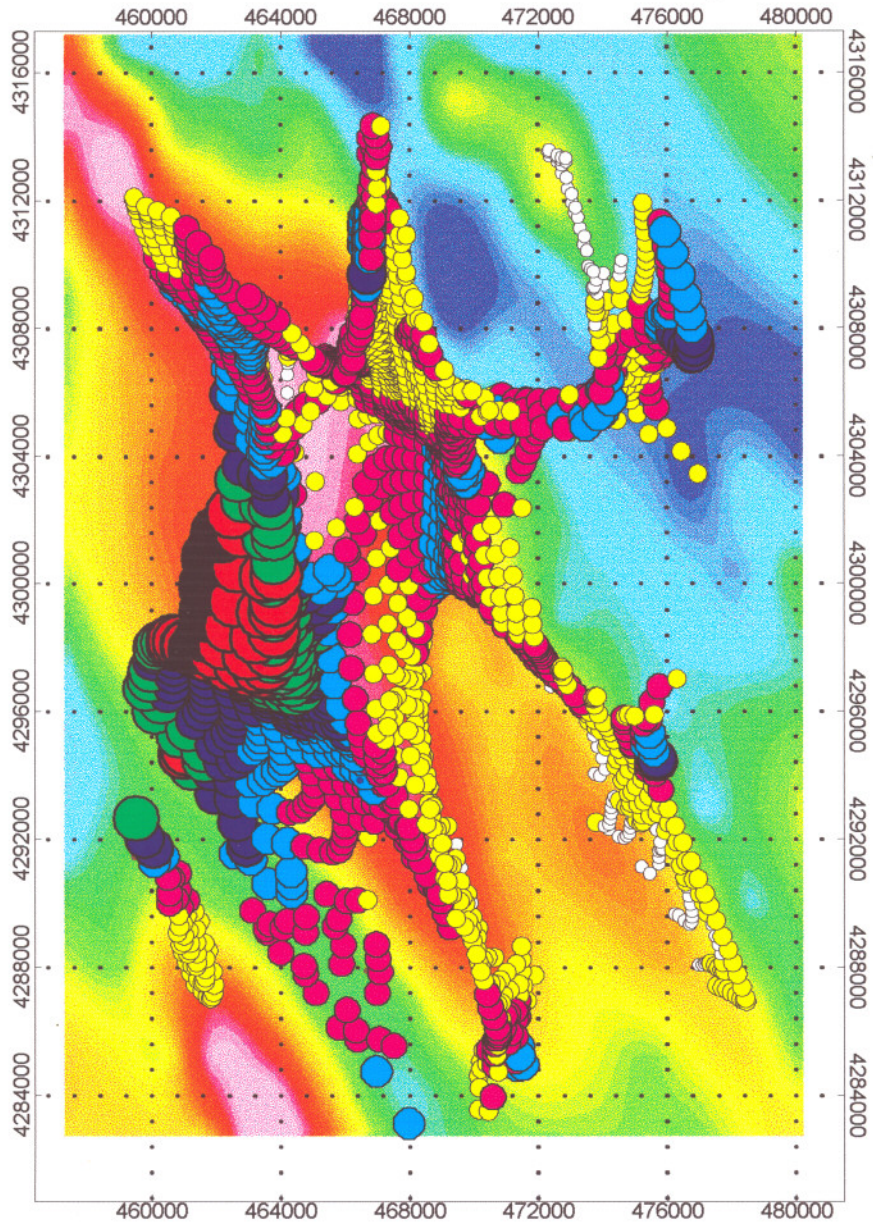
کاربرد روش دی کانولوشن سه بعدی اویلر جهت تعیین محل وعمق بی هنجاریهای مغناطیسی بی هنجاری NW :

روش دی کانولوشن سه بعدی اویلر با استفاده از اندکس ساختاری ۰/۲۵، اندازه پنجره ۲۰×۲۰، ماکزیمم مسافت مورد قبول ۴۰۰۰ متر و ارتفاع بارومتری پرواز ۲۰۳۱ متر بر روی بی هنجاری NW صورت گرفت که نتایج حاصله در نقشه شماره ۱۱ آورده شده است. بیشترین عمق بدست آمده ۱۰۳۲ متر زیر سطح دریا و کمترین مقدار آن ۱۸۰۴ متر بالای سطح دریا می باشد. تمرکز دوایر با عمق کم عمدتاً در قسمت شمال شرق و بر روی واحدهای U_b , Mt^{mt} است که در حدود ۱۲۰۰ تا ۱۶۰۰ متر بالای سطح دریا می باشد. این منطقه از نظر توپوگرافی دارای ارتفاع تقریباً ۲۲۰۰ متر بالای سطح دریا است بنابراین عمق منبع بی هنجاری در این ناحیه در حدود ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ متر زیر سطح زمین خواهد بود. ادامه مدل به سمت جنوب به صورت دوباریکه خطی مشاهده می گردد که احتمالاً بیانگر وجود خطواره های مغناطیسی در این ناحیه می باشد. باریکه شرقی با توجه به ارتفاع توپوگرافی منطقه عمق حدود ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ متر زیر سطح زمین را نشان می دهد. عمق باریکه غربی کمتر بوده و در حدود ۲۰۰ تا ۹۰۰ متر زیر سطح زمین می باشد.

بی هنجاری SW :

نتایج حاصله از دی کانولوشن اویلر با استفاده از اندکس ساختاری ۰/۲۵، اندازه پنجره ۱۵×۱۵، ماکزیمم مسافت قابل قبول ۳۰۰۰ متر بر روی بی هنجاری SW در نقشه شماره ۱۲ آورده شده است. بیشترین عمق بدست آمده ۶۵۲ متر زیر سطح دریا و کمترین مقدار آن ۱۷۴۰ متر بالای سطح دریا می باشد. در مرکز بی هنجاری دوایر با کمترین عمق بصورت خطی متمرکز گشته اند. با توجه به توپوگرافی منطقه مدل حاصله عمق حدود ۶۰۰ تا ۲۰۰۰ متر زیر سطح زمین را در این ناحیه نشان می دهد. به سمت جنوب شرق عمق افزایش یافته و به ۹۰۰ تا ۲۵۰۰ متر زیر سطح زمین می رسد.

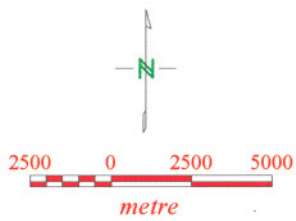
Euler3D Deconvolution Method For NW-Anomaly



Classified Symbol Plot Map

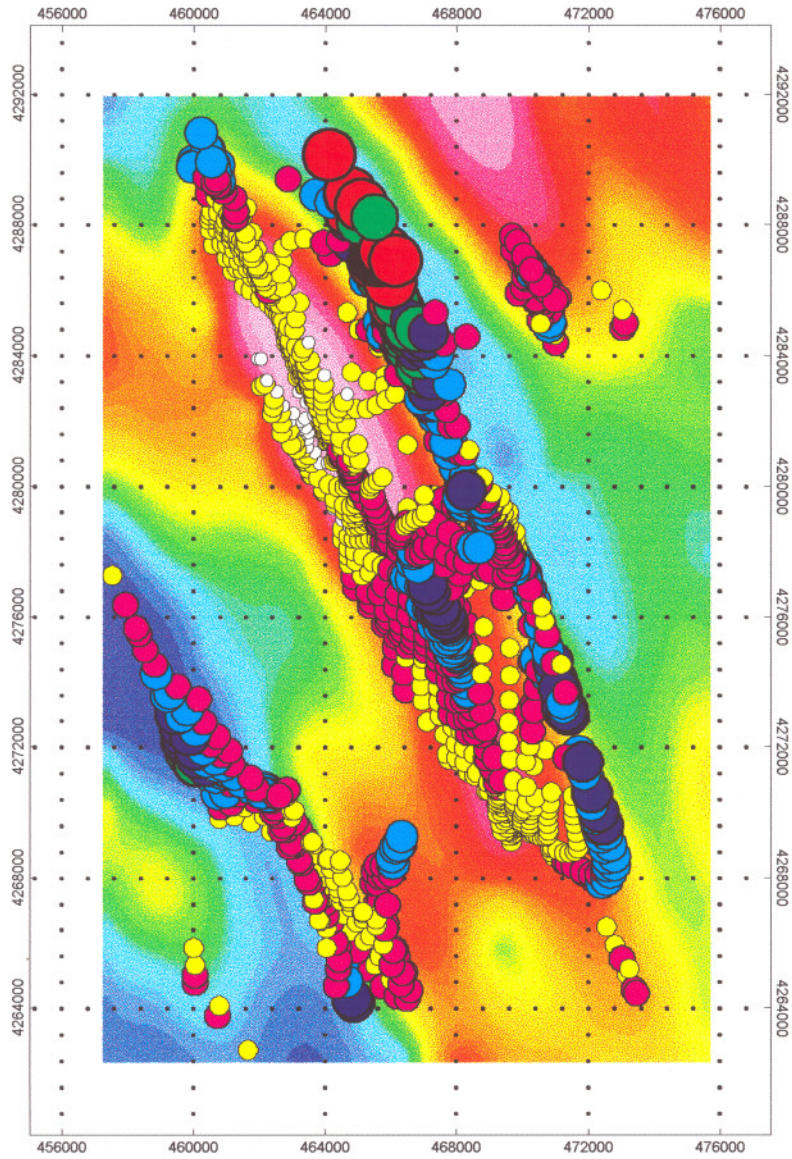
SI=0.25

Fig No. : 11



| Legend | |
|------------------------|-------------|
| Classified Symbol Plot | |
| ○ | > 1600 |
| ● | 1200 - 1600 |
| ● | 800 - 1200 |
| ● | 400 - 800 |
| ● | 0 - 400 |
| ● | -400 - 0 |
| ● | -800 - -400 |
| ● | < -800 |

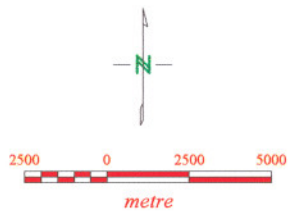
Euler3D Deconvolution Method For SW-Anomaly



Classified Symbol Plot Map

SI=0.25

Fig No. : 12



| Legend | |
|------------------------|-------------|
| Classified Symbol Plot | |
| ○ | > 1600 |
| ● | 1200 - 1600 |
| ● | 800 - 1200 |
| ● | 400 - 800 |
| ● | 0 - 400 |
| ● | -400 - 0 |
| ● | -600 - -400 |
| ● | > -600 |

۳-۲- 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 بر گردان به قطب و مشتق اول قائم بهره گرفته شده است که نتایج در نقشه شماره ۱۳ بر روی تصویر بر گردان به قطب با مقیاس خاکستری (grey Scale) نشان داده شده است . جهت تعیین محل و عمق تقریبی خطواره های بدست آمده از دی کانونلوشن سه بعدی اوپلر با اندکس ساختاری صفر ($SI=0$) ، اندازه پنجره 10×10 و ماکزیمم مسافت مورد قبول ۲۰۰۰ متر بهره گرفته شده است که نتایج حاصله در نقشه شماره ۱۴ آورده شده است .

خطواره L-1 :

بطول تقریبی ۱۴ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق سبب قطع ناگهانی یک توده مغناطیسی با شدت بالا در تصاویر بر گردان به قطب و مشتق اول قائم گردیده است .

خطواره L-2 :

بطول تقریبی ۱۸ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق سبب قطع ناگهانی دو توده مغناطیسی با شدت پائین در تصویر بر گردان به قطب شده و اثر آن در نقشه های ادامه فراسو نیز دیده می شود که حاکی از عمیق بودن خطواره مذکور می باشد . این خطواره بر روی رسوبات کواترنر در ادامه گسل شوریک واقع شده است . روش اوپلر عمق حدود صفر تا ۱۰۰۰ متر در امتداد خطواره مذکور پیشنهاد می کند .

خطواره L-3 :

بطول تقریبی ۴۰ کیلومتر و امتداد شمال غرب - جنوب شرق بصورت کنتاکت بین واحدهای مغناطیسی در تصاویر مشتق و بر گردان به قطب دیده می شود . در قسمت شمالی با گسل زمین شناسی بر روی واحد g که از روستای آق مزار عبور می کند و در قسمت جنوبی با گسل زمین شناسی بر روی واحد Q'_2, Mt^{gn} که از مجاورت عسگر آباد گذرمی کند انطباق دارد . جوابهای معادله اوپلر در قسمت شمالی عمق حدود صفر تا ۱۵۰۰ متر زیر سطح زمین ، در قسمت میانی صفر تا ۱۰۰۰ متر و در قسمت جنوبی صفر تا ۴۰۰ متر را با توجه به نقشه شماره ۱۴ نشان می دهد .

خطواره 4-L :

بطول تقریبی ۲۰ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق سبب قطع ناگهانی یک واحد مغناطیسی با شدت پائین در تصویر برگردان به قطب شده است. قسمت جنوبی به موازات گسل زمین شناسی که از روستای کفیل عبور کرده و واحد Mt^{am} را قطع می کند قرار دارد.

خطواره 5-L :

بطول تقریبی ۳۷ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق در تصاویر مشتق قائم و برگردان به قطب مشاهده می گردد. نیمه جنوبی این خطواره با گسل زمین شناسی که در محل همبری دو واحد Ub, Mt^{am} قرار دارد منطبق است. طبق نقشه شماره ۱۴ عمق قسمت شمالی خطواره در حدود ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ متر، عمق قسمت میانی ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و عمق قسمت جنوبی در حدود ۱۵۰ تا ۴۰۰ متر زیر سطح زمین می باشد.

خطواره 6-L :

بطول تقریبی ۵۷ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق سبب جدایی واحدهای مغناطیسی در تصاویر برگردان به قطب و مشتق قائم گردیده است. دی کانولوشن اوپلر نشان می دهد که خطواره مذکور در قسمت میانی از عمق تقریبی صفر تا ۶۰۰ متر و در قسمت جنوبی از عمق صفر تا ۴۰۰ متر برخوردار می باشد.

خطواره 7-L :

بطول تقریبی ۳۸ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق سبب قطع یک توده مغناطیسی با شدت بالا در تصاویر مشتق قائم و برگردان به قطب گردیده است و ادامه آن به سمت جنوب شرق بصورت یک باریکه خطی با شدت پائین عمل نموده است. این خطواره در انطباق با نقشه زمین شناسی در امتداد گسل زور آباد که از روستای زور آباد عبور می کند قرار دارد. روش اوپلر در قسمت شمالی عمق تقریبی کمتر از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ متر را و در قسمت جنوبی عمق تقریبی صفر تا ۱۰۰۰ متر را پیشنهاد می کند.

خطواره L-8 :

بطول تقریبی ۳۰ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق در تصاویر مشتق قائم و برگردان به قطب قابل تشخیص است. این خطواره با گسل زمین شناسی قاشق‌بلاغ - قریس منطبق می باشد. روش اویلر عمق ۱۰۰ تا ۸۰۰ متری را برای خطواره مذکور نشان می دهد.

خطواره L-9 :

بطول تقریبی ۳۰ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق در تصاویر مشتق قائم و برگردان به قطب دیده می شود. قسمت شمالی آن در تصویر بر گردان به قطب سبب قطع ناگهانی واحد مغناطیسی با شدت پائین گردیده و قسمت جنوبی آن در تصویر مشتق قائم بصورت باریکه خطی با شدت پائین عمل نموده است. این خطواره در قسمت‌های شمالی با گسل‌های کوچک زمین شناسی انطباق دارد. طبق روش اویلر عمق تقریبی خطواره صفر تا ۱۲۰۰ متر می باشد.

خطواره L-10 :

بطول تقریبی ۲۴ کیلومتر و روند شمال غرب - جنوب شرق سبب قطع واحد مغناطیسی با شدت پائین گردیده است. عمق تقریبی خطواره در بخش جنوبی طبق روش اویلر در حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ متر می باشد.

خطواره L-11، L-12 و L-13 :

بطول تقریبی ۷، ۱۵، ۲۵ کیلومتر و روند شمال شرق - جنوب غرب سبب جابجایی واحدهای مغناطیسی بصورت چپگرد در تصویر بر گردان به قطب و مشتق قائم گردیده اند. خطواره L-13 در دو انتهای غربی و شرقی از گسترش واحدهای مغناطیسی با شدت بالا جلوگیری کرده است و در انطباق با نقشه زمین شناسی یک گسل احتمالی که واحد g را قطع می کند در دنباله شرقی آن قرار دارد.

REDUCTION TO POLE MAP OF KHOY

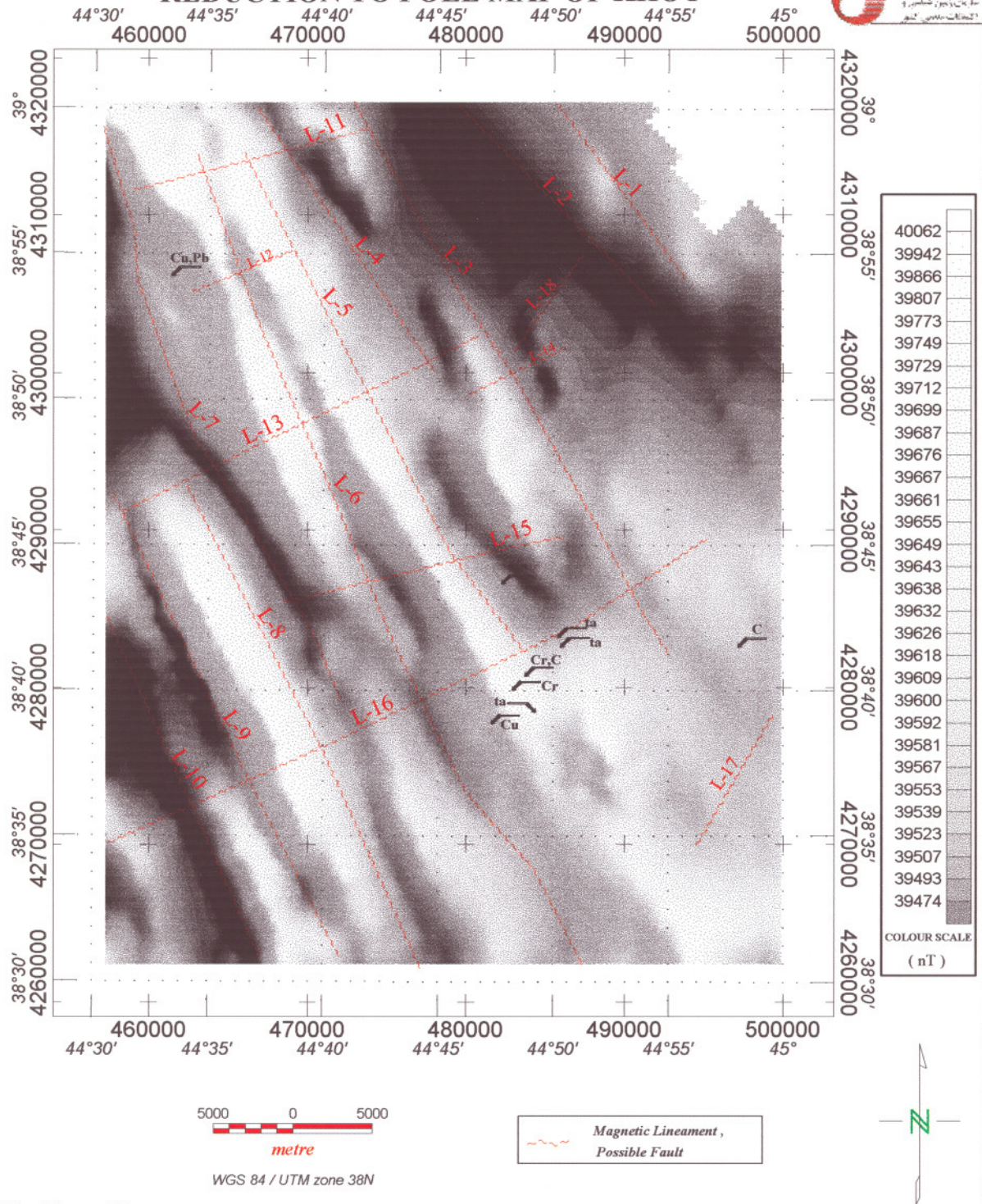
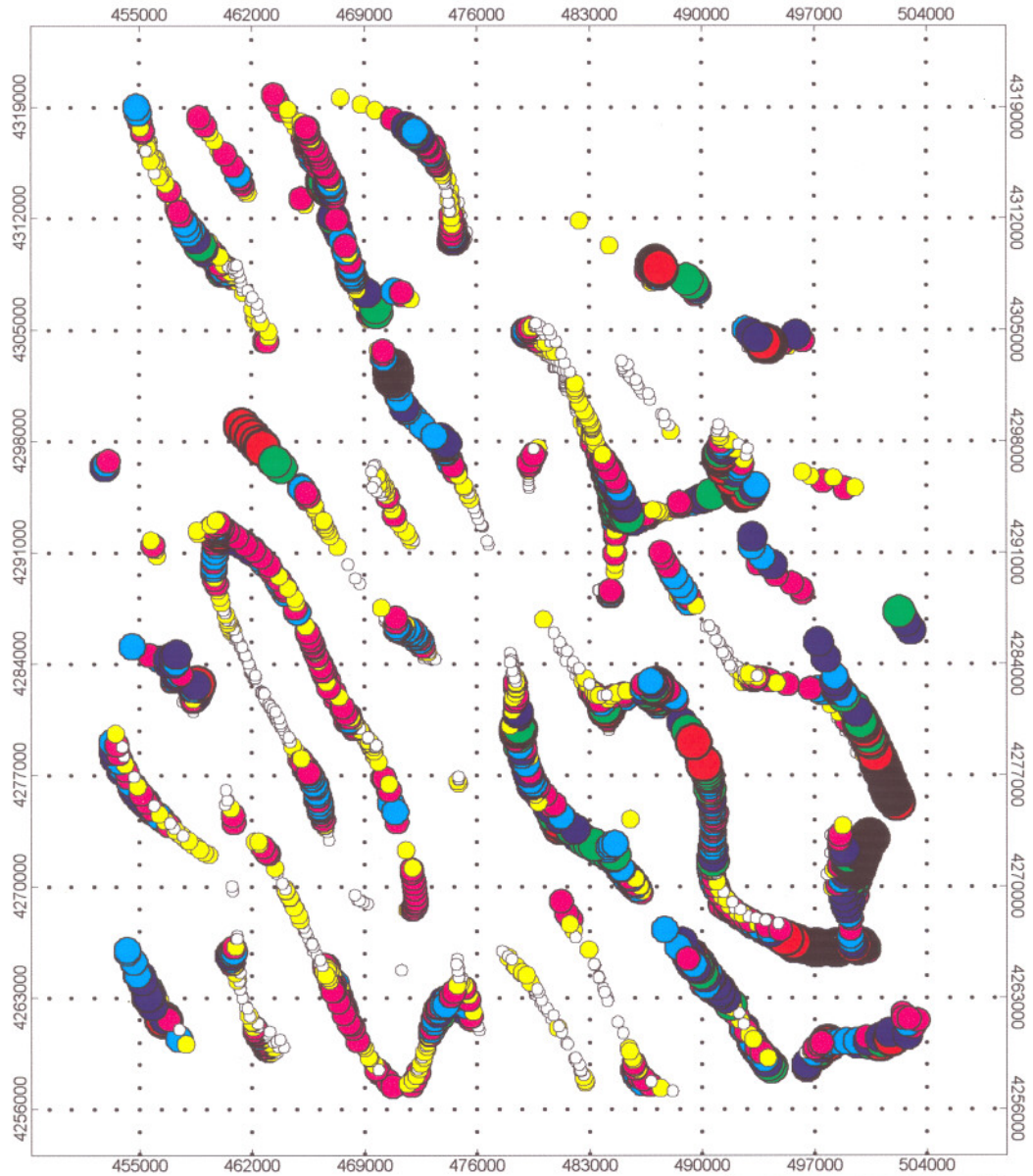


Fig No. : 13

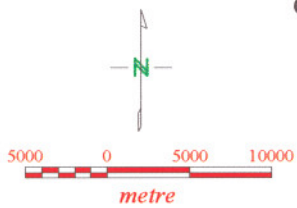
EULER DECONVOLUTION METHOD



Classified Symbol Plot Map

SI=0

Fig No. : 14



| LEGEND | |
|------------------------|-------------|
| Classified Symbol Plot | |
| ○ | > 1900 |
| ● | 1700 - 1900 |
| ● | 1500 - 1700 |
| ● | 1300 - 1500 |
| ● | 1100 - 1300 |
| ● | 900 - 1100 |
| ● | 700 - 900 |
| ● | < 700 |

خطواره L-14 :

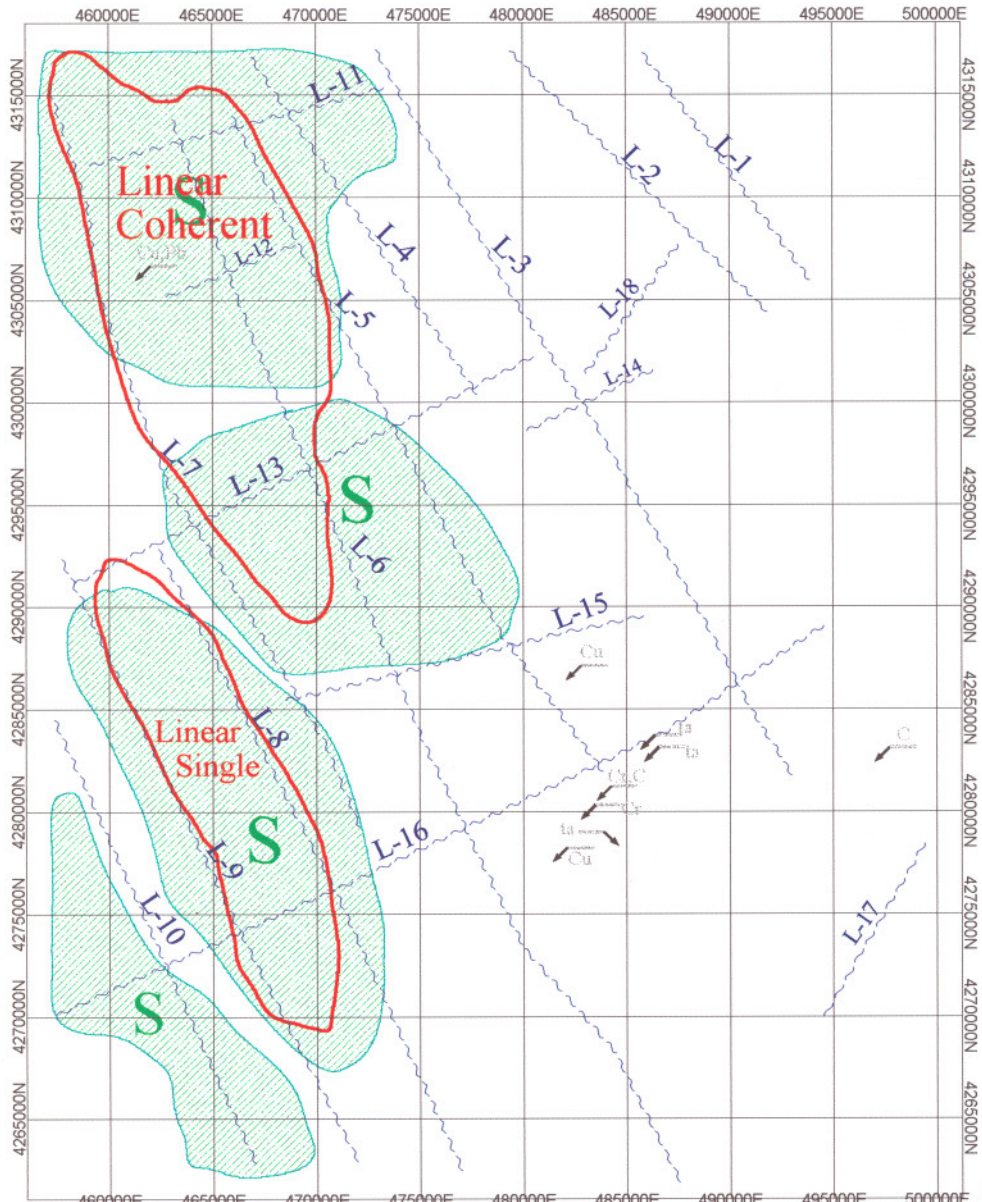
بطول تقریبی ۷ کیلومتر و روند شمال شرق - جنوب غرب سبب جابجایی واحدهای مغناطیسی بصورت چپگرد شده است این خطواره منطبق بر گسل احتمالی آق چای در امتداد آبرفت‌های رودخانه ای می باشد .

۲-۴- نتیجه گیری و پیشنهادات




پس از بررسی و تحلیل شدت کل میدان مغناطیسی منطقه و فیلتراسیون های حاصله نتیجه نهایی در نقشه شماره ۱۵ ارائه گردیده است . در این نقشه محدوده 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 باشد نشان داده شده اند .

بطور کلی نیمه غربی بر گه مورد مطالعه از پتانسیل بالایی برخوردار بوده و دودسته بی هنجاری که بطور خطی در امتداد شمال غرب - جنوب شرق گسترش یافته اند قابل تشخیص می باشد . 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. از آنجایی که داده های مغناطیسی بکار رفته از دقت لازم جهت کار اکتشافی برخوردار نمی باشند . لذا معرفی مناطق امید بخش برای مطالعات تفصیلی منطقی بنظر نمی رسد . بر اساس نقشه تفسیری شماره ۱۵ پیشنهاد می گردد با توجه به اهداف پروژه و لزوم بررسی و ارزیابی داده های لایه های اطلاعاتی مختلف ، میزان انطباق لایه اطلاعاتی ژئوفیزیک هوایی با سایر آنومالی های ژئوشیمیایی ، محدوده های امید بخش دور سنجی (آلتراسیون) ، اطلاعات زمین شناسی (تکتونیک ، سنگ شناسی) بررسی و ارزیابی گردد .

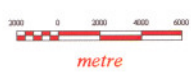
پس از تعیین میزان انطباق بی هنجاریهای ژئوفیزیکی و محدوده توده های نفوذی کم عمق با سایر اطلاعات ، تعداد بی هنجاریهای اولویت دار که منطبق با سایر اطلاعات باشد بعنوان محدوده های امید بخش معرفی گردیده و مورد بازدید مشترک کارشناسان ژئوفیزیک ، ژئوشیمی و اکتشاف قرار گیرد . ق/۱۵



LEGEND

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

AIRBORNE GEOPHYSIC GROUP
 INTERPRETATION MAP
 AREA : KHOY
 Flight Lines Interval : 7.5 Km
 Tie Lines : 40 Km
 Fig No. : 15
 created by : N.Amirmotallebi



منابع

- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ برگه خوی تهیه شده توسط آقایان ج. رادفر و ب. امینی

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 .