سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پروژه اکتشاف سیستماتیک در زون

خوی - اشنویه

گزارش پردازش و تفسیر داده‌های ژئوفیزیک هوایی با استفاده از روش مغناطیس سنجی در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ اشنویه

مجری طرح: مهندس محمدتقی کره‌ای

مجری فنی: مهندس ایرج نوایی

توسط :

آنوشا هاشمی

زمستان ۱۳۷۹

مقدمه

اطلاعات مغناطیسی برای شناخت بهتر ساختارهای زمین‌شناسی و برای آگاهی از تغییرات لیتولوژیکی در مناطق فاقد بیرون‌زدگی و ارتباط بهتر آنها در مناطقی که کمی بیرون‌زدگی وجود دارد بکار برده می‌شوند. داده‌های مغناطیسی بدون توجه به هوازدگی سنگها، اطلاعات مهمی را در مورد محل گسلها که محیط مناسب برای حرکت محلولهای کانی‌ساز هستند، می‌دهد، موقعیت و گسترش توده‌های نفوذی مدفون را دقیق‌تر مشخص می‌کند و نیز ساختارهای زمین‌شناسی را که با دید مستقیم با عکس هوایی قابل رویت نیستند را نمایان می‌سازد. همچنین مناطق دگرسانی که محل مناسب برای تجمع کانسار هستند به علت از بین رفتن کانی مگنتیت، با اطلاعات مغناطیسی قابل تشخیص می‌باشند.

اطلاعات مغناطیسی هوایی موجود بایستی به صورت نقشه‌های مناسب مغناطیسی درآیند (نقشه‌های Image و گرادیان عمودی) و بطور سیستماتیک تعبیر و تفسیر گردند، چرا که این اطلاعات به خودی خود کمکی به حل مشکل زمین‌شناسی منطقه نخواهند کرد.

انطباق ناهنجاریهای مغناطیسی با کانی‌سازی سولفیدی در منطقه بایستی مشخص گردد.

بررسی ناهنجاریهای مغناطیسی با واحدهای لیتولوژیکی در منطقه و نیز ارتباط این واحدها با کانی‌زائی، اندازه‌گیریهای مغناطیسی زمینی جدید، اندازه‌گیری خاصیت مغناطیسی، برداشت نمونه از مناطق بیرون‌زده و جمع‌آوری نمونه از مناطق فاقد بیرون‌زدگی در طول پروفیلهایی که بتوان تغییرات لیتولوژیکی حاصل از اطلاعات مغناطیسی را با تغییرات زمین‌شناسی نقشه‌برداری شده مقایسه کرد، ضروری است. با این کار مشکلات ناشی از کمی بیرون‌زدگی، گسترش هوازدگی و توسعه عمقی سنگها برطرف خواهد شد و انطباق اطلاعات مغناطیسی با زمین‌شناسی نقشه‌برداری شده در مناطق فاقد بیرون‌زدگی به کار گرفته خواهد شد.

یک نقشه زمین‌شناسی دقیق از منطقه نه فقط از جهت اکتشاف منابع معدنی فلزات با ارزشی مثل طلا و مس حائز اهمیت زیادی است بلکه از نظر آبهای زیرزمینی، کشاورزی، مقاصد

مهندسی و مینرالهای صنعتی نیز ارزشمند است. اطلاعات مغناطیسی به لحاظ عدم وابستگی به بیرون‌زدگی، هوازدگی و پوشش سطحی برای بدست آوردن اطلاعات زمین‌شناسی، ساختمانی و اکتشاف منابع معدنی فلزی بطور سیستماتیک در کانادا، استرالیا، هندوستان و سایر کشورهای دیگر به کار برده می‌شود که امروزه در ایران نیز بطور جدی از این روش استفاده می‌گردد و نمونه استفاده آن را در این گزارش مشاهده می‌کنید. استفاده از اطلاعات مغناطیسی برای جستجوی مستقیم، که طی آن پاسخ مغناطیسی یک هدف زمین‌شناسی به خصوص ارزیابی می‌شود، به کار می‌رود، بطور معمول در اکتشاف طلا هدف سیستم مینرالیزه بوده که حاوی مگنتیت یا پیروتیت است و با استفاده از اطلاعات مغناطیسی بطور مستقیم ردیابی می‌شود. جستجو و شناسائی یک واحد زمین‌شناسی ویژه، یک کنتاکت مورد اهمیت، و یا عدم تداوم ساختمانی از موارد دیگری است که در این جستجو مستقیم به وسیله اطلاعات مغناطیسی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اطلاعات مغناطیسی بایستی در کاربرد این روش دارای کیفیت بالا باشند. حتی در مواردی که سنگها بیرون‌زدگی قابل ملاحظه‌ای دارند اطلاعات مغناطیسی مرزها، امتداد واحدها در گروه سنگها و ناپیوستگی‌های مهم در بیرون‌زدگیهای ناشی از گسلها را مشخص می‌کند. در مناطقی که کمتر بیرون‌زدگی وجود دارد، هوازدگی و یا پوشش سطحی مانع دید مستقیم می‌شود این اطلاعات ارتباط بین واحدهای سنگی را با اطمینان بیشتری برقرار می‌نمایند.

منطقه اشنویه در چهارگوش ارومیه در شمال غرب ایران واقع شده است، مشخصات داده‌های مغناطیسی در این ناحیه با فاصلهٔ خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر و ارتفاع بارومتریک ۶۵۰۰ تا ۸۰۰۰ پا می‌باشد. داده‌های فوق برای کار اکتشافی دقیق مناسب نمی‌باشند و می‌توان برای تعیین ساختار منطقه از آن استفاده نمود. از آنجا که تنها داده‌های موجود دارای این مشخصات می‌باشد لذا از این داده‌ها استفاده گردید و مناطق امیدبخش از نظر ژئوفیزیک هوایی برای کار تفصیلی‌تر پیشنهاد شدند.

به علت قرار گرفتن این منطقه در موقعیت مرزی و استراتژی خاص، از کنترل صحرایی آنومالیهای ژئوفیزیکی صرفنظر شد، لذا کنترل صحرایی آن در شرایط بهتر، پیشنهاد می‌گردد.

موقعیت جغرافیایی :

ناحیه مورد بررسی در چهارگوش ارومیه (سری ۱:۲۵۰،۰۰۰) که در شمال باختری ایران و به فاصله ۷ کیلومتری مرز ایران و ترکیه و ۱۱۰ کیلومتری مرز ایران و عراق (منتهی‌الیه گوشه جنوب باختری) قرار گرفته است، این چهارگوش در تقسیمات جغرافیایی کشور در دو استان آذربایجان باختری قرار می‌گیرد، چهارگوش ارومیه در نقشه‌های توپوگرافی سراسری ایران به مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ در سری K-551 و به شماره برگه Ni-38-18 چاپ دوم سازمان جغرافیایی کشور ثبت می‌باشد که با طول جغرافیایی ۳۰ و ۴۶ - ۰۰ و ۴۵ و عرض جغرافیایی ۳۸ - ۰۰ و ۳۷ مشخص شده است، ناحیه اشنویه در عرض جغرافیایی ۳۰ و ۳۷ - ۳۷ و طول جغرافیایی ۴۵ تا ۳۰ و ۴۵ قرار گرفته است. شهر اشنویه در منتهی‌الیه جنوب باختری قرار گرفته است.

نقشه مسیر راهها در شکل شماره یک آورده شده است.

زمین‌شناسی منطقه: (اقتباس از نقشه ۱:۲۵۰،۰۰۰ ارومیه)

در بخش باختری تقریباً ویژگیهای پهنه توروس خارجی ترکیه حاکم است، جنبش‌های کوهزایی فاز کیمبرین پسین و لارامید در باختر دریاچه ارومیه با گرانیت‌زائی بوده که در بخشهای وسیعی از آن و حتی خارج از این چهارگوش (خوی، سرو، مهاباد وغیره) رخنمون‌های آن دیده می‌شود که معمولاً با ایجاد دگرگونی مجاورتی در نهشته‌های قدیمی‌تر از خود همراه است.

رخنمون‌های آمیزه رنگین همراه با تکه هایی از آهکهای گلوبوترونکانادار در بخش باختری و بیشتر به طرف مرز باختری نمایانگر فعالیت‌های تشکیل پوسته اقیانوسی و فرورانش ورق عربستان به زیر خرده ورقه ایران می‌باشد.

رخنمونی از نهشته‌های زمان ائوسن در این بخش دیده نمی‌شود، پیشروی دریای میوسن تقریباً در تمام منطقه انجام گرفته و به صورت نهشته‌های کربناته، مارن، مارن‌های گچ‌دار گذاشته شده است که در همه جا روی سازندهای قدیمی‌تر از خود با واسطه دگرشیبی زاویه‌دار قرار می‌گیرند. بستر این سازند در بخش باختری دریاچه بیش از ۳۰۰۰ متر است.

ریخت‌شناسی کوههای باختر دریاچه ارومیه

گرچه بلندترین چکاد موجود در چهارگوش ارومیه در مجموعه آتشفشانی سهند و در شمال خاوری آن با بلندی ۳۷۰۷ متر قرار می‌گیرد، ولی کوههای باختر دریاچه نیز اکثراً بلند هستند، به طوری که چکادهای بیش از ۲۰۰۰ متر در این ناحیه زیاد یافت می‌شوند که همراه با تنوع لیتولوژی چیره بر این منطقه انواع مختلف ریخت‌شناسی را در این قسمت به نمایش گذاشته‌اند.

توده دیوریتی گرانودیوریتی کوه راندولا در گوشه جنوب باختری این منطقه (باختر اشنویه) با چکاد ۳۰۱۱ متر بلندترین نقطه این بخش از منطقه مورد بررسی است که همراه با سنگهای دگرگون شده مجاور کهن‌ترین سنگهای شناخته شده (پرکامبرین) در این ناحیه است و به طرف باختر در چهارگوش سرو نیز دیده می‌شوند. وجود آبراهه‌ها و نگاره‌های آبگیری شاخه درختی و فرسایش از نوع هوازدگی، شیمیایی، در این گرانیت بویژه در امتداد درزه‌ها و همچنین ناهنجاری رخنمون آن که اغلب به شکل قلوه‌ای بلوکی هستند، ریخت‌شناسی ویژه‌ای به این توده داده است، چکاد بلند این کوه و شرایط اقلیمی آن سبب شده که مدت زیادی از سال برف‌دار بوده و در نتیجه علاوه بر سرچشمه گرفتن آبراهه‌های متعدد، چشمه‌های فراوانی نیز در آن وجود داشته باشند. از دیگر ویژگیهای لیتولوژی - ریخت‌شناسی در بخش باختری دریاچه ارومیه وجود سنگهای دگرگونه کهنسال، شامل آمفیبولیت، گنیس، و مرمر است که از دامنه این توده آذرین به طرف دشت گسترش داشته و ادامه آن تا اشنویه و خاور آن برونزد دارند، که در واقع پی سنگ این منطقه را تشکیل داده‌اند و ریخت‌شناسی هنجارتر از توده مزبور داشته و ریخت‌های پله‌ای را به نمایش می‌گذارند. نظیر همین ریخت‌شناسی در مجموعه آمیزه رنگین (Coloured Melange) کوه غزان (قزن) دیده می‌شود، اما این مرفولوژی گاهی با وجود توده‌های آهکی و توده‌های نفوذی (میکرودیوریتی) که از اعضاء آمیزه رنگین (آهکها) هستند و در این مجموعه نفوذ کرده‌اند نظر ریخت‌شناسی آنها را بر هم زده و به صورت گنبدی شکل (توده میکرودیوریتی) و یا دیواره ساز (آهکها) جلوه‌گری می‌کنند. گرچه ریختارهای ذکر شده در بالا

در جای خود اهمیت ویژه‌ای دارند و در بخش وسیعی از منطقه دیده می‌شوند ولی ریخت‌شناسی چیره در این قسمت (بخش خاوری) ریخت‌های دیواره‌ای تشکیل شده به وسیله آهکهای صخره‌ای سازندهای روته و قم هستند که هر دو گستره وسیعی از منطقه دیده می‌شوند که در این میان چکادهایی بلند و اصلی کوههای حاج عبدالله (۲۵۵۷ متر)، کانی سیو (۲۵۹۸ متر) و خان طاووس (۲۲۴۱ متر) متعلق به آهکهای سازند روته می‌باشند که جز چند مودر استثنایی، به علت چین خوردگی شدید بام این چکادها ناهموار است، ولی آهکهای سازند قم که در همه جا روی سازندهای قدیمتر از خود با واسطه دگرشیبی زاویه دار قرار می‌گیرد و چین خوردگی ملایمی دارند، علاوه بر صخره‌سازی با دیواره‌های بلند، اغلب دارای بامهای هموار و تخت هستند. از دیگر ویژگیهای مهم ریخت‌شناسی در این قسمت وجود برونزدهایی از توده‌های بزرگ و کوچک گرانیت آلکالن (با سن بعد از ژوراسیک و قبل از ائوسن) در نهشته‌های کهنتر می‌باشد که علاوه بر ایجاد دگرگونی مجاورتی، ریخت‌شناسی منطقه را در نقاطی که رخنمون دارند تغییر داده است. ریخت شاخه درختی و پشته‌های نسبتاً کوتاه و فرسایش شدید در سطح و تجزیه شیمیایی در امتداد درزه‌ها تا عمق نسبتاً زیاد از ویژگیهای ریخت‌شناسی آن است. برونزدهای این گرانیت در مناطق وسیعی از چهارگوش‌های مجاور (خوی، مهاباد، سرو) نیز وجود دارد که در آن نواحی نیز ریخت‌شناسی کم و بیش شبیه به این ناحیه را بوجود آورده‌اند.

چینه‌شناسی منطقه :

رشته کوههایی که در چهارگوش ارومیه قرار می‌گیرند، از دیدگاه جغرافیایی دنباله کوههای البرز می‌باشند ولی در تقسیم‌بندیهای ساختاری ایالات زمینساختی ایران زمین در پهنه‌های البرز آذربایجان (خاور دریاچه) و ماکو - مهاباد (باختر دریاچه) قرار می‌گیرند (م.ح نبوی ۱۳۵۵) که ویژگیهای زمین‌شناسی (بویژه چینه‌شناسی) خاصی بر آنها حاکم است و و تفاوتهای زیادی با یکدیگر دارند. در این دو پهنه گسترش انواع سنگها و سازندهای گوناگون بیشتر در رابطه با خاستگاه آنها است. به عنوان مثال بخش وسیعی از شمال خاوری تا خاور این چهارگوش که در پهنه البرز آذربایجان قرار می‌گیرد، گستره سنگهای آتشفشانی همتافت (Complex) سهند است که حاصل فعالیتهای آتشفشان سهند در زمانهای گوناگون (زمین‌شناسی) است که این از ویژگیهای چینه‌شناسی این پهنه در این منطقه است. در پهنه ماکو - مهاباد سنگهایی دگرگونه و آذرین درونی گسترش فراوان دارند و این در حالیست که سنگهای رسوبی (بویژه سنگهای کربناته کم ژرفا) در گستره وسیعی رخنمون دارند که بعضی از آنها در نقاطی در مجاورت سنگهای آتشفشانی درونی قرار گرفته و دگرگون شده‌اند که در بخش خاوری دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد خطواره (گسله) زرینه رود در به وجود آمدن این تفاوتها نقش عمده‌ای داشته است که در بخش مربوطه (تکتونیک) به تفصیل از آن یاد خواهد شد.

علیرغم وجود نبودهای بزرگ چینه‌ای مربوط به زمانهای اردویسین؟ سیلورین، دونین و کربنیفر ستبرایی بیش از ۱۲۰۰۰ متر از سنگهای گوناگون در محدوده مورد بررسی وجود دارد که تشکیل سازندهای مختلفی را داده‌اند. بعضی از این سازندها از بسیاری جهات با معادل‌های خود در مقاطع نمونه آنها (بویژه در کوههای البرز) شباهت دارند و بعضی دیگر با آنها تفاوت‌های زیاد دارند. به عنوان مثال می‌توان از سازند میلا یاد نمود که لیتولوژی آن در این منطقه با مقطع نمونه یا نقاط دیگر ایران تفاوتهای زیادی دارد. رخنمون‌های خاور دریاچه این سازند (خاور عجب‌شیر) از جنس دولومیت است، در حالیکه برونزدهای دیگر آن در نزدیکی بندر

حیدرآباد به طور عمده از شیل و آهکهای کریستالیزه تشکیل شده است. در عین حال در رخنمون‌های کوچکی از آن نزدیک روستای رشکند (سرراه ارومیه - اشنویه) که از آهکهای اسپاری حاوی سنگواره تریلوبیت می‌باشند، دیده می‌شوند.

از دیگر نمونه‌های این مورد، تفاوت بین سازندهای زمان پرمین (سازند روته) با دیگر نقاط ایران است. در این منطقه و چهارگوش‌های مجاور آن (بویژه سرو و خوی) ستبرایی بیش از ۲۵۰۰ متر از این سازند وجود دارد که این ستبرا از جاهای دیگر ایران گزارش نشده است. سازند قم نیز با تغییر ضخامت و لیتولوژی ای که در قسمت باختری دریاچه دارد از جمله مثالهای ویژگیهای چینه‌شناسی این چهارگوش است.

در باختر دریاچه (پهنه خوی - مهاباد)، ادامه بخشی از پهنه توروس خارجی (Outer Taurus) ترکیه دیده می‌شود که به دارابودن تداوم رسوبگذاری از زمان پرمین به تریاس زیرین و ادامه آن تا کرتاسه پائینی معروف است و در باختر کوه ماه داغی رخنمون آن دیده می‌شود که این نیز از ویژگیهای انحصاری چینه‌شناسی در باختر چهارگوش می‌باشند. در چهارگوش ارومیه انواع مختلف سنگها و سازندها بر حسب موقعیت جغرافیایی و چینه‌شناسی به شرح زیر می‌باشند :

سنگهای زمان پرکامبرین :

کهن‌ترین سنگهای شناخته شده در این چهارگوش سنگهای دگرگونه‌ای است که درجه دگرگونی آنها در رخساره‌های شیست سبز تا آمفیبولیت متغیر بوده و متعلق به زمان پرکامبرین می‌باشند که در بخش باختری دریاچه رخنمون دارند و در واقع پی سنگ (Basement) بلور لایه‌ای (Crystalline) را در این قسمت تشکیل می‌دهند. گرچه برونزدهای این سنگها در نقاط مختلف قسمت باختری دریاچه دیده می‌شوند ولی اغلب نظم چینه بندی خاصی ندارند و بندرت تبدیل تدریجی رخساره‌ها (مثلاً شیست سبز به آمفیبولیت) دیده می‌شوند.

واحد مرمر (mb) :

رخنمون‌های این واحد در منطقه مورد بررسی محدود به جنوب باختری آن بوده که نمونه‌ای از آن را در باختر روستای بیمضرته و خاور حسن نوران و در داخل سری‌های دگرگون شده رخساره آمفیبولیتی می‌توان دید. در رخنمون‌های این مرمر چینهای ریز با جهت یافتگی‌های خطی (Lineation) دیده می‌شود. این مرمرها در بعضی نقاط (خاور روستای حسن نوران) تحت اثر دگرگونی مجاورتی ناشی از نفوذ یک توده گرانیتی تا گرانودیوریتی آلکالن (روی نقشه با نشانه g می‌باشد) قرار گرفته و شدیداً دوبار متبلور شده به طوری که مرمر دانه ریز اولیه در اثر این دگرگونی به مرمرهای بلور درشت دانه شکری تبدیل شده است. در این مرمر کانیهایی مانند کلسیت، تالک، دیوپسید، فلوگوپیت، ولاستونیت همراه با کمی کوارتز و کانیهای تیره دیده می‌شوند.

مجموعه آمفیبولیتی :

این مجموعه به صورت رخنمون‌های پراکنده در شمال باختری و جنوب باختری چهارگوش ارومیه وجود دارند. نقاطی که برونزدهای آن دیده می‌شوند کوه هشتکار در شمال ارومیه، کوه

راندولا در نزدیکی شهر اشنویه، و رخنمون نزدیک روستای حسن نوران می‌باشند. این مجموعه در واقع دنباله مجموعه سنگهای دگرگون شده پرکامبرین در چهارگوش باختری (سرو) و جنوبی (مهاباد) هستند که گسترش آنها در آن مناطق بیشتر است و گاهی ضخامتهای زیادی از آنها با برونزدهایی کامل دیده می‌شوند. ع. حقی‌پور و ع. آقانباتی (۱۳۶۷) ضخامت این مجموعه را که در منطقه سرو رخنمون کاملی از آن وجود دارد حدود ۴۰۰۰ متر تخمین زده‌اند. در مجموعه آمفیبولیتی تغییر رخساره‌های دگرگونی به صورت پهنه‌های (Zones) مشخصی وجود دارند که هر زون با داشتن کانیهای ویژه‌ای قابل تشخیص است. سنگهای ویژه‌ای که عموماً در رخساره‌های آمفیبولیتی و شیست سبز این منطقه دیده می‌شوند عبارتند از :

- شیست‌های میکادار، گنیس حاصل از دگرگونی سنگهای پلیتی
- شیست‌های کوارتز فلدسپاتیک و گنیس حاصل از آرکوز
- آمفیبولیت حاصل از دگرگونی بازالت‌ها و آندزیت‌ها
- سنگهای کالک سیلیکاته که بر اثر دگرگونی ماسه سنگهای کربناته بدست آمده
- شیل‌های دگرگون شده همراه با مرمر و کوارتزیت‌های دانه درشت

این مجموعه به وسیله سنگهایی از رخساره شیست سبز مانند فیلیت، اسلیت، میکاشیست و همچنین بعضی سنگهای آذرین نفوذی دگرگون شده (هورنبلند دیوریت) همراهی می‌شوند، به طور کلی سنگهای اصلی که در رخساره آمفیبولیتی پرکامبرین این منطقه وجود دارند عبارتند از: آمفیبولیت، گنیس چشمی، هورنبلند دیوریت (دگرگون شده)، شیست سبز و به طور فرعی سنگهای دیگری مانند مرمر، و اسکارن نیز همراه آنها دیده می‌شوند که ترکیب کانی‌شناسی آنها به قرار زیر می‌باشد.

آمفیبولیت‌ها: هورنبلند سبز، پلاژیوکلاز (اولیگوکلاز) و کوارتز دارای خاموشی موجی، کلینوپیروکسن اورالیتیزه کانیهای اصلی و سریسیت، کلریت، اپیدوت به عنوان کانیهای ثانوی بوده و اسفن و آپاتیت به طور فرعی در آن دیده می‌شود.

شیست سبز: کانیهای اصلی در سنگهای این رخساره کلریت، اکتینولیت، اپیدوت، مسکویت، آلبیت، بیوتیت، زوئیزیت، کلینوزوئیزیت می‌باشند و کانیهای فرعی آن هماتیت، آپاتیت، زیرکن، اسفن، تورمالین و کانیهای تیره می‌باشند.

گنیس چشمی: ارتوکلاز، میکروکلین پرتینی، پلاژیوکلاز، الیگوکلاز سریسیتیزه کوارتز (گزنوبلاستیک) آمفیبول (اکثراً توسط کلریت جایگزین شده) کلریت، اپیدوت و کانیهای مانند اسفن، اکسیدهای آهن و کانیهای تیره به عنوان کانیهای فرعی در آن وجود دارند.

هورنبلند دیوریت (دگرگون شده): کانیهای اصلی این سنگ پلاژیوکلاز (اولیگوکلاز کمی سریسیتیزه شده) آمفیبول (هورنبلند سبز)، بوده و کانیهای فرعی اسفن، آپاتیت و کانیهای تیره و سریسیت کانی ثانوی آن می‌باشد.

گفتنی است در بعضی نقاط (مانند رخنمون‌های نزدیکی روستای شیروان شاهلو و روستای شیوه برو) سنگهای حاکم بر این رخساره بیشتر از نوع گنیس می‌باشند که به همین دلیل حتی در مقیاس نقشه (۱:۲۵۰،۰۰۰) قابل تفکیک بوده‌اند و روی نقشه زمین‌شناسی با نشانه PEg نشان داده شده‌اند.

سنگهای کم دگرگون شده - سازند کهر (Kahar Formation)

در بخش باختری منطقه مورد مطالعه (باختر دریاچه ارومیه رخنمون‌های محدوده و پراکنده‌ای از سنگهای کم دگرگون شده وجود دارد که بیشتر از جنس اسلیت، و شیل‌های فیلیتی بوده بندرت همراه با سنگهای ولکانیکی هستند. این سنگها تشکیل یک واحد چینه‌ای را می‌دهند که شباهت زیادی به سازند کهر دارند به این معنی که، هم از نظر لیتولوژی و هم موقعیت چینه‌شناسی شبیه به سازند کهر می‌باشد. همبری آن با سازندهای زیرین که غالباً سنگهای دگرگون شده هستند معمولاً دگرشیب است ولی در صورت هم شیبی ظاهری طبقات با تغییر لیتولوژی ناگهانی (Sharp) همراه هستند. این سازند به طور معمول روی بخش گنیسی (PEg)

مجموعه آمفیبولیتی و در زیر، سازندهای زمان اینفراکامبرین - کامبرین (به طور معمول سازند باروت) قرار می‌گیرد ولی بر حسب موقعیت جغرافیایی با سازندهای دیگر نیز در مجاورت می‌باشد.

در شمال روستای شیوه‌برو و در کوه احمدوالی (جنوب باختری چهارگوش) بر روی بخش گنیسی سنگهای دگرگون شده زمان پرکامبرین که خود با واسطه گسل در مجاورت مجموعه آمیزه رنگین (Coloured Melange) قرار گرفته، ضخامتی در حدود ۵۰۰-۷۰۰ متر از شیل‌های میکاسه اسلیتی، اسلیت و به مقدار کمتر فیلیت وجود دارند که در بین آن لایه‌هایی از ماسه سنگهای کوارتزیتی و لایه‌های کم ضخامت دولومیت دوباره متبلور شده نیز دیده می‌شود که به رنگ سبز، خاکستری سبز و خاکستری تیره و گاهی کمی متمایل به صورتی می‌باشند. در این سازند گاهی سنگهای ولکانیک بازیک نیز دیده شده است که گسترش چندانی ندارند.

سازند باروت Ebt (Barut Formation)

سازند باروت در اغلب نقاط این چهارگوش به طور معمول با سازند سلطانیه همراه و همبر است ولی از آنجا که ضخامت و گسترش آن در بخش باختری دریاچه ارومیه زیادتر می‌باشد، گاهی بدون حضور سازند مزبور با سنگهای زمانهای مختلف به صورت ناجور همبر می‌گردد. در کوه رگ (جنوب ارومیه نزدیکی بندر حیدرآباد) مجاورت زیرین آن با سازند کهر و بخش گنیسی مجموعه آمفیبولیتی (PEg) ناپیوسته (حداقل تغییر ناگهانی لیتولوژی) بوده و همبری بالای آن با سازندهای جوانتر (مانند سازند قم) با دگرشیبی زاویه‌دار می‌باشد. در جنوب باختری و جنوب معدن زغالسنگ خطیب نیز این سازند دارای رخنمون‌هایی است که تشکیل ساختارهایی (تاقدیس و ناودیس) را داده‌اند.

از نظر لیتولوژی سازند باروت در منطقه مورد بررسی از تناوب لایه‌های دولومیت و شیل‌های آرژیلیتی ماسه دار به رنگ بنفش و قرمز صورتی تشکیل شده‌اند که همراه با میان

لایه‌هایی از آهکهای شدیداً متبلور شده به ضخامت ۰/۵-۱۰ متر نیز در آنها وجود دارد. در لایه‌های دولومیتی باندهای بسیار نازک از حد تیغه‌ای (Laminae) تا قلوه‌های چند سانتیمتری از چرت به رنگ خاکستری تا خاکستری روشن دیده می‌شوند. مجاورت این سازند در حالت عادی (یعنی با سازند سلطانیه) عادی ولی با تغییر ناگهانی لیتولوژی از دولومیت توده‌ای به تناوب شیل و دولومیت همراه است. در اکثر نقاط ایران از جمله مقطع نمونه روی این سازند با همبری عادی سازند زاگون قرار می‌گیرد ولی در منطقه مورد مطالعه این مجاورت فقط در برونزد شمال باختری چهارگوش در کوه هشتکار (نزدیک روستای کریم‌آباد) دیده شده و در بقیه نقاط روی سازند باروت ماسه سنگ لالون قرار می‌گیرد، که در این حالت نیز مجاورت آنها عادی ولی با تغییر ناگهانی لیتولوژی (از تناوب شیل و دولومیت به ماسه سنگهای قرمز رنگ کوارتزیتی) همراه است. به دلیل ویژگیهای تکتونیکی حاکم بر منطقه ستبرای سازند باروت در رخنمون‌های آن به خوبی مشخص نیست ولی ضخامت این سازند در این ناحیه و نقاط مجاور آن (مانند چهارگوش مهاباد) بیش از ۶۰۰ متر است.

سازند میلا Em (Mila Formation)

رخساره‌ای از این سازند را در جاده ارومیه - اشنویه در نزدیکی روستای رشکند می‌توان دید که در اینجا رخنمون آن از آهکهای اسپاریتی همراه با بین لایه‌هایی از شیل‌های آهکی دیده می‌شود که آهکهای آن حاوی فسیل تریلوبیت خوب حفظ شده می‌باشد که قابل مقایسه با عضو ۳ از مقطع نمونه آن است.

در کوه هشتکار (نزدیکی روستای کریم‌آباد - شمال باختری چهارگوش) نیز سازند میلا در یک ناودیس که هسته آن را آهکهای سازند روته تشکیل می‌دهد با دگرشیبی زاویه‌دار روی سازندهای قدیمتر قرار می‌گیرد (ع.حقی‌پور ۱۹۷۱). در این بیرون‌زدگی علاوه بر بخش‌های زیرین این سازند، عضو (member) ۵ آن نیز که از شیل و سیلت سنگ است دیده می‌شود، در

حالیکه در سایر نقاط (مانند کوه احمد والی) این وضعیت دیده نمی‌شود. و آنچه که از این سازند رخنمون دارد، آهکهای تیره رنگ و خاکستری سیاه است که تحت تأثیر گرانیتی که با آن مجاور شده، دگرگونی مجاورتی حاصل نموده و آهکهای مزبور که فسیل‌دار نیز هستند به شدت متبلور شده‌اند. بنابر آنچه که گذشت مشاهده می‌شود که سازند میلا در منطقه مورد بررسی دارای چهره‌های گوناگونی است که گویای ناهمخوانی موقعیت جغرافیایی دیرین این ناحیه در زمان کامبرین و اردویسین می‌باشد (شکل شماره ۴) مقطعی است که در خاور عجب‌شیر (دره‌قلعه‌چای) اندازه‌گیری شده است. دیده می‌شود که بیش از ۹۰ درصد ضخامت آن از دولومیت تشکیل گردیده که در مقایسه با مقاطع دیگر (بویژه مقطع نمونه آن در میلاکوه) می‌توان به اهمیت چگونگی تغییر رخساره در این منطقه پی‌برد.

سازند درود:

در باختر دریاچه ارومیه به طور محلی و در چند نقطه برونزدهایی از سازند درود مشاهده شده است که روی سازندهای مختلف قدیمتر (پرکامبرین - کامبرین) قرار گرفته است. ولی ضخامت زیادی ندارند حداکثر ضخامت آن از چهارگوش مجاور (سرو) حدود ۵۰۰ متر (حقی‌پور و آقانباتی ۱۳۶۷) گزارش شده است که این ستبرا در بخش باختری چهارگوش ارومیه حداکثر ۲۰۰ متر می‌باشد. لیتولوژی سازند درود در این قسمت از ماسه سنگهای دانه درشت قرمز رنگ، کوارتزیت قرمز صورتی و سفیدرنگ همراه با بین لایه‌هایی از شیل و کنگلومرای دانه ریز تشکیل یافته است و معمولاً با دگرشیبی زاویه‌دار روی سازندهای کهنتر از خود قرار می‌گیرد. نمونه‌ای از همبری مزبور را در جاده ارومیه - اشنویه در نزدیکی روستای باروژ می‌توان دید. در اینجا سازند روته با مجاورت گسل روی سنگهای ولکانیکی دگرگون شده پرکامبرین (pEv) و با واسطه دگرشیبی روی سازند کهر قرار می‌گیرد، در کوه جبان این سازند روی سنگهای آتشفشانی دگرگون شده پرکامبرین (pEv) قرار می‌گیرند که در بخشی از آن بر

اثر نفوذ گرانیت زمان بعد از ژوراسیک و قبل از ائوسن (g) دگرگونی مجاورتی ایجاد شده و دگرگون شدن شیل‌های موجود در سازند روته سنگهایی مانند آندالوزیت شیست و کوردیریت شیست ایجاد نموده است.

در باختر دریاچه ارومیه همانگونه که اشاره شد، رخنمون سازندهای زمان میانه زیستی فقط در یک رخنمون (نزدیکی روستای سیلان) دیده شده که بخشی از ویژگیهای پهنه توروس خارجی (Outer tauros) ترکیه را دارا می‌باشد. به این معنی که رسوبگذاری بین پرمین تریاس، ژوراسیک (شمشک) و کرتاسه زیرین؟ ممتد بوده و هیچگونه وقفه رسوبگذاری یا دگرشیبی در آن دیده نمی‌شود. ادامه آن به طرف شمال فقط در چهارگوش خوی نیز یک رخنمون از آن دیده شده است (لازم به توضیح است که نهشته‌های کرتاسه زیرین که از آنها یاد شده به دلیل عدم وجود سنگواره مورد شک و تردید هستند) م.قریشی، س.ارشدی ۱۳۶۴) ولی در مناطق مجاور (سرو - مهاباد) چنین وضعی گزارش نشده است.

آمیزه رنگین (Coloured Melange)

در جنوب باختری دریاچه ارومیه و در شمال اشنویه (کوه قزن) مجموعه‌ای از سنگهای آمیزه رنگین (Coloued Melange) وجود دارد که ادامه آنرا می‌توان به سمت باختر (چهارگوش سرو) جنوب (چهارگوش مهاباد) و شمال (چهارگوش خوی) پیگیری نمود. صرف نظر از اختلافهای جزئی لیتولوژی موجود در آنها (بر حسب موقعیت جغرافیایی به نظر می‌رسد که سایر ویژگیهای آنها مانند زمان و چگونگی تشکیل یکسان باشد.

مجموعه افیولیتی تشکیل دهنده این بخش از سنگهای الترابازیک (سرپانتینیت پیروکسینت)، بازیک (گابرو، دیاباز، بازالت)، متوسط (آندزیت، تراکی آندزیت اسپیلیت، کوارتزدیوریت پورفیریک) و سنگهای دگرگونه (شیست سبز، آمفیبولیت، داسیت دگرگون شده) همراه با سنگهای رسوبی نواحی ژرف مانند چرت‌های رادیولاریتی و آهکهای پلاژیک حاوی روزن‌داران

شناور (Planktonic forams) می‌باشند.

در نمونه‌های مطالعه شده از آهکهای صورتی رنگ توده‌ای و متبلور که به صورت توده‌های کوچک و بزرگ و به طور پراکنده در مجموعه آمیزه رنگین حضور دارند سنگواره‌های ذره‌بینی ریز توسط م.مهرنوش (۱۳۵۴) تشخیص داده شده است.

Globotruncanalapparenti, Lapparenti, Globotruncana cf, Stuarti, Globorotalia Sp, Globigerina Sp, Operculina Sp, Miscellanea Sp, miliolids (Quinqueloculina) Discocyclina Sp, rotalids.

از مجموعه سنگهای افیولیتی جمع‌آوری شده از آمیزه رنگین روی نمونه‌های زیر بررسیهای سنگ‌شناسی (Petrography) توسط آقای وثوقی عابدینی و خانمها هجران و عزتیان (۵۷و۱۳۵۶) انجام گرفته به شرح زیر است.

سرپانتینیت: این سنگ دارای بافت شبکه‌ای (Mesh) بوده و کانیهای موجود در آن به طور عمده‌ای از سرپانتین و کلریت دروغین (Pseudomorph) تشکیل شده و به مقدار کم اولیوین و پیروکسن وجود دارند. کانیهای تیره و همچنین بیکوتیت نیز در متن میکروسکپی دیده می‌شود.

کوارتزدیوریت پورفیری - گرانودیوریت پورفیری: بافت این سنگ پورفیری بوده و کانیهای اصلی آن که به صورت فنوکریست هستند شامل پلاژیوکلازهای ایدیومرف تا هیپیدومرف، کمی کائولیتیزه، فلدسپات پتاسیم، کوارتز (به مقدار کم) و کانیهای مافیک تجزیه شده مانند پیروکسن که به وسیله کلریت و کربنات‌ها جایگزین شده نیز در متن سنگ دیده می‌شود. در متن زمینه (groundmass) کانیهای پلاژیوکلاز، فلدسپات‌های آلکالی، کوارتز اپیدوت، کلریت وجود دارد. کانیهای ثانوی آن اپیدوت، کلریت، کربنات‌ها هستند و به عنوان کانیهای فرعی آپاتیت و کانیهای تیره حضور دارند.

اولیوین دیاباز: این سنگها دارای بافت افیتیک - پورفیری بوده و بلورهای پلاژیوکلاز آن در اثر تجزیه به سریسیت تبدیل گشته است. بلورهای پیروکسن به مقدار کم دیده می‌شود و

اولیوین تجزیه شده که به وسیله ایدنکسیت (Idangsite) جانشین شده‌اند و همچنین سرپانتین و کربنات و اسفن در متن (groundmass) آن، و به عنوان کانیهای ثانوی کوارتز و بلورهای کانیهای تیره وجود دارند.

آندزیت: بافت این سنگ پورفیریک و حفره‌دار بوده و کانیهای اصلی آن پلاژیوکلاز (به صورت فنوکریست و بندرت کربناتی شده) کانیهای مافیک تجزیه و جایگزین شده به وسیله کربنات که در یک متن میکرولیتی شده از پلاژیوکلاز، کانیهای تیره و اکسیدهای آهن قرار گرفته‌اند.

اسپیلیت: بافت سنگ پورفیریک حفره‌دار بوده که کانیهای اصلی آن فنوکریست‌های پلاژیوکلاز که به مقدار کم سریسیتیزه شده در یک متن افیتیک از پلاژیوکلاز (لاتیت)، کلریت، کانیهای تیره و کربنات قرار می‌گیرند. نکته قابل توجه وجود حفرات فراوان در سنگ است که اغلب به وسیله کربنات‌ها پر شده‌اند.

شیست سبز: این شیست‌ها همراه با اسلیت و فیلیت بوده و کانیهایی مانند کوارتز، آلبیت، اپیدوت، کلریت، اکتینولیت و مسکویت در آن دیده می‌شود.

رادیولاریت: قسمت اعظم سنگ از سیلیس مخفی متبلور (Cryptocrystaline) تشکیل شده و کانیهای فرعی آن کالسودوئن و کلریت می‌باشند. رگه‌های کوارتز در جهات مختلف آنرا قطع می‌نماید که حاصل یک تبلور دوباره است.

آهکهای پلاژیک: در مجموعه سنگهای آمیزه رنگین و در نقاط مختلف آن به صورت بلوک‌های کوچک و بزرگ آهکی که بعضی از آنها شدیداً کریستالیزه و تا حد مرمر دگرگون شده‌اند دیده می‌شوند ولی بعضی دیگر که کمتر تحت اثر دگرگونی قرار گرفته حاوی فسیل‌های نواحی عمیق بوده و دارای رنگ کرم تا کرم صورتی می‌باشند. سنگوارده‌های روزن‌دار ذره‌بینی مانند انواع گلوبوترونکانا (Globotruncana) در این سنگهای آهکی دگرگون نشده فراوان یافت می‌شود که به نام بعضی از آنها در صفحات قبل اشاره شده است.

سازندهای زمان نوزیستی (Cenozoic formations)

سنگها و سازندهای زمان نوزیستی بویژه سیستم نئوژن Neogene با تنوع لیتولوژی فراوان در هر دو سمت (خاور و باختر) دریاچه ارومیه گسترش دارند. سنگهای این زمان معمولاً روی سازندهای کهنتر با واسطه دگرشیبی (زاویه‌دار) قرار گرفته‌اند. از نظر گسترش و نوع سازندها در بخش خاوری دریاچه، بیشتر سنگهای آذرین بیرونی و آذرآواری این زمان (نوزیستی) رخنمون دارند. در صورتیکه در بخش باختری، گستره وسیعی زیر پوشش توده‌های گرانیتی (g) می‌باشند که در زمان کرتاسه تا پالئوسن نفوذ نموده‌اند و بسیاری سازندهای کهنتر از خود را دگرگون (مجاورتی) نموده‌اند ادامه این گرانیت در چهارگوش‌های مجاور (سرو، مهاباد، خوی) به طور وسیعی گسترش دارند. گفتنی است که از این گرانیت در بخش خاوری دریاچه برونزدی دیده نشده است که این از ویژگیهای زمین ساختی این منطقه است که در جای خود از آن سخن به میان خواهد آمد.

واحد آهکی - مارنی (M1)

این واحد در بخش باختری دریاچه ارومیه بویژه در نوار کرانه‌ای آن رخنمون دارد و در کلیه برونزدها با دگرشیبی زاویه‌دار روی سازندهای کهنتر از خود قرار می‌گیرد. از نظر لیتولوژی از آهکهای ریزدانه (میکریت) و آهکهای مارنی به رنگ کرم تا کرم صورتی بوده و با لایه‌بندیهای متوسط تا ضخیم و حتی توده‌ای (Massive) می‌باشند که در وضعیت اخیر ایجاد ریخت‌های صخره‌ای را می‌نمایند. این واحد در باختر دریاچه از شمال به جنوب به طور جانبی تغییر رخساره داده و بتدریج بر مقدار آهکهای مارنی و مارن همراه با لایه‌های گچی نازک افزوده می‌شود به طوری که در جنوب باختری دریاچه در نقاطی مانند کهریزه عجم، تازه کندیم تقریباً به صورت تناوب لایه‌های آهکی و مارنی در می‌آیند که تشکیل ساختارهایی (تاقدیس و ناودیس‌ها) را نیز داده‌اند.

سنگهای آتشفشانی نفوذی

در باختر دریاچه ارومیه برونزدهای متعددی از سنگهای آتشفشانی نفوذی وجود دارند که پهنه‌های وسیعی را نیز می‌پوشانند بعضی از این سنگها در جهت شمال جنوب و باختر در چهارگوش‌های خوی، مهاباد، سنندج و سرو به طرف مرز ترکیه و عراق نیز گسترش دارند. این سنگها به ترتیب سن زمین‌شناسی به شرح زیرند :

گرانودیوریت زمان پرکامبرین (d)

رخنمون‌های این توده نفوذی در شمال ارومیه و در دامنه کوه هشتکار نزدیکی روستای کریم‌آباد و همچنین سرراه ارومیه به اشنویه (خاور کوه والی) و باختر اشنویه (کوه راندولا) دیده می‌شوند، که به طرف باختر (چهارگوش سرو) و شمال (چهارگوش خوی) برونزدهای بیشتر و گسترده‌تری از این توده وجود دارد. از نظر سنگ‌شناسی این توده از دیوریت، گرانودیوریت دگرگون شده همراه با کمی گابرو و پریدوتیت تشکیل شده است. ویژگیهای پتروگرافی (میکروسکپی) و کانیهای تشکیل دهنده در یک نمونه اولیوین گابرو - پریدوتیت به شرح زیر است :

بافت: گرانولر

کانیهای تشکیل دهنده: کانیهای موجود در این سنگ بیشتر از جنس پیروکسن (کلینوپیروکسن) می‌باشد که همراه با اولیوین، آمفیبول (که احتمالاً در اثر تجزیه پیروکسن و فلدسپات حاصل شده‌اند) و به مقدار کمتر دانه‌هائی از کانیهای تیره هستند سنگهای این توده شامل گرانودیوریت، دیوریت، دیوریت پورفیری دگرگون شده، گابرو، پریدوتیت و غیره می‌باشند که بر حسب محل قرارگیری و تفریق انجام شده دارای ترکیب‌های کانی‌شناسی متفاوتی هستند.

گرانیت (g) بعد از ژوراسیک و قبل از ائوسن

همانگونه که در بخش‌های گذشته گفته شد، در گستره نسبتاً وسیعی از باختر دریاچه ارومیه برونزدهای متعددی از یک گرانیت آلکالن دیده می‌شود که در چهارگوش‌های همجوار (مهاباد، سرو و خوی) حتی فراتر از آن نیز دیده می‌شود. سن این گرانیت برابر با شواهد موجود در این منطقه بعد از ژوراسیک و قبل از ائوسن می‌باشد که به احتمال زیاد می‌توان آنرا به پی آمد رخداد تکتونیکی کیمرین پسین - لارامید (Late Kimmerian Laramide) نسبت داد. این گرانیت که در واقع باتولیت بزرگی است، از نوع نفوذیهای گرم بوده که تقریباً در همه برونزدها هاله نسبتاً وسیعی از سنگهای دربرگیرنده را دگرگون نموده و بر اثر آن کانیهای این نوع دگرگونی (هورن‌فلس‌ها) مانند گارنت، کوردیریت آندالوزیت مرمر و غیره در این مجاورت‌ها ایجاد شده است. ترکیب کانی‌شناسی آن بر اساس بررسیهای قسمت سنگ‌شناسی سازمان به شرح زیر است :

نام سنگ: گرانیت تا گرافیک گرانیت

بافت: گرانولر (هیپدومرف)

۱- کانیهای اصلی :

a - فلدسپات پتاسیم: پرتیت (رشد درهم پلاژیوکلاز و فلدسپاتهای پتاسیم) و گرافیک (رشد درهم کوارتز و فلدسپاتهای پتاسیم‌دار).

b - کوارتز بیشکل

c - مقدار کمی پلاژیوکلاز الیگوکلاز

d - بیوتیت (بیوتیت قهوه‌ای) که بعضی از آنها به کلریت تبدیل شده است.

II - کانیهای ثانویه: کانیهای رسی که بر اثر تجزیه کلریت، فلدسپات‌ها ایجاد شده‌اند.

III - کانیهای فرعی: کانیهای تیره (مانند اکسیدهای آهن) و گاهی آپاتیت.

این گرانیت بدلیل گسترش رخنمون‌هایش در منطقه قوشچی به گرانیت قوشچی نیز نامیده

می‌شود.

میکرودیوریت (md) **بعد از پالئوسن**

برونزدهای این توده در چند نقطه کوچک در شمال اشنویه دیده شده که نمونه آن نزدیکی روستای گردکاشان (سه راه اشنویه به ارومیه) وجود دارد.

در این محل توده میکرودیوریتی به داخل شیست‌های (شیست سبز) آمیزه رنگین نفوذ نموده، که دگرگونی مجاورتی خفیفی نیز ایجاد نموده است که حداکثر پهنای هاله دگرگونی ۳ تا ۴ متر بیشتر نیست ترکیب کانی‌شناسی آن به شرح زیر است :

نام سنگ: میکرودیوریت

بافت: میکروگرونو

۱- کانیهای اصلی :

a - پلاژیوکلاز تجزیه شده و شدیداً سریسیتیزه و اپیدوتیزه

b - آمفیبول هورنبلند سبز به مقدار زیاد

c - مقدار کمی کوارتز (حداکثر ۵ درصد) که بین کانیها پراکنده‌اند.

d - کمی فلدسپاتهای آلکالن

II - کانیهای ثانویه: سریسیت، اپیدوت و کانیهای رسی

III - کانیهای فرعی: کانیهای تیره و آپاتیت

زمینساخت (Tectonics)

منطقه مورد بررسی (چهارگوش ارومیه) از دیدگاه تکتونیک ایران زمین در برگیرنده قسمتهائی از پهنه‌های (Zones) البرز - آذربایجان و خوی - مهاباد (م.ح. نبوی ۱۳۵۵) می‌باشد. بخش باختری این منطقه (باختر دریاچه) در پهنه خوی - مهاباد و بخش خاوری آن قسمت کوچکی از زون البرز - آذربایجان را تشکیل داده است. هر کدام از دو پهنه که به صورت برآمدگی (Uplift) در دو طرف فرونشست (depression) دریاچه ارومیه قرار دارند، دارای ویژگیهای زمین‌شناسی خاصی هستند. چهره برجسته تکتونیکی در این چهارگوش خطواره (Lineament) زرینه‌رود - ارومیه می‌باشد که دارای روندی شمالی - جنوبی تا شمال باختری - جنوب خاوری است، و در بعضی نقاط (زرینه‌رود و جنوب آن) به صورت گسله‌ای دیده می‌شود (ج. افتخارنژاد ۱۹۸۰) ولی در طول ۱۴۰ کیلومتر درازای دریاچه به علت پوشش آب و نهشته نرم روی آن، اثر این خطواره دیده نمی‌شود.

بر اثر عملکرد و فعالیت‌های این خطواره که بعضی از زمین شناسان (م.بربریان، م. قریشی ۱۹۸۷) آنرا دره قدیمی ارومیه (Old Valley of Urmieh) و جداکننده کمربندهای فلیشی (خاور دریاچه) و نهشته‌های سکوی قاره‌ای دانسته‌اند، افزون بر آن زمین‌شناسی دوطرف آن (بویژه چینه‌شناسی و تکتونیک) نیز تفاوت‌های چندی با هم دارند که به نظر می‌رسد در درازنای عمر این خطواره اتفاق افتاده باشد. بنابر آنچه که گذشت چهارگوش ارومیه را از دیدگاه زمینساخت می‌توان به سه زون اصلی به شرح زیر تقسیم نمود.

پهنه ارومیه - اشنویه (باختر دریاچه ارومیه)

این پهنه در باختر خطواره زرینه‌رود - ارومیه قرار دارد و همانگونه که در بخش‌های گذشته اشاره شد به دلیل شباهت‌های نزدیک به پهنه توروس بیرونی (Outer Tauros) کشور ترکیه می‌توان بعضی از سازندهای این پهنه (بویژه پرمین - تریاس - ژوراسیک) را با پهنه مزبور

مقایسه نمود. از دیدگاه تکتونیک و رخدادهای زمینساختی در این پهنه ویژگیهائی وجود دارد که چکیده‌ای از آنها به شرح زیر است :

الف - وجود سنگهای دگرگونه و آذرین مربوط به زمان پرکامبرین و چین خوردگی آنها که گویای وجود رخداد زمین ساختی کهن بایکالین (Baikalian) در این قسمت از ایران زمین است.

ب - وجود رخداد زمینساختی هرسینین، واریسکن (Hercynian \ Variscan) در این پهنه یکی از ویژگیهای مهم تکتونیکی آنست که این رخداد در کمتر جائی از ایران گزارش شده است. قرارگیری رسوبات پرمین روی نهشته‌های کهنتر با مجاورت دگرشیبی زاویه‌دار (کوههای هشتکار و قره‌داغ) دلیل این امر است.

ج - پیوستگی موجود بین نهشته‌های زمانهای پرمین، تریاس، ژوراسیک و کرتاسه زیرین که این وضعیت از پهنه توروس بیرونی کشور ترکیه گزارش شده است.

د - عدم وجود نهشته‌های زمان سلورین، دونین و کربنیفر که در گستره وسیعی از نقاط مجاور آن (خوی - مهاباد - تکاب - سرو) نیز این وضعیت دیده می‌شود که می‌توان آنرا پی‌آمد رخداد زمین ساختی کالدونی، به حساب آورد.

ل - پی‌آمدهای رخداد زمین ساختی کیمیرین پسین (Late Kimmerian) و لارامید (Laramid) که در آن کوهزائی این فاز همراه با گرانیت‌زائی در گستره وسیعی انجام گرفته است. رخنمون‌های این گرانیت (باتولیت) در چهارگوش‌های سرو - خوی - مهاباد - نیز دیده می‌شوند که متناسب با سنگهای دربرگیرنده، با دگرگون نمودن آنها انواع کانیهای دگرگونی مجاورتی (هورن فلس‌ها) نیز ایجاد گشته است.

م - رخداد زمین ساختی پیرنه‌ای (Pyreneean) نیز در این پهنه از نوع کوهزائی است، زیرا رسوبات زمان میوسن (سازند قم) که ستبرای زیادی نیز دارند، روی کلیه سازندهای کهنتر از خود با ناپیوستگی از نوع دگرشیبی زاویه‌دار قرار گرفته است.

هـ- وجود یک نیم پهنه از سنگهای آمیزه رنگین (Coloured melange) که ادامه آن از سمت

باختر، شمال و جنوب در گستره وسیعی دیده می‌شوند از دیگر ویژگیهای این پهنه است.

ی - روند عمومی کوهها و آسه‌چین‌ها معمولاً شمال باختری - جنوب خاوری است ولی گسله اصلی مرز بین سنگهای افیولیتی و سایر سازندها روندی خاوری باختری و شمال خاوری - جنوب باختری دارد به همین جهت روند مجموعه آمیزه رنگین تقریباً خاوری باختری است.

پردازش و تفسیر داده‌های مغناطیسی

نقشه شماره یک :

نقشه شماره یک، نقشه شدت کل میدان مغناطیسی با حداکثر شدت بیش از ۳۹۹۱۵/۵ نانوتسلا و حداقل شدت کمتر از ۳۹۴۸۱/۸ نانوتسلا می‌باشد. از نظر تغییرات مغناطیسی می‌توان، منطقه را به سه زون مغناطیسی با شدت متوسط، پائین، بالا تقسیم‌بندی کرد، که به ترتیب در نقشه شماره یک مشخص شده‌اند.

زون مغناطیسی با شدت متوسط در شمال ناحیه بر روی پادگانه‌های آبرفتی جوان قرار گرفته است. از روی تغییرات مغناطیسی، کنتاکت واحد Qt2 از Ms و Qs را می‌توان تفکیک نمود و این تغییرات قرارگیری واحد Qt2 را در ناحیه نشان می‌دهد که بعضاً دارای مواد مغناطیسی نیز می‌باشند. که نیاز به بررسی بیشتر دارد.

زون موجود با شدت مغناطیس پائین، عمدتاً بر روی سازند قم و بر روی واحد Pcv ریولیت دگرگون شده، توف‌های اسیدی، کوارتزپورفیری قرار گرفته است. زون با شدت مغناطیسی بالا، برروی واحدهای M1 و g و Pcbt واقع شده است که به ترتیب برای سنگ آهک خاکستری رنگ، دولومیت سفیدرنگ، چرت‌دار و شیل‌های سیلت‌دار به رنگ قرمز تا بنفش، گرانیت قرار گرفته‌اند.

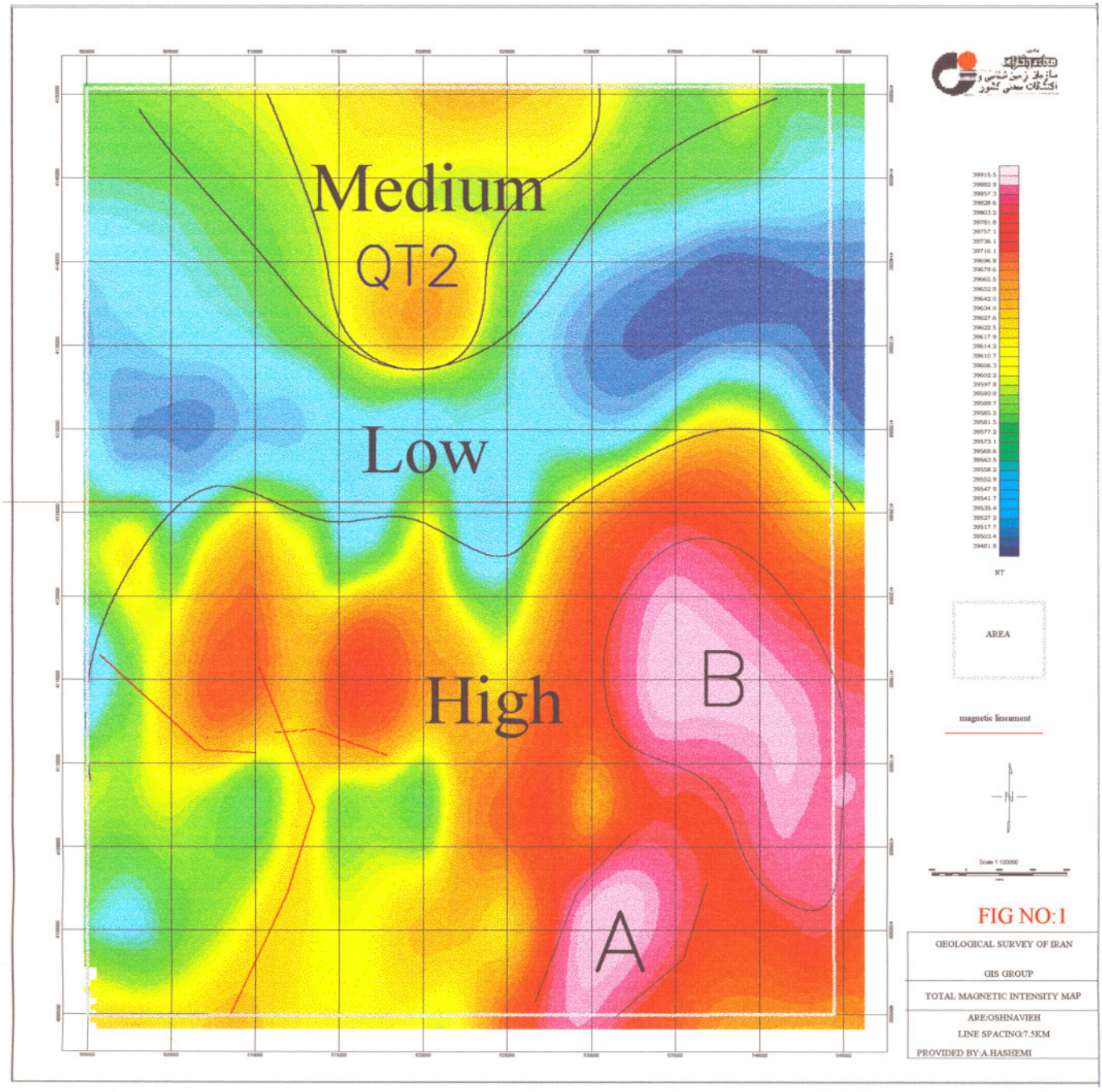
در نقشه شماره یک، بی‌هنجاری مغناطیسی قارچی شکل با شیب به سمت شرق قرار گرفته است این بی‌هنجاری به دو قسمت تقسیم می‌شود، قسمت پایه به نام A و قسمت کلاهک شکل به نام B.

با توجه به روند توده در نقشه زمین‌شناسی این توده منتسب به گرانیت (g) است و با توجه به شواهد، با روند شمال شرق - جنوب غرب نفوذ کرد. طوری که نیمه‌ای از آن در زیر دریاچه مدفون شده است.

در قسمت جنوب غربی ورقه نیز دو بی‌هنجاری با شدت متوسط نسبی بالا، بر روی واحدهای g، گرانیت قرار گرفته است، نواحی کالرملانژ در کوه قزن دارای شدت مغناطیسی

پائین است که به نوعی می‌توان افت مغناطیسی را با عبور خطواره‌ای در این ناحیه توجیه نمود.

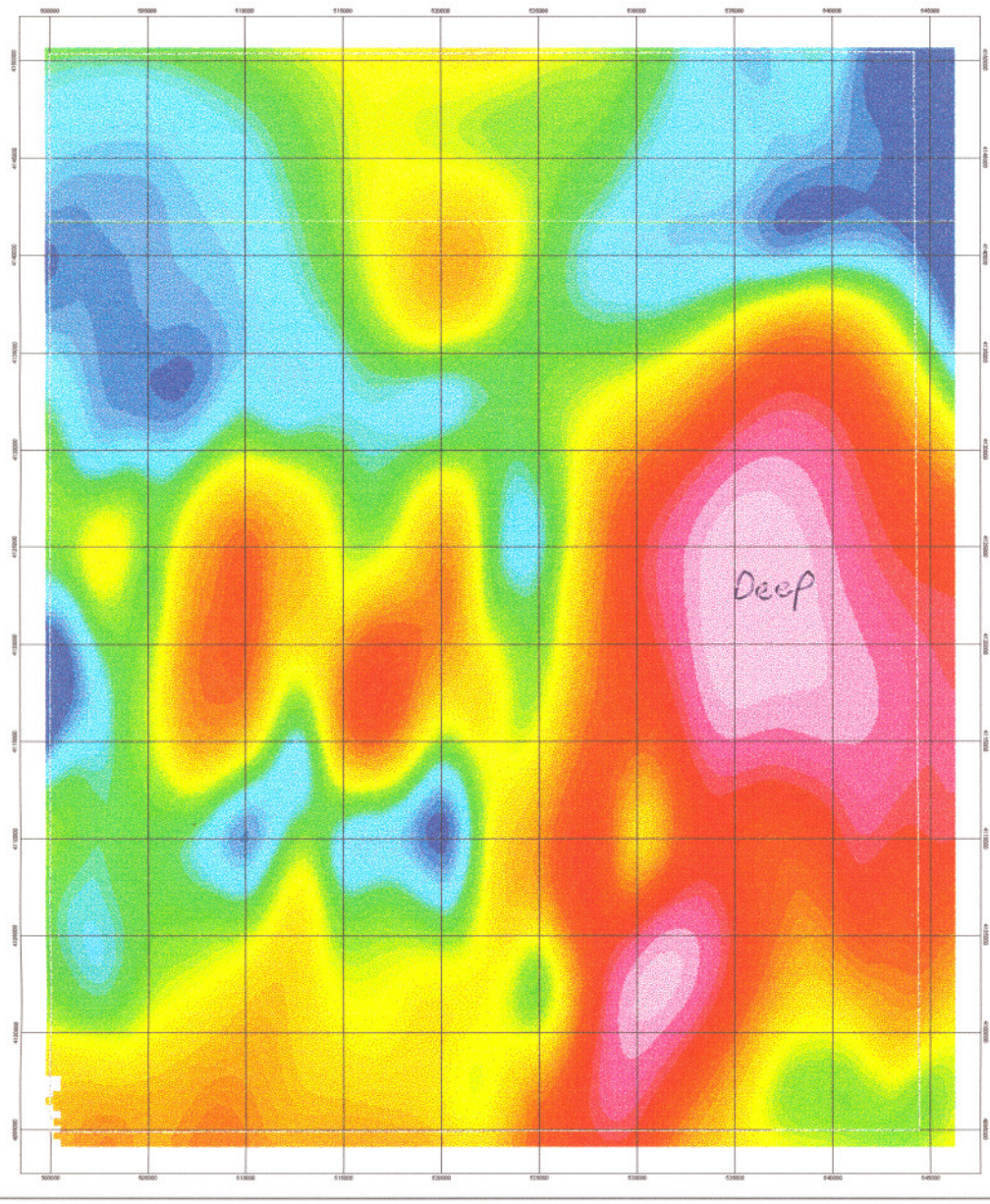
واحدهای Cm در قسمت شمال کوه قزن در همبری با گرانیت‌ها، شدت متوسط مغناطیسی از خود نشان داده‌اند. (خطواره و شکل نشان داده شده است).


Medium
QT2
Low
High
B
A
AREA
magnetic lineament
Scale 1:100000
FIG NO:1
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
GIS GROUP
TOTAL MAGNETIC INTENSITY MAP
ARE:OSHNAVIEH
LINE SPACING:7.5KM
PROVIDED BY:A.HASHEMI

نقشه شماره دو :

نقشه شماره دو، نقشه برگردان به قطب است، بی هنجاریهای مغناطیسی با تصحیح انحراف و میل مغناطیسی، به سمت شمال جابجایی پیدا کرده‌اند. از نظر تقسیم بندی، همان سه زون قابل مشاهده است. شکل یک، نشانگر طیف چگالی اسپکترومتری است، بر اساس این گراف ناحیه به سه دسته توده کم عمق و یک دسته عمیق تقسیم شده است. که میانگین عمق سطحی‌ترین توده ۱۰۰۰ متر و عمیق‌ترین توده ۴۵۰۰ متر است. این طیف نشانگر کل منطقه است و احتمالاً تـودهٔ عمیق بی‌هنجاری واقع در شرق ناحیه است و سه دسته تودهٔ کم عمق تودهٔ واقع در شمال و در بی‌هنجاری واقع در غرب ناحیه است، که در نقشه‌های بعد به بررسی آنها می‌پردازیم.

مبنای تفسیر، نقشه شماره دو است و تمامی فیلترها بر روی این نقشه اعـمال مـی‌شود، لذا نقشهٔ پایه تلقی می‌گردد.



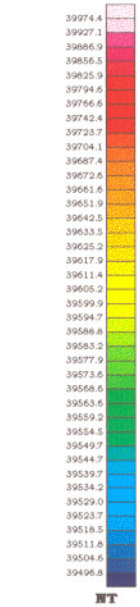
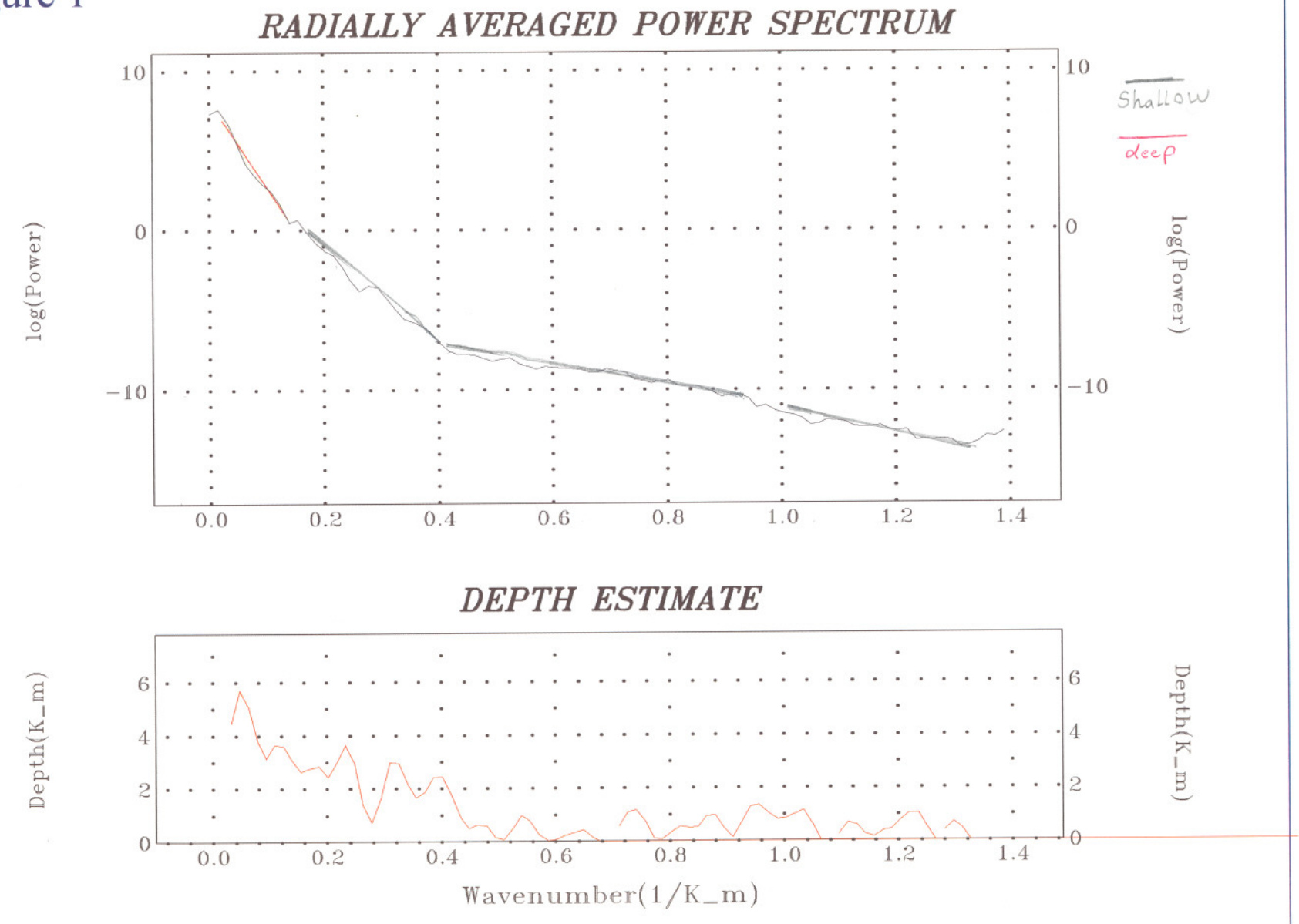


FIG NO:2

GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
GIS GROUP
REDUCTION TO POLE MAP
ARE OSHNAVIEH
LINE SPACING 7.5KM
PROVIDED BY A.HASHEMI

figure 1

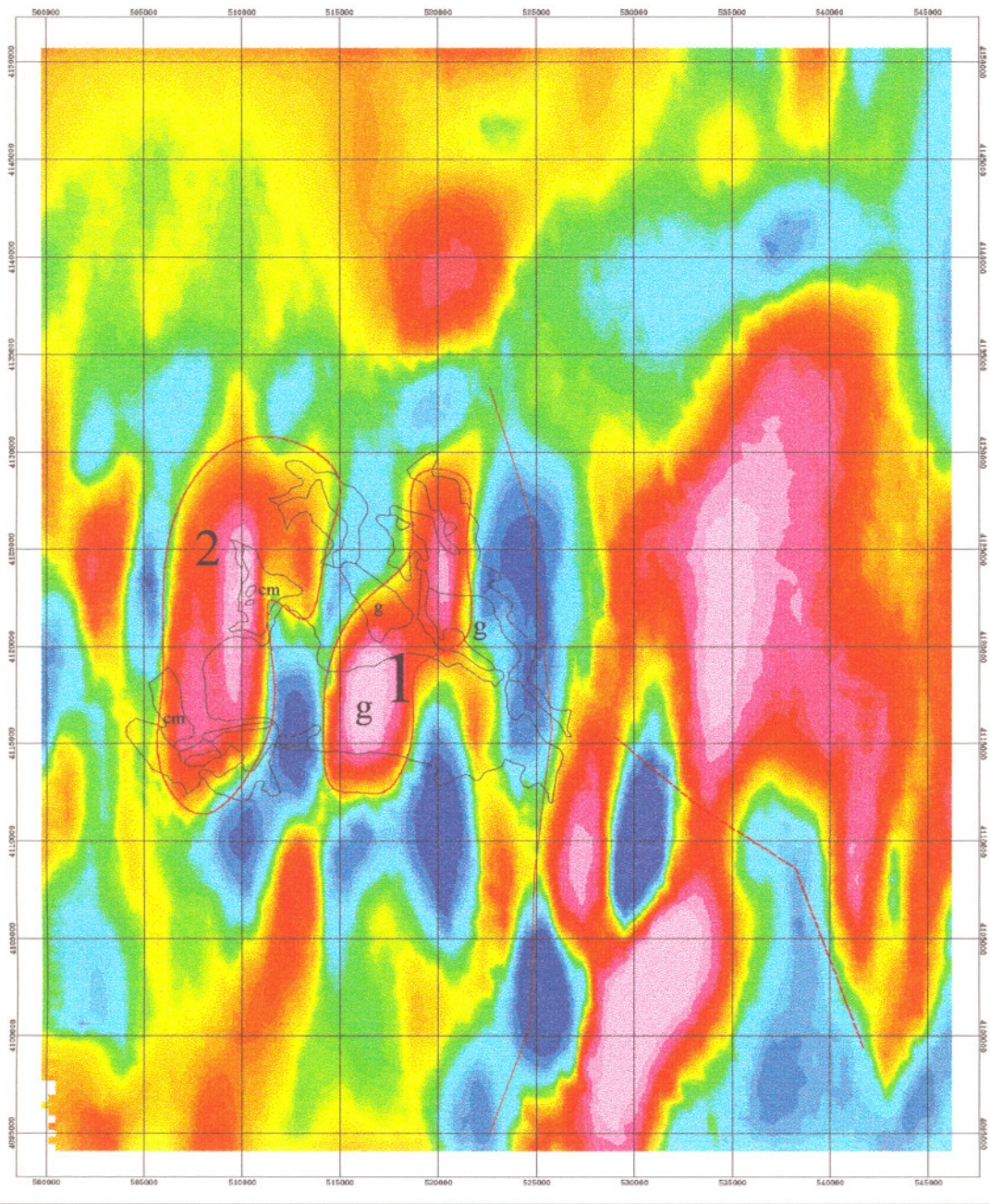

RADIALLY AVERAGED POWER SPECTRUM
log(Power)
10
0
−10
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
Shallow
deep
DEPTH ESTIMATE
Depth(K_m)
6
4
2
0
Wavenumber(1/K_m)

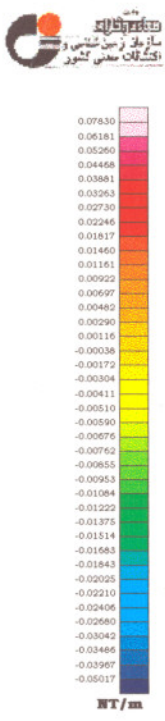
نقشه شماره سه :

نقشه شماره سه، نقشه مشتق اول قائم، شامل توده‌های سطحی می‌باشد در این نقشه بی‌هنجاری A و B و دو بی‌هنجاری جنوب غرب ورقه، همچنان دارای شدت مغناطیسی بالا می‌باشند، روند توده‌های مغناطیسی شمال شرق - جنوب غرب است. شکل شماره دو، طیف چگالی اسپکترومتری مشتق اول قائم است که در این طیف به طور ناگهانی، افت شدید و مجدداً توده‌ای با فرکانس بالا را داریم که احتمالاً این افت ناشی از خطواره مغناطیسی است که از این قسمت عبور کرده است. به طوری که پایهٔ A را از B جدا کرده است. عمق این توده به طور تقریبی تا ۲۵۰۰ متر تخمین زده می‌شود. واحد g (گرانیت) در ناحیه با روند شمال شرق - جنوب غرب مشاهده می‌شود. که شدت مغناطیس بالا از خود نشان داده است، از روی شدت مغناطیسی می‌توان این واحد را به دو دسته تقسیم نمود که توسط خطواره مغناطیسی از یکدیگر جدا شده‌اند.

این خطواره با روند تقریبی شمالی - جنوبی مشاهده می‌شود.

در قسمت میانه غربی، کنتاکت واحدهای گرانیت در نقشه زمین‌شناسی برروی نقشه مشتق اول قائم آورده شده است با توجه به این نقشه و اعمال فیلتر سیگنال در ناحیه می‌توان کنتاکت و مرز گرانیت را از روی حالت مغناطیسی آن تفکیک نمود. (در شکل مشخص شده است) قسمت شماره دو، منطبق با واحد گرانیت و کالرملانژ است، با توجه به اینکه Cm (کالرو‌ملانژ) در ناحیه شدت پائین مغناطیسی را از خود نشان داده، و تنها در قسمت دو در همبری کالرملانژ با گرانیت شدت متوسط تا بالا مشاهده می‌شود می‌توان اینگونه استنباط نمود که تودهٔ گرانیتی، کالرملانژ را تحت تأثیر قرار داده است و سبب تغییر شدت مغناطیسی در آن شده است.





magnetic lineament

contact of granite

Scale 1:100000

FIG NO:3

GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN

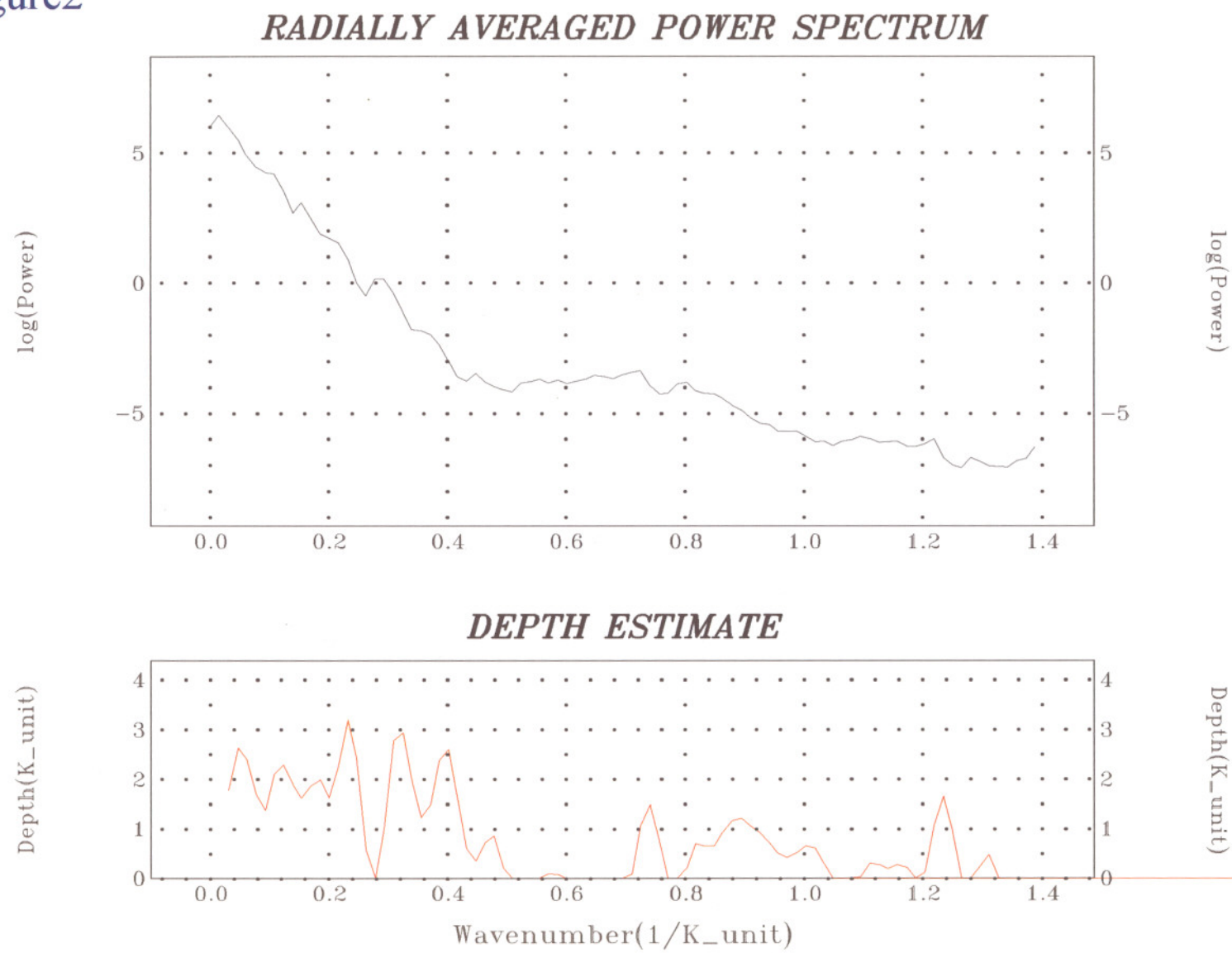
GIS GROUP

FIRST VERTICAL DERIVAITIVE MAP

ARE GRIDAVIED
LINE SPACING 7.5KM

PROVIDED BY A.HASHEMI

figure2

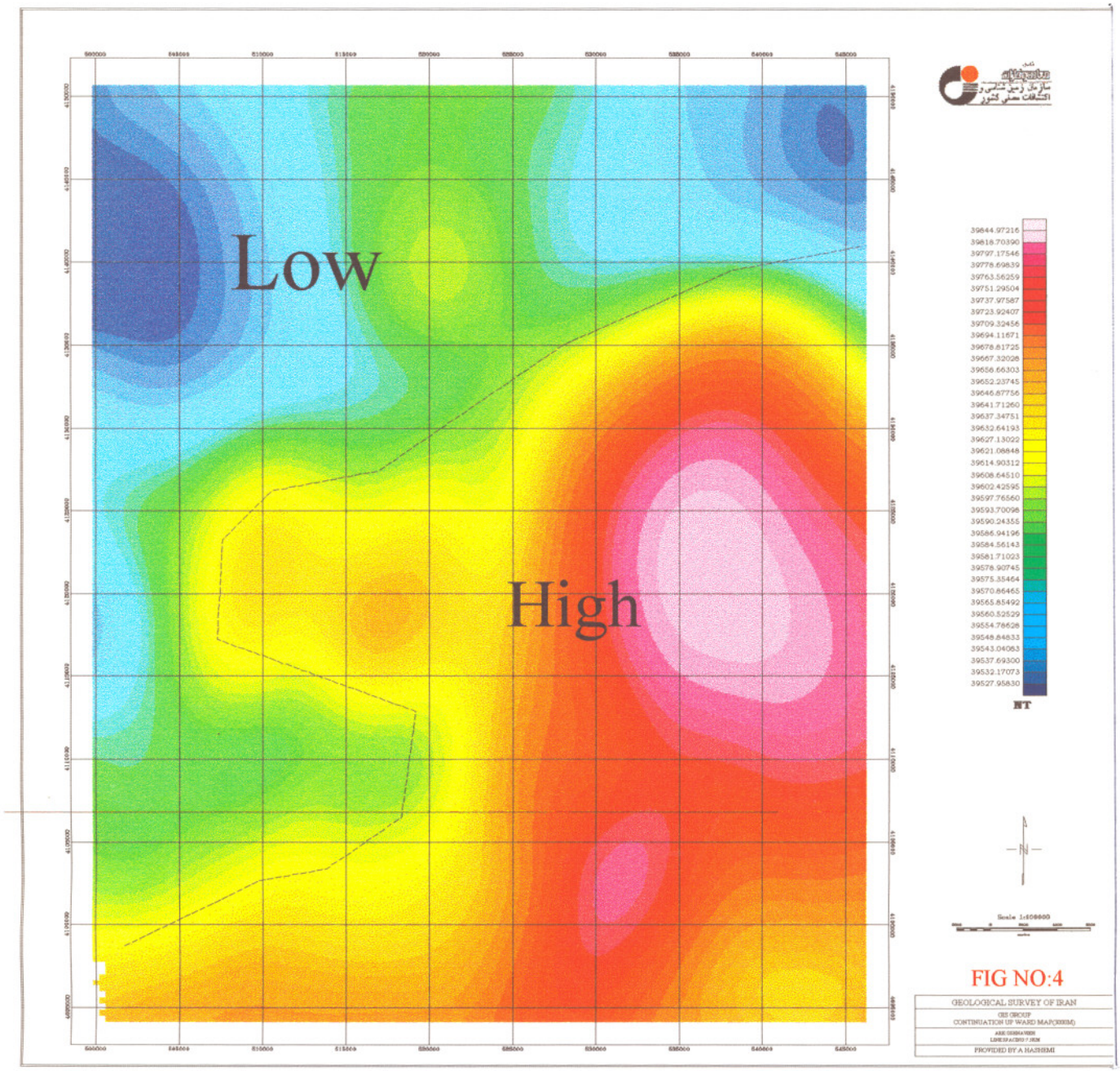

RADIALLY AVERAGED POWER SPECTRUM
log(Power)
5
0
−5
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
DEPTH ESTIMATE
Depth(K_unit)
4
3
2
1
0
Wavenumber(1/K_unit)

نقشه شماره چهار :

نقشه شماره ۴ نقشه گسترش به طرف بالا تا ارتفاع ۳۰۰۰ متر می‌باشد، در گسترش به طرف بالا، فرکانسهای بالا حذف می‌گردند و طول موجهای بالا (فرکانس پائین) که نشانگر توده‌های عمیق می‌باشند، رخنمون پیدا می‌کنند.

بر اساس این نقشه توده B و A عمیق هستند به طوری که عمق توده B از A بیشتر است. و میانگین حداکثر عمق توده‌های عمیق در ورقه ۴۵۰۰ متر است. قسمت اعظم این تـوده در زیـر دریاچهٔ ارومیه قرار دارد.

از روش نقشه گسترش به طرف بالا، می‌توان منطقه را به دو زون با شدت مغناطیسی بالا و پائین تقسیم نموده در مقایسه این زونها با نقشه شماره یک، در زون مغناطیسی با شدت متوسط و پائین موجود در نقشه شدت کل میدان مغناطیسی تبدیل به یک زون با شدت مغناطیسی پائین شده‌اند و زون موجود با شدت مغناطیس بالا در عمق با تغییر شیب همچنان شدت خود را حفظ نموده است.


Low
High
39844.97216
39818.70390
39797.17546
39778.69839
39763.56259
39751.29504
39737.97587
39723.92407
39709.32456
39694.11671
39678.81725
39667.32028
39656.66303
39652.23745
39646.87756
39641.71260
39637.34751
39632.64193
39627.13022
39621.08848
39614.90312
39608.64510
39602.42595
39597.76560
39593.70098
39590.24355
39586.94196
39584.56143
39581.71023
39578.90745
39575.35464
39570.86465
39565.85492
39560.52529
39554.78628
39548.84833
39543.04063
39537.69300
39532.17073
39527.95830
NT
Scale 1:500000
FIG NO:4
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
GIS GROUP
CONTINUATION UP WARD MAP(3000M)
PROVIDED BY A HASHEMI

نتیجه‌گیری :

با توجه به اعمال فیلترهای مختلف و انطباق آنها با نقشه زمین‌شناسی، نقشه تفسیری تکمیلی به نام نقشه شماره ۵ در منطقه تهیه شد که این نقشه دربردارنده مناطق امیدبخش از دیدگاه ژئوفیزیک برای کنترل بیشتر و خطواره‌های مغناطیسی می‌باشد که به شرح آنها می‌پردازیم :

- بی‌هنجاری شماره A1 در بخش جنوب غربی تا میانه شمال شرقی ورقه گستردگی دارد که بر روی واحد Pcg, Pcbt, g, M1 به ترتیب سنگ آهک خاکستری، سفیدرنگ، گرانیت، دولومیت سفیدرنگ چرت‌دار، گنیس همراه با کمی سنگهای ولکانیکی دگرگون شده قرار گرفته است که این بی‌هنجاری با توجه به بررسیهای انجام گرفته متعلق به تودهٔ گرانیتی می‌باشد، کنتاکت این تودهٔ گرانیتی با سنگهای دگرگونی و تجمع آنها نیاز به کنترل صحرایی دارد.

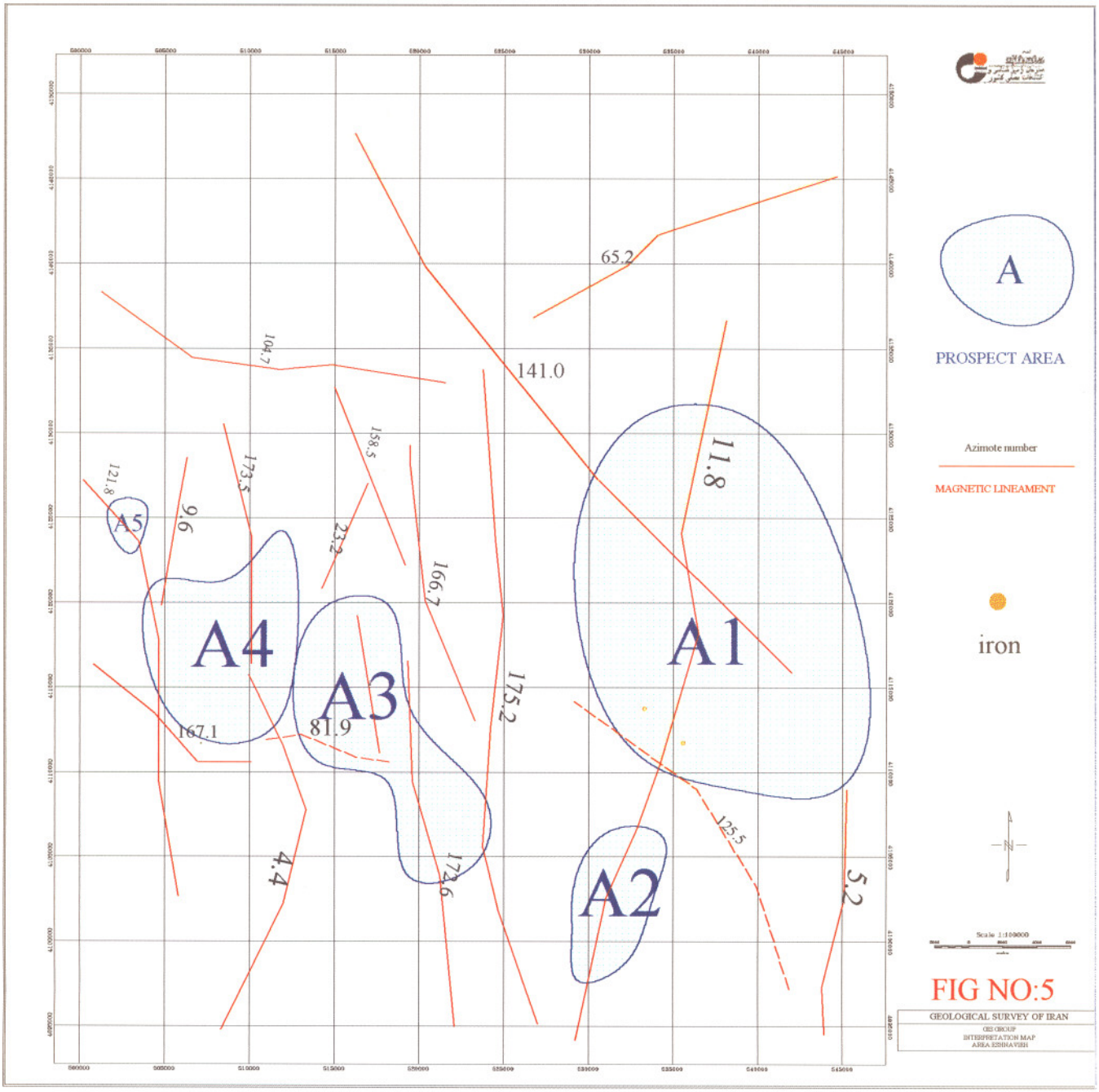
این بی‌هنجاری دارای ریشه عمیقی می‌باشد، سه خطواره 175.2, 11.8, 141.0 از این بی‌هنجاری عبور کرده‌اند، محل تلاقی این خطواره‌ها در اولویت اول جهت کنترل قرار می‌گیرند.

خطواره 11/8 با روند تقریبی شمال شرق، جنوب غرب، یکی از خطواره‌های اصلی مغناطیسی منطقه است که سبب جدایش شدت بی‌هنجاری در گرانیتهای منطقه شده است.

- بی‌هنجاری A2 در امتداد بی‌هنجاری A1 قرار گرفته است که بر روی واحد M1، سنگ آهک خاکستری قرار گرفته است از آنجا که آهک شدت مغناطیسی پائین دارد لذا این ناحیه نیاز به کنترل دارد، البته شدت بالای آن را می‌توان با وجود تودهٔ گرانیت موجود در امتداد تودهٔ گرانیتی واقع در شمال آن توجیه نمود. به قدری که در زیر این سازند احتمالاً توده‌ای با شدت مغناطیسی بالا نهفته است که نیاز به بررسی بیشتر دارد، خطواره 11/8 از این بی‌هنجاری عبور کرده است. -

- بی‌هنجاری A3 و A4 با روند شمال غرب - جنوب شرق بر روی واحد گرانیت و گرانودیوریت دگرگون شده و کالرملانژ Cm قرار دارد. محدودهٔ دیوریت - گرانودیوریت دگرگون شده در محل تلاقی دو خطواره مغناطیسی ۱۷۳/۵ و ۸۱/۹ و ۴/۴ قرار گرفته است.

که این ناحیه نیاز به بررسی بیشتر دارد. این دو بی‌هنجاری در بین چندین خطواره


A
PROSPECT AREA
Azimote number
MAGNETIC LINEAMENT
iron
A1
A2
A3
A4
A5
65.2
141.0
104.7
158.5
173.5
121.8
9.6
23.2
166.7
11.8
175.2
167.1
81.9
125.5
4.4
173.6
5.2
Scale 1:100000
FIG NO:5
GEOLOGICAL SURVEY OF IRAN
GIS GROUP
INTERPRETATION MAP
AREA 8250 NAYEBI

مغناطیسی قرار گرفته‌اند لذا محل خطواره‌ها و کنتاکت واحدها نیاز به بررسی بیشتر دارد.

- بی‌هنجاری A5 بر روی کنتاکت گرانیت و دولومیت قرار گرفته است که شدت مغناطیسی بالایی را از خود نشان داده است و نیاز به بررسی بیشتر دارد.

خطواره‌های مغناطیسی در منطقه به دو دسته تقسیم می‌شوند، دسته اول خطواره‌های مغناطیسی با روند تقریبی شمال غرب - جنوب شرق که بعضاً در بعضی نقاط شرقی - غربی شده‌اند. و خطواره‌های با روند شمال غرب - جنوب شرق که در بعضی نقاط روند تقریبی شمالی - جنوبی به خود گرفته‌اند.

دو اندیس آهن با مختصات ۹۰۰۲، ۳۷ و ۰۳، ۲۴، ۴۵ و ۰۸، ۱۰، ۳۷ و ۳۱، ۲۲، ۴۵ در نقشه مشخص شده است (مهندس کریمی) که در محدوده بی‌هنجاری A1 قرار می‌گیرند، لذا این بی‌هنجاری جهت کنترل بیشتر معرفی می‌گردد. و انجام عملیات ژئوفیزیک زمینی به روش مغناطیس سنجی پیشنهاد می‌گردد./ب۲۰۱

«شکل شماره یک»

LEGEND

- First class road
- Cecond class road
- Railway
- City & town

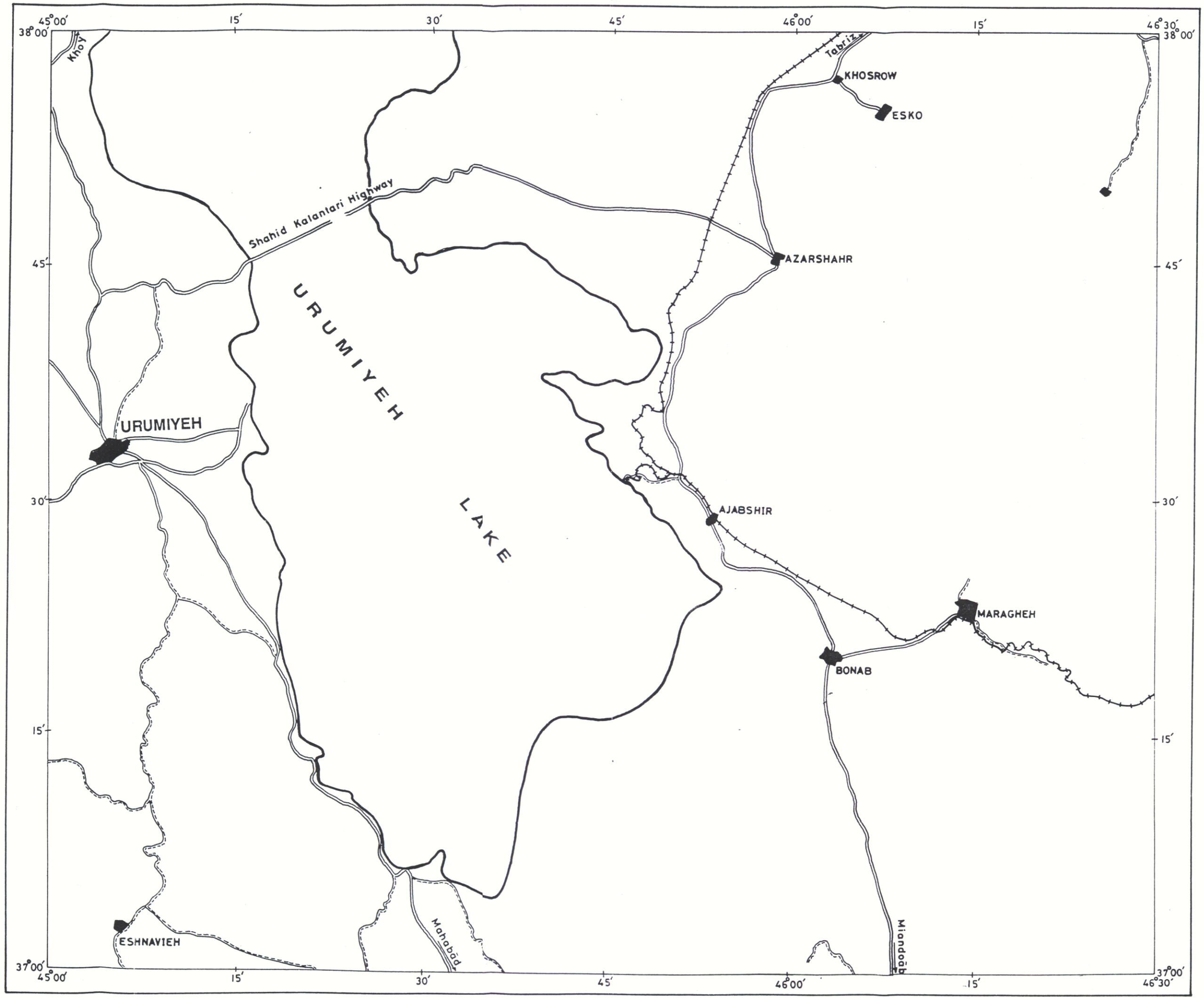


Fig.1

(Cartography by: M. Ziraksari)

Scale
0 5 10 15 20 Km.

GEOLOGICAL MAP OF ESHNAVIYEH