

وزارت صنایع و معادن  
طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی

پروژه اکتشاف سیستماتیک در کمربند ارومیه - دختر

تهیه نقشه های مقدماتی پتانسیل مواد معدنی در گستره ورقه  
۱:۱۰۰،۰۰۰ سبزواران با بهره گیری از سیستم های اطلاعات جغرافیایی  
(GIS)

مجری طرح: محمد جواد واعظی پور

مشاور: شرکت توسعه علوم زمین

توسط: سیدعلی موسوی ماکویی

زمستان ۱۳۷۹

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	الف - مقدمه
۱	۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی
۲	۲- زمین شناسی عمومی
۳	۳- روش مطالعه و مراحل انجام کار
۳	۴- لایه های مطالعاتی
۵	۴-۱- نقاط با پتانسیل معدنی
۸	۴-۲- اطلاعات زمین شناسی
۸	۴-۳- داده های تکتونیکی
۱۰	۴-۴- داده های ژئوشیمیایی
۱۲	۴-۵- داده های ژئوفیزیکی
۱۲	۴-۵-۱- برگردان به قطب
۱۳	۴-۵-۲- سیگنال
۱۴	۴-۵-۳- مشتق اول
۱۴	۴-۵-۴- گسلهای ژئوفیزیک
۱۵	۴-۵-۵- توده های نفوذی کم عمق
۱۶	۴-۶- داده های بوریسنجی
۱۷	۵- نتیجه تلفیق داده ها
۲۰	۶- مراجع

## مقدمه :

در راستای اکتشاف نخبیر معدنی در زون جبال بارز - بزمان در نوار ارومیه - نختر، چهارگوش یکصد هزارم سبزواران نیز مورد پی‌جویی و مطالعات معدنی قرار گرفت. پس از مطالعات ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی، دورسنجی، زمین‌شناسی ساختمانی و اکتشافات سیستماتیک معدنی مطالعات مدلسازی براساس سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز در دستور کار قرار گرفت تا با تلفیق داده‌های ارزشمند فوق و مدلسازی، در منطقه نواحی امیدبخش جدیدی جهت پی‌جویی مواد معدنی و خصوصاً مس، مولیبدن، طلا آشکار شود و یا حداقل مساحت مناطق با احتمال پتانسیل معدنی محدودتر گردد.

در این مطالعه از لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، معدنی، ژئوشیمیایی (بصورت آنومالی‌های درجه ۱ و ۲، مناطق امیدبخش) ژئوفیزیک هوایی داده‌های ساختاری و اطلاعات ماهواره‌ای استفاده شده است.

تلفیق داده‌ها بروش وزنه‌های نشانگر و از طریق سیستم نرم‌افزاری Arcview صورت گرفت. ۶ منطقه پیشنهادی در مجموع مساحتی معادل ۰/۰۳ درصد از کل ورقه را شامل می‌شود.

بالتبع در صورت صحت اطلاعات و نیز روش صحیح پردازش آنها مساحت مناطق مورد پی‌جویی کاهش یافته و در هزینه‌های اکتشافی صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای می‌شود.

## ۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی :

چهارگوش یکصد هزارم سبزواران (جیرفت) جزئی از چهارگوش نویست و پنجاه هزارم سبزواران (چهارگوش شمالی وسط) است و بین عرضهای جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۲۹ درجه شمالی و طولهای جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۸ درجه شرقی قرار دارد. بزرگترین آبادی منطقه شهرستان جیرفت (سبزواران) در جنوب استان کرمان واقع است. راههای دسترسی به کرمان از طریق شهرستان جبال بارز از شمال و به بندرعباس از طریق کهنوج در جنوب می باشد. رشته ارتفاعات معروف جبال بارز قسمتهای شمالی و شرقی منطقه را صعب العبور نموده است.



شکل ۱- راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

## ۲- زمین‌شناسی عمومی :

روند عمومی تشکیلات منطقه به تبع زون ساختاری زاگرس در جهت شمال غرب - جنوب شرق است. واحدهای سنگی را در راستای نکر شده از شمال شرق به جنوب غرب می‌توان به سه گروه تقسیم نمود. نوار آتشفشانی ارومیه - دختر که به قوی حاصل فرورانش ورقه عربی به زیر ورقه قاره‌ای ایران مرکزی است تا قسمت‌های شمالی و شرقی این چهارگوش کشیده شده و ادامه می‌یابد. رشته ارتفاعات جبال بارز با جهت شمال غرب - جنوب شرق بخشی از این زون ساختاری محسوب می‌شود. نوار مرکزی فروافتاده آبرفتی و یا به عبارتی دشت جیرفت و نیز تشکیلات دگرگونه جنوب غرب چهارگوش از دیگر قسمت‌ها بشمار می‌آیند. قدیمی ترین واحدهای سنگی منطقه شامل دگرگونه‌های پالئوزوئیک متعلق به این نوار دگرگونی است.

نوار ارومیه - دختر در این ناحیه متشکل از سنگهای ولکانیکی آندزیت، بازالت، ریولیت، داسیت، ریوداسیت، سنگهای آنراواری از همین ترکیبات از انواع توف، آگلومرا و نیز واحدهای رسوبی بینابین شامل سنگ آهک، کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن است. در برخی نقاط با واحدهای تخریبی بسن الیگو- میوسن پوشیده می‌شود.

خصوصیت بارز زون ارومیه - دختر حضور سنگهای پلوتونیک است. توده‌های نفوذی مذکور بعنوان مولد کانسارهای منطقه در نظر گرفته می‌شود. در این نوار دو گروه سنگهای پلوتونیک گرانیتیوئیدی مشاهده می‌شود. گروه اول با سن پیش از ائوسن، ولکانیکهای ائوسن آنها را پوشانده‌اند و گروه دیگر که بداخل این ولکانیکها نفوذ کرده‌اند. گروه اول با ترکیب

گرانیتی شامل بیوتیت گرانیت (g)، گرانیت آمفیبول‌دار (gh) (هورنبلندگرانیت) و گروه نوم با ترکیب گرانودیوریت - دیوریت (gd و d) است. اصولاً نهشته‌های مس پرفیری با اینگونه پلوتونیکها در مناطق آتشفشانی فرورانش حاشیه‌قاره همراهند. نوار مرکزی بیشتر شامل تشکیلات آبرفتی عهد حاضر و نئوژن است. نوار دگرگونی جنوب غرب ورقه تشکیلات دگرگونه در حد رخساره شیست‌های سبز از سنگهای آواری، آذرآواری و گدازه‌های بازیک (دیابازی) را در بر می‌گیرد (زون دگرگونی سنندج - سیرجان).

### ۳- روش مطالعه و مراحل انجام کار:

بطور کلی دو شیوه معمول مطالعاتی در تلفیق داده‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی وجود دارد. یک منطق ریاضی - آماری که ارزش دهی به اجزاء لایه‌ها از طریق سیستم صورت می‌گیرد و با پارامترهای آماری محاسبه میشود. در روش دوم امتیازبندی اجزاء توسط کاربر و کارشناسان مربوطه صورت می‌گیرد و تنها تلفیق نهایی توسط سیستم انجام می‌شود. روش نوم می‌تواند بسیار مفید واقع شود در حالی که امتیازبندی بطور دقیق صورت گیرد و همان اندازه نیز بالعکس ممکن است گمراه کننده باشد. در این پژوهش از شیوه اول و از روش وزنه‌های نشانگر (weight's of Evidence) استفاده شده است و تنها در قسمت‌های اندکی اعمال نظر شخصی نیز در داده‌های ورودی با نتایج سیستم آمیخته شده است.

### ۴- لایه‌های مطالعاتی :

روش وزنه‌های نشانگر در واقع مدلسازی براساس داده‌های از قبل موجود در زمینه خاص

(در این نمونه نقاط با پتانسیل معدنی) و تعمیم آن به مناطقی با همین شواهد و یا نزدیک به آن است. لذا شناخت عوامل مؤثر در تشکیل پدیده مورد مطالعه که مورد بحث، در این پژوهش کانسارهای فلزی و خصوصاً مس، مولیبدن و طلا بوده است، شرط اول بکارگیری داده‌ها و نیز نحوه بکارگیری آنهاست.

منطقه مورد مطالعه در زون ساختاری - متالورژیکی ارومیه - دختر و به عبارتی کمربند مس زایی شمال غربی - جنوب شرقی واقع است.

همانگونه که دگرگونی پی‌جویی اکتشافی (روزبه، سرمد و بدخشان، قیس ۱۳۷۹) نشان می‌دهد بیشترین اهمیت در این ورقه را عنصر فلزی مس دار است، شواهدی از طلا (علی‌رغم گزارشات قبلی) دیده نشده است و سایر کانسارها مربوط به مواد معدنی غیرفلزی است، با توجه به این پیش زمینه اطلاعات مفید برای پی‌جویی مس بقرار زیر در نظر گرفته شد:

۱- نقاط با پتانسیل معدنی.

۲- اطلاعات زمین‌شناسی شامل واحدهای لیتولوژیکی جهت خواستگاه ماده معدنی و مدل‌سازی سنگ درونگیر.

۳- اطلاعات تکتونیک برای تشخیص محل مناسب جهت نفوذ محلولها و نیز جایگزینی توده‌های نفوذی کانه‌زا.

۴- داده‌های ژئوشیمیایی بمنظور تعیین گستره آنومالی‌های فلزی.

۵- داده‌های ژئوفیزیکی.

۶- داده‌های دورسنجی.

## ۴-۱ - نقاط با پتانسیل معدنی :

مهمترین داده‌های مورد استفاده برای مدلسازی همین نقاط معدنی هستند. دقت این داده‌ها بسیار مهم است. چرا که مدلسازی بر اساس موقعیت مکانی این نقاط صورت می‌گیرد، هر گونه جابجایی در مکان این نقاط باعث اغتشاش و گمراهی در مدلسازی سیستم می‌شود. بعنوان مثال اگر نقطه‌ای چند صد متر جابجایی داشته باشد ممکن است در واحد زمین‌شناسی دیگری قرار گیرد زیرا مبنای داده‌های زمین‌شناسی متفاوت است. و در همین راستا ویژگی‌های غلط و نامرتبگی با این نقاط از داده‌های ژئوفیزیک و نیز فاصله با گسلها و دیگر خصوصیات انتخاب گردد.

همانگونه که در گزارش پی‌جویی این ورقه (روزبه، سرمد و بدخشان، قیس، ۱۳۷۹) آمده است، بدلیل نبود دستگاه GPS احتمالاً نقاط معدنی گزارش شده از دقت جغرافیایی و مکانی بالایی برخوردار نیستند.

در هر صورت ۲۹ اندیس معدنی در این گزارش پی‌جویی قید شده است، ۲۵ مورد آن مربوط به مس می‌باشد و اساس کار ما قرار گرفته است. شکل شماره ۲ موقعیت این اندیس‌ها را با تفکیک ژنتیکی و با قید شماره نشان می‌دهد. (اقتباس از روزبه، سرمد و بدخشان، قیس، ۱۳۷۹).

اندیس ۱ - اندیس مس دره آبگرم: از نوع پرفیری با کانی‌زایی پراکنده با سنگ درونگیر گرانودیوریتی حاوی پیریت، کالکوپیریت و مالاکیت با گسترش زیاد هاله آلتراسیونی و کانی‌زایی (تناژ بالا) از سوی گروه پی‌جویی جهت اکتشافات نیمه‌تفصیلی و ژئوفیزیک معرفی



شده است (روزبه، سرمد و بدخشان، قیس ۱۳۷۹).

اندیس ۲ - اندیس مس کوهلری: از نوع پرفیری کانی زایی پراکنده گرانودیوریتی حاوی پیریت، کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت با گسترش زیاد کانی زایی (تناژ بالا).

اندیس ۳ - اندیس مس زورک: از نوع پراکنده پرفیری و در توده نفوذی گرانودیوریتی واقع است، کانی سازی پیریت و کالکوپیریت، گسترش و حجم بسیار ماده معدنی (تناژ بالا) توسط یوگسلاوها کارهای اکتشافی نیمه تفصیلی در شرف انجام بوده است که نیمه کاره قطع شده است، از سوی گروه پی جویی برای کارهای نیمه تفصیلی پیشنهاد می شود.

اندیس ۴ - اندیس مس رضی آباد - مدین: از نوع پراکنده پرفیری به همراه گرانودیوریت الیگومیوسن. حجم کانی زایی زیاد (تناژ بالا) کارهای نیمه تفصیلی و تفصیلی توسط یوگسلاوها در سال ۱۳۵۱ انجام گردیده (از جمله مطالعات ژئوفیزیک و ژئوشیمیایی) و نتیجه آنکه یا زون غنی شده تشکیل نشده و یا از بین رفته است و بهر صورت این منطقه چندان مناسب بنظر نمی رسد.

اندیس ۵ - اندیس مس شیردر: پرفیری با کانی سازی پراکنده با پیریت فراوان و کالکوپیریت اندک مالاکیت و آزوریت کانی سازی حجیم و تناژ بالا درون توده نفوذی گرانودیوریتی.

اندیس ۶- اندیس مس در حمزه: پرفیری، کانی‌سازی پراکنده درون توده نفوذی گرانودیوریت الیگومیوسن، پیریت فراوان همراه کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت اندک، تناژ متوسط، مطالعات نیمه‌تفصیلی از سوی یوگسلاوها (ژئوفیزیک) نشانگر زون سولفیدی به نسبت گسترده‌ای است که احتمالاً دارای سولفیدهای مس نیز هست.

اندیس ۷- اندیس مس سرکهنو: از نوع رگه‌ای با کانی‌سازی پراکنده با سنگ میزبان گرانیت آمفیبول دار، کانه از نوع مالاکیت و آزوریت، مطالعات نیمه‌تفصیلی یوگسلاوها این منطقه را برای مطالعات بیشتر پیشنهاد نمی‌کند.

اندیس ۸- اندیس مس کل کوهی: از نوع رگه‌ای با کانه‌های مالاکیت و آزوریت با سنگ درونگیر ولکانیک و تناژ متوسط.

از آنجا که سایر اندیس‌ها از اهمیت کمتری برخوردارند به جزئیات آنها پرداخته نمی‌شود. در صورت نیاز، مرجع اصلی یعنی گزارش پی‌جویی روزبه، سرمد و بدخششان، قیس ۱۳۷۹ راهگشا خواهد بود. در اینجا تنها اسامی این اندیس‌ها آورده می‌شود. اندیس ۹- سیاه معدن، اندیس ۱۰- دریجان، اندیس ۱۱- جاده جکی، اندیس ۱۲- آب بید، اندیس، ۱۳- دره زرد، اندیس ۱۴- سرکیواه، اندیس ۱۵- غرب سرکیواه، اندیس ۱۶- ده مقصود، اندیس ۱۷- پاکوسفید، اندیس ۱۸- سیاه معدن، اندیس ۱۹- گراغان تنگان، اندیس ۲۰- دهنه زنگارد، اندیس ۲۱- شمال سرکهنو، اندیس ۲۲- دره پده، اندیس ۲۳- زمین دراز، اندیس ۲۴- توکل آباد و اندیس ۲۵- دره غار به اندیس‌های مورد نظر پس از رقومی سازی، مختصات جغرافیایی

داده شد تا بعنوان لایه اصلی اطلاعاتی در تلفیق استفاده شود.

#### ۴-۲- اطلاعات زمین‌شناسی :

بعنوان مبنای اطلاعاتی از نقشه یکصد هزارم زمین‌شناسی سبزواران که توسط یوگسلاوها در سال ۱۹۷۲ تهیه شده است استفاده شد. رقومی شده نقشه مورد نظر براساس نقاط اندیس‌های معدنی وزن گرفت و با توجه به کنتراست برگشتی سیستم، واحدهای سنگی مفید و مرتبط با کانی‌زایی شامل واحدهای بیوتیت گرانیت (g)، هورنبلند گرانیت (gh)، گرانودیوریت (gd) و واحد E<sub>v</sub> شامل آندزیت، آندزی بازالت، ریوداسیت، آلبیت تراکیت و سنگهای آنراواری انتخاب گردید.

شکل ۳ نقشه باینری این واحدها را نشان می‌دهد. قسمت‌های سبز دارای ارزش ۱ و زمینه کرمی ارزش صفر دارند. همانطور که انتظار می‌رفت واحدهای انتخابی همانند اندیس‌های معدنی متعلق به زون ارومیه - بختزند.

#### ۴-۳- داده‌های تکتونیکی :

از آنجا که گزارش بسیار مفصل و مفیدی در خصوص زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه توسط نظری، حمید ۱۳۷۹ تهیه شده است، لذا اطلاعات تکتونیکی از این گزارش اقتباس شد و از گسل‌های نقشه زمین‌شناسی صرف‌نظر شد. ابتدا نقشه پیوست این گزارش رقومی شد و سپس راستاهای شمالی - جنوبی و شمال غرب - جنوب شرق و شمال شرق - جنوب غرب بواسطه مطالب گزارش و نیز مذاکره با

کارشناس مذکور انتخاب گردید. ضمناً در گزارش نظری، حمید ۱۳۷۹ زونهای برشی جدا شده‌اند که بنظر میرسد محل‌های مناسبی جهت کانی‌زایی باشند. شکل شماره ۴ نقشه باینری این مناطق را نشان میدهد. قسمت‌های سبز - آبی ارزش ۱ و زمینه برنگ کرمی ارزش صفر دارد.

برای انتخاب گسلها، از آنجاکه در گزارش ساختمانی منطقه انواع گسلها بخوبی تفکیک شده‌اند و نیز در مورد روند گسلهای مرتبط با کانی‌زایی بحث شده است، لذا ابتدا گسلهای با شیب کم یعنی دو گروه گسلهای اورتراست و تراستی حذف گردید و سپس راستاهای شمالی - جنوبی و نیز مزدوج شمال غرب - جنوب شرق و شمال شرق - جنوب غرب انتخاب گردید. بعبارت دیگر گسلهای با راستاهای بین ۶۰ تا ۱۱۰ درجه حذف گردید. ضمناً گسلهای کوچک و فرعی نیز حذف شدند.

گسلهای مزبور به فاصله ۱۰۰۰ متری با فواصل ۱۰۰ متری بافر شدند شکل ۵ نتیجه بافر گسلها را بهمراه نقاط معدنی نشان میدهد. به بافر این گسلها با نقاط معدنی وزن داده شد که کنتراست حاصل از آنرا در شکل ۶ می‌بینید.

تهیه شده است. در پایان این گزارش پس از تصحیحات آماری فراوان و پردازش داده‌ها نقاطی بعنوان مناطق امید بخش معرفی شده است که از همین مناطق در تلفیق استفاده شد. از میان مناطق امید بخش معرفی شده درجه یک و دو آنچه مرتبط با مس، مولیبدن و طلا بوده استخراج شد که در جدول زیر مشاهده می‌شود.

No.	Class	type (Modelling)
4	2nd	Placer PGE-Au
10	1st	Porphyry Mo, Low F
12	2nd	Flat Faults Au
15	2nd	Besshi Massive Sulfide
18	1st	Cyprus Massive sulfide
19	2nd	Cyprus Massive Sulfide
21	2nd	Besshi Massive Sulfide
25	2nd	Besshi Massive Sulfide
27	2nd	Sado Epithermal veins
32	2nd	Besshi Massive Sulfide
40	2nd	Olympic Dam Cu-U-Au
41	2nd	Besshi Massive Sulfide
42	2nd	Cyprus Massive Sulfide
43	1st	Cyprus Massive Sulfide
44	2nd	Cyprus Massive Sulfide

شکل ۸- نقشه باینری مناطق امید بخش پیشنهادی ژئوشیمی برای مس، مولیبدن و طلا را نشان می‌دهد.

## ۴-۵- داده‌های ژئوفیزیکی

این داده‌ها بر اساس پردازش داده‌های خام مغناطیس هوایی با عرض پرواز ۷/۵ کیلومتر توسط امیر مطلبی، نسیم، ۱۳۷۹ با روشهای برگردان به قطب، مشتق اول و سیگنال و با جداسازی گسلها و توده‌های نفوذی کم عمق تهیه شده است.

۴-۵-۱- برگردان به قطب: داده‌های مربوط به برگردان به قطب به ۳۰ دسته با فواصل مساوی تقسیم بندی شد (شکل ۹) و سپس با نقاط معدنی وزن دهی شد که کنتراست حاصل در شکل ۱۰ جدول وار ارائه شده است.

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	0.4400	0.4400	0							
2	0.3300	0.3300	0							
3	0.3100	0.3100	0							
4	0.3300	0.3300	0							
5	0.3100	0.3100	0							
6	0.3600	0.3600	0							
7	1.0900	1.0900	0							
8	1.0000	1.0000	0							
9	2.4800	2.4800	0							
10	5.2500	5.2500	0							
11	11.7400	11.7400	0							
12	21.0500	21.0500	0							
13	33.5400	33.5400	0							
14	40.3600	40.3600	0							
15	66.7700	66.7700	1	0.5644	1.0076	-0.0194	0.2141	0.5638	1.0301	0.5667
16	95.6800	95.6800	1	0.2000	1.0053	-0.0082	0.2141	0.2082	1.0278	0.2026
17	233.1900	233.1900	7	1.2751	0.3838	-0.2740	0.2508	1.5491	0.4585	3.3789
18	810.8000	810.8000	7	0.9073	0.3796	-0.0032	0.2511	0.0105	0.4551	0.0231
19	808.2600	808.2600	4	-0.2672	0.5017	0.0667	0.2305	-0.3338	0.5521	-0.6047
20	400.4900	400.4900	1	-1.2397	1.0013	0.1183	0.2142	-1.3580	1.0239	-1.3262
21	182.2700	182.2700	0							
22	74.3100	74.3100	1	0.4558	1.0068	-0.0185	0.2141	0.4723	1.0293	0.4589
23	37.1800	37.1800	0							
24	21.6000	21.6000	1	1.7252	1.0240	-0.0367	0.2141	1.7619	1.0461	1.6842
25	17.2100	17.2100	0							
26	5.5300	5.5300	0							
27	5.0000	5.0000	0							
28	3.6400	3.6400	0							
29	1.6700	1.6700	0							
30	0.8600	0.8600	0							
-99	21.6900	21.6900	2							

شکل ۱۰- جدول کنتراست حاصل از وزن دهی داده‌های مغناطیس هوایی برگردان به قطب

همانگونه که در جدول مشهود است کلاسهای ۱۵ تا ۲۰ و ۲۲ و ۲۴ حاوی نقاط معدنی بوده‌اند و بهمین جهت دارای کنتراست‌اند. از این میان کلاسهای ۱۷ و ۲۴ برگزیده شد و شکل ۱۱ نقشه باینری آنرا نشان می‌دهد در این نقشه کلاسهای ۱۷ و ۲۴ ارزش ۱ و بقیه ارزش

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
100	586.3200	586.3200	8	0.3938	0.3560	-0.1425	0.2435	0.5364	0.4313	1.2436
200	313.6600	313.6600	3	0.0344	0.5801	-0.0046	0.2142	0.0390	0.6184	0.0631
300	340.5300	340.5300	4	0.2421	0.5030	-0.0401	0.2192	0.2823	0.5487	0.5145
400	237.4800	237.4800	4	0.6077	0.5043	-0.0832	0.2192	0.6909	0.5498	1.2566
500	263.4300	263.4300	2	-0.1985	0.7098	0.0193	0.2095	-0.2178	0.7401	-0.2943
600	156.0700	156.0700	1	-0.3694	1.0032	0.0188	0.2051	-0.3881	1.0240	-0.3791
700	128.1100	128.1100	1	-0.1705	1.0039	0.0078	0.2051	-0.1783	1.0247	-0.1740
800	127.9900	127.9900	0							
900	99.6000	99.6000	0							
1000	81.6900	81.6900	1	0.2839	1.0062	-0.0102	0.2051	0.2942	1.0269	0.2865
1001	369.6600	369.6600	1	-1.2354	1.0014	0.1072	0.2052	-1.3425	1.0222	-1.3134

شکل ۶- جدول کنتراست حاصل از وزندار نمودن فواصل گسلها با نقاط معدنی، مشاهده می‌شود که تا فاصله چهارصد متری گسلها حائز ارزشند.

از آنجا که فاصله چهارصد متری گسلها کنتراست مناسبی داشته است لذا تا فاصله چهارصد متر ارزش ۱ و بیشتر ارزش صفر داشته و نقشه بانیری آن مطابق شکل ۷ تهیه شد.

در پایان بلحاظ آنکه اثر گسل بیش از حد معمول شود هر دوی این اطلاعات یعنی گسلها و زون برشی یکی شد (اجتماع گرفته شد) و در تلفیق مورد استفاده قرار گرفت. لازم بذکر است که اگر چه برای اولین بار از زونهای برشی استفاده شد و بعنوان اطلاعات تکمیلی تلقی می‌شود ولیکن بنظر میرسد تفاوت مثبتی در نتیجه ایجاد نمی‌کند.

#### ۴-۴- داده‌های ژئوشیمیایی :

گزارش ژئوشیمی مبسوطی توسط هندی، رامین و همکاران ۱۳۷۹ از ورقه سبزواران

صفر پیدا کرده‌اند.

۴-۵-۲- سیگنال : حاصل پردازش سیگنال مربوط به داده‌های ژئوفیزیک هوایی پس از

کلاسه بندی ۲۰ گانه (شکل ۱۲) وزن دهی شد که حاصل آن در شکل ۱۳ بصورت جدول آمده

است:

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	1416.9400	1416.9400	8	-0.4206	0.3546	0.3270	0.2597	-0.7476	0.4395	-1.7009
2	578.5700	578.5700	8	0.4833	0.3560	-0.1860	0.2591	0.6693	0.4403	1.5200
3	307.6200	307.6200	4	0.4210	0.5033	-0.0698	0.2303	0.4909	0.5535	0.8869
4	154.2400	154.2400	1	-0.2815	1.0033	0.0149	0.2141	-0.2964	1.0259	-0.2889
5	94.3100	94.3100	1	0.2146	1.0053	-0.0087	0.2141	0.2233	1.0279	0.2173
6	40.4000	40.4000	1	1.0768	1.0126	-0.0295	0.2141	1.1063	1.0350	1.0689
7	23.1100	23.1100	0							
8	18.3700	18.3700	0							
9	11.8200	11.8200	0							
10	8.7800	8.7800	0							
11	4.4400	4.4400	0							
12	3.5800	3.5800	0							
13	2.6800	2.6800	0							
14	1.8600	1.8600	0							
15	1.6600	1.6600	0							
16	1.6600	1.6600	0							
17	2.0300	2.0300	0							
18	2.3700	2.3700	0							
19	1.8400	1.8400	0							
20	1.0900	1.0900	0							
21	0.7800	0.7800	0							
22	0.6800	0.6800	0							
23	0.5100	0.5100	0							
24	0.4900	0.4900	0							
25	0.5700	0.5700	0							
26	0.5400	0.5400	0							
27	0.7500	0.7500	0							
28	0.5800	0.5800	0							
29	0.3900	0.3900	0							
30	0.1900	0.1900	0							
-99	21.6900	21.6900	2							

شکل ۱۳- جدول کنتراست حاصل از وزن دهی داده‌های مغناطیس، سیگنال

از میان چهار کلاس وزن دار ۱ تا ۶ تنها دو کلاس ۲ و ۶ انتخاب شد. شکل ۱۴ نقشه باینری

سیگنال را نشان می‌دهد به کلاسهای ۲ و ۶ مقدار ۱ و به بقیه کلاسها مقدار صفر داده شده

است.



۴-۵-۳- مشتق اول : مشتق اول داده‌های مغناطیس هوایی پس از کلاسه بندی ۳۰ گانه و وزن دهی با نقاط معدنی متأسفانه جواب مناسبی نداد همانگونه که در شکل ۱۵ ملاحظه می‌شود مقادیر کنتراست کلیه کلاسها ناچیز است. بهمین جهت از بکارگیری این داده‌ها صرف‌نظر شد.

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
1	0.2600	0.2600	0							
2	0.2700	0.2700	0							
3	0.2400	0.2400	0							
4	0.2600	0.2600	0							
5	0.1800	0.1800	0							
6	0.2300	0.2300	0							
7	0.2600	0.2600	0							
8	0.3100	0.3100	0							
9	0.7900	0.7900	0							
10	1.4000	1.4000	0							
11	2.9400	2.9400	0							
12	4.4600	4.4600	0							
13	14.3400	14.3400	0							
14	58.6200	58.6200	0							
15	199.2800	199.2800	2	0.1591	0.7107	-0.0139	0.2191	0.1730	0.7437	0.2326
16	1809.7800	1809.7800	16	0.0310	0.2511	-0.0675	0.3795	0.0986	0.4550	0.2166
17	435.9400	435.9400	4	0.0685	0.5023	-0.0138	0.2304	0.0824	0.5526	0.1491
18	104.2800	104.2800	1	0.1131	1.0048	-0.0048	0.2141	0.1179	1.0274	0.1148
19	33.4100	33.4100	0							
20	9.5800	9.5800	0							
21	2.2600	2.2600	0							
22	1.3600	1.3600	0							
23	1.0200	1.0200	0							
24	0.8300	0.8300	0							
25	0.4500	0.4500	0							
26	0.1000	0.1000	0							
-99	21.6900	21.6900	2							

شکل ۱۶- جدول کنتراست حاصل از وزن دهی داده‌های مغناطیس هوایی یا پردازش مشتق اول

۴-۵-۴- گسلهای ژئوفیزیک : گسلهای پیشنهادی ژئوفیزیک پس از فاصله بندی ۱۰۰ متر به فاصله ۱۰۰۰ متر با نقاط معدنی وزن دهی شد که حاصل آن در شکل ۱۷ بصورت جدول نشان میدهد تنها با فاصله ۱۰۰ متری این گسلها دارای ارزش‌اند. اگر چه کنتراست این گسلها در فواصل بالا ۸۰۰ متر و ۱۰۰۰ متر خوب بوده است اما بجهت آنکه ۱۱ نقطه معدنی خارج از

۱۰۰۰ متر واقع شده است بنظر میرسد گرفتن فواصل بالا بدلیل عدم بستگی مناسب نقاط معدنی با این گسلها باعث اغتشاش نتیجه گردد. لذا تنها تا فاصله ۱۰۰ متری مورد استفاده قرار گرفت. شکل ۱۸ نقشه باینری آنرا نشان میدهد. تا فاصله ۱۰۰ متر ارزش یک و بقیه ارزش صفر دارند.

CLASS	AREA_SQ_KM	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
100	126.8200	126.8200	3	0.9543	0.5843	-0.0805	0.2141	1.0348	0.6223	1.6629
200	69.2500	69.2500	1	0.4513	1.0073	-0.0150	0.2051	0.4664	1.0280	0.4537
300	99.2000	99.2000	1	0.0875	1.0051	-0.0035	0.2051	0.0910	1.0258	0.0887
400	66.7600	66.7600	1	0.4885	1.0076	-0.0160	0.2051	0.5045	1.0282	0.4906
500	101.5700	101.5700	1	0.0637	1.0050	-0.0026	0.2051	0.0662	1.0257	0.0646
600	64.3000	64.3000	1	0.5266	1.0079	-0.0169	0.2051	0.5436	1.0285	0.5285
700	63.3100	63.3100	1	0.5424	1.0080	-0.0173	0.2051	0.5597	1.0286	0.5441
800	88.6700	88.6700	2	0.9056	0.7152	-0.0505	0.2094	0.9561	0.7453	1.2829
900	67.2300	67.2300	0							
1000	83.9600	83.9600	3	1.3792	0.5879	-0.0972	0.2141	1.4763	0.6257	2.3594
1001	1873.4700	1873.4700	11	-0.4572	0.3024	0.6079	0.2695	-1.0651	0.4051	-2.6293

شکل ۱۷- جدول کنتراست حاصل از وزن دهی فواصل گسلهای ژئوفیزیک با نقاط معدنی

۴-۵-۵- توده‌های نفوذی کم عمق: توده‌های نفوذی پیشنهادی از پردازش داده‌های ژئوفیزیک هوایی تا فاصله ۱۰۰۰ متری و با فواصل ۱۰۰ متر بافر شد. این کلاسها با نقاط معدنی وزن دهی شدند که نتیجه در شکل ۱۹ بصورت جدول آمده است.

CLASS	AREA_SQ_K	AREA_UNITS	NO_POINTS	WPLUS	S_WPLUS	WMINUS	S_WMINUS	CONTRAST	S_CONTRAST	STUD_CNT
100	60.6900	60.6900	1	0.5854	1.0083	-0.0183	0.2051	0.6037	1.0290	0.5867
200	34.5300	34.5300	2	1.8855	0.7285	-0.0712	0.2094	1.9567	0.7580	2.5813
300	39.2000	39.2000	0							
400	34.3000	34.3000	0							
500	44.4300	44.4300	1	0.9034	1.0114	-0.0245	0.2051	0.9279	1.0320	0.8991
600	34.2400	34.2400	0							
700	34.0600	34.0600	0							
800	38.8900	38.8900	1	1.0398	1.0131	-0.0266	0.2050	1.0664	1.0337	1.0317
900	40.0200	40.0200	2	1.7296	0.7255	-0.0691	0.2094	1.7987	0.7551	2.3820
1000	38.6000	38.6000	0							
>1000	2305.5800	2305.5800	18	-0.1704	0.2366	0.6493	0.3813	-0.8196	0.4488	-1.8264

شکل ۱۹- جدول کنتراست حاصل از وزن دهی فواصل توده‌های نفوذی کم عمق محصول پردازش مغناطیس هوایی

همانگونه که مشاهده می‌شود تا فاصله ۹۰۰ متری دارای ارزش مناسب بودند. شکل ۲۰ باینری توده‌های نفوذی ژئوفیزیک را تا فاصله ۹۰۰ متری از کنتاکت نشان می‌دهد. کلیه نتایج ژئوفیزیک توسط عملوند OR و یا بعبارتی با اجتماع گرفتن بصورت داده‌های واحد مورد استفاده قرار گرفت.

۴-۶- داده‌های دورسنجی: داده‌های دورسنجی در این منطقه تنها شامل پردازش آلتراسیون‌ها بود و متأسفانه داده‌های بیشتری نظیر گسلها و یا ساختارهای حلقوی و غیره در اختیار نبود.

داده‌های آلتراسیون نیز بصورت یک لایه اطلاعاتی همانطور که در شکل ۲۱ ملاحظه می‌شود مورد استفاده قرار گرفت.

## ۵- نتیجه تلفیق داده ها:

تلفیق به روش وزنهای نشانگر Weight's of Evidence و در محیط نرم افزار Arcview انجام شد. لایه های اطلاعاتی زمین شناسی، تکتونیک، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و دورسنجی پس از مراحل آماده سازی بگونه ای که ذکر شد بر اساس اندیس های معدنی با یکدیگر تلفیق شدند، حاصل این تلفیق نقشه مناطق پیشنهادی مقدماتی با پتانسیل معدنی است. ضریب عدم وابستگی داده ها (conditional Independence Ratio) متأسفانه در این پردازش کمتر از ۱ و حدود ۰/۸۶ بود.

مقادیر احتمال مقدماتی پیشنهادی سیستم حداکثر 0.514 است. در ۶ نقطه مقادیر احتمال به حداکثر می رسد که بدون در نظر گرفتن اولویت از ۱ تا ۶ نامگذاری شده شکل ۲۲ محصول نهایی تلفیق و نقاط پیشنهادی سیستم را نشان می دهد.

مقادیر احتمال در ۵ کلاسه تا ۰/۱ بین ۰/۱ و ۰/۲، بین ۰/۲ و ۰/۲۷، بین ۰/۲۷ و ۰/۳، بین ۰/۳ و ۰/۴ و در نهایت ۰/۴ تا ۰/۵ را نشان می دهد. از این مقادیر تنها دو کلاس بیشترین احتمال یعنی مقادیر بالای ۰/۳ در نظر گرفته شده است و بر آن اساس ۶ نقطه با مختصات نیل شکل (۲۲) معرفی می شود.

<i>Anomaly</i>	<i>X_COORD</i>	<i>Y_COORD</i>
1a	565356.44872	3204370.62480
1b	565231.97728	3203549.11329
1c	565779.65162	3203549.11329
2	570385.09494	3199441.55573
3a	571331.07789	3200810.74159
3b	571779.17508	3200362.64440
4a	575637.78976	3202055.45600
4b	575538.21260	3200561.79870
4c	574965.64397	3200636.48157
5	579944.50162	3186969.51733
6	586392.12227	3179401.65371

شکل ۲۳- جدول مختصات نقاط ۶ گانه پیشنهادی بعنوان نقاط با احتمال تجربی بالا در بتانسیل مواد معدنی.

بطور کلی با توجه به فعالیت های گسترده ای که در منطقه جهت اکتشاف مس صورت گرفته است و نیز نزدیکی نقاط پیش بینی شده به اندیس های معدنی موجود بنظر می رسد امکان ردیابی ذخایر وسیع و خصوصاً در دسترس و با برونزد سطحی بسیار کم باشد. برای نمونه مساحت آنومالی های معرفی شده از طریق این سیستم در مقایسه با سایر داده ها ارائه می شود (در خصوص مس ، مولیبدن و طلا):

مساحت کل منطقه حدود ۲۶۶۳ کیلومترمربع.

مساحت آنومالی های ژئوشیمیایی مرتبط ۳/۸۵ کیلومترمربع

مساحت آلتراسیون های دورسنجی ۰/۹۸ کیلومترمربع

مساحت آنومالی های-کلاس ۱ پیشنهادی ۰/۲۷ کیلومتر مربع  
در مجموع ۰/۷۱ کیلومتر مربع

مساحت آنومالی های-کلاس ۲ پیشنهادی ۰/۴۴ کیلومتر مربع

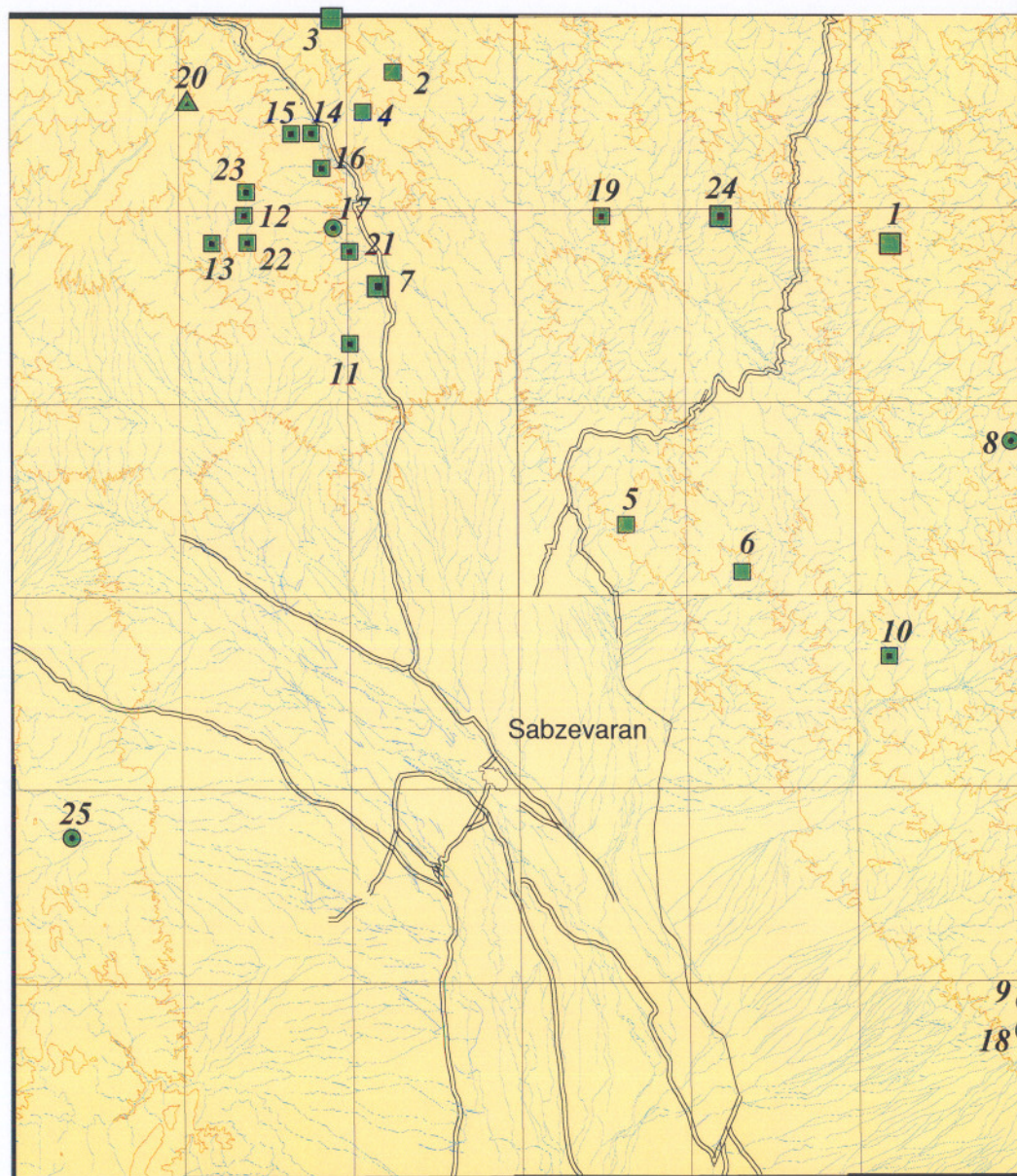
چنانکه آمار نشان می دهد در صورت استفاده بهینه از سیستم و وجود داده های صحیح

و دقیق بدلیل کاهش چشمگیر مساحت اکتشافی هزینه مطالعات بسیار کاهش می یابد:

در پایان لازم می دانم اشاره مجدد به عدم دقت کافی موقعیت فضایی نقاط معدنی بکار

گرفته شده در تلفیق به جهت نبود دستگاه GPS اشاره کنم. این مسئله خطای زیادی در

پردازش داده ها بوجود می آورد.



وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

Genetic Type			Morphological Type			
Series	Group	Class	Veins	Lenses	Dessimi.	
Endogenous	Magmat.		☒			
	Skarn		⬡			
	Hydrotherm.	Plutono.		■		■
		Volcano.		⊙		⊙
Exoge.	Weather. Unresol.		◐			
	Sedim.		⬠			
Meta.	Meta.		▲	▲		



Scale : 1 : 350,000

## Mineral Deposit Map of Sabzevaran



وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور




## *Geological Binary Map of Sabzevaran*

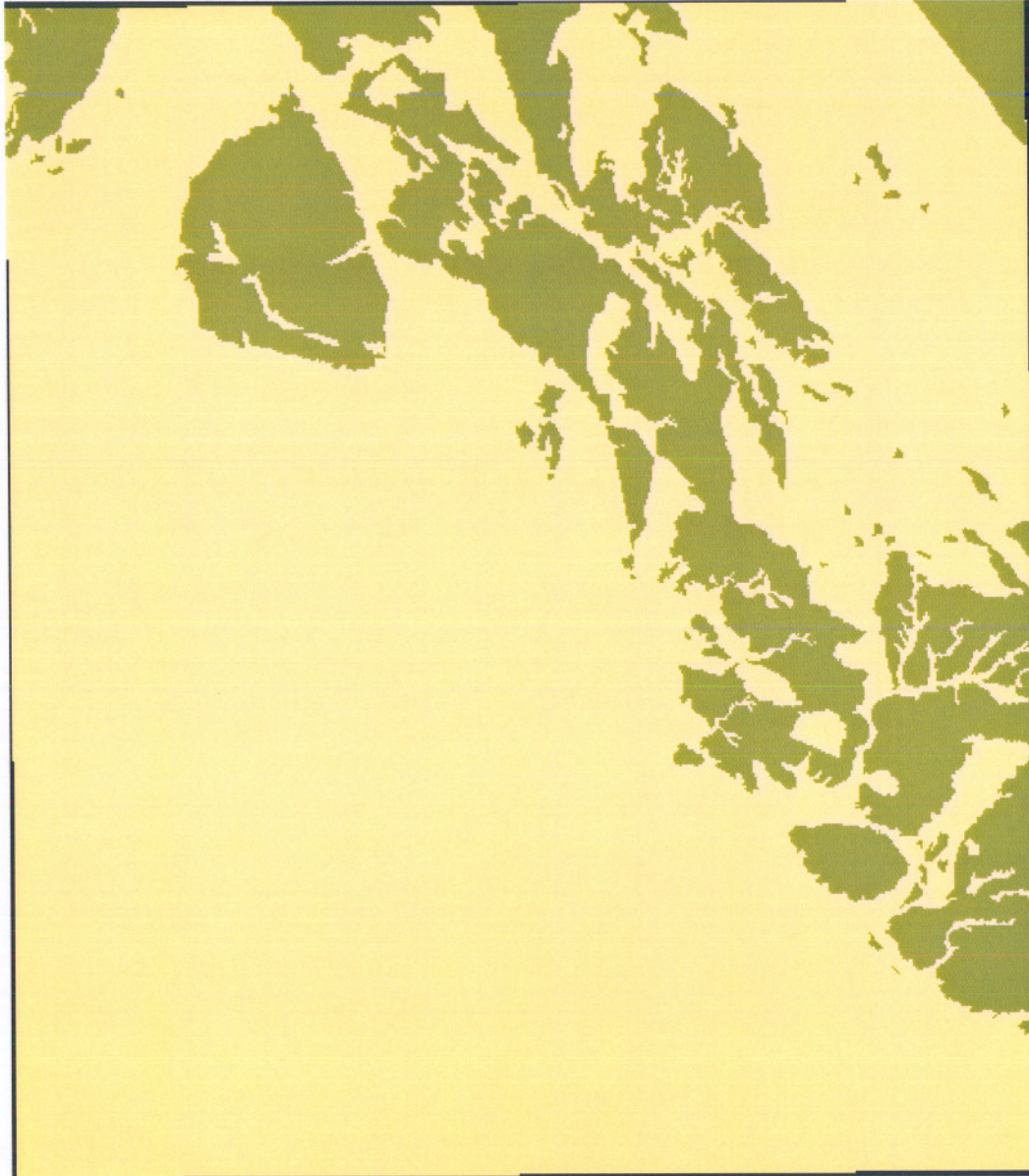
*Lithological Units ( g , gh , gd , Ev )*



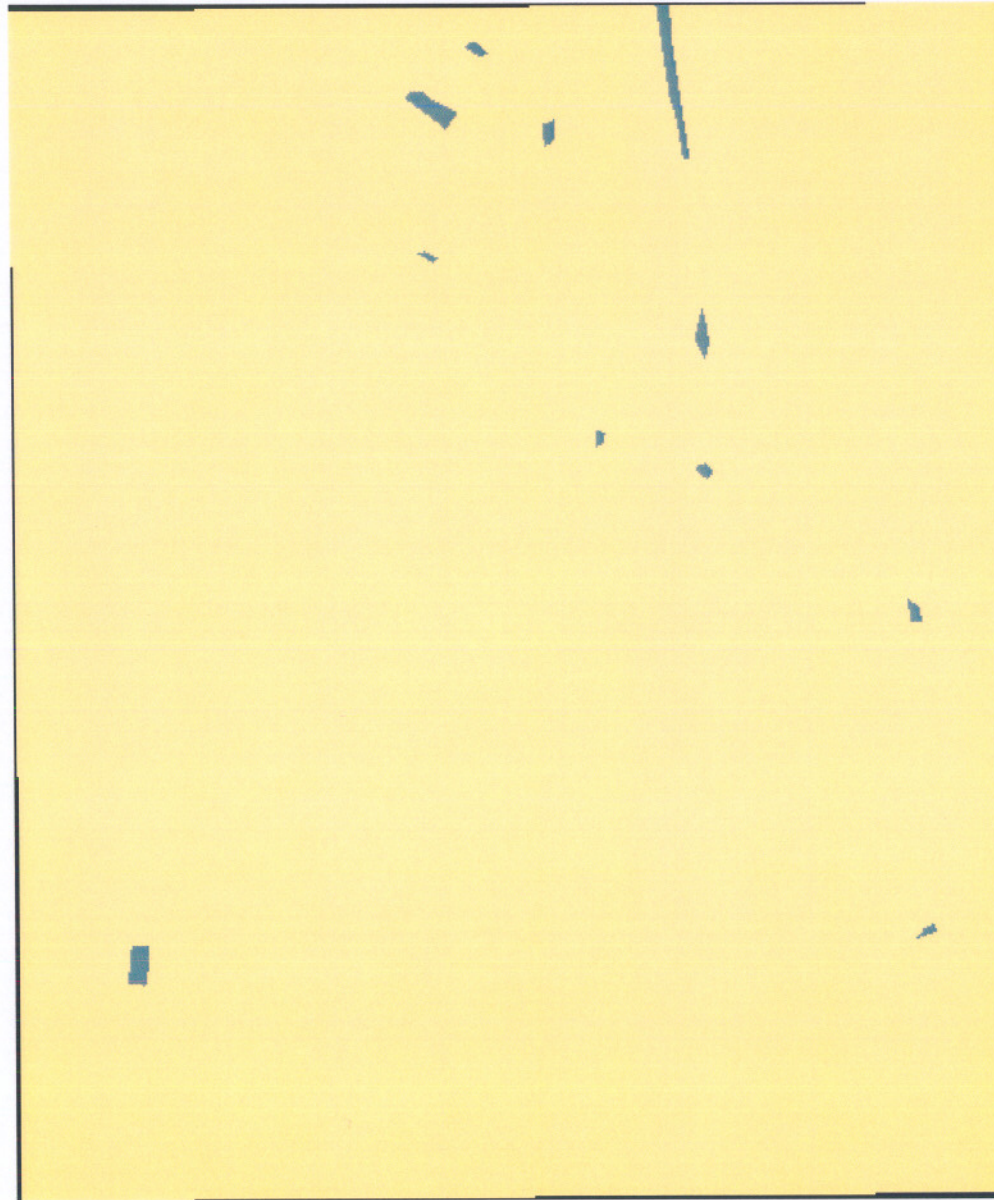
*Scale : 1 : 350,000*

*Reclass of 4 Geologygrid*

	0
	1
	No Data







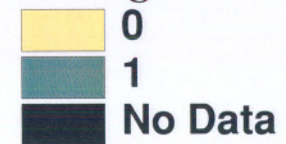
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Shear-Zone Binary Map of Sabzevaran*



Scale : 1 : 350,000

*Sheargrid*

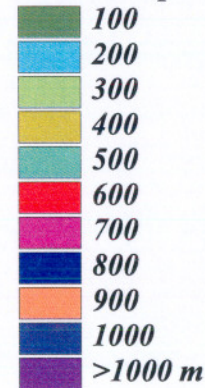




وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Fault Buffer Map of Sabzevaran*

*Faultbin.shp - Buffers*



*Scale : 1 : 350,000*



شکل ۵- نقشه بافر گسلها بخاصله ۱۰۰۰ متری با فواصل ۱۰۰ متری به همراه نقاط معدنی.



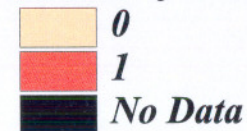
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Fault Binary Map of Sabzevaran*

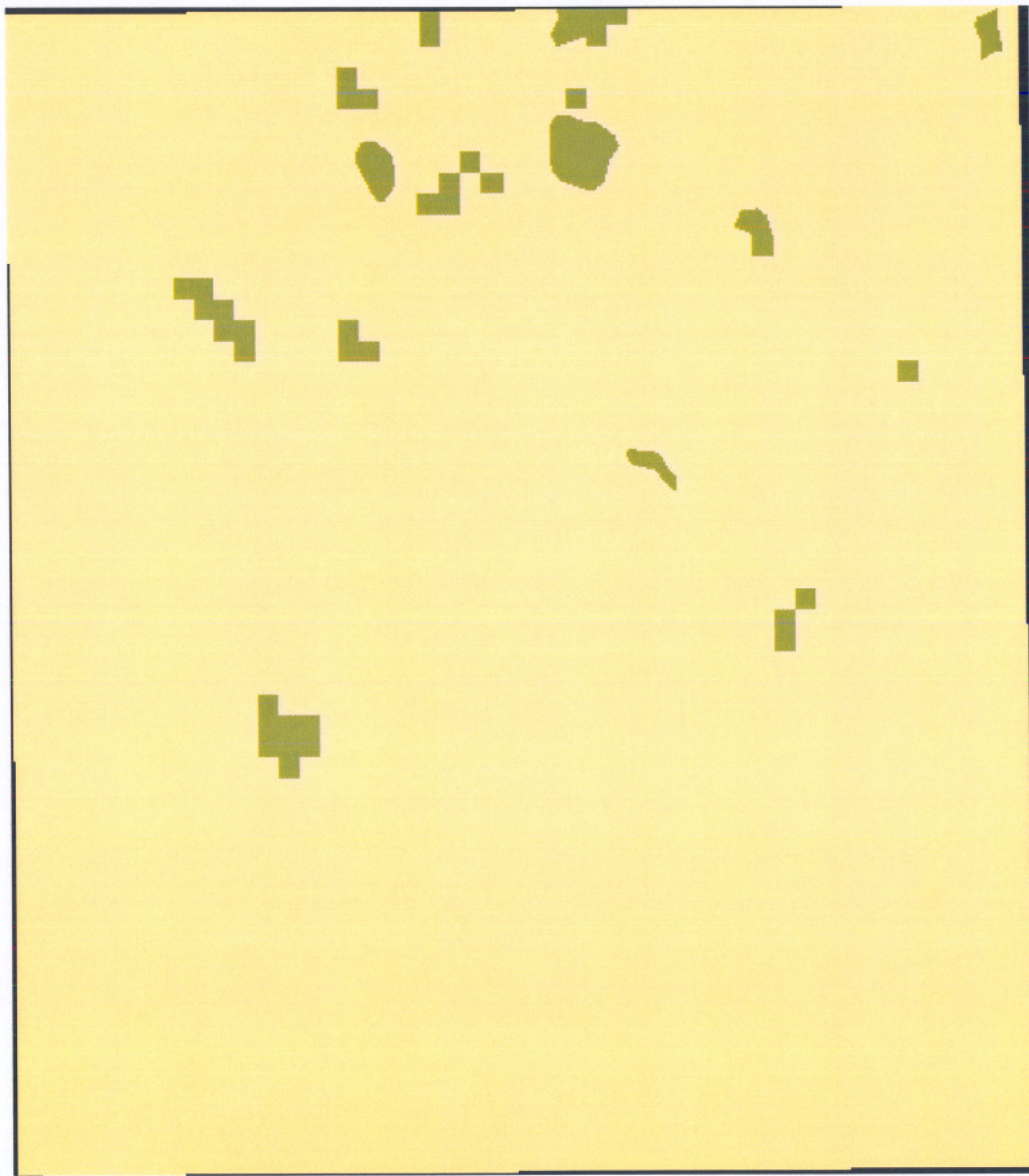


*Scale : 1 : 350,000*

*Reclass of Faultbin.shp - Buffers*



شکل ۸- نقشه باینری مناطق امید بخش ژئوشیمیایی.



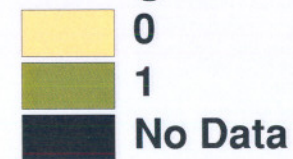
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

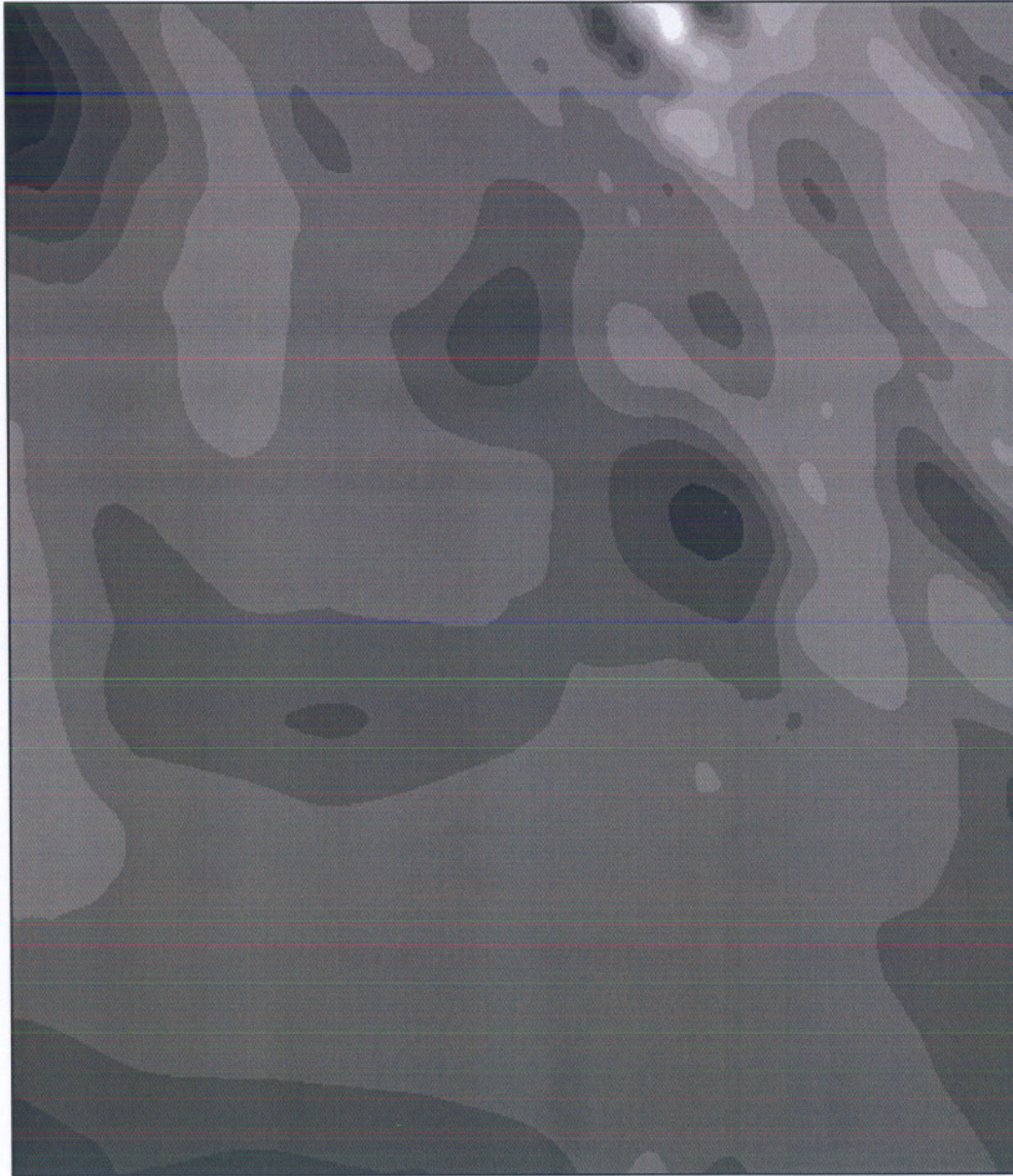
## *Geochemical Promise Area Binary Map of Sabzevaran*



Scale : 1 : 350,000

**Geochgrid**





وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Geophysic Reduction to Pole Map of Sabzevaran*

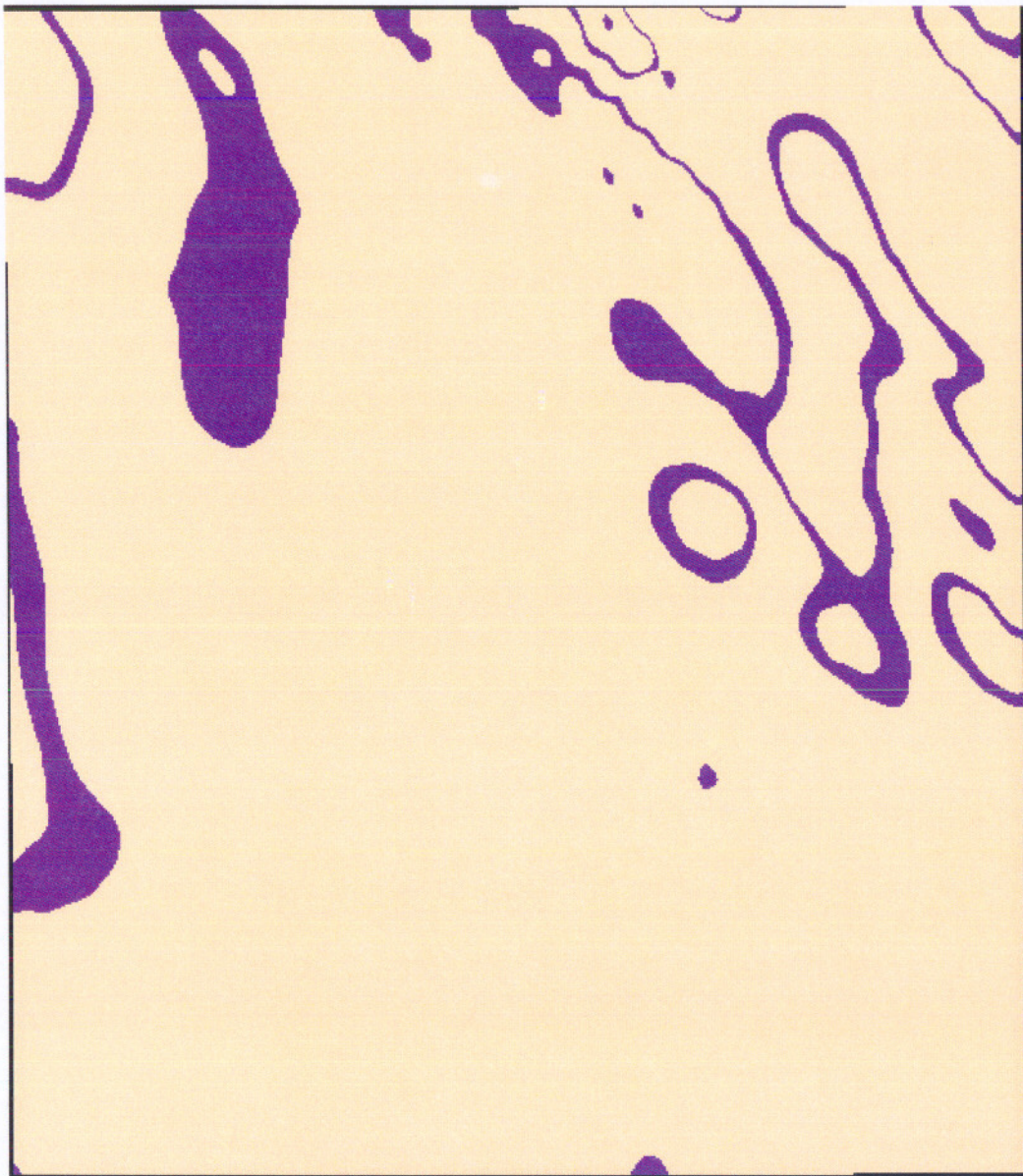
Reducgrd

38506.625 - 38554.089
38554.089 - 38601.553
38601.553 - 38649.017
38649.017 - 38696.481
38696.481 - 38743.945
38743.945 - 38791.409
38791.409 - 38838.873
38838.873 - 38886.336
38886.336 - 38933.8
38933.8 - 38981.264
38981.264 - 39028.728
39028.728 - 39076.192
39076.192 - 39123.656
39123.656 - 39171.12
39171.12 - 39218.584
39218.584 - 39266.048
39266.048 - 39313.512
39313.512 - 39360.976
39360.976 - 39408.44
39408.44 - 39455.904
39455.904 - 39503.368
39503.368 - 39550.832
39550.832 - 39598.295
39598.295 - 39645.759
39645.759 - 39693.223
39693.223 - 39740.687
39740.687 - 39788.151
39788.151 - 39835.615
39835.615 - 39883.079
39883.079 - 39930.543
No Data



Scale : 1 : 350,000

شکل ۱ - نقشه باینری مغناطیس هولایی، برگردان به قطب.



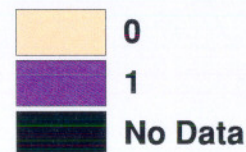
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

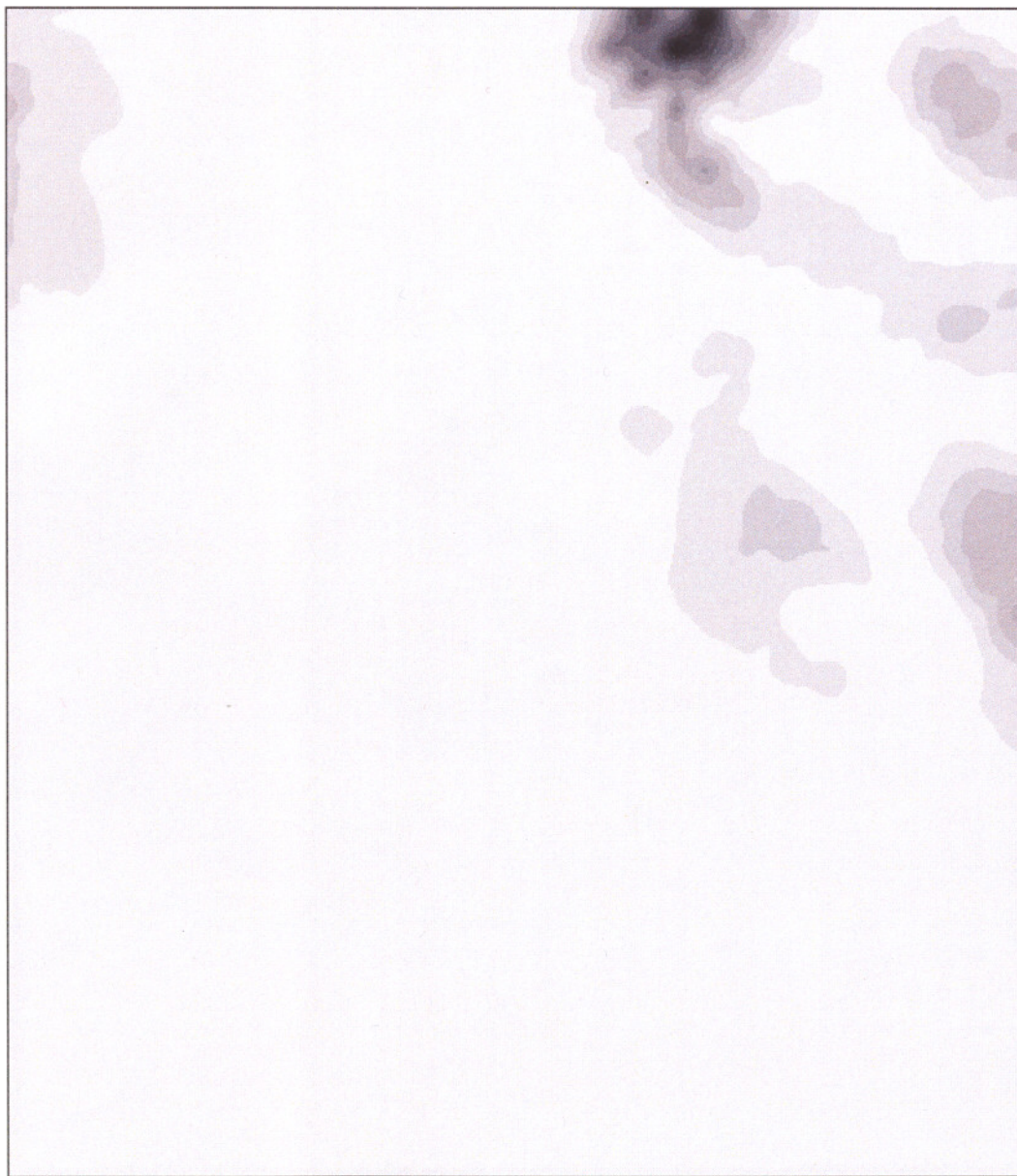
## *Geophysic Reduction to Pole Binary Map of Sabzevaran*



*Scale : 1 : 350,000*

**Reclass 2 of Reducgrd**

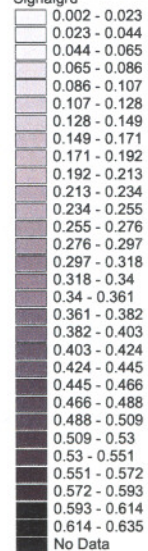




وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Geophysic Signal Map of Sabzevaran*

Signalgrd



*Scale : 1 : 350,000*



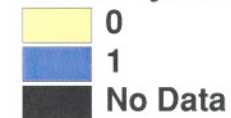
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Geophysic Signal Binary Map of Sabzevaran*



Scale : 1 : 350,000

*Reclass of Reclass of Signalgrd*



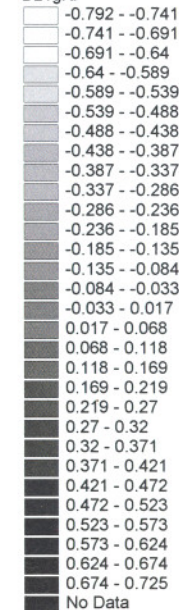




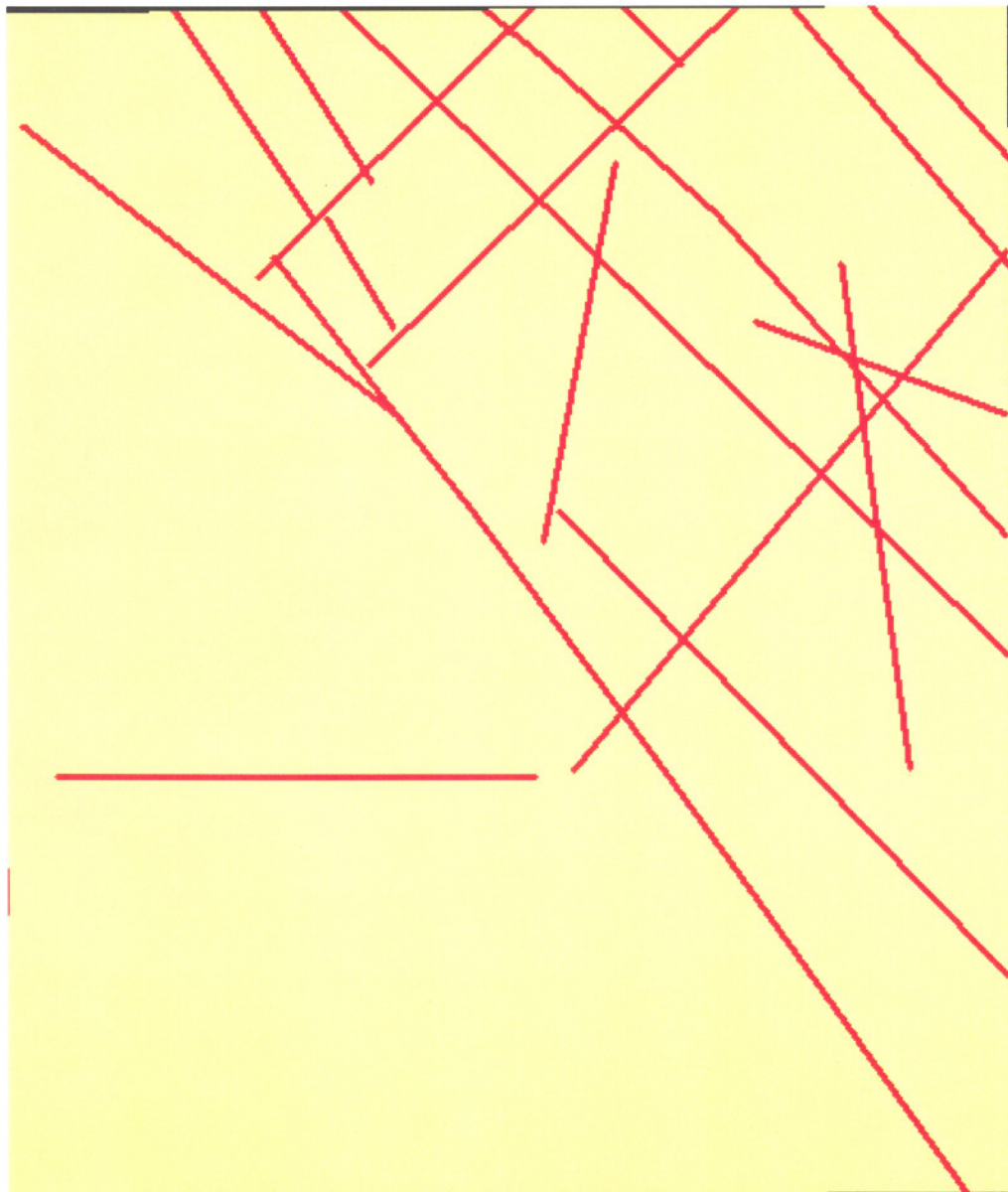
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Geophysic 1st-Derivative Map of Sabzevaran*

Dz1grd



Scale : 1 : 350,000



وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

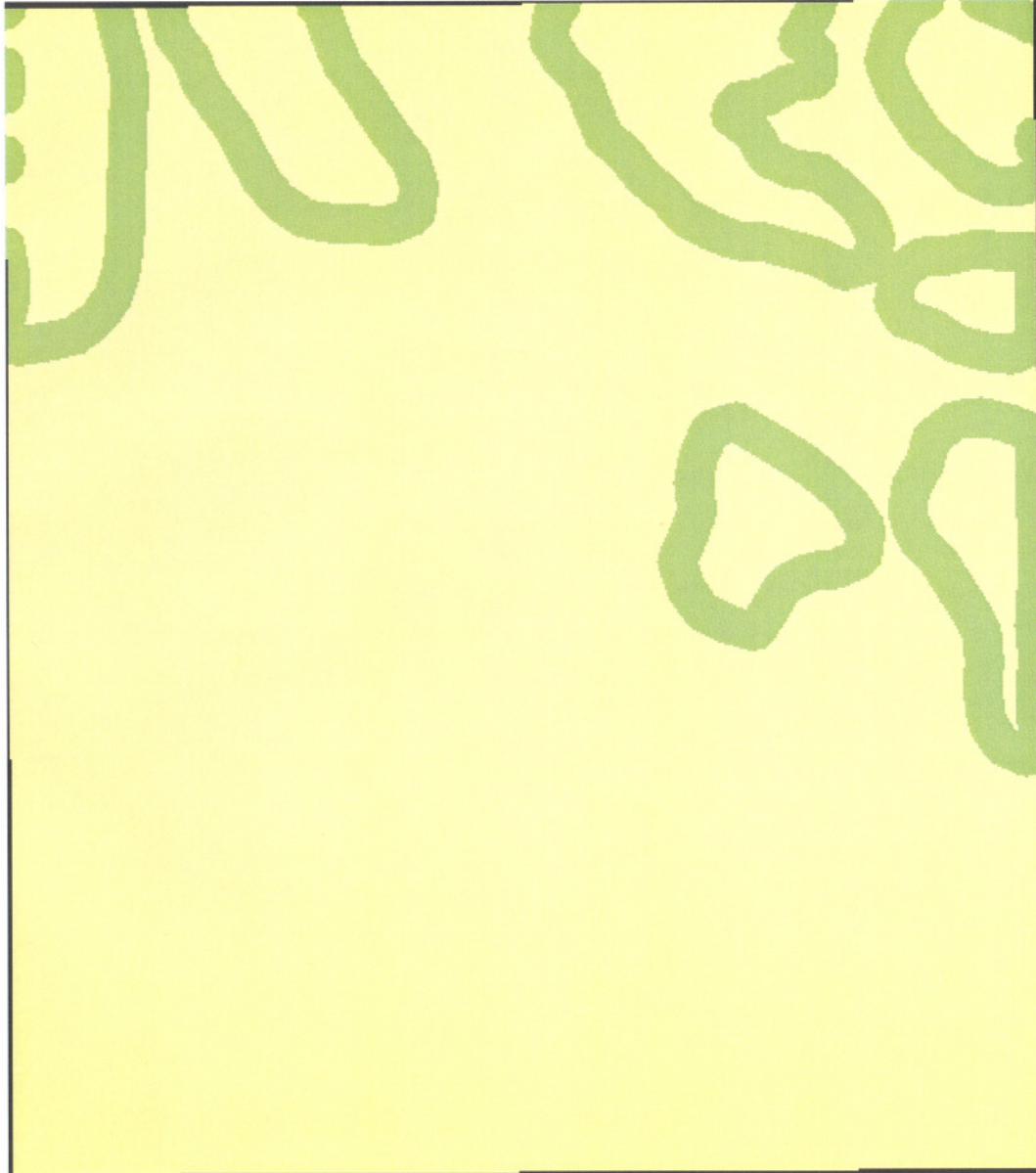
## *Geophysic Fault Binary Map of Sabzevaran*



Scale : 1 : 350,000

*Reclass of GeophysicFault - Buffers*





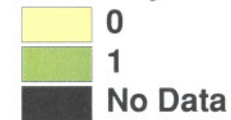
وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

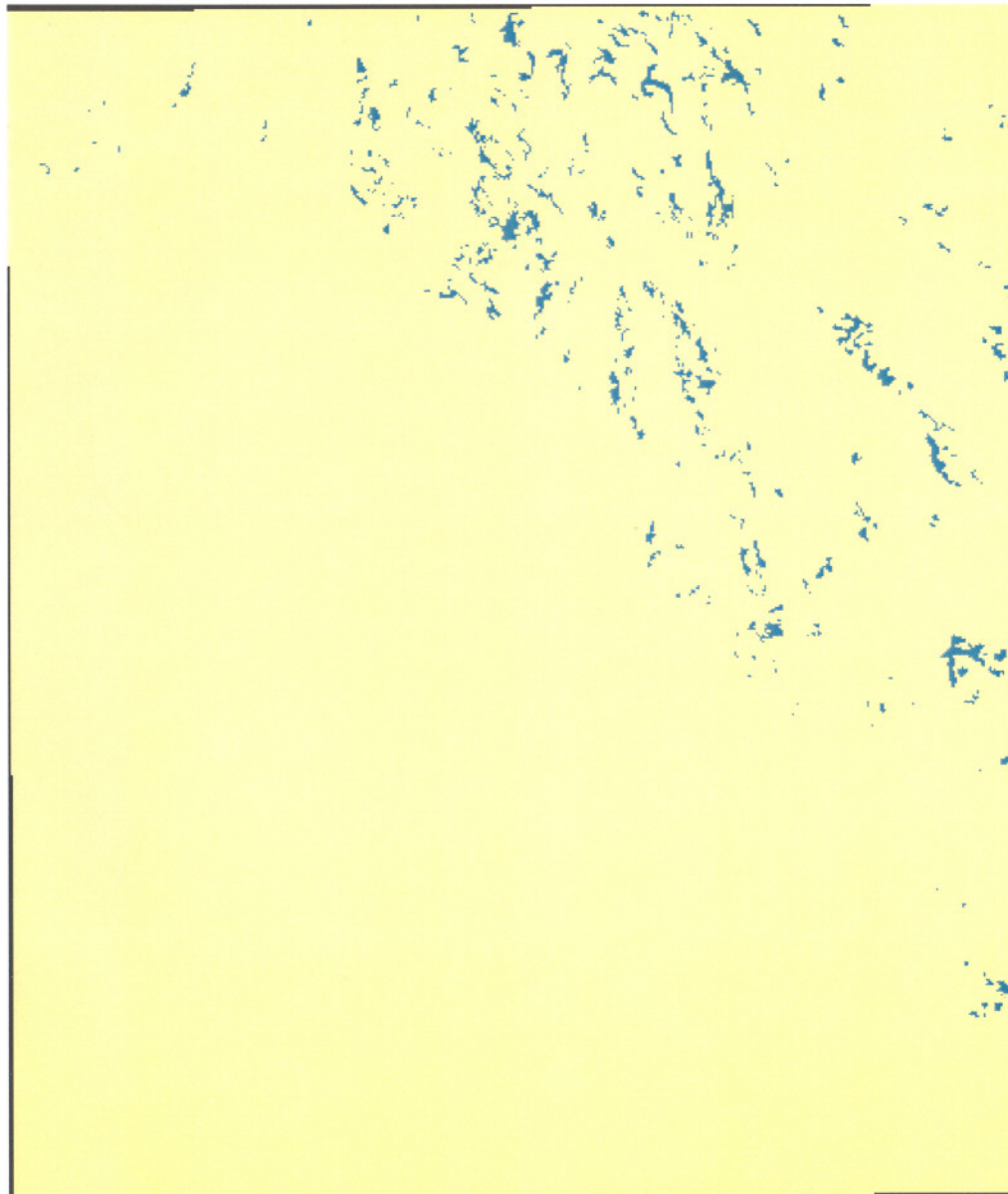
## *Geophysic Shallow Depth Binary Map of Sabzevaran*



*Scale : 1 : 350,000*

*Reclass of Shallowline.shp - Buffers*





وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## *Alteration Binary Map of Sabzevaran*



*Scale : 1 : 350,000*

*Reclass of Altergrid*





وزارت  
صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

*Mineral Potential Map  
of Sabzevaran  
Posterior Probability  
by Weight's of Evidence Method*



*Scale : 1 : 350,000*

*Posterior Probability*

	0.001 - 0.1
	0.1 - 0.2
	0.2 - 0.27
	0.27 - 0.3
	0.3 - 0.4
	0.4 - 0.52