

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

تهیه نقشه های مقدمات پتانسیل مواد معدنی در گستره
برگه تسوج با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ با بهره گیری از
سیستمهای اطلاعات جغرافیایی

مجری طرح: مهندس محمد تقی کره ای
تهیه کننده: ناظمه اشرفیان فر

تابستان ۱۳۸۰

به نام خداوند بخشنده مهربان

« فهرست مطالب »

صفحه

عنوان

فصل اول : کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- هدف از بررسی ۱
- ۳-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی آب و هوا ۲
- ۴-۱- ژئومورفولوژی ۲
- ۵-۱- زمین شناسی عمومی ۳
- ۶-۱- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک ۶
- ۷-۱- زمین شناسی اقتصادی ۷

فصل دوم : گرد آوری اطلاعات موجود

- ۱-۲- مقدمه ۷
- ۲-۲- داده های زمین شناسی ۷
- ۳-۲- داده های اکتشافات چکشی ۷
- ۴-۲- داده های ژئوشیمی اکتشافی ۷
- ۵-۲- داده های ژئوفیزیکی ۸
- ۶-۲- داده های دور سنجی ۹
- ۷-۲- گسله ها ۹

فصل سوم : پردازش داده ها و تهیه نقشه های نشانگر

- ۱-۳- مقدمه ۱۱
- ۲-۳- نقشه نشانگر واحدهای زمین شناسی ۱۲
- ۳-۳- نقشه نشانگر ژئوفیزیکی ۱۳
- ۴-۳- نقشه نشانگر ژئوشیمیایی ۱۴
- ۵-۳- نقشه نشانگر گسله ها ۱۴

فصل چهارم : تلفیق نقشه های نشانگر و تهیه نقشه های پتانسیل مواد معدنی با اولویت بندی

۴-۱- مقدمه..... ۱۶

۴-۲- روش وزنهای نشانگر..... ۱۶

۴-۳- نتیجه گیری ۱۷

منابع ۱۸

پیشگفتار :

سپاس خداوند یگانه را که باز در سایه رحمت و برکات خویش ما را بر انجام این مهم موفق گردانیده امید است که خدمتی ناقابل در راه سازندگی کشور اسلامیمان انجام گرفته باشد .

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، برای اهداف مختلف در علوم زمین استفاده می شود و یکی از قابلیت‌های آن رتبه بندی مناطق مورد بررسی برای موارد مختلف از جمله تهیه نقشه های پتانسیل مواد معدنی در ناحیه مورد مطالعه است . برای دستیابی به چنین هدفی از اطلاعات مختلف دورسنجی ، ژئوفیزیکی ، زمین شناسی ، اکتشافات چکشی و ژئوشیمیایی می توان بهره جست . البته به علت اینکه با تلفیق اطلاعات می توان نتایج دقیقتر و مفیدتری نسبت به بررسی تک تک لایه ها بدست آورد ، در اینجا کلیه اطلاعات موجود در مورد منطقه تا زمان نگارش این گزارش با یکدیگر تلفیق شده است و نتیجه آن با نقشه پتانسیل مواد معدنی (غیر فلزی) می باشد .

در اینجا شایسته می دانم از کلیه همکاران محترم در بخشهای مختلف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور اعم از زمین شناسی ، دورسنجی ، ژئوشیمی ، ژئوفیزیک و اطلاعات زمین مرجع و اتاق پلاتر که با مساعدت و راهنمایی و اطلاعات و گزارش های خود ما را رهین منت خویش نموده اند ، سپاسگذاری و تشکر نمایم .

ناظمه اشرفیان فر

تابستان ۱۳۸۰

فصل اول

« کلیات »

۱-۱- مقدمه :

امروزه نگرشی نوین به علوم زمین ، راهی سریعتر جهت نائل آمدن به نتایجی مطلوب و کارآمد را برای پژوهشگران فراهم نموده است . یکی از این روشهای نوین ، سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ (GIS) است که برنامه ای دقیق و تدوین شده برای جمع آوری و مرتب سازی داده های موجود را فراهم می آورد . این سیستم شامل سه مرحله جمع آوری اطلاعات ، پردازش و تفسیر و نهایتاً ترکیب و تلفیق می باشد که سرانجام می تواند در تهیه نقشه پتانسیل معدنی به ما کمک نماید . قابلیت های این سیستم به نحوی ارائه شده اند که کاربر می تواند برای انجام تجزیه و ترکیب مورد نیاز خود از آنها استفاده نماید . بطوریکه امروزه شاهد کارایی این سیستم در زمینه های متنوع علمی و عمرانی شامل راه سازی ، ریل گذاری ، کشف معادن ، ساخت تونل ، جنگل داری ، آبخیز داری ، بررسی لرزه خیزی و ... هستیم . با توجه به همین قدرت تحلیلی بالا و میدان دید وسیعی که در اختیار کاربر گذاشته می شود ، بطور قطع در آینده ای نزدیک این سیستم در زمینه های بیشتری نیز مورد استفاده قرار خواهد گرفت .

۱-۲- هدف از بررسی

امروزه به دنبال پذیرش هر چه بیشتر کاربردها و ویژگیهای سودمند سیستم های اطلاعات جغرافیایی ، جامعه علوم زمین در موقعیتی برای آماده نمودن یک بانک اطلاعاتی جهانی برای پژوهش و تحقیقات سودمندتر قرار گرفته است . برای دستیابی به چنین سیستمی در کشور

نخست می بایست اطلاعات از بخشهای مختلف کشور جمع آوری و رقومی شود که این امر در گرو تلاش مداوم گروههای تحقیقاتی می باشد .

در راستای همین امر ، به دنبال سایر کارهای انجام شده و در حال انجام روی برگه های مختلف ، برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج مورد بررسی قرار گرفته است . هدف این بررسی ، علاوه بر جمع آوری و آماده سازی اطلاعات مختلف ، همچون داده های زمین شناسی ، ژئومورفولوژی ، ژئوفیزیکی ، ژئوشیمیایی و دور سنجی ، تهیه نقشه های پتانسیل مواد معدنی و در نهایت مشخص نمودن نواحی امید بخش این عناصر بوده است . (لازم به ذکر است که به علت نبودن معدن یا حتی اندیس معدنی فلزی قابل توجه در این برگه ، از نهشته های غیر فلزی جهت تلفیق استفاده شده است ، در نتیجه نقشه پتانسیل مواد معدنی حاصله نیز منحصر به مواد معدنی غیر فلزی می باشد) .

۱-۳- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی و آب و هوا

ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج در بین طولهای ۴۵ درجه تا ۴۵ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرضهای ۳۸ درجه تا ۳۸ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی جای دارد . این ورقه خود مشتمل بر چهار برگ نقشه توپوگرافی ۱:۵۰،۰۰۰ به نامهای دیزج دیز ، تسوج ، قره باغ ، شرفخانه است . ورقه فوق از نظر تقسیمات جغرافیایی در استانهای آذربایجان شرقی و غربی قرار دارد .

تسوج	دیزج دیز
شرفخانه	قره باغ

پهنه وسیعی از آن مربوط به بخش تسوج از شهرستان شبستر است. قسمتهای شمالی و شمال غرب آن به حوزه فرمانداری شهرستانهای مرند و خوی و بخش جنوب غربی آن در حوزه فرمانداری سلماس قرار دارد. بزرگترین مجتمع انسانی این ورقه شهر تسوج است.

برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج در شمال باختری ایران و در منطقه آذربایجان قرار دارد از نظر تقسیمات کشوری بیش از نیمی از مساحت آن جزو استان آذربایجان خاوری و نیم دیگر متعلق به آذربایجان باختری است. چون شهر تسوج و بندر شرفخانه به ترتیب از بزرگترین مراکز فراوانی جمعیت در این محدوده است، بهمین علت این ورقه به نام تسوج نامیده شده است. اهالی این منطقه همگی آذری زبان و مسلمان هستند. پیشه اصلی آنها کشاورزی و دامپروری است. قالی بافی از صنایع دستی رایج در روستاهای این منطقه می باشد.

جاده اسفالته تبریز - ارومیه از خاور وارد منطقه شده و پس از گذر از شهر تسوج، بسوی باختر ادامه می یابد. جاده اسفالته تبریز - ماکو نیز از گوشه شمال خاوری آن می گذرد. راه آهن تهران - آنکارا نیز عرض محدوده نقشه را بموازات جاده تبریز - ارومیه می پیماید.

آب و هوا در برگه یک ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج در دشتهای جلگه مانند و در حاشیه شمالی و باختری دریاچه ارومیه و کوهستانها، در زمستان ها سرد و بسیار سرد و در تابستانها معتدل و خنک است. (نقشه ۱) و (نقشه ۲)



نقشه (۲)

۱-۴- ژئومورفولوژی

ورقه تسوج از نظر توپوگرافی، شامل یک رشته کوه اصلی با روند تقریباً شرقی - غربی در شمال ورقه می باشد. در بخش جنوب غربی ورقه نیز یک ناحیه کوهستانی وجود دارد. کوه علمدار با ارتفاع ۲۹۴۰ متر از سطح دریا بلندترین قله این ورقه است و تا اوایل تابستان نیز در آن برف دیده می شود. علاوه بر قله ذکر شده، از قله کوه میشاب، کوه گواتران، کوه سیاه سر، کوه قاطر اوجان، کوه قازان و کوه علی محمد نیز می توان نام برد. تمام قله فوق دارای ارتفاع بیش از ۲۲۵۰ متر از سطح دریا می باشند. حاشیه شمالی ارتفاعات فوق جلگه مرند با ارتفاع کمتر از ۱۲۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد بخشهایی از آن برای کشاورزی بسیار مستعد است. حاشیه جنوبی ارتفاعات فوق نیز دشتی پر آب در جوار دریاچه ارومیه می باشد. ارتفاع آن حدود ۱۳۰۰ متر از سطح دریا است. منطقه جنوب غربی ورقه که به ناحیه قره باغ معروف است. تقریباً به طور کامل کوهستانی است. وجود سنگهای نفوذی مختلف، مجاورت به دریاچه ارومیه و فرسایش، مورفولوژی خاصی به آن بخشیده، بطوریکه با نواحی دیگر اختلاف دارد. در شکل دهی مورفولوژی عمومی منطقه، عوامل مختلف، از قبیل تکتونیک، واحدهای سنگی، فرسایش و رسوبگذاری، نقش عمده را بر عهده دارند. در این میان، با توجه به نوع سنگ نیز می توان ارتفاعات را دسته بندی نمود. بطوریکه بلندترین ارتفاعات ورقه شامل شیلهای کهر می باشند که در آن سنگهای ولکانیکی ریولیت و دیاباز وجود دارد. این ارتفاعات در حاشیه شرقی ورقه دارای گسترش است. دسته دوم شامل شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا و مارنهای تبخیری به سن ائوسن می باشد و ارتفاعات شمال تسوج - چوپانلو را تشکیل می دهد. دسته سوم، توده های نفوذی، بخش جنوب غربی ورقه (ناحیه قره باغ)، دارای سنهای مختلف است. آبراهه

های موجود در دامنه شمالی ، با تشکیل رودخانه های فرعی به قطور چای وصل و وارد دریای

خزر می گردند . بقیه آبراهه ها تماماً به دریاچه ارومیه می ریزند .

۱-۶- زمین شناسی عمومی :

زمین شناسی عمومی از نگاه کلی از نظر رخساره سنگی می توان ورقه تسوج را به سه زون (منطقه) تقسیم نمود .

۱- زون علمدار - میشو

۲- زون شمال تسوج - چوپانلو

۳- زون قره باغ

۱- **زون علمدار - میشو** : این ورقه در شرق ورقه تسوج قرار دارد . در بین دو گسل شرفخانه در جنوب و گسل تسوج در شمال قرار می گیرد . تغییر لیتولوژی در آن زیاد می باشد . رخساره غالب در آن شیل و ماسه سنگهای کهر با سن پرکامبرین است . بر روی آن واحدهای از پالئوزوئیک (سازند زاگون - لالون) ، میلا ، درود ، روته قرار می گیرد . در این زون واحدهایی از سازند الیکا و نایند از مزوزئیک و آهکهای کرتاسه دارای گسترش است . بر روی تمام واحدهای فوق واحدهای جوانتر از کوارترنر و بطور محدود ، ترشیاری قرار می گیرد .

۲- **زون شمال تسوج - چوپانلو** : این زون تمام شمال ورقه و یا بعبارت دیگر بخش اعظم ورقه تسوج را در بر می گیرد . حد جنوبی آن گسل تسوج و حد شمالی آن گسل شمال میشو قرار دارد . روند مجموع ساختها ، گسل ها و لایه ها ، تقریباً شرقی - غربی است . مجموعه رخساره سنگی آن شامل سنگهای تبخیری و تخریبی با سن میوسن می باشد . در

بخش شمالی این زون دمه‌های ولکانیکی، داسیتی و ریوداسیت به سن پلیو - پلیوسن مجموعه سنگهای تخریبی و تبخیری را قطع کرده است.

۳- زون قره باغ: این زون در جنوب غربی ورقه تسوج، به شکل شبه جزیره ای در داخل

دریاچه ارومیه قرار دارد. لیتولوژی آن شامل مجموعه متغیری از سنگهای آذرین به همراه سنگهای دگرگونی می باشد. سنگهای دگرگونی آن گنیس، متاریولیت، آمفیولیت شیبست به سن پرکامبرین، و سنگهای نفوذی آن گرانیت گنایسی، ملاکابرو، دیوریت گابرو به سن پرکامبرین، گرانیت‌های آلکالن به سن بعد از کرتاسه و تعدادی دایک های اسیدی و بازیک جوانتر می باشد. در بخش جنوبی این زون نیز آهکهای پرمین (سازند روته)، آهکهای تریاس (سازند الیکا)، آهک و شیل های نایبند، و شیل و ماسه سنگ شمشک به همراه آهکهای به سن میوسن دارای گسترش است.

روند عمومی ساختهای این ورقه عمدتاً شرقی - غربی می باشد. از مهمترین گسلهای این ورقه می توان گسل تسوج، شرفخانه، چهرگان، مجموعه گسل های به موازات گسل تسوج، گسل واریان، گسل سرخه، گسل کوه قاطر اوچان را نام برد. علاوه بر گسل های فوق که با روند شرقی - غربی می باشند، گسل گدوک کندی با روند تقریباً شمالی - جنوبی از روستای قزلجه تا گدوک کندی و شرق دیزج دیزامتداد دارد. بر اثر عملکرد این گسل ساختهای شمال غرب ورقه دارای روند شمال شرق - جنوب غرب شده است. بخش جنوب غرب منطقه (زون قره باغ) دارای روند مشخصی نیست. در آن مجموعه گسلهای کوچک و بزرگ با روندهای

مختلف دیده می شود که بیانگر فعال بودن این زون از نظر تکتونیکی و فعالیتهای ماگمایی در زونهای گوناگون می باشد .

از نظر چینه شناسی در ورقه تسوج ، سنگهایی از پر کامبرین تا عهد حاضر دارای رخنمون است . نهشته های دگرگون شده پر کامبرین در برآمدگیها (uplifts) دیده می شوند . این نهشته ها توسط نهشته های جوانتر از پر کامبرین تا عهد حاضر احاطه یا پوشیده گردیده اند . نهشته های مذکور که عملاً پی سنگ منطقه را تشکیل می دهند ، شامل مجموعه ای از سنگهای تخریبی - تخریبی ولکانیکی و توده های نفوذی است ، که همگی در حد رخنساره شیست سبز دگرگون شده می باشند که گاه به طور محلی تا رخنساره آمفیبولیت نیز پیش می روند . سازند کهر در شمال خاوری منطقه در کوه علمدار ستبرای شایان توجهی از نهشته های تخریبی ریزدانه مشتمل بر شیل ، شیل ماسه ای و کمتر ماسه سنگ برون زد دارد که دگرگونی خفیفی را تحمل نموده و بیشتر به اسلیت و اسلیتهای کوارتزیتی و بندرت به فیلیت تبدیل شده اند . پایه این رسوبات آشکار نیست و از نظر ساختاری خود هسته یک تاقدیس را ساخته اند . ستبرای بزون زدگی در حدود ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر است .

نهشته های سازند باروت کامبرین در جنوب و باختر کوه علمدار با کنتاکت گسله بر روی سنگهای سازند کهر آرمیده است . نهشته های کهنتر از سازند باروت مانند سازندهای بایندر و سلطانیه که در دیگر مناطق مشخص شده اند در این منطقه برونزد ندارند . گذر سازند باروت با سازند زاگون - لالون تدریجی است . نهشته های سازندهای زاگون - لالون ، در کوه

علمدار ، جنوب رودخانه الماس و شمال رودخانه سیولر ، ردیفی از نهشته های تخریبی با گذر تدریجی بر روی نهشته های باروت قرار می گیرد .

نهشته های سازند میلا روی نهشته های سازند زاگون - لالون در کوه علمدار با همبندی شکسته دولومیت کم ضخامتی (در حدود ۱۰ تا ۱۵ متر) قرار گرفته است ، که در سطح هوازده قهوه ای رنگ می باشد . این دولومیتها اغلب حاوی گرهکهایی از چرت می باشند . هیچگونه فسیلی در آنها یافت نشده است . از نظر موقعیت چینه شناسی و تشابه سنگ شناسی ، شاید بتوان آنها را هم ارز عضو یکم سازند میلا بشمار آورد .

در جنوب رودخانه الماس و کهلیک داغ و نیز در شمال روستای تیل ، بر روی نهشته های سازند باروت با همبندی گسله ، ضخامتی از لایه های آهک ، آهک ماسه ای و شیل جای می گیرد . آهکها بیشتر درشت دانه و بلوری (اسپاری) و کمتر ماسه ای است . بر روی لایه های آهکی یاد شده ستبرایی از شیل و شیلهای سیلتی با هوازدگی سبز کم رنگ تا خاکستری رنگ جای می گیرند که با توجه به رخساره سنگ شناسی و موقعیت چینه شناسی آن ، گمان می رود برابر عضو پنجم سازند میلا به سن اردوویسین باشند .

- نهشته های پرمین ، هم در شمال ورقه و هم در جنوب باختری آن برون زد دارد . ضخامت این نهشته ها نسبتاً زیاد و شامل ماسه سنگهایی مشابه سازند درود در زیر و آهکهایی بمانند سازند روته در رو می باشد . در کوه قره باغ واقع در گوشه جنوب باختری منطقه ، نهشته های پرمین با همبندی گسله بر روی گرانت های قوشچی قرار گرفته اند . این نهشته ها تماماً از آهک و آهکهای دولومیتی تا دولومیت تشکیل شده است که در سطح هوازدگی معمولاً

برنگ خاکستری تیره و گاه روشن پدیدار است. ضخامت این نهشته ها در حدود ۶۰۰ متر برآورد شده است.

- نهشته های وابسته به تریاس، ژوراسیک و کرتاسه در شمال و جنوب باختری منطقه برونزد دارند که خلاصه ای از ویژگیهای زمین شناسی آنها به شرح زیر است:

تریاس: در گوشه جنوب باختری منطقه در باختر کوه قره باغ بر روی نهشته های پرمین به طور هم شیب ستبرایی در حدود ۲۰ تا ۳۵ متر از آهکهای نازک لایه دانه ریز مارنی با میان لایه های نازکی از مارن بطور هم شیب آرام گرفته است. در سطوح لایه بندی این آهکها اثراتی از کرم بجای مانده است.

نهشته های تریاس بالایی، بر روی دولومیت های سازند الیکا به صورت ردیفی رسوبی جای گرفته است که بخش عمده آن از لایه های آهکی درشت شده است این آهکها بیشتر متوسط لایه و خاکستری رنگ می باشند. همراه این آهکها، میان لایه هایی از شیل و ماسه سنگ یافت می شوند. در کوه کهلیک داغ واقع در شمال خاوری منطقه نیز بر روی نهشته های پرمین با همبندی شکسته، ردیفی رسوبی بمانند آنچه که در بالا گفته شد، جای دارد.

ژوراسیک : در شمال باختری روستای باره ، بر روی نهشته های تریاس بالایی (سازند نای بند) ردیفی از سنگهای تخریبی بطور هم شیب و با گذر تدریجی جای گرفته است . این ردیف شامل شیلهای سیلتی - ماسه ای و ماسه سنگ می باشد . همراه این نهشته ها ، لایه هایی از آهکهای تخریبی نیز پدیدار است .

کرتاسه : در خاور بخش شمالی بر گه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج ، در یک زون خرد شده ، بیرون زدهای پراکنده و کوچکی از نهشته های کرتاسه دیده می شوند . بخش زیرین این برونزدها از لایه های آهکی خاکستری رنگی ساخته شده است که بخش بالایی شامل تناوبی از ماسه سنگ و آهک است . بسوی باختر در شمال روستای حیدر آباد ، دوباره نهشته های کرتاسه برونزدگی دارد . این نهشته ها بیشتر از آهک و آهک دولومیتی درست شده و میان لایه هایی از ماسه سنگ و شیل دارد .

- بیشترین گستردگی در سطح منطقه مربوط نهشته های ترشیاری می باشد ، بدینسان که بیش از ۷۰٪ از برونزدهای سنگی موجود در بخش شمالی و حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از برون زدهای موجود در جنوب باختری را نهشته های این دوره پدیدار ساخته اند . این سنگها که به طور دگرشیب بر روی سنگهای کهن تر قرار گرفته اند . عموماً تخریبی و از دریای بسته کم ژرفایی به جای مانده اند که در عهد میوسن بر منطقه حیره بوده است . از ویژگیهای این نهشته ها تغییرات جانبی سریع آنهاست .

کنگلومرهای میوسن شامل لایه های ستر و خوب لایه بندی شده ای از کنگلومرا می باشد که پایه رسوبات میوسن به شمار می آید . این کنگلومرا حدود ۱۰۰ متر ضخامت دارد و در سطح

هوازده قرمز رنگ است . در شمال باختری منطقه ، حد فاصل روستاهای واریان و دیزج دیز ، برونزد دیگری از این کنگلومرا می توان دید که میان لایه هایی از ماسه سنگ درشت دانه قرمز رنگ دارد .

واحدی در شمال باختری منطقه و در خاور روستای دیزج قرار دارد که شامل تناوبی از کنگلومرا ، ماسه سنگ ، شیل و مارن قرمز رنگ می باشد که گهگاه بطور محلی رنگ آن به خاکستری و سبز می گراید و دارای لایه بندی خوبی است و درصد لایه های کنگلومرایی آن از باختر بسوی خاور کاهش می یابد . این واحد تا روستای ولدیان ادامه دارد و جوانترین قلوه های متشکله این کنگلومرا را آهکهای اولیگوسن تشکیل داده اند .

سنگهای آذرین منطقه به دو صورت نفوذی و خروجی دیده می شوند که از جمله سنگهای نفوذی منطقه گرانیت گنایسی است که کهن ترین توده نفوذی منطقه است . این توده در بخش باختری و بین سنگهای پرکامبرین است . گرانیت قوشچی نیز بزرگترین توده نفوذی منطقه می باشد که در بخش جنوب باختری و در بین سنگهای دگرگونه جای گرفته است .

۱-۷- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج، بخشی از منطقه زمین ساختی ایران مرکزی در ادامه شمال باختری زون تکتونیک سنندج - سیرجان را تشکیل می دهد (اشتوکلین ۱۹۶۸) و یا بخشی از زون خوی - ماکو (نبوی ۱۳۵۵) است. نهشته های موجود، شامل برون زدهایی از سنگهای دگرگونه پرکامبرین، رسوبات پلاتفرمی پرکامبرین پایانی - کامبرین، نهشته های برجای مانده از پیش روی دریای پرمین و نهشته های برجای مانده از پیش روی دریای پرمین و نهشته های ژوراسیک - کرتاسه می باشد. روی سری های چین خورده و تغییر شکل یافته فوق، نهشته های نئوژن حاصل از حوضه های پایانی و خشکی قرار می گیرد.

سنگهای پرکامبرین در اثر رخدادی کهن تر از بایکالین بصورت حرارتی، حرکتی دگرگون شده است که مهمترین فاز شناخته شده آن بارخساره شیبست سبز تا آمفیبولیت مشخص می گردد. این سنگها تغییر شکل یافته، چین خورده و توسط توده های نفوذی بویژه گابرویی - دیوریتی گسسته شده است و بخشی از آنها خود نتیجه تفریتهای بخشی مربوط به دگرگونی سریهای مختلف خصوصاً آمفیبولیتها می باشند. به دنبال دگرگونی، چین خوردگی و دگر شکلی سنگهای پرکامبرین و فاز آتشفشانی اسیدی، بخش جنوب باختری بصورت هورست، زمانی طولانی از آب بیرون می آید، ولی در نیمه شمالی دوباره دریا پیشروی نموده و نهشته های تخریبی دانه ریز سازند کهر را به سن پرکامبرین پایانی بر جای می گذارد.

اگر چه نهشته های دگرگونه پرکامبرین در بخش شمالی محدوده مورد مطالعه برونزد ندارد، ولی کمی دورتر در کوه میشو، واقع در ۵ کیلومتری مرز خاوری ورقه، به روشنی دیده می

شود که سازند کهر بر روی سنگهای دگرگونه پرکامبرین قرار دارد، هر چند همبری آنها در هم و به هم ریخته می باشد.

سازند کهر بر اثر فشار حاصل از وزن رسوبات رویی، دگرگونی خفیفی را در حد اسلیت تحمل نموده است. این دریا متناوباً تا اوائل اردوئین بر منطقه چیرگی داشته و نهشته هایی تخریبی کربناتی با رخساره پلاتفرمی بجای گذارده است. نبودن نهشته های سیلورین، دونین و کربونيفر را می توان مدیون فاز کالدونین و احتمالاً هر سی نین دانست، بدین سان که منطقه در اواخر اردوئین بر اثر رخداد کالدونین که احتمالاً تنها بصورت حرکات شاغولی عمل نمود. از آب خارج گردیده و این وضع هم چنان در این محدوده تا اواخر کربونيفر، اوائل پرمین ادامه داشته است. در این زمان دریای پرمین که تقریباً در سراسر ایران زمین پیشروی می نموده بر این محدوده نیز دست می یابد و منطقه دوباره به زیر آب می رود، مگر باریکه هایی از آن که هنوز به صورت هورست بجای مانده است (بمانند سواحل باختری دریاچه ارومیه).

شواهدی از روند و پی آمد فاز هرسی نین در دست نیست، مگر دو برونزد کوچک از توده گرانیتی که با توجه به شواهد موجود در کوه میشو (واقع در ۵ کیلومتری مرز شرقی ورقه)، جایگزینی آن به پس از دونین و پیش از پرمین و به همان فاز نسبت می دهند. رسوبات دریای پرمین بطور ناهمساز^۱ بر روی نهشته های کهن تر آرام می گیرد و دریای مذکور تا وقفه ای کوتاه مدت در آغاز مزوزوئیک همچنان تا اواسط تریاس ادامه یافته و رسوبات کربناتی بجای گذارده است.

در اثر رخداد کیمیرین پیشین رژیم رسوبگذاری از سنگهای کربناتی به سنگهای آواری و رخساره ای دریا کناری تغییر نموده و این وضع تا اواسط ژوراسیک ادامه می یابد. جای گذاردن هم ارزهای سازند نای بند و شمشک نشانگر چین محیط رسوبی است. ضمناً نیمه شمالی منطقه، محدوده واقع در شمال گسل تسوج در پی عمل کرد این فاز از آب بیرون می آید.

از چگونگی حرکات اوائل کرتاسه (کیمیرین پسین)، بعلت محدود بودن رسوبات کرتاسه و نیز گسله بودن همبری آنها، اطلاع چندانی در دست نیست، ولی جایگزینی توده های گرانیت قوشچی را در بخش جنوب باختری، پی آورد فاز لارامین می دانند و می توان جایگزینی آنها را به اوائل پالئوژن نسبت داد.

نبود رسوبات ائوسن - اولیگوسن اظهار نظر در مورد رویدادهای این عهد را دشوار می سازد، هر چند این نبود می تواند پی آمد فاز لارامین باشد.

در اوائل میوسن دوباره دریا با گستردگی زیاد در منطقه پیشروی می نماید و نهشته های تخریبی و گاه کربناتی بجای می گذارد. این نهشته ها که در دریای کم ژرفایی گذاشته شده است، در بخش شمالی منطقه گستردگی زیادی دارد و به صورت دگرشیب بر روی سنگهایی کهن تر آرمیده که خود مبین فاز تکتونیکی اولیگوسن پیشین است.

نهشته های میوسن در اثر فاز اواخر آلپین چین می خورند و تاقدیس و ناودیس های نسبتاً بازی را پدیدار می سازند. که راستای محور آنها شرق شمال شرقی - غرب جنوب غربی است. چین

خوردگی مذکور تا اواخر پلیوسن هم چنان ادامه داشته است که دگرشیبی موجود بین نهشته های مذکور را با رسوبات میوسن مدیون همین فاز می دانند .

گسلهای بی شماری در منطقه وجود دارد که برخی از آنها آبرفتهای دوران چهارم را گسسته و فعال می باشند . شماری از این گسلها خیلی ژرف هستند و ادامه آنها تا پی سنگ نیز کشیده می شود . مهمترین این گسلها عبارتند از : گسلهای تسوج ، میشو ، شرفخانه و قزلچه . گسل تسوج که گسلی سراسری ، ژرف و فعال است که با روندی خمदार از ۵ کیلومتری شمال تسوج و دریاچه ارومیه می گذرد . بخش خاوری گسل مذکور در این منطقه روند شمال خاوری - جنوب باختری دارد و شیب آن به سوی شمال باختری است . سازوکار این گسل فشاری و به گونه برگشتی بوده است . در راستای این گسل نهشته های میوسن ، که در سوی شمال آن جای دارند بر روی نهشته های کواترنر موجود در جنوب آن رانده شده اند . از سنجش نقشه مغناطیس هوایی با نقشه زمین شناسی معلوم می شود که گسله یاد شده گسله ای ژرف است . گسل تسوج ، گسله ای کاری و لرزه خیز می باشد . بدینسان که حدوداً در دو سده اخیر هفت بار زلزله وابسته با آن را تشخیص داده و ثبت نموده اند .

با نگرشی به ادامه فعالیت های تکتونیک ، آتش فشانی ، چشمه های آهک ساز و گرمایی (رسوبات تراورتن) و بالاخره لرزه خیزی منطقه ، هم اکنون دریاچه تکتونیک و خیلی جوان ارومیه نیز در حد فاصل دو گسل تبریز در شمال و گسل زرینه رود در جنوب در همین ایام شکل می گیرد ، که خود مبین فعالیت های تکتونیک خیلی جوان منطقه می باشد .

۱-۸- زمین شناسی اقتصادی

بررسیهای زمین شناسی اقتصادی منطقه توسط بخش اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور صورت گرفته است .

طبق گزارش این گروه از منطقه ، در هر کدام از زونهای علمدار میشو ، زون نسوج - زون قره باغ و زون دریاچه ارومیه ، مجموعه ای از پتانسیل های معدنی و کانیها مورد شناسایی قرار گرفته است .

در زون قره باغ به ۶ مورد پتانسیل باریت برخوردار شده است . در بعضی از اندیسههای فوق به همراه باریت ، سرب و مس نیز وجود دارد . در رسوبات پالئوزوئیک افقی از کوارتزیت (تاپ کوارتزیت ؟) دارای گسترش می باشد که در چندین نقطه بعنوان پتانسیل های مناسب سیلیس می توان آنرا معرفی نمود .

لیتولوژی زون تسوج - چوپانلو مشتمل بر سنگهای تبخیری می باشد . علاوه بر وجود گچ و نمک طعام ، پتاس چوپانلو نیز در این زون قرار دارد . با توجه به وجود پتاس چوپانلو و پتاس قاپلوق (واقع در شمال معدن چوپانلو و خارج از ورقه تسوج) این منطقه دارای پتانسیل پتاس می باشد .

زون قره باغ شامل مجموعه ای از سنگهای دگرگونی پرکامبرین به همراه نفوذ چندین توده نفوذی با سن های مختلف استعداد کانه زایی را به این منطقه بخشیده است . علاوه بر وجود معادن میکا در این ناحیه از رگه های سیلیس ، سنگ ساختمانی و کانه زایی ایلمنیت (تیتان) را می توان اشاره کرد .

دریاچه ارومیه نیز با گسترش وسیع، غلظت بالای شورابه، می تواند یکی از پتانسیل های مهم
کانی های تبخیری (نمک طعام - پتاسیم - سولفات سدیم - کربنات منیزیم) باشد.
در این مطالعات در مجموع به ۶ اندیس باریت، سه معدن نمک، یک اندیس پتاس، دو معدن
گچ، در معدن میکا، ۴ اندیس سیلیس و چندین چشمه آب معدنی، تراورتن، پتانسیل شن و
ماسه، برخورد شده است.

فصل دوم

گردآوری اطلاعات موجود

۲-۱- مقدمه

گردآوری اطلاعات مورد نیاز در تهیه نقشه های پتانسیل معدنی در سیستم اطلاعات جغرافیایی مرحله مهمی محسوب می گردد و معمولاً شامل جمع آوری و شناسایی داده های مورد نیاز و منابع آنها ، جمع آوری و رقومی نمودن داده ها و تشکیل بانک اطلاعاتی از لایه های مختلف می باشد .

گردآوری و آماده نمودن اطلاعات بخصوص زمانیکه اشکالاتی در زمینه استفاده از داده ها موجود باشد بیشترین دقت یک پروژه تحقیقاتی را به خود اختصاص می دهد . از آنجا که بررسیهای بعدی ، در راستای تهیه نقشه یا نقشه پتانسیل مواد معدنی ، بر روی داده های خام اولیه پی ریزی می شود . صحت داده های ورودی و انتخاب کارشناسانه و دقیق آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است . اطلاعاتی که مبنای کار برای تهیه نقشه های پتانسیل کانی سازی غیر فلزی در این پروژه قرار گرفته است عبارتند از : داده های ژئومورفولوژی ، زمین شناسی ، اکتشافات چکشی ، ژئوشیمیائی ، ژئوفیزیک هوایی ، دورسنجی و ساختاری .

۲-۲- داده های زمین شناسی

داده های زمین شناسی یکی از مهمترین لایه های اطلاعاتی در تهیه نقشه های پتانسیل معدنی می باشند که با استفاده از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ تسوج (بوسیله خدابنده و امینی فضل ، ۱۳۷۲) دسترسی به اطلاعات تسوج میسر شد . نقشه (۳) جهت نشان دادن مرزهای سنگ شناختی زمین شناسی حلب می باشد و گسله ها نیز از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ تسوج اقتباس شده است .

GEOLOGICAL MAP OF TASUJ

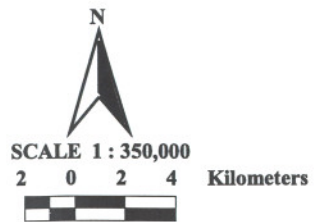
GEOLOGICAL LEGEND

C E N O Z O I C	QUATERNARY		C O N G L O M E R A T E	
	PLIO	QUAT		
	Q4	Q1-Q3	Qc: Salt flat Q4: Recent alluvium Q1: Tashu Q2: Inundation zone Q3: Lake	
	Q1	Q2	Q1: Gravel fans in general Q2: Gravel plain (Dush) and cultivated area Q3: Old terraces / Associated alluvial plain	
	Q2	Q3	Qr: Travertine Qtl: High level terraces	
	PIQ2	PIQ1	PIQ2: Volcanic breccia, tuff and conglomerate PIQ1: Volcanic domes / dacite and rhyodacite	
	PIc		PIc: Conglomerate	
M O C E N E	Mm3	Mm2	Mm3: Red marl Mm2: Alternations of conglomerate and marl	
	Mm1	Mm2	Mm1: Alternations of shale, sandstone and conglomerate Mm2: Alternations of shale, sandstone and conglomerate	
	Mm2	Mm1	Mm2: Conglomerate with intercalation of sandstone Mm1: Alternations of sandstone, shale and conglomerate	
	Mm3	Mm2	Mm3: Sandstone with intercalations of red shale Mm2: Shale, sandstone, marl with intercalations of limestone	
	Mm1	Mm2	Mm1: Conglomerate, limestone argillaceous limestone Mm2: Grey limestone	
	Mm2	Mm1	Mm2: Grey limestone Mm1: Oypman	
	Mm3	Mm2	Mm3: Shale marl / red sandstone, with intercalations of lat., Cgl. and Oypman Mm2: Red gypsumiferous marl	
	Mm1	Mm2	Mm1: Shale with intercalations of red sandstone Mm2: Shale with intercalations of variegated sandstone	
	Mm2	Mm1	Mm2: Limestone, pale grey to white Mm1: Grey silty marl, with intercalations of sandstone, limestone, conglomerate and Oypman	
	Mm3	Mm2	Mm3: Alternations of conglomerate, sandstone and shale Mm2: Conglomerate with intercalations of sandstone	
	Mm1	Mm2	Mm1: Lateral conglomerate Mm2: Conglomerate with intercalations of marl and red sandstone	
	M E S O Z O I C	K1		K1: Limestone, sandstone, and shale
		Jc		Jc: Slate and sandstone (SHESHAK FORMATION)
		TR2		TR2: Limestone with intercalations of shale of shale and sandstone (NAYBAND FORMATION equivalent)
TR1			TR1: Thin bedded marly limestone TR2: Dolomite and dolomitic limestone } (ELIKA FORMATION)	
Pr			Pr: Limestone, dolomitic limestone and dolomite (KUTHEH FORMATION)	
Pd			Pd: Red sandstone (DOROD FORMATION)	
Cm			Cm: Triassic, brown limestone, shale and marl } (MLA FORMATION)	
Cd			Cd: Brown dolomite	
Cc			Cc: Shale and sandstone (ZAGUN-LALUN FORMATION)	
Ct			Ct: Silt and sandstone with intercalations dolomite and limestone (BARUT FORMATION)	
P A L E O Z O I C	Pck		Pck: shale and sandstone (KAHAR FORMATION)	
	PCr		PCr: Rhyolite and rhyodacite	
	PCd		PCd: Diabase and aplitic diabase	
	PCg		PCg: Gneiss meta-rhyolite and schist	
	PCab		PCab: Biotite amphibole schist in association with gneiss	

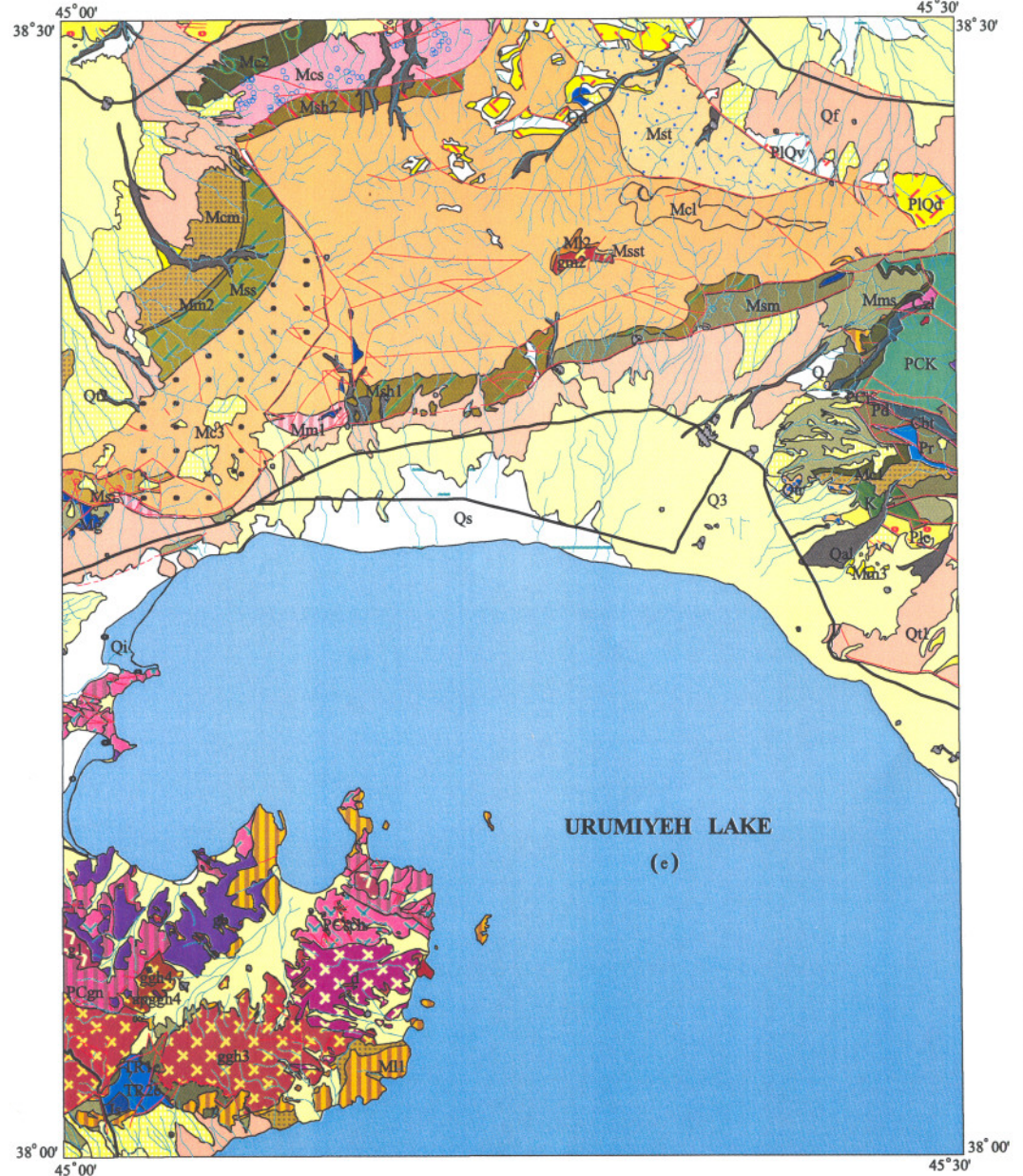
INTRUSIVE ROCKS

gggh4	Aplitic granite	Ghooski Granite (Post Cretaceous)
ggd4	Ornate	
ggh3	Alkaline granite	(Precambrian?)
gm2	Mishow granite, (Pre-Permian)	
d	Diorite dioritic gabbro	
gh	Meta gabbro, gabbro and dioritic gabbro, (Meta gabbro)	
g1	Granite gneiss (Precambrian)	

- First Class Road
- Faults
- River drainage
- Town and Village



GIS GROUP



۲-۳- داده های اکتشافات چکشی و متالوژی

توزیع فضایی شاخص های معدنی و معادن و نهشته های ارزشمند از نظر اقتصادی ، بنای با ارزشی برای تهیه نقشه های نشانگر می باشد . نقشه (۴) پراکندگی اندیسهای معدنی با ارزش غیر فلزی در منطقه را با مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ نشان می دهد ، لازم به ذکر است که در اینجا تنها از نهشته های غیر فلزی منطقه برای مدل سازی استفاده شده است زیرا طبق بررسیهای گروه اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ، کانی زایی فلزی منطقه در حد قابل قبولی جهت انجام مدل سازی و تلفیق نمی باشد .

۲-۴ - داده های ژئوشیمی اکتشافی

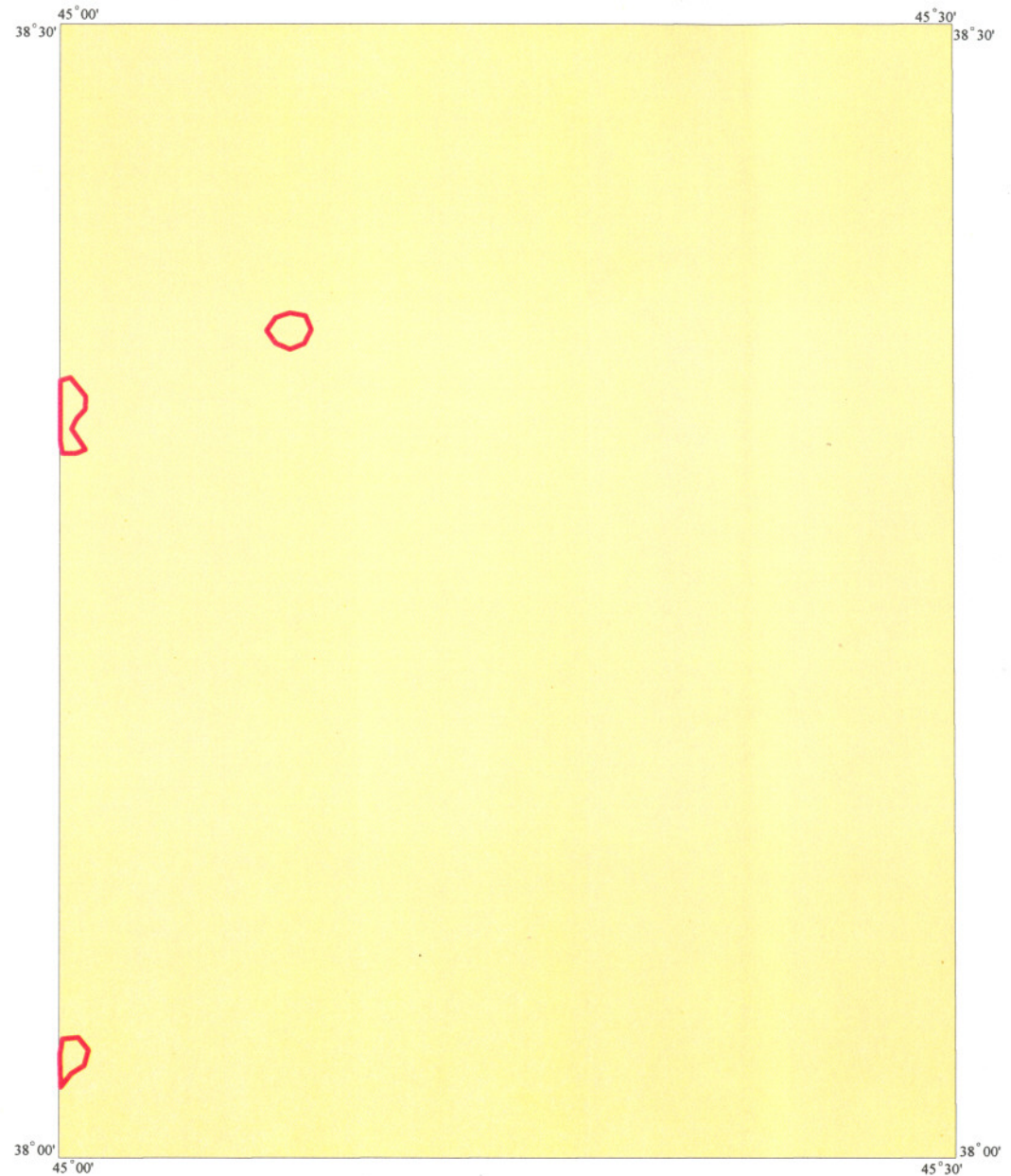
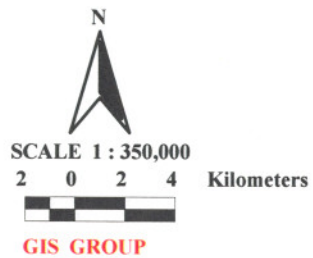
این گروه داده ها به صورت محدوده های ناهنجار ژئوشیمیایی برای عناصر روی ، سرب ، نقره ، کرم ، بیسموت ، مس ، آرسنیک ، آنتیموان ، قلع ، باریوم ، جیوه و تنگستن می باشد . در اینجا ما با توجه به داده های اکتشاف چکشی ، تنها آنومالی عنصر باریوم را مورد استفاده قرار داده ایم .

نقشه (۵)

GEOCHEMICAL DATA OF TASUJ

LEGEND

 Ba anomaly



۲-۵- داده های ژئوفیزیکی

در این بخش از داده های مغناطیس سنجی هوایی بخش ژئوفیزیک سازمان زمین شناسی و

اکتشافات معدنی کشور استفاده شده است. این داده ها شامل موارد زیر می باشد:

(۱) شدت کل میدان مغناطیسی (Total magnetic intensity) نقشه (۶)

(۲) برگردان به قطب (Reduction to magnetic pole) نقشه (۷)

(۳) سیگنال (Analytic signal) نقشه (۸)

(۴) گسلهای ژئوفیزیکی که با بافر نمودن آنها، می توان لایه مهمی جهت انجام مراحل تلفیق

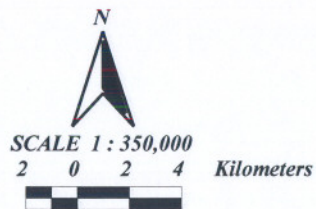
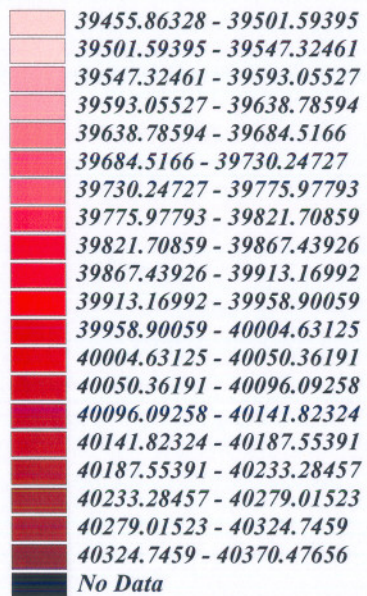
بدست آورد. نقشه (۹)

لازم به ذکر است، در اینجا علی رغم اینکه تلفیق داده ها جهت ذخایر غیر فلزی منطقه صورت می گیرد، به علت فراوانی ذخایر باریت در قسمتهایی از برکه و توجه به این موضوع که باریت می تواند احتمالاً سنگ میزبان ذخایر سرب و روی نیز باشد، از اطلاعات ژئوفیزیک هوایی استفاده گردیده و از گسله های عمیق ژئوفیزیک هوایی نیز جهت تشخیص گسله های احتمالی زیر رسوبات و آبرفتها استفاده شده است.

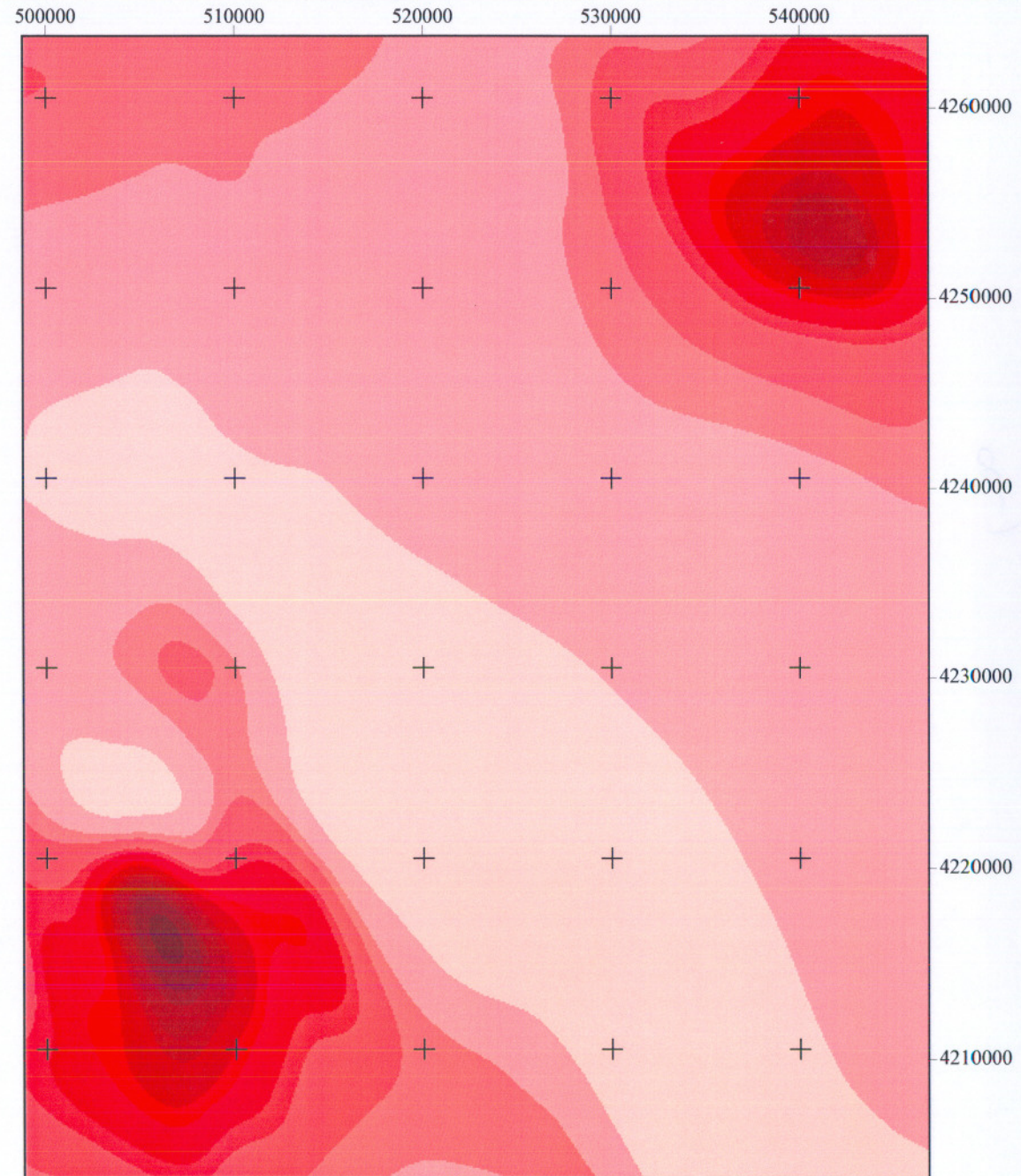
AEROMAGNETIC MAP OF TASUJ

Total Magnetic Intensity

LEGEND



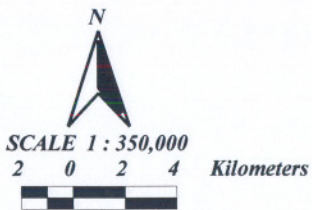
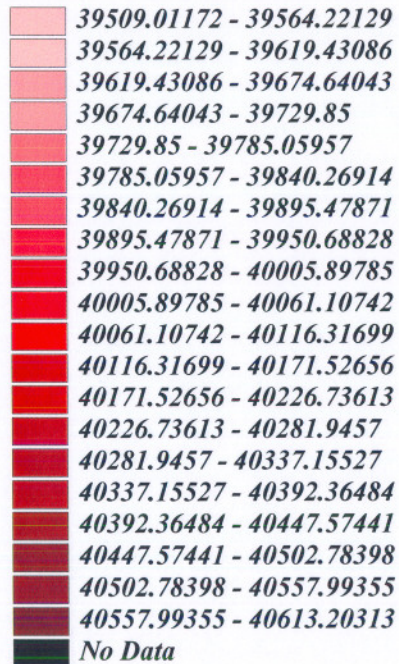
GIS GROUP



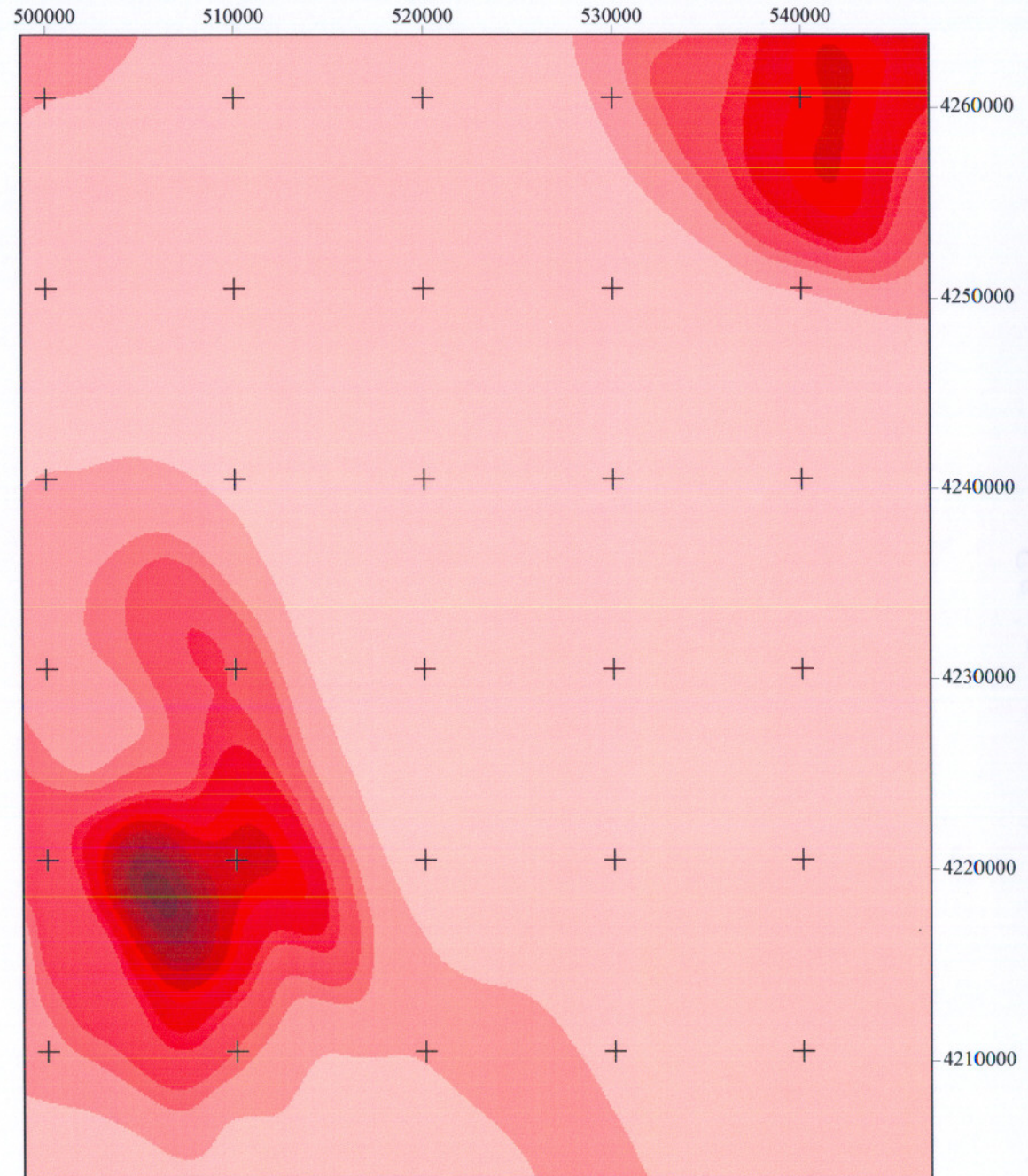
AEROMAGNETIC MAP OF TASUJ

Reduction To Magnetic Pole

LEGEND



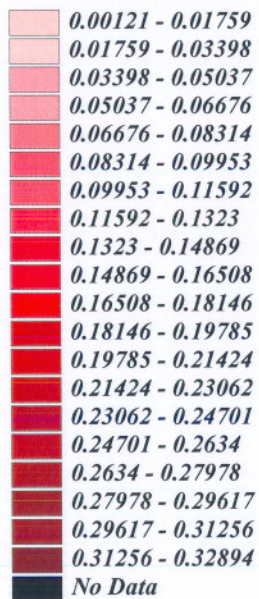
GIS GROUP



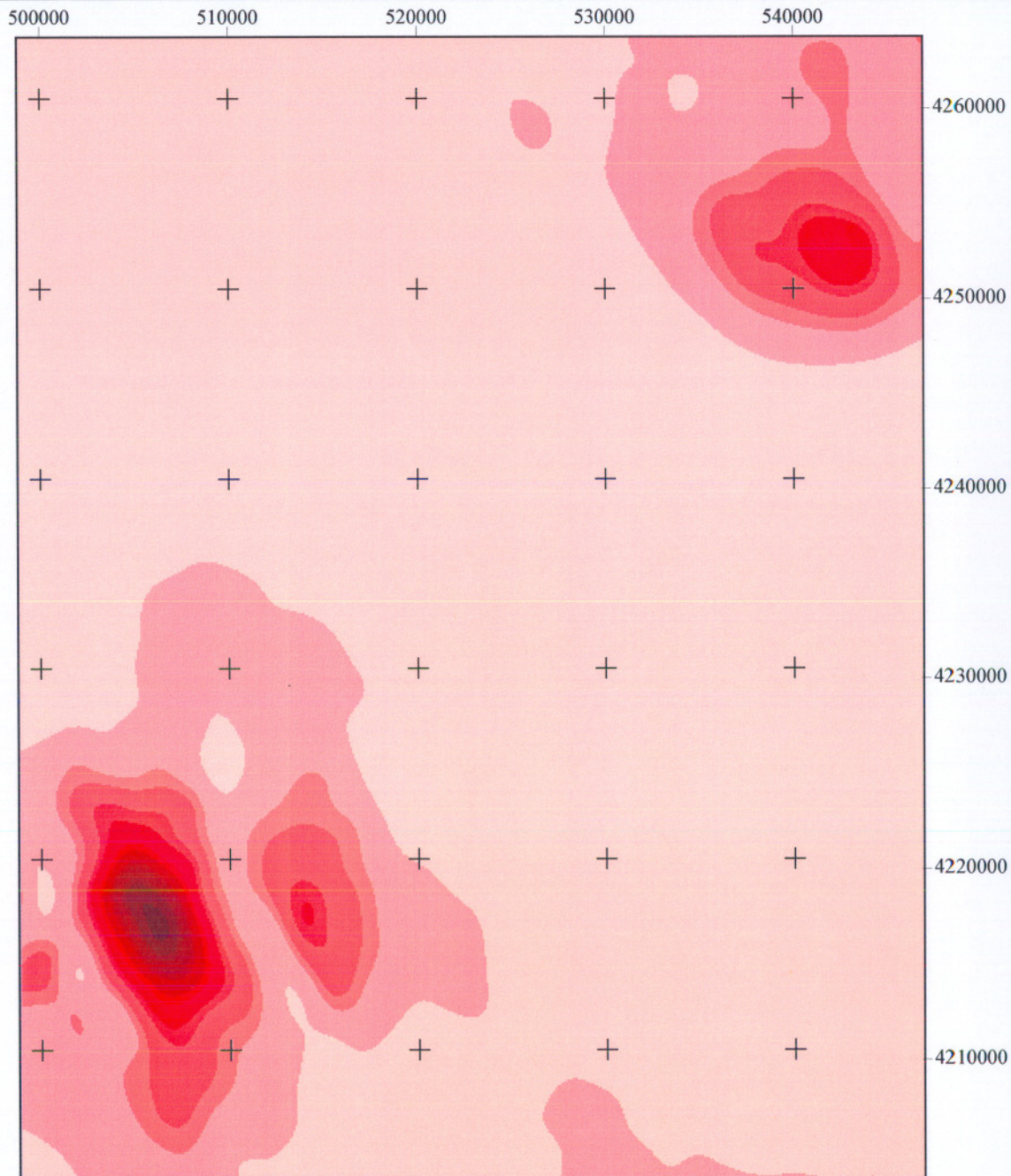
AEROMAGNETIC MAP OF TASUJ

Analytic Signal

LEGEND



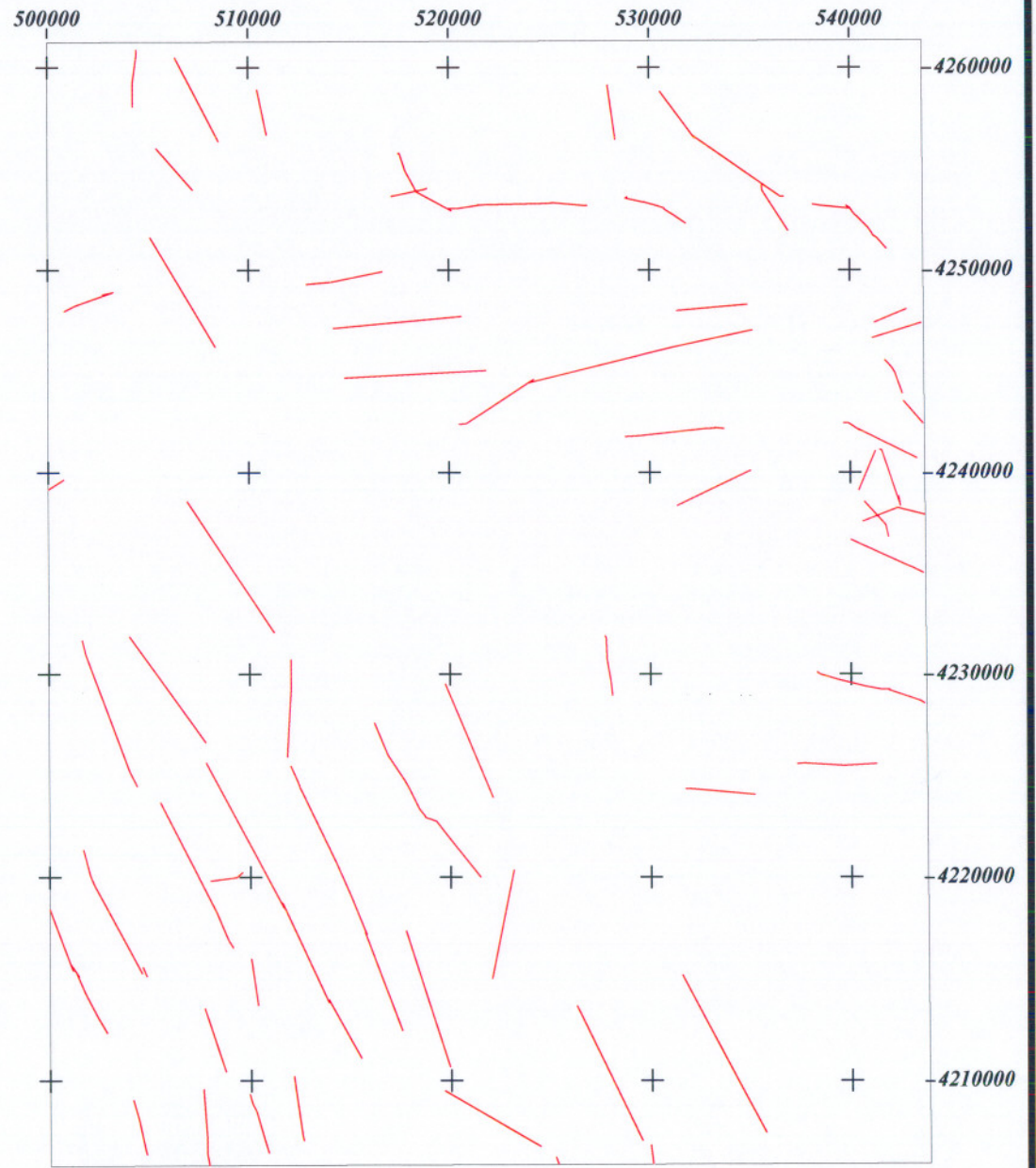
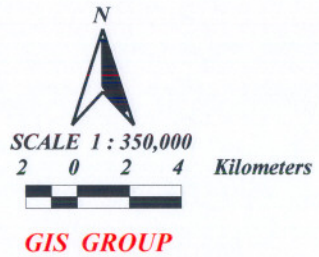
GIS GROUP



FAULTS OF TASUJ
(Interpreted From Magnetics)

LEGEND

 **Faults**



۲-۶- داده های دور سنجی

داده های دورسنجی منطقه شامل انواع گسلها (اصلی ، فرعی ، امتداد لغز و تراستی) با استفاده از تصویر ماهواره ای لندست (TM) تهیه گردیده است (نقشه ۱۰) و تصویر تسوج شامل باندهای 1 : B , 3 : G , 5/2 : R ورقه تسوج می باشد . (نقشه ۱۱)

۲-۷- گسله ها

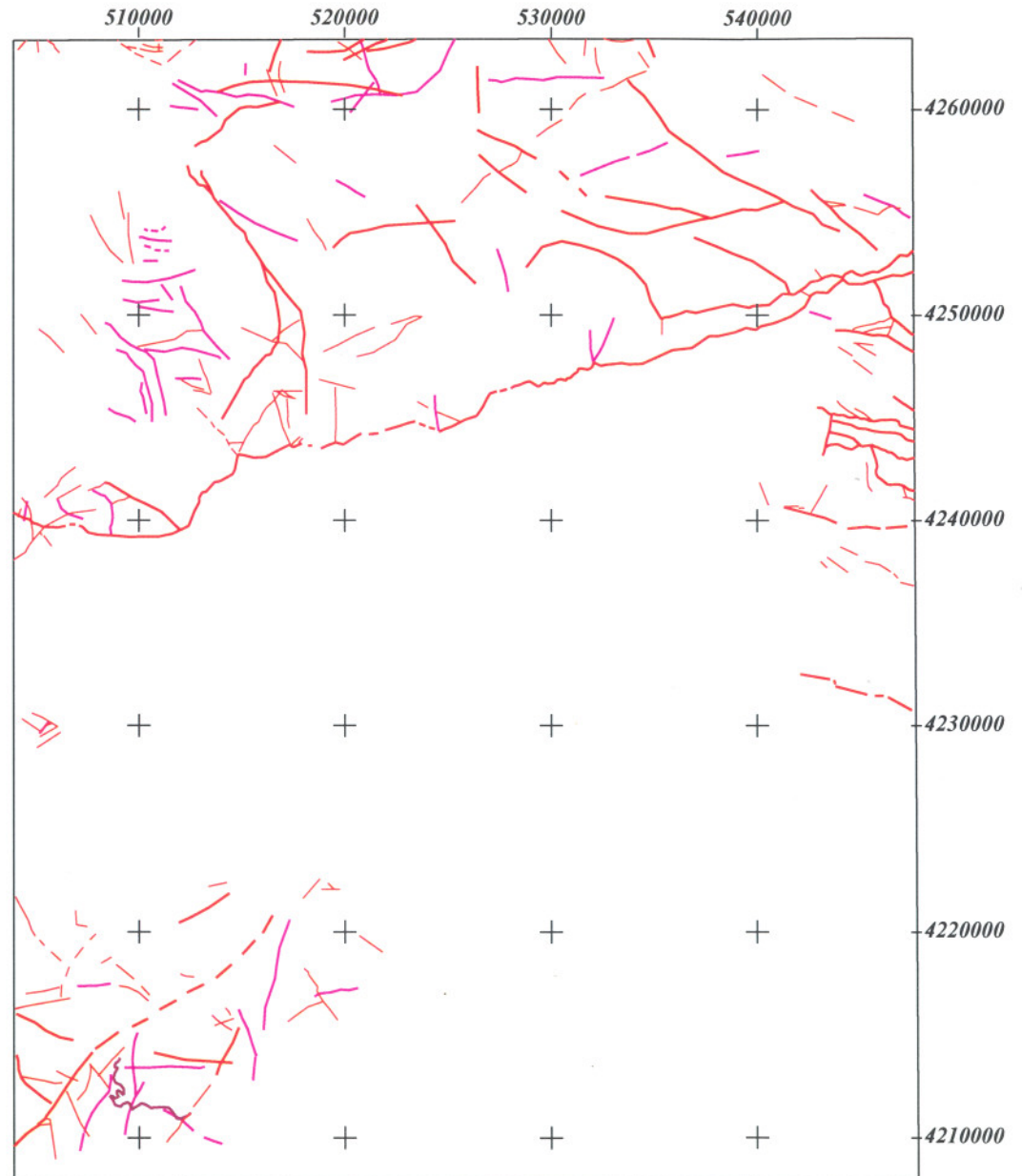
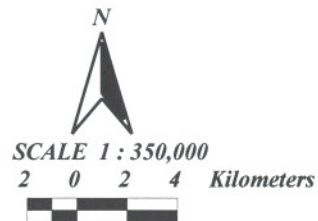
نقش گسله ها و عوارض خطی در ایجاد نهشته های ارزشمند بر متخصصین علوم زمین پوشیده نیست ، به همین جهت گسله های نتیجه شده از بررسیهای دور سنجی و نقشه زمین شناسی منطقه نیز در یک لایه مورد استفاده قرار گرفته اند و این یک لایه اطلاعاتی مهم در مدلسازی محسوب می گردد .

گسله های ژئوفیزیکی نیز همانطور که قبلاً ذکر شد ، جداگانه برای تلفیق و مدلسازی استفاده می شود زیرا در این منطقه به علت شرایط خاص اقلیمی و زمین شناسی و وجود ذخایر قابل توجهی از تبخیرها در مناطق مختلف بر گه ، استفاده از گسله های ژئوفیزیکی به طور جداگانه مناسبتر می باشد .

Faults Of Tasuj
(Interpreted From LANDSAT TM)

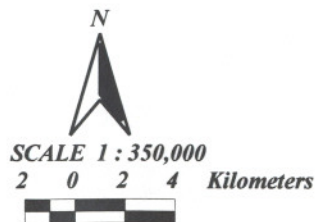
LEGEND

-  Major Fault
-  Minor Fault
-  Thrust Fault
-  Strike Slip Fault



**SATELLITE PHOTOMAP
OF
TASUJ**

**LANDSAT TM
BANDS 5/2,3,1
AS RGB**



فصل سوم

پردازش داده ها و تهیه
نقشه های نشانگر

به دنبال جمع آوری داده های مورد نیاز در یک پروژه سیستم اطلاعات جغرافیایی که در فصل گذشته اشاره شد، این اطلاعات می بایست مورد پردازش قرار گیرند. منظور از پردازش داده ها، نگاهی جهت دار به هر دسته از داده هاست که به موجب آن بتوان نقش سودمند آن گروه از اطلاعات را در مسیر دستیابی به هدف نهایی، استخراج نمود. بدیهی است که نتیجه این بررسیها قابل نمایش بصورت نقشه ای خواهد بود که به آن نقشه نشانگر اطلاق می شود. بنابراین برای هر سری از داده ها، بر اساس هدف مورد نظر می توان یک یا چند نقشه نشانگر داشت. از آنجا که از تلفیق نقشه های مذکور در نهایت نقشه پتانسیل مواد معدنی حاصل می شود، لذا هر چه این نقشه های نشانگر با دقت بیشتر و روشهای مناسب تری تهیه کردند، نقشه نهایی نیز از دقت بالایی برخوردار خواهد بود.

نقشه های نشانگر می توانند هم به صورت دوتایی^۱ (دارایی دو کلاس) و یا به صورت چند کلاسی^۲ تهیه شده و مورد استفاده قرار گیرند. منظور از نقشه های دویایی این است که مناطق با ارزش مورد نظر با کلاس ۱ و مناطق دیگر با کلاس صفر مشخص می شوند، اما در نقشه های چند کلاسی، عوارض می توانند از گستره ارزش دار وسیعتری برخوردار باشند. محاسبه وزنه های مربوط به هر نقشه نشانگر (یا کلاسهای آنها) می تواند با تکیه بر داده های موجود یا تکیه بر نظر مشخص متخصص و یا ترکیبی از هر دو صورت گیرد که در هر مورد روشهای مختلفی برای وزن دادن وجود دارد (بونم کارتر، ۱۹۹۴).

1- binary
2- multi - class

در این بررسی هم با استفاده از روش آماری وزنه‌های نشانگر^۱ (بونم کارتر، ۱۹۹۴) و هم بر پایه اطلاعات موجود و استفاده از نظرات متخصصین رشته‌های مختلف، نقشه‌های نشانگر مورد نظر تهیه شده‌اند و از آنجا که تفسیر و تلفیق نقشه‌های نشانگر دوتایی ساده و واضح است، لذا اساس کار بر روی این نوع نقشه‌ها گذاشته شده است.

۳-۲- نقشه های نشانگر واحدهای زمین شناسی

از دانسته های بسیار سودمند در بررسیهای اکتشافی مواد معدنی، آگاهی به واحدهای سنگ شناختی منطقه و در کنار آن، آگاهی به نوع کانسارهای شناخته شده و ژنز آن می باشد. هر چه این اطلاعات دقیقتر باشد، امکان انتخاب و ارزش دادن به واحدهای سنگ شناختی در پیگردهای اکتشافی صحیح تر خواهد بود. برای وزن دادن به واحدهای سنگ شناختی منطقه از نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ تسوج و توزیع مکانی تعدادی از نقاط معدنی شناخته شده که برای کار ما ارزشمند بودند و از میان نقاط معدنی منطقه انتخاب شدند استفاده شده است و با بهره گیری از روش آماری وزنهای نشانگر همانطور که در جدول (۱) دیده می شود وزنهای $W_{(-)}$ و $W_{(+)}$ و کنتراست (Contrast) برای کلاسهای مختلف محاسبه شده است. (مساحت سلول واحد ۱ کیلومتر مربع در نظر گرفته شده است).

به طور کلی مقادیر مثبت وزنهای محاسبه شده، نشانگر این مطلب می باشد که نقاط مورد نظر بیش از حد اتفاقی داخل کلاس مورد نظر از نقشه قرار گرفته است و برعکس، مقادیر منفی وزنهای منفی محاسبه شده، نشان می دهند که نقاط، کمتر از حد معمول در آن کلاس خاص از نقشه قرار دارند و کنتراست که از تفاضل این دو وزن بدست می آیند $[C = (W_{+}) + (W_{-})]$ معرف وضعیت کلی همراهی نقاط مورد نظر با کلاسهای مختلف نقشه می باشد. بنابراین با وزن دار کردن کلاسها می توان به واحدهایی دست یافت که بیشترین ارتباط را با نقاط نشان می دهند.

لازم به ذکر است که اگر چه مقادیر واقعی وزنها و کنتراست، زیاد تحت تأثیر مساحت سلول واحد انتخاب شده نیستند، اما به مناطق انتخابی مورد مطالعه بسیار حساس می باشند به طوریکه با

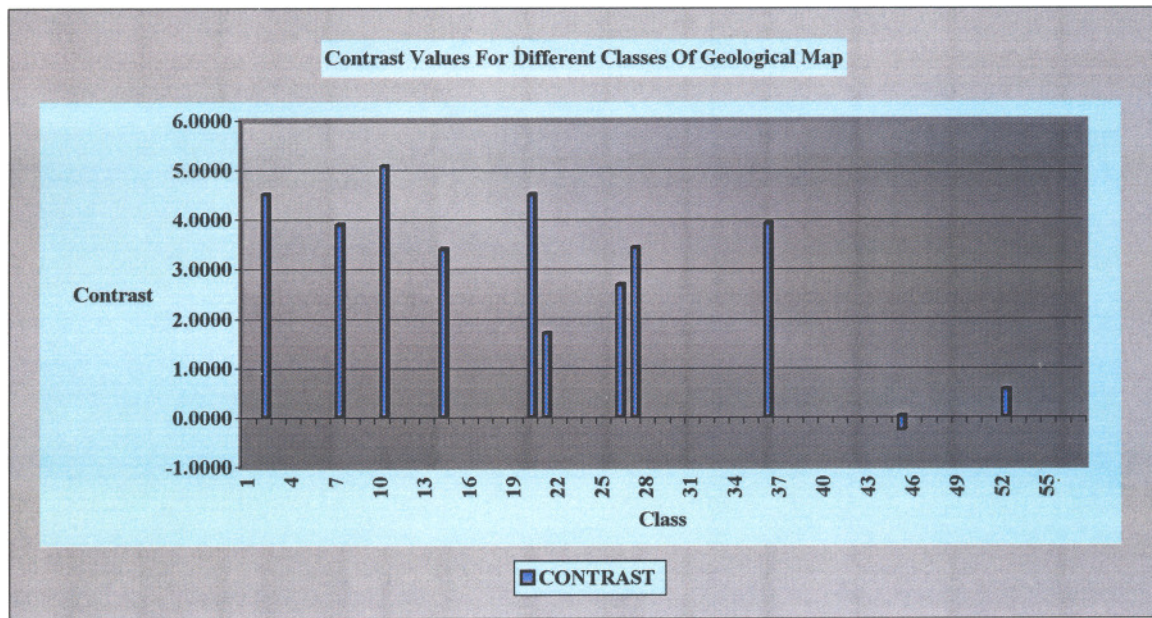
کوچکترین تغییر در مرز مناطق و یا مکان قرار گیری نقاط مورد استفاده ، ممکن است وزنها شدیداً تغییر نمایند . لذا می بایست وابستگی نتایج حاصل به این عوامل در تفسیرهای نهایی مد نظر قرار گیرد .

برای تهیه یک نقشه نشانگر زمین شناسی با ارزش دوتایی با استفاده از وزنها بدست آمده (جدول ۱) به تمامی واحدهایی که بیشترین ارتباط را با نقاط نشان می دهند یک ارزش بالای یکسان و به سایر واحدها یک ارزش پایین یکسان داده شده است و در نتیجه به صورت نقشه (۱۲) مشاهده می شود .

جدول (1)

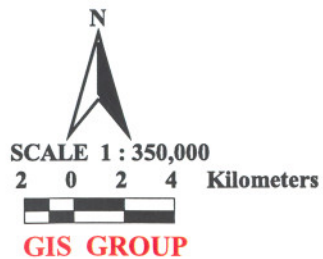
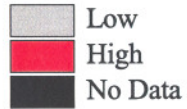
CLASS	CLASS	S_VALUE	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	apgh4	apgh4	0.0800	0.0800	0							
2	Cbt	Cbt	5.0200	5.0200	2	4.3777	0.9117	-0.1041	0.2366	4.4818	0.9419	4.7584
3	Cm	Cm	0.2600	0.2600	0							
4	Czl	Czl	0.7600	0.7600	0							
5	d	d	17.7700	17.7700	0							
6	e	e	939.0400	939.0400	0							
7	gl	gl	3.6400	3.6400	1	3.8190	1.1742	-0.0502	0.2303	3.8692	1.1966	3.2335
8	gb	gb	21.7300	21.7300	0							
9	ggh3	ggh3	49.8100	49.8100	0							
10	ggh4	ggh4	3.7100	3.7100	2	4.9464	1.0415	-0.1046	0.2366	5.0511	1.0681	4.7292
11	gm2	gm2	2.2800	2.2800	0							
12	Js	Js	0.9100	0.9100	0							
13	K	K	3.4700	3.4700	0							
14	Mc1	Mc1	5.3200	5.3200	1	3.3265	1.1097	-0.0495	0.2303	3.3760	1.1334	2.9787
15	Mc2	Mc2	10.5900	10.5900	0							
16	Mc3	Mc3	65.8100	65.8100	0							
17	Mcl	Mcl	8.9100	8.9100	0							
18	Mcm	Mcm	26.0100	26.0100	0							
19	Mcs	Mcs	27.8000	27.8000	0							
20	Mg	Mg	2.4400	2.4400	1	4.4251	1.3017	-0.0507	0.2303	4.4758	1.3219	3.3858
21	MI1	MI1	24.3300	24.3300	1	1.6400	1.0212	-0.0415	0.2303	1.6816	1.0469	1.6063
22	MI2	MI2	1.0900	1.0900	0							
23	Mm1	Mm1	4.4800	4.4800	0							
24	Mm2	Mm2	1.8800	1.8800	0							
25	Mm3	Mm3	1.3200	1.3200	0							
26	Mms	Mms	32.3300	32.3300	3	2.5098	0.6062	-0.1503	0.2434	2.6600	0.6532	4.0723
27	Ms	Ms	5.2000	5.2000	1	3.3547	1.1127	-0.0495	0.2303	3.4042	1.1363	2.9959
28	Msh1	Msh1	18.8800	18.8800	0							
29	Msh2	Msh2	8.7100	8.7100	0							
30	Msm	Msm	14.3300	14.3300	0							
31	Mss	Mss	20.8100	20.8100	0							
32	Msst	Msst	264.5500	264.5500	0							
33	Mst	Mst	41.0400	41.0400	0							
34	PCd	PCd	0.1300	0.1300	0							
35	PCgn	PCgn	22.9700	22.9700	0							
36	PCK	PCK	21.2500	21.2500	5	3.6111	0.5114	-0.2809	0.2590	3.8920	0.5733	6.7893
37	PCr	PCr	0.0300	0.0300	0							
38	PCsch	PCsch	17.0600	17.0600	0							
39	Pd	Pd	0.3600	0.3600	0							
40	Ple	Ple	8.0500	8.0500	0							
41	PIQd	PIQd	15.6300	15.6300	0							
42	PIQv	PIQv	6.2900	6.2900	0							
43	Pr	Pr	15.4100	15.4100	0							
44	Q	Q	3.9500	3.9500	0							
45	Q3	Q3	308.0200	308.0200	2	-0.2407	0.7094	0.0307	0.2367	-0.2714	0.7479	-0.3629
46	Qal	Qal	27.6600	27.6600	0							
47	Qd	Qd	10.5500	10.5500	0							
48	Qf	Qf	140.1800	140.1800	0							
49	Qi	Qi	8.2700	8.2700	0							
50	Qs	Qs	69.3300	69.3300	0							
51	Qt1	Qt1	34.0300	34.0300	0							
52	Qt2	Qt2	73.3800	73.3800	1	0.5079	1.0069	-0.0207	0.2303	0.5286	1.0329	0.5118
53	Qtr	Qtr	1.6800	1.6800	0							
54	TR1e	TR1e	0.2000	0.2000	0							

55	TR2e	TR2e	2.8100	2.8100	0							
56	TRn	TRn	3.9600	3.9600	0							
57		Missing	1.9400	1.9400	0							

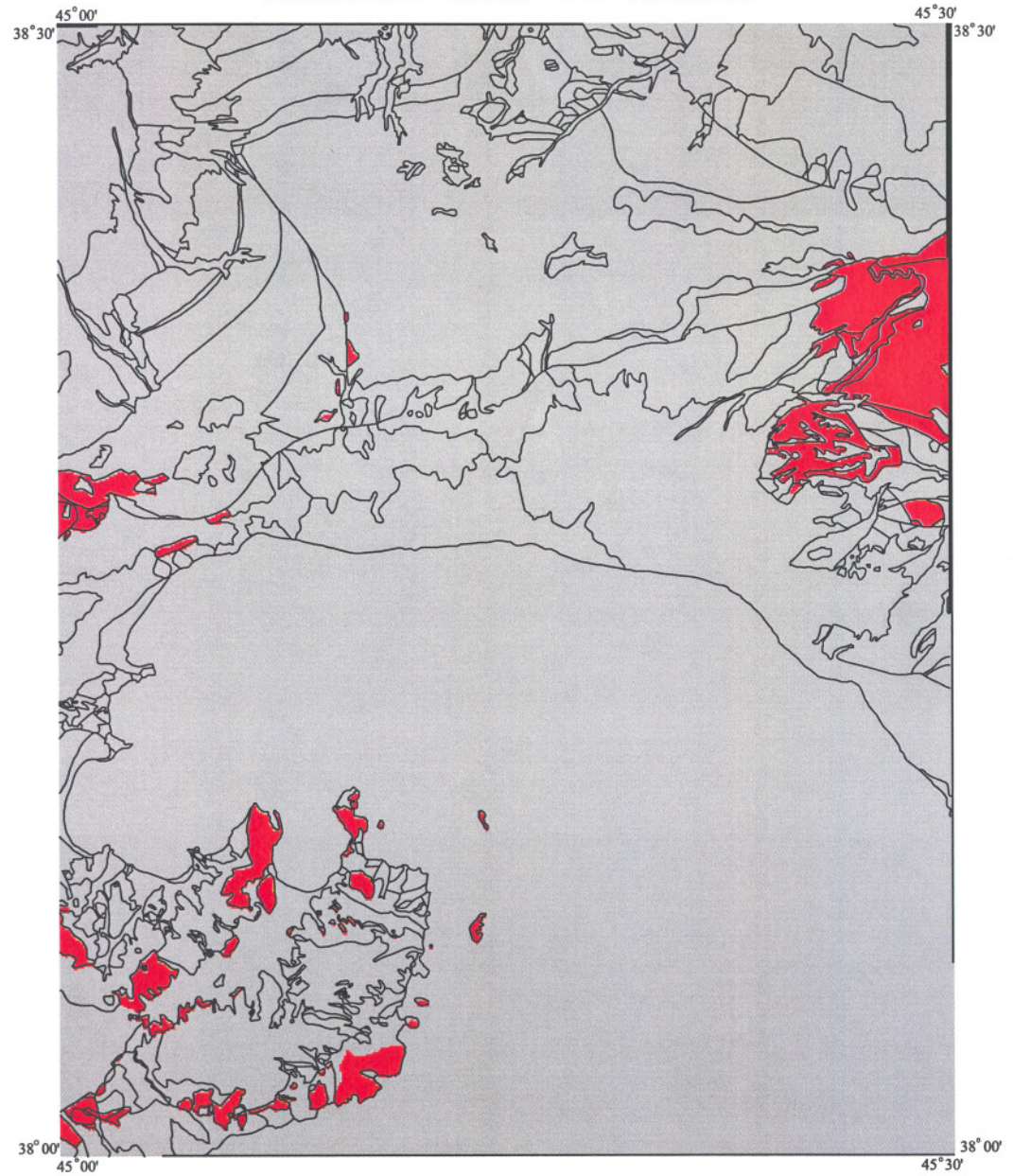


BINARY MAP OF GEOLOGY

LEGEND Spatial Assosiation



BINARY MAP OF TASUJ



۳-۳- نقشه نشانگر ژئوفیزیکی

همانطور که در فصل قبل اشاره شد، از جمله داده های ژئوفیزیکی مورد استفاده در مراحل انجام کار، نقشه های شدت کل میدان مغناطیسی، سیگنال، برگردان به قطب بوده است. برای هر سری از داده ها، ابتدا با استفاده از روش آماری وزنهای نشانگر، وزنهای $W_{(-)}$ و $W_{(+)}$ و کتراست محاسبه شده است (جدول ۲-a,b,c). سپس با تعیین و انتخاب واحدهای ارزش دار نقشه ای دوتایی از هر سری از داده ها بدست آمده است.

تمامی این نقشه های دوتایی نیز با استفاده از روش OR منطق بولی با هم ترکیب شده اند و بصورت یک نقشه نشانگر واحد دوتایی در آمده اند (نقشه ۱۳). همانطور که در نقشه مذکور مشاهده می شود، مناطق مشخص شده با رنگ قرمز، حدودی را نشان می دهند که بیشترین انطباق را با نقاط معدنی داشته اند.

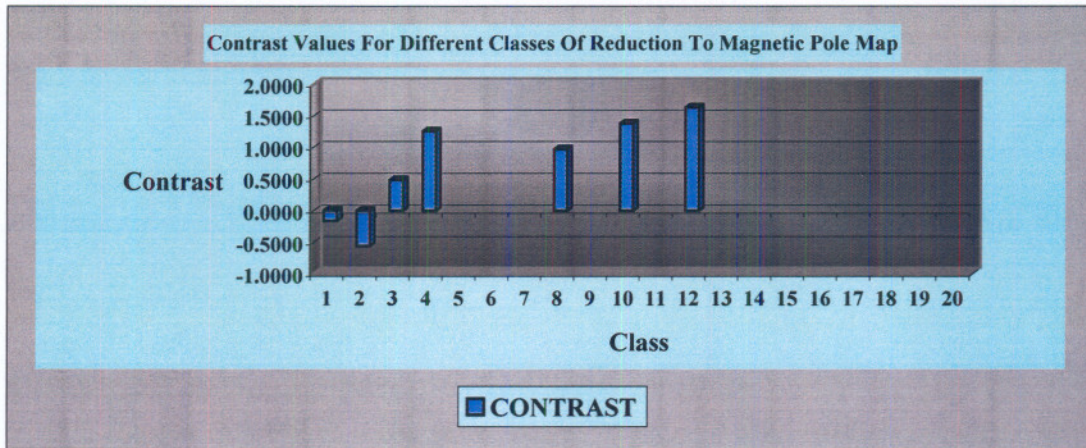
از دیگر لایه های ژئوفیزیکی مورد استفاده، نقشه گسله های ژئوفیزیکی است که در بخش مربوط به گسله ها به آن می پردازیم.

۳-۴- نقشه نشانگر ژئوشیمی

از جمله لایه های اطلاعاتی ژئوشیمیایی مورد استفاده در این پروژه، همانطور که در فصل قبل ذکر شد محدوده های مربوط به آنومالیهای عنصر باریم می باشد. برای تهیه نقشه نشانگر این لایه اطلاعاتی از روش تکیه بر نظر متخصص استفاده شده است و از روش وزنهای نشانگر در این لایه اطلاعاتی استفاده نشده است (نقشه ۱۴).

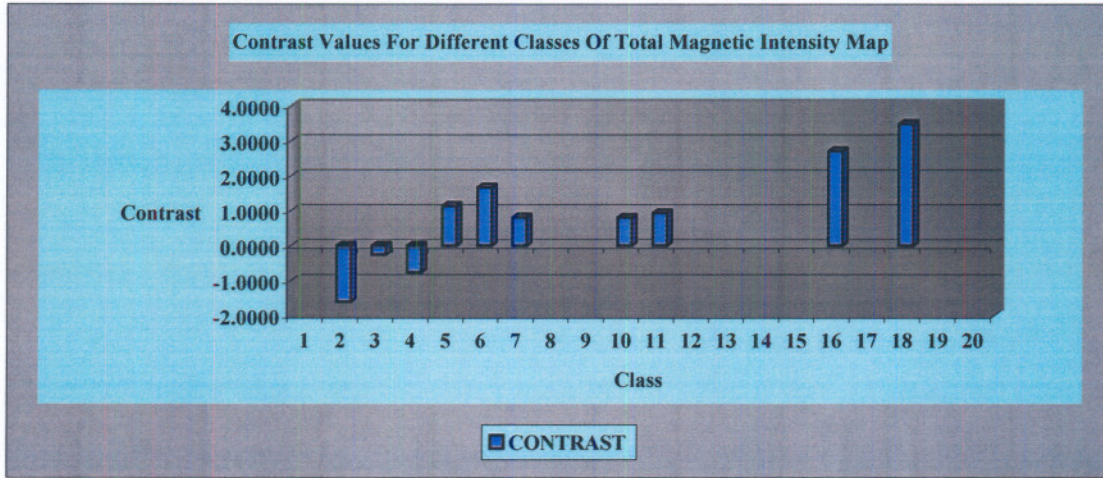
جدول (۲ا)

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	1309.7000	1309.7000	10	-0.0767	0.3174	0.0831	0.3177	-0.1598	0.4491	-0.3558
2	391.5200	391.5200	2	-0.4812	0.7089	0.0711	0.2368	-0.5523	0.7474	-0.7390
3	156.5600	156.5600	2	0.4432	0.7117	-0.0390	0.2366	0.4822	0.7500	0.6429
4	118.3700	118.3700	3	1.1411	0.5848	-0.1134	0.2434	1.2545	0.6335	1.9804
5	80.2400	80.2400	0							
6	83.8400	83.8400	0							
7	69.4000	69.4000	0							
8	48.1300	48.1300	1	0.9377	1.0106	-0.0315	0.2303	0.9692	1.0365	0.9351
9	33.4600	33.4600	0							
10	32.4800	32.4800	1	1.3412	1.0158	-0.0381	0.2303	1.3794	1.0415	1.3243
11	41.1700	41.1700	0							
12	25.4700	25.4700	1	1.5931	1.0202	-0.0411	0.2303	1.6342	1.0459	1.5625
13	7.6300	7.6300	0							
14	6.0200	6.0200	0							
15	5.1100	5.1100	0							
16	4.4000	4.4000	0							
17	3.9600	3.9600	0							
18	3.5200	3.5200	0							
19	3.3100	3.3100	0							
20	3.1600	3.1600	0							



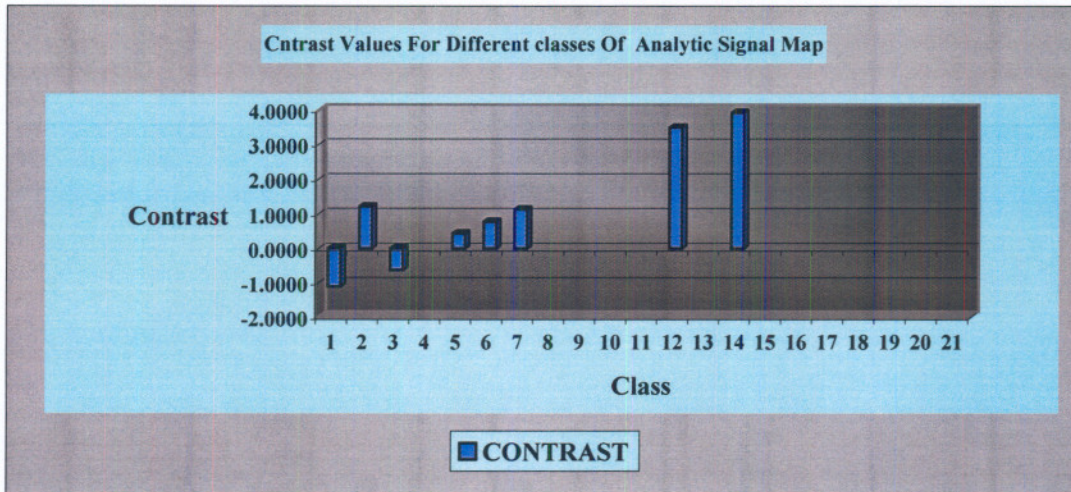
جدول (۲ب)

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	152.6100	152.6100	0							
2	498.5700	498.5700	1	-1.4191	1.0010	0.1802	0.2306	-1.5994	1.0272	-1.5570
3	588.7800	588.7800	4	-0.1944	0.5017	0.0551	0.2511	-0.2495	0.5610	-0.4447
4	465.6800	465.6800	2	-0.6555	0.7086	0.1086	0.2368	-0.7640	0.7471	-1.0226
5	238.0300	238.0300	5	0.9489	0.4520	-0.1859	0.2591	1.1347	0.5210	2.1781
6	80.3800	80.3800	3	1.5405	0.5884	-0.1298	0.2434	1.6703	0.6368	2.6230
7	56.0900	56.0900	1	0.7816	1.0090	-0.0281	0.2303	0.8098	1.0350	0.7824
8	50.9000	50.9000	0							
9	57.0300	57.0300	0							
10	56.4500	56.4500	1	0.7751	1.0090	-0.0280	0.2303	0.8031	1.0349	0.7760
11	49.9300	49.9300	1	0.9002	1.0102	-0.0308	0.2303	0.9310	1.0361	0.8985
12	36.0800	36.0800	0							
13	28.2900	28.2900	0							
14	22.8100	22.8100	0							
15	18.4200	18.4200	0							
16	9.3900	9.3900	1	2.6636	1.0579	-0.0478	0.2303	2.7114	1.0827	2.5043
17	5.5900	5.5900	0							
18	4.8600	4.8600	1	3.4399	1.1221	-0.0497	0.2303	3.4896	1.1455	3.0464
19	4.1600	4.1600	0							
20	3.4000	3.4000	0							



جدول (٢٥)

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	1365.4000	1365.4000	6	-0.6324	0.4091	0.4750	0.2690	-1.1074	0.4897	-2.2615
2	407.8900	407.8900	8	0.8788	0.3571	-0.3292	0.2895	1.2080	0.4597	2.6278
3	216.4400	216.4400	1	-0.5821	1.0023	0.0425	0.2304	-0.6245	1.0285	-0.6073
4	169.9700	169.9700	0							
5	80.5500	80.5500	1	0.4142	1.0063	-0.0177	0.2304	0.4319	1.0323	0.4184
6	58.0000	58.0000	1	0.7475	1.0087	-0.0273	0.2303	0.7749	1.0347	0.7489
7	41.3100	41.3100	1	1.0940	1.0123	-0.0344	0.2303	1.1284	1.0382	1.0869
8	27.0900	27.0900	0							
9	15.4200	15.4200	0							
10	12.0300	12.0300	0							
11	5.9300	5.9300	0							
12	4.8600	4.8600	1	3.4399	1.1221	-0.0497	0.2303	3.4896	1.1455	3.0464
13	4.1300	4.1300	0							
14	3.5000	3.5000	1	3.8743	1.1832	-0.0503	0.2303	3.9246	1.2054	3.2557
15	3.1300	3.1300	0							
16	2.7900	2.7900	0							
17	2.5200	2.5200	0							
18	2.3500	2.3500	0							
19	2.3300	2.3300	0							
20	1.8100	1.8100	0							





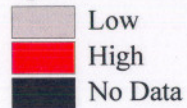
وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

Geological Survey of Iran

BINARY MAP OF GEOPHYSICS

LEGEND Spatial Association



SCALE 1 : 350,000
2 0 2 4 Kilometers



GIS GROUP

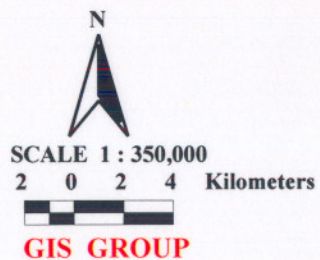
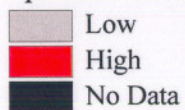
BINARY MAP OF TASUJ



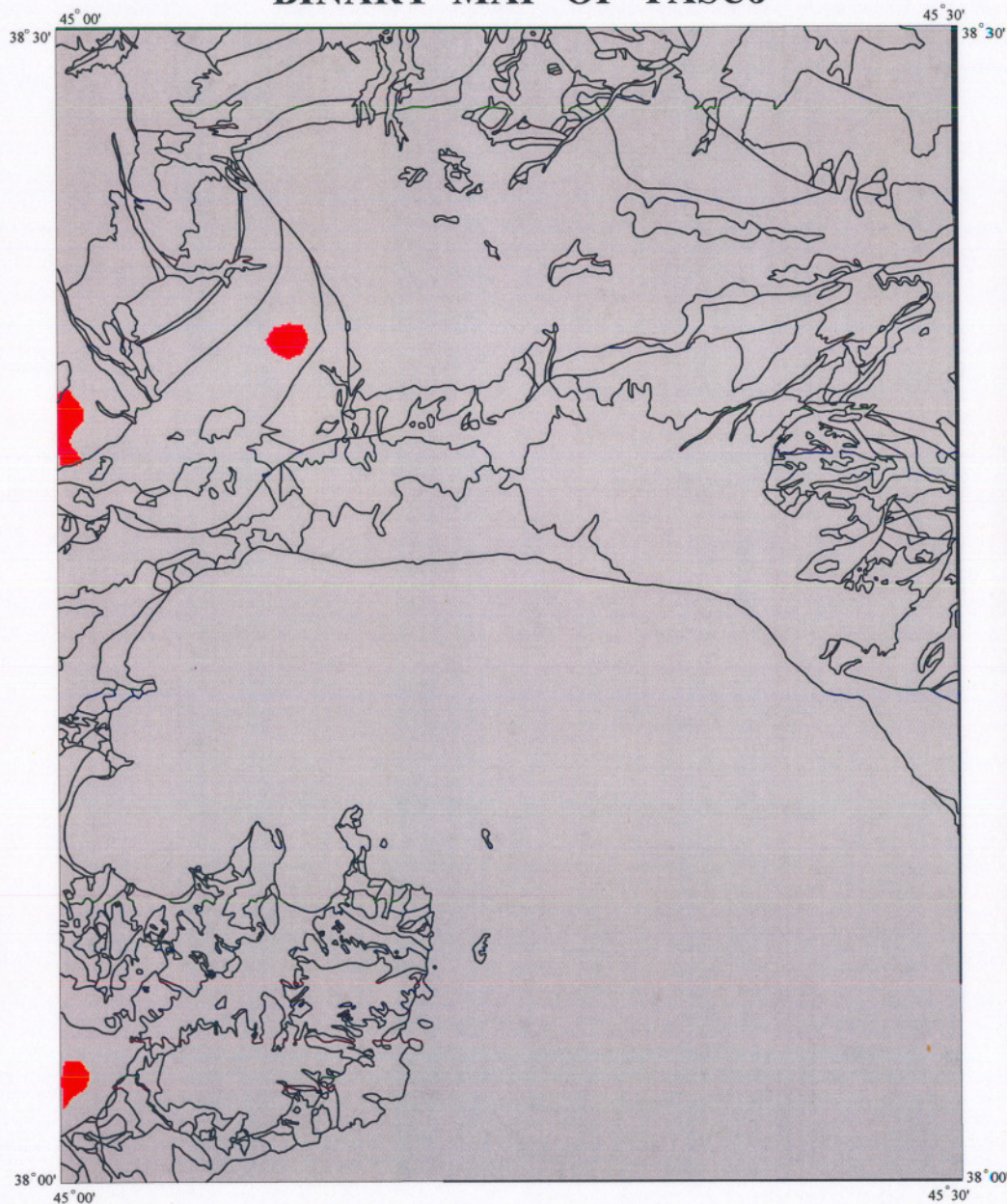
نقشه (۱۳)

BINARY MAP OF GEOCHEMICAL DATA

LEGEND Spatial Association



BINARY MAP OF TASUJ



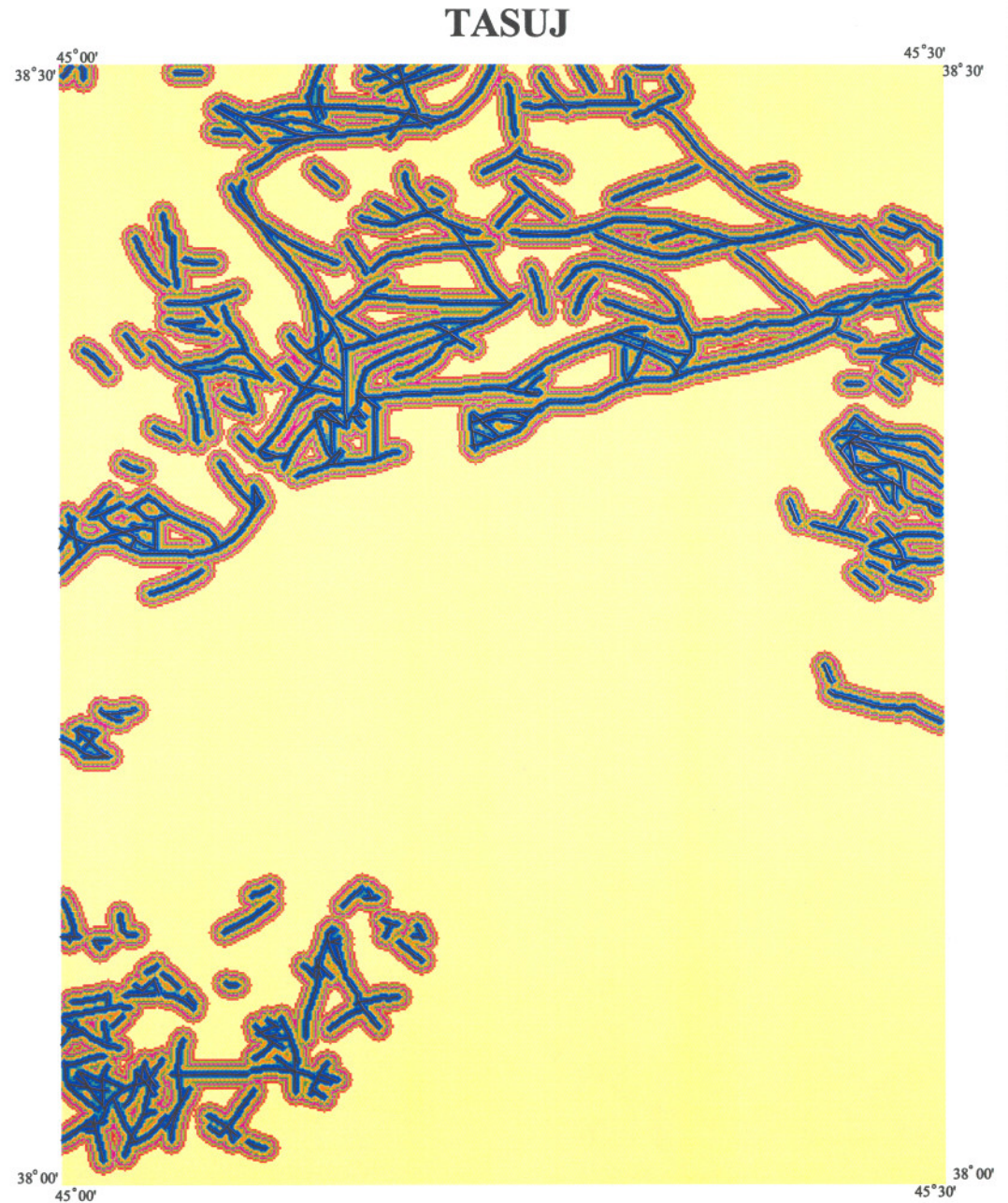
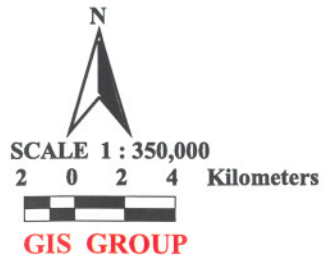
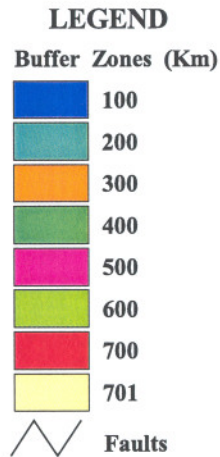
۳-۵- نقشه نشانگر گسلها

همانطور که قبلاً نیز ذکر شد، برای تهیه نقشه نشانگر گسله ها از سه گروه گسله استفاده شد شامل گسله های زمین شناسی گسله های دور سنجی، گسله های ژئوفیزیکی و البته گسله های ژئوفیزیکی به تنهایی و دو سری دیگر به علت انطباق بیشتر با یکدیگر در نظر گرفته شده اند. از آنجایی که گسلها نه در مفهوم خطوط، بلکه در وسعت زون یا زونهای گسله مد نظر می باشند، به منظور ارزش دار کردن این محدوده، مجموع گسله ها تا شعاع ۷۰۰ متری بافر شده اند. (نقشه ۱۵) و (نقشه ۱۶) به ترتیب بافر گسله های دورسنجی و زمین شناسی و بافر گسله های ژئوفیزیکی هستند.

برای مشخص نمودن بهترین شعاع از نظر داشتن بیشترین ارتباط با نقاط معدنی، با استفاده از روش آماری وزنهای نشانگر، این محدوده ها وزن دار شده اند. برای مجموع گسله های زمین شناسی و دورسنجی کنتراستهای بالاتر از یک تا شعاع ۷۰۰ متری وجود دارند و برای گسلهای ژئوفیزیکی تا شعاع ۲۰۰ متری کنتراست بالاتر از (۱) وجود دارد و طبق کنتراستهای موجود، نقشه دوتایی هر کدام از سری گسله ها بدست آمد. (نقشه ۱۷) و (نقشه ۱۸) به ترتیب نقشه های نشانگر مجموع گسله های زمین شناسی و دورسنجی و نقشه نشانگر گسله های ژئوفیزیکی هستند.

BUFFERS AROUND FAULTS

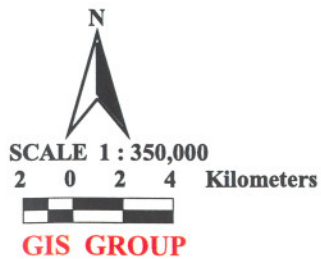
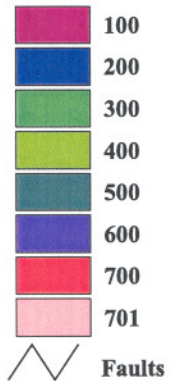
(Geological And Remote Sensing Faults)



BUFFERS AROUND FAULTS (Geophysical Faults)

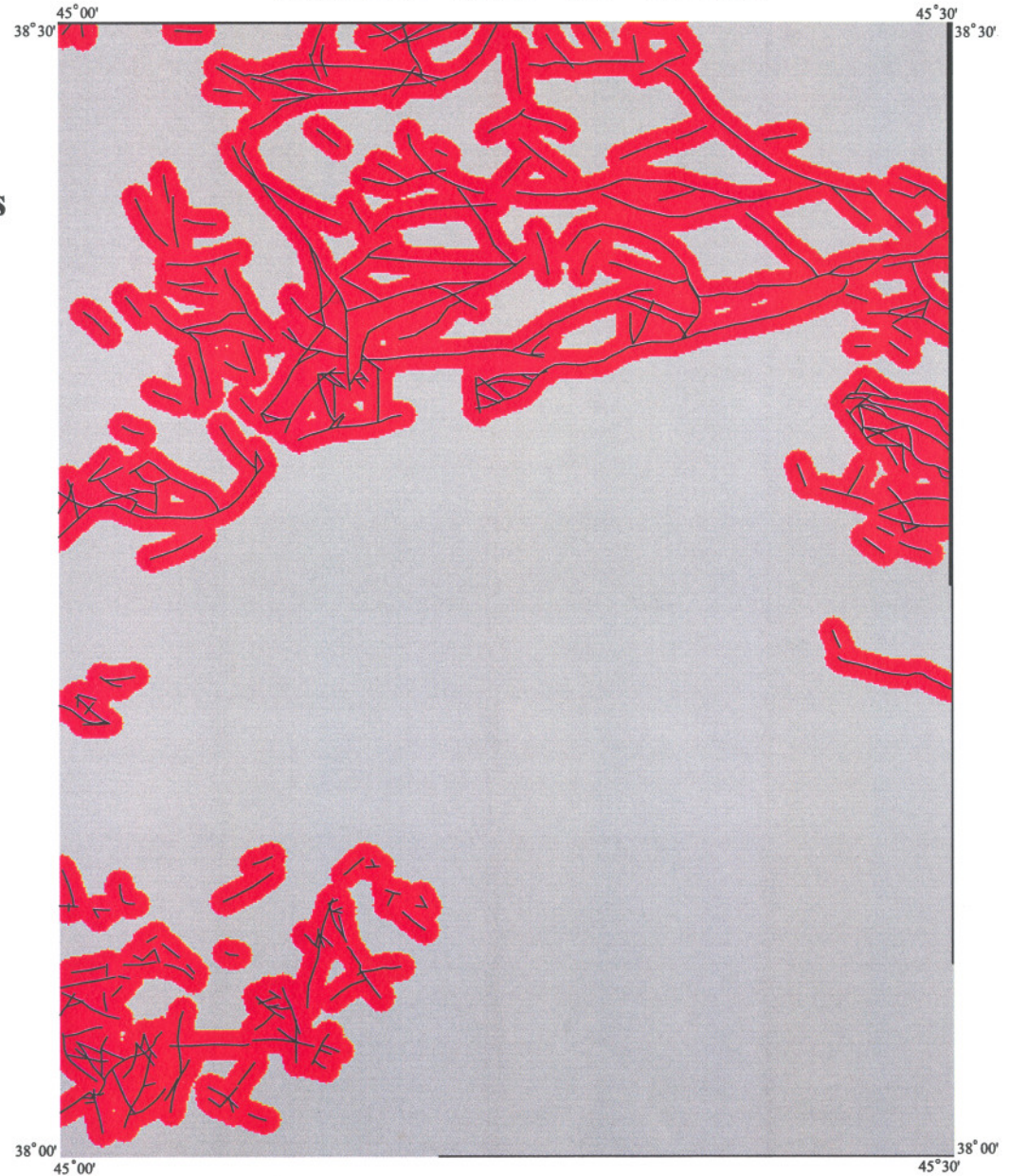
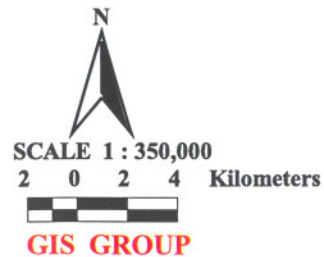
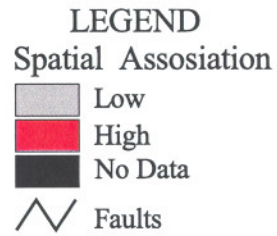
LEGEND

Buffer Zones (Km)



BINARY MAP OF TASUJ

Binary Map Of Buffers Around Faults (Geological And Remote Sensing Faults)



فصل چهارم

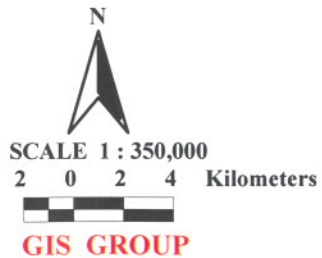
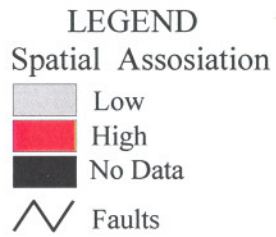
تلفیق نقشه های نشانگر و تهیه

نقشه هایپتانسیل معدنی

با اولویت بندی

BINARY MAP OF TASUJ

Binary Map Of Buffers Around Faults (Geophysical Faults)



هدف نهایی در اکثر پروژه های سیستم اطلاعات جغرافیایی، ترکیب داده های مختلف از منابع گوناگون، ایجاد نقشه هایی جدید است که می توان در نهایت آنها را در تصمیم گیریها مورد استفاده قرار داد (بونم کارتر، ۱۹۹۴). در این پروژه همانطور که قبلاً اشاره شد، هدف دستیابی به نقشه های پتانسیل معدنی عناصر غیر فلزی برای پی جویهای بعدی در منطقه بوده است. لذا با توجه به این هدف اطلاعات جمع آوری شده و پردازش شده به صورت نقشه های دوتایی، آماده تلفیق و مدل سازی شوند. همچنین قبلاً اشاره شد که وزن دار نمودن جداگانه اطلاعات می تواند بر اساس تکیه بر داده ها^۱ و یا با تکیه بر نظر متخصص^۲ صورت بگیرد که در هر یک از این روش ها روش مورد استفاده برای وزن دار کردن متفاوت است.

آنالیز رگرسیون لجستیکی^۳، وزنهای نشانگر و شبکه ی عصبی^۴ مثالهایی از روشهای تکیه بر داده هستند و روش های منطق فازی^۵، تقاطع شاخصی^۶ و تئوری دمپستر - شیفر^۷ مثالهایی از روشهای با تکیه بر نظر متخصصین علوم زمین می باشند (بونم کارتر).

-
- 1- data - driven
 - 2- knowledge - driven
 - 3- Logistic regression
 - 4- Noural network
 - 5- Fuzzy logic
 - 6- Index overley
 - 7- dempster – Shafer belief theory

۴-۲- روش وزنهای نشانگر

همانطور که در فصل قبل به صورت اجمالی اشاره شد، در این روش با محاسبه مساحت‌های دارای کلاس بالا و کلاس پایین بر حسب سلول واحد و محاسبه تعداد نقاط مورد نظر در داخل محدوده مورد مطالعه، وزنهایی محاسبه می‌شوند که معرف حضور همراهی این نقاط با کلاسهای خاص نقشه هستند و با وزنهای $W_{(-)}$ و $W_{(+)}$ و تفاضل آنها با کنتراست (C) مشخص می‌شود که با محاسبات دیگری می‌توانند بیانگر نسبت‌های احتمالات تجربی^۱ باشند.

(برای آشنایی بیشتر با مفاهیم ریاضی این روش به کتاب GIS بونم کارتر، ۱۹۹۴، فصل ۹، رجوع شود).

به دنبال تهیه نقشه‌های دوتایی و ترکیب آنها با یکدیگر، بر اساس نقاط معدنی انتخاب شده و مورد نظر به صورت یک نقشه واحد وزن دار می‌شوند.

اگر احتمال اولیه^۲ حضور یک نقطه کانسار در مساحت سلول واحد را عددی ثابت و برابر چگالی توزیع نقاط فرض کنیم، در این صورت احتمال تجربی بر حسب احتمال اولیه بر اساس یک سری قوانین ریاضی برای تمامی سلولها، نقشه‌ای تهیه می‌شود که نحوه توزیع این احتمال تجربی را در ناحیه مورد مطالعه نشان می‌دهد. نقشه (۱۹) و نقشه (۲۰) تعداد احتمال تجربی محاسبه شده برای بخشهای مختلف را نشان می‌دهند که در واقع نقشه‌های پتانسیل معدنی برگه مورد مطالعه ما می‌باشند.

1- Posterior Probability

2- Prior Probability

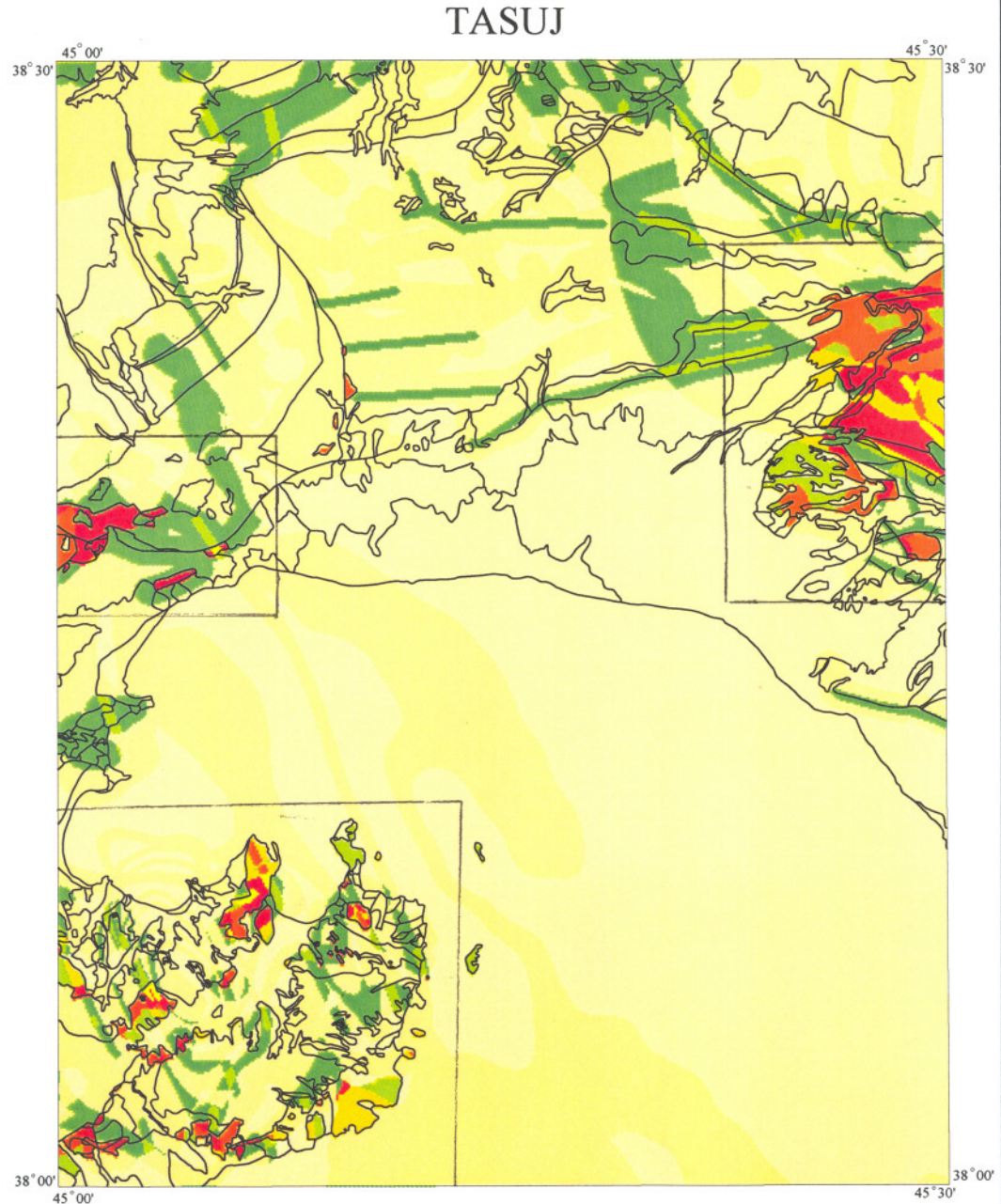
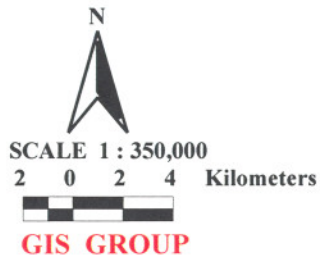
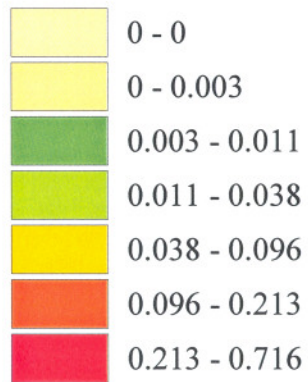
۴-۳- نتیجه گیری

به دنبال بهره گیری از روش وزنهای نشانگر، نقشه های پتانسیل معدنی غیر فلزی منطقه بدست آمد. نکته قابل توجه این است که با توجه به گزارش مطالعات زمین شناسی اقتصادی ورقه تسوج امکان وجود باریت، سنگ ساختمانی و شن و ماسه (مخصوصاً باریت) در زون علمدار - میشو بیشتر می باشد، همینطور ژپس در زون علمدار - میشو و زون تسوج - چوپانلو بالاترین احتمال حضور را دارد، سنگ ساختمانی نیز در محدوده تسوج - چوپانلو و زون قره باغ احتمال حضور بیشتری دارد. هالیت نیز در منطقه قره باغ باید بیشتر مد نظر قرار گیرد. در هر صورت توصیه می شود برای عملیات اکتشافی طبق نقشه های پتانسیل معدنی ارائه شده در این گزارش، از نقشه گزارش زمین شناسی اقتصادی منطقه جهت احتمال وقوع هر کانی غیر فلزی در محدوده های مختلف بر گه استفاده شود.

نکته قابل توجه دیگر اینکه، با توجه به ذخایر قابل توجه باریت که در نتایج بررسیهای اکتشاف چکشی منطقه ذکر شده است، جهت بررسی کامل پتانسیل ذخایر باریت منطقه اقدام به عمل آید و با توجه به اینکه نتایج اکتشاف چکشی، جود مس و سرب و روی را در بعضی نقاط به همراه باریت نشان می دهد، ممکن است نتایج قابل توجهی از این بررسی بدست آید.

MINERAL POTENTIAL MAP
POSTERIOR PROBABILITIES
FROM
WEIGHTS OF EVIDENCE METHOD

Posterior Probability



منابع فارسی

- ۱- دری ، م.ب.، ۱۳۷۹ ، گزارش مطالعات زمین شناسی اقتصادی ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج (زون خوی - اشویه) ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ، ۱۷۴ صفحه .
- ۲- خدابنده ، علی اکبر.، ۱۳۶۹ ، گزارش زمین شناسی اقتصادی تسوج ، سازمان زمین شناسی تبریز ، ۳۰ صفحه .
- ۳- نقشه زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تسوج ، زمین شناسی خدابنده و امینی فضل ، ناظر علمی م.سهیلی ، (چاپ ۱۹۹۳) سازمان زمین شناسی کشور .

REFERENCES

- 1- Bonham – Carter,G.F., 1994 , Geographic Information System for geoseientists : Modelling with GIS , Pergamony Oxford, 398 p.