وزرات صنایع و معادن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشافات ناحیه‌ای سیستان و بلوچستان

گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه‌ای

در

محدودهٔ برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
تاریخ:
شماره ثبت: ۸۲۱۶۰

تیرماه ۱۳۸۲

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار

« شاخ پربار سربزمین می‌نهد و عظمت آن همچنان در فروتنی او جلوه‌گر است »

در عصر حاضر با پیشرفت روز افزون بشر در شناخت قانونمندی‌های حاکم بر تشکیل ذخایر معدنی تدوین روشهای علمی دقیق و توسعه فن‌آوری اکتشاف مواد معدنی در قالب برنامه‌ریزی‌های دقیق و منطقی و بکارگیری فن‌آوری‌های مدرن و پیشرفته صورت می‌گیرد.

برای رهگذر شناسایی اولویت‌ها بر اساس پتانسیل‌های هر منطقه انجام سرمایه‌گذاری‌های مناسب و اعمال مدیریتی هماهنگ از عوامل مؤثر در دستیابی به اهداف زیر بنایی توسعه هستند. مواد معدنی در توسعه صنایع رونق اقتصادی اشتغال‌زایی و رفع محرومیت‌ها نقش اساسی دارند به عبارت دیگر جهت دستیابی به توسعه پایدار و استقلال صنعتی و اقتصادی اکتشافات معدنی نقش مهم وکلیدی دارد بنابراین ایجاد بسترهای مناسب و سرمایه‌گذاری در این زمینه از اهداف مهم در برنامه‌ریزی‌های کلان کشور است از سوی دیگر اهمیت این مسئله در سیستان و بلوچستان که به دلایل عدیده جغرافیایی و سیاسی در فقر و محرومیت واستضعاف بسر برده است دو چندان می‌باشد برای نیل به این مقصود طرح اکتشافات ناحیه‌ای ژئوشیمیایی سیستماتیک سیستان و بلوچستان در مساحتی حدود ۳۵۰۰۰ کیلومتر مربع در دو زون اکتشافی خاش ـ سرباز و ادامه جبال بارز به اجرا درآمد.

به هر حال این استان بعد از دهها سال محرومیت اکنون در اشتیاق کشف معادن گامهای استواری بر می‌دارد. انجام اکتشافات ژئوشیمیایی با جدیدترین متدهای روز جهان، انجام

مطالعات دورسنجی با تـازه‌ترین تصـاویر مـاهواره‌ای و . . . از نشـانه‌های آن اسـت کـه نویـد آینده‌ای بسیار روشن را می‌دهد.

گزارش موجود تلاشی است همگانی از کلیه کارشناسان طرح که در شرایط بسیار مشکل اقلیمـی و امنیتی وظیفه خویش را به نحو احسن به انجام رسانیدند امید است که با یاری حق‌تعالی و تلاش مخلصانه‌ای که انجام گرفته پتانسیل‌های معدنی استان سیستان و بلوچستان هر چـه بـهتر شـکوفا گردد. به امید آنروز . . .

تشکر و قدردانی

در ابتدا خداوند را سپاس می‌گوئیم که در سایهٔ توفیقات خود ما را موفق به انجام این مهم گردانید و امیدواریم که در این راه خدمتی هرچند کوچک در جهت اعتلا و سازندگی فردای کشور اسلامی خود و به خصوص استان محروم سیستان و بلوچستان انجام گرفته باشد. گزارش موجود، حاصل تلاش همگانی است که بدون همکاری و مشایعت کلیه همکاران مختلف سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور علی‌الخصوص ریاست محترم سازمان زمین‌شناسی جناب آقای مهندس کره‌ای امکان‌پذیر نبود.

در اینجا مراتب تشکر و قدرانی خود را از معاونت محترم امور اداری و مالی سازمان زمین‌شناسی جناب آقای مهندس فرهادیان، ذی‌حسابی محترم جناب آقای حیدری و همکاران، مجری محترم طرح اکتشاف سراسری جناب آقای مهندس واعظی‌پور، ریاست محترم سازمان صنایع و معادن جناب آقای مهندس نام‌آور جهرمی و همچنین استانداری محترم سیستان و بلوچستان و فرمانداری محترم ایرانشهر ابراز می‌داریم.

از همکاری و مساعدت عزیزانمان جناب آقای مهندس مالکی معاونت محترم تولید، مهندس روانبخش رئیس دفتر صنایع و معادن ایرانشهر، بخشدار محترم فنوج جناب آقای اربابی و رئیس محترم شورا که اکیپ‌های صحرایی را در شرایط سخت اقلیمی و امنیتی یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

این گزارش در قالب طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ در استان سیستان و بلوچستان می‌باشد که حاصل تلاش بی‌شائبه افراد ذیل می‌باشد.

علیرضا اسدی کرم، رضا اسلامی، حسین افضلی، سعید جباری بوکانی، محسن جرجندی پورقاسم آبادی، اصغر دولتی، پروانه رضایی روزبهانی، داود زرنوشه،اسکندر سلیمانی علیدادی، محمد رضا لطفی، سید محمدامین زوارهٔ طباطبایی، معین قدمیان، ابراهیم علی‌اقدم کسیانی، محمدرضا موسوی، عباس میراحمدی، محمدرضا هزاره، محمدرضا داریوش هوشمند

در نهایت از سایر همکارانی که با ابراز محبت و مساعدت‌های بی‌دریغ خود موجب تسهیل و تسریع امور گشتند و از هیچ کوششی مضایقه نکردند تا این مهم انجام شود کمال تشکر و قدردانی را به عمل می‌آوریم و موفقیت روزافزون آنان را از ایزد منان خواستاریم.

عنوان	صفحه

چکیده

فصل اول (کلیات)

مقدمه ۱

موقعیت جغرافیایی منطقه و راههای دسترسی به آن ۲

راههای خاکی منطقه ۲

شرایط آب و هوایی ۳

پوشش گیاهی و جانوری منطقه ٤

ویژگی‌های انسانی منطقه ٤

تاریخچهٔ مطالعات پیشین ٥

توپوگرافی منطقه ٦

رودخانه‌های منطقه ۸

زمین‌شناسی ساختمانی ۹

چینها ۹

گسله‌های نیمه‌شمالی ۱۰

گسله‌های نیمهٔ جنوبی ۱۰

بررسی زمین‌شناسی منطقه ۱۱

لیتولوژی منطقه ۱۳

چینه شناسی منطقه ۱٥

واحدهای پالئوزوئیک ـ مزوزوئیک ۱٥

واحدهای سنگی پرمین ۱٦

واحدهای سنگی کرتاسه ۱٦

واحدهای ولکانیکی ـ رسوبی کرتاسه ۱۷

واحدهای سنگی کرتاسهٔ بالایی ـ پالئوسن ۱۸

رسوبات فلیشی ۲۰

فلیش‌های با رسوبات کم ۲۰
فلیش‌های با بیشترین آشفتگی به همراه قطعات بیگانه ۲۱
افیولیتها ۲۳
پریدوتیتهای توده‌ای ۲٤
پریدوتیتهای تکتونیزه ۲۵
کمپلکس گابرو ۲٦
سنگ‌های لوکوکراتیک ۲۸
کمپلکس دایک‌های صفحه‌ای ۲۹
گدازه‌های بالشی ۳۰
افیولیت ملانژ ۳۱
سنگ‌های رسوبی ۳۱
سنگ‌های آذرین ۳۲
سنگ‌های دگرگونی ۳۲
واحدهای دگرگونی ۳۳
رخساره‌های شیست سبز ۳٤
رخساره شیست آبی ۳٤
کواترنری ۳٦
تپه‌های ماسه‌ای ۳٦
تکتونیک منطقه ۳۷
پتانسیل معدنی منطقه ۳۹

فصل دوم (نمونه‌برداری)

مقدمه ٤۲
طراحی شبکهٔ نمونه‌برداری ٤۲
انجام عملیات نمونه‌برداری ٤۳
آماده‌سازی نمونه‌ها ٤٤

آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی ٤٤
روش آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی و حد حساسیت دستگاه‌ها ٤٤
دقت آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی ٤٥

فصل سوم (جدایش جوامع سنگی)

مقدمه ٦٠
جدایش جوامع سنگی ٦٠
بررسی مقادیر کلارک در سنگ‌های رخنمون‌دار منطقه ٦٥
بررسی زمینهٔ محلی در هریک از جوامع سنگی و مقایسه آنها با جامعهٔ کلی ٦٧

فصل چهارم (پردازش داده‌های خام)

محاسبهٔ پارامترهای آماری داده‌های خام ٧٥
بررسی مقادیر خارج از رده ٧٥
نرمال‌سازی داده‌های خام ٧٦
تعیین ضریب همبستگی ٨٦
بررسی‌های آماری چند متغیره ٩٠
آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن ٩٢

فصل پنجم (پردازش داده‌های غنی‌شدگی)

محاسبهٔ شاخص غنی‌شدگی و همگن‌سازی جوامع ٩٦
محاسبهٔ پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی ٩٧
بررسی مقادیر خارج از رده ٩٧
نرمال‌سازی شاخص‌های غنی‌شدگی ٩٨
تعیین ضریب همبستگی ١٠٨
بررسی‌های آماری چند متغیره ١١٣
آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن ١١٣
آنالیز فاکتوری ١١٦

آنالیز ویژگی فاکتورها ۱۲۳
جداسازی آنومالی‌ها از جامعهٔ زمینه به روش P.N ۱۲۳

فصل ششم (تخمین شبکه‌ای)

تخمین شبکهٔ داده‌ها ۱۲۷

فصل هفتم (فاز کنترل آنومالی‌ها)

فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی ۱۵۸
ردیابی کانی‌سنگین ۱۵۹
بزرگی هاله‌های کانی‌سنگین ۱۶۱
نمونه‌برداری کانی‌سنگین ۱۶۱
آماده‌سازی نمونه‌ها ۱۶۲
نمونه‌های مینرالیزه ۱۶٤
پردازش داده‌های کانی‌سنگین ۲۰۲
آنالیز خوشه‌ای داده‌های کانی سنگین ۲۰۲
ترسیم نقشه‌های متغیرهای کانی‌سنگین ۲۱۰
آنالیز ویژگی نمونه‌ها ۲۱۰

فصل هشتم (بررسی ساختارهای تکتونیکی)

تکتونیک منطقه‌ای و ارتباط آن با کانی‌زایی ۲۱۲

فصل نهم (تلفیق داده‌ها)

تلفیق داده‌ها ۲۱۸
گردآوری اطلاعات ۲۱۹
داده‌های زمین‌شناسی ۲۱۹
داده‌های ژئوفیزیک هوایی ۲۱۹
داده‌های ژئوشیمی اکتشافی ۲۲۳
داده‌های دورسنجی ۲۲۳

تجزیه و تحلیل اطلاعات لایه‌ها ۲۲۳
آنومالی شمارهٔ ۱ ۲۲۸
آنومالی شمارهٔ ۲ ۲۲۸
آنومالی شمارهٔ ۳ ۲۲۸
آنومالی شمارهٔ ٤ ۲۲۹
آنومالی شمارهٔ ٥ ۲۲۹
آنومالی شمارهٔ ٦ ۲۳۰
آنومالی شمارهٔ ۷ ۲۳۰
آنومالی شمارهٔ ۸ ۲۳۰
آنومالی شمارهٔ ۹ ۲۳۱
آنومالی شمارهٔ ۱۰ ۲۳۱
آنومالی شمارهٔ ۱۱ ۲۳۱
آنومالی شمارهٔ ۱۲ ۲۳۲
آنومالی شمارهٔ ۱۳ ۲۳۲
آنومالی شمارهٔ ۱٤ ۲۳۳
آنومالی شمارهٔ ۱٥ ۲۳۳
آنومالی شمارهٔ ۱٦ ۲۳۳
آنومالی شمارهٔ ۱۷ ۲۳٤
آنومالی شمارهٔ۱۸ ۲۳٤
آنومالی شمارهٔ ۱۹ ۲۳٥
آنومالی شمارهٔ ۲۰ ۲۳٥
آنومالی شمارهٔ ۲۱ ۲۳٦
آنومالی شمارهٔ ۲۲ ۲۳٦
آنومالی شمارهٔ ۲۳ ۲۳٦
آنومالی شمارهٔ ۲٤ ۲۳۷

آنومالی شمارهٔ ۲۵ ۲۳۷
آنومالی شمارهٔ ۲۶ ۲۳۸
آنومالی شمارهٔ ۲۷ ۲۳۸

فصل دهم (نتیجه‌گیری)

نتیجه‌گیری ۲۴۰
محدوده آنومالی شمارهٔ ۱ ۲۴۲

فهرست منابع

راهنمای فهرست اشکال برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج

عنوان	از شکل	تا شکل	صفحه
دیاگرام‌های تامسون	۱-۲	۵-۲	۵۷-۵۳
منحنی خطای نسبی	۶-۲	*	۵۸
هیستوگرام جوامع سنگی	۱-۳	*	۶۴
هیستوگرام عناصر زمینه محلی	۲-۳	۶-۳	۷۳-۶۹
پارامترهای آماری برای داده‌های خام	۱-۴	۷-۴	۸۵-۷۹
اسکترپلات برای داده‌های خام نرمال شده	۸-۴	*	۹۱
دندروگرام داده‌های خام نرمال شده	۹-۴	*	۹۴
پارامترهای آماری برای داده‌های شاخص غنی‌شدگی	۱-۵	۷-۵	۱۰۷-۱۰۱
اسکترپلات داده‌های غنی شده	۸-۵	*	۱۱۲
دندروگرام داده های غنی شده	۹-۵	*	۱۱۵
اسکترپلات نتایج آنالیز فاکتوری	۱۰-۵	*	۱۲۰
نقشه‌های آنومالی داده‌های خام و غنی‌شده	۱-۶	۲۰-۶	۱۵۰-۱۳۰
نقشه پراکندگی فاکتوری	۲۱-۶	۲۵-۶	۱۵۵-۱۵۱
نقشه پرکندگی مقادیر PN	۲۶-۶	*	۱۵۶
نقشه آنالیز ویژگی فاکتورها	۲۷-۶	*	۱۵۷
پارامترهای ثابت و هیستوگرم‌های کانی‌سنگین	۱-۷	۷-۷	۲۰۹-۲۰۳
دندروگرام داده‌های کانی‌سنگین	۸-۷	*	۲۱۲
نقشه گسله‌ها و رزدیاگرام‌ها و دانسیته گسلها	۱-۸	۲-۸	۲۱۶-۲۱۵
نقشه زمین‌شناسی	۱-۹	*	۲۲۰
نقشه گسله‌ها	۲-۹	*	۲۲۱
نقشه ژئوفیزیک	۳-۹	*	۲۲۲
نقشه محدوده ژئوشیمی	۴-۹	*	۲۲۵
نقشه دورسنجی	۵-۹	*	۲۲۶
نقشه محدوده آنومالی‌ها	۶-۹	*	۲۲۷
نقشه مناطق معرفی شده برای نیمه‌تفضیلی	۱-۱۰	*	۲۲۷

راهنمای جداول برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج

عنوان	از جدول	تا جدول	صفحه
لیتولوژی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج	۱-۱	*	۱۴
پتانسیل‌های معدنی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج	۱-۲	*	۲۶
میانگین و اختلاف نمونه‌های تکراری	۱-۲	۶-۲	۵۲-۴۷
خطای استاندارد و خطای نسبی	۷-۲	*	۵۸
جوامع سنگی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج	۱-۳	*	۶۲
مقادیر کلارک	۲-۳	*	۶۶
نمونه‌های خارج از رده برای داده‌های خام	۱-۴	*	۷۷
ضریب همبستگی پیرسن برای داده‌های خام	۲-۴	*	۸۸
ضریب همبستگی اسپیرمن برای‌داده‌های‌خام	۳-۴	*	۸۹
نمونه‌های خارج از رده برای داده‌های شاخص غنی‌شدگی	۱-۵	*	۹۹
ضریب همبستگی پیرسن برای شاخص غنی‌شدگی	۲-۵	*	۱۱۰
ضریب همبستگی اسپیرمن برای شاخص غنی‌شدگی	۳-۵	*	۱۱۱
نتایج آنالیز فاکتوری	۴-۵	۵-۵	۱۱۹-۱۱۸
نتایج COMPONENT MATRIX	۶-۵	*	۱۲۲
نمونه‌های آنومالی به روش PN	۷-۵	*	۱۲۴
مشخصات نمونه‌های کانی‌سنگین	۱-۷	۲۱-۷	۱۹۲-۱۶۵
نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین	۲۲-۷	۳۸-۷	۲۰۰-۱۹۳
نتایج نمونه‌های مینرالیزه	۳۹-۷	*	۲۰۱
نتایج آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه فنوج	۴۰-۷	*	۲۱۱

چکیده

محدوده مورد مطالعه در قالب نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج از توابع استان بلوچستان بوده، در ۲۳۰ کیلومتری جنوب باختری ایرانشهر و شمال خاور نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ فنوج واقع است. این منطقه در محدوده جغرافیایی "00, '30, °26 تا "00, '00, °27 عرض شمالی "00,'30,°59 تا "00, '00, °60 طول خاوری قرار داشته، منطقه‌ای را در حدود ۲۸۰۰ کیلومتر مربع واقع در قسمت مرکزی رشته کوه بشاگرد و جنوب گودال جازموریان شامل می‌شود و شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مسکوتان، تنگ سرحه، جامرغ و فنوج است.

از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران این محدوده جزء زون جنوب خاوری ایران محسوب شده و در برگیرنده بخشی از رشته کوههای مکران با روند خاوری ـ باختری است که در کنار جنوب خاوری فرورفتگی جازموریان قرار دارد.

در این برگه از روش رسوبات آبراهه‌های برای اکتشافات ژئوشیمیایی استفاده شده و شبکه نمونه‌برداری با در نظر گرفتن عواملی نظیر لیتولوژی، گسل و غیره طوری طراحی گردید که حداکثر انطباق را با روش مرکز ثقل داشته باشد. در مجموع ۸۵۷ نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردید در این پروژه ۲۲ عنصر یعنی B, Zn, Cr, Ti, Mn, Sr, Ba, Au, As, Sb, Be, Hg, W, Pb, Ni, Mo, Sn, Ag, Co, Cu,Se ,Bi مورد تجزیه شیمیائی قرار گرفتند. عنصر Au به روش جذب اتمی و بقیه عناصر به روش ICp Mass اندازه‌گیری شده‌اند.

برای کنترل دقت آنالیزها از نمودارهای کنترلی تامپسون و محاسبه خطای نسبی استفاده شد. برای حذف اثر لیتولوژی از محاسبه شاخص غنی‌شدگی با نرمالایز کردن مقادیر مربوط به تک‌تک متغیرها به میانه همان جامعه (جامعه تفکیک شده بر اساس شباهتها و تفاوتهای لیتولوژیکی)

استفاده شد. پردازش‌های آماری تک متغیره و چند متغیره از جمله محاسبه ضرایب همبستگی، آنالیز خوشه‌ای، آنالیز ویژگی، تجزیه و تحلیل فاکتوری و غیره بر روی داده‌های شاخص غنی‌شدگی اعمال شده و نتایج مورد تفسیر و تعبیر قرار گرفتند و از این طریق کمپلکس‌های پاراژنزی عناصر شناسایی شد.

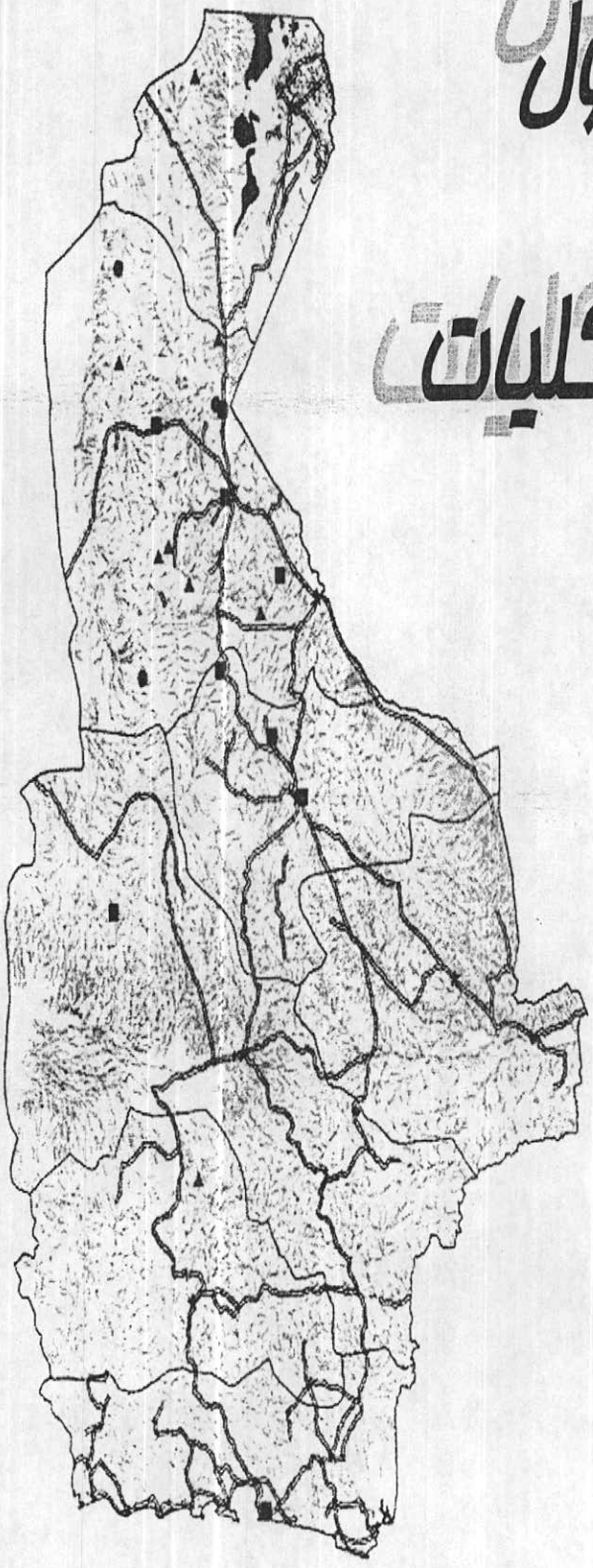
همچنین نقشه‌های تک متغیره، آنالیز فاکتوری، آنالیز ویژگی، P.N با استفاده از برنامه تخمین شبکه‌ای برای داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی ترسیم گردید و ۲۷ منطقه آنومالی مقدماتی داده‌های ژئوشیمیایی با استفاده از تلفیق نقشه‌های فوق معرفی گردید.

فاز کنترلی آنومالی واقعی از آنومالیهای کاذب و مشخص نمودن فاز پیدایش عناصر مختلف با مطالعات صحرایی و برداشت کانی سنگین و نمونه‌های مینرالیزه طراحی گردید که ۱۰۷ نمونه کانی سنگین و ۴۵ نمونه مینرالیزه برداشت گردید. برای نمونه‌های کانی سنگین نیز پردازش صورت گرفته و نمودارهای هیستوگرام برای آنها ترسیم گردید.

در نهایت مناطق نهایی (یک محدودهٔ غرب کپوک و شمال ملک آباد) حاصل از تلفیق اطلاعات ژئوشیمی، کانی سنگین، مینرالیزه، دانسیته گسلها و نتایج دورسنجی و ژئوفیزیک مشخص شد تا برای انجام عملیات نیمه تفضیلی معرفی گردد.

فصل اول

کلیات



مقدمه

یکی از بخشهایی که در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور در سال‌های اخیر و در حال حاضر مورد توجه دولتمردان و سیاستگزاران محترم بوده بها دادن به بخش اکتشافات مواد معدنی در کشور می‌باشد به خصوص در مناطق محروم جهت محرومیت‌زدایی و اشتغال‌زایی توجه و توسعهٔ این مهم می‌تواند راهگشای استقلال و توسعهٔ این مناطق باشد جهت نیل به این مقصود طرح اکتشافات معدنی استان سیستان و بلوچستان توسط سازمان زمین‌شناسی کشور به مرحله اجرا رسیده است.

اکتشافات ژئوشیمیایی با نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای منطقه شروع و پس از تجزیه، تحلیل و پردازش داده‌ها و رسم نقشه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی با کنترل آنومالی‌ها از طریق بررسی‌های صحرایی، نمونه‌های مینرالیزه و فرآیندهای آلتراسیون، با مشخص نمودن مناطق با آنومالی‌های ژئوشیمیایی بالا پایان می‌پذیرد.گزارش حاضر بخشی از مطالعات طرح اکتشافات استان سیستان و بلوچستان می‌باشد که در محدودهٔ برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج انجام گرفته است و شامل ارزیابی نتایج اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی است که پس از تلفیق با دیگر لایه‌های اطلاعاتی از جمله داده‌های ژئوفیزیک هوایی و ماهواره‌ای، مناطق امیدبخش جهت انجام عملیات اکتشافی تکمیلی در مراحل بعدی معرفی نموده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه و راههای دسترسی به آن

محدوده مورد مطالعه در قالب نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج از توابع استان بلوچستان بوده، در ۲۳۰ کیلومتری جنوب باختری ایرانشهر و شمال خاور نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ فنوج واقع است.این منطقه در محدوده جغرافیایی 00, 30, 26 تا 00, 00, 27 عرض شمالی 00, 30, 59 تا 00, 00, 60 طول خاوری قرار داشته، منطقه‌ای را در حدود ۲۸۰۰ کیلومتر مربع واقع در قسمت مرکزی رشته کوه بشاگرد و جنوب گودال جازموریان شامل می‌شود و شامل نقشههای توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مسکوتان، تنگ سرحه، جامرغ و فنوج است.

از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران این محدوده جزء زون جنوب خاوری ایران محسوب شده و در برگیرنده بخشی از رشته کوههای مکران با روند خاوری ـ باختری است که در کنار جنوب خاوری فرورفتگی جازموریان قرار دارد. راههای ناحیه نیز مشتمل بر راههای آسفالته ـ شنی و خاکی است.

راه اصلی ناحیه محدود به راه آسفالته فنوج ـ مسکوتان و اسپکه (۸۹ کیلومتر) است که از جنوب متوجه خاور ورقه مورد مطالعه بوده و امکان ارتباط با این بخشهارا میسر می‌سازد. راه شنی نیز به طول تقریبی ۱۰ کیلومتر از فنوج متوجه جنوب ورقه مورد مطالعه می‌باشد.

راههای خاکی منطقه

راه خاکی اوگینک ـ بن‌رود ـ دیگون(جنوب خاور ورقه)، فنوج ـ ارم مکان (جنوب باختر ورقه)، چاه‌قادر ـ چاه میر و احمد آباد ـ کلچات (شمال ورقه)، ابکاس (جنوب باختر ورقه)،

حسین آباد مره (شمال خاور ورقه) می‌باشد که به جزء راه فنوج ـ ارم مکان مابقی در نهایت به راه آسفالته فنوج ـ مسکوتان ـ اسپکه منتهی می‌شوند. سایر راههای فرعی نیز به نوبه خود دسترسی به بخشهای مختلف منطقه را امکان‌پذیر می‌سازند.

شرایط آب و هوایی منطقه

آب و هوای ناحیه بسیار گرم و کویری است. ماکزیمم دما در طی تابستان ۴۵ درجه سانتیگراد و میانگین مینیمم دما در زمستان حدود ۲۰- ۱۰ درجه می‌باشد رطوبت هوا کم و میزان بارندگی سالیانه نامنظم بوده (۱۲۰-۱۴۰ میلیمتر) و تنها در فصل زمستان و بهار روی می‌دهد که اغلب شدید و باعث روان شدن سیلابهای ناگهانی می‌شود. روزهای سرد و یخبندان در منطقه ۱-۲ روز می‌باشد. پوشش خاک در منطقه بیشتر شنی و ماسه ای و در بعضی قسمتها همراه با قلوه سنگ است که غالباً حفر چاه را با اشکال مواجه می‌سازد. وجود بادهای سخت و طوفآنهای شدید شن و ماسه از ویژگیهای بارز این منطقه محسوب می‌شود که همواره مزارع و جاده ها را مورد هجوم قرار می‌دهد. متأسفانه منطقه به جهت موقعیت خاص طبیعی خود از نظر منابع آبی بسیار فقیر است. رودها و آبراهه‌هایی که در ناحیه جریان دارند کم آب و فصلی بوده و سفره‌های آب زیرزمینی هم کم بهره می‌باشند.

پوشش گیاهی و جانوری منطقه

پوشش گیاهی منطقه محدود به رودبارها و تا اندازهای دشتهاست. درختکاری به صورت پرورش نخلستانهای خرما کنار دهکدهها و باغ مرکبات دیده میشود. کشت غلات و علوفه کم و بیش در منطقه عمومیت دارد وجود مراتع معدود ـ درختچههای پراکنده بیابانی، بوته زارها، گیاهان طبیعی و خودرو نظیر داز و گیاهان صمغی (آنقوزه-کتیرا) از جمله پوششهای گیاهی منطقه محسوب میشود. به علت خشکی هوا و کمبود و بعضاً نبود پوشش گیاهی مقدار هوموس خاک بسیار کم (۰/۱-۰/۵٪) است. ازت به ندرت در خاک دیده میشود و میزان فسفر و پتاس بسیار بالا است. ph خاک ۷/۶-۷/۹ است. از نظر ویژگیهای دامی فراوانترین دام منطقه شتر میباشد که در مقابل شرایط بیآب و علف بسیار مقاوم است. پرورش دامهایی نظیر گاو گوسفند، اسب، الاغ و بز نیز در منطقه عمومیت دارد.

ویژگیهای انسانی منطقه

اگر چه محدوده مورد مطالعه از آبادیهای مختلفی تشکیل شده است ولی تمرکز جمعیت محدود به روستاهای فنوج و مسکوتان است که به ترتیب ۵۰۰۰ و ۳۰۰۰ نفر جمعیت دارند.

مش قاهم، بنرود و خیز آباد نیز از دیگر روستاهای بزرگ هستند که در اطراف رودها متمرکز شدهاند. بیشتر آبادیها در نیمه باختری ورقه مورد مطالعه واقع هستند. مردم منطقه از نژاد آریایی و طایفه بلوچ بوده و حنفی مذهب وشیعه مذهبند و به لهجه بلوچی سخن

می‌گویند. پوشش افراد ساده بوده و سبک معماری در منطقه خاص می‌باشد به طوری که بیشتر خانه‌های بلوچی دارای سقفی مسطح با دیواره‌های بلند است که در آن پنجره‌های کوچک تعبیه شده و بوسیله دیواره سنگی و گلی از یکدیگر مجزا می‌شوند.

مجموعه عوامل جغرافیایی نامساعد ـ طبیعت خشن ـ آب وهوای خشک و سوزان و عدم امکانات مناسب و نبود اشتغال همگی دست به دست هم داده‌اند تا افراد بلوچ فوق‌العاده فقیر باشند و گروهی از آنها به سایر نواحی دیگر مهاجرت کنند. اغلب مردم بلوچ به زندگی کوچ نشینی ـ چادرنشینی و دامپروری مشغولند و صنایع‌دستی (سوزن دوزی ـ گلیم بافی ـ سکه دوزی و . . .) عمده‌ترین صنعت رونق‌یافته در منطقه است. زیرا که امکانات بسیار محدود کشاورزی و عدم توجه به توسعه اقتصادی، فرهنگی و عمرانی در منطقه مانع از این شده است که مراکز کشاورزی و صنعتی در منطقه به وجود آید.

تاریخچه مطالعات پیشین در منطقه

به طور کلی در استان سیستان و بلوچستان، به علت بعد مسافت، دورافتادگی، انزوا، شرایط نامساعد جغرافیایی، کمبود امکانات و... مطالعات زمین‌شناسی دقیقی صورت نگرفته است.

از مهمترین مطالعات صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه که بخشی از مکران می‌باشند عبارتند از:

مطالعات زمین‌شناسی ـ چینه‌شناسی و تکتونیکی که توسط دکتر ارشدی و مهدوی تحت نظارت دکتر افتخارنژاد در قالب تهیه نقشه زمین‌شناسی در منطقه مورد مطالعه صورت گرفت و ماحصل آن به صورت نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج در سال ۱۳۶۶ منتشر گردید.

گزارشات کلی زمین‌شناسی که توسط شرکت ملی نفت ایران در قالب مطالعات عکسهای هوایی در منطقه بلوچستان صورت گرفته و منطقه مورد مطالعه را نیز پوشش می‌دهد.

گزارشاتی که در قالب مطالعات ژئوشیمی و ژئوکرونولوژی افیولیتهای ایران به صورت کلیدی برای بیان مسائل تکتونیک صفحه‌ای و تکامل کمربند کوهزایی آلپ ـ هیمالایا (۱۹۷۲-۱۹۹۹) با همکاری حسنی‌پاک، علوی، قاضی، مک کال، رینولد، لیپارد، دس مونس صورت پذیرفته و منطقه مسکوتان ـ فنوج را تحت پوشش قرار می‌دهد.

توپوگرافی منطقه

کوه تفتاه که شامل متابازیکهای رخساره شیست آبی بوده، در خاور ورقه توپوگرافی جامرغ جای دارد و بوسیله سیستم گسلهای تراستی و واژگون از رخساره شیست سبز (kmt) و واحد تکتونیکی پریدوتیتی (pd) جدا می‌گردد. مرفولوژی منطقه را سلسله ارتفاعات تشکیل می‌دهند که در نیمه جنوبی ورقه متمرکزبوده عموماً روند خاوری ـ باختری دارند میانگین ارتفاعات آن نیز بالغ بر ۱۳۰۰ متر بالاتر از سطح دریاست و بلندترین نقطه آن سفید کوه در جنوب روستای فنوج است که ارتفاعی بالغ بر ۱۷۳۲ متر را دارا می‌باشد.

قسمت شمالی منطقه عمدتاً از تپه‌های شنی و رسوبات آبرفتی تشکیل شده که با ارتفاعی بالغ بر ۷۰۰ متر در کناره جنوبی گودال جازموریان قرار دارند و نواحی پست را تشکیل می‌دهد. از کوههای معروف در منطقه می‌توان کوه آزاوا، تفتاه، سفیدکوه، دندهور، شهریار، تاب، سینکوه را نام برد.

کوه دندهورکه در برگیرنده سنگهای آهکی، فیلیتی، شیستی، متاولکانیک و ماسه‌سنگ‌های کرتاسه زیرین تا بالایی بوده، بوسیله سیستم گسله تراستی و واژگون فنوج از رسوبات فلیشی ائوسن جدا می‌گردد و در جنوب ورقه توپوگرافی فنوج قرار دارد.

سفیدکوه که در برگیرنده سنگهای آهکی، فیلیتی، شیستی، متاولکانیک و ماسه‌سنگ‌های کرتاسه زیرین تا بالایی بوده، بوسیله سیستم گسلههای طولی و واژگون از سایر رسوبات فلیشی ائوسن و آهکی کرتاسه بالایی جدا می‌گردد و در جنوب ورقه توپوگرافی فنوج قرار دارد.

کوه شهریار که با روند شمال باختری - جنوب خاوری در باختر ورقه توپوگرافی فنوج قرار داشته در برگیرنده واحدهای تکتونیکی پریدوتیتی می‌باشد. کوه تاب که در برگیرنده سنگهای آهکی، شیلی،کنگلومرا و ماسه‌سنگی ائوسن بوده در جنوب باختر ورقه توپوگرافی تنگ سرحه قرار دارد و به شدت گسله است.

کوه آزاوا که با روند کلی خاوری - باختری در بخش میانی ورقه توپوگرافی تنگ سرحه قرار داشته، در برگیرنده سنگهای آهکی، شیستی، فیلیتی، متاولکانیکی و ماسه‌سنگ‌های تکتونیزه کرتاسه می‌باشد. سینکوه که در برگیرنده کنگلومرا، ماسه‌سنگ، شیل و آهکهای

ائوسن بوده، در گوشه جنوب خاوری ورقه مورد مطالعه قرار دارد. کوه قلمان که در بر گیرنده سنگهای دگرگونی کمپلکس قلمان بوده، با ارتفاعی بیش از ۱۲۶۵ متر در شمال باختر منطقه قرار دارد.

سیستم آبراهه‌های اصلی در منطقه نیز مشتمل بر رودخانه‌های نسبتاً دائمی است که با روند عمومی شمالی ـ جنوبی، شمال‌باختری ـ جنوب‌خاوری در منطقه جریان داشته، نقش مهمی را در زهکشی و آبیاری و رونق کشاورزی در منطقه دارند. در قسمت مرکزی نیز رودهای اصلی معمولاً امتداد خاوری ـ باختری دارند و در نواحی جنوبی ورقه به صورت شاخه‌های باریک و نامنظم با طرح شاخه درختی دیده می‌شوند.

رودخانه‌های منطقه

رودهای تلخک، مش قاهم، سرحه (در جنوب خاوری ورقه مورد مطالعه)، بن‌رود، گواش (با روند شمالی-جنوبی)، فنوج، مسکوتان (با روند شمال باختری ـ جنوب خاوری، شمال ـ جنوبی)، کورزچی (با روند شمال خاوری ـ جنوب باختری) نام برد که پس از مشروب ساختن منطقه مورد مطالعه به حوضه‌های آبریز جازموریان و بعضاً دریای عمان می‌ریزند. وجود تپه‌های ماسه‌ای و تراسهای آبرفتی در رسوبات کواترنری و وجود پرتگاهها در رسوبات کرتاسه بالایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

زمین‌شناسی ساختمانی

بر اساس مطالعات صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه بارزترین ساختمانهای تکتونیکی شامل چینها و شکستگیها می‌باشند.

چینها

عموماً از روند عمومی شمال باختری ـ جنوب خاوری و خاوری ـ باختری تبعیت نموده، تماماً در نیمه جنوبی ورقه مورد مطالعه (شمال ـ شمال باختری ورقه توپوگرافی تنگ سرحه) قرار دارند. این چینها شامل تاقدیسها و ناودیسهای نرمال می‌باشند که رسوبات زمان پالئوسن و ائوسن را در برگرفته‌اند.

ساختمانهای ناودیسی که در برگیرنده واحدهای سنگی کمپلکس بن‌رود و طبقات ماسه‌سنگی، آهکی، توفی از کمپلکس مزبور با سن پالئوسن بوده به ترتیب، در شمال و شمال‌باختری ورقه توپوگرافی تنگ سرحه قرار دارند. ساختمان تاقدیسی که در جنوب خاور ورقه مورد مطالعه بوده و در برگیرنده طبقات آهکی، ماسه‌سنگی، شیل و کنگلومرا، از واحد فلیشی فنوج می‌باشد.

سیستم گسله‌های اصلی در منطقه نیز شامل گسلهای طولی ــ مزدوج و تراستی (واژگون) و برگشته می‌باشد که در نیمه شمالی و جنوبی ورقه مورد مطالعه وجود دارند و نقش مهمی را در بهم‌ریختگی طبقات دارند.

گسله‌های نیمه شمالی

گسله طولی جنوب جازموریان که در بخش میانی نیمه شمال ورقه مورد مطالعه بوده ، دارای روند تقریبی شمال باختری ـ جنوب‌خاوری می‌باشد و طبقات زمان ائوسن ،کواترنری و کرتاسه بالایی را در بر می‌گیرد.

گسل طولی مسکوتان که در شمال خاور ورقه مورد مطالعه بوده ،دارای روند شمال خاوری ـ جنوب‌باختری می‌باشد و در حد فاصل طبقات کواترنری، کرتاسه بالایی و ائوسن قرار گرفته است.

گسله‌های نیمه جنوبی

گسل تراستی مش قاهم که در جنوب باختری ورقه مورد مطالعه و در حد فاصل طبقات سنگی کرتاسه بالایی gb,cm,kf,pd واقع گشته، از روند عمومی شمال‌باختری ـ جنوب‌خاوری تبعیت می‌کند.

گسل طولی پیپ که در گوشه جنوب خاوری ورقه مورد مطالعه و در داخل طبقات سنگی ائوسن بوده، دارای روند شمال خاوری ـ جنوب باختری است که ادامه آن در ورقه اسپکه می‌باشد.

گسل تراستی آزاوا که در جنوب ـ جنوب‌خاوری ورقه مورد مطالعه و در حد فاصل طبقات سنگی کرتاسه‌بالایی ka,cm,kav کواترنری و ائوسن واقع گشته از روند تقریبی خاوری ـ باختری تبعیت می‌کند.

گسل تراستی فنوج که درگوشه جنوب باختری ورقه مورد مطالعه و در حد فاصل طبقات زمان ائوسنEwf و کرتاسه (ka,kai) بوده از روند عمومی شمال‌خاوری ـ جنوب‌باختری و خاوری ـ باختری تبعیت می‌کند.

بررسی زمین‌شناسی منطقه

قدیمیترین واحدهای سنگی برونزد شده در منطقه سن پرمین و اوایل کرتاسه دارند که به مقدار زیادی در کمپلکس آزاوا توسعه یافته‌اند. گسترش این واحد ساختاری به سمت باختر منطقه مورد مطالعه (ارتفاعات دورکان) رسوبات زمان کربونیفر و ژوراسیک را همچنین در بر می‌گیرد.

کمپلکس آزاوا به عنوان یک خط رأس پوسته قارهای (زون قارهای) تصور می‌شود از جنوب حاشیه لوت بوسیله یک پهنه ریفت مانند اقیانوس تتیس در طی زمان مزوزوئیک آغازین جدا شده باشد که گواه این امر را شباهت بین توالی کربناته کمپلکس آزاوا با سنگهای پالئوزوئیک بالایی گزارش شده از منطقه بزمان شمال گودال جازموریان می‌دانند. زون ریفتی موجود بطور گسترده‌ای توسط رسوبات پلاژیک دریایی و ولکانیکهای بازیک در برگرفته شده است . میکروفسیلهای مطالعه شده در این کمپلکس رنجی از اوایل کرتاسه (محتملاً آواخر ژوراسیک) تا انتهای کرتاسه را نشان می‌دهد و حاکی از رسوبگذاری متداوم و پیوسته در منطقه می‌باشد. چرا که گزارشی دال بر نبود چینه‌شناسی ارائه نگردیده است.

سکانسی ضخیم دیگر منطقه کمپلکس بن‌رود است که از اواخر کرتاسه تا پالئوسن متأثر از جریانهای توربیدایتی در قسمتهای حاشیه‌ای منطقه بر جای گذاشته شده‌اند در این حوضه‌های رسوبی کم عمق ولکانیکهای زیر دریایی کمتر نفوذ داشته‌اند و بعد از جایگیری افیولیتها در کرتاسه بالایی ـ پالئوسن عمده حوضه‌های فلیشی ائوسن در جنوب منطقه مورد مطالعه تشکیل می‌شوند.

در گودالهای عمیق دریایی که در زونهای فعال فرورانش جنوب مکران تشکیل شدند توالی ضخیمی از توربیدایتهای عمیق به همراه سنگ آهکهای نومولیت‌دار و گدازههای خروجی باریک رسوب کرده است که گدازه‌های خروجی آن شامل قطعاتی از افیولیتها و سنگهای قدیمیتر است که گهگاه نشاندهنده ساختمان الیستو استرومیک می‌باشد که این امر حاکی از آن است که حوضه فلیشی، توسط پوسته اقیانوسی یا افیولیت ملانژ پوشیده می‌شود. همچنین تنوعات فراوان و سریع از نقطه نظر لیتولوژی و ضخامت می‌تواند گویای تشکیل سکانس در یک حوضه جنبا باشد. در این ورقه، ژنز ماگمای اولیه و منشأ کمپلکسهای افیولیتی به وضوح ثابت نشده است و خصوصیت شیمیایی غیر آلکالن ماگمای والد با سریهای کالکوآلکالن کاملاً متفاوت می‌باشد.

توسعه سنگهای غنی از الیوینی به گابروهای لایه‌یو توده‌ای تفاوتهای چشمگیری را از ماگمای مافیک نشان می‌دهد که می‌تواند یک تاریخچه چندزایی آذرینی داشته باشد.کمربند افیولیتی گستره مکران نیز که شامل فنوج می‌شود می‌تواند به عنوان بقایای اقیانوس نئوتیس در نظر گرفته شود که بر اساس مطالعات فسیل‌شناسی سن کرتاسه زیرین ـ بالایی دارد. در

این دوره زمانی اجزای ماگماتیک سکانس افیولیتی احتمالاً در نتیجه فورانهای دوره‌ای و تفکیک تولوئیتیهای متعدد تا ماگماهای کالکوآلکالن تشکیل شده‌اند و از یک ماگمای مادر واحد اشتقاق یافته‌اند.

لیتولوژی منطقه

براساس مطالعات صورت گرفته روی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج لیتولوژی منطقه مورد مطالعه در جدول (۱-۱) آمده است.

Table (1-1) : Lithology of Fannuj According to map of 1/100000 fannuj

Age			Symbol	Lithology
Cenozoic	Quaternary		Q^{al}	آبرفتهای عهد حاضر
			Q^{s}	تپه های ماسه ای
			Q^{t2}	تراسها و بادبزنهای آبرفتی(گراولی) جوان
			Q^{t1}	تراسها و بادبزنهای آبرفتی(گراولی)قدیمی
	Neogene	Oligocene-Miocene	OM^{l}	آهکهای بیومیکرایتی
			OM^{c}	ماسه سنگ و کنگلومرا
	Paleogene	Eocene	E^{Wf}	فلیش به همراه قطعات بیگانه
			E^{si}	ماسه سنگ ، شیل ،آهک ، کنگلومرا
			E^{f}	ماسه سنگ ، شیل ، کنگلومرا بهمراه اینترکالاسیونهایی از آهکهای نومولیتی
			Edb	دیاباز
			Emb	آهکهای کریستاله
		Paleocene	Pl^{l}	آهکهای بیو اسپارایتی
			Pl^{t}	توف آهکهای ماسه ای و ماسه سنگ با تبلور دوباره
			Pl^{s}	آهکهای ماسه ای ، ماسه سنگ آهکی و توفی با تبلور دوباره
Mesozoic		Late Cretaceous	Pi	گدازه های بالشی
			db1	دیاباز
			gb	گابرو
			K_{bs}^{sch}	متابازیکها (رخساره شیست آبی)
			Kmt	فیلیت ،فیلونیت ،آهک با تبلور دوباره (رخساره شیست سبز)
			Gmv	متاولکانیکها
			Pd	پریدوتیت و ساختارهای تکتونیکی
			gd	گرانودیوریت
			Cm	رسوبات پلاژیک ،قطعات افیولیتی غیرمتمایز
			gb2	گابروی پیروکسن دار
			gb1	تروکتولیت ،الیوین گابرو
			sr	سرپانتینیت
			K^{f}	ماسه سنگهای نازک لایه، شیل و سیلتستون به همراه کمی آهک و کنگلومرا
			K^{sh}	سیلتستون ، ماسه سنگ وشیل رادیولاریتی غیر متمایز
			K^{pts}	رسوبات پلاژیکی به همراه گدازه های بالشی
			K^{vs}	رسوبات پلاژیک ،آمیزه تکتونیکی به همراه ولکانیکها ،سنگهای بازیک و اولترابازیک
		lower cretaceous	K^{a}	آهک، ماسه سنگ ، فیلیت ، شیست و متاولکانیکهای غیر متمایز
			K^{l}	آهکهای توده ای با تبلور دوباره
			K^{v}	متاولکانیک
Paleozoic		Permian	P^{i}	آهک

چینه‌شناسی منطقه

مطالعات چینه‌شناسی صورت گرفته در منطقه حاکی از آن است که سنی قدیمیتر از پرمین در منطقه برونزد ندارد. عمده‌ترین واحدهای سنگی شناخته شده در گستره مورد بررسی عبارتند از

الف) کمپلکس آزاوا

ب) کمپلکس فنوج

ج)کمپلکس قلمان

د)کمپلکس بنرود

و)رسوبات فلیشی

ه) افیولیتها

م)رسوبات آبرفتی

که در اینجا بطور جداگانه هر یک از واحدهای سنگی و مجموعه‌های شناخته شده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واحدهای پالئوزوئیک ـ مزوزوئیک

کمپلکس آزوا

سنگهای این کمپلکس با روند خاوری ـ باختری یک زون فلسی و بهم‌ریخته را در برمی‌گیرد که تصور می‌شود یک خط الرأس از پوسته قاره‌ای باشد. این واحد سنگی منحصر

به فرد است چرا که سلسله ارتفاعاتی را در شمال مکران و به طول ۲۵۰ کیلومتر در سرتاسر کناره جنوبی گودال جازموریان تشکیل می‌دهد. این کمپلکس شامل قطعات تراستی پرشیبی است که در جهت جنوب در امتداد شمالی گسله معکوس فنوج بر روی رسوبات فلیشی ائوسن روانده شده‌است. کمپلکس آزاوا اساساً شامل سنگهای آهکی آبهای کم عمق به سن کرتاسه به همراه رسوبات کلاسیتک، ولکانیک و سنگهای متامورفیک می‌باشد. این واحد همچنین شامل قطعات تکتونیکی از سنگهای پالئوزوئیک و سنگهای بازیک تا اولترا بازیک ملانژهای رنگین با سن کرتاسه بالایی است. که در ذیل به اختصار شرح داده شده است.

واحدهای سنگی پرمین

این واحد بصورت یک قطعه کوچک از سنگ آهکهای توده‌ای آبهای کم عمق دریایی در خاور کوه آزاوا و شمال تنگ سرحه و بطور پراکنده در قسمتهای دیگر کمپلکس پراکنش دارند و شامل میکرو فسیلهای شواژرینا و کلیماکامینا به سن پرمین بالایی می‌باشد.

واحدهای سنگی کرتاسه

این واحد سنگی شامل آهکهای لایه‌بندی شده تا توده‌ای و با تبلور دوباره آبهای کم عمق دریایی است که از نظر فسیلی فقیر است با این وجود از طریق محتوای فسیلی محدود لنتیکولینا، تکستولاریا،کونئولینا و مقداری الگ، سن کرتاسه زیرین برای آن در نظر گرفته

شده است. همراه این واحد سنگی می‌توان بازالت آندزیت، دیاباز، شیست، فیلیت، سنگهای بازیک فرعی تا نفوذیهای حد واسط رسوبات کلاستیک، شیل و ماسه‌سنگ‌های نازک لایه خاکستری تا بنفش را مشاهده نمود.

تقریباً همه اجزا، کمپلکس دستخوش دگرگونی درجه ضعیف شده‌اند. رخساره شیست سبز عمومیترین رخساره دگرگونی در سنگهای بازیک و سنگهای رسوبی دگرگون شده است

قابل توجه اینکه قسمت اصلی کمپلکس آزاوا را این واحد زمانی در بر گرفته که در سفید کوه در باختر فنوج و کوه آزاوا در شمال تنگ سرحه برونزد دارد.

واحدهای ولکانیکی ـ رسوبی کرتاسه

کمپلکس فنوج

این کمپلکس به صورت یک زون وسیع و مرتفع موازی کمپلکس آزاوا است و با طول بیش از دهها کیلومتر و پهنای ۲ کیلومتر به طرف باختر و ۶ کیلومتر به طرف خاور گسترانیده شده است.

این واحد سنگی از صدها متر رسوبات پلاژیک،رسوبات آبهای نسبتاً کم عمق و ولکانیکهای زیر دریایی که نشاندهنده قسمتهای بالای از سکانس افیولیت،تشکیل شده است.

سنگهای ولکانیکی عمدتاً شامل بازالت آندزیت، بازالت آندزیتی، گدازه‌ها اسپیلیتیک به همراه سنگهای بازیک بی‌نظم و سنگهای اولترابازیک می‌باشند (سازندهای افیولیتی)که بطور تکتونیکی با ماسه‌سنگ‌های سبز تیره تا قرمز دانه متوسط تا درشت دانه و شیلهای

رادیولاریتی و آهکهای پلاژیک فرعی آمیخته می‌باشند که در روی نقشه به صورت (Kvs) نمایش داده شده‌اند. در داخل این مجموعه برونزدهای کوچکی از توده‌هاینفوذی اسیدی دیده می‌شود. به طرف جنوب کلچات این واحد سنگی با سنگ آهکهای با طبقه‌بندی نامنظم درآمیخته شده است. آهکها با اینترکالاسیونهای پراکنده‌ای از آهکهای kpts و ولکانیکهایی که بطور اساسی گدازه بالشی هستند همراه می‌شوند. سنگ آهکهای مذکور حاوی میکروفسیلهای نظیر تکستولاریا، اسیکولاریا، کونئولینا بوده سن آن کرتاسه زیرین می‌باشد.

واحدهای سنگی کرتاسه بالایی-پالئوسن

کمپلکس (بن‌رود)

این واحد به نظر می‌رسد از تغییر و تحول تدریجی کمپلکس فنوج ایجاد شده باشد. این واحد سنگی می‌تواند به دو سکانس ضخیم از رسوبات پلاژیک در پایه و رخساره‌ها کم عمق دریایی در شمال بن‌رود تقسیم شده باشد. این واحد سنگی شامل لایه‌های چین‌خورده وگسل خوردهای از سیلتستونهای قرمز تا تیره خیلی نازک لایه. ماسه‌سنگ‌های ریز تا متوسط دانه، شیلهای بنفش. مادستونهای خاکستری روشن تا سبز به همراه اینترکالاسیونهایی از آهک پلاژیک سیلیسی شده قرمز تا صورتی رنگ. Ksh گدازه‌های بازالتی و دایکهای دیابازی می‌باشد.

آهکهای پلاژیکی صورتی و نازک لایه و سیلتستونهای آهکی معمولاً حاوی فسیلهای روتالیپورا، هدبرگلا، رادیولاریا، می‌باشد که معرف سن کرتاسه بالایی (تورونین ـ سنونین) هستند.

در شمال فنوج همچنین برونزدهایی از سیلتستون، ماسه‌سنگ و شیلهای رادیولاریتی قرمز تا بنفش دیده می‌شود

Kf

در قسمت مرکزی منطقه مورد مطالعه همانند شمال فنوج، یک توالی از ماسه‌سنگ‌های نازک لایه، شیل، سیلتستون آهکی به همراه لایه‌های کنگومرایی و آهکهای فرعی دیده می‌شود که مطالعات فسیل‌شناسی دال بر سن کرتاسه بالایی در مورد آنهاست. مجموعه کمپلکس بن‌رود در قسمت مرکزی ناحیه مورد مطالعه چین‌خوردگی از نوع ناودیسی دارد که در هسته آن رسوبات پلاژیکی و آهکی بیواسپارایتی قرار گرفته است. کل کمپلکس از نظر لیتولوژیکی به سه زیر واحد تقسیم می‌شود.

زیر واحد پایینی Pls : این زیر واحد متشکل ازآلتراسیون ماسه‌سنگ چین‌خورده، ماسه‌سنگ توف و آهکهای ماسه‌ای با تبلور دوباره است که این آهکها میکروفسیلهای تکستولاریا، لنتیکولینا، بریوزوا را در برگرفته و محتملاً سن پالئوسن دارد.

زیر واحدهای میانی Plt : که شامل ماسه‌سنگ، آهک ماسه‌ای نازک لایه خاکستری روشن تا تیره و شیلهای خاکستری تا سبز تیره می‌باشد.

زیر واحدهای بالایی Pl1 : که شامل آهک بیواسپارایتی ـ ضخیم لایه تا تـوده‌ای خاکسـتری روشن، است که حاوی مجموعه فسیلی روتالیا، لیتوتامنیوم، میلیولید، اتلیاآلبا و اسپورولینا بـه سن پالئوسن می‌باشد.

رسوبات فلیشی

این واحد سنگی با دو چهره مختلف چینه‌شناسی، ساختاری، استیل دگریختی در دو ناحیـه از منطقه مورد مطالعه برونزد دارد.

الف) جنوب ورقه مورد مطالعه که دارای پراکنش وسیع و گسل خورده است.

ب) باختر و شمال باختری منطقه که به صورت پراکنده بـا برونزدهـای چـین خـورده دیـده می‌شود.

گسترده‌ترین برونزد این واحد سنگی داری رونـد بـاختری ـ خـاوری در جنـوب ورقـه مـورد مطالعه می‌باشد. این رسوبات به نظر می‌رسد در گودالهای عمیق دریایی در نتیجه جریانهـای توربیدیتی (آشفته) شکل گرفته باشد. بـر پایـه خصوصـیات ظـاهری و سـاختاری فلیشـهای جنوبی به دو زیر واحد تقسیم می‌شوند.

فلیش‌های با آشفتگی کم (Ef)

این رسوبات دارای توالی غیر متمایز و متناوبی از ماسه‌سنگ‌های میکادار سـبز ـ خاکسـتری تا قهوه‌ای متمایل به سبز، سیلتستون، توف، آهکهای پلاژیـک بیـومیکرایتی، آهکهـا ائوسـن، کنگلومرا، آهک ماسهای سیلیسی‌شده‌قرمـز، شـیل، آهـک ماسـه‌ای بـا اینترکالاسـیونهایی از

شیلهای سبز- قرمز تا بنفش رنگ فیلیتی شده (که گهگاه دارای لایه‌های نومولیتی است) و سیلتستون می‌باشد.

علاوه بر واحدهای‌سنگی مذکور قطعات بیگانه مختلفی از سنگهای قدیمیتر همچون افیولیتها (ملانژ رنگین) در داخل رسوبات فلیشی یافت می‌شود.

ساختارهای آشفته (توربیدایتی) همچون ریپل مارکها، چینه‌بندی متقاطع، دانه‌بندی تدریجی در میان ماسه‌سنگ و ساختمانهای رسوبی فلوت‌کست و لودکست در مادستونها و ماسه‌سنگ‌های آهکی ریزدانه دیده می‌شود.

آهکهای نومولیتی میان لایه و ماسه‌سنگ‌های آهکی این واحد فیلشی دارای مجموعه فسیلی ائوسن زیرین می‌باشد. این فسیلها شامل اسیلینا، روتالیا، نومولیت با گونه گرانیفر می‌باشد.

فلیش‌های با بیشترین آشفتگی به همراه قطعات بیگانه (Ewf)

وجود قطعات بیگانه از سنگهای قدیمی‌تر و خرده‌های افیولیتی یکی از خصوصیات این واحدسنگی است. این قطعات بیگانه قدیمی‌تر از ماتریکس (زمینه) فلیش‌ها بوده و شامل سنگهای ولکانیکی (بازالت آندزیت به همراه ساختمانهای بالشی)، آهکهای پلاژیک گلوبوترونکانادار سیلیسی‌شده و متبلور و کنگلومرا می‌باشد. تعدادی بلوک آهکی نومولیت‌دار نیز در این مجموعه وجود دارد که به طور نامنظم و آشفته در داخل ماتریکس شیل

فیلیتی‌شده و ماسه‌سنگ نازک لایه دیده می‌شود. این قطعات دارای اندازه‌ای از چند متر تا چند صد متری می‌باشند.

وجود فیلیتیزیشن، لایه‌های بالشی، جابه‌جایی شدید ساختمانها می‌تواند حاکی از منشأ تکنونیکی این واحد سنگی باشد. سن این واحد سنگی بر اساساً میکروفسیلهای موجود در قطعات آهکی پلاژیکی ائوسن است.

در قسمت شمال‌باختری منطقه مورد مطالعه و در امتداد حاشیه جنوبی گودال جازموریان توالی از این رسوبات فلیشی (با آشفتگی کم) وجود دارد که می‌توان آن را معادل با فلیشهای جنوبی دانست. این توالی شامل تناوبی از ماسه‌سنگ‌های متوسط تا درشت دانه، آهکهای ماسه‌ای با قسمتی کنگومرا می‌باشد که حاوی میکروفسیلهای ائوسن است.

(Esl)

این توالی بطور هم‌شیب با ماسه‌سنگ‌های درشت دانه، ضخیم لایه و کنگومرای آزاد Ome که قابل مقایسه با کنگومرای میوسن باختر ناحیه است، دنبال می‌شود. همچنین چندی برونزد پراکنده از ماسه‌سنگ‌های نازک لایه، شیل و آهک خاکستری روشن که حاوی میکروفسیلهای الیگوسن Om1) است، در منطقه وجود دارد. توالی موجود نشان می‌دهد که جریانهای توربیدایتی هم زمان با نهشته‌شدن رسوبات در حوضه رسوبی کم عمق فعال بوده‌اند.

افیولیتها

تمامی اجزا متشکله افیولیتها در این ورقه وجود دارند که از پائین تا بالا شامل موارد ذیل است پریدوتیتها **(Rd)** : این واحد سنگی که شامل پریدوتیت تکتونیکی و پریدوتیت انباشته می‌باشد گسترده‌ترین متشکله افیولیتهاست که در دو منطقه با برونزد وسیع و جدا از یکدیگر ظاهر می‌شود:

اولین نوع، یک توده ایزوله نسبتاً همگن و بسیار بزرگ است که در قسمت قاعده‌ای توالی افیولیتی کلاسیکی رخنمون دارد و دارای ارتفاع تقریبی ۱۹۵۰ متر در کوه اگریچان است. سنگها در درجات مختلف سرپانتینی شده(**Sr**) هستند و دارای رنگ هوازده سیاه تا قهوه‌ای متمایل به سبز بوده، لنزهای فراوانی از منیزیت سفید رنگ دارا می‌باشند. پریدوتیتها بوسیله دایکهای گابرویی و سنگهای الترامافیک پلاژیوکلازدار نامنظم بریده می‌شوند.

دومین نوع پریدوتیتها، در قسمت جنوبی (خارج از توالی افیولیتی کلاسیکی) ورقه مورد مطالعه به صورت قطعاتی جداشده از افیولیت ملانژها رخنمون داشته، از نقطه نظر پتروگرافی دو نوع بافت پریدوتیتی در آنها تشخیص داده شده است که شامل انباشته و تکتونیکی می‌باشد.

پریدوتیتهای توده‌ای:

در پریدوتیتهای توده‌ای، سنگ بافت توده‌ای نشان می‌دهد در حالتی که الیوین در این فاز به وجود می‌آید. تیپهای سنگی این مرحله شامل هارزبوژیت، دونیت، لرزولیت، ورلیت و پریدوتیت پلاژیوکلازدار می‌باشد که در زیر به اختصار شرح داده شده است.

دونیت درشت دانه و دارای بافتی متشکل از دانه‌های یک اندازه می‌باشد.بلورهای گرد شده الیوین به عنوان سازنده اصلی دونیت می‌باشد و بلورهای گزنومورف و بدون رنگ آن که به قطعات کوچکتر شکسته شده‌اند، توسط یک شبکه سرپانتینی محاط می‌شوند در حالتی که مجموعه‌ای از کلینوپیروکسن و اسپینلهای قهوه‌ای تا قرمز (پیکوتیت) در حد مابین آنها قرار می‌گیرند.

هارزبورژیت تیپ سنگی غالب پریدوتیتها می‌باشد که در آن ارتوپیروکسنها در بیشترین مقدار خود وجود دارد و الیوینها نیز هنوز دانه‌های اساسی هستند و در فرم توده‌ای ظاهر می‌شوند. پیروکسنهای گزنومورف و کلینو پیروکسنها به صورت میان توده‌ای (بین انباشته) هستند. پدیده سرپانتینی شدن در الیوینها (عمدتاً کریزوتیل ـ لیزاردیت) و ارتوپیروکسنها به خوبی رشد پیدا کرده است. دانه‌های اسپنیل (پیکوتیت)، مگنتیت و هماتیت نیز عموماً در این سنگ وجود دارند.

لرزولیت دارای کلینو و ارتوپیروکسن همراه با الیوین فراوان است دانه‌های گزنومورف پیروکسن (بیش از ۵ میلیمتر) بوسیله کلینو و ارتوپیروکسنهای با آرایش بهم پیوسته مشخص می‌شوند.

ورلیت دارای بیشترین مقدار کلینوپیروکسن است(اکثرا اوژیت). کلینو پیروکسنها در مرحله میان تودهای تشکیل شده و ممکن است با بافت پویی‌کلیتیکی الیوینها را احاطه کند. در این سنگ پدیدههای اورالیتیزیشن و سرپانتینیزیشن به صورت گستردهای توسعه یافته است.

پریدوتیتهای پلاژیوکلازدار دارای مقداری پلاژیوکلاز کلسیم‌دار در فاز میان تودهای هستند که بطور وسیعی پرهنیتی شده‌اند. این سنگها معمولابه صورت میان لایه با گابروهای غنی از الیوین یا به صورت نفوذی در کمپلکس گابرو پائینی قرار دارند.

پریدوتیتهای تکتونیزه

این ساختارها عموماً توسط فابریک متامورفیکی که بافت تکتونیکی، دگریختی ثانویه و فولیاسیون کانیها را شامل می‌شود مشخص می‌گردد. همه انواع پریدوتیتهای توصیف شده در بالا می‌توانند یک فابریک تکتونیکی را نشان دهند. قابل توجه اینکه در الیوین و پیروکسنهای حاصل از تفریق ماگمایی که به طور بخشی ارالیتیزه شده و بافت میلونیتی دارند، فولیاسیون به خوبی توسعه پیدا کرده است.

در بعضی نمونه‌ها بلورهای پیروکسن چین‌خوردگیهای میکروسکوپی ضعیفی را نمایش می‌دهند. درکانیهای الیوین و پیروکسن در نتیجه سرپانتینی شدن حالت نواری به خوبی قابل رویت است. پریدوتیتهای تکتونیکی در مجموع شامل هارزبورژیت، لرزولیت و دونیتهایی است که بافت تودهای داشته، تحت دگریختی متبلور و تکتونیزه شده‌اند.

کمپلکس گابرو gb)

ایـن کمـپلکس شـامل تمـام سـنگهای درونـی مافیـک و اولترامافیـک، تـوالی از پریـدوتیت پلاژیوکلازدار تا گابروی غنی از پلاژیوکلاز و آنورتوزیـت مـی‌باشـد کـه عمـدتاً در قسـمتهای باختری و مرکزی منطقه با مشخصههای بافتی و ساختاری متفاوت برونزد دارند.

گابروی لایه بندی شده gb1

این واحد سنگی شامل تـودههایمافیـک و اولتـرا مافیـک اسـت کـه اساسـاً پریـدوتیتهای پلاژیوکلازدار، تروکتولیت و الیوین گابروهای با لایه‌بندی ریتمیک و بافت توده‌ای خوب رشـد یافته را در بر می‌گیرد.

پریدوتیتهای پلاژیوکلازدار بطور محلی به صورت قطعات باریک نـامنظم در بـالاترین زون پریدوتیتهای تکتونیزه شده و به صورت مرزهای بین لایه‌ای در پـائینترین قسـمت کمـپلکس گابروها یافت می‌شوند و در شمال باختری منطقه مورد مطالعه برونزد دارند.

گابروی توده‌ای gb2)

این واحد سنگی تکتونیزه بوده و با درجه هوازدگی بالا و بافـت گرانـولار دانـه درشـت تـا پورفیریتیک و فرمهای توده‌ای شناخته می‌شود. در تپـه‌هـای کـم ارتفـاع اطـراف مسـکوتان، شمال و شمال‌باختر فنوج، این واحد سنگی به خوبی توسـعه یافتـه اسـت. در منطقـه مـورد

مطالعه می‌توان روند تبدیل تدریجی از تروکتولیتهای لایه‌ای به لوکوگابروهای غنی از پلاژیوکلاز و گابروهای توده‌ای را مشاهده نمود.

از نظر پتروگرافی تنوعات سنگی مهمی از کمپلکس گابرویی (شامل گابروی بالایی و پائینی) در منطقه مورد مطالعه شناخته شده‌اند (بدون اشاره به خصوصیات منشاء ماگمایی‌شان).

تقریباً همه گابروها از پلاژیوکلاز، الیوین، ارتوکلینوپیروکسن، تشکیل شده‌اند و با مقادیر مختلفی از کانیهای فرعی ثانویه همراه هستند. قابل توجه اینکه بلورهای پلاژیوکلاز بطور نرمال در مرحله توده‌ای (انباشتگی) تشکیل شده و بلورهای الیوین در فرمهای توده‌ای و میان توده‌ای بخوبی دیده می‌شوند. همچنین کانیهای پیروکسن در فرمهای توده‌ای و بندرت میان توده‌ای بوجود می‌آیند. دیوپسید، اوژیت و تیتانااوژیت پیروکسنهای کلسیک اصلی هستند که تیغه‌های ارتوپیروکسن را در بر می‌گیرد. بر طبق مطالعات پتروگرافی عموم سنگهای موجود در منطقه مورد مطالعه به این شرح است.

پریدوتیت پلاژیوکلازدار که از فورستریت به صورت متشکله اصلی توده و مقدار جزئی، از پلاژیوکلاز کلسیک تشکیل شده است.

تروکتولیت حاوی پلاژیوکلاز و الیوین بوده و دارای فابریک توده‌ای است.

الیوین گابرو شامل پلاژیوکلازهای میان توده‌ای با کلینو پیروکسنهای بین تودهای، الیوین و مقداری هورنبلند می‌باشد. اورتوپیروکسنها (هیپرستن تودهای) می‌توانند به صورت یک کانی اصلی به جای الیوین در گابرو ـ نوریت حضور داشته باشند.

گابروی پیروکسن‌دار گابروی (اورالیتی) که توسط بافت گرانولار با ساخت درشت دانه مشخص می‌شود.

گابروی هورنبلنددار مقدار کمی از گابروهای هورنبلنددار بطور نامنظم با هر دو گروههای گابرو در ارتباطند. تصور می‌شود مقداری از بلورهای هورنبلند اولیه با پلاژیوکلازهای آلتره و پیروکسنهای به شدت اورالیتیزه شده همراه باشد.

سنگهای لوکوکراتیک gd :

گابروهای پائینی و بالایی و کمپلکس دایکهای صفحهای اغلب با نواریهای سنگی لوکوکراتیکی همراه هستند که به خوبی در باخترمسکوتان، جنوب تلخک، باختر فنوج توسعه پیدا کرده‌اند بیشتر رخنمونهای این واحد سنگی قابل برداشت نیستند مگر توده‌های کوارتزدیوریتی که در کمپلکس آزاوا وجود دارد و به طور نرمال فرمهای مختلفی را بدون آلتراسیون مشخص آشکار می‌سازد. به سمت جنوب تلخک اثراتی از توده‌های نفوذی (استوکها) را به طول چندین صدمتر در داخل گابرو پائینی می‌توان مشاهده نمود. بر اساس پتروگرافی سنگهای لوکوکراتیکی، انواعی مختلفی از پلاژیوگرانیتها قابل تشخیص است که ترکیب آنها در رنجی از دیوریت تا تونالیت ـ ترونجمیت تا گرانیت کالکوآلکالن قرار می‌گیرد. این سنگها اساساً از کانیهای پلاژیوکلاز، کوارتز، فلدسپار پتاسیم‌دار و کانیهای فرومنیزیت تشکیل شده و بافت گرانولاردارند. تقریبا همه پلاژیوکلازها با هسته‌های کلسیک و حاشیه سدیک دارای زونبندی می‌باشند.

ترکیب پلاژیوکلاز در رنج آلبیت تا الیگوکلاز قرار می‌گیرند اگرچه ممکن است مقداری آندزیت با آن همراه باشد. فلدسپار پتاسیمی هم که به مقدار خیلی کم یافت می‌شوند به صورت میکروکلین یا اورتوکلازهایی هستند که غالباً در فرمهای پرتیتی یا آنتی پرتیتی ظاهر شده‌اند. اکثر نمونه‌های مطالعه شده یک دگرگونی درجه پائینی را همراه با تبلور و دگرریختی نشان می‌دهد.

کمپلکس دایکهای صفحه‌ای(d b1) :

این کمپلکس بیش از ۲۰ درصد افیولیتهای منطقه را تشکیل می‌دهد و منطقه بزرگی را در جنوب خاور و جنوب باختر مسکوتان و در امتداد راه مسکوتان ـ فنوج در بر می‌گیرد. در بسیاری مواقع این واحد روی گابروی بالایی ظاهر می‌شود و بوسیله دایکهای نیمه موازی چندگانه کلاسیکی مشخص می‌شود.پهنای این دایکها از ۳۰ سانتیمتر تا ۱/۵ متر متغیر است و شواهد صحرایی حاکی از آن است که این واحدها از دو فاز اصلی منشا می‌گیرند.

۱- آنهایی که به صورت ژنتیکی (زایشی) به کمپلکس وابسته‌اند.

۲- آنهایی که تغذیه کننده دایکها بودند و روی گدازههای بالشی قرار می‌گیرند.

دومین مورد عمدتاً به داخل گابروهای بالایی و دایکهای قدیمیتر نفوذ کرده است. بافت سنگی این دایکها دانه ریز تا متوسط اندازه بوده، دارای بافت آافیتیک و اینترسرتال و پورفیریتیک می‌باشند و عموم کانیهای اصلی آنها پلاژیوکلاز، کلینوپیروکسن، مگنتیت، ایلمنیت، اسفن و بندرت هورنبلند هستند. این سنگها بطور وسیعی به مجموعه کانیهای

رخساره شیست سبز دگرسان شده‌اند و شامل، آلبیت، کلریت، اپیدوت، اکتینولیت و کربنات می‌باشند.

گدازه‌های بالشی(pi)

در خیلی از نواحی، گدازه‌های بالشی بالاترین قسمت افیولیتها دایکهای صفحه‌ای (db1) را تغذیه نموده‌اند. از مشاهدات صحرایی این طور تصور می‌شود که کنتاکت بین دایکهای سوزنی شکل و پیلولاواهای ذکور معرف یک زون تحولی است که مطالعات کانی‌شناسی نیز آن را ثابت می‌کند.

پیلولاواها اشکال بیضی شکل تا مدوری دارند که حاشیه‌های آنها اغلب شیشه‌ای بوده و حاوی حفره‌های کوچکی است که بوسیله کلسیت و کوارتز پر شده‌اند. تقریباً تمام پیلولاواها دارای ترکیب بازالتی توله‌ایتی می‌باشند. بافت سنگها بسیار متنوع است عموم بافتهای تشخیص داده شده عبارتند از :

بافت وریولیتیک که توسط تجمع اسفرولیتیک شعاعی از پلاژیوکلازهای سوزنی شکل مشخص می‌گردد. بافت اینترسرتال، بافت تیپیک گدازههای پائینی که حد مابین بلورهای نازک و منشوری پلاژیوکلاز بوسیله کلینوپیروکسنهای هیدروترمال پر می‌شوند. و بافت خطی که درآن دانه‌های کوچک پلاژیوکلاز و پیروکسن(میکرولیت) بوسیله یک خمیره شیشه‌ای قهوه‌ای رنگ، در برگرفته شده‌اند.

مجموعه کانیهای اصلی سنگها عبارتند از : آلبیت، کلریت، هماتیت، اپیدوت،کلسیت، تیتانیت، پیروکسن، این کانیها عموماً با کانیهای فرعی مثل زئولیت، پرهینیت و کوارتز همراه می‌باشند. در نواحی مطالعه شده تقریباً همه گدازه‌های بالشی و توده‌ای دارای ترکیب اسپیلیتیکی هستند. این به روشنی بوسیله مطالعات کانی‌شناسی خاص و خصوصیات ژئومتریک (بافت و ساخت) نشان داده شده است. مجموعه کانیهای ذکرشده در بالا به علاوه آلبیت (که در نتیجه اسپیلیتی شدن ایجاد می‌گردد) که نمایانگر کانی‌شناسی اسپیلیتی خاصی است.

افیولیت ملانژ (Cm)

در این منطقه افیولیت ملانژها توسعه چندانی نداشته‌اند و آشکارترین برونزد آنها در کمربند باریکی بین افیولیتها و کمپلکس آزاوا در باختر و خاور فنوج می‌باشد که هم چنین قطعاتی از آنها در داخل کمپلکس فنوج، کمپلکس آزاوا و واحدهای فلیشی دیده می‌شود.

افیولیت ملانژها حاوی حدود ٪ ۸۰ قطعات افیولیتی، بلوکهای آهکی و سنگهای دگرگونی در یک ماتریکس متشکل از رسوبات ساب فیلیتی (عمدتاً شیل قرمز، چرت) و سرپانتینیت می‌باشند. عموم رخساره‌های سنگی در برگیرنده ملانژها عبارتند از :

سنگهای رسوبی

در بر گیرنده آهکهای گلوبوترونکانادار قرمز تا صورتی با بافت دانه ریز، شیل رادیولاریتی، آهک میکرایتی خاکستری، چرت قرمز تا قهوه‌ای، سیلیتستون، رسوبات کلاستیک، مقداری

قطعات سفید رنگ و قطعات آهکی ریفی متبلور می‌باشند و نمونه فسیلهای شاخص کرتاسه بالایی (تورونین ـ ماستریشتین) را در بر دارد از این مجموعه فسیلی می‌توان هدبرگلا، گلوبوترونکانا و رادیولارها را نام برد.

سنگهای آذرین

غالبترین توده‌های نفوذی در افیولیت ملانژها، پریدوتیتهای سرپانتینیتیزه شده هستند که همراه با آنها گابرو، دیوریت گابرو و توده‌های فرعی از سنگهای اسیدی، قطعاتی از دیابازها، گدازه،های بالشی با ترکیب آندزیتی تا بازالتی و مقداری قطعات پیروکلاستیک دیده می‌شود. قابل توجه اینکه پیروکلاستیکها از اجزای اصلی توده‌های خروجی هستند.

سنگهای دگرگونی

متامورفیکهای اصلی افیولیت ملانژها عبارتند از : متادیابازها، متاگابرو، رودنگیت، مرمر، شسیت، آمفیبولیت و مقداری رسوبات کلاستیک متامورف شده که تقریباً مجموعه کانیهای رخساره شیست سبز و آبی را در بر می‌گیرد.

وجود افیولیت ملانژها در منطقه فنوج حاکی از رسوبگذاری هم زمان با لغزش و جنبشهای تکتونیکی است که در حقیقت در نتیجه این امر مجموعه‌های افیولیتیکی به آمیزه‌های تکتونیکی مبدل می‌گردند که دارای هیچگونه ارتباط چینه‌شناسی نیستند.

با توجه به مشخص‌شدن سن ملانژها بر اساس زمان جایگیری آنها می‌توان نتیجه گرفت که ملانژها در ورقه مورد مطالعه بر اساس شواهد فسیل شناسی، دارای سن کرتاسه بالایی هستند که این امر بوسیله رسوبات فلیشی ائوسن زیرین و رسوبات کم عمق تعیین گردیده است.

واحد دگرگونی

کمپلکس قلمان

مطالعات زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی صورت گرفته در ناحیه مورد مطالعه حاکی از زون پلی‌متامورفیک است که اساساً به توسعه افیولیتها و جایگیری تکتونیکی آنها مرتبط است. بجز سرپانتینهایی که به صورت نوار باریکی در شمال کمپلکس آزاوا و در گوشه جنوب‌باختری ناحیه نشان داده شده‌اند، همچنین رخنمونهای دو مجموعه سنگی دگرگون شده مشخص در شمال ناحیه با جدا شدگی توسط چندین کیلومتر از گسلهای تراستی قابل تشخیص است که چین‌خوردگی و گسل‌خوردگی پیچیده‌ای را خود نشان می‌دهند. (کمپلکس قلمان) یکی از بهترین مثالهای دگرگونی فشار بالا در سراسر گستره مکران می‌باشد و متشکل از دو رخساره سنگی ویژه می‌باشد که چندین رخداد متامورفیسمی را تحمل کرده‌اند. این سنگها، رسوبی یا ولکانیکی بوده و توسط درجه دگرگونی خیلی پایین تا درجه دگرگونی رخساره‌های شیست سبز و آبی متمایز می‌شوند.

رخساره‌های شیست سبز

این مجموعه گروهی از سنگهای آواری آرژیلیتی نظیر : شیل، سیلتستون، ماسه‌سنگ کربناته و چرت میان لایه به همراه سنگ آهک پلاژیک را در بر می‌گیرد. همرا با این مجموعه ولکانیکهای میان لایه‌ای (حدود۳۰ درصد) محصور در بین رسوبات دگرگون شده که دارای ترکیب دیاباز و بازالتی هستند، نیز دیده می‌شود.

رسوبات در این رخساره با شدت زیادی چین و گسل خورده‌اند و شیستوزیته و فولیاسیون را به خوبی نشان می‌دهند. فیلیت، فیلونیت، آهکهای سیلیسی شده و دوباره متبلور شده، از عمده تیپهای سنگی این رخساره‌ها هستند که غالباً یک تفریق ماگمایی از کوارتز و فلدسپار را در سطح سنگ نشان می‌دهند. مجموعه کانیهای مشترک در این رخساره نیز شامل: کوارتز، فلد سپار، کلریت، مسکویت، کلسیت، مقداری اپیدوت همراه یا بدون پومپلیت و اسفن می‌باشد.

رخساره شیست آبی

این رخساره یک توده مافیکی همگن درکوه قلمان است (۱۶۲۰ متر) که بیش از ٪۹۰ آن از گدازه بالشی تیره رنگی تشکیل شده که با مقداری رسوبات در آمیخته‌اند. (مجموعه گدازه‌های بالشی بطور کامل به سنگهای رخساره‌های شیست آبی تغییر شکل داده‌اند)گذشته از بافت همگن متامورفها در منطقه بر اساس مطالعات میکروسکوپی دو تیپ مختلف سنگی قابل تشخیص است :

یک گروه اشکال بالشی و سنگهای با شیستوزیته ضعیف است که بررسی کانیهای آنها اشاره به منشأ ولکانیکی آنها دارد و گروه دیگر، سنگهای با شیستوزیته بالا و تورق یافته می‌باشد که از رسوبات منشأ گرفته‌اند.

مجموعه کانیهای دگرگون یافته مشاهده شده در این رخساره نیز شامل گلوکوفان، آمفیبول، اکتینولیت، لاوسونیت، پومپیلیت، آراگونیت، آلبیت، مسکویت، کلریت، کلینوزئیزیت می‌باشد.

درکل می‌توان اذعان داشت که بیشتر متامورفیکهای توصیف شده ازنظر زایشی در اثر دگرسانی متفاوتی که به دنبال جایگیری افیولیتها در داخل حوضه صورت می‌گیرد بوجود می آیند. منشأ انواع مختلف سنگهای دگرگونی در فنوج و نواحی نزدیک آن می‌تواند با فرآیندهای دگرگونی چندگانه توضیح داده شود.

بیشتر رخساره‌های دگرگونی شیست سبز و پرهنیت ـ پومپلیت مرتبط با سکانسهای افیولیتی است که در کف اقیانوس قرار دارند. در حالی که رخساره‌های شیست آبی با فرورانش و همگرایی صفحات تکتونیکی مرتبط است. میکروفسیلهای پیداشده در آهکهای پلاژیکی و لنزهای چرتی رادیولرداری نیز که به صورت بین لایه‌ای با سنگهای دگرگونی قرار گرفته‌اند فاصله زمانی کرتاسه (زیرین تا بالایی) را نشان می‌دهد. سنجشهای رادیومتری نیز از طریق اندازه‌گیری نسبت پتاسیم به آرگون سن ۵/۵+ ۸۷/۹ میلیون سال را برای این واحد متامورفیکی در نظر می‌گیرد.

کواترنری (رسوبات سطحی)

رسوبات کواترنری موجود در منطقه مورد مطالعه غالباً کلاستیکها هستند و از واحدهای مختلفی تشکیل شده است.

واحدهای Qs-Qt-Qal که شامل بادبزنهای آبرفتی، رسوبات تراستی و تپه های ماسه‌ای بوده ، عموما در، گودال جازموریان و بندرت در نواحی مرتفع تشکیل می‌شوند.

واحدهای Qt1 که شامل تراسها و بادبزنهای آبرفتی قدیمی بوده و رسوبات نواحی مرتفع را تشکیل میدهد. و قابل مقاسه با واحدهای Qt2 می‌باشد. و اساساً شامل مواد سنگی سست می‌باشند که بطور افقی واحدهای سنگی قدیمیتر را در طول دره‌ها و کانالهای رودخانه‌ای می‌پوشاند. تراسهای آبرفتی این واحد در شمال گودال جازموریان دارای ماکزیمم ضخامت ۵۰ متر می‌باشد.

واحد Qt2 که شامل تراسها و بادبزنهای آبرفتی جوانتر بوده و رسوبات نواحی پست را تشکیل میدهد.واساسا شامل رسوبات هوازده عهد حاضر است این واحد همچنین شامل ماسه و گراولهایی است که در نواحی مرکزی منقه و گودال جازموریان شکل می‌گیرند.

تپه‌های ماسه‌ای (Qs)

این تپه‌ها که در شمال باختر و شمال خاور منطقه مورد مطالعه وجود دارند در نتیجه عملکرد و فعالیت بادها ایجاد می‌گردند. و در بخشهای شمالی ناحیه (گودال جازموریان) در نتیجه عملکرد فعالیتهای گیاهی نظیر رشد و نمو تثبیت می‌گردند.

تکتونیک منطقه

منطقه مورد مطالعه از دیدگاه تکتونیکی به چهار زون تقسیم شده که خواص سنگ شناسی و تکتونیکی متفاوتی دارند.

گودال جازموریان

این گودال ناشی از فرونشینی در اواخر پلیوسن می‌باشد و اعتقاد بر آن است که بخش فروافتاده یا بخش جلوی قوسی، منشورهای بهم افزوده مکران است. این گودال بوسیله رسوبات آبرفتی پوشیده شده و بوسیله تعدادی از گسلهای طولی محدود می‌شود (گسلهای معکوس با زاویه شیب بالا در شمال و بوسیله گسل جنوب جازموریان در جنوب)

زون افیولیتی

این زون غالباً شامل افیولیت، مجموعه‌های ولکانیکی ـ رسوبی کمپلکس فنوج و بن‌رود و رسوبات کلاستیک محلی ائوسن تا الیگوسن ـ میوسن می‌باشد. ساختارهای تکتونیکی در این زون اساساً شامل گسلهایی موازی با روند خاوری ـ باختری هستند. (گسلهای معکوس فنوج، مش قاهم و آزاوا)

تعدادی گسلهای واژگون نیمه موازی وجود دارد که در جنوب‌باختری، بلوکهای متامورفیکی و توده‌های اولترابازیک همگن را به خاور و جنوب خاور ورقه می‌کشانند. این زون همچنین چین‌خورده و گسل‌خورده است که گسلش آن توسط گروه‌های مختلف گسلی صورت می‌گیرد. سیمای ویژه در این زون سینکلینوریومهای بن‌رود است که محور پلانچهای آن به سمت شمال باختر بوده و مرزهای شمالی این زون که بوسیله رسوبات سطحی

جازموریان پوشیده می‌شود حاوی آهکهای کم عمق ائوسن در هسته خود می‌باشد. وجود گسلهای منقطع محلی در لبه جنوبی گودال جازموریان می‌تواند نشانه‌ای دال بر افتادگی بخشهای شمالی گسلهای معکوس باشد. این زون به سمت جنوب در طول شیب شمال گسل معکوس آزاوا روی کمپلکس آزاوا قرار می‌گیرد.

زون پوسته قاره‌ای

این زون تصور می‌شود که یک برآمدگی با پی‌سنگ قاره‌ای باشد که به صورت طویل و سینوسی (کمپلکس آزاوا) زونهای فلیشی را از افیولیتی جدا می‌سازد. این زون در شمال و جنوب بوسیله گسلهای آزاوا و فنوج محدود می‌شود که دومی (گسل فنوج) ادامه خاوری گسل بشاگرد است. قابل توجه اینکه به سمت جنوب روراندگیها، کمپلکس مورد نظر بوسیله گسلهای فرعی به قطعات تکتونیکی شکسته می‌شود.

زون فلیشی

این زون شامل رسوبات فلیشی بهم ریخته و رسوبات فلیشی بدون بهم‌ریختگی است که کمپلکس آزاوا روانده شده است. دگرشکلی تکتونیکی در این زون بوسیله چین خوردگیهای شدید و پیچیده مشخص می‌گردد. این چینها اغلب هم شیب و باز و جناغی است و به صورت ناودیسها و تاقدیسهای نامتقارن تقریباً با محور پلانچی در همه جهات در مقیاس وسیعی در منطقه حضور دارند.

در مجموع می‌توان گفت که تقریباً همه زونهای شناخته شده در منطقه بوسیله گسلهای معکوس با روند خاوری - باختری و بزرگ زاویه جدا می‌شوند که اکثر آنها شیبی بیشتر به سمت شمال داشته و موازی ساختارهای منطقه‌ای می‌باشند. زونهای ژئوتکتونیکی منطقه از مکران درونی به سمت مکران بیرونی روی یکدیگر رانده شده‌اند. این الگو تراستی نوع شوپنی قطعات پولک مانندی را که دارای کوتاه شدگی در مسیر شمالی - جنوبی هستند ایجاد می‌کند. قابل توجه اینکه گسل خوردگیهای اصلی در طی حرکات آلپی پسین اتفاق افتاده است. شواهدی وجود دارد دال بر اینکه تعدادی از گسلهای اصلی نظیر بشاگرد سنی قبل از ائوسن داشته و در نتیجه سیستمهای فشارشی دوباره فعال شده است.

پتانسیل معدنی منطقه

بر اساس مطالعات اکتشافی صورت گرفته، محدوده مورد مطالعه از نظر تأمین معادن فلزی و غیر فلزی و مصالح ساختمانی قابل توجه بوده و دارای پتاسیل معدنی بالایی از نظر تولید مس، کرومیت، منگنز، مرمریت می‌باشد.

برونزدهای مس و سولفید در منطقه مورد مطالعه بطور اساسی در پیلولاواها، افیولیت ملانژها و رسوباتی قرار می‌گیرند که کانیهای مالاکیت و آزوریت و کالکوپیریت را در برگرفته‌اند. این نوع از غنی‌سازی در گدازه‌های زیردریایی و رسوبات انباشته در زونهای افیولیتی در نتیجه دگرسانی هیدروترمال پوسته اقیانوسی در نظر گرفته می‌شود. مگنتیتها در شمال باختر

منطقه مورد مطالعه به صورت لایه‌ای و لنزی (بیش از ۱ کیلومتر) و در داخل توده‌هاپیریدوتیتی و سرپانتینی به خوبی توسعه یافته‌اند.

برونزدهای کوچک کرومیت نیز در بین دونیتهای همگن و توده‌های هارزبورژیتی در خاور روستای ناگوک و شمال باختر فنوج با توده‌های سرپانتینیت و هارزبورژیتهای به شدت سرپانتینیتی شده مرتبط هستند و به صورت لنزهای خیلی کوچک تا بلوکی شکل می‌گیرند. از جمله کارهای اکتشافی صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه می‌توان به پتانسیل حاصل از کانسار کالوک اشاره نمود.

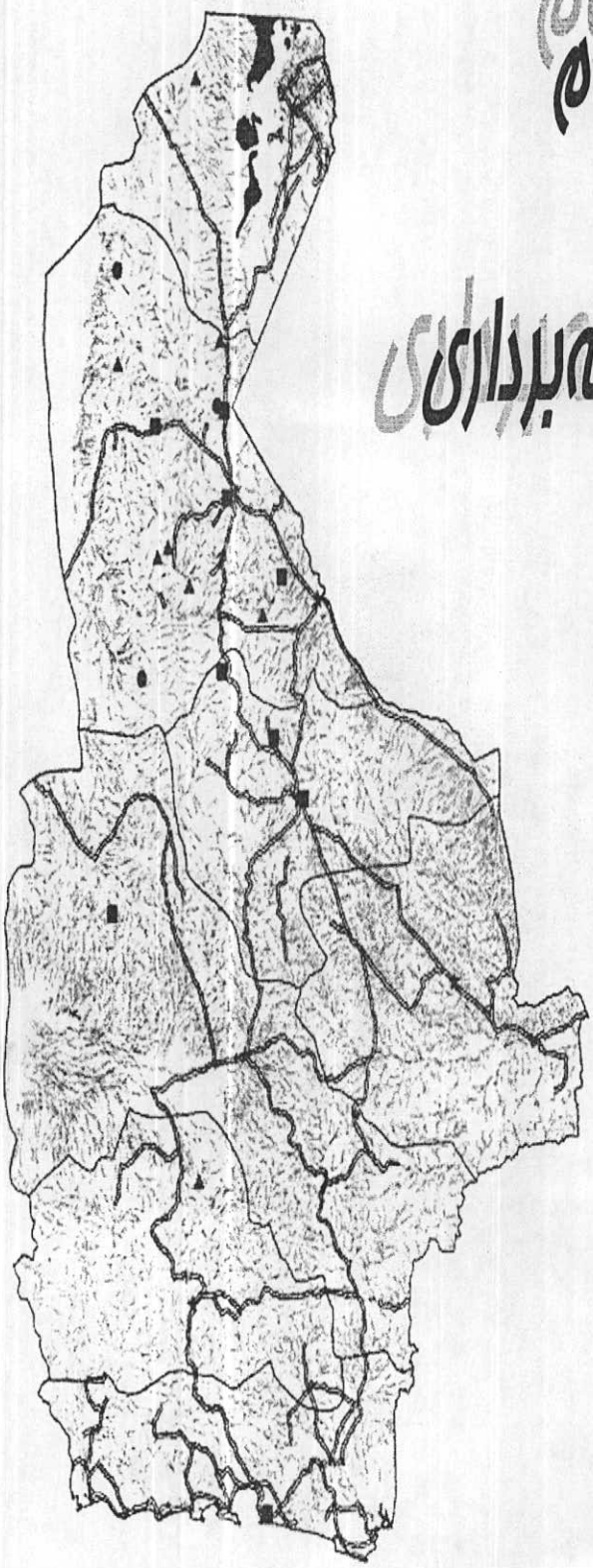
این کانسار در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان فنوج قرار دارد. در این محل میدان وسیعی از کانیزایی سولفیدی در تجمع با بازیتهای افیولیتی دیده می‌شود که بالاتر از کمپلکس رمشک قرار داشته و در برگه ۲۵۰۰۰۰ /۱ به نام دیابازیت قلمداد می‌شود که احتمالا دلریت هستند. سنگهای مذکور تیره با دانه‌های ریز تا متوسط و گاهی پورفیری هستند که در تصویرهای ماهوارهای بوسیله ساختمانهای پیچیده‌ای که بشقاب شکسته نامیده می‌شود قطع می‌شوند و در نواری پهن بطول بیش از یک کیلومتر با کانه‌زایی سولفیدی ادامه پیدا می‌کند. تجمعهای پیریت در بازیتهای تقریباً دگرگون نشده، پیروتین، پیریت و کالکوپیریت در رگه‌های کوارتزی و رسی، سولفید مس در پهنه‌های سیلیسی شده و متاسوماتیت از سازنده‌های معدنی این کانسار محسوب می‌شوند. جدول (۱-۲) پتانسیل مواد معدنی در فنوج را نشان می‌دهد.

جدول (۱-۲) : پتانسیلهای معدنی در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

موقعیت جغرافیایی کانسار	سن سنگ میزبان	شکل ماده معدنی	جنس سنگ میزبان	نوع کانه	نام کانسار
۵۹°۳۶´:۰۰ - ۲۶°۵۱´:۰۰	کرتاسه بالایی-ائوسن	رگه ای	فلیش رسوبی و سنگ اولترابلزیک	مالاکیت	مس راشکان
۵۹°۴۶´:۰۸ - ۲۶°۳۵´:۰۸	کرتاسه	لنزی	هارزبورژیت	کرومیت	کرومیت فنوج
۵۹°۳۰´:۴۳ - ۲۶°۴۸´:۰۴	کرتاسه	لنزی	پریدوتیت آلتره	کرومیت	کرومیت اسماعیل زهی
۵۹°۴۵´:۱۰ - ۲۶°۳۱´:۰۵	کرتاسه بالایی	لنزی	کالردملانژ	پیرولوزیت	منگنز فنوج
۵۹°۳۷´:۲۰ - ۲۶°۳۴´:۵۵	کرتاسه بالایی	لنزی	پریدوتیت تکتونیزه	کرومیت	کرومیت غرب فنوج
۵۹°۳۵´:۳۰ - ۲۶°۳۴´:۵۰	کرتاسه	لایه ای	کربناته	مرمریت	مرمریت فنوج

فصل دوم

نمونه برداری



مقدمه:

در ژئوشیمی اکتشافی سه بخش اساسی وجود دارد که شامل نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها و تفسیرنتایج می‌باشد که در این بین نمونه‌برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است. نظر به تشخیص آنومالی‌های واقعی و تمیز انواعی که به نهشته‌های کانساری مرتبط می‌باشند، از سایر انواع آن، لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای (برای مثال جزء ۸۰- مش) و یا کانی‌سنگین (جزء۲۰-) مورد آزمایش قرار می‌گیرد. همچنین برداشت قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس آمورف و یا کربناتهای سیلیسی‌شده برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. عواملی که باید در این خصوص در نظر گرفته شوند شامل تیپ کانسار مورد انتظار، سنگ درونگیر، محیط تکتونیکی و دامنه سنی واحدهای زمین‌شناسی می‌باشند.

به طور کلی چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، تابع دانسیته آبراهه‌ها در حوضه آبریز است. برای مناطق خشک چگالی نمونه‌برداری می‌تواند به اندازه یک نمونه برای هر ۱ تا ۱۰ کیلومتر مربع تغییر کند.

طراحی شبکه نمونه برداری:

در طراحی شبکهٔ نمونه‌برداری عوامل مؤثری می‌توانند دخیل باشند. طراحی نمونه‌برداری طوری صورت گرفته است که حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. برای این منظور نقشهٔ آبراهه‌های ناحیه با استفاده از نقشهٔ توپوگرافی و با کمک گیری از عکس‌های هوایی ترسیم می‌گردد. همچنین با کمک‌گیری از نرم افزارهای GIS عواملی چون سنگ‌شناسی، تکتونیک،

کنتاکت‌های توده‌های نفوذی و یـا خروجـی بـا نواحـی اطـراف، نواحـی اطـراف گسـلها، زون‌هـای دگرسان‌شده، مناطق مشکوک به آلتراسیون که با استفاده از عکســهای مـاهواره‌ای تشـخیص داده شده به همراه مطالعات انجام شده و اندیسهای معرفی شده در مناطق مختلف نیز در طراحی بهینهٔ شبکه حائز اهمیت است. با در نظر گرفتن این موضوع، از مساحتی نزدیک به ۲۵۰۰ کیلومتر مربـع تعداد ۹۰۴ نمونه ژئوشیمی طراحی گردید.

انجام عملیات نمونه برداری:

عملیات نمونه برداری توسط اکیپ کارشناسی و با کمک‌گیری از دسـتگاه GPS انجـام گرفـت. ازتعداد ۹۰۴ نمونهٔ ژئوشیمی، به دلیل صعب العبور بودن مناطق، نبود امکانات لازمــه و مـهمترین آنها ناامنی مناطق خاص، ۸۵۷ نمونه ژئوشیمی برداشت گردید.

هر نمونهٔ ژئوشیمی متشکل از حدود ۵۰۰ گرم جزء۸۰- مش رسوبات آبراهــه‌ای می‌باشـد کـه ۱۰۰ گرم از نمونه‌ها را برای آزمایشگاه در نظر گرفته و مابقی برای بایگانی در نظر گرفته می‌شود.

برای شناسایی نمونه‌ها شماره‌هایی که از قبل در اختیار کارشناسان قرار گرفته و منحصر به فرد است، اختصاص می‌دهیم. این شماره‌ها شامل یک کد دو حرفی معـرف منطقـه کـه حـرف اول آن نمایانگر حرف اول برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ و حرف دوم نیز نشـان‌دهندهٔ حـرف اول شـیت ۱:۵۰۰۰۰ آن منطقه است. در طی نمونه‌برداری برخی معیارها نیز اعمال گردید:

۱ـ نمونه پس از کنارزدن مواد سطحی بستر آبراهه برداشت گردید.

۲ـ به منظور کاهش خطای نمونه‌برداری سعی شده تا حد امکان طول مسیر برداشت نمونه در آبراهه افزایش یابد مشروط بر اینکه در طول مسیر شاخهٔ فرعی جدید آبراهه را قطع نکند.

۳- از برداشت مواد آلی اجتناب شد چرا که اغلب بدلیل ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالا است.

۴ - برمبنای نظر کارشناسان و با توجه به اهداف اکتشاف در صورت لزوم اقدام به تغییر وضعیت شبکه نمونه‌برداری گردید.

نقشه شماره ۱ موقعیت مکانی نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده را نشان می‌دهد.

آماده‌سازی نمونه‌ها:

همانطوری که عنوان شد نمونه‌های ژئوشیمیائی با الک ۸۰ مش الک گردیدند و به میزان ۱۰۰ گرم از نمونهٔ الک شده به منظور ارسال به آزمایشگاه آماده‌سازی شد. برای این منظور مقدار ۱۰۰ گرم از نمونهٔ آبراهه‌ای انتخاب و بوسیله پودرکنندهٔ ریگی تا زیر ۲۰۰ مش پودر گردید و از بخش پودرشده مقداری برای تجزیه انتخاب و مابقی بخش پودر شده زیر ۲۰۰ مش بایگانی گردید.

آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیائی:

در این پروژه ۲۲ عنصر یعنی Fe, B, Zn, Cr, Ti, Mn, Sr, Ba, Au As, Sb, Be, Hg, W, Pb, Ni, Mo, Sn, Ag, Co, Cu, Bi مورد تجزیه شیمیائی قرار گرفتند. عنصر Au به روش جذب اتمی و سایر عناصر به روش ICP MASS اندازه‌گیری شده‌اند. جدول مربوطه به آنالیز نمونه‌ها در CD آورده شده است.

روش آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی و حد حساسیت دستگاهها:

مهمترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز، حد حساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیل‌های آماری اختلال ایجاد می‌کند و علاوه بر این از آنجا

که در اکتشافات ژئوشیمیائی اهمیت و کاربرد مقادیر عددی مربوط به هر یک از عناصر صرفاً به منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر آنومالی می‌باشد، لذا حصول مقادیر عددی (غیر سنسورد) برای یک عنصر از درجهٔ اهمیت بالائی برخوردار است. حد حساسیت یک روش آزمایشگاهی برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینهٔ آن انتخاب می‌شود و باید کوچکتر از آن باشد. لذا با توجه به توضیحات فوق مقادیر حد حساسیت برای عناصر مورد نظر با توجه به تکنیک‌های آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینهٔ عناصر تعیین شد تا با توجه به فراوانی کم عناصر دربرخی از این سنگ‌ها تا حد امکان مقادیر غیرسنسورد حاصل شود.

دقت آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی:

پس از آنالیز و بدست آوردن نتایج آزمایشگاه باید کیفیت و دقت نتایج آنالیز مورد بررسی قرار گیرد و این کنترل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا اولاً میزان اعتماد به داده‌ها را مشخص می‌کند و ثانیاً اگر خطای داده‌ها زیاد باشد بهتر است در تفسیر نتایج دقت بیشتری را بعمل آورد.

برای این منظور می‌توان در مرحلهٔ آماده‌سازی نمونه‌ها یک سری نمونه تکراری تهیه کرد و به همراه نمونه‌های اصلی به آزمایشگاه فرستاد و سپس دقت اندازه‌گیری‌ها را محاسبه کرد. در نتیجه از دیاگرام کنترلی طراحی شده برای ۱۰٪ خطا که در سال ۱۹۷۶ توسط تامپسون ارائه شده استفاده گردید. لذا ابتدا جداول (۲-۱) تا (۲-۲۲) تهیه گردید که در ستون اول این جداول نام متغیر، در ستون دوم شمارهٔ نمونه‌ها، ستون سوم شمارهٔ نمونه تکراری معادل و در ستون‌های چهارم و پنجم مقادیر اندازه‌گیری شده برای هر جفت نمونه، در ستون ششم مقدار میانگین و در

ستون هفتم قدر مطلق تفاضل هر زوج نمونه آورده شده است. برای مثال جداول (۲-۱) تا (۲-۶) در ذیل و سایر جداول در CD آورده شده است.

در دیاگرام کنترلی تامپسون، محورهای لگاریتمی افقی و قائم به ترتیب مقادیر میانگین و قدر مطلق تفاضل دو اندازه‌گیری نمونهٔ تکراری را نشان می‌دهد. پس از پیاده کردن نقاط مربوط به جفت نمونه‌های آنالیز شده در صورتیکه ۹۰٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱۰٪ و ۹۹٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱٪ قرار گیرند خطا درحد ۱۰٪ خواهد بود.

بر اساس محاسبات انجام‌شده دیاگرام کنترلی هریک از عناصر ترسیم گردیده است. اشکال (۲-۱) تا(۲-۵) دیاگرامهای کنترلی تامپسون عناصر مورد نظر را نشان می‌دهد.

در مرحلهٔ بعد برای اطلاع از میزان خطای نسبی (RE) از پراش آنالیز نمونه‌ها استفاده شد که با محاسبه پراش می‌توان ضریب اطمینان (CI) مربوط به آنالیز نمونه‌ها در سطح اعتماد ۹۵٪ را محاسبه نمود و سپس بوسیلهٔ آن مقدار خطای نسبی را بدست آورد. علاوه بر آن خطای نسبی و خطای استاندارد (SE) هر عنصر نیز محاسبه شد. میزان خطای نسبی و استاندارد در جدول (۲-۷) آورده شده است. همانطور که دیده می‌شود عنصر Au میزان خطای نسبی بالائی را نشان می‌دهد. میزان متوسط خطای نسبی در سطح اعتماد ۹۵٪ برابر ۱۳/۰۷۸ می‌باشد. شکل (۲-۶) میزان خطای نسبی را برای عناصر مختلف به صورت نمودار نشان می‌دهد.

Table (2-1): Means and Differenceses of Duplicate Analysis

Variable	Sample.No	D.No	P-Result	S-Result	M	D
W	327479609	FF-454	0.5	0.7	0.6	0.2
	955092809	FJ-824	0.7	0.9	0.8	0.2
	121384262	FM-049	0.6	0.6	0.6	0
	316469855	FT-274	0.7	0.7	0.7	0
	481646013	FT-305	1	0.9	0.95	0.1
	262383624	FF-641	0.7	0.8	0.75	0.1
	893052865	FF-634	0.6	0.6	0.6	0
	331400110	FT-232	0.8	0.8	0.8	0
	327211175	FT-348	9.6	8.3	8.95	1.3
	788035615	FF-387	1.2	1.3	1.25	0.1
	158378679	FJ-751	0.5	0.6	0.55	0.1
	543090943	FT-211	0.4	0.5	0.45	0.1
	259769278	FJ-773	0.7	0.7	0.7	0
	926070828	FM-084	0.6	0.7	0.65	0.1
	531792199	FF-529	1	1.1	1.05	0.1
	440646721	FT-319	0.9	1	0.95	0.1
	437995407	FT-230	0.6	0.5	0.55	0.1
	567444370	FF-422	0.5	0.7	0.6	0.2
	370682965	FJ-845	0.6	0.7	0.65	0.1
	684282901	FJ-709	0.6	0.7	0.65	0.1
	256674763	FJ-791	0.7	0.9	0.8	0.2
	605045087	FM-039	0.1	0.1	0.1	0
	651478279	FJ-765	0.7	0.7	0.7	0
	161358093	FF-417	0.8	1	0.9	0.2
	83562626	FF-593	0.6	0.8	0.7	0.2
	631151736	FT-297	1	0.9	0.95	0.1
	386352193	FT-154	0.6	0.7	0.65	0.1
	15878679	FT-125	0.7	0.5	0.6	0.2
	438126043	FM-071	0.8	0.8	0.8	0
	287969445	FF-503	0.8	0.8	0.8	0

Table (2-2): Means and Differenceses of Duplicate Analysis

Variable	Sample.No	D.No	P-Result	S-Result	M	D
Cr	327479609	FF-454	121	116	118.5	5
	955092809	FJ-824	125	147	136	22
	121384262	FM-049	134	114	124	20
	316469855	FT-274	123	119	121	4
	481646013	FT-305	98	103	100.5	5
	262383624	FF-641	114	133	123.5	19
	893052865	FF-634	171	163	167	8
	331400110	FT-232	106	106	106	0
	327211175	FT-348	91	86	88.5	5
	788035615	FF-387	193	184	188.5	9
	158378679	FJ-751	96	78	87	18
	543090943	FT-211	85	103	94	18
	259769278	FJ-773	145	162	153.5	17
	926070828	FM-084	83	91	87	8
	531792199	FF-529	162	151	156.5	11
	440646721	FT-319	81	84	82.5	3
	437995407	FT-230	166	173	169.5	7
	567444370	FF-422	230	260	245	30
	370682965	FJ-845	87	88	87.5	1
	684282901	FJ-709	160	202	181	42
	256674763	FJ-791	131	135	133	4
	605045087	FM-039	157	162	159.5	5
	651478279	FJ-765	128	100	114	28
	161358093	FF-417	127	153	140	26
	83562626	FF-593	137	156	146.5	19
	631151736	FT-297	81	81	81	0
	386352193	FT-154	265	287	276	22
	15878679	FT-125	118	101	109.5	17
	438126043	FM-071	88	132	110	44
	287969445	FF-503	149	200	174.5	51

Table (2-3): Means and Differenceses of Duplicate Analysis

Variable	Sample.No	D.No	P-Result	S-Result	M	D
Au	327479609	FF-454	2	2	2	0
	955092809	FJ-824	6	2	4	4
	121384262	FM-049	6	5	5.5	1
	316469855	FT-274	0.75	0.75	0.75	0
	481646013	FT-305	0.75	2	1.375	1.25
	262383624	FF-641	2	0.75	1.375	1.25
	893052865	FF-634	4	5	4.5	1
	331400110	FT-232	0.75	2	1.375	1.25
	327211175	FT-348	2	2	2	0
	788035615	FF-387	4	2	3	2
	158378679	FJ-751	7	0.75	3.875	6.25
	543090943	FT-211	1	2	1.5	1
	259769278	FJ-773	1	0.75	0.875	0.25
	926070828	FM-084	5	4	4.5	1
	531792199	FF-529	2	2	2	0
	440646721	FT-319	5	4	4.5	1
	437995407	FT-230	2	1	1.5	1
	567444370	FF-422	0.75	1	0.875	0.25
	370682965	FJ-845	0.75	0.75	0.75	0
	684282901	FJ-709	2	2	2	0
	256674763	FJ-791	0.75	0.75	0.75	0
	605045087	FM-039	0.75	1	0.875	0.25
	651478279	FJ-765	3	0.75	1.875	2.25
	161358093	FF-417	2	4	3	2
	83562626	FF-593	3	0.75	1.875	2.25
	631151736	FT-297	0.75	0.75	0.75	0
	386352193	FT-154	0.75	0.75	0.75	0
	15878679	FT-125	5	1	3	4
	438126043	FM-071	0.75	4	2.375	3.25
	287969445	FF-503	0.75	1	0.875	0.25

Table (2-4): Means and Differenceses of Duplicate Analysis

Variable	Sample.No	D.No	P-Result	S-Result	M	D
Ti	327479609	FF-454	4950	4940	4945	10
	955092809	FJ-824	3950	4050	4000	100
	121384262	FM-049	6060	6020	6040	40
	316469855	FT-274	5850	5320	5585	530
	481646013	FT-305	3760	3670	3715	90
	262383624	FF-641	3740	4200	3970	460
	893052865	FF-634	6800	6210	6505	590
	331400110	FT-232	3890	3770	3830	120
	327211175	FT-348	3440	3710	3575	270
	788035615	FF-387	3880	4040	3960	160
	158378679	FJ-751	5320	4430	4875	890
	543090943	FT-211	4540	5170	4855	630
	259769278	FJ-773	3250	3040	3145	210
	926070828	FM-084	4460	4630	4545	170
	531792199	FF-529	6130	6570	6350	440
	440646721	FT-319	3790	3700	3745	90
	437995407	FT-230	6280	6200	6240	80
	567444370	FF-422	4120	4020	4070	100
	370682965	FJ-845	2950	2760	2855	190
	684282901	FJ-709	5950	6410	6180	460
	256674763	FJ-791	3790	3810	3800	20
	605045087	FM-039	10300	10400	10350	100
	651478279	FJ-765	5010	4930	4970	80
	161358093	FF-417	4680	4410	4545	270
	83562626	FF-593	3800	3870	3835	70
	631151736	FT-297	3750	3600	3675	150
	386352193	FT-154	6310	6170	6240	140
	15878679	FT-125	4700	4780	4740	80
	438126043	FM-071	5110	6080	5595	970
	287969445	FF-503	3780	4080	3930	300

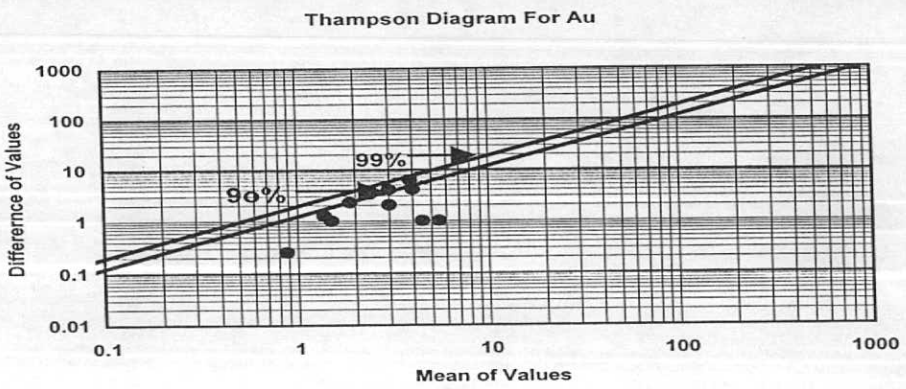
Table (2-5): Means and Differenceses of Duplicate Analysis

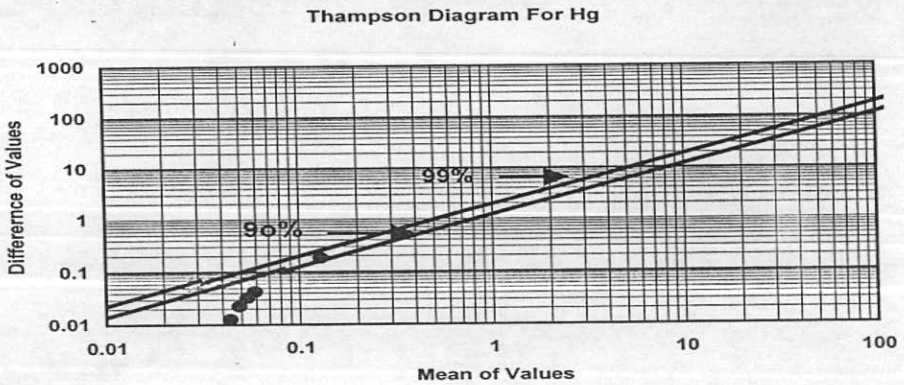
Variable	Sample.No	D.No	P-Result	S-Result	M	D
Cu	327479609	FF-454	57.8	45.5	51.65	12.3
	955092809	FJ-824	40.7	44.8	42.75	4.1
	121384262	FM-049	34.2	35.5	34.85	1.3
	316469855	FT-274	46.7	37.4	42.05	9.3
	481646013	FT-305	36.1	32.9	34.5	3.2
	262383624	FF-641	50.9	56	53.45	5.1
	893052865	FF-634	47.5	48.2	47.85	0.7
	331400110	FT-232	48	46	47	2
	327211175	FT-348	35.4	35	35.2	0.4
	788035615	FF-387	33.9	35.6	34.75	1.7
	158378679	FJ-751	57.7	43.1	50.4	14.6
	543090943	FT-211	41.3	44.5	42.9	3.2
	259769278	FJ-773	46.9	44	45.45	2.9
	926070828	FM-084	50.4	43.4	46.9	7
	531792199	FF-529	68.9	75	71.95	6.1
	440646721	FT-319	31.3	25.6	28.45	5.7
	437995407	FT-230	55.1	49	52.05	6.1
	567444370	FF-422	52.1	55.7	53.9	3.6
	370682965	FJ-845	31.1	30.6	30.85	0.5
	684282901	FJ-709	43.4	39.1	41.25	4.3
	256674763	FJ-791	45	38	41.5	7
	605045087	FM-039	47.8	48	47.9	0.2
	651478279	FJ-765	51.7	48.7	50.2	3
	161358093	FF-417	58.5	50.1	54.3	8.4
	83562626	FF-593	40.1	40.7	40.4	0.6
	631151736	FT-297	38.4	36.5	37.45	1.9
	386352193	FT-154	63.7	55	59.35	8.7
	15878679	FT-125	47.7	52.7	50.2	5
	438126043	FM-071	39.1	43.2	41.15	4.1
	287969445	FF-503	52	37.8	44.9	14.2

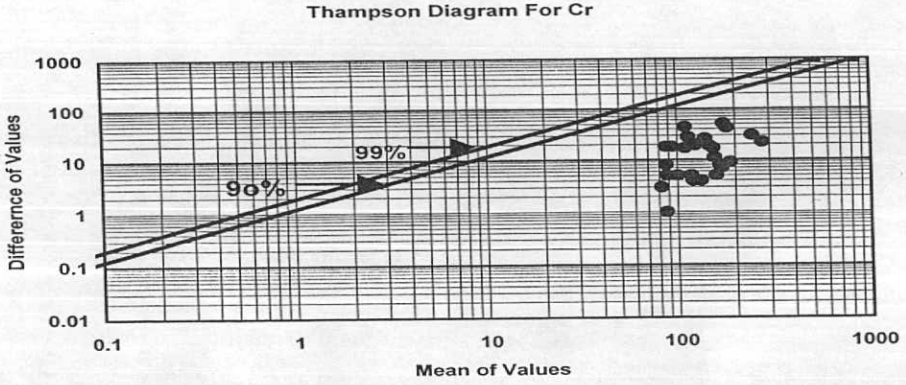
Table (2-6): Means and Differenceses of Duplicate Analysis

Variable	Sample.No	D.No	P-Result	S-Result	M	D
Mn	327479609	FF-454	799	800	799.5	1
	955092809	FJ-824	637	677	657	40
	121384262	FM-049	773	828	800.5	55
	316469855	FT-274	821	810	815.5	11
	481646013	FT-305	654	665	659.5	11
	262383624	FF-641	651	748	699.5	97
	893052865	FF-634	850	806	828	44
	331400110	FT-232	715	721	718	6
	327211175	FT-348	600	643	621.5	43
	788035615	FF-387	614	642	628	28
	158378679	FJ-751	957	688	822.5	269
	543090943	FT-211	857	837	847	20
	259769278	FJ-773	585	605	595	20
	926070828	FM-084	702	786	744	84
	531792199	FF-529	1290	1310	1300	20
	440646721	FT-319	584	574	579	10
	437995407	FT-230	904	922	913	18
	567444370	FF-422	756	755	755.5	1
	370682965	FJ-845	542	539	540.5	3
	684282901	FJ-709	689	702	695.5	13
	256674763	FJ-791	644	673	658.5	29
	605045087	FM-039	1180	1080	1130	100
	651478279	FJ-765	711	715	713	4
	161358093	FF-417	712	720	716	8
	83562626	FF-593	654	679	666.5	25
	631151736	FT-297	657	670	663.5	13
	386352193	FT-154	846	870	858	24
	15878679	FT-125	720	930	825	210
	438126043	FM-071	716	864	790	148
	287969445	FF-503	720	780	750	60

Fig (2-1): Tampson Diagram For Different Element in Fannuj







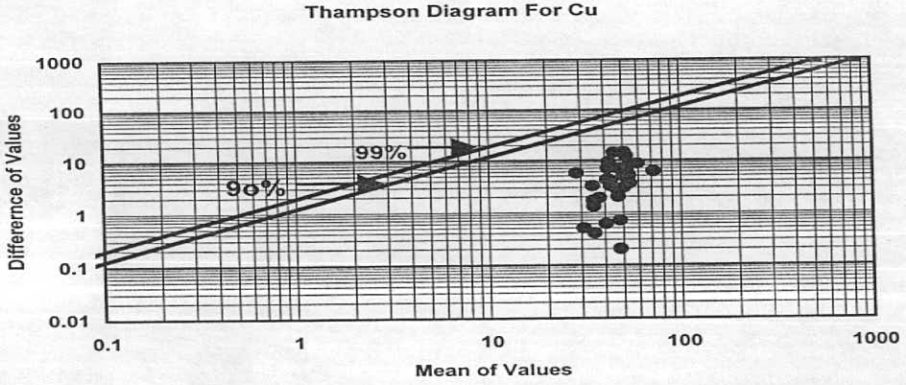
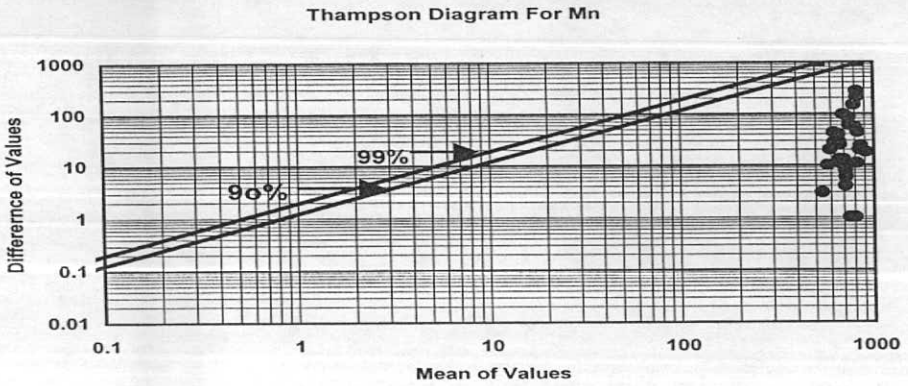
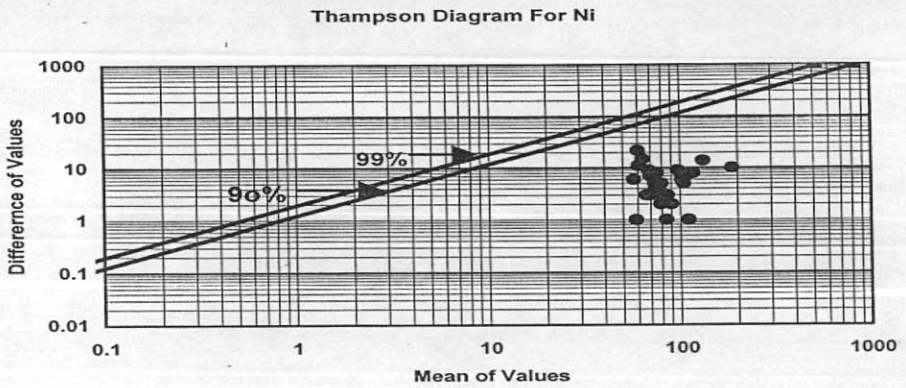
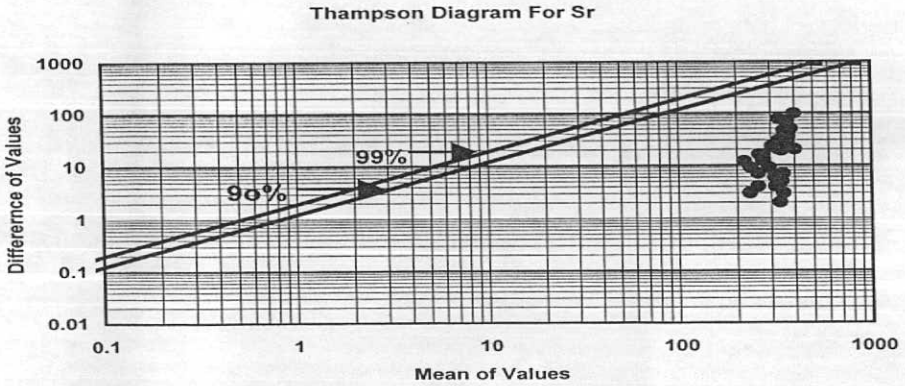


Fig (2-2): Tampson Diagram For Different Element in Fannuj







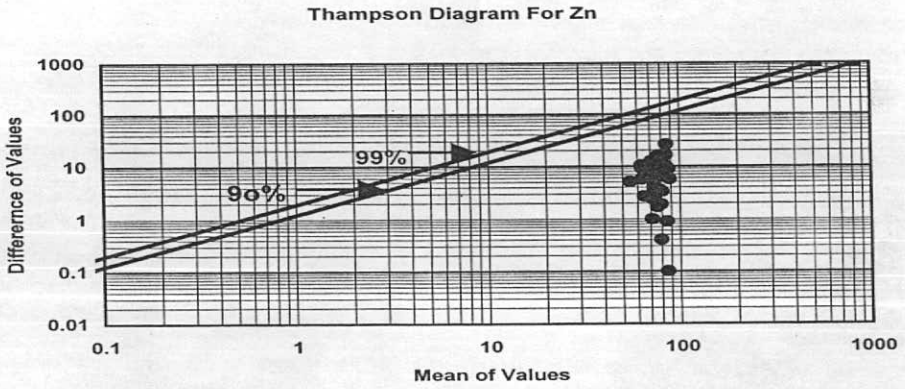
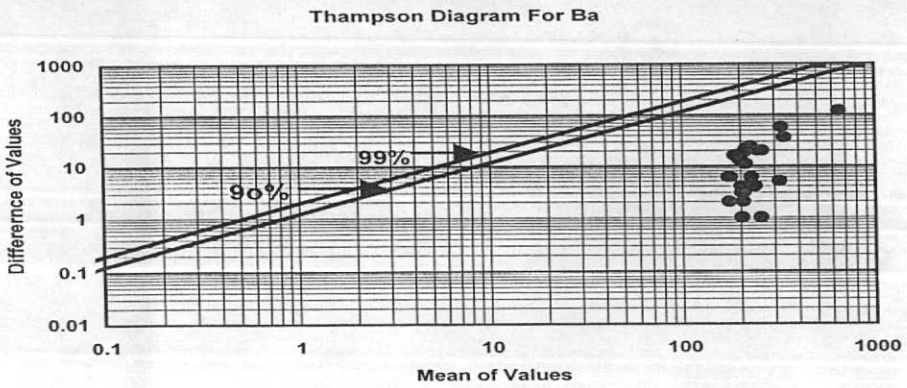
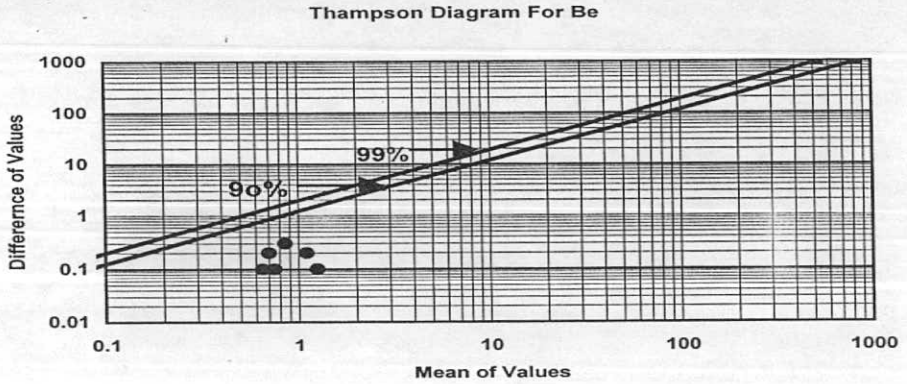
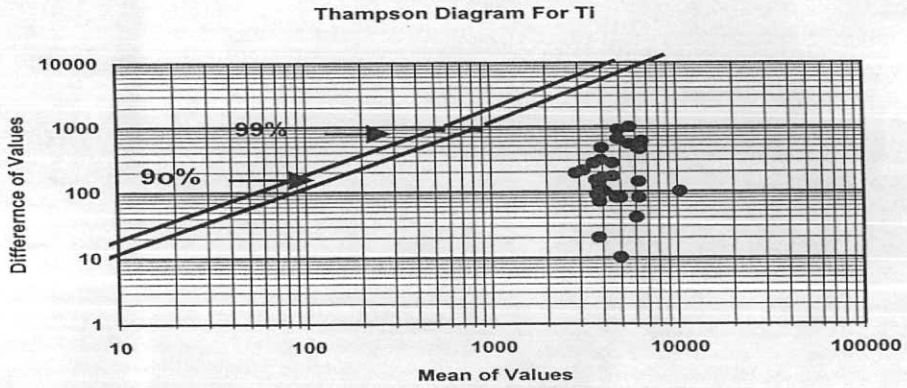


Fig (2-3): Tampson Diagram For Different Element in Fannuj







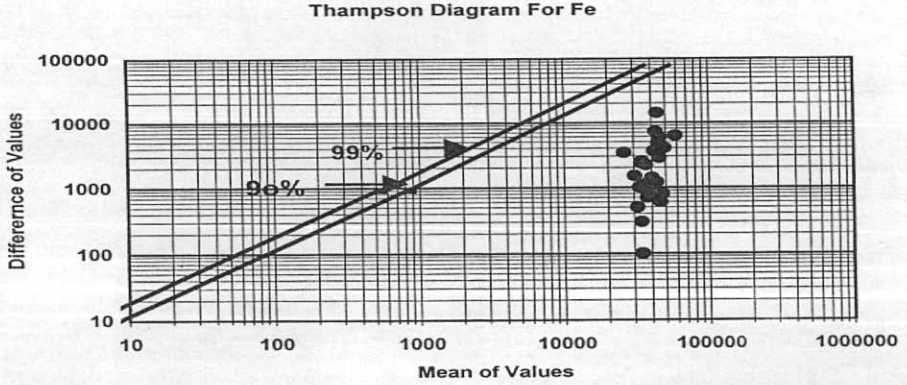
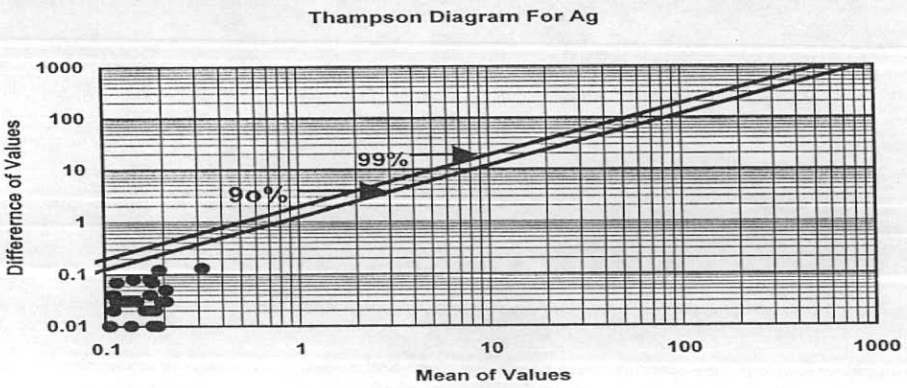
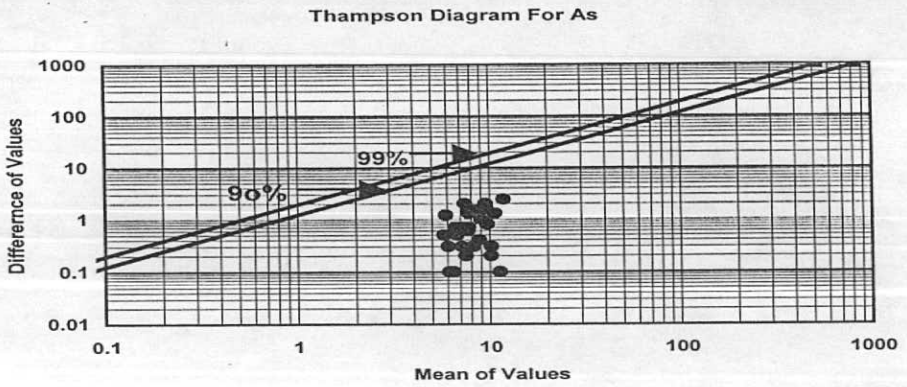
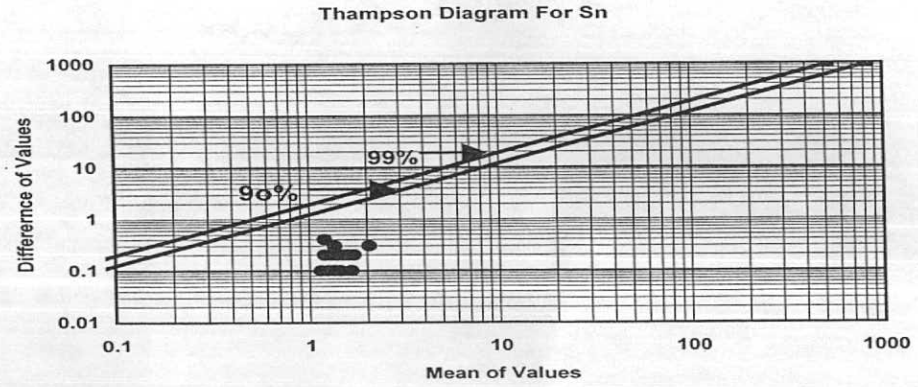


Fig (2-4): Tampson Diagram For Different Element in Fannuj







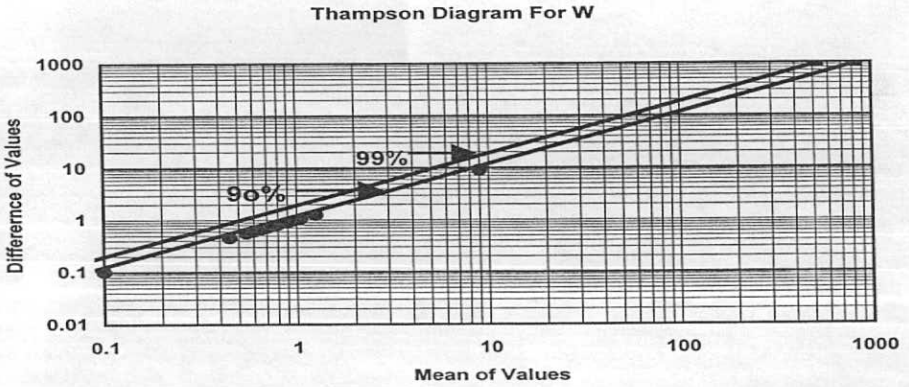
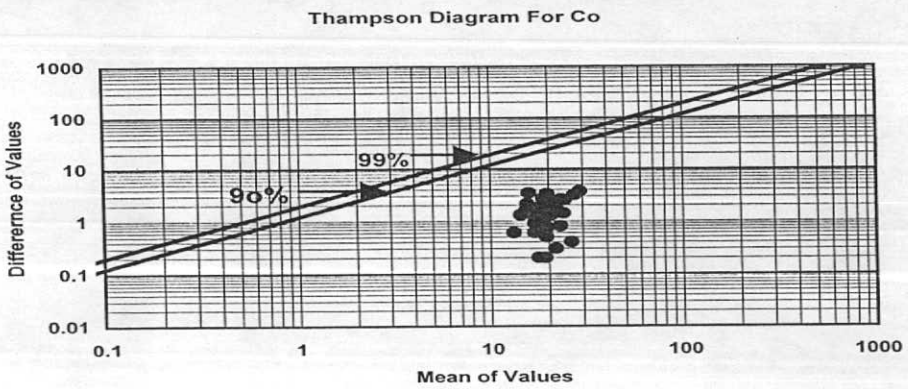
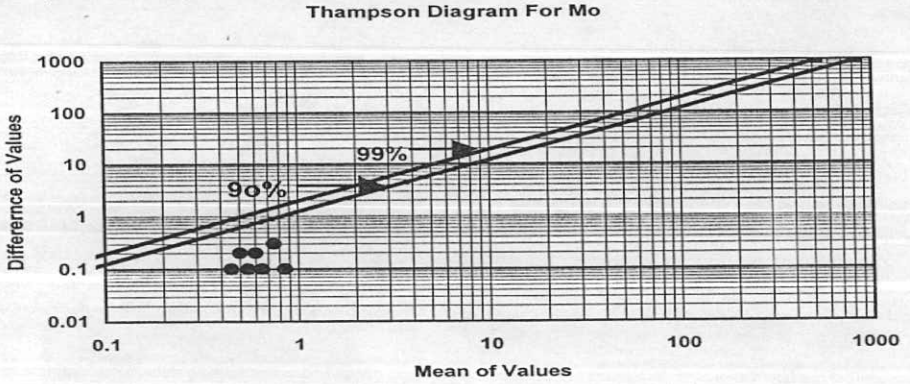
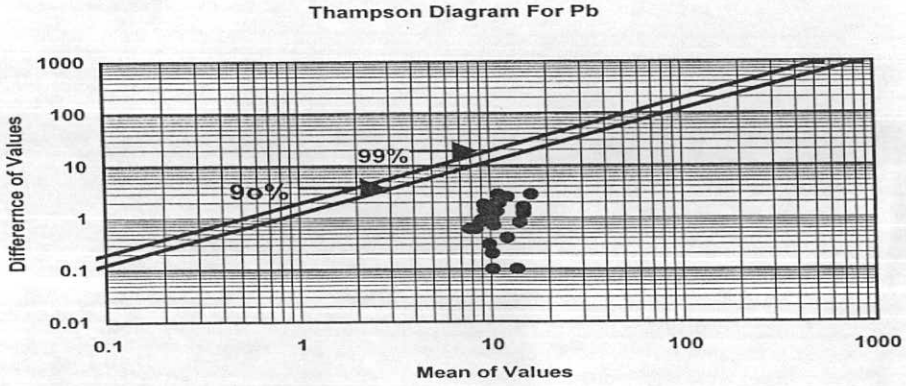


Fig (2-5): Tampson Diagram For Different Element in Fannuj







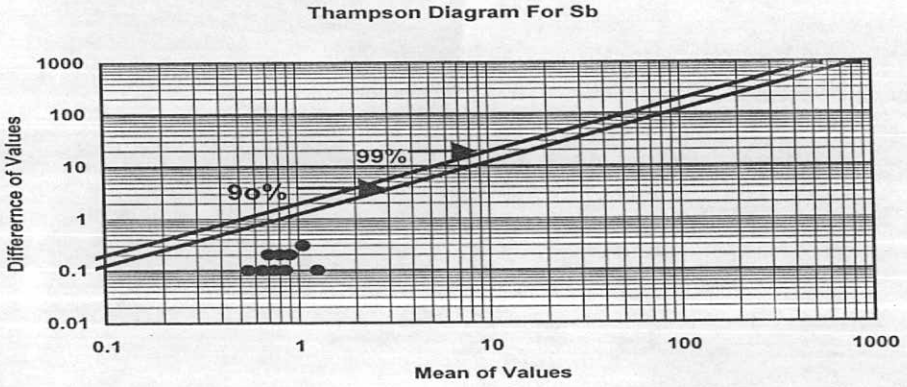
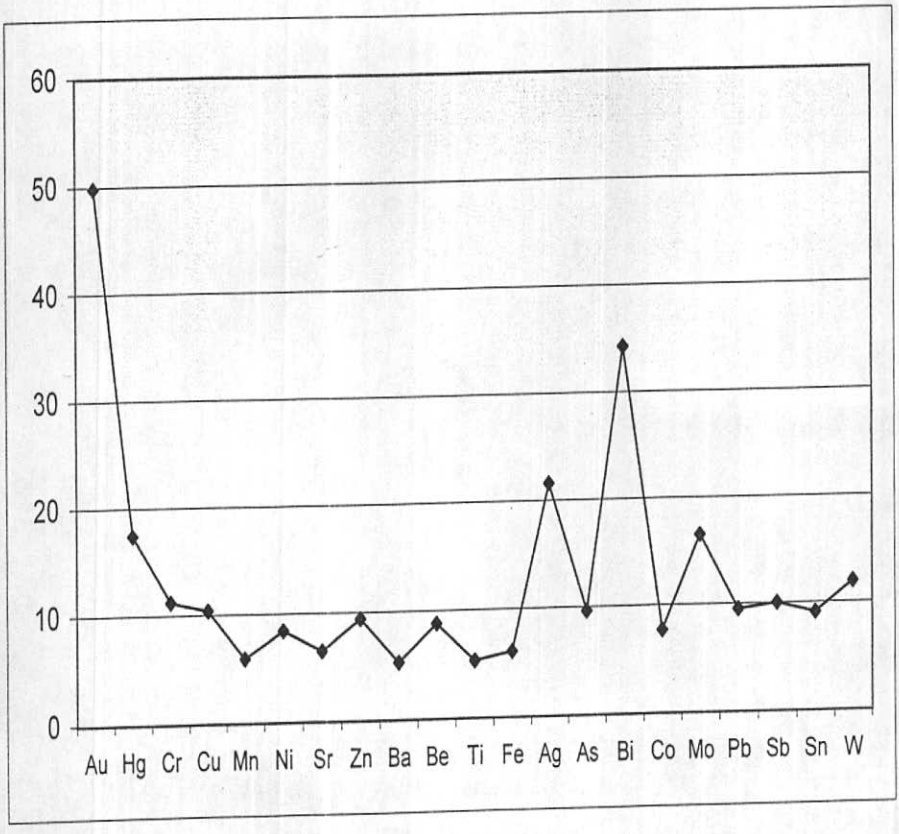


Table (2-7):Relative and Standard Error for Different in Fannuj

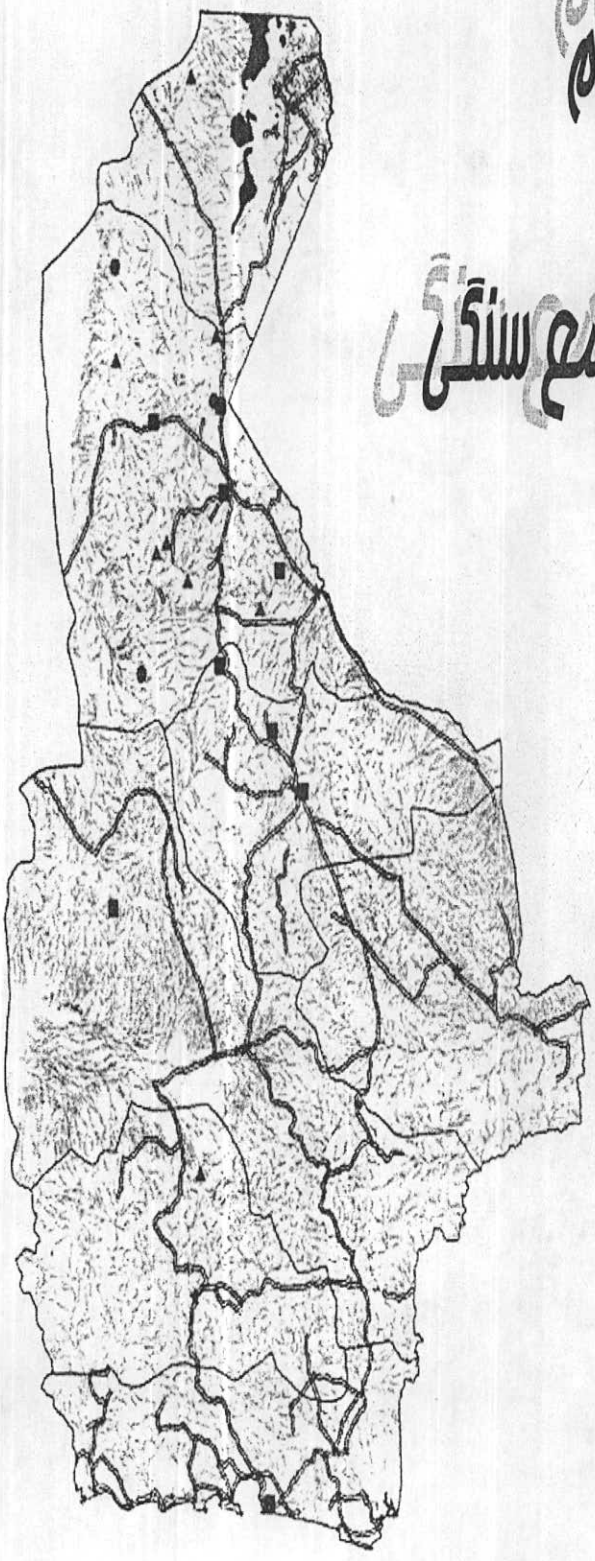
Element	M	S	Ci	SE	RE
Au	1.875	1.085352765	2.12729142	0.388901539	49.82
Hg	0.0375	0.011518029	0.022575338	0.004127118	17.4
Cr	123.75	13.82163521	27.09040502	4.952542051	11.2
Cu	45.175	4.347317743	8.520742776	1.557722628	10.4
Mn	731	41.78977314	81.90795535	14.97403206	5.9
Ni	76	5.788548081	11.34555424	2.074141543	8.4
Sr	332.5	19.99411761	39.18847051	7.164254207	6.5
Zn	76.5	6.33491614	12.41643563	2.269915107	9.4
Ba	206.25	13.55583454	26.56943569	4.857300858	5.3
Be	0.75	0.062020158	0.12155951	0.022222945	8.8
Ti	4545	230.655921	452.0856051	82.64819107	5.3
Fe	39125	2247.492393	4405.08509	805.3172011	6.07
Ag	0.1425	0.031010079	0.060779755	0.011111473	21.6
As	7.75	0.720615169	1.412405732	0.258209457	9.6
Bi	0.15	0.057590147	0.112876688	0.020635592	34.2
Co	19.275	1.361490135	2.668520665	0.487846557	7.7
Mo	0.55	0.082693544	0.162079346	0.029630593	16.5
Pb	10.35	0.950975756	1.863912482	0.340751825	9.5
Sb	0.7	0.06792684	0.133136606	0.024339416	10.02
Sn	1.35	0.115180293	0.225753375	0.041271184	9.1
W	0.7	0.880095576	1.724987328	0.315354173	11.93
					Average 13.078

Fig (2-6) : Curve Of Relative Error



فصل سوم

جدایش جوامع سنتی



مقدمه:

یکی از اساسی‌ترین فرضهای لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها درجوامع ژئوشیمیایی همگن بودن آنهاست (یک جامعه بودن) و هرگونه انحراف در صحت چنین فرضی می‌تواند کم و بیش موجب انحرافاتی در تحلیل داده‌ها گردد و نهایتاً به نتایج نادرستی منجر شود. یکی از متغیرهای محیطهای سطحی که می‌تواند موجب ناهمگنی در جوامع ژئوشیمیایی گردد نوع سنگ بستر رخنمون‌دار است که نقش منشاء را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها ایفا می‌کند. از آنجا که تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند زیاد باشد و از طرفی مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی در این سنگها تا چندین برابر ممکن است تغییرکند، بنابراین فاکتور تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات به نظر می‌رسد که یکی از مهمترین عوامل ایجاد ناهمگنی در جامعه نمونه‌های ژئوشیمیایی باشد. بدین لحاظ در این گزارش سعی شده تا پردازش داده‌ها برای جوامع مختلف نمونه‌های ژئوشیمیایی صورت پذیرد.

جدایش جوامع سنگی:

از آنجا که هر رسوب آبراهه‌ای فقط از سنگهای بالادست خود مشتق می‌شود بدون نرمال نمودن مقدار عنصر نسبت به جنس لیتولوژی بالادست درحوضه آبریز امکان دستیابی به جامعه همگن که بتوان بر اساس آن مقادیر زمینه، آستانه و آنومالی‌ها را مشخص کرد، غیرممکن می‌باشد. تقسیم‌بندی این جوامع بر اساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنمون‌دار موجود در بخش بالادست محل هر نمونه صورت پذیرفته است.

جدول (۳-۱) تنوع لیتولوژیکی منطقه را با توجه به علائم اختصاری به کار رفته نشان می‌دهد. با توجه به نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی فنوج و موقعیت هر نمونه، کل جوامع نمونه‌های مورد بحث در این برگه به زیر جوامع ذیل تقسیم یافته است.

در زیر، رده‌بندی نمونه‌های ژئوشیمیایی برحسب تعداد سنگ بالادست آورده شده است:

الف) زیر جامعه تک‌سنگی : ۴۷۳ نمونه (در ۵ گونه سنگ مختلف)

ب) زیر جامعه دوسنگی : ۲۸۶ نمونه (در۸ گونه سنگ مختلف)

ج) زیر جامعه سه‌سنگی : ۹۱ نمونه (در۶ گونه سنگ مختلف)

د) زیر جامعه چهارسنگی : ۷ نمونه (در۳ گونه سنگ مختلف)

زیر جامعه تک‌سنگی شامل آن دسته از نمونه‌های ژئوشیمیایی است که یا در بالادست محل برداشت نمونه در حوضه آبریز مربوطه فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون داشته (قبل از ترکیب واحدهای سنگی مشابه) و یا پس از ترکیب جزو گروه تک‌سنگی قرار گرفته‌اند. (همچنین برای جوامع دوسنگی، سه‌سنگی و چهارسنگی)

بدیهی است هرچه به تعداد زیر جامعه تک‌سنگی افزوده و از تنوع گونه‌های سنگ بالادست کاسته گردد محیط همگن‌تری از سنگ منشاء رسوبات آبراهه‌ای در اختیار داشته و شدت تاثیر این عامل کاهش می‌یابد. این تقسیم‌بندی در پردازش داده‌ها از آن جهت اهمیت دارد که اجازه می‌دهد تا در هنگام محاسبه مقدار زمینه و حد آستانه، برای

جدول (۳-۱) واحدهای سنگی مربوط به هر جامعه سنگی در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

Sand	Ef	ماسه سنگ ، شیل ، کنگلومرا به همراه اینترکالاسیونهایی از آهکهای نومولیتی
	OMc	ماسه سنگ و کنگلومرا
	Es1	ماسه سنگ ، شیل ،آهک ، کنگلومرا
	P1t	توف آهکهای ماسه ای و ماسه سنگ با تبلور دوباره
	Kf	ماسه سنگهای نازک لایه، شیل و سیلتستون به همراه کمی آهک و کنگلومرا
	Ksh	سیلتستون ، ماسه سنگ وشیل رادیولاریتی غیر متمایز
Flysh	Ewf	فلیش
Ophi	Edb	دیاباز
	Kpts	رسوبات پلاژیکی به همراه گدازه های بالشی
	Kvs	رسوبات پلاژیک ،آمیزه تکتونیکی به همراه ولکانیکها ،سنگهای بازیک و اولترابازیک
	Pi	گدازه های بالشی
	db1	دیاباز
	gb	گابرو
	gb2	گابروی پیروکسن دار
	gb1	تروکتولیت ،الیوین گابرو
	sr	سرپانتینیت
	pd	پریدوتیت و ساختارهای تکتونیکی
	gd	گرانودیوریت
	cm	رسوبات پلاژیک، قطعات افیولیتی غیرمتمایز
Lime	OM1	آهکهای بیومیکرایتی
	Ka	آهک، ماسه سنگ، فیلیت، شیست و متاولکانیکهای غیر متمایز
	Emb	آهکهای کریستاله
	P11	آهکهای بیو اسپارایتی
	Pis	آهکهای ماسه ای، ماسه سنگ آهکی و توفی با تبلور دوباره
	Kai	آهکهای توده ای با تبلور دوباره
	Kapi	آهک
Meta	Kav	متاولکانیک
	Kschbs	متابازیکها (رخساره شیست آبی)
	Kmt	فیلیت ،فیلونیت، آهک با تبلور دوباره (رخساره شیست سبز)
	Gmv	متاولکانیکها

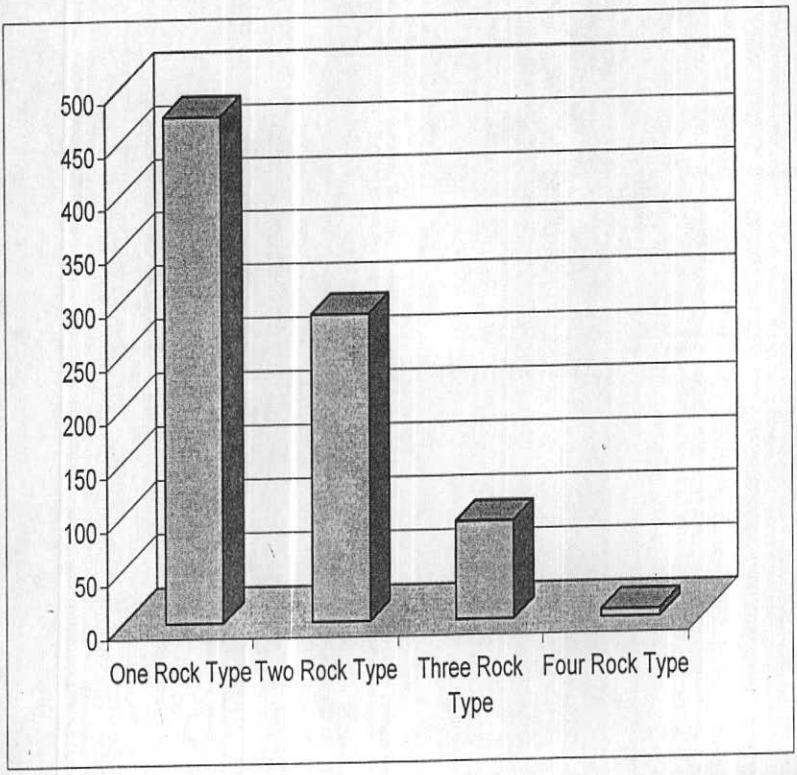
هر محیط مشابه به طور جداگانه عمل کرده و باعث افزایش درجه همگنی جامعه مورد بررسی می‌شود.

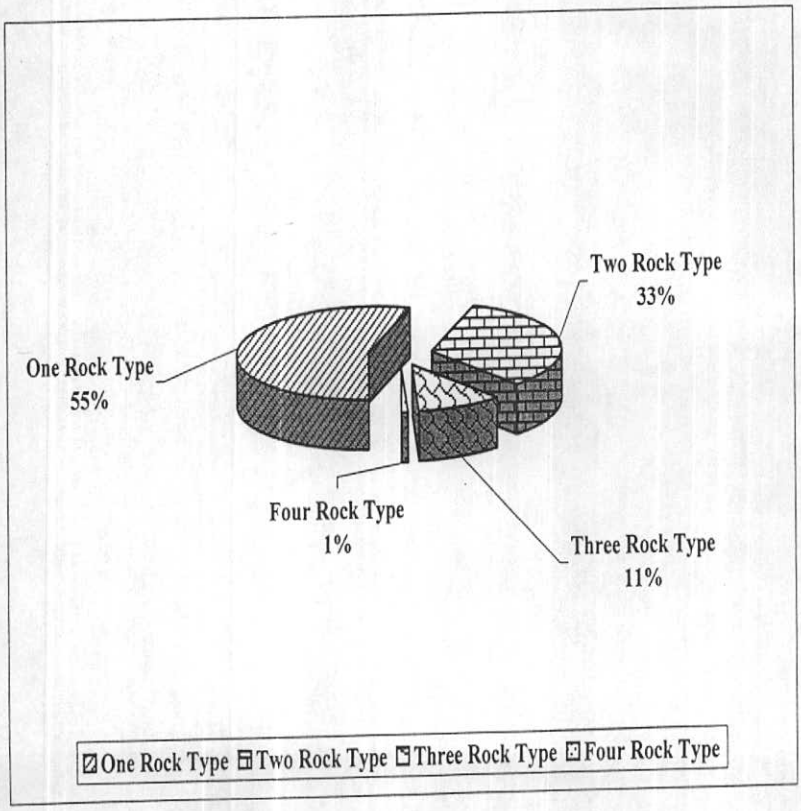
در پایان رده‌بندی جوامع سنگی گونه‌هایی که کمتر از ۵ نمونه را در خود جای داده بودند (مجموعاً ۶ گونه با ۱۷ نمونه) و همچنین تعداد ۷ نمونه که دارای بیش از سه گروه سنگ بالادست می‌باشند تفکیک (مجموعاً ۲۴ نمونه) و مورد آنالیز خوشه‌ای قرار گرفتند. در نتیجه در سه گروه جای گرفته و جهت پردازش‌های بعدی همانند سایر جوامع سنگی به کارگرفته شدند. دلیل این کار کاهش تأثیر سنگ بالا دست در این نمونه‌ها (به علت بالا بودن تعداد سنگ بالادست) است.

در پایان ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که در جدایش جوامع سنگی در منطقه تحت پوشش، عامل زمانی در نظر گرفته نشده‌است بدین معنی که اگر سنگ بالادست رخنمون‌دار در آبراهه‌ای از جنس آهک (چه آهک متعلق به پرکامبرین یا کرتاسه) باشد، تأثیری در طبقه‌بندی نداشته و هر دو به عنوان یک جامعه سنگ بالادست مورد بررسی قرار گرفتند زیرا در غیر این صورت تعداد جوامع سنگی بالادست آنقدر افزایش خواهد یافت که ممکن است در هر جامعه فقط چند نمونه قرار گیرد. در نتیجه تحلیل آماری روی آنها خطای بیشتری را بوجود خواهد آورد و این امر موجب کاهش شدید دقت تخمین‌های بعدی خواهد شد.

شکل (۳-۱) تعداد نمونه‌های هر زیر جامعه و سهم هر یک در جامعه کلی را نشان می‌دهند.

Fig (3-1) : Histogram and Percent of Social Rock Unit in Fannuj





بررسی مقادیر کلارک در سنگهای رخنمون دار منطقه:

از آنجا کـه مقـدار غلظـت انـدازه‌گـیری شـده هـر عنصـر در سـنگ و یـا رسـوب آبراهـه‌ای را می‌توان به دو مولفه اپـی‌ژنتیـک (وابسـته بـه کانی‌سـازی احتمـالی) وسـن‌ژنتیـک (وابسـته بـه زایـش سـنگ) تقسـیم کـرد. بنـابراین برخـی از آنومالی‌هـای ژئوشـیمیایی در ارتبـاط بـا کانی‌سـازی نبـوده بلکـه تغیـیرات لیتولـوژی آنـها را ایجـاد می‌کنـد. عنـاصری کـه در سـنگهای مـافیک دارای مولفـه‌های سـن‌ژنتیـک قـوی می‌باشـند شـامل عنـاصر (Cr,Mn,Co,Ni, V) بوده کـه معمـولاً در کانـه‌هایی بـا وزن مخصـوص بـالا ظـاهر می‌شـوند و بدیـن ترتیـب ممکـن است آنومالی‌های دروغیـن ایجـاد نمـایند. در مـورد سـنگهای رسـوبی بـاید توجـه داشـت کـه در حوضـه آبریـز دو نـوع سـنگ رسـوبی ایجـاد مشـکل می‌کننـد. یکـی سـنگهای آهکـی و دولومیتـی کـه در آنـها جـزء کـانی سـنگین، ممکـن اسـت از بـاریت، سلسـتین، آپـاتیت غنـی باشـد در حالی‌کـه سـایر کانیـهای سـنگین آنقـدر یـافت می‌شـوند کـه ممکـن اسـت مـورد استفاده‌ای نداشته باشـند دیگـری شـیلها بویـژه شـیلهای سـیاهرنگ غنـی از مـواد آلـی هسـتند کـه در آنـها مقـدار زمینـه تعـداد زیـادی از عنـاصر کانسـاری، بـالا اسـت و در نتیجـه پتانسـیل زیـادی بـرای ایجـاد آنومالی‌هـای دروغیـن دارنـد کـه بـا توجـه بـه نقشـه زمین‌شناسـی منـاطق این عوامل باید در نظـرگرفتـه شـوند.

جدول (۳-۲) مقدار فراوانی ۲۰ عنصر را در تیپ‌های سنگی رسوبی و آذرین با گسـترش نسـبتاً زیاد به همراه نسبت حداکثر و حداقل مقادیر کلارک را نشان می‌دهد تغییر مقادیر کلارک عنـاصر در بین این سنگها بقدری شدید است که می‌تواند به طوربالقوه نمونـه‌های ژئـو شـیمیایی را تحـت تأثیر قرار دهد به این ترتیب اکـثر عنـاصر نسـبت بـه سـنگ بسـتر رخنمـون‌دار در حوضـه آبریـز

Table (3 -2) :Clark values and Max/Min ratio of the clark values For Different Elements

Variable	Sedimentary Rock			Igneous Rock			Max/Min
	LM	*SH*	*CS*	*Acidic*	*Intermediate*	*Basic*	
Ag	0.0n	0.07	0.0n	0.04	0.07	0.11	2.8
As	1	13	1	1.5	2	2	13
Au(ppm)	-	-	-	0.8	2.8	3.6	4.5
Ba	10	580	-	840	380	330	84
Bi	-	-	-	0.01	0.008	0.007	1.4
Co	0.1	19	0.3	1	9	48	480
Cr	11	90	35	10	55	170	17
Cu	4	45	1	10	40	87	87
Fe	8300	48000	28000	25000	55000	84000	10.1
Hg(ppm)	45	66	74	67	75	65	1.7
Mn	400	800	400	400	1200	1200	3
Mo	0.4	2.6	0.2	1.3	1.1	1.5	13
Ni	2	6.8	2	4.5	50	130	65
Pb	9	20	7	19	12	6	3.3
Sb	20	150	0.n	20	20	20	7.5
Sn	0.n	6	0.n	3	1.6	1.5	4
Sr	19	26	220	100	440	465	24.5
Ti	1200	3800	3000	2700	6000	8000	6.7
W	0.6	1.8	1.6	2.2	1.2	0.7	3.7
Zn	20	95	16	39	75	105	6.6

حساسیت نشان می‌دهند و بیشترین حساسیت را کبالت با ضریب ۴۸۰ (ماکزیمم مقدار آن در سنگهای بازیک) و سپس مس۸۷ ، باریم ۸۴ ، نیکل ۶۵ و . . . وکمترین مقدار تغییرپذیری را عنصر بیسموت با ضریب ۱/۴ نشان می‌دهد. این ارقام نشانگر تأثیر سنگ منشاء بر نمونه‌های ژئوشیمیایی است که موجب می‌گردد تا عناصر اندازه‌گیری شده، شدیداً از خود تغییرپذیری نشان داده و بدون نرمال کردن مقدار عناصر نسبت به جنس سنگهای بالادست در حوضه آبریز امکان دستیابی به یک جامعه همگن که بتوان بر اساس آن مقادیر زمینه حد آستانه‌ای و آنومالی‌ها را در آنها مشخص نمود، غیرممکن باشد.

بررسی زمینه محلی در هر یک از جوامع سنگی و مقایسه آنها با جامعه کلی:

معیاری که برای بررسی زمینه محلی عناصر ژئو شیمیایی در هریک از جوامع سنگی انتخاب شد، بر اساس میانگین است. به این ترتیب ابتدا مقدار میانگین هرعنصر در بعضی از جوامع سنگی محاسبه گردیده و سپس در یک نمودار میله‌ای، مقادیر آنها در جوامع سنگی مختلف مقایسه گردیدند. اشکال (۳-۲ الی ۳ -۷) مقادیر عناصر مختلف را درجوامع سنگی نشان می‌دهد. در کنار ستونهای مربوط به جوامع سنگی مختلف، میانگین جامعه کلی نیز جهت مقایسه میزان تأثیرپذیری آن از نوع سنگ بالادست آورده شده است.

میانگین عنصر طلا در جامعه سنگی Meta, Sand-Ophi نسبت به بقیه جوامع بالاتر است.

میانگین عنصر تنگستن در تمام جوامع سنگ تقریباً یکسان می‌باشد و تنها در مورد جوامع سنگی Flys مقداری افزایش نشان می‌دهد.

میانگین عنصر نقره در جوامع سنگی **Lim, Flys** مقداری افزایش را نشان می‌دهد.

میانگین عنصر کروم در جامعه سنگی **Ophi** افزایش داشته است.

میانگین عنصر مس در جوامع سنگی **Ophi-Lim** افزایش نسبی داشته است.

میانگین عنصر قلع در جوامع سنگی **Flys, Sand** افزایش داشته است..

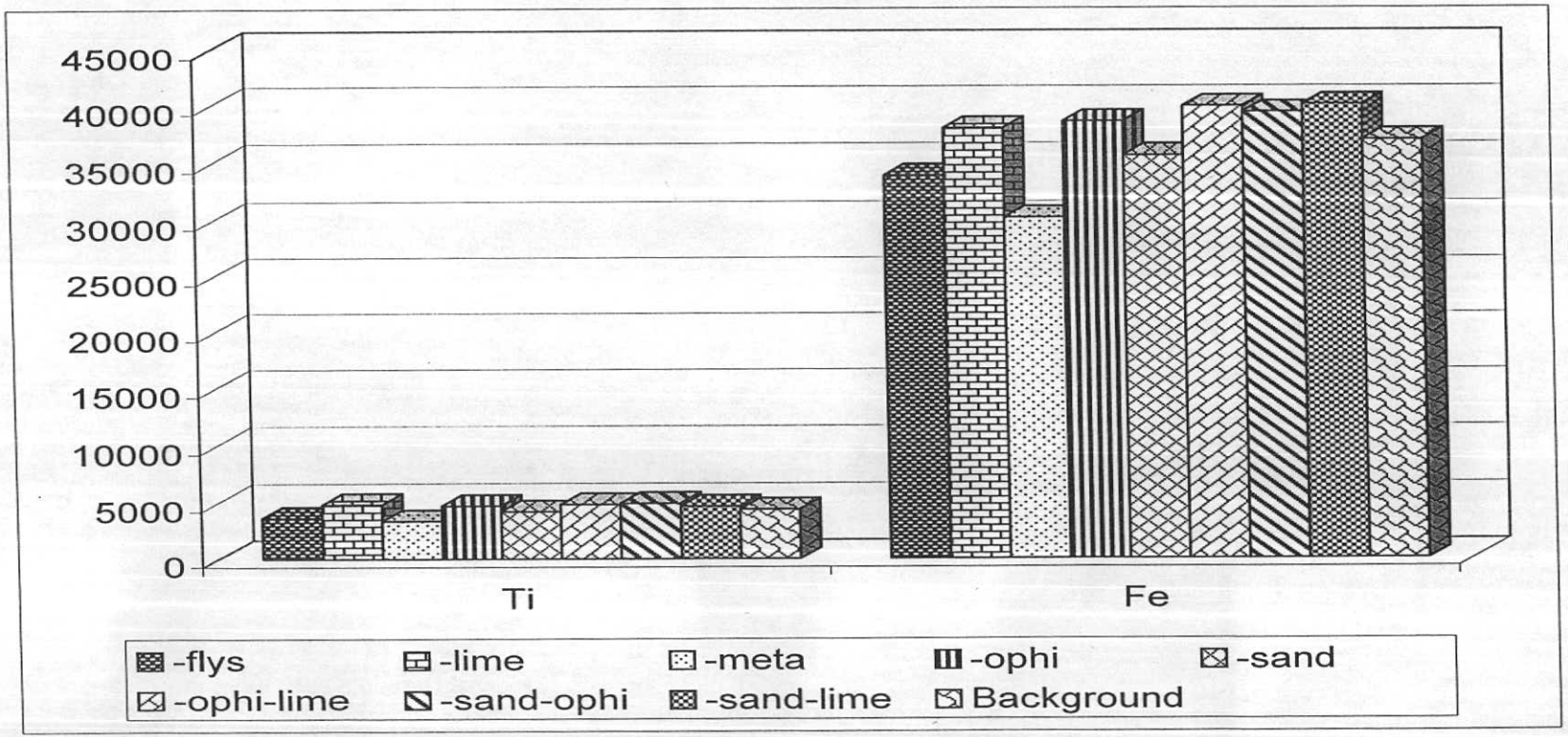
میانگین عنصر جیوه در جامعه سنگی **Flys** افزایش نسبی داشته است.

میانگین عنصر روی در جامعه سنگی **Sand-Lime** مقداری افزایش را نشان می‌دهد.

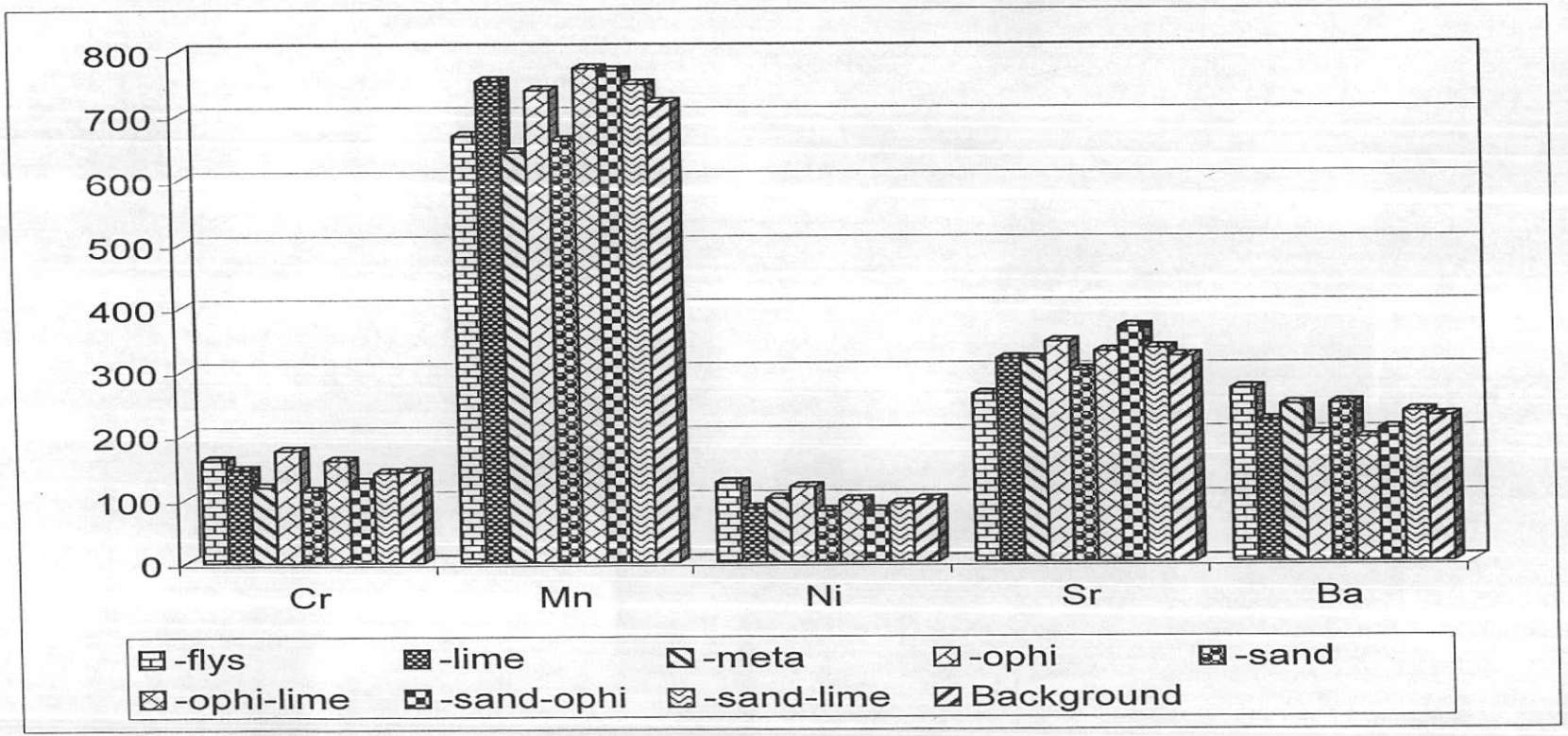
میانگین عنصر بریلیوم در جوامع سنگی **Flys, Sand** افزایش نسبی داشته است.

میانگین عناصر کبالت، سرب، مولیبدن، تیتانیوم، منگنز، بر، بیسموت، نیکل، آهن و آنتیموان تغییرات اندکی را از خود نشان می‌دهند.

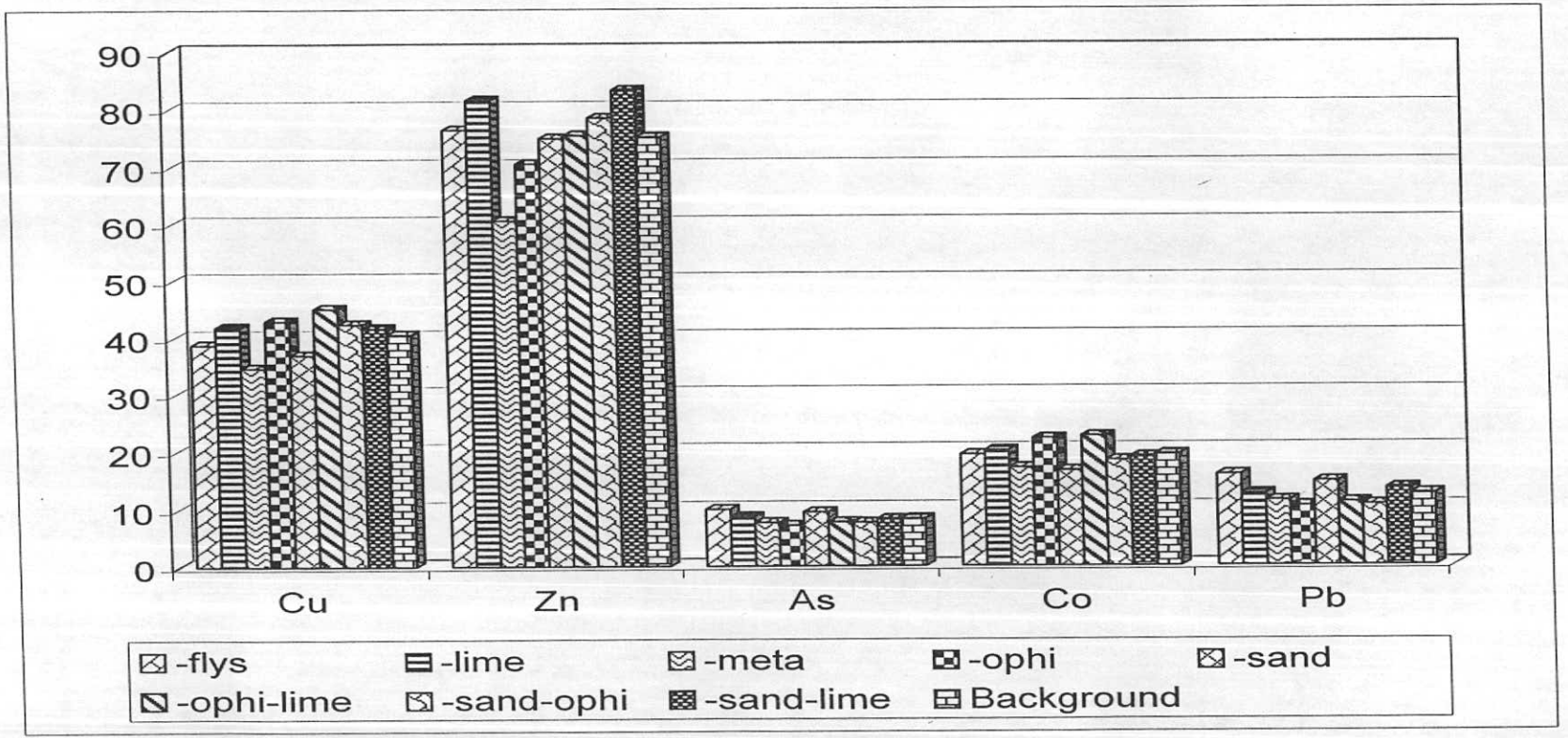
Fig(3-2) : Comparative Histogram of Local Background Element in the Rock Societies



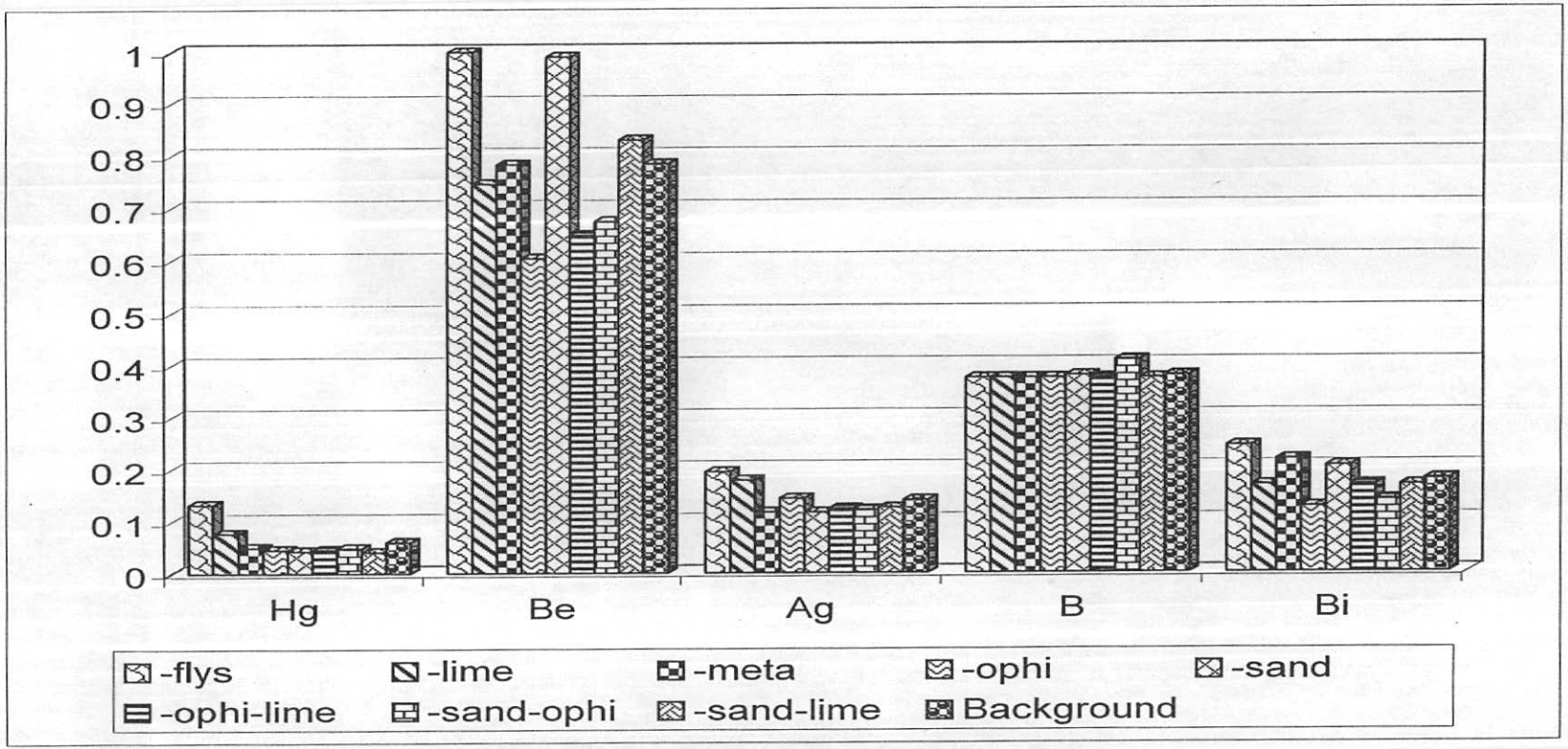
Fig(3-3) : Comparative Histogram of Local Background Element in the Rock Societies



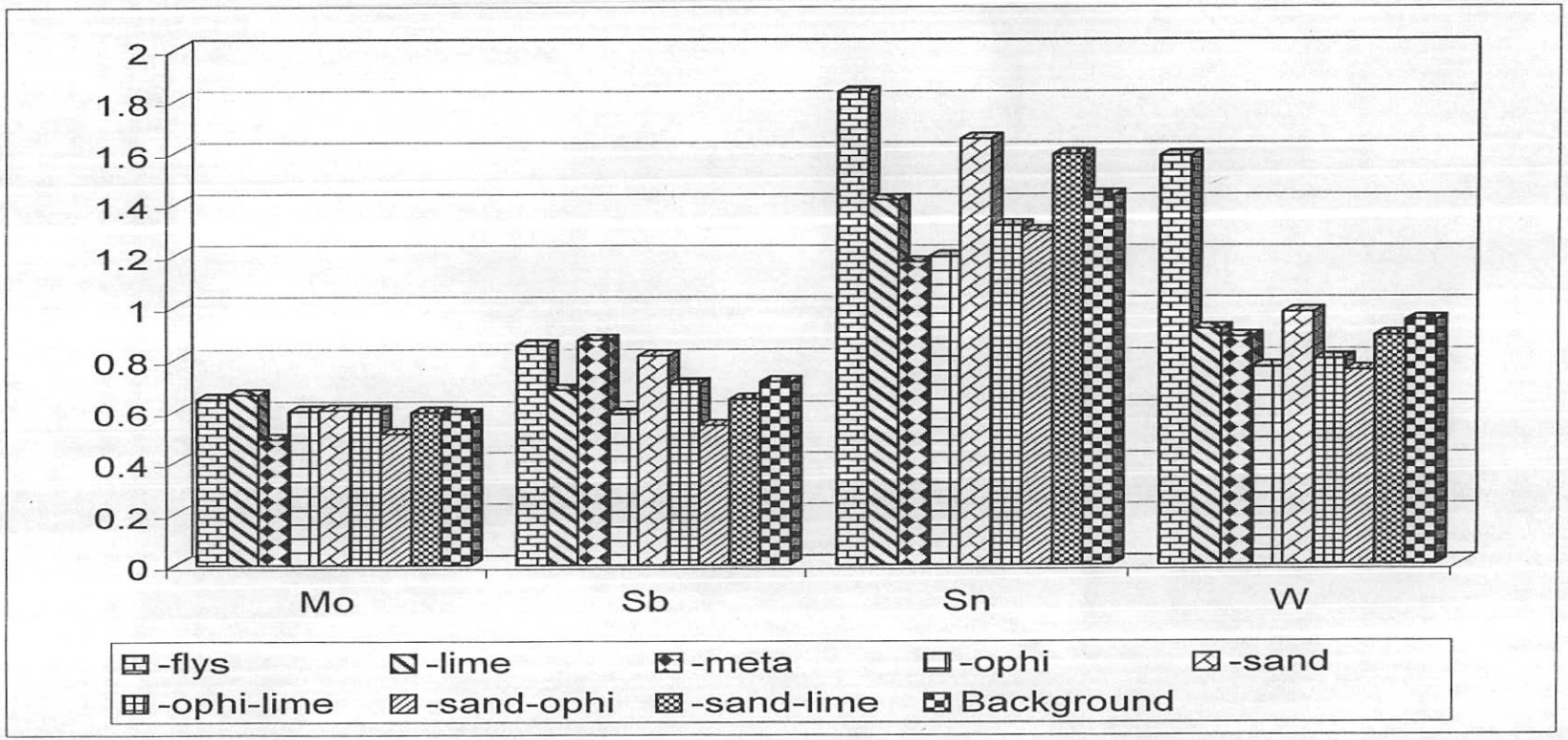
Fig(3-4) : Comparative Histogram of Local Background Element in the Rock Societies



Fig(3-5) : Comparative Histogram of Local Background Element in the Rock Societies

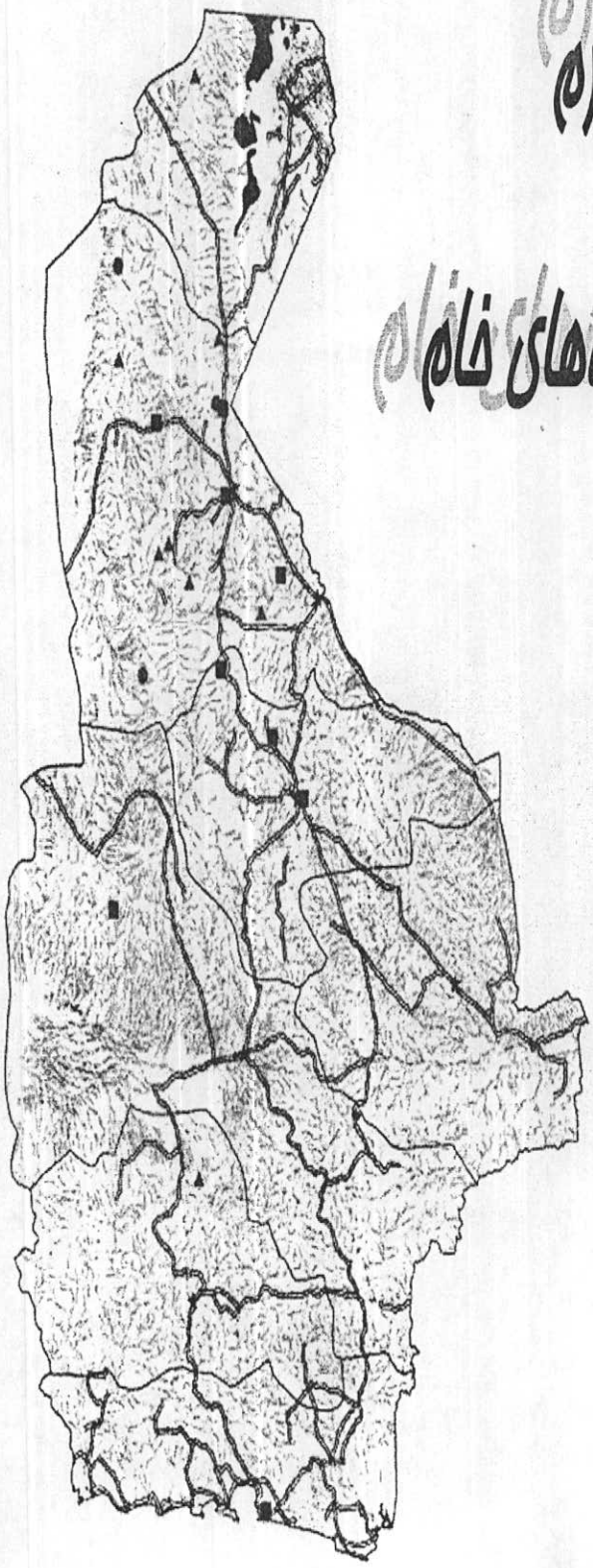


Fig(3-6) : Comparative Histogram of Local Background Element in the Rock Societies



فصل چهارم

پردازش داده‌های خام



محاسبه پارامترهای آماری داده‌های خام

اولین مرحلهٔ پردازش داده‌های ژئوشیمیایی، بررسی پارامترهای آماری مربوط به تک‌تک عناصر جهت شناخت ماهیت توزیع هریک از آنها می‌باشد که با محاسبهٔ پارامترهای آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، واریانس و ... می‌توان به این موضوع دست‌یافت. در این قسمت برای هر عنصر به عنوان یک متغیر آماری در یک جدول، تعداد نمونه‌ها، حداقل و حداکثر عیار، میانگین، میانه، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی و نمودارهای هیستوگرام توزیع فراوانی محاسبه و ترسیم شده‌اند.

بررسی مقادیر خارج از رده : (Outliers)

هنگام بررسی مقادیر داده‌های خام به نمونه‌هایی برخورد می‌شود که در آستانه‌های بالا و پایین جامعه داده‌ها قرار گرفته و از جامعه اصلی جدا افتاده‌اند. اگر نمودار جعبه‌ای (Boxplot) آنها ترسیم شود این نمونه‌ها به نحو بارزی خودشان را از بقیه جدا می‌کنند. مقادیر خارج از رده به سه حالت مختلف زیر ممکن است بوجود آیند:

حالت اول) از یک خطای سیستماتیک به هنگام نمونه‌برداری، آماده‌سازی یا تجزیه شیمیایی نمونه‌ها ناشی شده باشند که باید از مرحله پردازش حذف یا اصلاح شوند.

حالت دوم) مشاهداتی که به صورت یک پدیده فوق‌العاده نمود پیدا می‌کنند که باید پس از بررسی اعتبار آنها در مورد حفظ یا حذف آنها تصمیم گرفت.

حالت سوم) مشاهدات فوق‌العاده‌ای که هیچگونه توضیح مناسبی برای آنها وجود ندارد و کارشناس اگر احساس کند که آنها به عنوان گوشه‌ای از جامعه مورد بررسی هستند می‌تواند آنها را حفظ کند.

وجود مقادیر خارج از رده در جامعه نمونه‌ها موجب افزایش واریانس جامعه و نیز همبستگی بین متغیرها وهمچنین افزایش چولگی در نمودار توزیع عناصر می‌شود. برای کاهش این تاثیر راههای مختلفی نظیر محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از روشهای ناپارامتری مانند روش اسپیرمن (Spearman) ، حذف یا جایگزین نمودن مقادیر استفاده می‌شود دراین گزارش از روش جایگزین نمودن مقادیر خارج از رده استفاده شده است. جدول (۴-۱) نمونه‌های دارای مقادیر خارج از رده را نشان می‌دهد.

نرمال سازی داده‌های خام :

استفاده از برخی روشهای آماری منوط به نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است در حالیکه توابع توزیع از نوع لاگ نرمال است، به همین علت قبل از استفاده از این روشها داده‌های خام باید نرمال شوند. دراین بخش از نوعی تبدیلات جهت نرمال کردن تابع توزیع داده‌های خام استفاده شده است . این کار شرط لازم کاربرد برخی روشهای آماری مانند تعیین نمونه‌های آنومالی با استفاده از اضافه کردن ضرایبی از انحراف معیار به حد آستانه‌ای و یا محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون می‌باشد. روش لاگ نرمال به صورت یک روش توصیفی برای نرمال کردن تابع توزیع جوامعی که دارای چولگی در نمودار خود هستند به کار می رود.

Table (4-1) : Outlier Samples For Normal RawData

	Sample Number	
Elements	Outlier (+)	Outlier (-)
Au		
W		
Mo	*FJ-816*	
Be		
Cr		
Co		
Ni		
Cu		
Zn		
As		
Sn		
Sb		
B	*FT-264*	
Ba		
Pb		
Bi		
Fe		
Sr		
Hg	*FF-356*	
Ag		
Ti		
Mn		

در اینجا از لگاریتم طبیعی مقـادیر داده‌هـای خـام بـه اضافـه یـا منـهای یـک مقـدار ثـابت λ مطابق رابطه تبدیلی زیـر اسـتفاده شـده اسـت.

$$Z = Ln(AE \pm \lambda)$$

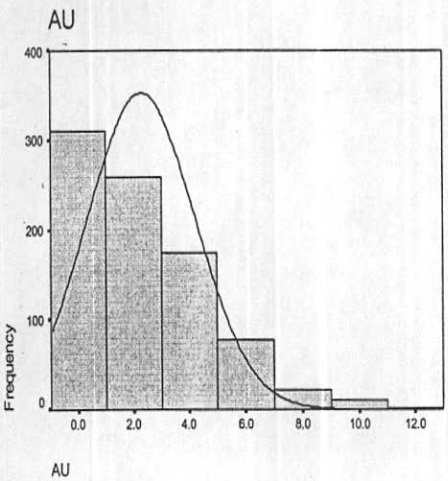
در این رابطه AE آنالیز نمونـه بـرای هـر عنصـر اسـت.

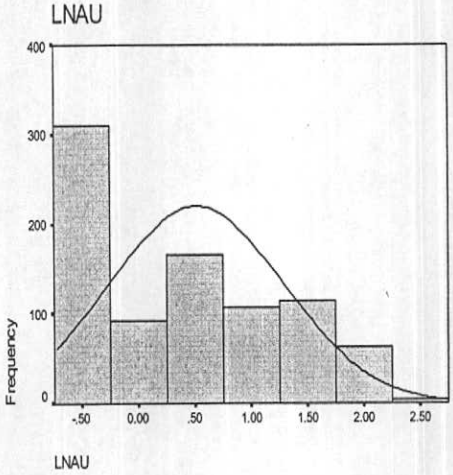
برای هر عنصـر مقـدار λ بـه گونـه‌ای انتخـاب می‌شـود کـه پـس از انتخـاب داده‌هـا بـه یـک مقدار بهینـه از چولگـی و کشـیدگـی در منحنـی توزیـع نرمـال دسـت یافتـه شـود. پارامترهـای آمـاری و هیسـتوگرام‌هـای ترسـیم شـده بـرای داده‌هـای نرمـال در شـکل (۴-۱) تـا (۴-۷) آورده شده است. بـا توجـه بـه ایـن پارامترهـای آمـاری می‌تـوان دریـافت کـه مقـادیر چولگـی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقـادیر متنـاظر مربـوط بـه داده‌هـای خـام نرمـال نشـده تـا چـه انـدازه کـاهش یافتـه و منحنـی توزیـع تجمعـی آنـها بـه صـورت یـک خـط راسـت کـه بیـانگر توزیـع نرمـال می‌باشـد، ظـاهر شـده اسـت. هیسـتوگـرام مقـادیر نرمـال شـده نسـبت بـه هیستوگرام مقادیر نرمال نشـده نـیز بیـانگر مطلـب فـوق می‌باشـد.

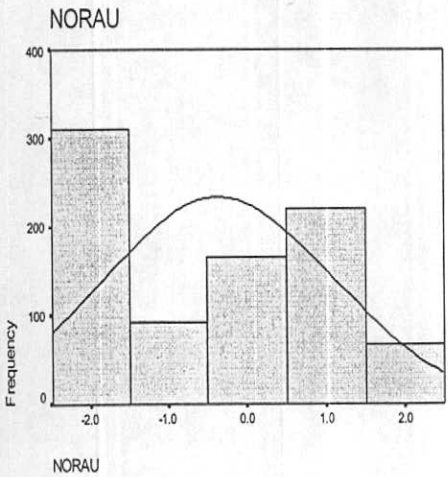
Fig (4-1) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

Statistics

		AU	LNAU	NORAU
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		2.286	.5162	-.3614
Median		2.000	.6931	.3199
Std. Deviation		1.934	.7741	1.4614
Skewness		1.569	.405	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		2.421	-1.159	-1.582
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.8	-.29	-2.06
Maximum		11.0	2.40	2.34







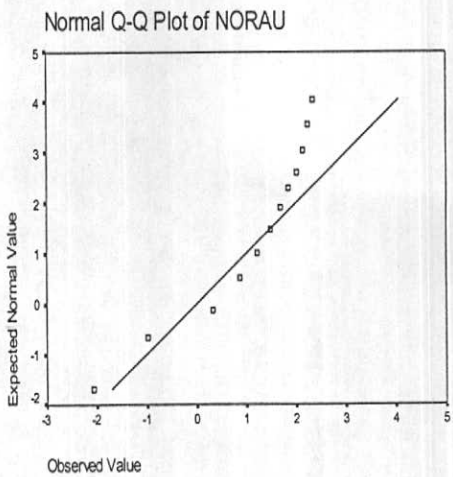
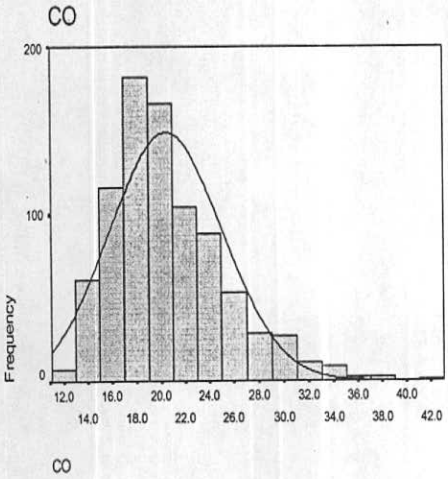
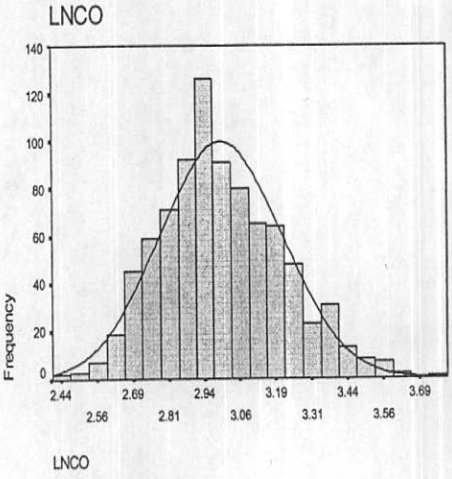


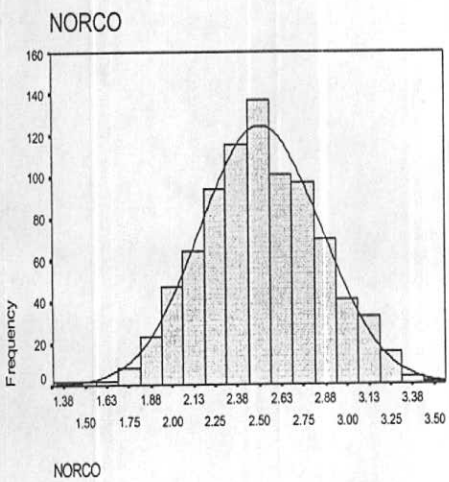
Fig (4-2) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

Statistics

		CO	LNCO	NORCO
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		20.466	2.9954	2.5115
Median		19.500	2.9704	2.4932
Std. Deviation		4.586	.2138	.3426
Skewness		.964	.355	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		1.138	-.068	-.073
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		11.2	2.42	1.34
Maximum		42.5	3.75	3.56







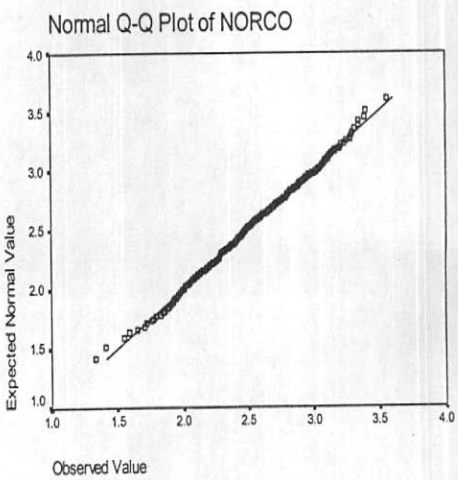
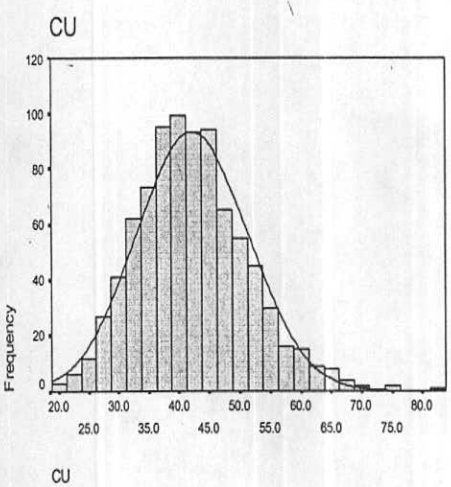
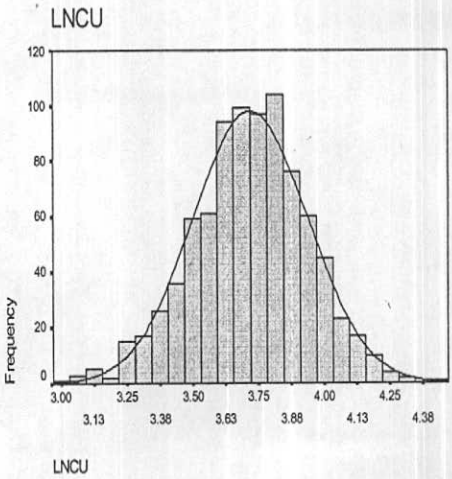


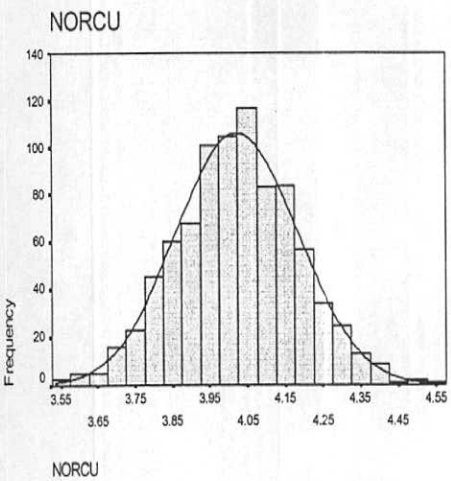
Fig (4-3) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

Statistics

		CU	LNCU	NORCU
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		42.209	3.7192	4.0215
Median		41.500	3.7257	4.0218
Std. Deviation		9.146	.2180	.1607
Skewness		.509	-.178	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		.565	.139	.065
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		20.7	3.03	3.56
Maximum		82.6	4.41	4.57







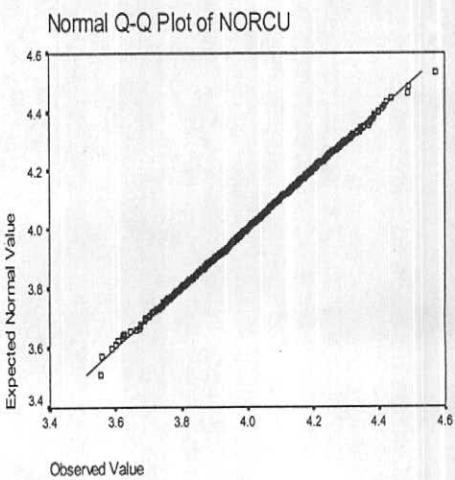
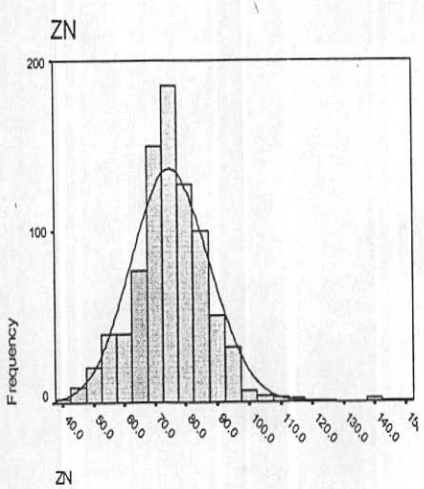
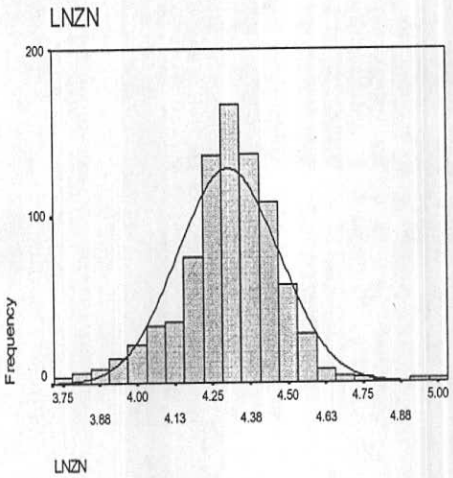


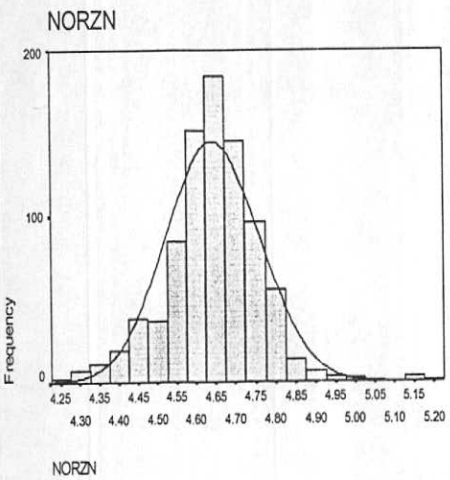
Fig (4-4) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

Statistics

		ZN	LNZN	NORZN
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		75.072	4.3048	4.6419
Median		75.000	4.3175	4.6482
Std. Deviation		12.485	.1662	.1181
Skewness		.792	-.257	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		4.304	1.690	1.901
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		41.9	3.74	4.27
Maximum		148.0	5.00	5.18







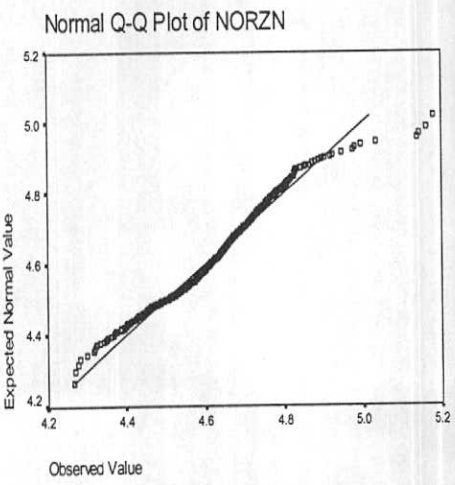
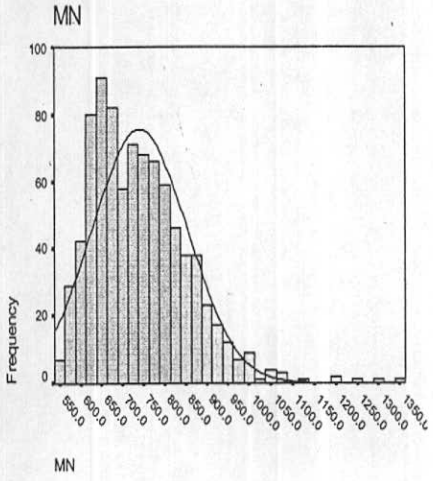
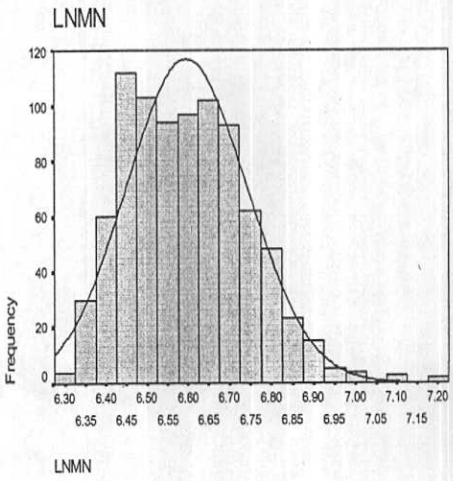


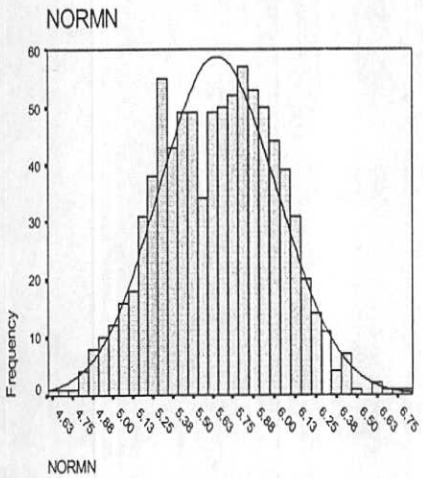
Fig (4-5) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

Statistics

		MN	LNMN	NORMN
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		740.648	6.5966	5.6529
Median		725.000	6.5862	5.6657
Std. Deviation		112.992	.1458	.3631
Skewness		1.048	.536	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		2.162	.283	-.374
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		539.0	6.29	4.63
Maximum		1360.0	7.22	6.83







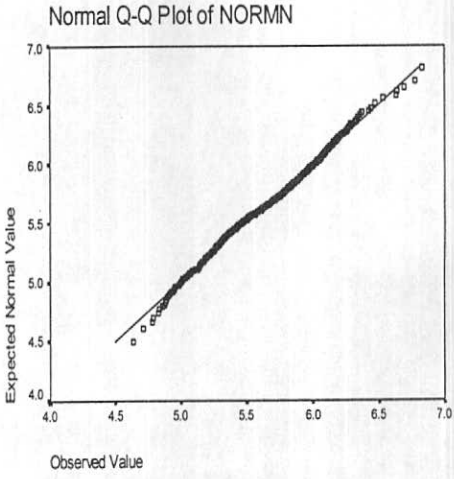
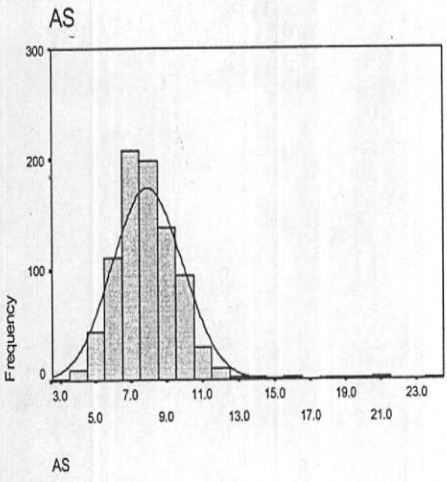
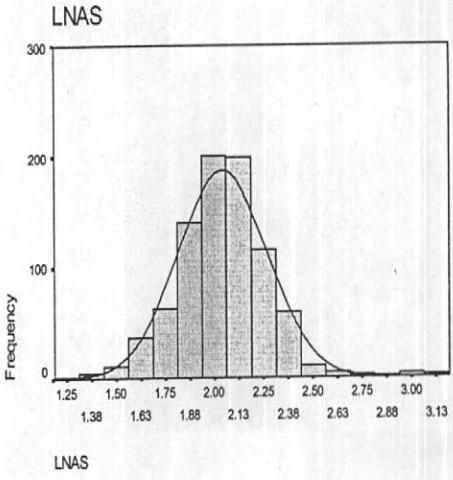


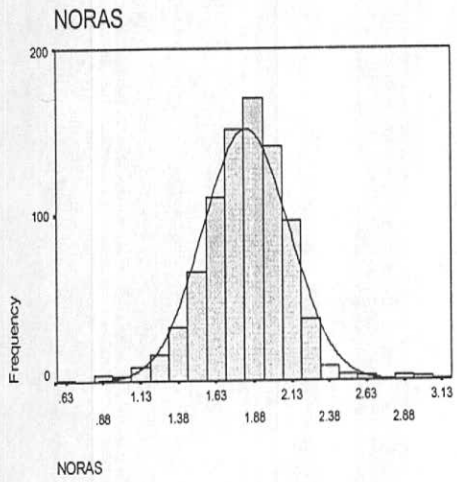
Fig (4-6) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

Statistics

		AS	LNAS	NORAS
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		7.918	2.0425	1.8263
Median		7.700	2.0412	1.8323
Std. Deviation		1.963	.2271	.2820
Skewness		2.198	.306	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		12.302	2.220	1.951
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		3.3	1.19	.61
Maximum		23.6	3.16	3.10







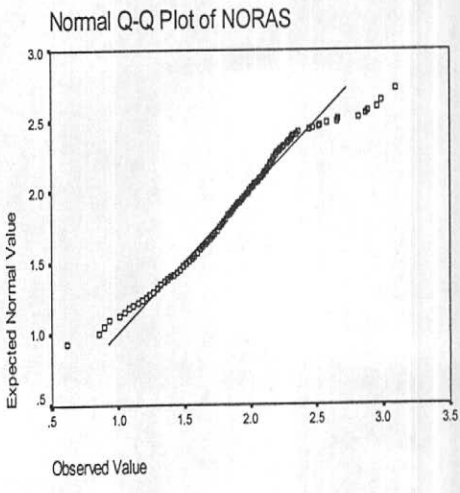
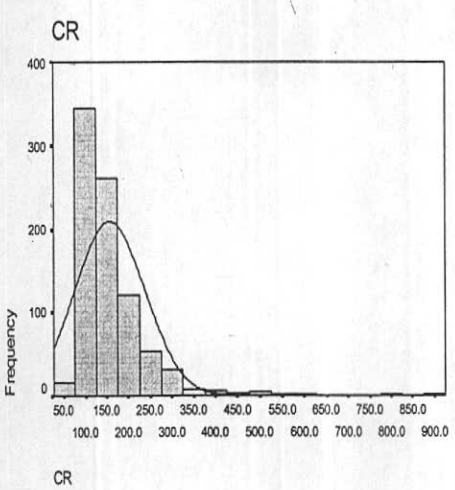
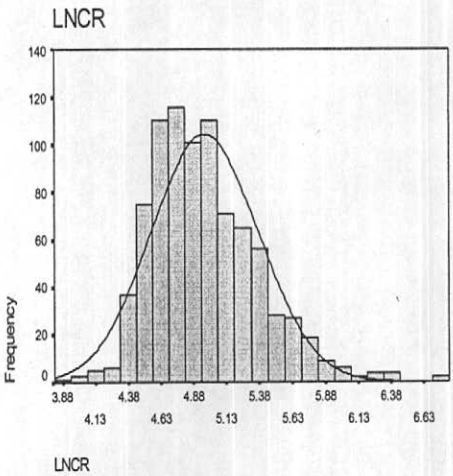


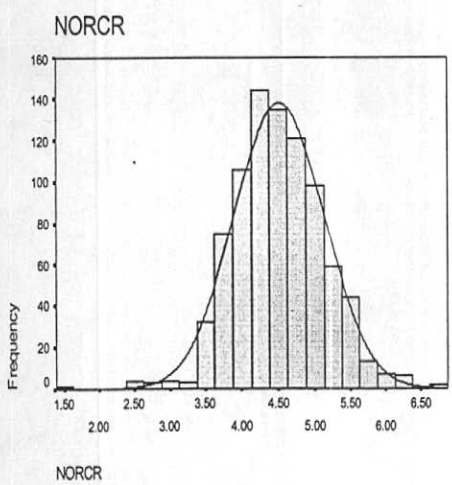
Fig (4-7) : Statistical Parameters For Raw Data In Fannuj

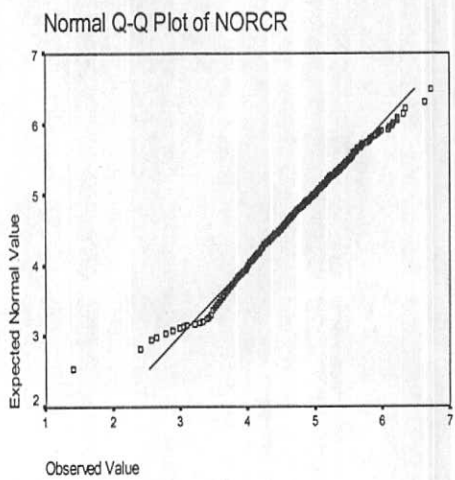
Statistics

		CR	LNCR	NORCR
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		156.604	4.9600	4.5108
Median		136.000	4.9127	4.5009
Std. Deviation		81.466	.4090	.6186
Skewness		3.077	.789	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		16.360	1.034	1.131
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		50.0	3.91	1.41
Maximum		880.0	6.78	6.73









تعیین ضریب همبستگی :

برای تعیین اینکه آیا ارتباط معنی‌داری میان تغییرات متغیرهای آماری وجود دارد، ضرایب همبستگی میان آنها محاسبه می‌شود. این عمل به دو منظور کشف همبستگی بین متغیرها و تخمین مقدار یک یا چند متغیر دیگر صورت می‌گیرد. برای بررسی، دو نوع ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن به صورت ماتریس ضرایب همبستگی محاسبه شده‌اند که در جداول (۴-۲) و (۴-۳) آمده است شرط محاسبه ضریب همبستگی پیرسون، نرمال بودن تابع توزیع متغیرها می‌باشد. دراین جداول، Sig(2-Tailed) میزان معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی طبق آزمون فرض مساوی صفر بودن ضریب همبستگی می‌باشد.

برای محاسبه ضریب همبستگی پیرسون به علت تاثیرپذیری این پارامتر از آستانه‌های بالا و پایین حتماً باید داده‌های خام نرمال شوند تا ضریب همبستگی محاسبه شوند. جدول (۴-۲) مقادیر این ضرایب را نشان می‌دهد.

بر پایه جدول ضریب همبستگی پیرسون بین جفت متغیرهای Cr,Ni(0.715)؛ Pb,Sn(0.608) Ba,Pb(0.638)؛Be,Pb(0.685)؛Ti,Fe(0.878)؛ Mn,Ti(0.833)؛ Mn,Fe(0.886)؛ Co,Cr(0.697)؛ Be,Ba(0.720)؛ در سطح اعتماد مطلوب ۹۹٪ می‌باشد که بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر Mn,Fe(0.886) وجود دارد. این ضرایب بیانگر ارتباط پاراژنزی بین عناصر می‌باشند.

برای محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن از داده‌های خام استفاده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود، در بعضی مواقع وضعیت متفاوتی نسبت به ضریب همبستگی پیرسون دارد. این اختلاف بیشتر زمانی بروز می‌کند که مقدار داده‌های خارج از رده زیاد باشد. اما مقایسه دقیق آنها، این نکته را بیان می‌کند که اختلاف این دو

ضریب همبستگی خیلی زیاد نیست ، این امر نشان دهنده تاثیرپذیری کم داده‌ها از مقادیر خارج از رده است. جدول (۴-۳) مقادیر این ضرایب را نشان می‌دهد.

Table (4-3) :Spearman Correlation for Raw Data in Fannuj 1:100000 Sheet

		Au	Hg	Cr	Cu	Mn	Ni	Sr	Zn	Ba	Be	Ti	Fe	Ag	As	B	Bi	Co	Mo	Pb	Sb	Sn	W
Au	Correlation Coefficient	1	0.05	-0.007	0.008	0.002	-0.004	0.016	0.002	0.035	0.073	-0.021	-0.01	-0.052	0.03	0.081	-0.004	-0.016	0.001	0.035	0.024	-0.002	0.028
	Sig. (2-tailed)	.	0.142	0.841	0.824	0.957	0.917	0.639	0.95	0.309	0.033	0.537	0.765	0.127	0.379	0.018	0.903	0.639	0.971	0.311	0.483	0.951	0.412
Hg	Correlation Coefficient	0.05	1	-0.074	-0.055	0.181	-0.134	0.129	0.17	0.082	0.157	0.14	0.127	-0.032	0.078	0.005	0.106	-0.074	0.043	0.036	-0.058	0.085	0.034
	Sig. (2-tailed)	0.142	.	0.031	0.107	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0.352	0.022	0.885	0.002	0.029	0.207	0.294	0.092	0.013	0.317
Cr	Correlation Coefficient	-0.007	-0.074	1	0.219	0.098	0.677	-0.095	-0.179	-0.301	-0.279	0.045	0.241	0.112	-0.138	-0.034	-0.257	0.698	0.021	-0.272	-0.055	-0.15	-0.05
	Sig. (2-tailed)	0.841	0.031	.	0	0.004	0	0.006	0	0	0	0.184	0	0.001	0	0.319	0	0	0.538	0	0.107	0	0.146
Cu	Correlation Coefficient	0.008	-0.055	0.219	1	0.533	0.014	0.111	0.267	-0.532	-0.4	0.395	0.571	-0.023	-0.193	-0.056	-0.255	0.518	0.002	-0.371	-0.291	-0.225	-0.163
	Sig. (2-tailed)	0.824	0.107	0	.	0	0.689	0.001	0	0	0	0	0	0.495	0	0.099	0	0	0.955	0	0	0	0
Mn	Correlation Coefficient	0.002	0.181	0.098	0.533	1	-0.401	0.257	0.6	-0.392	-0.333	0.838	0.895	-0.123	-0.238	0.004	-0.212	0.294	0.159	-0.313	-0.289	-0.03	-0.284
	Sig. (2-tailed)	0.957	0	0.004	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.916	0	0	0	0	0	0.38	0
Ni	Correlation Coefficient	-0.004	-0.134	0.677	0.014	-0.401	1	-0.255	-0.466	-0.04	-0.008	-0.482	-0.281	0.199	0.031	-0.089	-0.055	0.563	-0.107	-0.032	0.089	-0.134	0.173
	Sig. (2-tailed)	0.917	0	0	0.689	0	.	0	0	0.239	0.807	0	0	0	0.365	0.009	0.111	0	0.002	0.347	0.009	0	0
Sr	Correlation Coefficient	0.016	0.129	-0.095	0.111	0.257	-0.255	1	0.028	-0.169	-0.205	0.135	0.143	-0.063	-0.224	0.037	-0.204	-0.143	-0.034	-0.254	-0.254	-0.328	-0.367
	Sig. (2-tailed)	0.639	0	0.006	0.001	0	0	.	0.417	0	0	0	0	0.067	0	0.276	0	0	0.316	0	0	0	0
Zn	Correlation Coefficient	0.002	0.17	-0.179	0.267	0.600	-0.466	0.028	1	-0.034	0.049	0.53	0.536	-0.054	0.125	0.034	0.076	-0.02	0.284	0.148	0.023	0.385	0.101
	Sig. (2-tailed)	0.95	0	0	0	0	0	0.417	.	0.319	0.152	0	0	0.112	0	0.315	0.026	0.558	0	0	0.496	0	0.003
Ba	Correlation Coefficient	0.035	0.082	-0.301	-0.532	-0.392	-0.04	-0.169	-0.034	1	0.740	-0.273	-0.439	0.125	0.511	0.057	0.506	-0.544	0.061	0.634	0.372	0.419	0.408
	Sig. (2-tailed)	0.309	0.017	0	0	0	0.239	0	0.319	.	0	0	0	0	0	0.097	0	0	0.075	0	0	0	0
Be	Correlation Coefficient	0.073	0.157	-0.279	-0.4	-0.333	-0.008	-0.205	0.049	0.74	1	-0.291	-0.37	0.055	0.627	0.058	0.611	-0.461	0.089	0.698	0.383	0.549	0.454
	Sig. (2-tailed)	0.033	0	0	0	0	0.807	0	0.152	0	.	0	0	0.108	0	0.088	0	0	0.01	0	0	0	0
Ti	Correlation Coefficient	-0.021	0.14	0.045	0.395	0.838	-0.482	0.135	0.53	-0.273	-0.291	1	0.888	-0.124	-0.193	0.019	-0.16	0.194	0.166	-0.301	-0.296	0.106	-0.22
	Sig. (2-tailed)	0.537	0	0.184	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0.571	0	0	0	0	0	0.002	0
Fe	Correlation Coefficient	-0.01	0.127	0.241	0.571	0.895	-0.281	0.143	0.536	-0.439	-0.37	0.888	1	-0.091	-0.253	0.001	-0.229	0.457	0.126	-0.383	-0.324	0.014	-0.264
	Sig. (2-tailed)	0.765	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0.007	0	0.971	0	0	0	0	0	0.687	0
Ag	Correlation Coefficient	-0.052	-0.032	0.112	-0.023	-0.123	0.199	-0.063	-0.054	0.125	0.055	-0.124	-0.091	1	0.204	0.004	0.235	0.132	0.083	0.186	0.158	0.134	0.242
	Sig. (2-tailed)	0.127	0.352	0.001	0.495	0	0	0.067	0.112	0	0.108	0	0.007	.	0	0.916	0	0	0.015	0	0	0	0
As	Correlation Coefficient	0.03	0.078	-0.138	-0.193	-0.238	0.031	-0.224	0.125	0.511	0.627	-0.193	-0.253	0.204	1	0.035	0.572	-0.288	0.243	0.622	0.415	0.449	0.555
	Sig. (2-tailed)	0.379	0.022	0	0	0	0.365	0	0	0	0	0	0	0	.	0.306	0	0	0	0	0	0	0
B	Correlation Coefficient	0.081	0.005	-0.034	-0.056	0.004	-0.089	0.037	0.034	0.057	0.058	0.019	0.001	0.004	0.035	1	0.076	-0.049	0.077	0.052	0.009	0.051	-0.018
	Sig. (2-tailed)	0.018	0.885	0.319	0.099	0.916	0.009	0.276	0.315	0.097	0.088	0.571	0.971	0.916	0.306	.	0.027	0.154	0.025	0.125	0.782	0.134	0.602
Bi	Correlation Coefficient	-0.004	0.106	-0.257	-0.255	-0.212	-0.055	-0.204	0.076	0.506	0.611	-0.16	-0.229	0.235	0.572	0.076	1	-0.315	0.209	0.587	0.35	0.439	0.507
	Sig. (2-tailed)	0.903	0.002	0	0	0	0.111	0	0.026	0	0	0	0	0	0	0.027	.	0	0	0	0	0	0
Co	Correlation Coefficient	-0.016	-0.074	0.698	0.518	0.294	0.563	-0.143	-0.02	-0.544	-0.461	0.194	0.457	0.132	-0.288	-0.049	-0.315	1	0.041	-0.371	-0.202	-0.141	-0.158
	Sig. (2-tailed)	0.639	0.029	0	0	0	0	0	0.558	0	0	0	0	0	0	0.154	0	.	0.229	0	0	0	0
Mo	Correlation Coefficient	0.001	0.043	0.021	0.002	0.159	-0.107	-0.034	0.284	0.061	0.089	0.166	0.126	0.083	0.243	0.077	0.209	0.041	1	0.326	0.289	0.4	0.213
	Sig. (2-tailed)	0.971	0.207	0.538	0.955	0	0.002	0.316	0	0.075	0.01	0	0	0.015	0	0.025	0	0.229	.	0	0	0	0
Pb	Correlation Coefficient	0.035	0.036	-0.272	-0.371	-0.313	-0.032	-0.254	0.148	0.634	0.698	-0.301	-0.383	0.186	0.622	0.052	0.587	-0.371	0.326	1	0.565	0.671	0.543
	Sig. (2-tailed)	0.311	0.294	0	0	0	0.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0	0	0	.	0	0	0
Sb	Correlation Coefficient	0.024	-0.058	-0.055	-0.291	-0.289	0.089	-0.254	0.023	0.372	0.383	-0.296	-0.324	0.158	0.415	0.009	0.35	-0.202	0.289	0.565	1	0.475	0.461
	Sig. (2-tailed)	0.483	0.092	0.107	0	0	0.009	0	0.496	0	0	0	0	0	0	0.782	0	0	0	0	.	0	0
Sn	Correlation Coefficient	-0.002	0.085	-0.15	-0.225	-0.03	-0.134	-0.328	0.385	0.419	0.549	0.106	0.014	0.134	0.449	0.051	0.439	-0.141	0.4	0.671	0.475	1	0.447
	Sig. (2-tailed)	0.951	0.013	0	0	0.38	0	0	0	0	0	0.002	0.687	0	0	0.134	0	0	0	0	0	.	0
W	Correlation Coefficient	0.028	0.034	-0.05	-0.163	-0.284	0.173	-0.367	0.101	0.408	0.454	-0.22	-0.264	0.242	0.555	-0.018	0.507	-0.158	0.213	0.543	0.461	0.447	1
	Sig. (2-tailed)	0.412	0.317	0.146	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	0	0.602	0	0	0	0	0	0	.

Listwise N = 857

Table (4-2) :Pearson Correlation for Raw Data in Fannuj 1:100000 Sheet

		NOR Au	NOR Hg	NOR Cr	NOR Cu	NOR Mn	NOR Ni	NOR Sr	NOR Zn	NOR Ba	NOR Be	NOR Tl	NOR Fe	NOR Ag	NOR As	NOR B	NOR Bi	NOR Co	NOR Mo	NOR Pb	NOR Sb	NOR Sn	NOR W
NOR Au	Pearson Correlation	1	0.037	-0.02	0.004	-0.006	0.005	0.004	0.005	0.047	0.077	-0.023	-0.008	-0.074	0.044	0.072	-0.002	-0.018	-0.017	0.047	0.022	0.012	0.049
	Sig. (2-tailed)	.	0.282	0.556	0.906	0.866	0.875	0.898	0.882	0.166	0.024	0.503	0.81	0.03	0.197	0.036	0.944	0.599	0.616	0.165	0.528	0.718	0.15
NOR Hg	Pearson Correlation	0.037	1	-0.005	-0.024	0.137	-0.058	0.049	0.121	0.119	0.137	0.128	0.112	0.013	0.119	-0.016	0.123	-0.042	0.035	0.044	-0.025	0.067	0.115
	Sig. (2-tailed)	0.282	.	0.875	0.474	0	0.087	0.149	0	0	0	0	0.001	0.712	0	0.642	0	0.224	0.307	0.198	0.461	0.05	0.001
NOR Cr	Pearson Correlation	-0.02	-0.005	1	0.176	0.097	0.715	-0.129	-0.192	-0.23	-0.26	0.036	0.234	0.107	-0.131	-0.026	-0.249	0.697	0.071	-0.267	-0.035	-0.104	-0.054
	Sig. (2-tailed)	0.556	0.875	.	0	0.004	0	0	0	0	0	0.286	0	0.002	0	0.455	0	0	0.037	0	0.313	0.002	0.113
NOR Cu	Pearson Correlation	0.004	-0.024	0.176	1	0.537	-0.037	0.097	0.281	-0.456	-0.41	0.396	0.573	-0.017	-0.155	-0.045	-0.249	0.506	0.002	-0.339	-0.215	-0.194	-0.155
	Sig. (2-tailed)	0.906	0.474	0	.	0	0.278	0.005	0	0	0	0	0	0.619	0	0.19	0	0	0.946	0	0	0	0
NOR Mn	Pearson Correlation	-0.006	0.137	0.097	0.537	1	-0.369	0.227	0.58	-0.318	-0.376	0.833	0.886	-0.095	-0.197	0.019	-0.2	0.313	0.077	-0.282	-0.253	-0.027	-0.28
	Sig. (2-tailed)	0.866	0	0.004	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0.573	0	0	0.024	0	0	0.426	0
NOR Ni	Pearson Correlation	0.005	-0.058	0.716	-0.037	-0.369	1	-0.244	-0.473	-0.036	-0.01	-0.452	-0.263	0.145	0.002	-0.063	-0.074	0.572	-0.04	-0.089	0.051	-0.141	0.127
	Sig. (2-tailed)	0.875	0.087	0	0.278	0	.	0	0	0.298	0.764	0	0	0	0.949	0.064	0.031	0	0.247	0.009	0.133	0	0
NOR Sr	Pearson Correlation	0.004	0.049	-0.129	0.097	0.227	-0.244	1	-0.024	-0.188	-0.254	0.082	0.094	-0.06	-0.22	0.025	-0.215	-0.163	-0.11	-0.269	-0.258	-0.343	-0.36
	Sig. (2-tailed)	0.898	0.149	0	0.005	0	0	.	0.48	0	0	0.016	0.006	0.079	0	0.47	0	0	0.001	0	0	0	0
NOR Zn	Pearson Correlation	0.005	0.121	-0.192	0.281	0.58	-0.473	-0.024	1	0.057	0.076	0.521	0.542	-0.032	0.157	0.034	0.078	-0.034	0.244	0.198	0.081	0.41	0.116
	Sig. (2-tailed)	0.882	0	0	0	0	0	0.48	.	0.097	0.025	0	0	0.351	0	0.323	0.023	0.32	0	0	0.017	0	0.001
NOR Ba	Pearson Correlation	0.047	0.119	-0.23	-0.456	-0.318	-0.036	-0.188	0.057	1	0.720	-0.205	-0.346	0.17	0.608	0.027	0.494	-0.472	0.108	0.638	0.307	0.393	0.415
	Sig. (2-tailed)	0.166	0	0	0	0	0.298	0	0.097	.	0	0	0	0	0	0.43	0	0	0.002	0	0	0	0
NOR Be	Pearson Correlation	0.077	0.137	-0.26	-0.41	-0.376	-0.01	-0.254	0.076	0.72	1	-0.299	-0.351	0.078	0.596	0.041	0.566	-0.466	0.065	0.685	0.3	0.463	0.461
	Sig. (2-tailed)	0.024	0	0	0	0	0.764	0	0.025	0	.	0	0	0.023	0	0.227	0	0	0.056	0	0	0	0
NOR Ti	Pearson Correlation	-0.023	0.128	0.036	0.396	0.833	-0.452	0.082	0.521	-0.205	-0.299	1	0.878	-0.081	-0.124	0.044	-0.126	0.195	0.093	-0.25	-0.238	0.121	-0.204
	Sig. (2-tailed)	0.503	0	0.286	0	0	0	0.016	0	0	0	.	0	0.017	0	0.203	0	0	0.006	0	0	0	0
NOR Fe	Pearson Correlation	-0.008	0.112	0.234	0.573	0.886	-0.263	0.094	0.542	-0.346	-0.351	0.878	1	-0.074	-0.181	0.035	-0.202	0.463	0.091	-0.316	-0.255	0.044	-0.238
	Sig. (2-tailed)	0.81	0.001	0	0	0	0	0.006	0	0	0	0	.	0.03	0	0.311	0	0	0.007	0	0	0.2	0
NOR Ag	Pearson Correlation	-0.074	0.013	0.107	-0.017	-0.095	0.145	-0.06	-0.032	0.17	0.078	-0.081	-0.074	1	0.214	0.007	0.237	0.094	0.161	0.211	0.143	0.125	0.227
	Sig. (2-tailed)	0.03	0.712	0.002	0.619	0.005	0	0.079	0.351	0	0.023	0.017	0.03	.	0	0.827	0	0.006	0	0	0	0	0
NOR As	Pearson Correlation	0.044	0.119	-0.131	-0.155	-0.197	0.002	-0.22	0.157	0.508	0.596	-0.124	-0.181	0.214	1	0.03	0.542	-0.265	0.237	0.58	0.354	0.403	0.576
	Sig. (2-tailed)	0.197	0	0	0	0	0.949	0	0	0	0	0	0	0	.	0.378	0	0	0	0	0	0	0
NOR B	Pearson Correlation	0.072	-0.016	-0.026	-0.045	0.019	-0.063	0.025	0.034	0.027	0.041	0.044	0.035	0.007	0.03	1	0.067	-0.031	0.077	0.037	0.029	0.047	0.005
	Sig. (2-tailed)	0.035	0.642	0.455	0.19	0.573	0.064	0.47	0.323	0.43	0.227	0.203	0.311	0.827	0.378	.	0.05	0.357	0.025	0.286	0.391	0.167	0.882
NOR Bi	Pearson Correlation	-0.002	0.123	-0.249	-0.249	-0.2	-0.074	-0.215	0.078	0.494	0.566	-0.126	-0.202	0.237	0.542	0.067	1	-0.324	0.223	0.573	0.281	0.357	0.499
	Sig. (2-tailed)	0.944	0	0	0	0	0.031	0	0.023	0	0	0	0	0	0	0.05	.	0	0	0	0	0	0
NOR Co	Pearson Correlation	-0.018	-0.042	0.697	0.506	0.313	0.572	-0.163	-0.034	-0.472	-0.466	0.195	0.463	0.094	-0.265	-0.031	-0.324	1	0.125	-0.376	-0.137	-0.087	-0.157
	Sig. (2-tailed)	0.599	0.224	0	0	0	0	0	0.32	0	0	0	0	0.006	0	0.357	0	.	0	0	0	0.011	0
NOR Mo	Pearson Correlation	-0.017	0.035	0.071	0.002	0.077	-0.04	-0.11	0.244	0.108	0.065	0.093	0.091	0.161	0.237	0.077	0.223	0.125	1	0.389	0.381	0.485	0.234
	Sig. (2-tailed)	0.616	0.307	0.037	0.946	0.024	0.247	0.001	0	0.002	0.056	0.006	0.007	0	0	0.025	0	0	.	0	0	0	0
NOR Pb	Pearson Correlation	0.047	0.044	-0.267	-0.339	-0.282	-0.089	-0.269	0.198	0.638	0.685	-0.25	-0.316	0.211	0.58	0.037	0.573	-0.376	0.389	1	0.511	0.608	0.528
	Sig. (2-tailed)	0.165	0.198	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0.286	0	0	0	.	0	0	0
NOR Sb	Pearson Correlation	0.022	-0.025	-0.035	-0.215	-0.253	0.051	-0.258	0.081	0.307	0.3	-0.238	-0.255	0.143	0.354	0.029	0.281	-0.137	0.381	0.511	1	0.503	0.383
	Sig. (2-tailed)	0.528	0.461	0.313	0	0	0.133	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0.391	0	0	0	0	.	0	0
NOR Sn	Pearson Correlation	0.012	0.067	-0.104	-0.194	-0.027	-0.141	-0.343	0.41	0.393	0.463	0.121	0.044	0.125	0.403	0.047	0.357	-0.087	0.485	0.608	0.503	1	0.368
	Sig. (2-tailed)	0.718	0.05	0.002	0	0.426	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.167	0	0.011	0	0	0	.	0
NOR W	Pearson Correlation	0.049	0.115	-0.054	-0.155	-0.28	0.127	-0.36	0.116	0.415	0.461	-0.204	-0.238	0.227	0.576	0.005	0.499	-0.157	0.234	0.528	0.383	0.368	1
	Sig. (2-tailed)	0.15	0.001	0.113	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0.882	0	0	0	0	0	0	.

Listwise N=857

بـر پایـه ایـن جـدول ضریـب همبسـتگی مشـاهده شـده بیـن عنـاصر Co,Cr(0.698) Cr,Ni(0.677) Zn,Mn(0.600) Mn,Fe(0.895) Mn,Ti(0.838) Ba,Be(0.740) Fe,Ti(0.888) Be,Pb(0.698) Ba,Pb(0.634) در سـطح اعتمـاد ۹۹٪ می‌باشـد کـه بیشـترین ارتبـاط همبسـتگی بیـن عنـاصر Mn,Fe(0.895) وجـود دارد. ضریـب همبسـتگی بیـن جفـت متغیرهـا بـه روش پیرسـون و اسـپیرمن بیـانگر اختـلاف تقریبـا کـم بیـن ضرایـب همبسـتگی عناصر متنـاظر می‌باشـد کـه حکـایت از توزیـع نسـبتاً نرمـال عنـاصر و همیـن طـور عـدم تـاثیر نمونـه‌های دور افتـاده دارد.

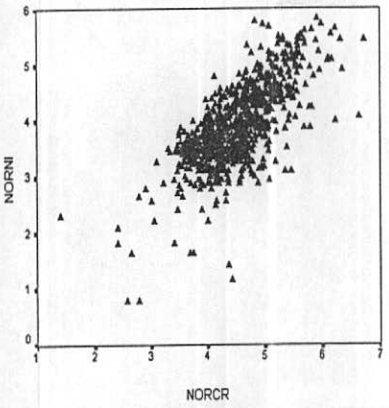
یکـی دیگـر از راهـهای بررسـی ارتبـاط تغییـرات عنـاصر بـا یکدیگـر، رسـم نمـودار پراکنـش (Scatter Plot) می‌باشـد. زوج مرتب‌هـایی از مقـادیر دو متغـیر کـه دارای توزیـع دو متغـیره یکسـان باشـند بـر روی نمـودار دو بعـدی ترسـیم مـی‌گردنـد. هـر چـه پراکنـدگـی نقـاط در نمودارهای پراکنش بیشـتر باشـد پیونـد بیـن متغیرهـا ضعیف‌تـر اسـت. شـکل (۴-۸) پراکنـش مقـادیر داده‌هـای خـام نرمـال شـده بـرای چنـد زوج عنصـری اسـت کـه بیشـترین ارتبـاط را نشـان می‌دهـد. درایـن نمودارهـا زوج عنصـر (Mn,Fe) بیشـترین همبسـتگـی را بـا یکدیگـر نشان می‌دهـد.

بررسی‌های آماری چند متغیره:

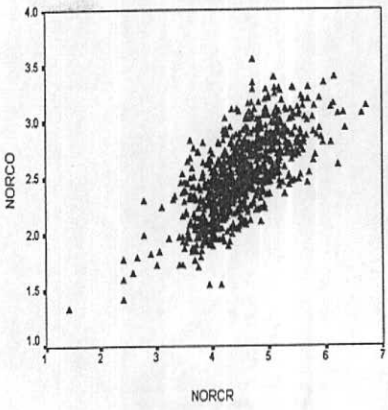
هر تجزیـه و تحلیـل چنـد متغـیره کـه بـر روی بیـش از دو متغـیر انجـام گـیرد، می‌توانـد در قـالب آنالیزهـای چنـد متغـیره بیـان شـود. غـالب تکنیکـهای چنـد متغـیره در اصـل بسـط و توسـعه آنالیزهـای تـک متغـیره می‌باشـند و البتـه بعضـی از روشـهای چنـد متغـیره تنـها بـرای

Fig (4-8) : Pearson Scatter Plot For Normal Raw Data in Fannuj Sheet

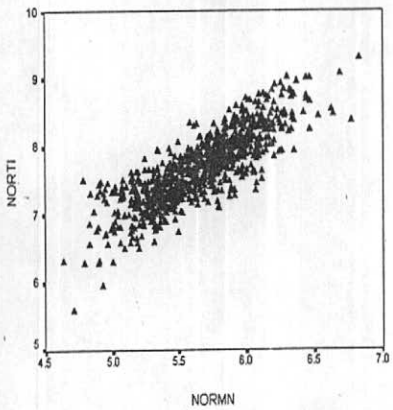
Scatter Plot for Cr,Ni



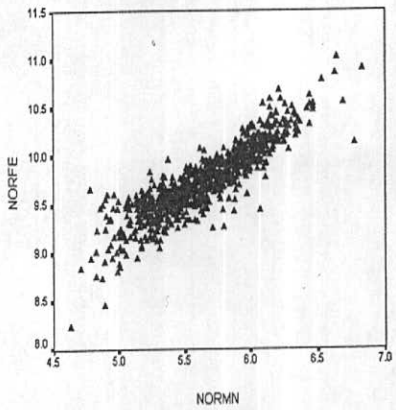
Scatter Plot for Cr,Co



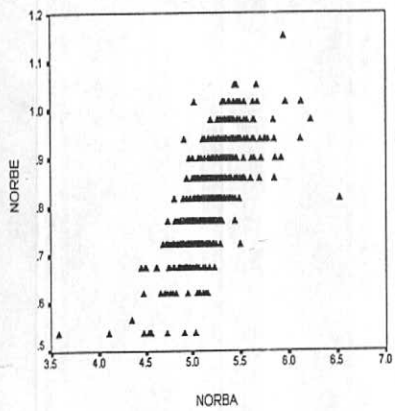
Scatter Plot for Mn,Ti



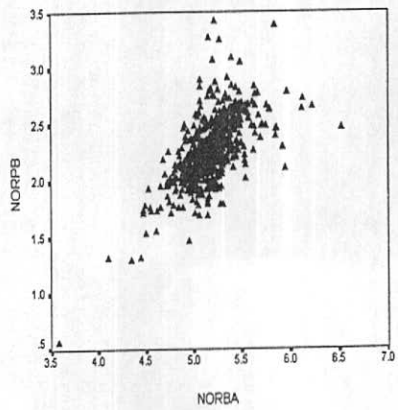
Scatter Plot for Mn,Fe



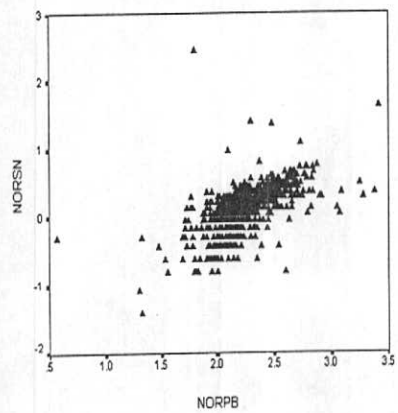
Scatter Plot for Ba,Be



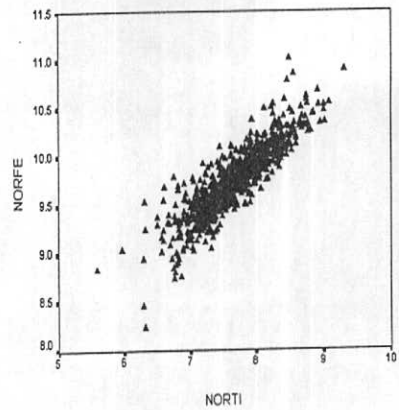
Scatter Plot for Ba,Pb



Scatter Plot for Pb,Sn



Scatter Plot for Ti,Fe



پاسخگویی به مقاصد چند متغیره طراحی شده‌اند که از جمله این روشها می‌توان به آنالیز فاکتوری اشاره کرد.

تجربه نشان داده است که چنانچه ترکیبی از متغیرها به جای یک متغیر به کار گرفته شوند و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود امکان تشخیص هاله‌های مرکب ژئوشیمیایی در اطراف توده‌های کانساری به مراتب افزایش می‌یابد. و از طرفی اثرات خطاهای تصادفی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد. از دیگر مزایای استفاده از روشهای چند متغیره، کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و درنتیجه کاستن از تعداد نقشه‌هاست. با استفاده از این روشها امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج راحت‌تر خواهد بود. البته استفاده بهینه از روشهای چند متغیره در حالتی صادق خواهد بود که در پردازش داده‌ها با تعداد زیادی متغیر روبرو باشیم و تا حدودی امکان اخذ نتیجه از متغیرها به گونه منفرد غیر ممکن و یا توام با خطای زیاد باشد. دراین گزارش از روشهای چند متغیره مانند روشهای آنالیز خوشه‌ای و آنالیز فاکتوری و ... استفاده شده است.

آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن:

به دلیل اینکه هر گروه از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی کم و بیش به طور مشابه حساسیت نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیطهای ژئوشیمیایی به کار گرفته شود. ضمناً تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنمای مستقیم در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد، به کار رود. در کل

شناخت همبستگی ژنتیکی که در بین عناصر وجود دارد اطلاعات لازم را برای تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژئوشیمیایی در اختیار می‌گذارد.

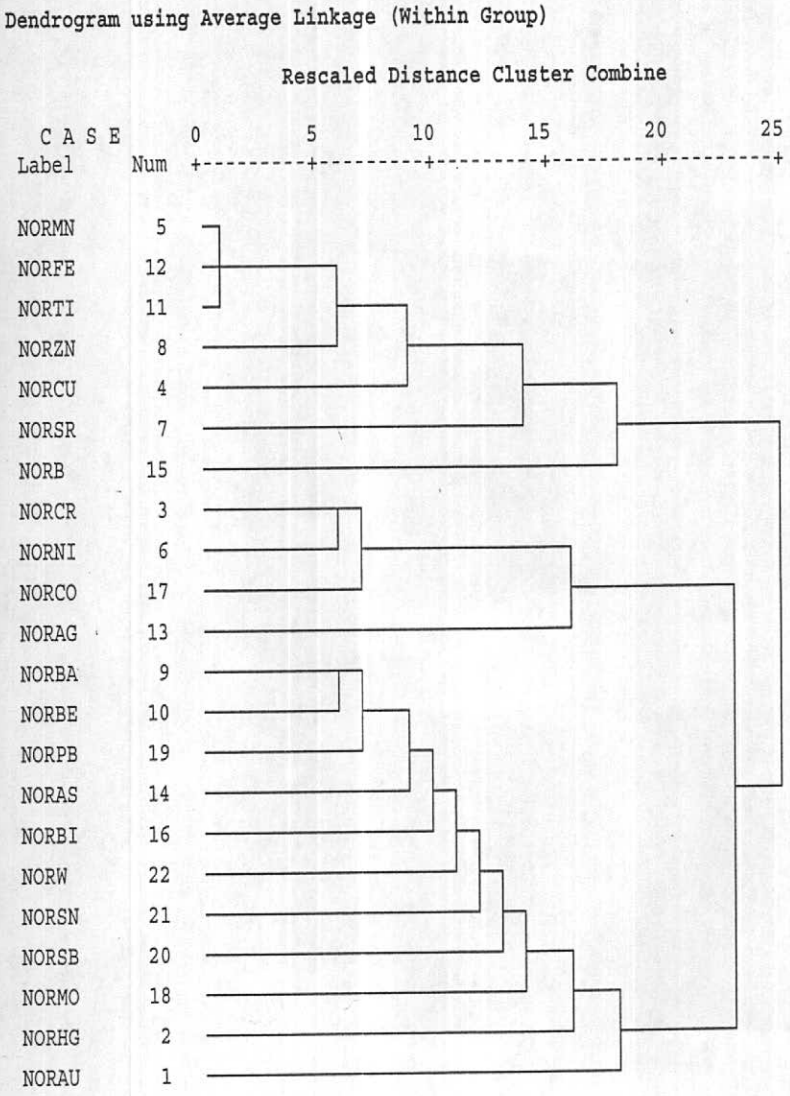
آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروههایی طبقه‌بندی می‌کند. دلایل زیادی برای ارزشمند بودن آنالیز خوشه‌ای وجود دارد، از جمله اینکه آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در یافتن گروههای واقعی کمک کند و همچنین باعث کاهش تراکم داده‌ها شود. البته باید توجه داشت که آنالیز خوشه‌ای می‌تواند گروه‌های غیر قابل انتظاری را نیز ایجاد نماید که بیانگر روابط جدیدی خواهند بود و باید مورد بررسی قرار گیرند. در روش آنالیز خوشه‌ای از داده‌های خام نرمال شده استفاده شده است تا اثر مقادیر غیر همساز از جامعه اصلی و نیز اثر تغییر مقیاس داده‌ها از میان برود. نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر مورد مطالعه در شکل (۴-۹) آورده شده است. با توجه به شکل می‌توان سه گروه اصلی را جدا نمود که بیانگر ارتباط پاراژنزی بین متغیرها باشد.

گروه اول: شامل عناصر **Mn,Fe,Ti,Zn,Cu,B,Sr**

گروه دوم: شامل عناصر **Cr,Ni,Co,Ag**

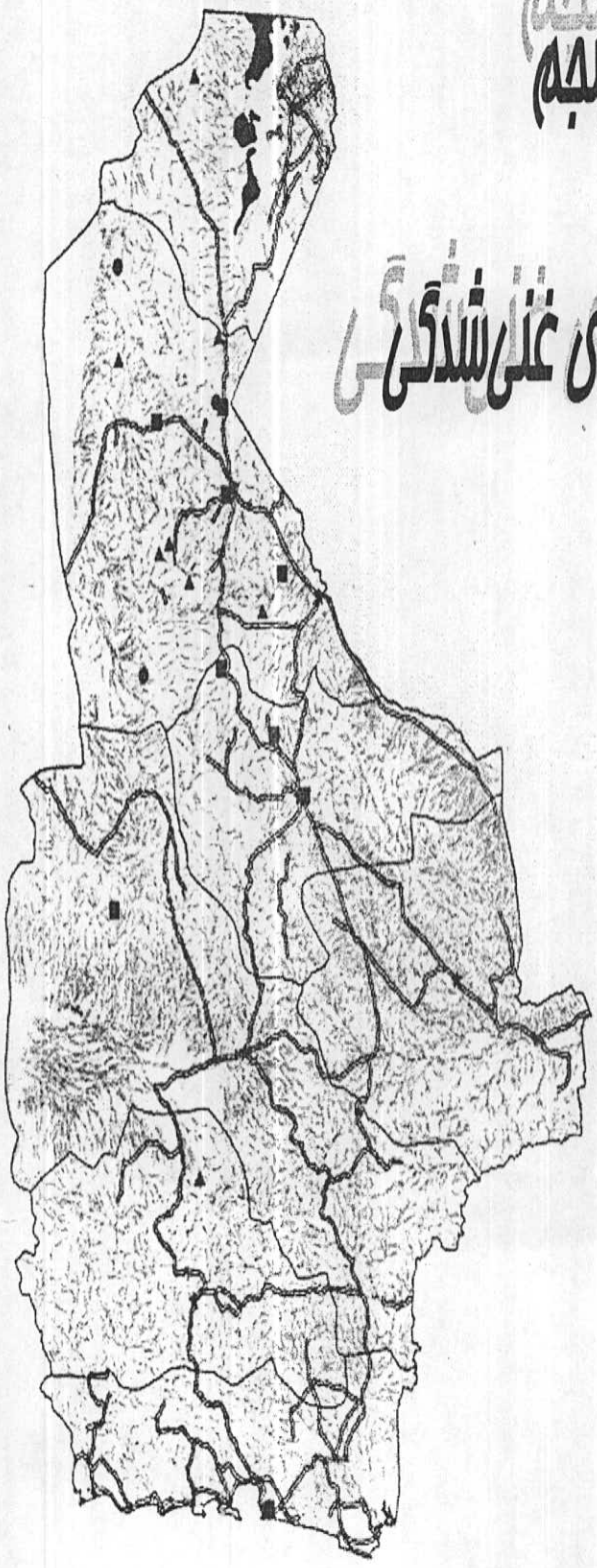
گروه سوم: شامل عناصر **Ba,Be,Pb,As,Bi,W,Sn,Sb,Mo,Hg,Au**

Fig (4-9) : Cluster Analyse for Normal Raw Data in Fannuj



فصل پنجم

پردازش داده‌های غنی‌شدگی



محاسبه شاخص غنی‌شدگی و همگن‌سازی جوامع:

پس از دسته‌بندی جوامع سنگی به منظور همگن‌سازی جوامع مختلف، مقدار زمینه محلی عناصر را در هر یک از جوامع سنگی محاسبه می‌گردد. بدین منظور از میانگین و یا میانه استفاده می‌شود. بدلیل اینکه میانگین خود متأثر از مقادیر حدی در تابع احتمال است و از طرفی توزیع اکثر عناصر، چولگی مثبت نشان می‌دهد، از مقوله میانه که مستقل از مقادیر می‌باشد استفاده شده است.

بنا به تعریف شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین عبارت است از نسبت غلظت‌آن عنصر در آن نمونه به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه‌ای که نمونه مربوطه متعلق به آن است.

شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین به مقدار غلظت آن عنصر در نمونه مربوطه و فراوانی همان عنصر در کل جامعه نمونه‌برداری بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه‌ای و منطقه‌ای یک عنصر هر دو با شیب ثابتی افزایش یا کاهش یابند آنچه که ثابت باقی خواهد ماند، شاخص غنی‌شدگی است. زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش ویا کاهش می‌یابند. بدین ترتیب شاخص غنی‌شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی و یا مولفه سن‌ژنتیک فراوانی یک عنصر در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد. بطور خلاصه می‌توان گفت شاخص غنی‌شدگی نشان دهنده نسبت غنی‌شدگی یا تهی‌شدگی یک عنصر در هر نمونه است. بدیهی است عناصری که مقدار شاخص غنی‌شدگی‌شان بیشتر از واحد باشد غنی شدگی و آنهایی که کمتر از واحد باشد تهی‌شدگی تلقی می‌شود.

شاخص غنی‌شدگی از رابطـه زیـر بدسـت می‌آیـد:

$$EI = \frac{Cj}{(Cmed)j}$$

در این رابطـه EI شـاخص غنی‌شـدگـی ، C_j مقـدار فراوانـی عنصـر j در نمونـه معیـن و j (cmed) میانـه مقـادیر عنصـر j درجامعـه مربـوط بـه آن نمونـه می‌باشـد. پـس از جـایگزینی مقادیر شاخص غنی‌شدگی بـه جـای داده‌هـای خـام یـک جامعـه کلـی حـاصل می‌شـود کـه آن را جامعه شاخص غنی‌شـدگـی می‌نـامند.

محاسبه پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی:

حـال بـا تشـکیل جامعـه شـاخص غنی‌شـدگـی و محاسـبه پارامترهـای آمـاری ورسـم هیستوگرام تجمعی فراوانی ایـن داده‌هـا ومقایسـه آنـها بـا محاسـبات وهیسـتوگرامـهای خـام بـه نظر می‌رسد کـه اثـرات نـاهمگنی کـه بـه صـورت جوامـع آمـاری مختلـف در هیسـتوگـرام بـروز کرده بـود تـا انـدازه‌ای از بیـن رفتـه و شـکل تـابع توزیـع همگن‌تـر شـده اسـت، ولـی همچنـان حالت لاگ نرمال در شـکل تـابع توزیـع مقـادیر مشـاهده می‌شـود.

بررسی مقادیر خارج از رده : (Outliers)

هنگـام بررسـی مقـادیر شـاخص غنی‌شـدگـی بـه نمونـه‌هایی برخـورد می‌شـود کـه در آسـتانه‌های بـالا و پـایین جامعـه داده‌هـا قـرار گرفتـه واز جامعـه اصلـی جـدا افتـاده‌اند. اگـر نمـودار جعبـه‌ای (Boxplot) آنـها ترسـیم شـود ایـن نمونـه‌ها بـه نحـو بـارزی خودشـان را از بقیه جدا می‌کنند. مقادیر خارج از رده به سـه حـالت مختلـف زیـر ممکـن اسـت بوجـود آینـد:

حالت اول) از یک خطای سیستماتیک به هنگام نمونه‌برداری، آماده‌سازی یا تجزیه شیمیایی نمونه‌ها ناشی شده باشند که باید از مرحله پردازش حذف یا اصلاح شوند.

حالت دوم) مشاهداتی که به صورت یک پدیده فوق‌العاده نمود پیدا می‌کنند که باید پس از بررسی اعتبار آنها در مورد حفظ یا حذف آنها تصمیم گرفت.

حالت سوم) مشاهدات فوق‌العاده‌ای که هیچگونه توضیح مناسبی برای آنها وجود ندارد و کارشناس اگر احساس کند که آنها به عنوان گوشه‌ای از جامعه مورد بررسی هستند می‌تواند آنها را حفظ کند.

وجود مقادیر خارج از رده در جامعه نمونه‌ها موجب افزایش واریانس جامعه و نیز همبستگی بین متغیرها وهمچنین افزایش چولگی در نمودار توزیع عناصر می‌شود. برای کاهش این تاثیر راههای مختلفی نظیر محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از روشهای ناپارامتری مانند روش اسپیرمن (Spearman) ، حذف و یا جایگزین نمودن مقادیر استفاده می‌شود دراین گزارش از روش جایگزین نمودن مقادیر خارج از رده استفاده شده‌است. جدول (۵-۱) نمونه‌های دارای مقادیر خارج از رده را نشان می‌دهد.

نرمال سازی شاخص‌های غنی‌شدگی :

استفاده از برخی روشهای آماری منوط به نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است در حالیکه توابع توزیع از نوع لاگ نرمال است ، به همین علت قبل از استفاده از این روشها شاخصهای غنی‌شدگی باید نرمال شوند. دراین بخش از نوعی تبدیلات جهت نرمال کردن تابع توزیع مقادیر شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است .

Table (5-1) : Outlier Samples For Normal Enrichment Data

	SAMPLE NUMBER	
Elements	Outlier (+)	Outlier (-)
Au		
W	*FT-348*	
Mo	*FJ-816*	
Be	*FT-202*	
Cr	*FF-410 , FF-506*	
Co		
Ni		
Cu		
Zn		
As		
Sn	*FM-060*	
Sb	*FT-283*	
B		
Ba		
Pb		
Bi	*FT-255 , FF-459*	
Fe		
Sr		
Hg		
Ag		
Ti	*FJ-740*	
Mn		

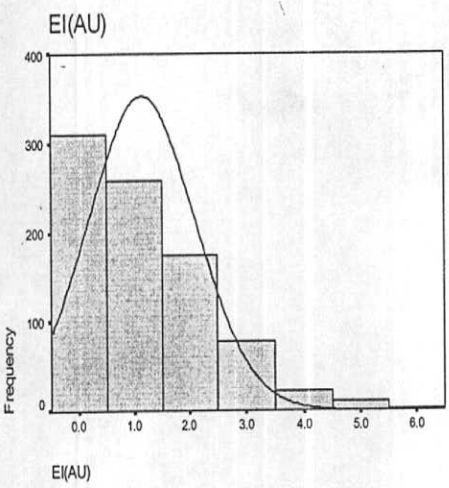
این کار شرط لازم کاربرد برخی روشهای آماری مانند تعیین نمونه‌های آنومالی با استفاده از اضافه کردن ضرایبی از انحراف معیار به حد آستانه‌ای و یا محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون می‌باشد. روش لاگ نرمال به صورت یک روش توصیفی برای نرمال کردن تابع توزیع جوامعی که دارای چولگی در نمودار خود هستند به کار می رود. در اینجا از لگاریتم طبیعی مقادیر شاخص غنی‌شدگی به اضافه یا منهای یک مقدار ثابت استفاده شده است.

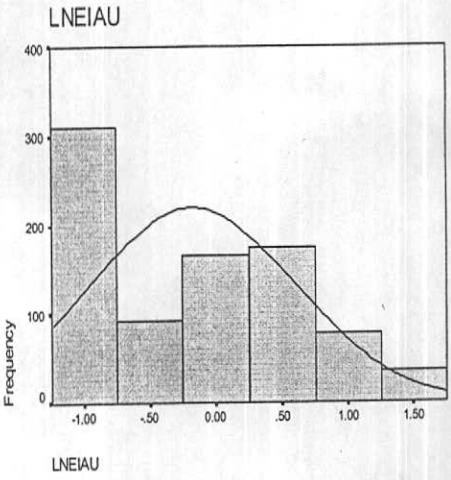
پارامترهای آماری و هیستوگرام‌های ترسیم شده برای داده‌های نرمال در شکل (۵-۱) تا (۵-۷) آورده شده است. (سایر اشکال در CD آورده شده است.) با توجه به این پارامترهای آماری می‌توان دریافت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر مربوط به شاخصهای غنی‌شدگی نرمال نشده تا چه اندازه کاهش یافته ومنحنی توزیع تجمعی آنها به صورت یک خط راست که بیانگر توزیع نرمال می‌باشد، ظاهر شده است . هیستوگرام مقادیر نرمال شده نسبت به هیستوگرام مقادیر نرمال نشده نیز بیانگر مطلب فوق می‌باشد.

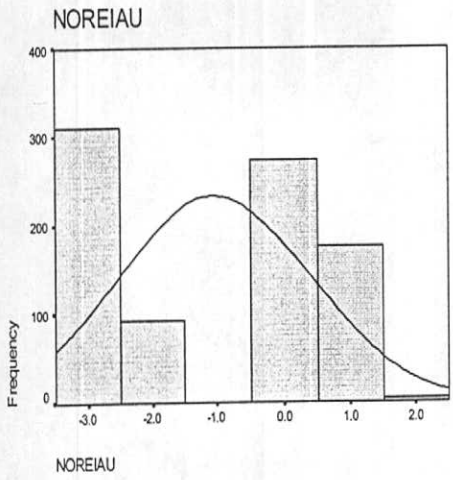
Fig (5-1) : Statistical Parameters For Normal Enrichment Data In Fannuj

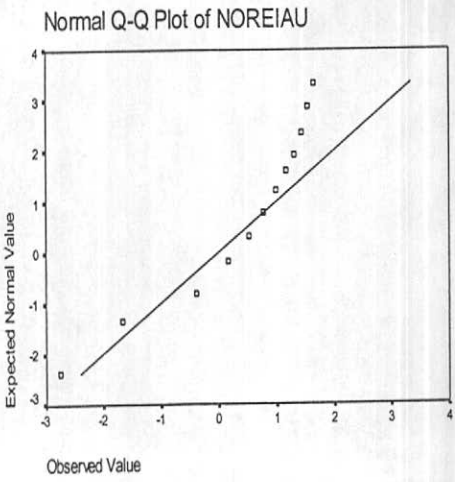
Statistics

		EI(AU)	LNEIAU	NOREIAU
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.143	-.1769	-1.0552
Median		1.000	.0000	-.3734
Std. Deviation		.967	.7741	1.4621
Skewness		1.569	.405	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		2.421	-1.159	-1.582
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.4	-.98	-2.76
Maximum		5.5	1.70	1.65





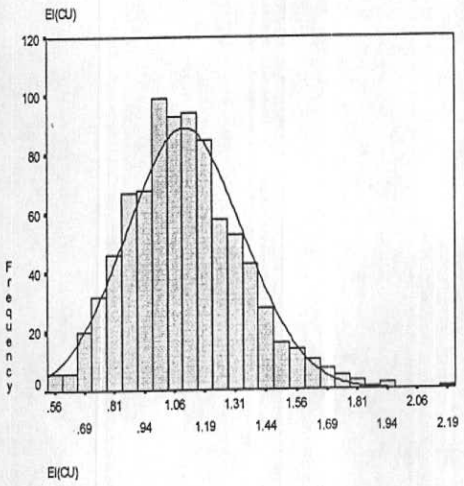


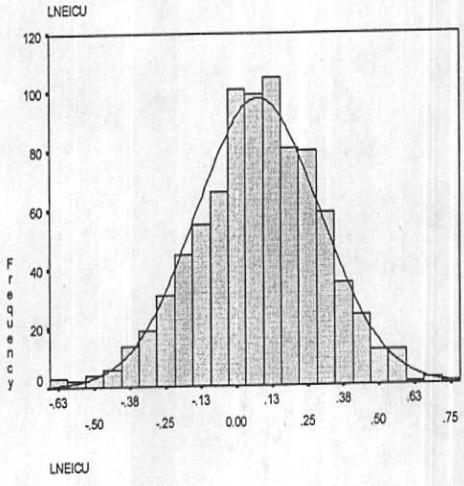


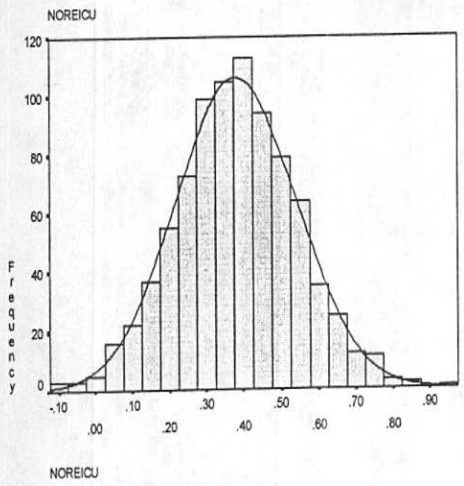
Fig(5-2):Statistical Parameters For Normal Data In Fanuj

Statistics

		EI(CU)	LNEICU	NOREICU
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.105	7.636E-02	.3791
Median		1.086	8.286E-02	.3794
Std. Deviation		.239	.2180	.1606
Skewness		.509	-.178	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		.565	.139	.065
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.5	-.61	-.09
Maximum		2.2	.77	.93







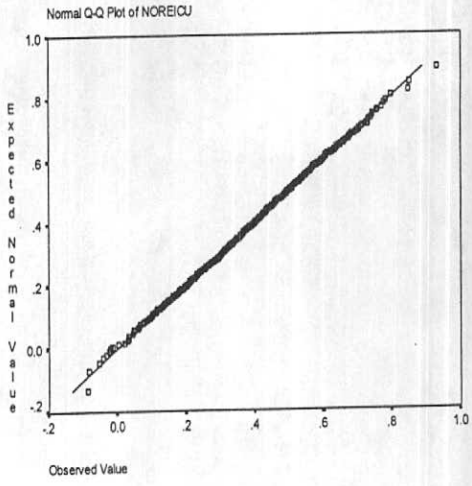
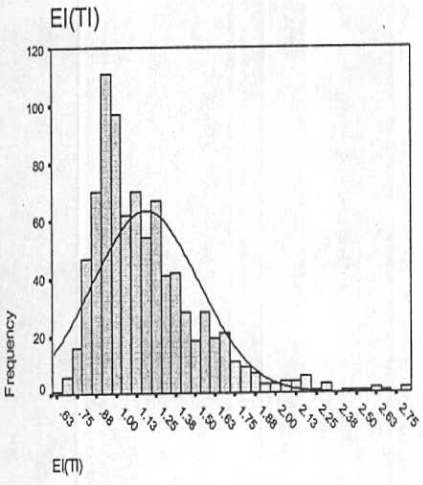
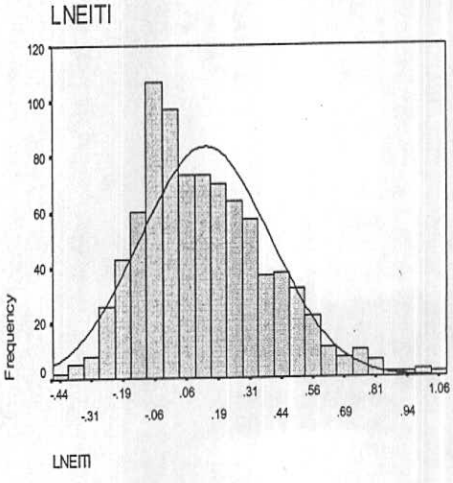


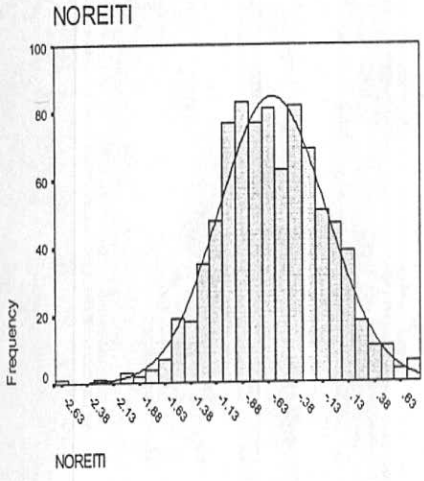
Fig (5-3) : Statistical Parameters For Normal Enrichment Data In Fanuj

Statistics

		EI(TI)	LNEITI	NOREITI
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.189	.1387	-.5875
Median		1.105	9.948E-02	-.6044
Std. Deviation		.337	.2555	.5042
Skewness		1.503	.686	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		3.089	.324	.097
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.6	-.46	-2.63
Maximum		2.8	1.03	.81







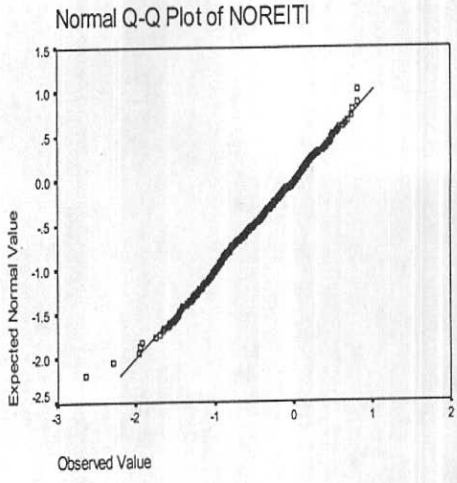
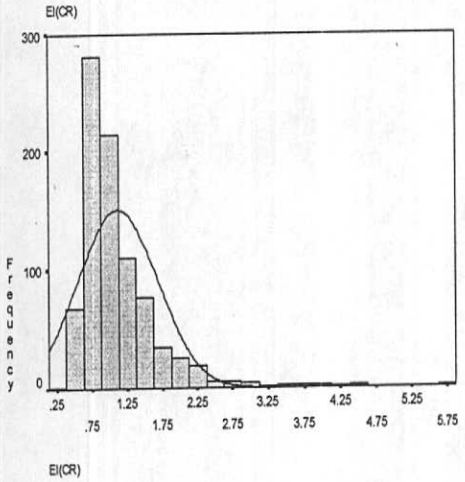
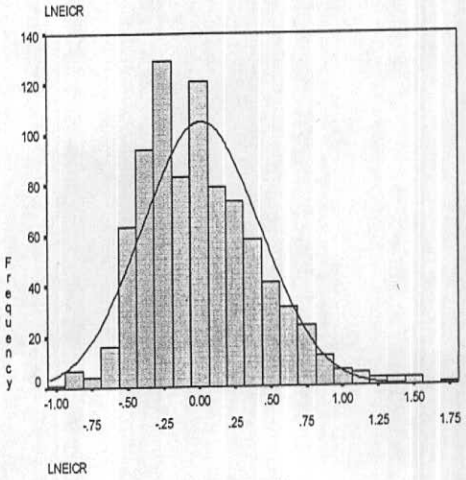


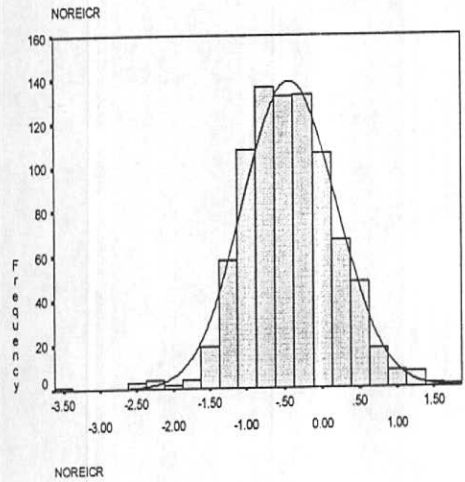
Fig (5-4) : Statistical Parameters For Normal Enrichment Data In Fannuj

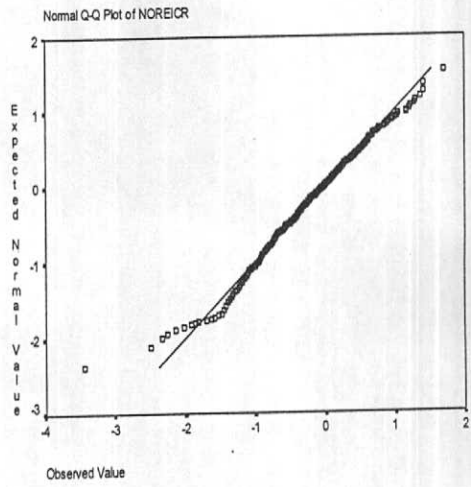
Statistics

		EI(CR)	LNEICR	NOREICR
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.116	1.790E-02	-.4263
Median		.971	-2.90E-02	-.4366
Std. Deviation		.566	.4073	.6138
Skewness		2.701	.752	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		11.895	.834	1.000
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.4	-1.03	-3.44
Maximum		5.8	1.76	1.70





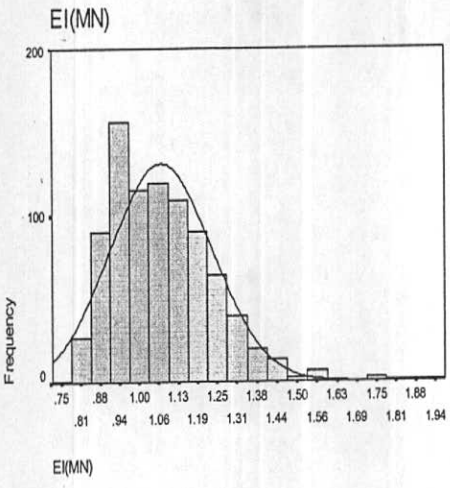


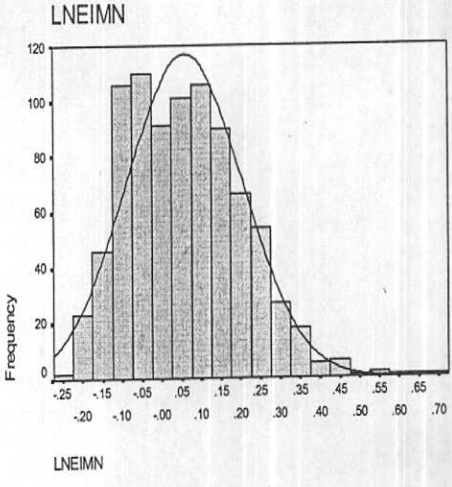


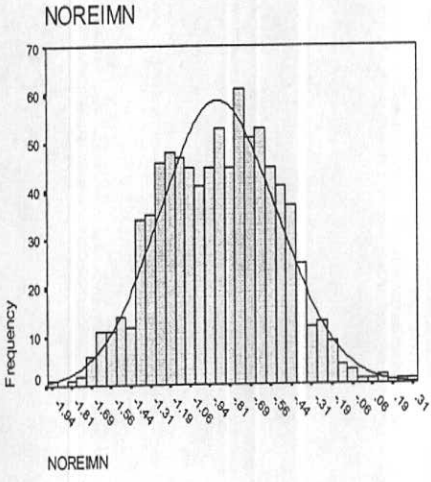
Fig(5-5) : Statistical Parameters For Normal Enrichment Data In Fannuj

Statistics

		EI(MN)	LNEIMN	NOREIMN
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.07	5.849E-02	-.8859
Median		1.05	4.803E-02	-.8730
Std. Deviation		.16	.1458	.3633
Skewness		1.048	.536	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		2.162	.283	-.374
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		1	-.25	-1.91
Maximum		2	.68	.29







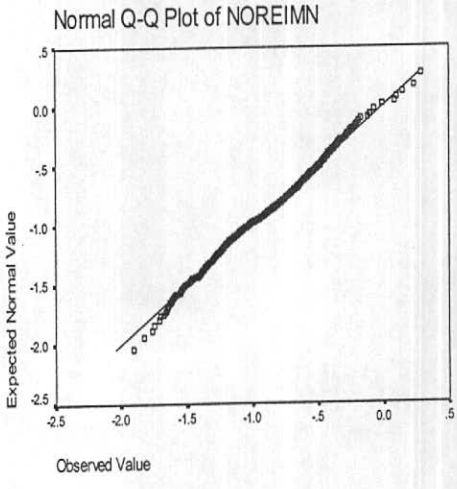
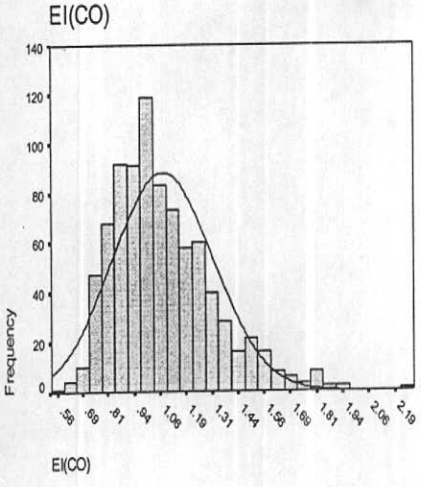
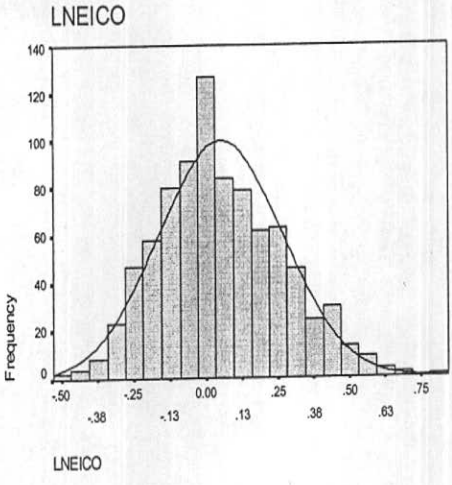


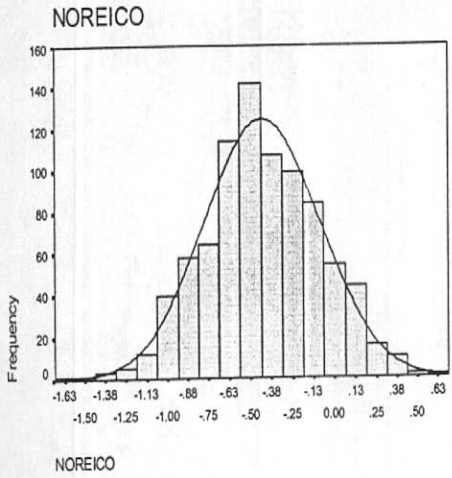
Fig (5-6) : Statistical Parameters For Normal Enrichment Data In Fannuj

Statistics

		EI(CO)	LNEICO	NOREICO
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.077	5.094E-02	-.4320
Median		1.026	2.598E-02	-.4503
Std. Deviation		.241	.2138	.3423
Skewness		.964	.355	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		1.138	-.068	-.073
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.6	-.53	-1.61
Maximum		2.2	.81	.61







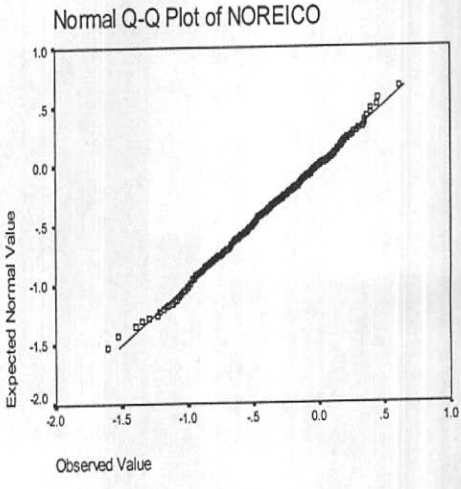
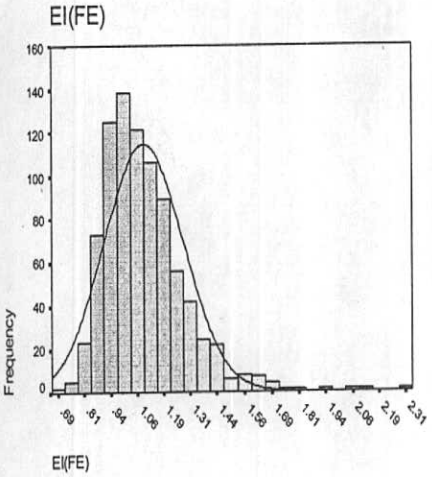
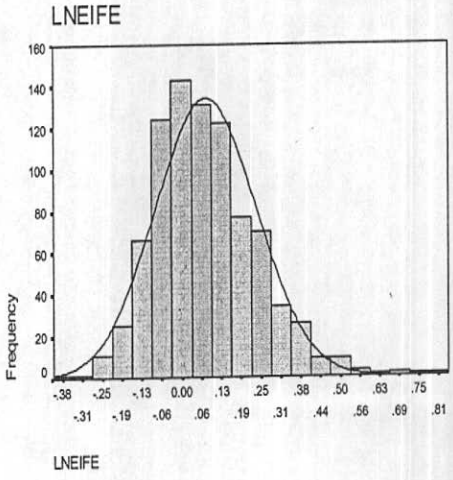


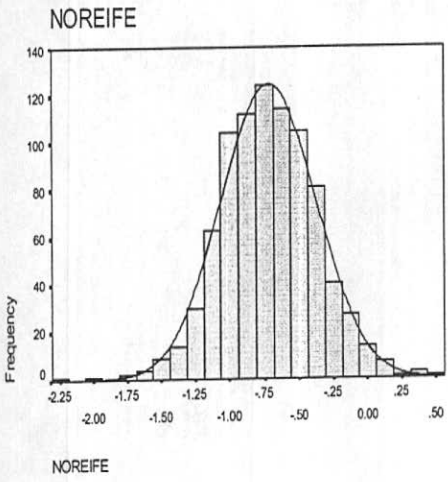
Fig (5-7) : Statistical Parameters For Normal Enrichment Data In Fannuj

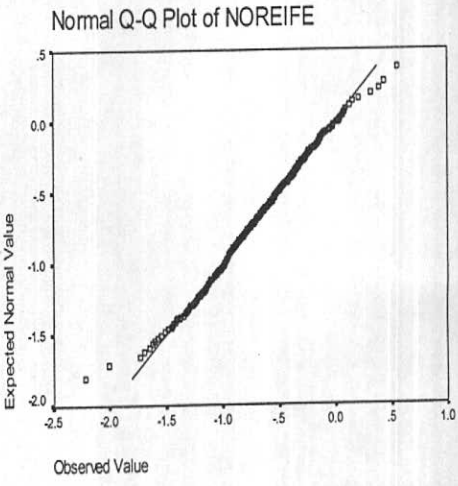
Statistics

		EI(FE)	LNEIFE	NOREIFE
N	Valid	857	857	857
	Missing	0	0	0
Mean		1.095	7.732E-02	-.7188
Median		1.063	6.079E-02	-.7237
Std. Deviation		.186	.1590	.3426
Skewness		1.455	.692	.000
Std. Error of Skewness		.084	.084	.084
Kurtosis		4.490	1.184	.713
Std. Error of Kurtosis		.167	.167	.167
Minimum		.7	-.38	-2.22
Maximum		2.3	.84	.55









تعیین ضریب همبستگی :

برای تعیین اینکه آیا ارتباط معنی‌داری میان تغییرات متغیرهای آماری وجود دارد، ضرایب همبستگی میان آنها محاسبه می‌شود. این عمل به دو منظور کشف همبستگی بین متغیرها و تخمین مقدار یک یا چند متغیر دیگر صورت می‌گیرد. برای بررسی، دو نوع ضریب همبستگی اسپیرمن و پیرسون به صورت ماتریس ضرایب همبستگی محاسبه شده‌اند که در جداول (۵-۲) و (۵-۳) آمده است. شرط محاسبه ضریب همبستگی پیرسون، نرمال بودن تابع توزیع متغیرها می‌باشد. دراین جداول، Sig(2-Tailed) میزان معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی طبق آزمون فرض مساوی صفر بودن ضریب همبستگی می‌باشد.

برای محاسبه ضریب همبستگی پیرسون به علت تأثیرپذیری این پارامتر از آستانه‌های بالا وپایین حتماً باید داده‌های شاخص غنی‌شدگی نرمال شوند تا ضریب همبستگی محاسبه شوند. جدول (۵-۲) مقادیر این ضرایب را نشان می‌دهد.

بر پایه جدول ضریب همبستگی پیرسون بین جفت متغیرهای Ba,Pb(0.629) و Pb,Sn(0.627) و Fe,Ti(0.878) و Pb,Be(0.689) و Ni,Cr(0.715) و Ba,Be(0.718) و Mn,Fe(0.886) و Cr,Co(0.697) و Mn,Ti(0.833) در سطح اعتماد مطلوب ۹۹٪ می‌باشد که بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر Mn,Fe(0.886) وجود دارد. این ضرایب بیانگر ارتباط پاراژنزی بین عناصر می‌باشند.

برای محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن از داده‌های شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود، در بعضی مواقع وضعیت متفاوتی نسبت به ضریب همبستگی پیرسون دارد. این اختلاف بیشتر زمانی بروز می‌کند که مقدار داده‌های خارج از رده زیاد باشد. اما

مقایسه دقیق آنها، این نکته را بیان می‌کند که اختلاف این دو ضریب همبستگی خیلی زیاد نیست، این امر نشان دهنده تاثیرپذیری کم داده‌ها از مقادیر خارج از رده است. جدول (۵-۳) مقادیر این ضرایب را نشان می‌دهد.

بر پایه این جدول ضریب همبستگی مشاهده شده بین عناصر Mn,Ti(0.838) و Ba,Be(0.740) و Pb,Sn(0.671) و Ti,Fe(0.888) و Cr,Ni(0.677) و Fe,Mn(0.895) و Be,Pb(0.698) و Co,Cr(0.698) در سطح اعتماد ۹۹٪ می‌باشد که بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر Fe,Mn(0.895) وجود دارد. ضریب همبستگی بین جفت متغیرها به روش پیرسون و اسپیرمن بیانگر اختلاف تقریبا کم بین ضرایب همبستگی عناصر متناظر می‌باشد که حکایت از توزیع نسبتا نرمال عناصر و همین طور عدم تأثیر نمونه‌های دور افتاده دارد.

یکی دیگر از راههای بررسی ارتباط تغییرات عناصر با یکدیگر، رسم نمودار پراکنش (Scatter Plot) می‌باشد. زوج مرتب‌هایی از مقادیر دو متغیر که دارای توزیع دو متغیره یکسان باشند بر روی نمودار دو بعدی ترسیم می‌گردند. هر چه پراکندگی نقاط در نمودارهای پراکنش بیشتر باشد پیوند بین متغیرها ضعیف‌تر است. شکل (۵-۸) پراکنش مقادیر داده‌های شاخص غنی‌شدگی نرمال شده برای چند زوج عنصری است که بیشترین ارتباط را نشان می‌دهد. دراین نمودارها زوج عنصر Mn , Fe بیشترین همبستگی را با یکدیگر نشان می‌دهد.

Table (5-2) :Pearson Correlation for Normal Enrichment Data in Fannuj 1:100000 Sheet

		NOR EI Au	NOR EI Cr	NOR EI Cu	NOR EI Mn	NOR EI Ni	NOR EI Sr	NOR EI Zn	NOR EI Ba	NOR EI Be	NOR EI Ti	NOR EI Fe	NOR EI Ag	NOR EI As	NOR EI Bi	NOR EI Co	NOR EI Mo	NOR EI Pb	NOR EI Sb	NOR EI Sn	NOR EI W
NOR EI Au	Pearson Correlation	1	-0.021	0.004	-0.006	0.005	0.004	0.005	0.047	0.075	-0.022	-0.008	-0.074	0.044	-0.001	-0.018	-0.017	0.047	0.021	0.01	0.049
	Sig. (2-tailed)	.	0.546	0.906	0.866	0.875	0.898	0.882	0.166	0.028	0.512	0.809	0.03	0.197	0.984	0.599	0.615	0.173	0.534	0.765	0.15
NOR EI Cr	Pearson Correlation	-0.021	1	0.178	0.097	0.715	-0.128	-0.193	-0.231	-0.26	0.037	0.234	0.108	-0.131	-0.25	0.697	0.071	-0.269	-0.035	-0.109	-0.055
	Sig. (2-tailed)	0.546	.	0	0.004	0	0	0	0	0	0.281	0	0.002	0	0	0	0.038	0	0.303	0.001	0.108
NOR EI Cu	Pearson Correlation	0.004	0.178	1	0.537	-0.037	0.097	0.281	-0.456	-0.409	0.396	0.573	-0.017	-0.155	-0.247	0.506	0.002	-0.337	-0.214	-0.196	-0.155
	Sig. (2-tailed)	0.906	0	.	0	0.278	0.005	0	0	0	0	0	0.619	0	0	0	0.946	0	0	0	0
NOR EI Mn	Pearson Correlation	-0.006	0.097	0.537	1	-0.369	0.227	0.58	-0.318	-0.379	0.833	0.886	-0.095	-0.197	-0.202	0.313	0.077	-0.284	-0.254	-0.031	-0.28
	Sig. (2-tailed)	0.866	0.004	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0.024	0	0	0.366	0
NOR EI Ni	Pearson Correlation	0.005	0.715	-0.037	-0.369	1	-0.244	-0.473	-0.036	-0.009	-0.452	-0.263	0.145	0.002	-0.073	0.572	-0.04	-0.089	0.051	-0.142	0.127
	Sig. (2-tailed)	0.875	0	0.278	0	.	0	0	0.297	0.798	0	0	0	0.949	0.033	0	0.247	0.009	0.135	0	0
NOR EI Sr	Pearson Correlation	0.004	-0.128	0.097	0.227	-0.244	1	-0.024	-0.188	-0.257	0.083	0.094	-0.06	-0.22	-0.224	-0.163	-0.11	-0.276	-0.26	-0.351	-0.36
	Sig. (2-tailed)	0.898	0	0.005	0	0	.	0.48	0	0	0.015	0.006	0.079	0	0	0	0.001	0	0	0	0
NOR EI Zn	Pearson Correlation	0.005	-0.193	0.281	0.58	-0.473	-0.024	1	0.057	0.076	0.521	0.542	-0.032	0.157	0.08	-0.034	0.244	0.196	0.082	0.411	0.116
	Sig. (2-tailed)	0.882	0	0	0	0	0.48	.	0.097	0.026	0	0	0.351	0	0.02	0.319	0	0	0.016	0	0.001
NOR EI Ba	Pearson Correlation	0.047	-0.231	-0.456	-0.318	-0.036	-0.188	0.057	1	0.718	-0.204	-0.346	0.17	0.508	0.495	-0.472	0.108	0.629	0.308	0.401	0.415
	Sig. (2-tailed)	0.166	0	0	0	0.297	0	0.097	.	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0
NOR EI Be	Pearson Correlation	0.075	-0.26	-0.409	-0.379	-0.009	-0.257	0.076	0.718	1	-0.299	-0.353	0.078	0.595	0.575	-0.466	0.066	0.689	0.304	0.483	0.464
	Sig. (2-tailed)	0.028	0	0	0	0.798	0	0.026	0	.	0	0	0.023	0	0	0	0.054	0	0	0	0
NOR EI Ti	Pearson Correlation	-0.022	0.037	0.396	0.833	-0.452	0.083	0.521	-0.204	-0.299	1	0.878	-0.082	-0.124	-0.127	0.194	0.094	-0.252	-0.238	0.12	-0.201
	Sig. (2-tailed)	0.512	0.281	0	0	0.015	0	0	0	0	.	0	0.017	0	0	0	0.006	0	0	0	0
NOR EI Fe	Pearson Correlation	-0.008	0.234	0.573	0.886	-0.263	0.094	0.542	-0.346	-0.353	0.878	1	-0.074	-0.181	-0.201	0.463	0.091	-0.316	-0.255	0.047	-0.238
	Sig. (2-tailed)	0.809	0	0	0	0	0.006	0	0	0	0	.	0.03	0	0	0	0.007	0	0	0.172	0
NOR EI Ag	Pearson Correlation	-0.074	0.108	-0.017	-0.095	0.145	-0.06	-0.032	0.17	0.078	-0.082	-0.074	1	0.214	0.239	0.094	0.161	0.211	0.145	0.133	0.227
	Sig. (2-tailed)	0.03	0.002	0.619	0.005	0	0.079	0.351	0	0.023	0.017	0.03	.	0	0	0.006	0	0	0	0	0
NOR EI As	Pearson Correlation	0.044	-0.131	-0.155	-0.197	0.002	-0.22	0.157	0.508	0.595	-0.124	-0.181	0.214	1	0.546	-0.265	0.237	0.579	0.355	0.417	0.576
	Sig. (2-tailed)	0.197	0	0	0	0.949	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0
NOR EI Bi	Pearson Correlation	-0.001	-0.25	-0.247	-0.202	-0.073	-0.224	0.08	0.495	0.575	-0.127	-0.201	0.239	0.546	1	-0.323	0.222	0.574	0.289	0.376	0.502
	Sig. (2-tailed)	0.984	0	0	0	0.033	0	0.02	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0
NOR EI Co	Pearson Correlation	-0.018	0.697	0.506	0.313	0.572	-0.163	-0.034	-0.472	-0.466	0.194	0.463	0.094	-0.265	-0.323	1	0.125	-0.373	-0.136	-0.088	-0.157
	Sig. (2-tailed)	0.599	0	0	0	0	0	0.319	0	0	0	0	0.006	0	0	.	0	0	0	0.01	0
NOR EI Mo	Pearson Correlation	-0.017	0.071	0.002	0.077	-0.04	-0.11	0.244	0.108	0.066	0.094	0.091	0.161	0.237	0.222	0.125	1	0.39	0.381	0.481	0.234
	Sig. (2-tailed)	0.615	0.038	0.946	0.024	0.247	0.001	0	0.002	0.054	0.006	0.007	0	0	0	0	.	0	0	0	0
NOR EI Pb	Pearson Correlation	0.047	-0.269	-0.337	-0.284	-0.089	-0.276	0.196	0.629	0.689	-0.252	-0.316	0.211	0.579	0.574	-0.373	0.39	1	0.509	0.627	0.53
	Sig. (2-tailed)	0.173	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0
NOR EI Sb	Pearson Correlation	0.021	-0.035	-0.214	-0.254	0.051	-0.26	0.082	0.308	0.304	-0.238	-0.255	0.145	0.355	0.289	-0.136	0.381	0.509	1	0.508	0.386
	Sig. (2-tailed)	0.534	0.303	0	0	0.135	0	0.016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0
NOR EI Sn	Pearson Correlation	0.01	-0.109	-0.196	-0.031	-0.142	-0.351	0.411	0.401	0.483	0.12	0.047	0.133	0.417	0.376	-0.088	0.481	0.627	0.508	1	0.38
	Sig. (2-tailed)	0.765	0.001	0	0.366	0	0	0	0	0	0	0.172	0	0	0	0.01	0	0	0	.	0
NOR EI W	Pearson Correlation	0.049	-0.055	-0.155	-0.28	0.127	-0.36	0.116	0.415	0.464	-0.201	-0.238	0.227	0.576	0.502	-0.157	0.234	0.53	0.386	0.38	1
	Sig. (2-tailed)	0.15	0.108	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.

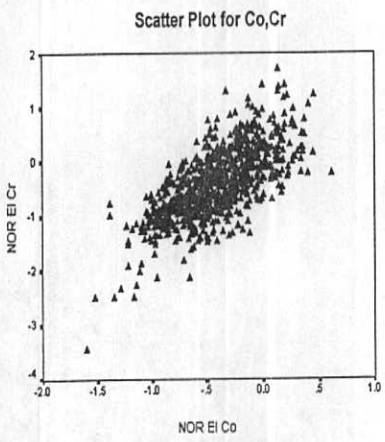
Listwise N=857

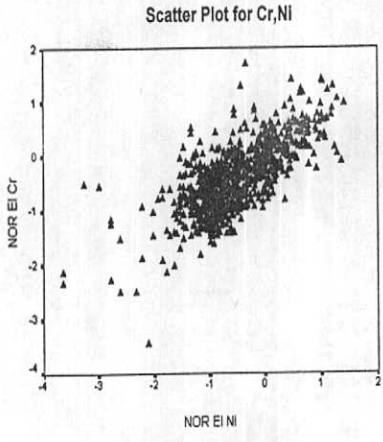
Table (5-3) : Spearman Correlation for Enrichment Data in Fannuj 1:100000 Sheet

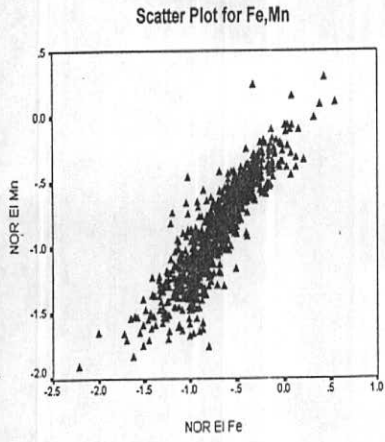
		EI(AU)	EI(CR)	EI(CU)	EI(MN)	EI(NI)	EI(SR)	EI(ZN)	EI(BA)	EI(BE)	EI(TI)	EI(FE)	EI(AG)	EI(AS)	EI(BI)	EI(CO)	EI(MO)	EI(PB)	EI(SB)	EI(SN)	EI(W)
EI(AU)	Correlation Coefficient	1	-0.007	0.008	0.002	-0.004	0.016	0.002	0.035	0.073	-0.021	-0.01	-0.052	0.03	-0.004	-0.016	0.001	0.035	0.024	-0.002	0.028
	Sig. (2-tailed)	.	0.841	0.824	0.957	0.917	0.639	0.95	0.309	0.033	0.537	0.765	0.127	0.379	0.903	0.639	0.971	0.311	0.483	0.951	0.412
EI(CR)	Correlation Coefficient	-0.007	1	0.219	0.098	0.677	-0.095	-0.179	-0.301	-0.279	0.045	0.241	0.112	-0.138	-0.257	0.698	0.021	-0.272	-0.055	-0.15	-0.05
	Sig. (2-tailed)	0.841	.	0	0.004	0	0.006	0	0	0	0.184	0	0.001	0	0	0	0.538	0	0.107	0	0.146
EI(CU)	Correlation Coefficient	0.008	0.219	1	0.533	0.014	0.111	0.267	-0.532	-0.4	0.395	0.571	-0.023	-0.193	-0.255	0.518	0.002	-0.371	-0.291	-0.225	-0.163
	Sig. (2-tailed)	0.824	0	.	0	0.689	0.001	0	0	0	0	0	0.495	0	0	0	0.955	0	0	0	0
EI(MN)	Correlation Coefficient	0.002	0.098	0.533	1	-0.401	0.257	0.6	-0.392	-0.333	0.838	0.895	-0.123	-0.238	-0.212	0.294	0.159	-0.313	-0.289	-0.03	-0.284
	Sig. (2-tailed)	0.957	0.004	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.38	0
EI(NI)	Correlation Coefficient	-0.004	0.677	0.014	-0.401	1	-0.255	-0.466	-0.04	-0.008	-0.482	-0.281	0.199	0.031	-0.055	0.563	-0.107	-0.032	0.089	-0.134	0.173
	Sig. (2-tailed)	0.917	0	0.689	0	.	0	0	0.239	0.807	0	0	0	0.365	0.111	0	0.002	0.347	0.009	0	0
EI(SR)	Correlation Coefficient	0.016	-0.095	0.111	0.257	-0.255	1	0.028	-0.169	-0.205	0.135	0.143	-0.063	-0.224	-0.204	-0.143	-0.034	-0.254	-0.254	-0.328	-0.367
	Sig. (2-tailed)	0.639	0.006	0.001	0	0	.	0.417	0	0	0	0	0.067	0	0	0	0.316	0	0	0	0
EI(ZN)	Correlation Coefficient	0.002	-0.179	0.267	0.6	-0.466	0.028	1	-0.034	0.049	0.53	0.536	-0.054	0.125	0.076	-0.02	0.284	0.148	0.023	0.385	0.101
	Sig. (2-tailed)	0.95	0	0	0	0	0.417	.	0.319	0.152	0	0	0.112	0	0.026	0.558	0	0	0.496	0	0.003
EI(BA)	Correlation Coefficient	0.035	-0.301	-0.532	-0.392	-0.04	-0.169	-0.034	1	0.74	-0.273	-0.439	0.125	0.511	0.506	-0.544	0.061	0.634	0.372	0.419	0.408
	Sig. (2-tailed)	0.309	0	0	0	0.239	0	0.319	.	0	0	0	0	0	0	0	0.075	0	0	0	0
EI(BE)	Correlation Coefficient	0.073	-0.279	-0.4	-0.333	-0.008	-0.205	0.049	0.740	1	-0.291	-0.37	0.055	0.627	0.611	-0.461	0.089	0.698	0.383	0.549	0.455
	Sig. (2-tailed)	0.033	0	0	0	0.807	0	0.152	0	.	0	0	0.108	0	0	0	0.01	0	0	0	0
EI(TI)	Correlation Coefficient	-0.021	0.045	0.395	0.838	-0.482	0.135	0.53	-0.273	-0.291	1	0.888	-0.124	-0.193	-0.16	0.194	0.166	-0.301	-0.296	0.106	-0.22
	Sig. (2-tailed)	0.537	0.184	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0
EI(FE)	Correlation Coefficient	-0.01	0.241	0.571	0.895	-0.281	0.143	0.536	-0.439	-0.37	0.888	1	-0.091	-0.253	-0.229	0.457	0.126	-0.383	-0.324	0.014	-0.264
	Sig. (2-tailed)	0.765	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0.007	0	0	0	0	0	0	0.687	0
EI(AG)	Correlation Coefficient	-0.052	0.112	-0.023	-0.123	0.199	-0.063	-0.054	0.125	0.055	-0.124	-0.091	1	0.204	0.235	0.132	0.083	0.186	0.158	0.134	0.242
	Sig. (2-tailed)	0.127	0.001	0.495	0	0	0.067	0.112	0	0.108	0	0.007	.	0	0	0	0.015	0	0	0	0
EI(AS)	Correlation Coefficient	0.03	-0.138	-0.193	-0.238	0.031	-0.224	0.125	0.511	0.627	-0.193	-0.253	0.204	1	0.572	-0.288	0.243	0.622	0.415	0.449	0.555
	Sig. (2-tailed)	0.379	0	0	0	0.365	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0
EI(BI)	Correlation Coefficient	-0.004	-0.257	-0.255	-0.212	-0.055	-0.204	0.076	0.506	0.611	-0.16	-0.229	0.235	0.572	1	-0.315	0.209	0.587	0.35	0.439	0.507
	Sig. (2-tailed)	0.903	0	0	0	0.111	0	0.026	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0
EI(CO)	Correlation Coefficient	-0.016	0.698	0.518	0.294	0.563	-0.143	-0.02	-0.544	-0.461	0.194	0.457	0.132	-0.288	-0.315	1	0.041	-0.371	-0.202	-0.141	-0.158
	Sig. (2-tailed)	0.639	0	0	0	0	0	0.558	0	0	0	0	0	0	0	.	0.229	0	0	0	0
EI(MO)	Correlation Coefficient	0.001	0.021	0.002	0.159	-0.107	-0.034	0.284	0.061	0.089	0.166	0.126	0.083	0.243	0.209	0.041	1	0.326	0.289	0.4	0.213
	Sig. (2-tailed)	0.971	0.538	0.955	0	0.002	0.316	0	0.075	0.01	0	0	0.015	0	0	0.229	.	0	0	0	0
EI(PB)	Correlation Coefficient	0.035	-0.272	-0.371	-0.313	-0.032	-0.254	0.148	0.634	0.698	-0.301	-0.383	0.186	0.622	0.587	-0.371	0.326	1	0.565	0.671	0.543
	Sig. (2-tailed)	0.311	0	0	0	0.347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0	0
EI(SB)	Correlation Coefficient	0.024	-0.055	-0.291	-0.289	0.089	-0.254	0.023	0.372	0.383	-0.296	-0.324	0.158	0.415	0.35	-0.202	0.289	0.565	1	0.475	0.461
	Sig. (2-tailed)	0.483	0.107	0	0	0.009	0	0.496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0	0
EI(SN)	Correlation Coefficient	-0.002	-0.15	-0.225	-0.03	-0.134	-0.328	0.385	0.419	0.549	0.106	0.014	0.134	0.449	0.439	-0.141	0.4	0.671	0.475	1	0.447
	Sig. (2-tailed)	0.951	0	0	0.38	0	0	0	0	0	0.002	0.687	0	0	0	0	0	0	0	.	0
EI(W)	Correlation Coefficient	0.028	-0.05	-0.163	-0.284	0.173	-0.367	0.101	0.408	0.455	-0.22	-0.264	0.242	0.555	0.507	-0.158	0.213	0.543	0.461	0.447	1
	Sig. (2-tailed)	0.412	0.146	0	0	0	0	0.003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.

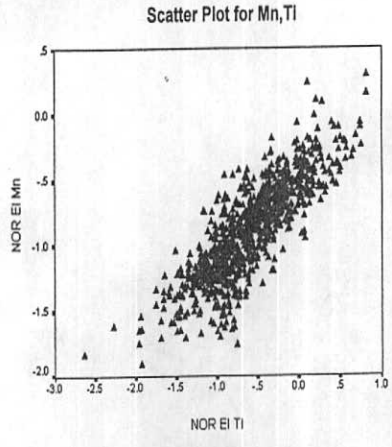
Listwise N = 857

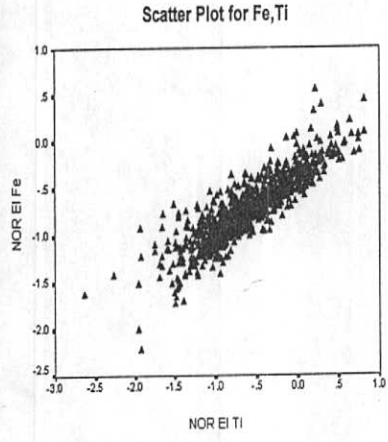
Fig (5-8) : Pearson Scatter Plot For Normal Enrichment Data in Fannuj

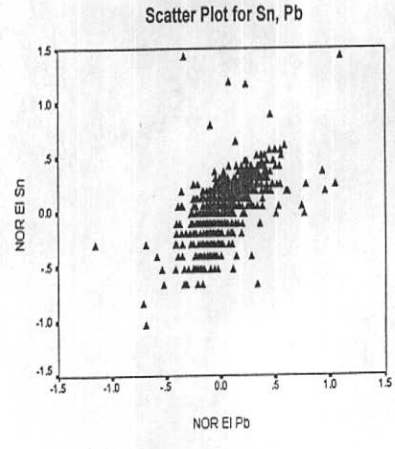


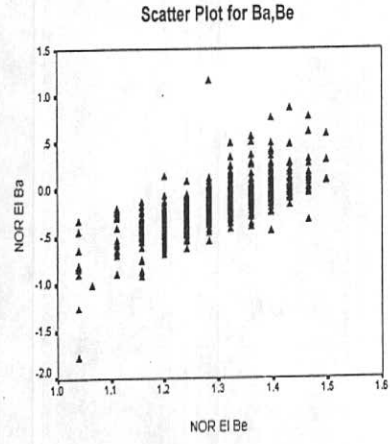


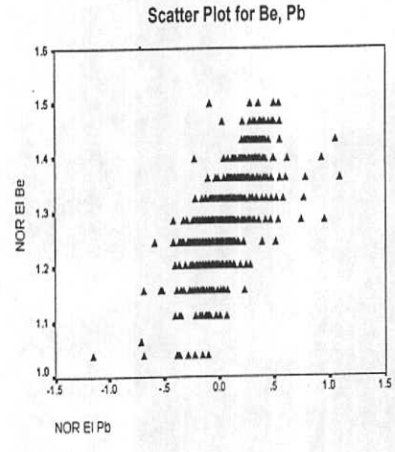












بررسی‌های آماری چند متغیره:

هر تجزیه و تحلیل چند متغیره که بر روی بیش از دو متغیر انجام گیرد، می‌تواند در قالب آنالیزهای چند متغیره بیان شود. غالب تکنیک‌های چند متغیره در اصل بسط و توسعه آنالیزهای تک متغیره می‌باشند و البته بعضی از روشهای چند متغیره تنها برای پاسخگویی به مقاصد چند متغیره طراحی شده‌اند که از جمله این روشها می‌توان به آنالیز فاکتوری اشاره کرد.تجربه نشان داده است که چنانچه ترکیبی از متغیرها به جای یک متغیر به کار گرفته شوند و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود امکان تشخیص هاله‌های مرکب ژئوشیمیایی در اطراف توده‌های کانساری به مراتب افزایش می‌یابد. واز طرفی اثرات خطاهای تصادفی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد. از دیگر مزایای استفاده از روشهای چند متغیره، کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و درنتیجه کاستن از تعداد نقشه‌هاست. با استفاده از این روشها امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج راحت‌تر خواهد بود. البته استفاده بهینه از روشهای چند متغیره در حالتی صادق خواهد بود که در پردازش داده‌ها با تعداد زیادی متغیر روبرو باشیم و تا حدودی امکان اخذ نتیجه از متغیرها به گونه منفرد غیر ممکن و یا توام با خطای زیاد باشد. دراین گزارش از روشهای چند متغیره مانند روشهای آنالیز خوشه‌ای و آنالیز فاکتوری و . . . استفاده شده است.

آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن:

به دلیل اینکه هر گروه از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی کم و بیش به طور مشابه حساسیت نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیطهای ژئوشیمیایی به کار گرفته شود. ضمناً تجمع

ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنمای مستقیم در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد، به کار رود. در کل شناخت همبستگی ژنتیکی که در بین عناصر وجود دارد اطلاعات لازم را برای تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژئوشیمیایی در اختیار می‌گذارد.

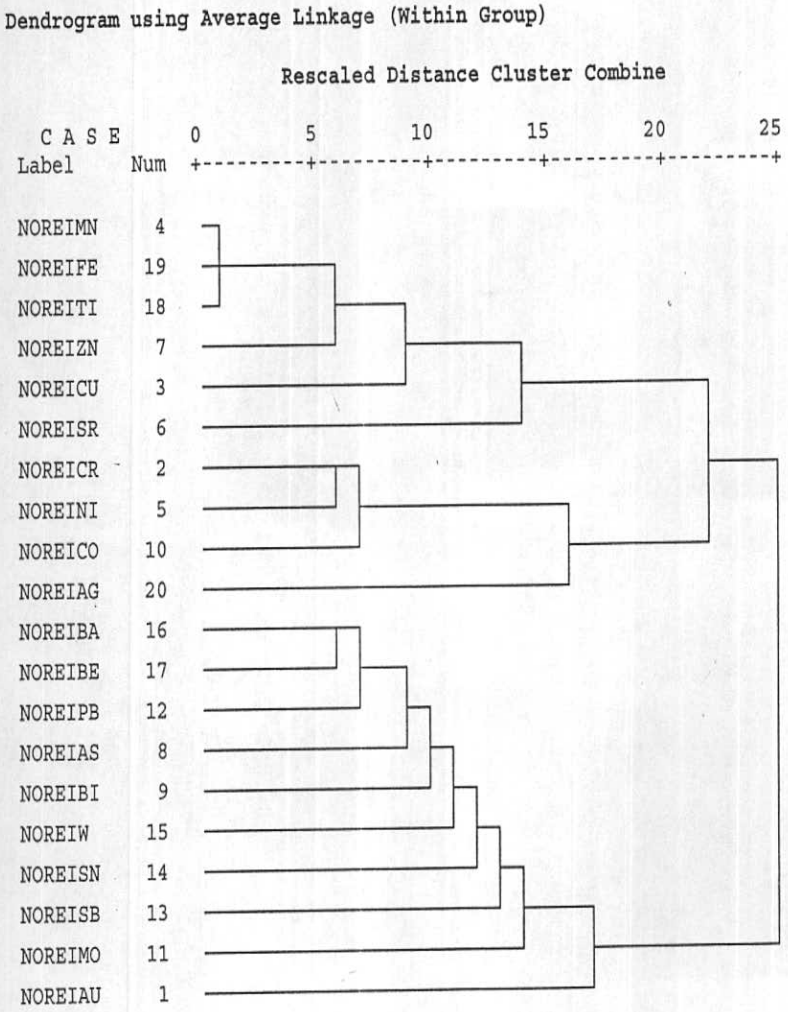
آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروههایی طبقه‌بندی می‌کند. دلایل زیادی برای ارزشمند بودن آنالیز خوشه‌ای وجود دارد، از جمله اینکه آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در یافتن گروههای واقعی کمک کند و همچنین باعث کاهش تراکم داده‌ها شود. البته باید توجه داشت که آنالیز خوشه‌ای می‌تواند گروههای غیر قابل انتظاری را نیز ایجاد نماید که بیانگر روابط جدیدی خواهند بود و بایدمورد بررسی قرار گیرند. در روش آنالیز خوشه‌ای از داده‌های شاخص غنی شدگی نرمال شده استفاده شده است تا اثر مقادیر غیر همساز از جامعه اصلی و نیز اثر تغییر مقیاس داده‌ها از میان برود. نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر مورد مطالعه در شکل (۵-۹) آورده شده است. با توجه به شکل می‌توان سه گروه اصلی را جدا نمود که بیانگر ارتباط پاراژنزی بین متغیرها باشد.

گروه اول: شامل عناصر **Mn,Fe,Ti,Zn,Cu,Sr** می‌باشد.

گروه دوم: شامل عناصر **Cr,Ni,Co,Ag** می‌باشد.

گروه سوم: شامل عناصر **Ba,Be,Pb,As,Bi,W,Sn,Sb,Mo,Au** می‌باشد.

Fig (5-9) : Cluster Analyse for Fannuj Sheet (Normal Enrichment Data)



آنالیز فاکتوری:

آنالیز آماری نیز یک روش دیگر برای بررسی و مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و انعکاس نحوه تغییرات آنها و در نتیجه روشی برای کاهش تعداد متغیرهای مورد بررسی است. به این ترتیب که بر اساس مدل خاصی بنام فاکتور ارتباط پیچیده بین متغیرها تعیین می‌گردد. آنالیز فاکتوری شامل محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها، تعیین متغیرهایی که به نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی باسایر متغیرها دارند (با استخراج فاکتورها)، تعیین تعداد فاکتورها و روش محاسبه آنها و بالاخره دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی فاکتورها می‌باشد. مهمترین مساله در آنالیز فاکتوری اصل بیان همبستگی بین مقادیر غلظت عناصر به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است. بدین منظور در جهت کاستن از تعداد داده‌ها از آنالیز فاکتوری استفاده گردیده است. هدف از به کار گیری آنالیز فاکتوری عبارت است از :

۱) تشخیص و تعیین فاکتورها (تجزیه)

۲) تعیین سهم نسبتی هر یک از فاکتورها در بوجود آمدن تغییرات توزیع عناصر در واقع هدف از تجزیه و تحلیل فاکتوری تشخیص اصلی‌ترین متغیرهای کنترل شده از متغیرهایی با نقش کمتر است. در این صورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری ، حداکثر تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه کرد و سهم نسبی هر یک از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود.

به تجربه ثابت شده است که آنالیز فاکتوری تفکیک مناسبی برای کاهش داده‌ها در اکتشافات ژئوشیمیایی است به طوری که با استفاده از امتیازات فاکتوری به جای متغیرهای اولیه می‌توان مشاهدات صحرائی و کل تمرکز آنومالیها را تغییر داد.

بدین منظور ابتدا باید میزان اعتبار آنالیز فاکتوری بر روی مقادیر شاخص غنی‌شدگی نرمال بررسی شود. در این راه از آزمونهای Bartlett , KMO بهره‌گرفته می‌شود. هر چه مقدار KMO به عدد یک نزدیکتر باشد، دلالت بر تایید بیشتر آنالیز فاکتوری دارد (به طور استاندارد KMO باید از (۰/۶ بیشتر باشد) که با توجه به جدول (۵-۴) مقدار KMO معادل ۰/۷۹۸ حد مناسبی می‌باشد که آنجام آنالیز فاکتوری را تایید می‌نماید.

همچنین عدم رد آزمون کرویت که به آزمون فرض ماتریس واحد بودن ماتریس ضرایب همبستگی اشاره می‌کند. به این معنی است که کلیه متغیرها مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند. با توجه به جدول (۵-۴) عناصر Cr, Ni,Co, Mn, Zn, Sn, Be, Co, Pb, Ti, Fe از بیشترین ضرایب برخوردار بوده و بیشترین مشارکت را در این روش دارا می‌باشند.

در آنالیز فاکتوری به روش مولفه‌های اصلی (PCA) ، برآورد ماتریس ضرایب همبستگی بدست می‌آید. با محاسبه مقادیر ویژه این ماتریس مقادیر بزرگتر از یک جدا شده و برای آنها بردارهای ویژه محاسبه می‌گردد. در جدولی که تحت عنوان Total Variance Explained آمده است. مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل ، محاسبه شده و سپس مقادیر بزرگتر از یک استخراج و دوران داده شده‌اند،که با توجه به جدول (۵-۵) بیشترین تغییرپذیری محیط مربوط به مولفه‌های اول و دوم به ترتیب ۲۹/۲۶۷ و ۱۷/۳۵۰ می‌باشد. نمودار مقادیر ویژه که بر حسب اهمیت از بزرگترین تا کوچکترین مقادیر ردیف شده‌اند(Scree Plot) درشکل(۵-۱۰) آورده شده است.

Table(5-4): Results of Factor Analyse in Fannuj 1:100000 Sheet

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.798
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	12091.8
	df	190
	Sig.	.000

Communalities

	Initial	Extraction
NOREIAU	1.000	.511
NOREICR	1.000	.762
NOREICU	1.000	.540
NOREIMN	1.000	.880
NOREINI	1.000	.893
NOREISR	1.000	.435
NOREIBA	1.000	.645
NOREIZN	1.000	.709
NOREIBE	1.000	.764
NOREIFE	1.000	.922
NOREIAG	1.000	.611
NOREIAS	1.000	.651
NOREIBI	1.000	.623
NOREICO	1.000	.889
NOREIMO	1.000	.666
NOREIPB	1.000	.775
NOREISB	1.000	.644
NOREISN	1.000	.755
NOREIW	1.000	.583
NOREITI	1.000	.817

Extraction Method: Principal Component Analysis.

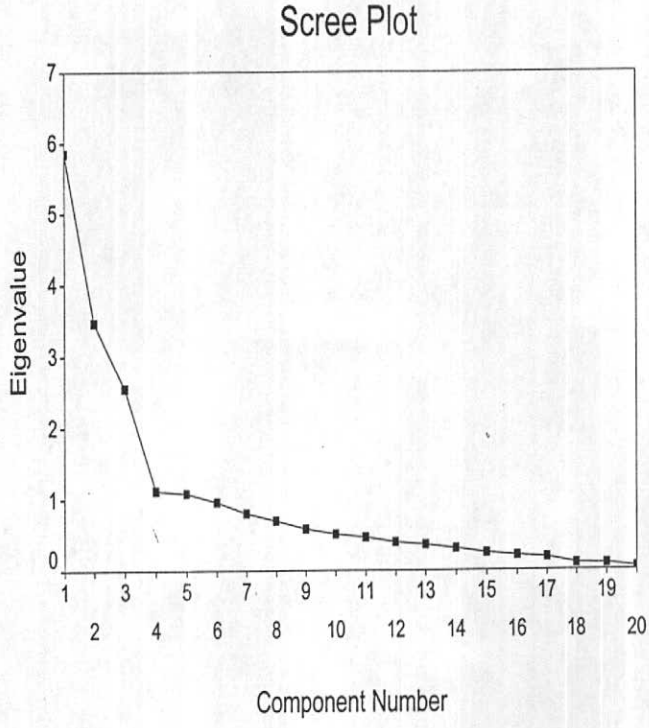
Table(5-5): Factor Analysis for Fannuj 1:100000 Sheet

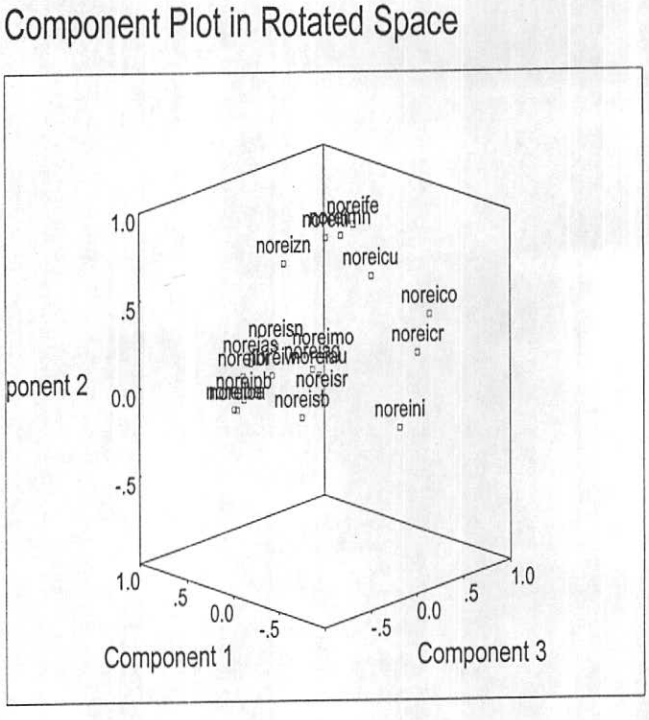
Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.853	29.267	29.267	5.853	29.267	29.267	4.186	20.930	20.930
2	3.470	17.350	46.617	3.470	17.350	46.617	3.905	19.523	40.454
3	2.554	12.768	59.385	2.554	12.768	59.385	2.691	13.457	53.911
4	1.118	5.592	64.977	1.118	5.592	64.977	2.189	10.943	64.854
5	1.081	5.403	70.379	1.081	5.403	70.379	1.105	5.526	70.379
6	.957	4.786	75.166						
7	.802	4.012	79.177						
8	.697	3.483	82.660						
9	.580	2.902	85.562						
10	.508	2.538	88.100						
11	.463	2.313	90.413						
12	.395	1.974	92.387						
13	.362	1.811	94.198						
14	.305	1.524	95.722						
15	.242	1.208	96.930						
16	.207	1.035	97.965						
17	.180	.898	98.863						
18	9.565E-02	.478	99.341						
19	8.950E-02	.448	99.789						
20	4.225E-02	.211	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fig (5-10): Results of Factor Analyse in Fannuj 1:100000 Sheet





از آنجا که اغلب یک یا چند عامل ویژه چند متغیره را کنترل می‌کنند، روشهایی بوجود آمده‌اند که بدون تغییر میزان اشتراک تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌سازند. ایـن روشـها همـان دوران عوامـل هستند که به دو روش عمود و مایل صورت می‌گیرند. دورانهای عمود استقلال میان عاملها را حفظ کرده اما دورانهای مایل عاملـها را بـه هـم وابسـته می‌نمـایند. در ایـن فصـل بـا اسـتفاده از روش **Varimax** که دوران متعامد است بر روی ضرایب عاملی دوران صورت می‌گیرد. مقـادیری بـا قـدر مطلق نسبتاً بزرگ و یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص یافتند. در نتیجه عواملی ایجاد شده‌اند که یا شدیداً به متغیرها وابسته‌اند یا مستقل از آنها هستند و سبب ساده شدن تفسیر عاملها می‌گردند.

با استفاده از این روش می‌توان عناصری را که در هر عامل از اهمیت بیشتری برخوردارند تعیین کرد. با توجه به جدول(۵-۶) ۵ فاکتور جدا شده‌است.

فاکتور اول: این فاکتور بیشتر تحت تاثیر عناصر **Be,As, Bi,Pb,Ba** می‌باشد.

فاکتور دوم: این فاکتور تحت تاثیر عناصر **Ti,Mn,Zn,Cu,Fe** می‌باشد.

فاکتور سوم: این فاکتور تحت تاثیر عناصر **Cr,Ni,Co** می‌باشد.

فاکتور چهارم: این فاکتور تحت تاثیر عناصر **Mo,Sb,Sn** می‌باشد.

فاکتور پنجم: این فاکتور تحت تاثیر عنصر **Ag** می‌باشد.

اشکال (۶-۲۴) الی (۶-۲۹) نقشه‌های حاصل از آنالیز فاکتوری داده‌های غنی‌شدگی می‌باشد.

Table(5-6): Results of Factor Analyse in Fannuj 1:100000 Sheet

Component Matrix

	Component				
	1	2	3	4	5
NOREIPB	.824	.289	7.969E-02	-7.81E-02	-1.64E-02
NOREIBE	.811	.119	-6.42E-02	.284	-8.35E-02
NOREIBA	.758	.119	-8.80E-02	.219	2.536E-02
NOREIBI	.674	.244	3.820E-02	.244	.221
NOREIAS	.672	.275	.161	.290	.115
NOREIW	.645	.162	.303	.218	4.377E-02
NOREICU	-.583	.321	.247	.174	8.107E-02
NOREISB	.561	.142	.278	-.459	-.145
NOREISN	.546	.541	.257	-.257	-.178
NOREIZN	-4.53E-02	.836	-4.15E-02	-7.46E-03	-7.48E-02
NOREITI	-.503	.742	-2.51E-02	.116	1.096E-02
NOREIMN	-.618	.697	1.007E-02	.106	3.862E-02
NOREIFE	-.627	.688	.179	.153	-6.72E-03
NOREICR	-.326	-.229	.771	9.164E-02	-3.36E-02
NOREICO	-.545	-3.50E-02	.767	2.227E-02	-3.78E-02
NOREINI	2.122E-02	-.592	.720	.153	-3.84E-02
NOREISR	-.342	-4.27E-02	-.466	-9.11E-02	.300
NOREIMO	.249	.408	.384	-.538	2.014E-02
NOREIAG	.227	3.282E-02	.335	6.167E-02	.665
NOREIAU	4.634E-02	1.143E-02	-2.20E-02	.321	-.636

Rotated Component Matrix

	Component				
	1	2	3	4	5
NOREIBE	.794	-.241	-.192	.111	-.162
NOREIAS	.791	-1.02E-02	-1.37E-02	.148	5.604E-02
NOREIBI	.753	-5.46E-02	-.134	.105	.154
NOREIBA	.728	-.227	-.224	.108	-4.39E-02
NOREIW	.711	-9.64E-02	.143	.216	2.271E-02
NOREIPB	.690	-.165	-.190	.486	5.601E-03
NOREIFE	-.183	.933	.135	-2.10E-02	-2.03E-02
NOREIMN	-.217	.910	-3.69E-02	-4.73E-02	1.368E-02
NOREITI	-.119	.890	-.101	-3.94E-03	-2.06E-02
NOREIZN	.185	.717	-.255	.299	-7.94E-02
NOREICU	-.222	.617	.287	-.152	6.939E-02
NOREICR	-.160	5.964E-02	.855	5.351E-03	4.381E-02
NOREINI	2.957E-02	-.406	.850	-6.85E-02	1.811E-02
NOREICO	-.312	.314	.829	5.125E-02	5.618E-02
NOREISR	-.359	7.599E-02	-.384	-.295	.256
NOREIMO	8.301E-02	.146	7.441E-02	.772	.190
NOREISB	.255	-.229	1.437E-02	.725	-6.85E-04
NOREISN	.458	.153	-6.71E-02	.714	-8.51E-02
NOREIAU	.131	2.765E-02	7.733E-02	-8.60E-02	-.692
NOREIAG	.346	-7.99E-03	.218	1.041E-02	.666

آنالیز ویژگی فاکتورها:

همان گونه که در مبحث آنالیز فاکتوری بیان شد. برای بررسی و مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و انعکاس نحوهٔ تغییرات آنها بایستی از تعداد داده‌ها کاسته شود. در آنالیز فاکتوری از ۲۲ متغیر (عنصر) اندازه‌گیری شده، ۵ متغیر فاکتوری بدست آمده که می‌توان این متغیرها را مهمترین متغیرهای کنترل‌کننده در نظر گرفت. برای انعکاس بهینهٔ اطلاعات و داده‌ها و نیز تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌توان این متغیرهای فاکتوری را به حداقل رساند تا حداکثر تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه نمود.

آنالیز ویژگی روش دیگری برای کاهش این متغیرها است و در واقع هدف از آنالیز ویژگی کاهش متغیرها و داده‌ها به‌نحوی که انعکاس دهنده اکثر تغییرات باشد. این متغیر می‌تواند به عنوان برآیند تمام متغیرهای اولیه محسوب گردد. شکل (۶-۳۱) نقشهٔ آنالیز ویژگی این فاکتورها می‌باشد.

جداسازی آنومالی‌ها از جامعه زمینه به روش P . N

در برداشتهای اکتشافی توزیع فراوانی داده‌ها به علت چولگی زیاد اغلب لاگ نرمال می‌باشد. در این برداشتها مقادیر بزرگ تابع توزیع آنومالی‌ها را تشکیل می‌دهند. این مقادیر که از بقیه داده‌ها (زمینه) قابل تفکیک هستند می‌توانند معرف مناطق امیدبخش برای پیدایش کانی‌سازی اقتصادی باشند.

روش P.N یکی از روشهای آماری مختلفی است که جدایش و تشخیص مناطق آنومالی از زمینه ارائه شده است. در این روش فقط مقدار اندازه‌گیری شده برای نمونه مورد توجه قرار

می‌گیرد و موقعیت فضایی نقاط نمونه‌برداری درنظر گرفته نمی‌شود. پایه و اساس این روش، حساب احتمالات است. منطق روش P.N در جدایش مقادیر آنومالی بر دو اصل بنا شده است: یکی افزایش مقدار متغیر و دیگری افزایش فراوانی نسبی آن. بنابراین شدت هر آنومالی تابع دو عامل است.

۱- احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقادیر مطلوب مورد نظر (P)، که هر چه این احتمال کوچکتر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد بود.

۲- تعداد نمونه‌های برداشت شده (N)، که هر چه این مقدار کوچکتر باشد شدت آنومالی قوی‌تر است.

بنابراین حاصل‌ضرب دو عامل فوق یعنی P.N می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب آنومالی‌ها محسوب گردد، بدیهی است هر چه این مقدار کوچکتر از واحد باشد آنومالی‌ها دارای شدت بیشتری می‌باشند. مقدار P برای هر عنصر در هر نمونه برابر احتمال رخداد عیارهای بزرگتر یا مساوی مقدار متغیر مورد بررسی در نمونه مورد نظر است.

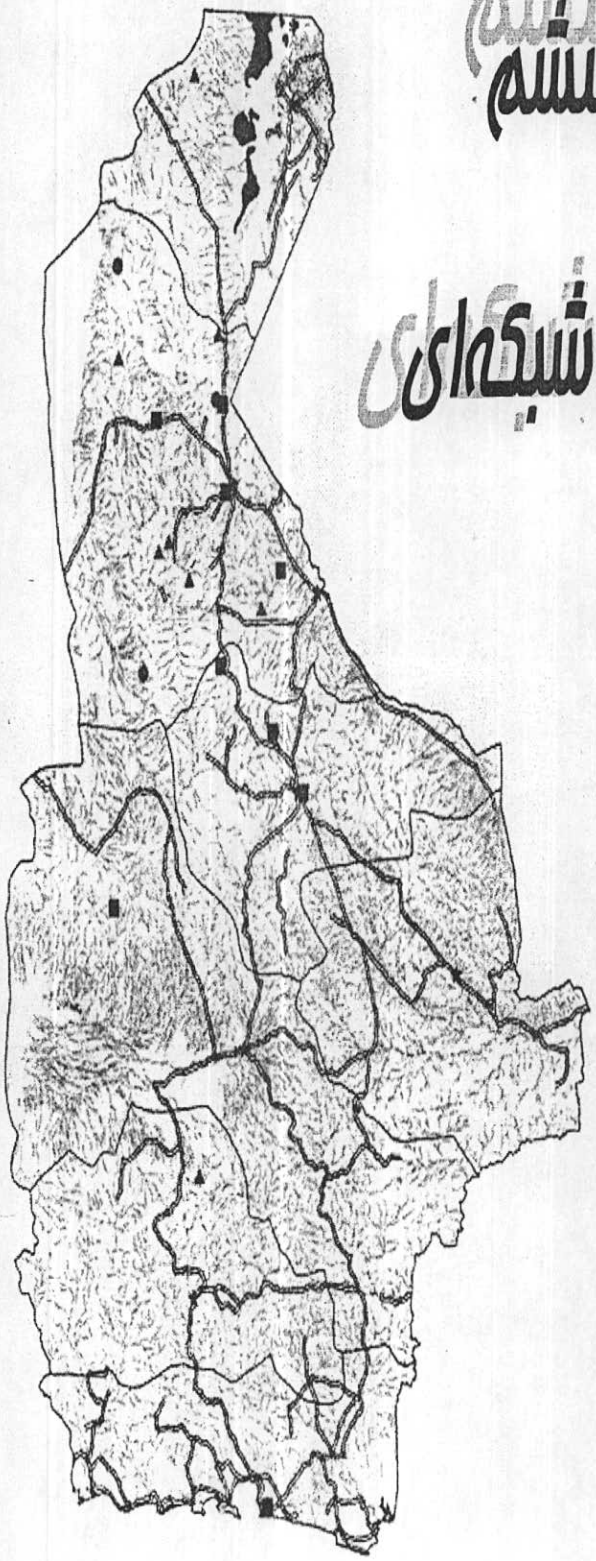
معمولاً برای آنکه با مقادیر عددی خیلی کوچک برخورد نشود به جای P. N می‌توان از مقدار 1/P.N استفاده کرد. در این صورت هر چه مقدار 1/P.N بزرگتر از واحد باشد آنومالی مورد نظر با اهمیت‌تر است. نکته مهمی که در روش P.N باید به آن توجه نمود این است که این روش نسبت به تابع توزیع بسیار حساس می‌باشد، زیرا مقادیر احتمال پیدایش براساس تابع توزیع نرمال محاسبه می‌شود لذا لازم است که یا داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند و یا با استفاده از روشهای تبدیل، به توزیع نرمال تبدیل شوند. نتایج حاصل از روش P.N در جدول (۵-۷) و شکل (۶-۳۰) آمده است.

Table (5-7) : Anomaly Samples by 1/(P.N) Method

erial N	Cr	Cu	Mn	Sr	Zn	Fe	Ag	As	Bi	Co	Mo	Pb	Sb	sn	W
60														33243.02	
72							2.40								
128					168.95	11.56									
130											20.38	2.98			
135				8.79											
137				36.83											
147								4.96	1.50						10.24
168													1115.00		
219					2.10	1.94									
255									2.66			4.33			
283													1114.30		
316											2.78	94.14			
323												3485.54		33406.40	
329											7.48				
330								13.85							6.37
335					70.28							1316.07			
348															8787751523.69
352														2.53	
355											155.20	5.41			
356								10.11	1.50						3183.84
373													1.97		
400											20.38				
453									2.66						
459									2.66						
480													1.97		
482													38.91		
506	4.64														
512											56.06	159.69			
522													1.97		
523													1.33		
529			1.02												
530													38.91		
532								38.25							1385.34
537										1.24					
579				32.11											
589				2.46											
733													18.94		
734		3.93			329.63									324.49	
740			1.71			3.11									
743								324.98						210.18	6.37
779				2.15											
781				1.11											
816					87.37						155.20				
835													110.97		

فصل ششم

تخمین شبکه‌ای



تخمین شبکه‌ای داده‌ها:

بهینه‌سازی پروژه‌های اکتشافی وکاهش هزینه‌های این پروژه‌ها از جمله اهدافی است که جهت نیل به آن از تکنیکهای آماری مختلفی استفاده می شود.

تخمین شبکه یکی از روشهایی است که با استفاده از داده های مربوط به نقاط نمونه‌برداری، تخمین‌هایی در مورد نقاطی که از آنها نمونه‌برداری صورت نگرفته انجام می‌دهد. با توجه به گستردگی مناطق تحت پوشش اکتشافات به روش رسوبات آبراهه‌ای و نیز چگالی پایین نمونه‌برداری بخصوص در ایران روش تخمین شبکه کارآیی بهتری دارد.

تخمین شبکه به ژئوشیمیست‌ها امکان می‌دهد تا نتایج حاصل از تخمین اطلاعاتی که مستقیماً از سلولها بدست می‌آید را به سایر سلولها نسبت دهند. این اطلاعات عموماً شامل فراوانی عناصر وشاخص‌های غنی‌شدگی مربوط به آنها می‌شوند.

در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید، موجب می‌گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد برای مثال اگر آنومالی توسط مقادیر زمینه محصور گردد . در این صورت این مدل تغییرات تدریجی از حد زمینه به حد آستانه و از حد آستانه به آنومالی موجب افزایش اعتبار آنومالی خواهد گردید.

تبدیل یک شبکه نامنظم نمونه‌برداری به یک شبکه منظم از امتیازات دیگر تخمین شبکه است. مهمترین ویژگی رسوبات آبراهه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوبات رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است و جهت این بردار به طریقی است که همواره فقط برای ناحیه بالادست خود صادق است به عبارت دیگر

ارقام حاصل از بررسی رسوبات آبراهه‌ای برخلاف سایر روشهای ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات در بالادست خود می‌باشند.

روش تخمین شبکه به نحوی طراحی گردیده که این اثر مهم را به حساب آورد. این تکنیک بر اساس برداری بودن داده‌های رسوبات آبراهه‌ای بنا گردیده است، بدین صورت که داده‌های حاصل از برداشت رسوبات آبراهه‌ای فقط شامل اطلاعات حوضه آبریز بالادست خود بوده و نمی تواند در تخمین نقطه‌ای که در پائین دست آنها قرار دارد، شرکت کند. لذا برای درون‌یابی چنین داده‌های جهت دار، ابتدا باید مرز حوضه آبریز مربوط به نمونه‌ها مشخص شده، سپس جهت داده‌ها که می‌تواند در تخمین شرکت نماید مشخص شود. بدین صورت امکان معرفی ساختار تغییرپذیری داده‌ها فراهم می‌گردد. بدیهی است بیشترین انطباق بین یک شکل هندسی با حوضه آبریز را در یک چند ضلعی غیرمنتظم یافت. این چند ضلعیها یا به اصطلاح پلی‌گونها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای برای حوضه هر نمونه ترسیم می‌گردند.

برای نیل به این مقصود یک **Extention** تحت بسته نرم‌افزاری **Arcview** طراحی گردیده که به صورت نیمه اتوماتیک بوده و با بهرگیری از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای در حداقل زمان و به بهترین نحو حوضه‌ها را ترسیم نموده و تا حد امکان حوضه‌های آبریز را اصلاح می‌نماید.

در روش تخمین شبکه‌ای ابتدا نقشه مورد نظر بوسیله شبکه‌ای از سلولهای هم بعد پوشانده می‌شود که ابعاد شبکه به مقیاس برداشتها و دقت مورد نیاز بستگی دارد. عموماً در برگه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ تاکنون با شبکه‌های ۲۵۰×۲۵۰ این تخمین انجام می‌گرفت که در این پروژه برای اولین بار در ایران از شبکه‌های ۳۰×۳۰ استفاده شده که به طور قابل توجهی به دقت این نقشه‌ها می‌افزاید. در نهایت سه نوع وزن (شامل فاصله، مساحت و نسبت مساحت اشغال شده از سلول مورد تخمین به مجموع مساحتهای اشغال شده) برای هر سلول محاسبه گردیده و با توجه به این

اوزان مقدار یک متغیر در هر یک از سلولهای شبکه تخمین زده می‌شود. نقش هر یک از وزنهای سه‌گانه به شرح زیر است :

۱) وزنی که می‌تواند منعکس کننده فاصله بین موقعیت نمونه و مرکز سلول شبکه مورد تخمین باشد.در این مورد عکس مجذور فاصله به عنوان وزن مورد نظر به کاربرده می‌شود.

۲) وزنی که می‌تواند منعکس کننده نسبت ان قسمت از مساحت یک پلی‌گون که درون سلول خاصی واقع شده است به کل مساحت پلی‌گون باشد.

۳) وزنی که می‌تواند منعکس کننده نسبت سهم مساحت یک پلی‌گون خاص به جمع مساحت پلی‌گونهای مختلفی که با مساحتهای گوناگون سلول شبکه خاصی را اشغال می‌کند، باشد.

برای این منظور همین **Extention** دارای گزینه‌ای است که می‌تواند موارد آورده شده در بالا را محاسبه و انجام دهد، لذا در این پروژه توسط این **Extention** یک بار داده‌های خام و یک بار داده‌های شاخص غنی‌شدگی مورد تخمین قرار گرفتند.

اشکال (۶-۱) الی (۶-۲۰) نقشه‌های داده خام و غنی شدگی هرعنصر را نشان می‌دهند.

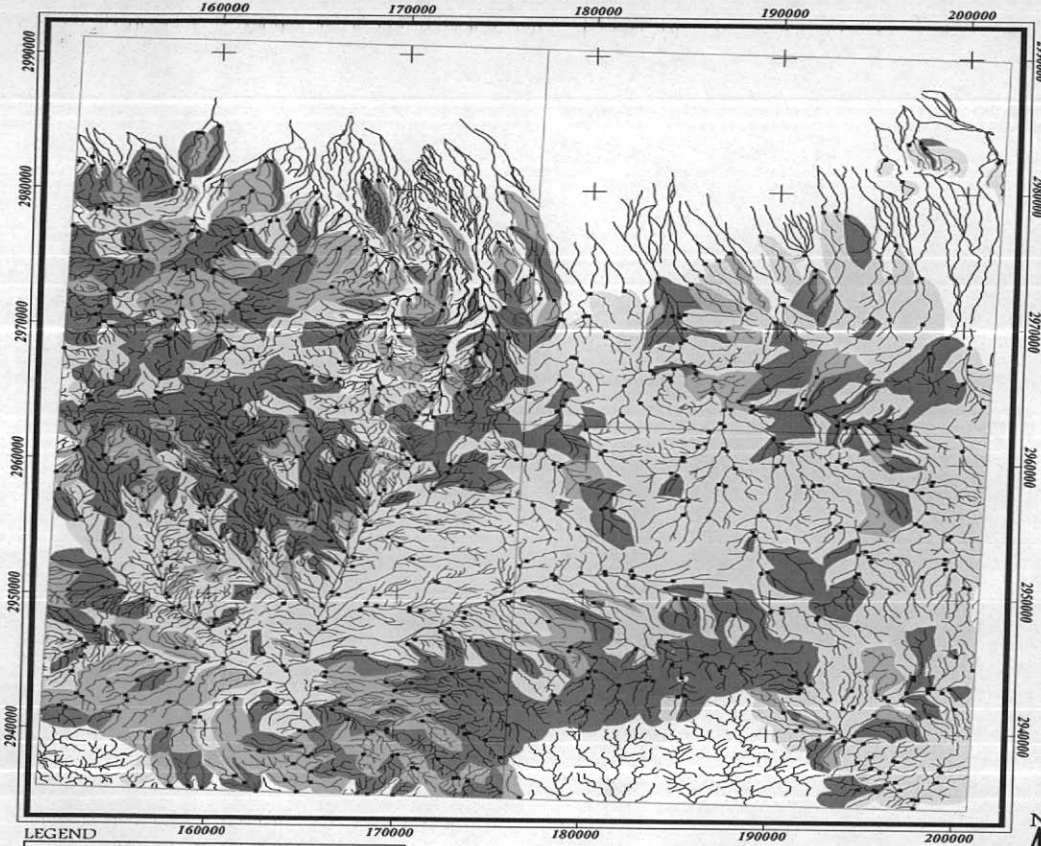
همچنین اشکال (۶-۲۱) الی(۶-۲۵) نقشه‌های حاصل از آنالیز فاکتوری داده‌های غنی‌شدگی می‌باشد.

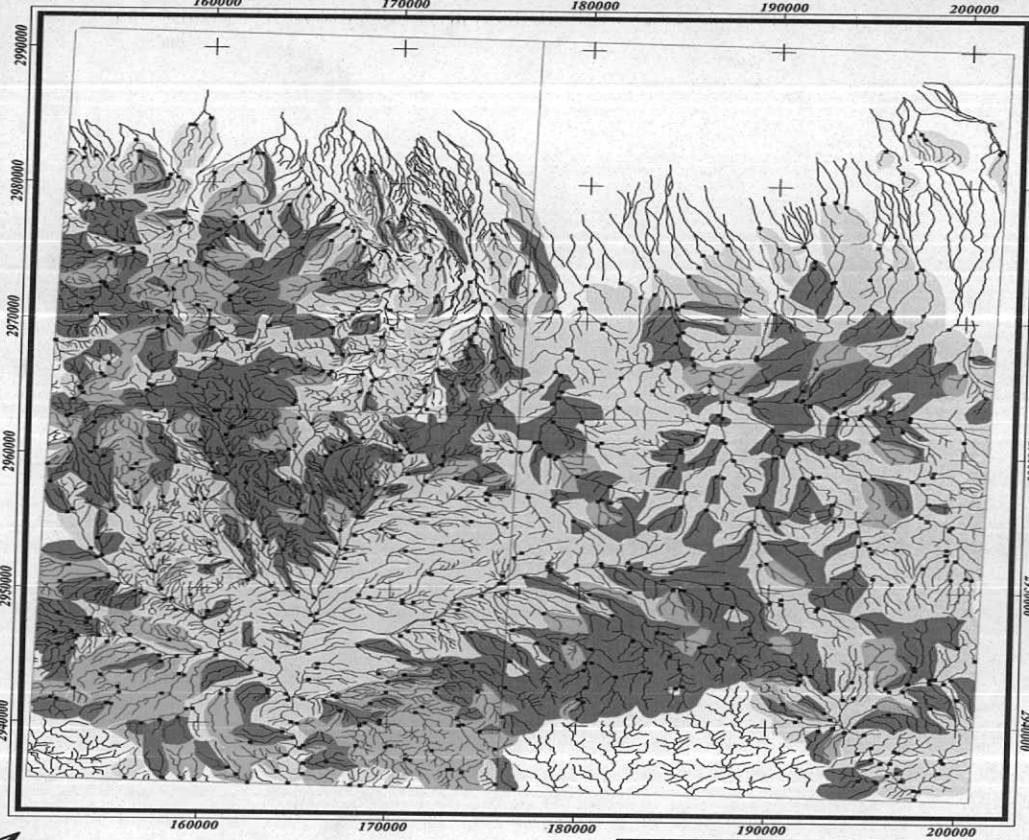
شکل (۶-۲۶) نیز نقشه حاصل از محاسبه به روش **P.N** می‌باشد.

شکل (۶-۲۷) نیز نقشه حاصل از آنالیز ویژگی داده‌های آنالیز فاکتوری می‌باشد.

Anomaly Map of Enrichment Ag In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Ag In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)





LEGEND

City
Road
Sample Site
Drainage

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99
99 - 100

N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

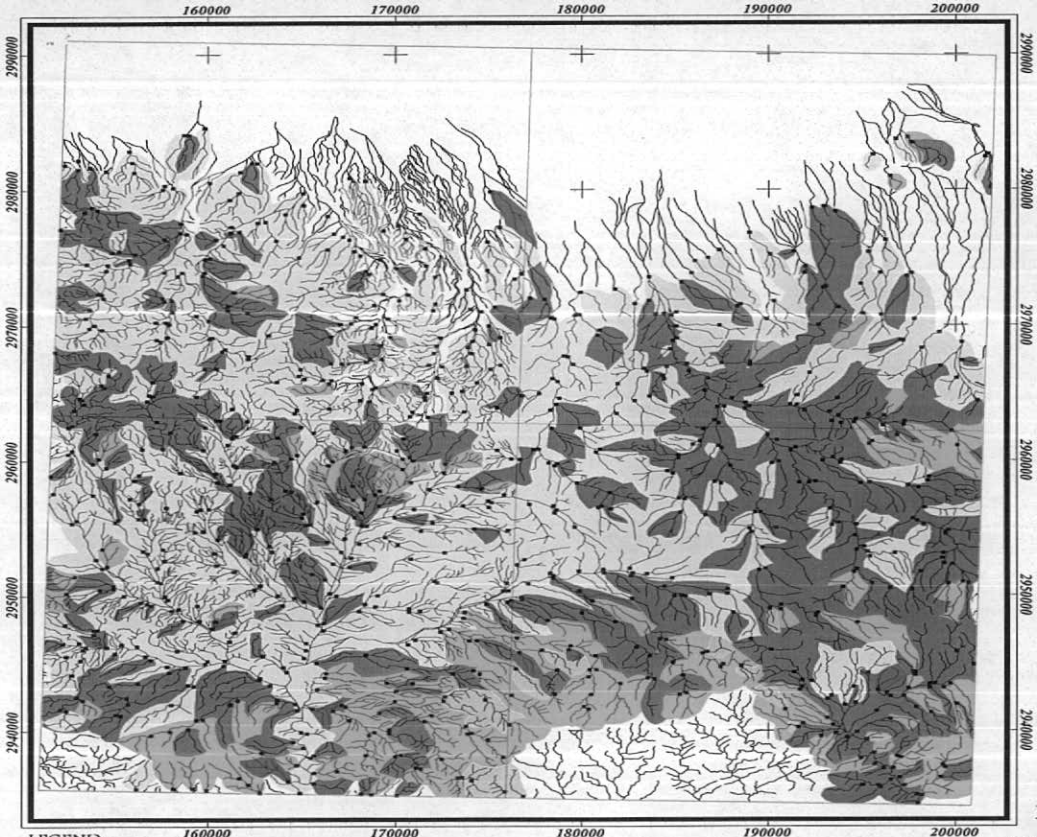
Scale 1:400,000

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر نقره
برای داده‌های خام و غنی شده

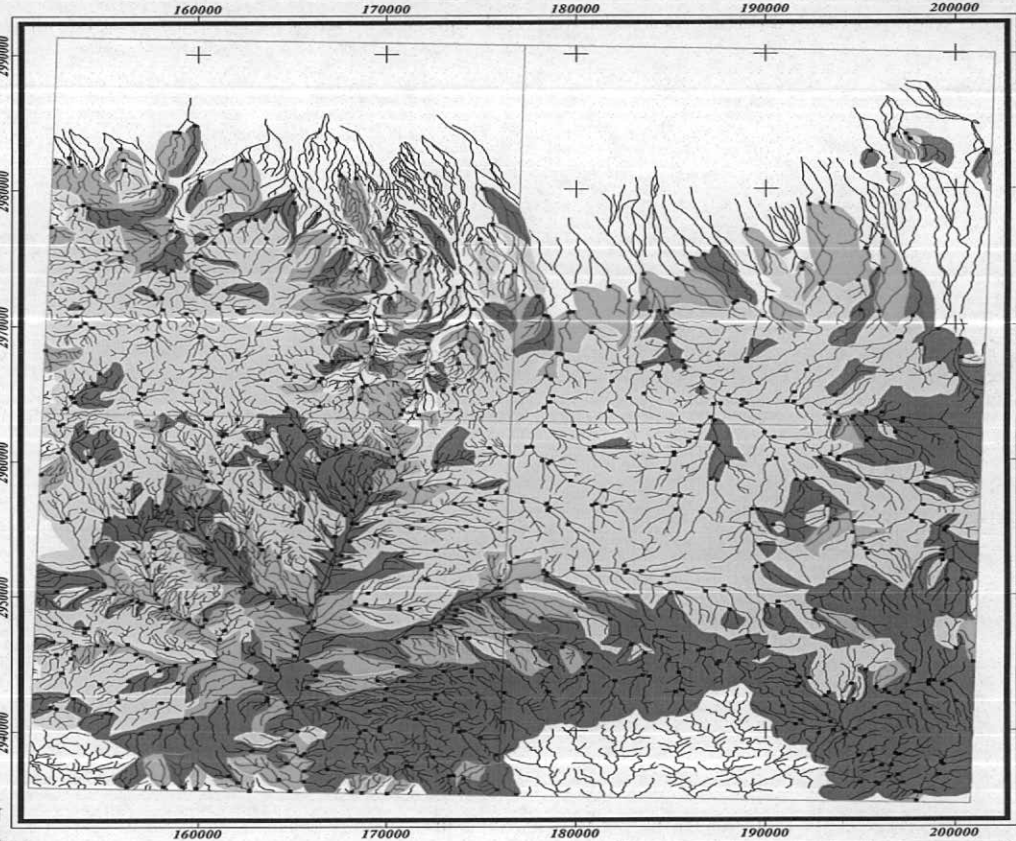
شکل (۶-۱)

۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment As In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw As In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W E
S

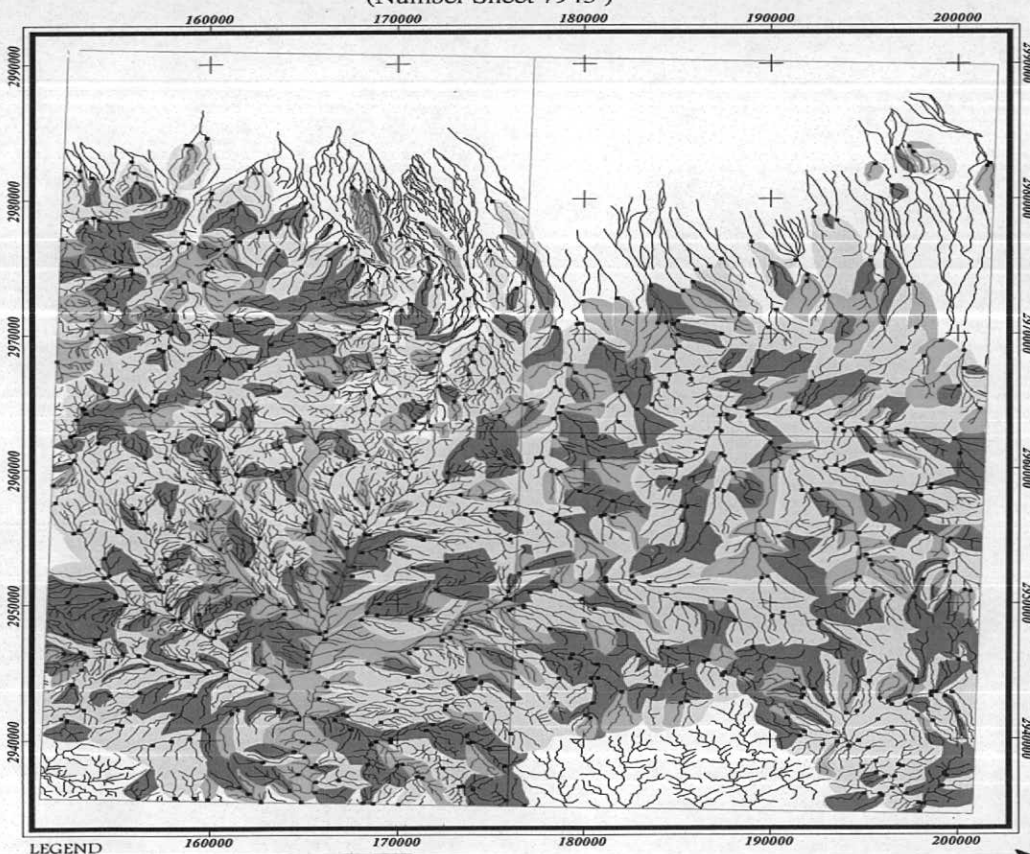
5 0 5 10 15 20 Km

Scale 1:400,000

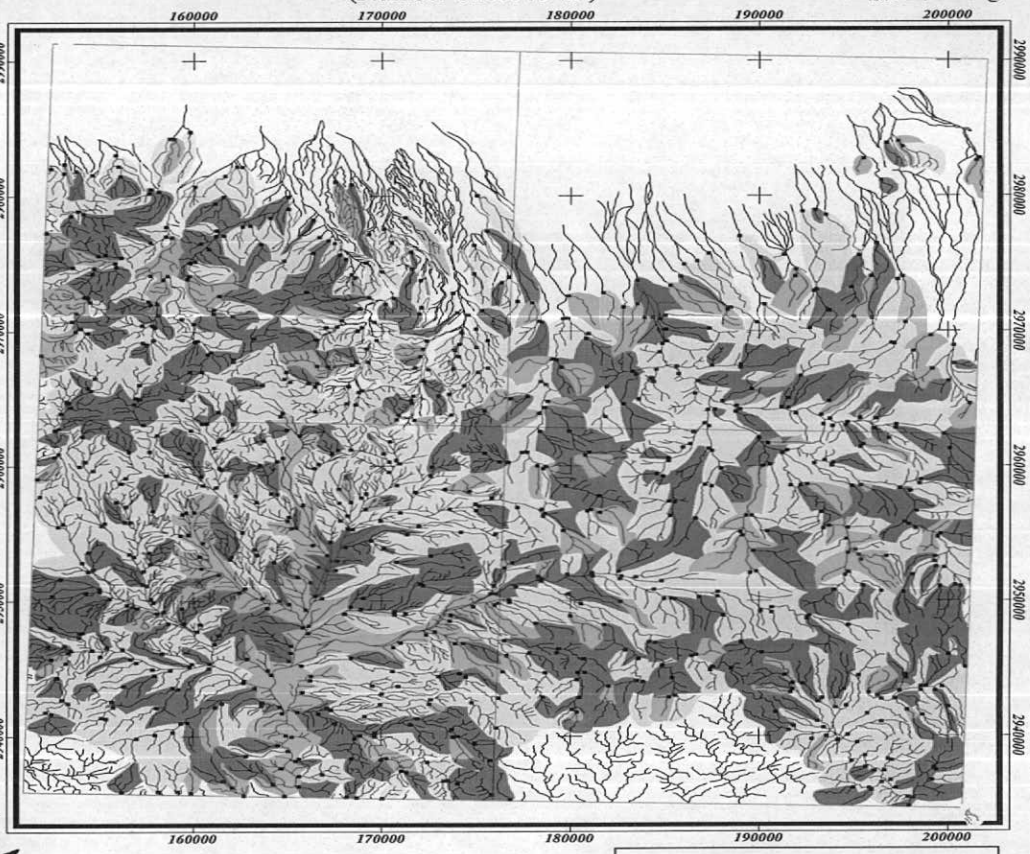
نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۲)	۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Au In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw Au In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W E
S

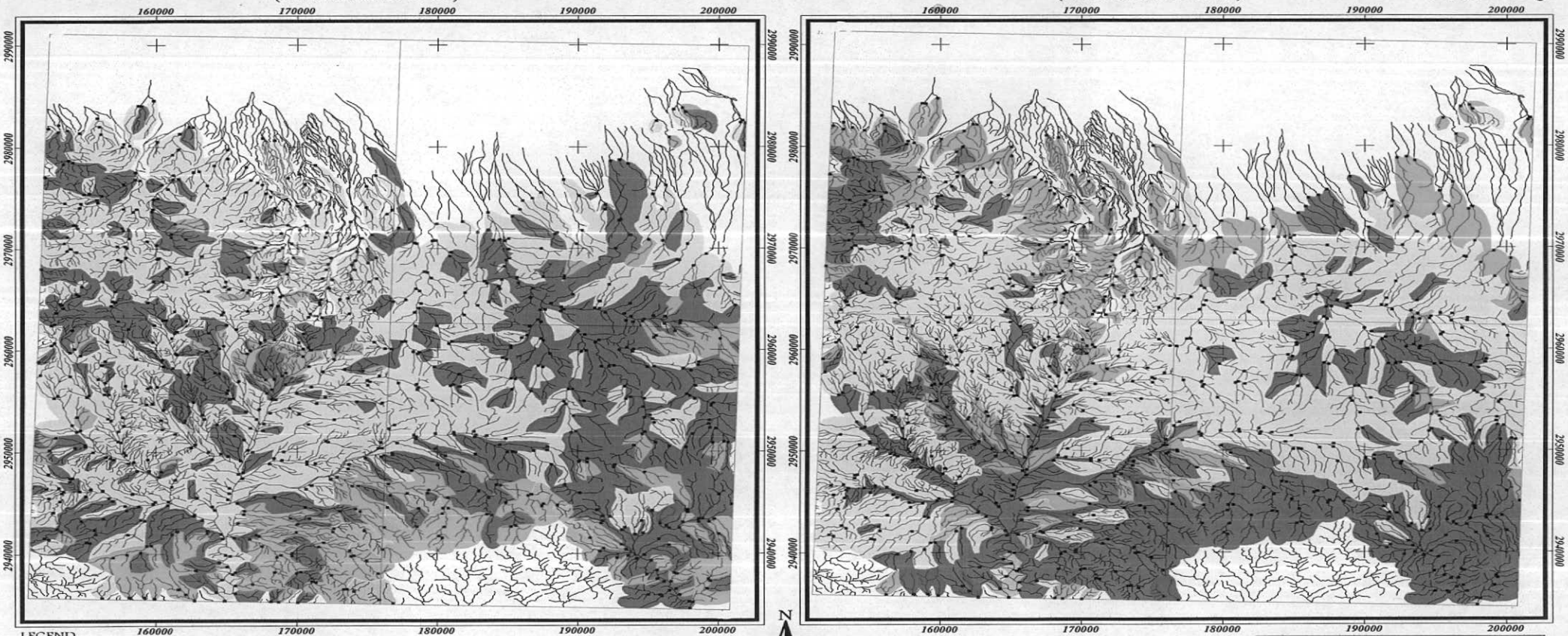
5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر طلا
برای داده‌های خام و غنی شده

شکا (۶-۳)	۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Ba In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Ba In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

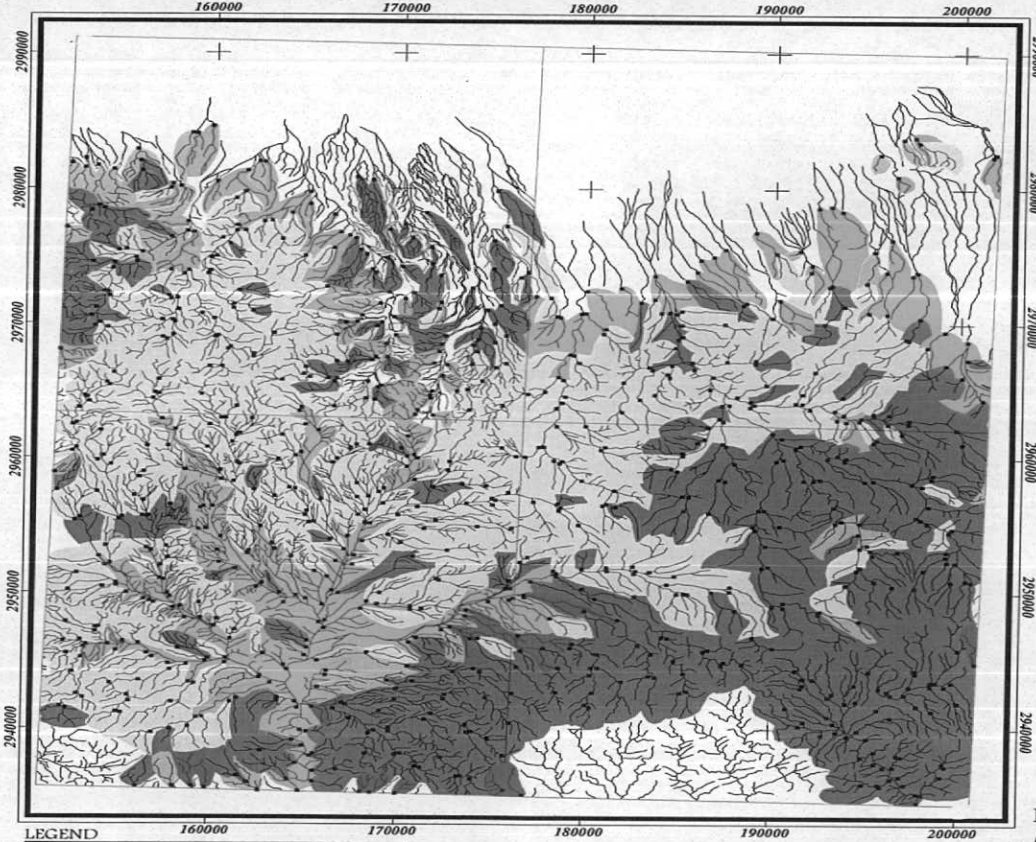
N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

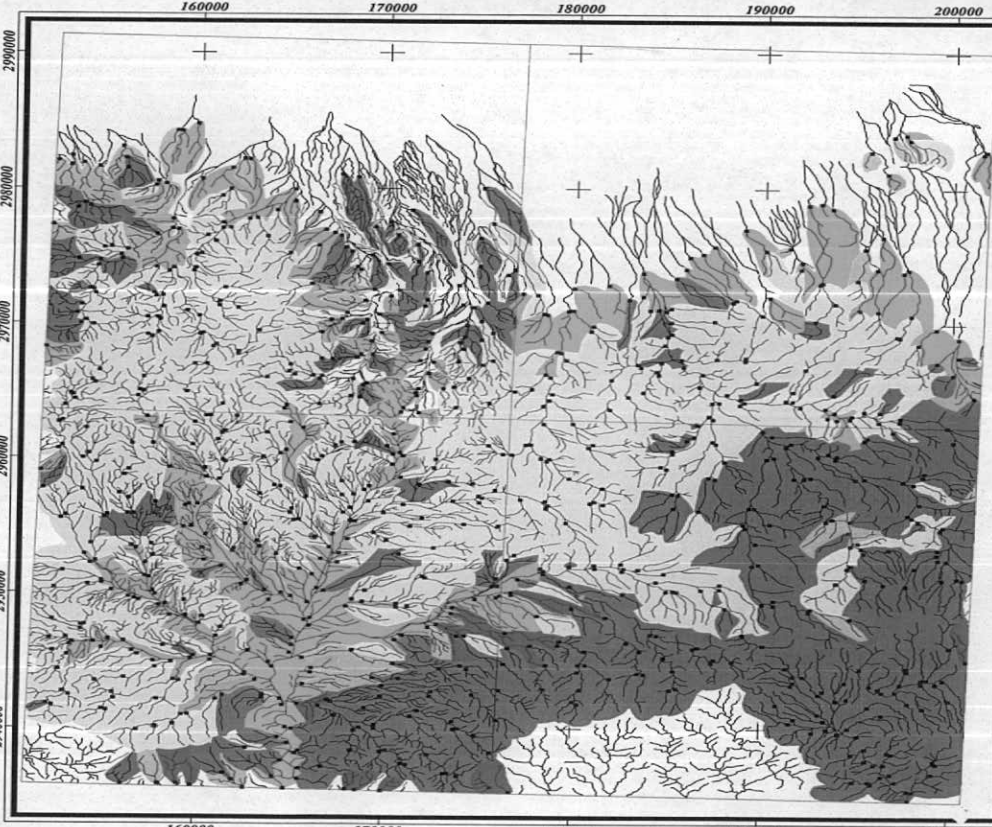
نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر باریم
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۴)	۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Be In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw Be In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5

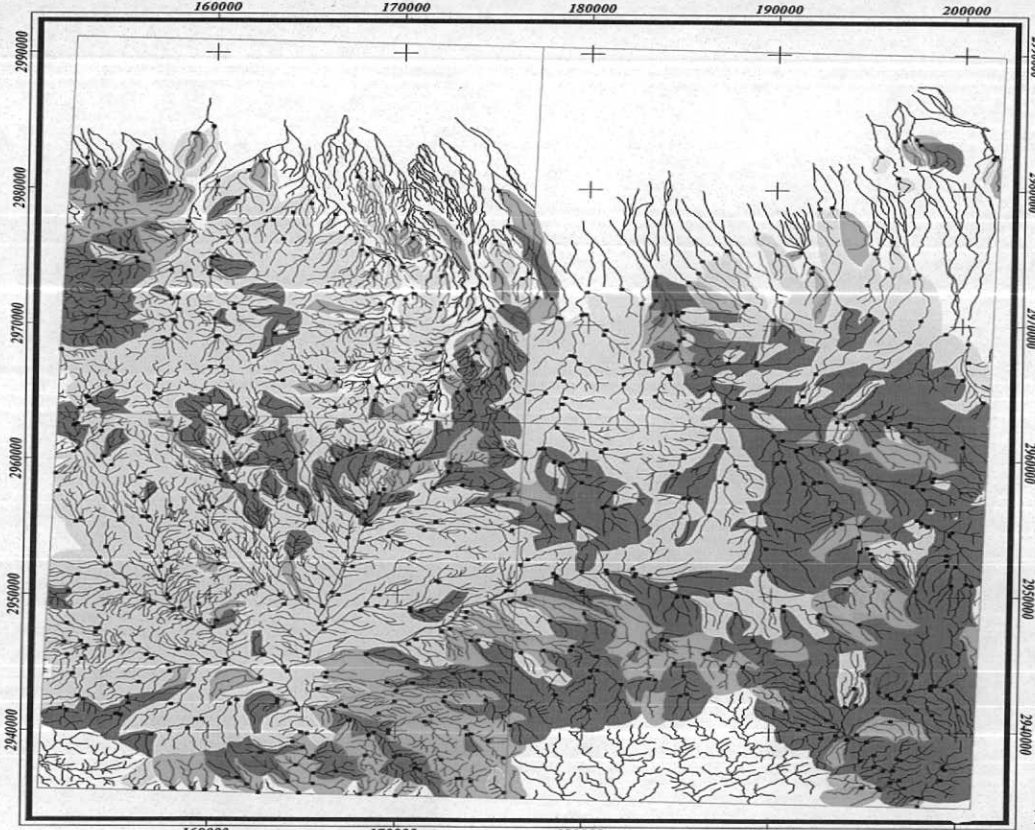
N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر بریلیم
برای داده‌های خام و غنی شده

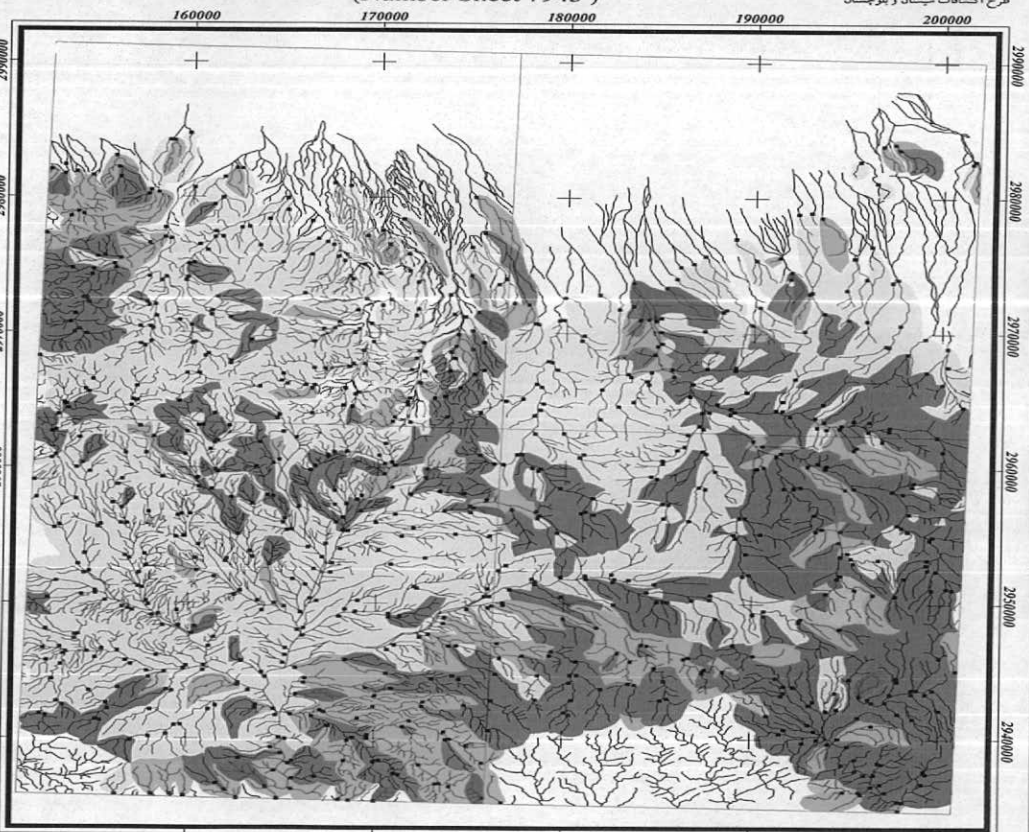
Anomaly Map of Enrichment Bi In Fannuj Sheet

(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw Bi In Fannuj Sheet

(Number Sheet 7943)



صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

LEGEND

City

Road

Sample Site

Frequency Percent

0 - 50

50 - 84

84 - 97.5

97.5 - 100

N

W E

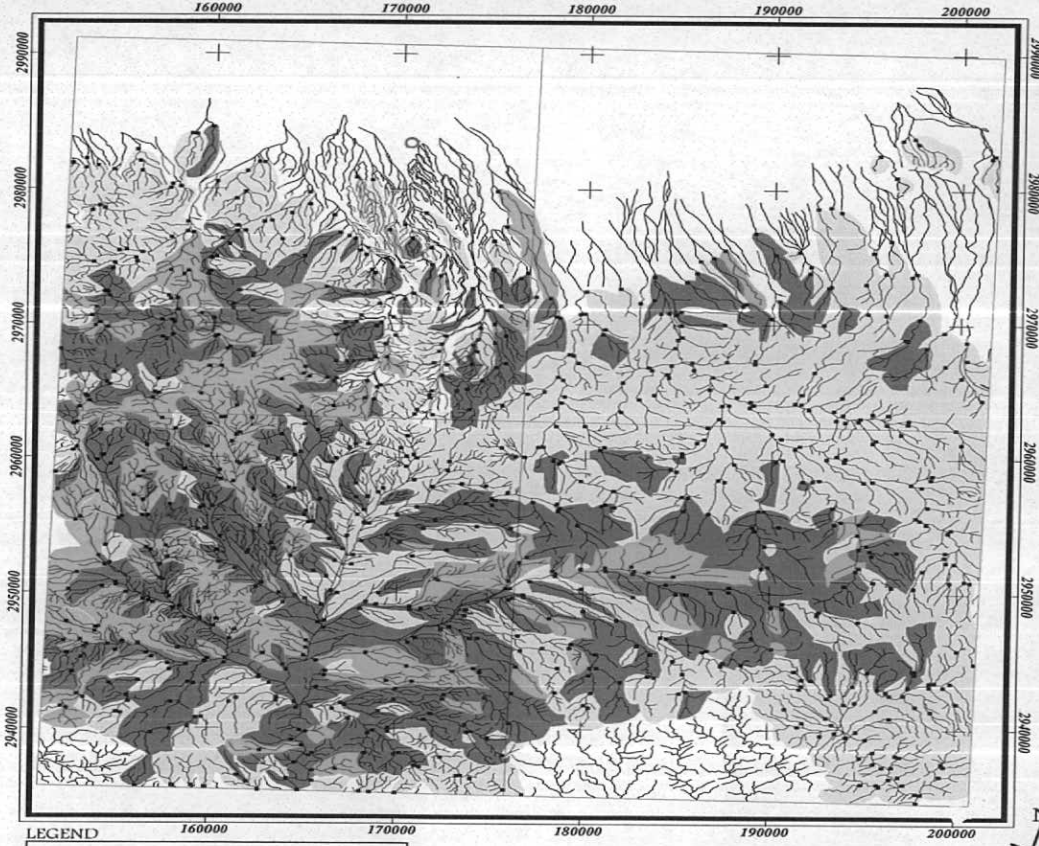
S

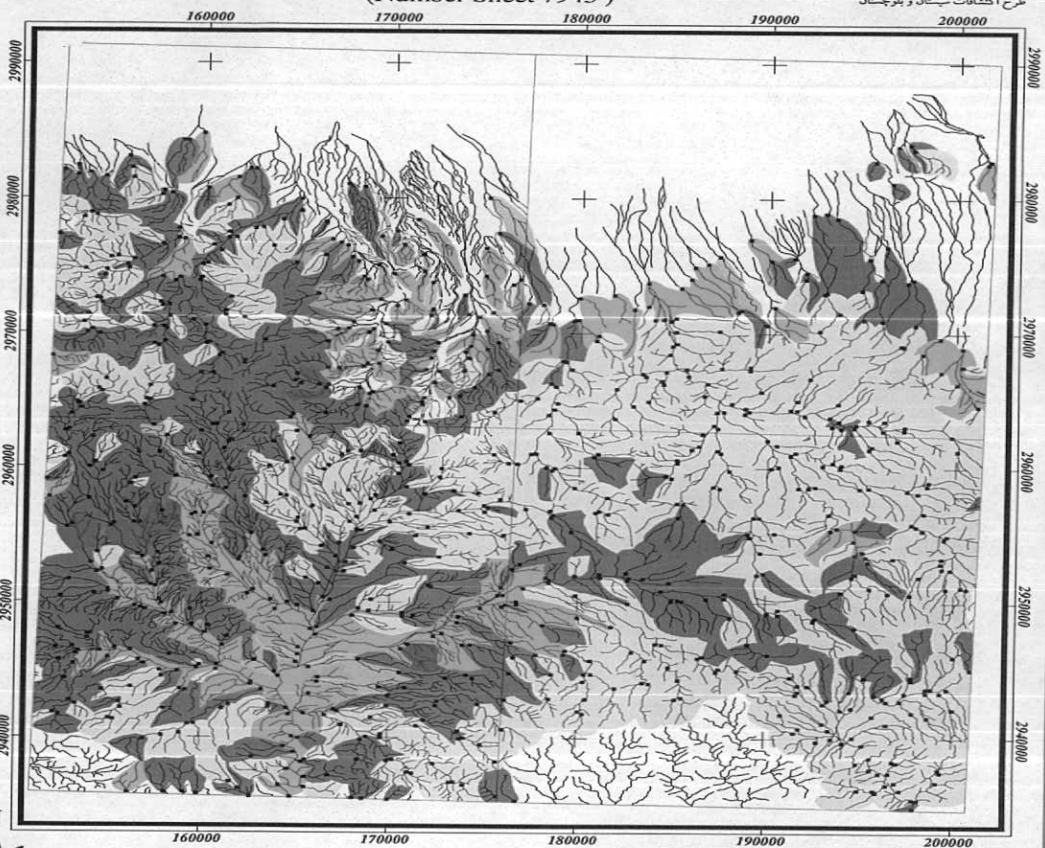
5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر بیسموت
برای داده‌های خام و غنی شده

Anomaly Map of Enrichment Co In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Co In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)





LEGEND

City
Road
Sample Site
Drainage

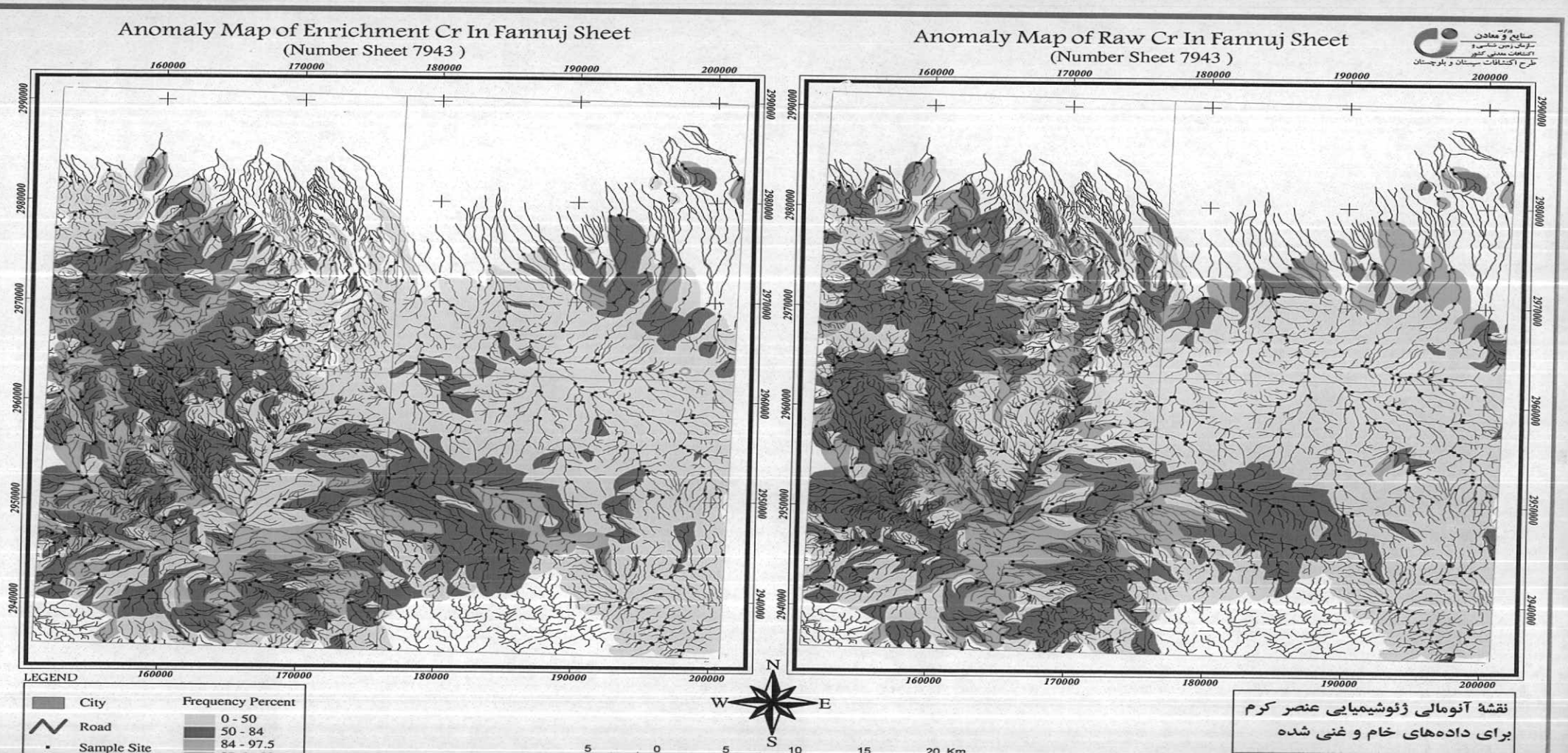
Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

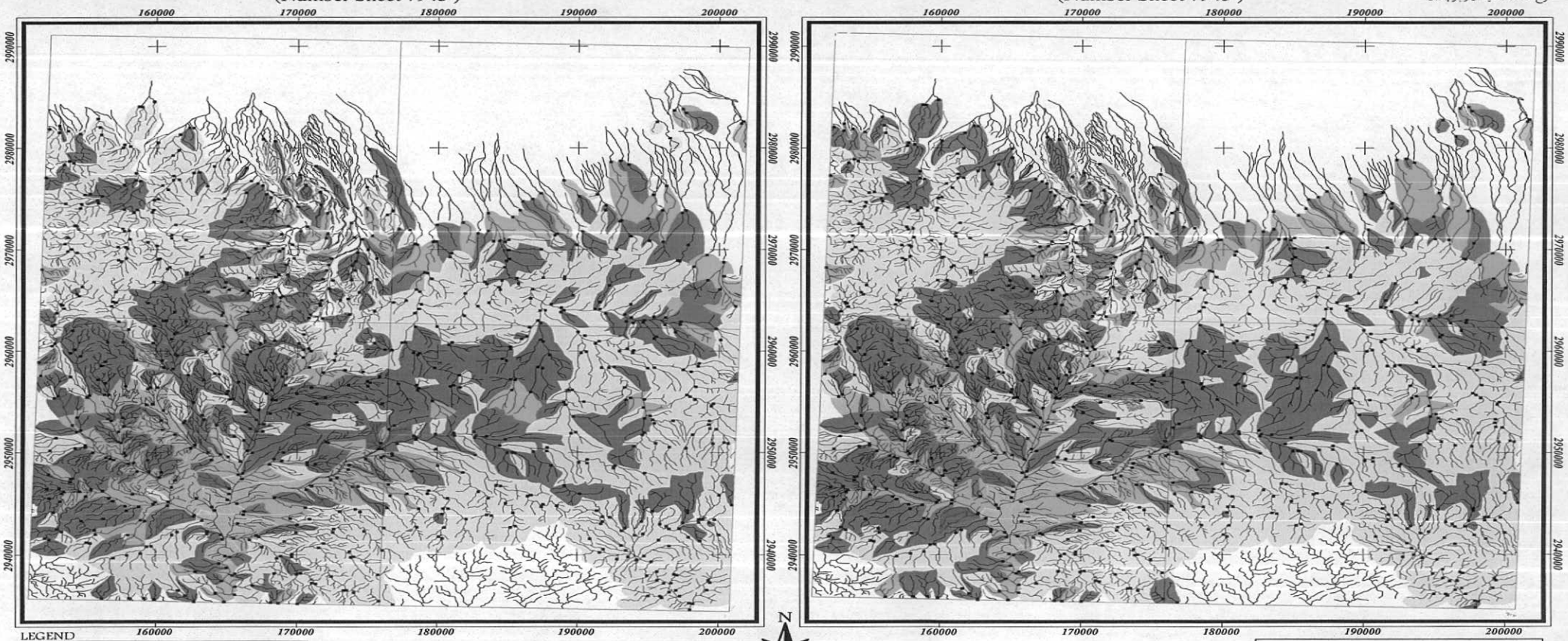
نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر کبالت
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۷)
۱۳۸۲


Anomaly Map of Enrichment Cr In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)
Anomaly Map of Raw Cr In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)
160000
170000
180000
190000
200000
2990000
2980000
2970000
2960000
2950000
2940000
LEGEND
City
Road
Sample Site
Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
N
W
E
S
5
0
5
10
15
20 Km
نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر کرم
برای داده‌های خام و غنی شده

Anomaly Map of Enrichment Cu In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Cu In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City

Road

Sample Site

Frequency Percent

0 - 50

50 - 84

84 - 97.5

97.5 - 99

N

W E

S

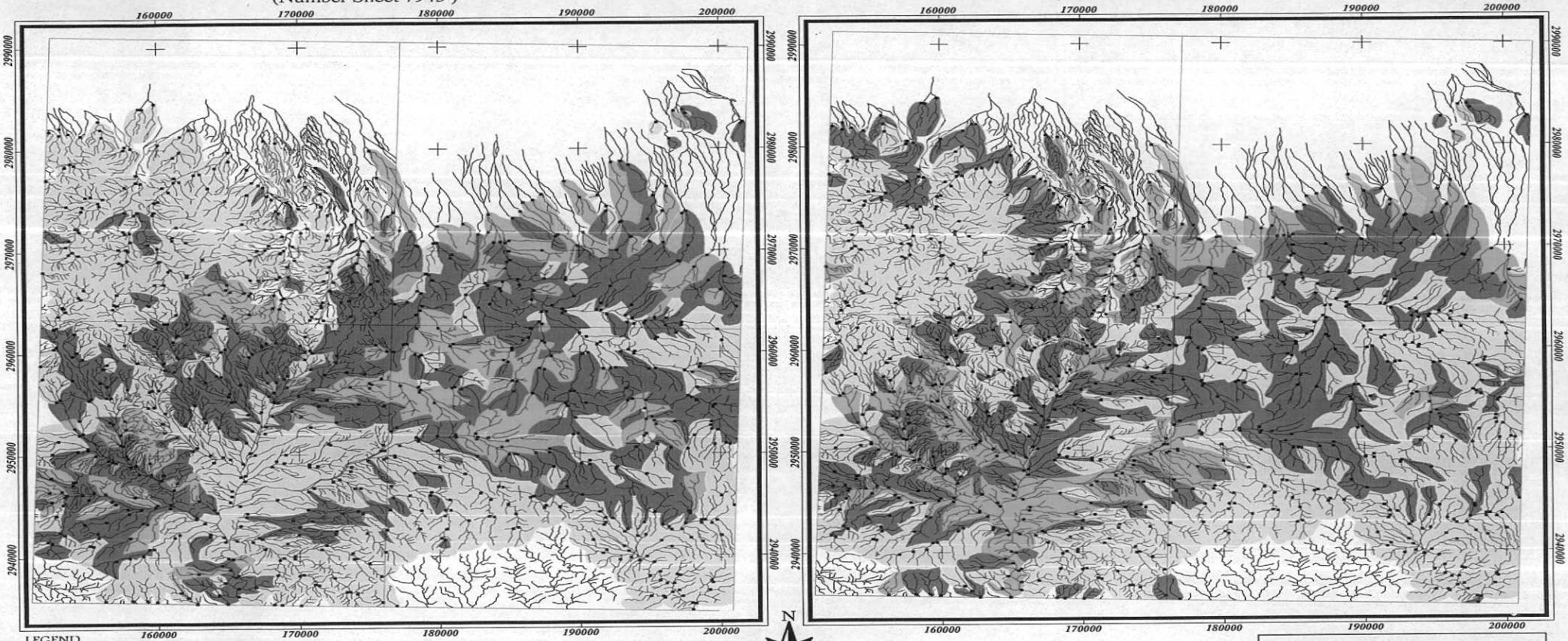
5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر مس
برای داده‌های خام و غنی شده

۱۳۸۲ شکل (۶-۹)

Anomaly Map of Enrichment Fe In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Fe In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W
E
S

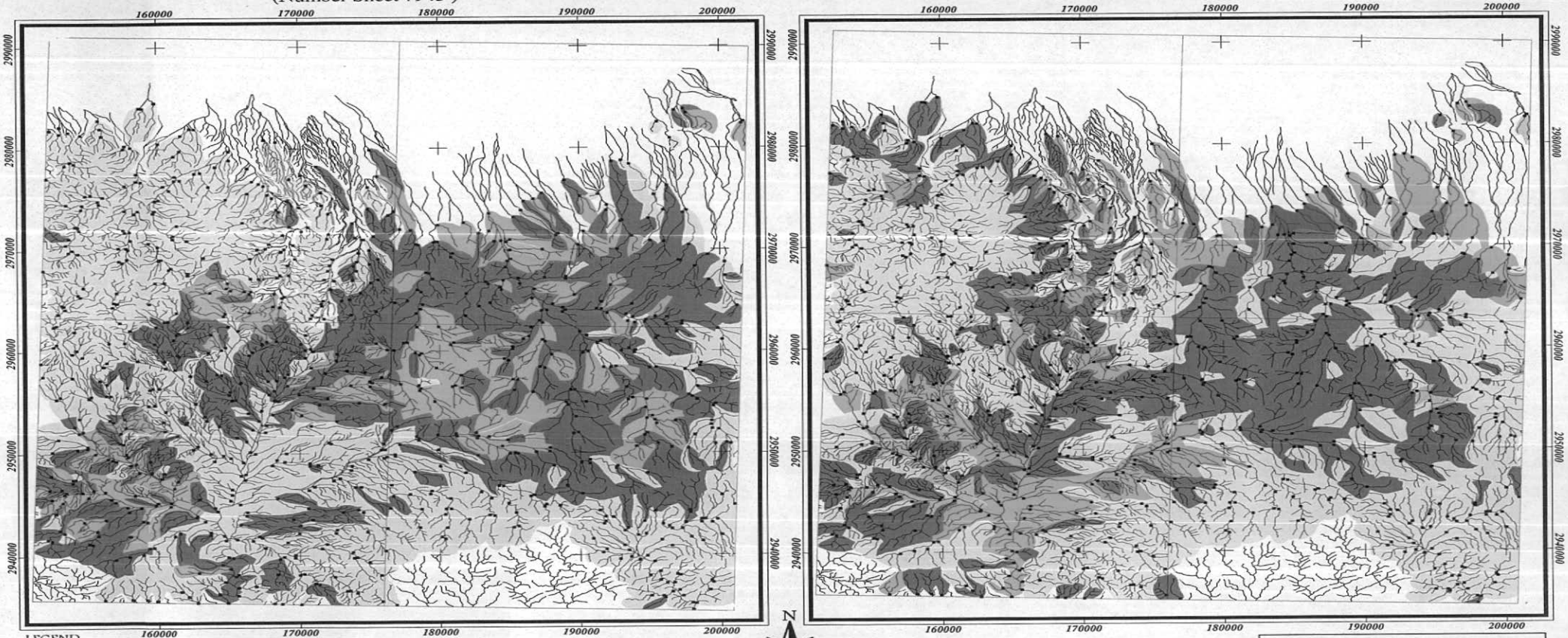
5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر آهن
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۱۰)	۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Mn In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Mn In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W
E
S

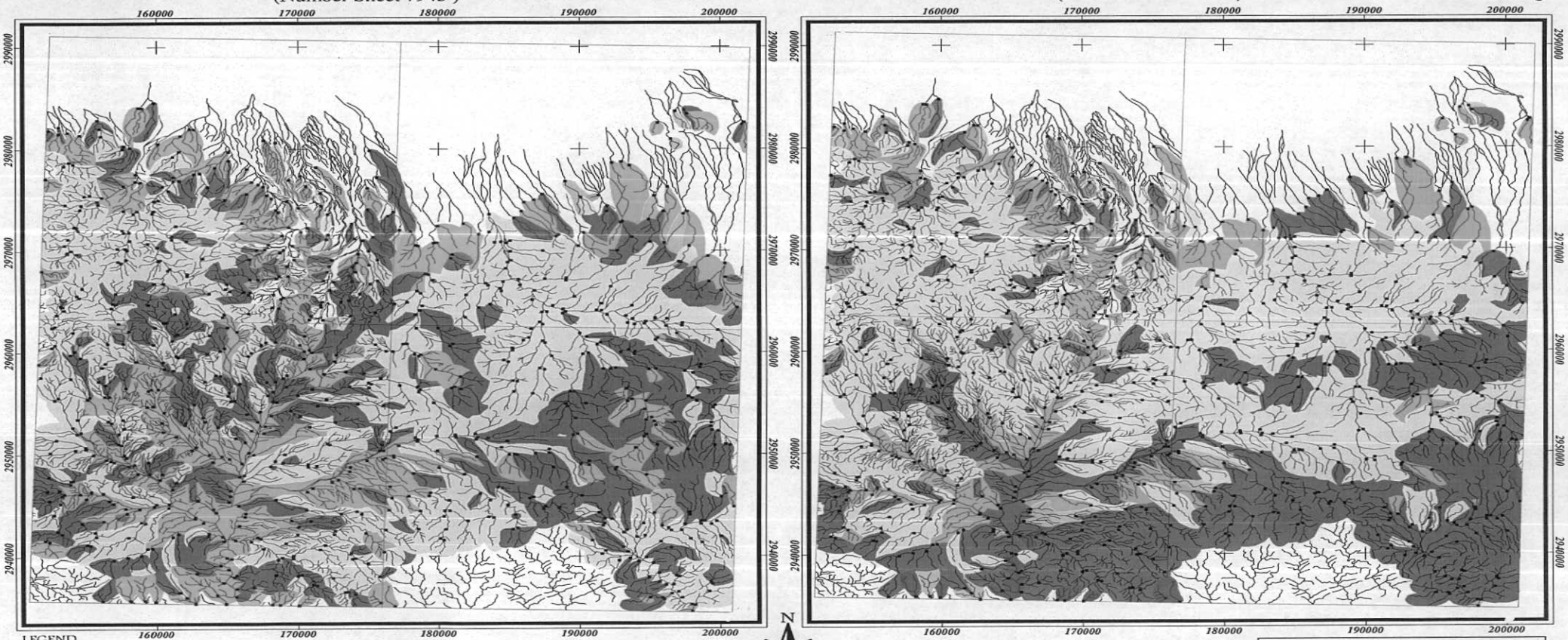
5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر منگنز
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۱۱) ۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Mo In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Mo In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W
E
S

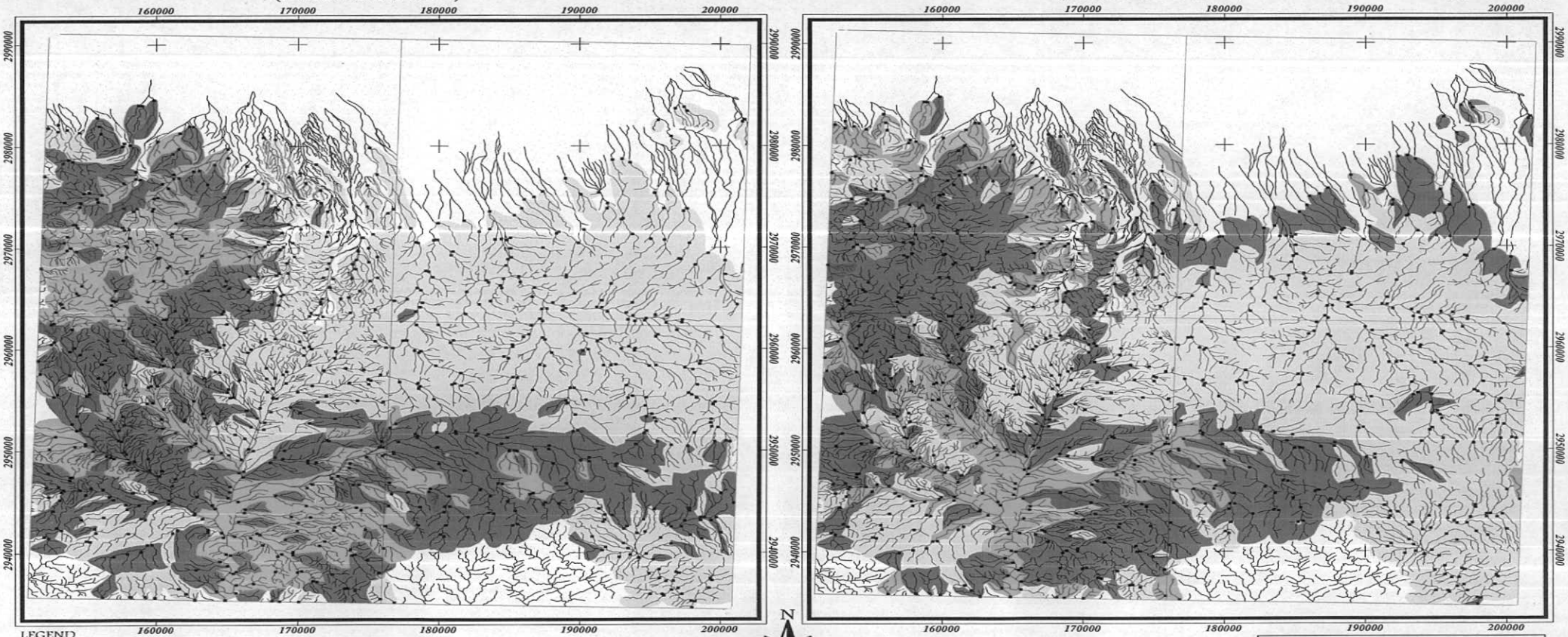
5 0 5 10 15 20 Km

نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر ملیبدن
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۱۲)	۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Ni In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Ni In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W
E
S

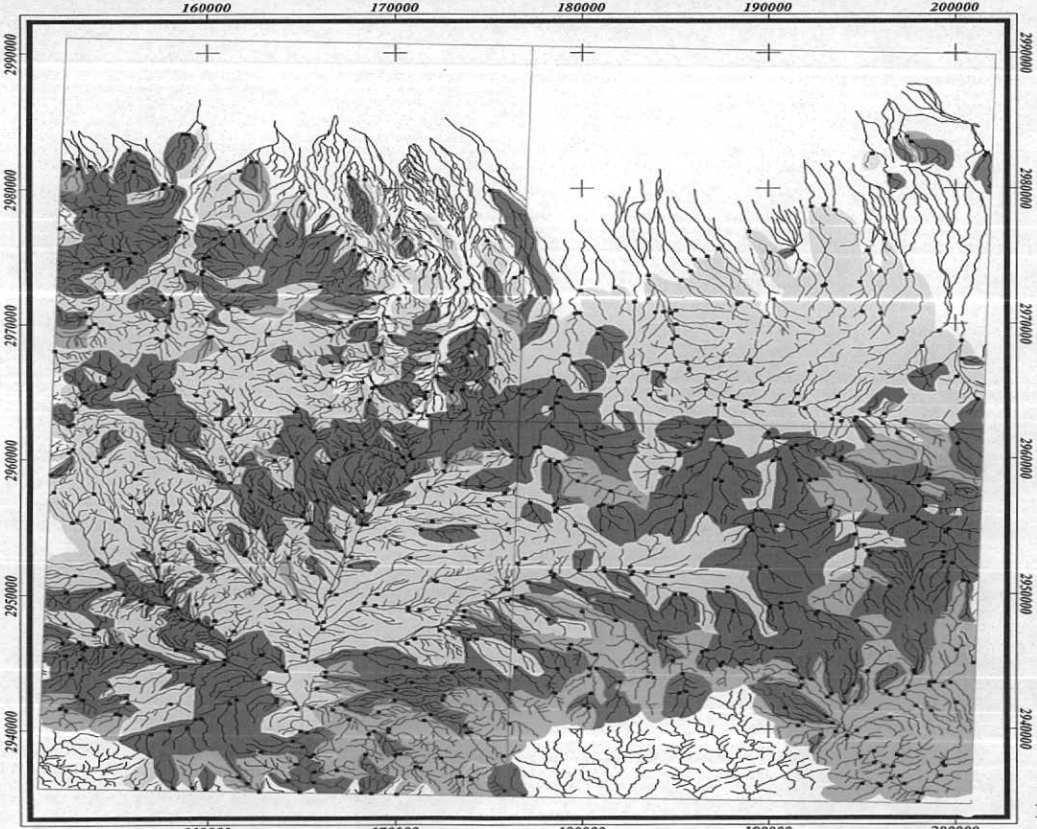
5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر نیکل
برای داده‌های خام و غنی شده

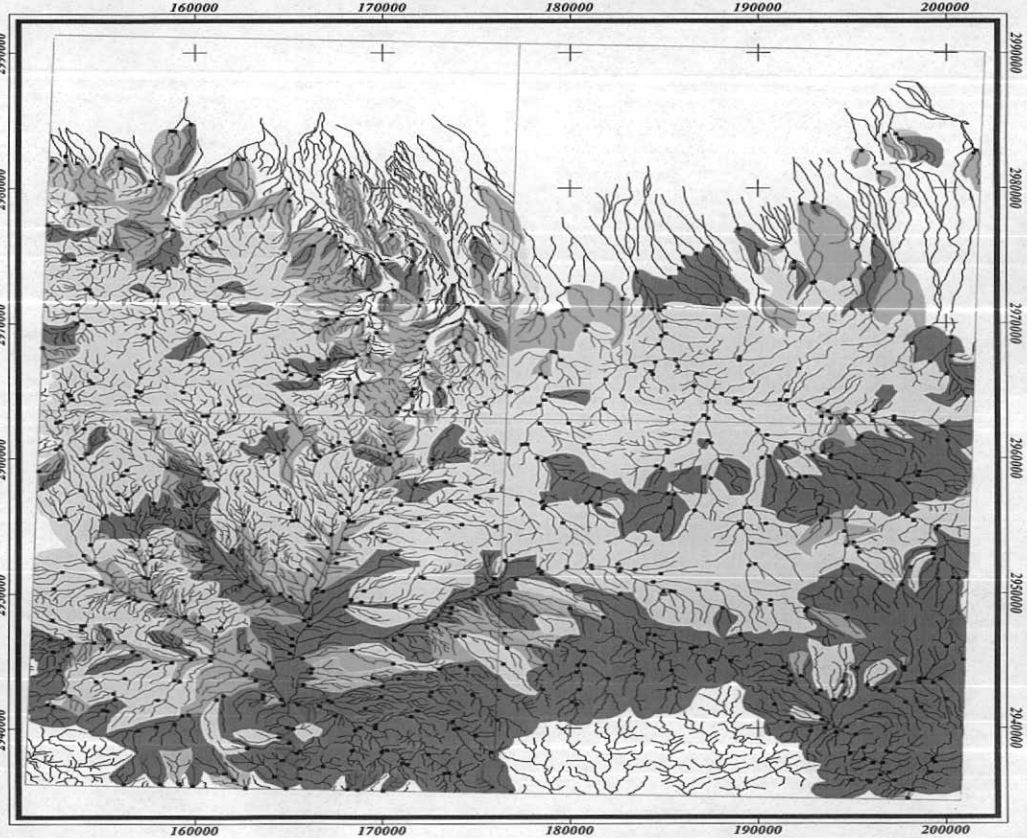
شکل (۶-۱۳)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

Anomaly Map of Enrichment Pb In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw Pb In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

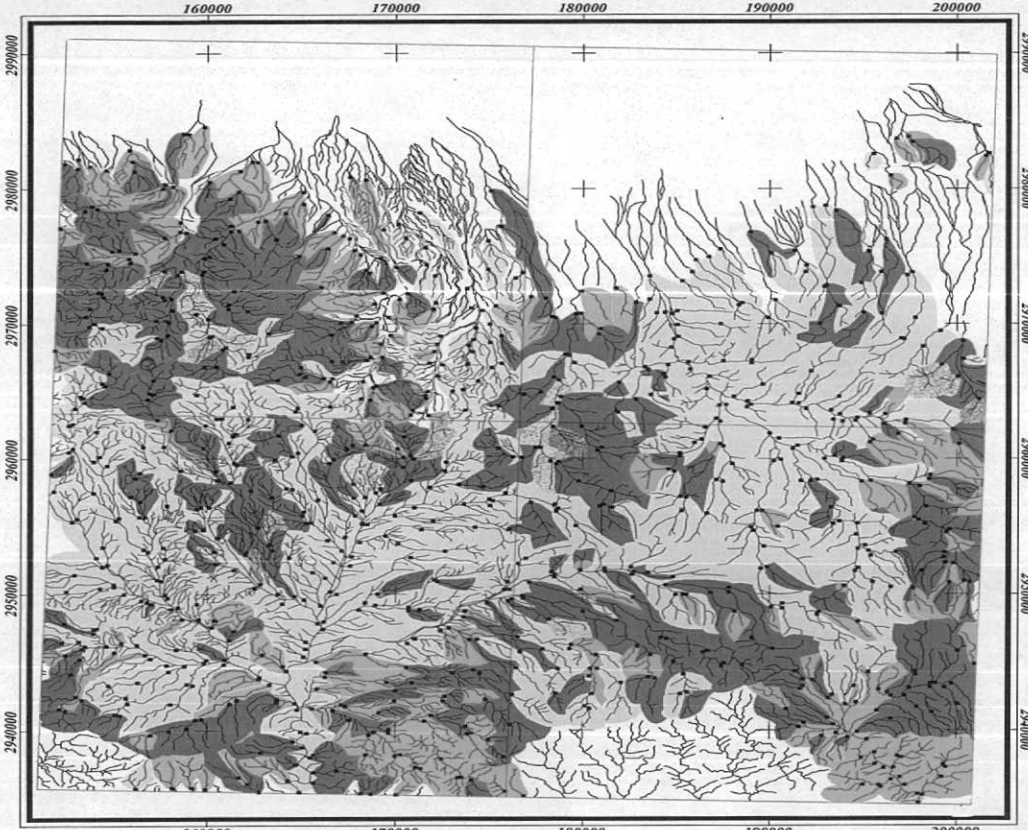
N
W E
S

5 0 5 10 15 20 Km

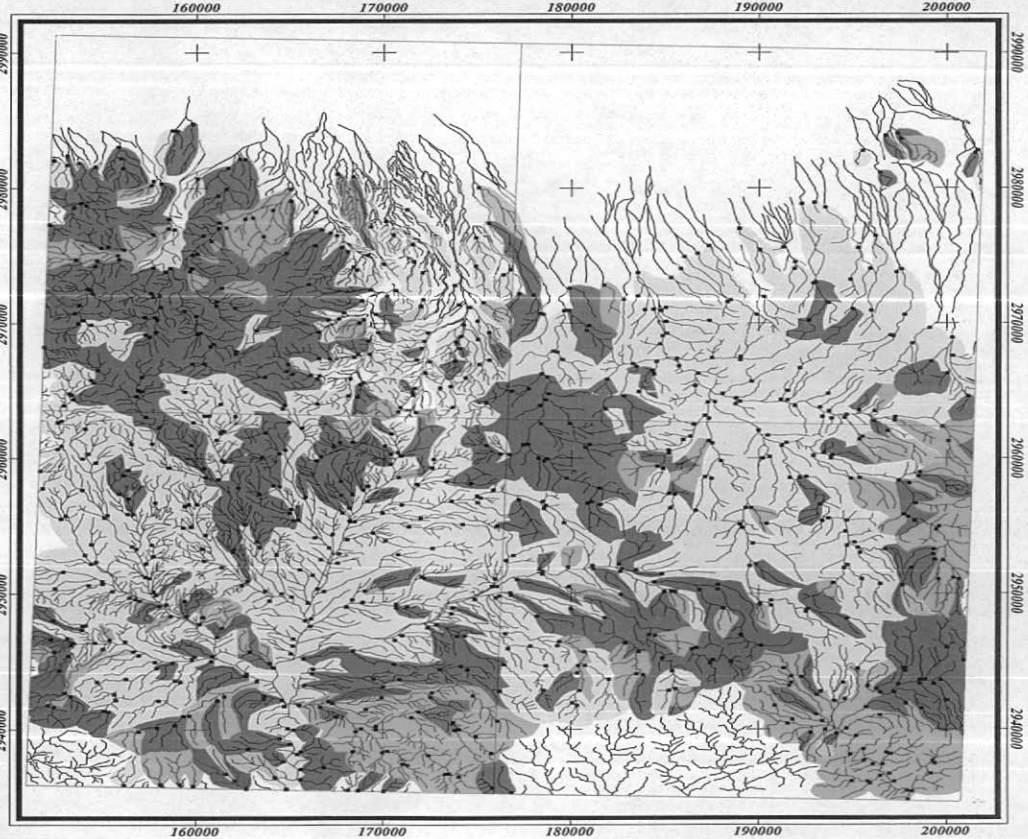
نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر سرب
برای داده‌های خام و غنی شده

۱۳۸۶	شکل (۱۴-۶)

Anomaly Map of Enrichment Sb In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw Sb In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5

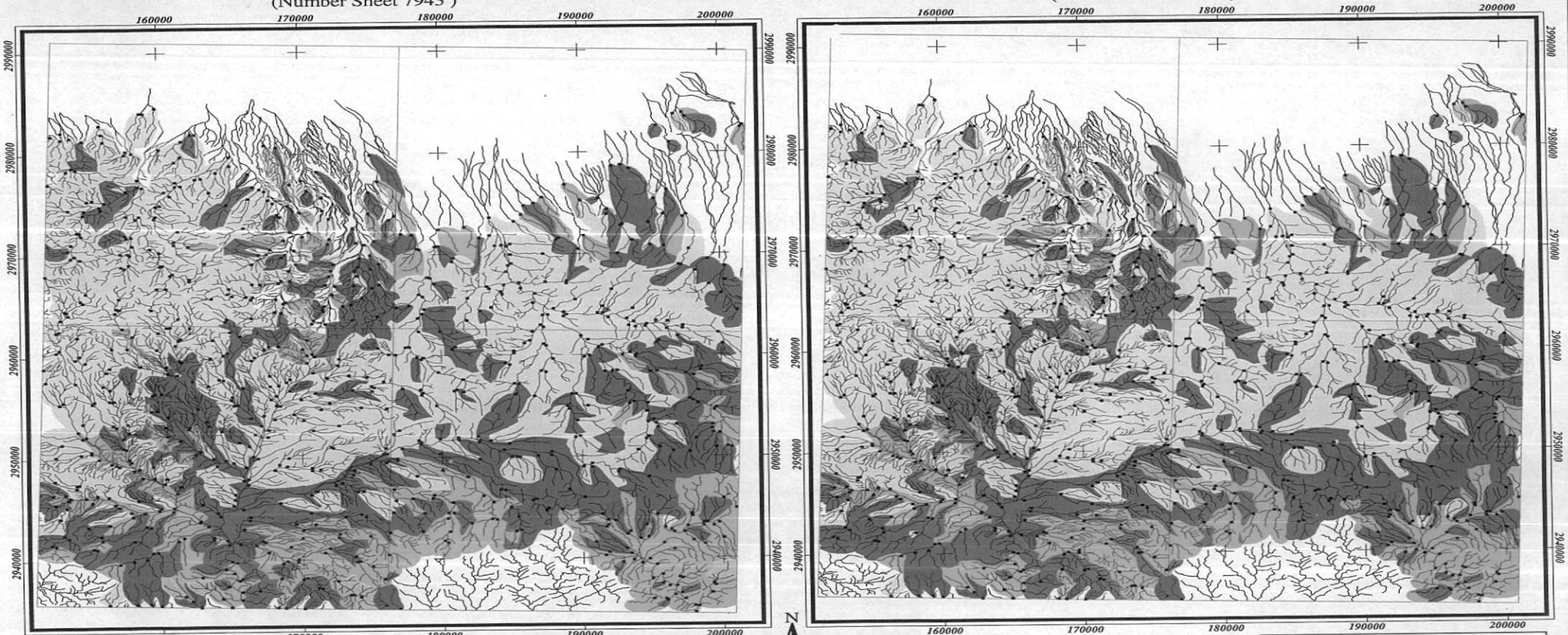
N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان
برای داده‌های خام و غنی شده

Anomaly Map of Enrichment Sn In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Sn In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5

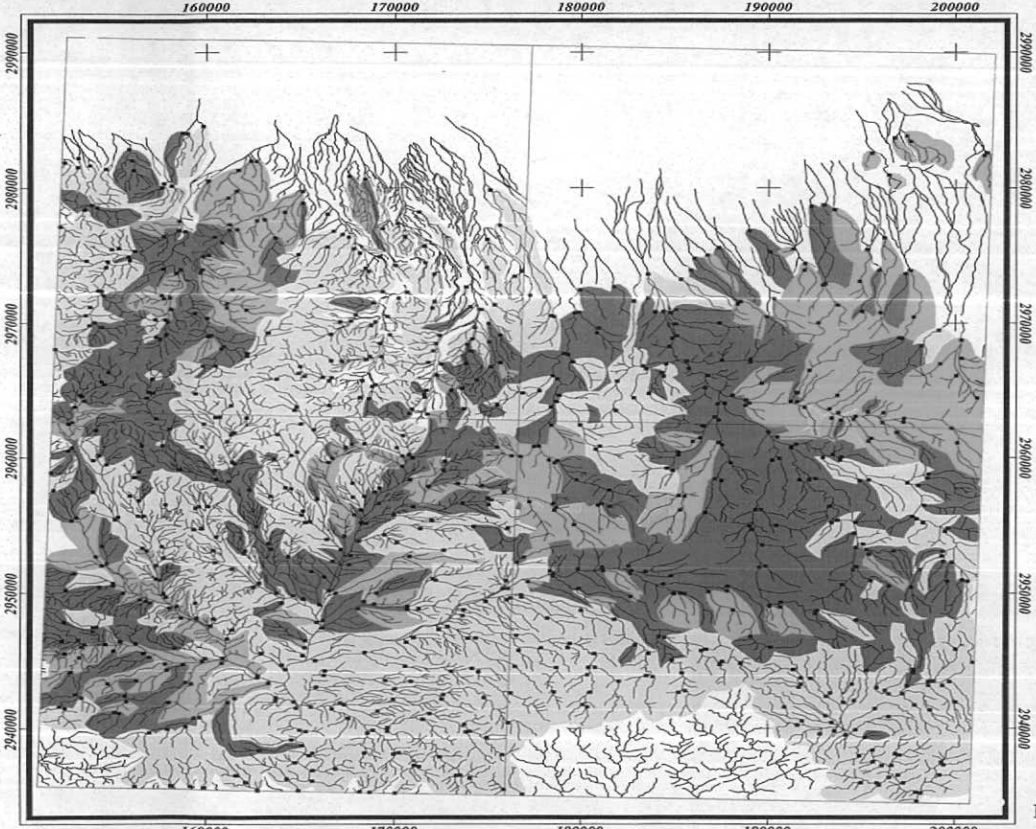
N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

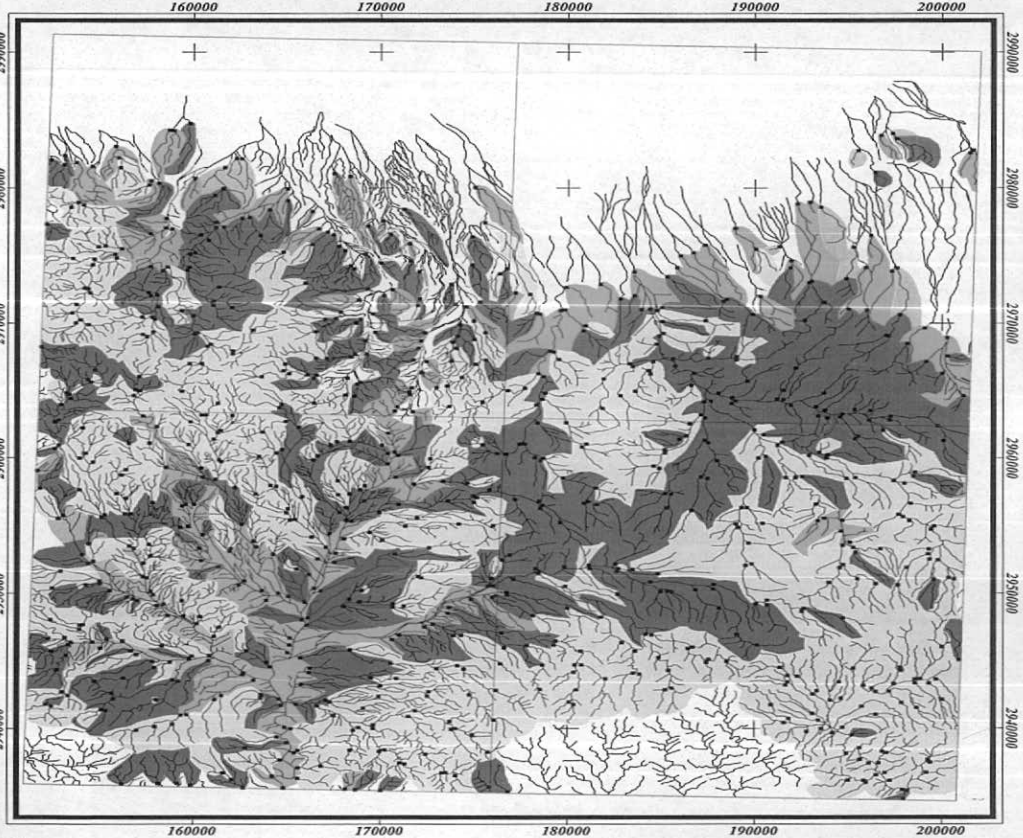
نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر قلع
برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۱۶)
۱۳۸۲

Anomaly Map of Enrichment Sr In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



Anomaly Map of Raw Sr In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5

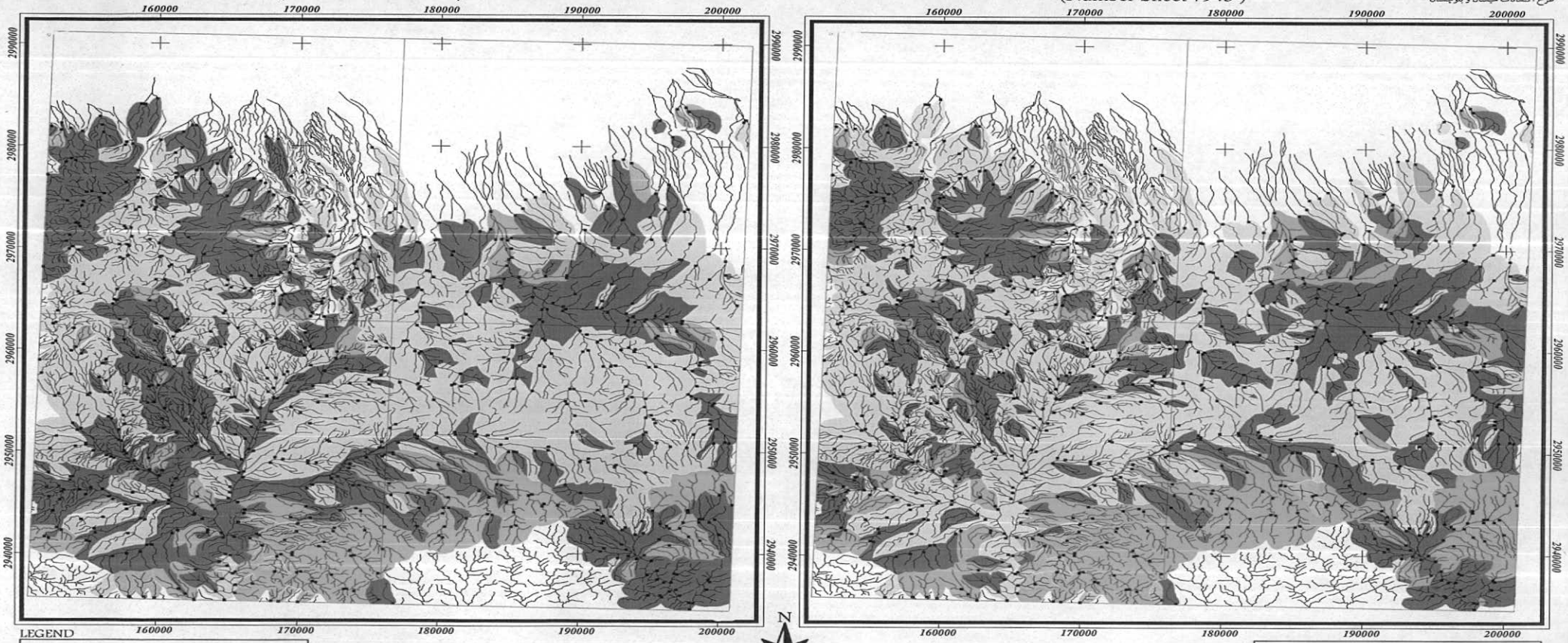
N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر استرانسیم
برای داده‌های خام و غنی شده

Anomaly Map of Enrichment Ti In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Ti In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر تنگستن
برای داده‌های خام و غنی شده

۱۳۸۲ شکل (۶-۱۸)

Anomaly Map of Enrichment Ti In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Ti In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

160000 170000 180000 190000 200000
2990000 2980000 2970000 2960000 2950000 2940000

LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5

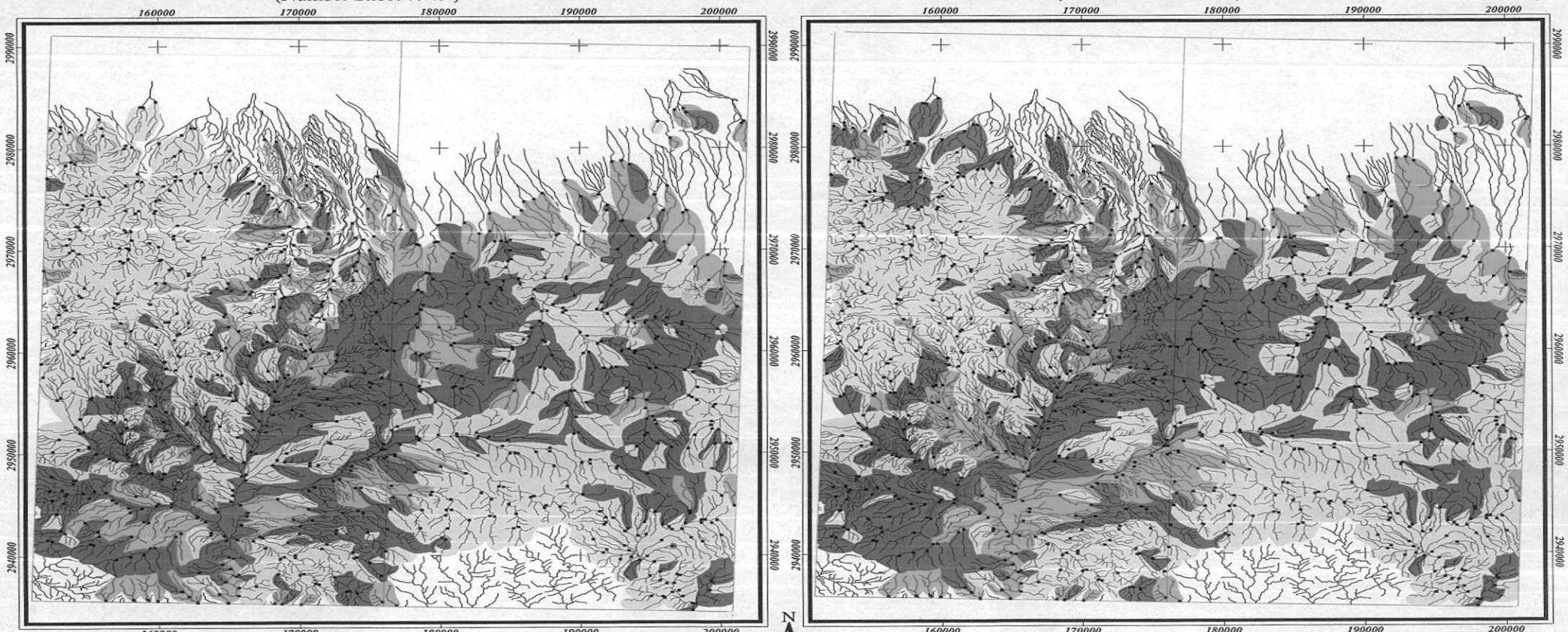
N
W E
S

5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر تیتانیم
برای داده‌های خام و غنی شده

Anomaly Map of Enrichment Zn In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)

Anomaly Map of Raw Zn In Fannuj Sheet
(Number Sheet 7943)



LEGEND

City
Road
Sample Site

Frequency Percent
0 - 50
50 - 84
84 - 97.5
97.5 - 99

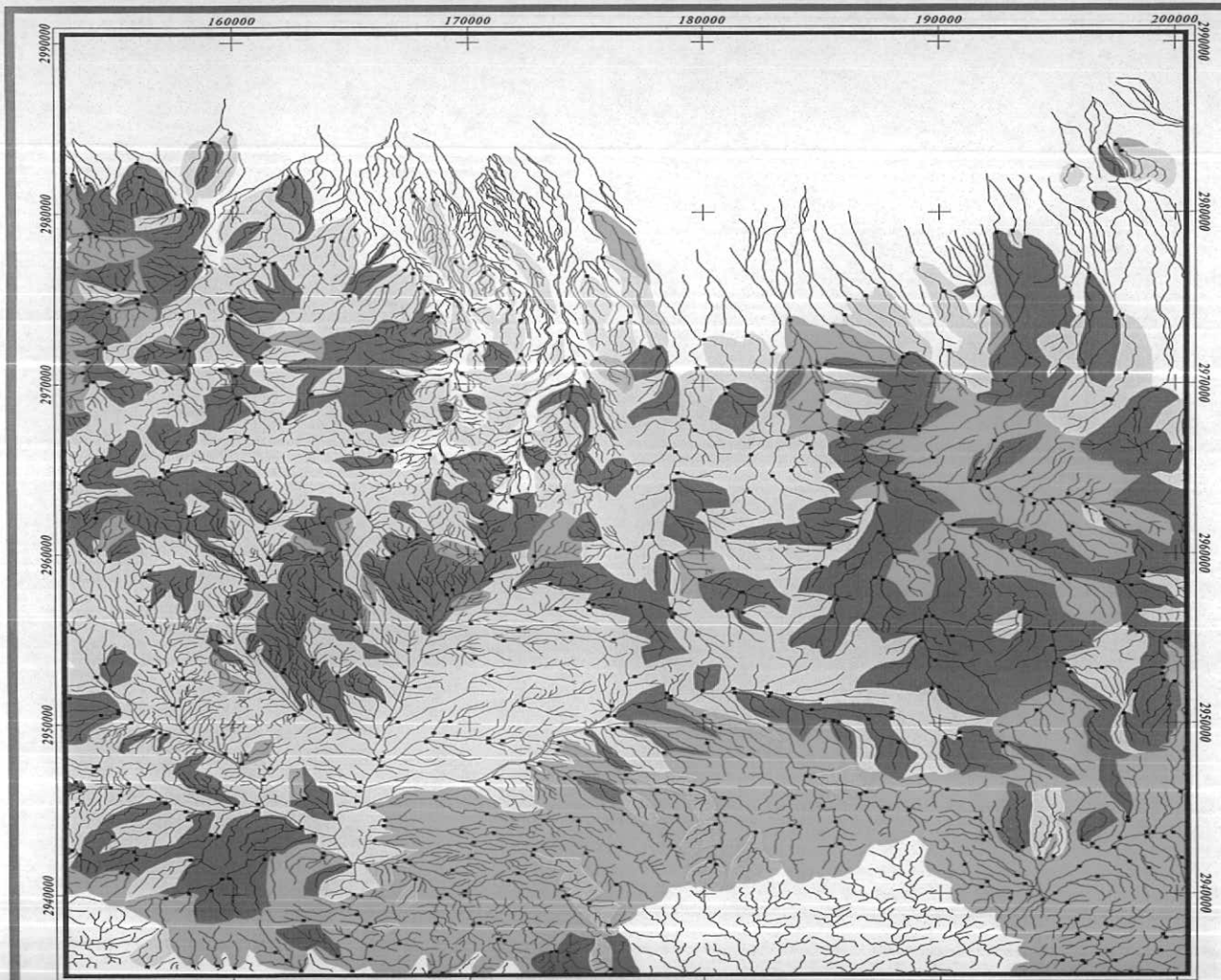
N
W
E
S

5 0 5 10 15 20 Km

نقشهٔ آنومالی ژئوشیمیایی عنصر روی برای داده‌های خام و غنی شده

شکل (۶-۲۰)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Distribution map of Factor 1 for Fannuj sheet

(Factor 1 : As_ Ba_ Be_ Bi_ Pb)

LEGEND

Factor 1

City

Road

Sample Site

Drainage

-4.27 - -0.4

-0.4 - 0.5

0.5 - 2

2 - 2.4

2.4 - 4.05

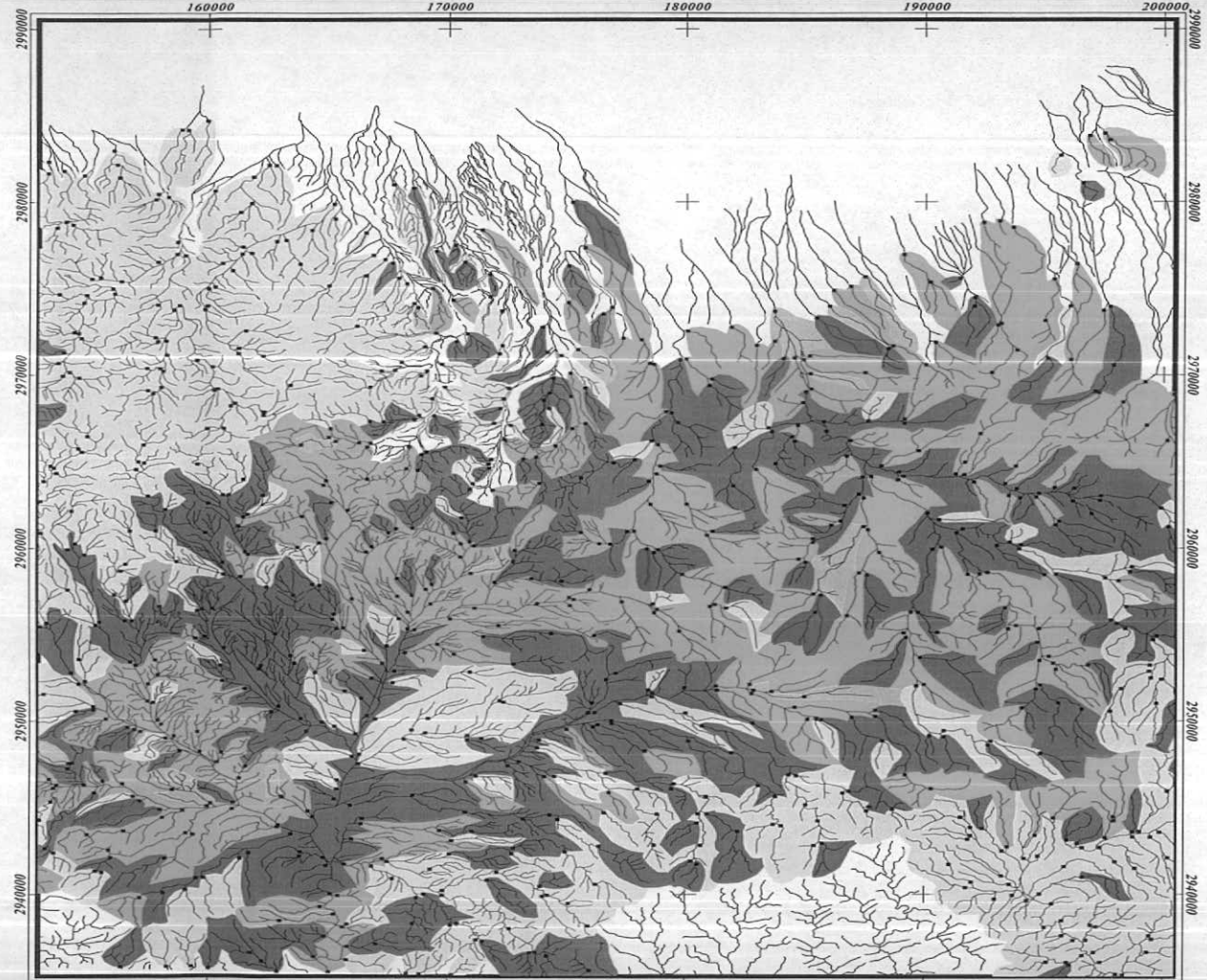
N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

نقشهٔ پراکندگی فاکتوری شمارهٔ ۱	
شکل (۶-۲۱)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Distribution map of Factor 2 for Fannuj sheet

(Factor 2 : Cu_ Fe_ Mn_ Ti_ Zn)

LEGEND

City
Road
Sample Site
Drainage

Factor 2

-3.68 - -0.3
-0.3 - 0.55
0.55 - 1.79
1.79 - 2.4
2.4 - 3.29

N

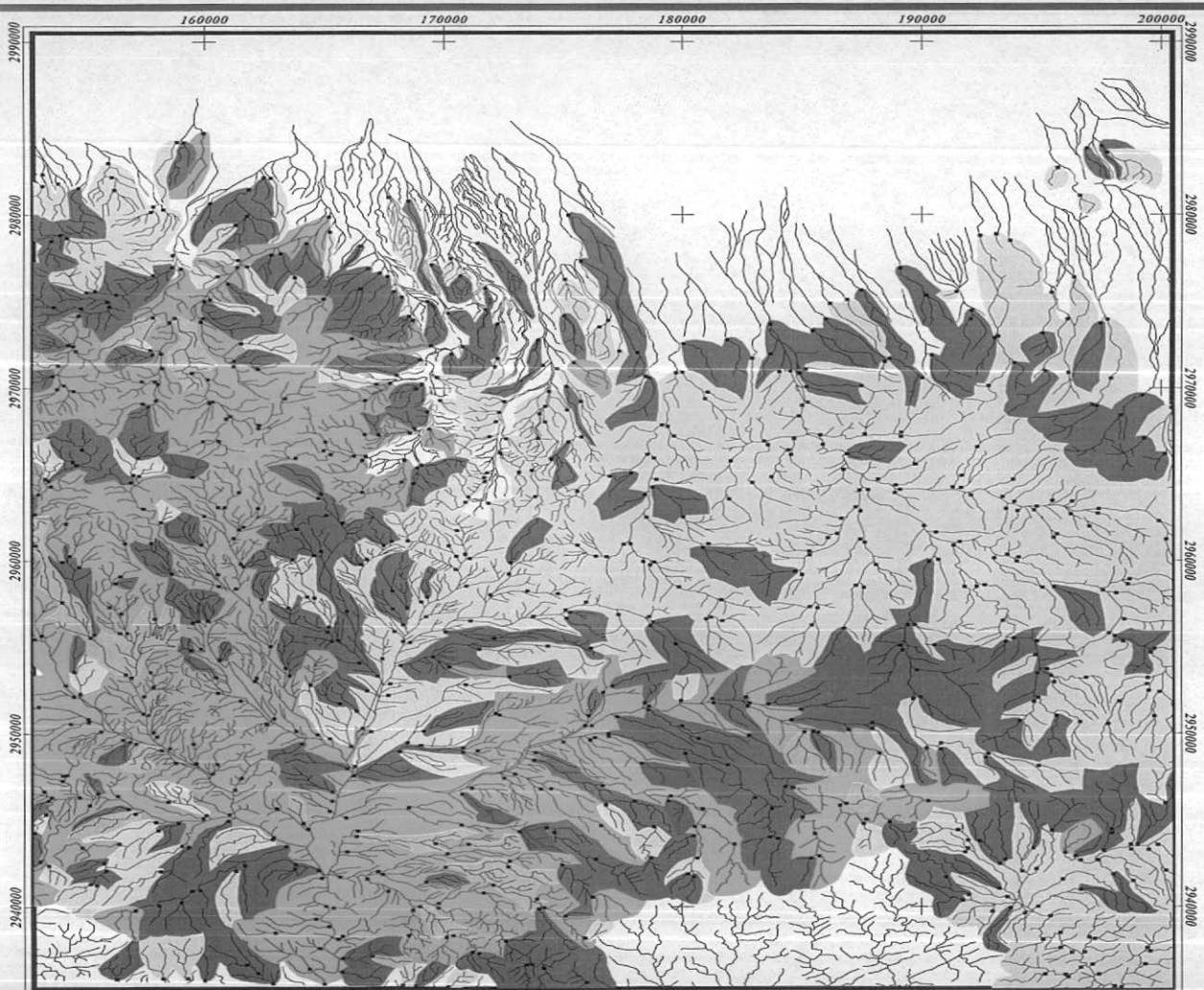
2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

نقشهٔ پراکندگی فاکتوری شمارهٔ ۲

شکل (۶-۲۲)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Distribution map of Factor 3 for Fannuj sheet

(Factor 3 : Co_ Cr_ Ni)

LEGEND

		Factor 3
City		-3.36 - -0.4
Road		-0.4 - 0.6
Sample Site		0.6 - 1.85
Drainage		1.85 - 2.35
		2.35 - 2.83

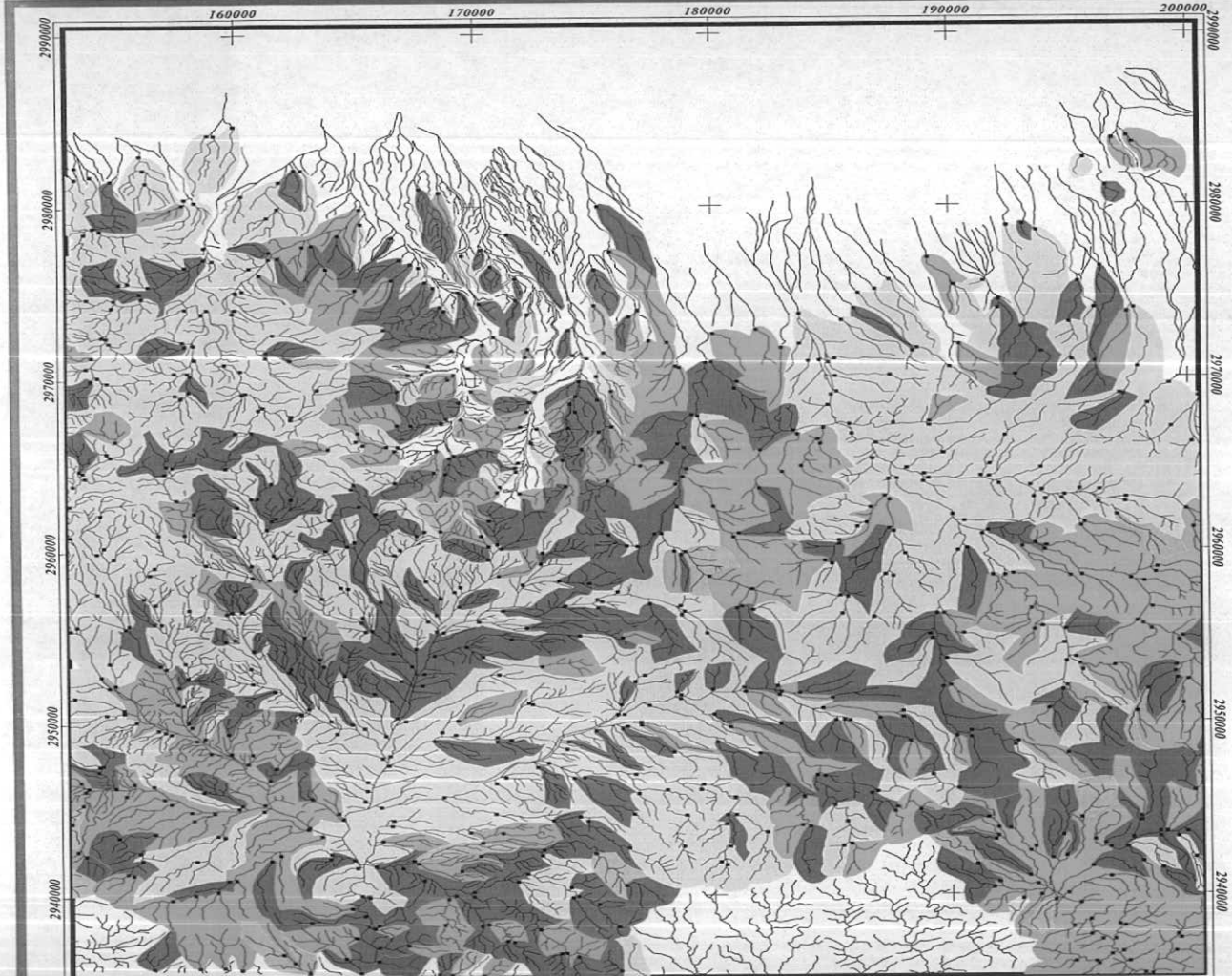
N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

نقشهٔ پراکندگی فاکتوری شمارهٔ ۳	
شکل (۶-۲۳)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Distribution map of Factor 4 for Fannuj sheet

(Factor 4 : Mo_ Sb_ Sn)

LEGEND

City
Road
Sample Site
Drainage

Factor 4

-4.06 - 0
0 - 0.45
0.45 - 1.6
1.6 - 2.48
2.48 - 3.19

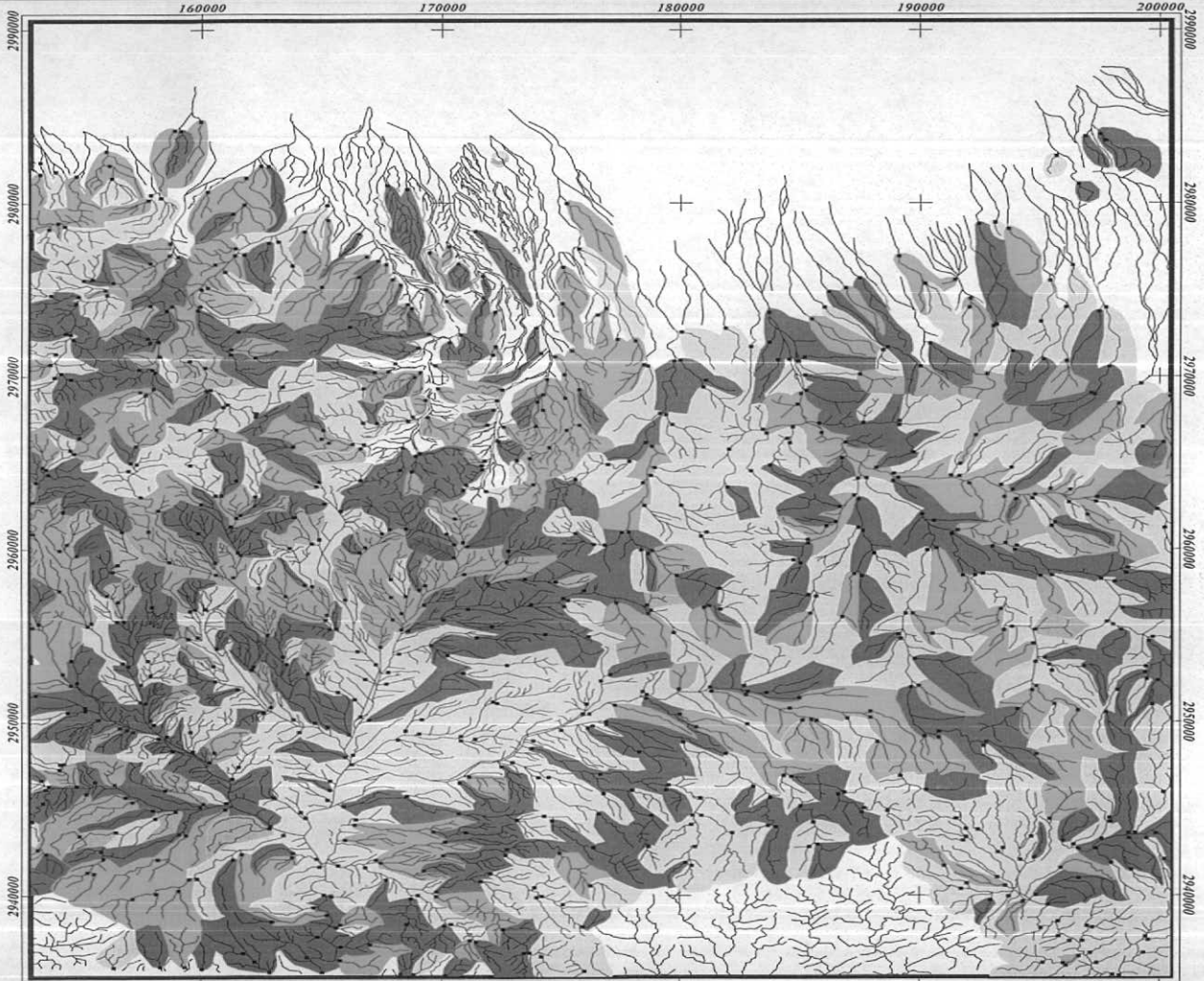
N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

نقشهٔ پراکندگی فاکتوری شمارهٔ ۴	
شکل (۶-۲۴)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Distribution map of Factor 5 for Fannuj sheet

(Factor 5 : Ag)

LEGEND

Factor 1

City

Road

Sample Site

Drainage

-4.27 - -0.4
-0.4 - 0.5
0.5 - 2
2 - 2.4
2.4 - 4.05

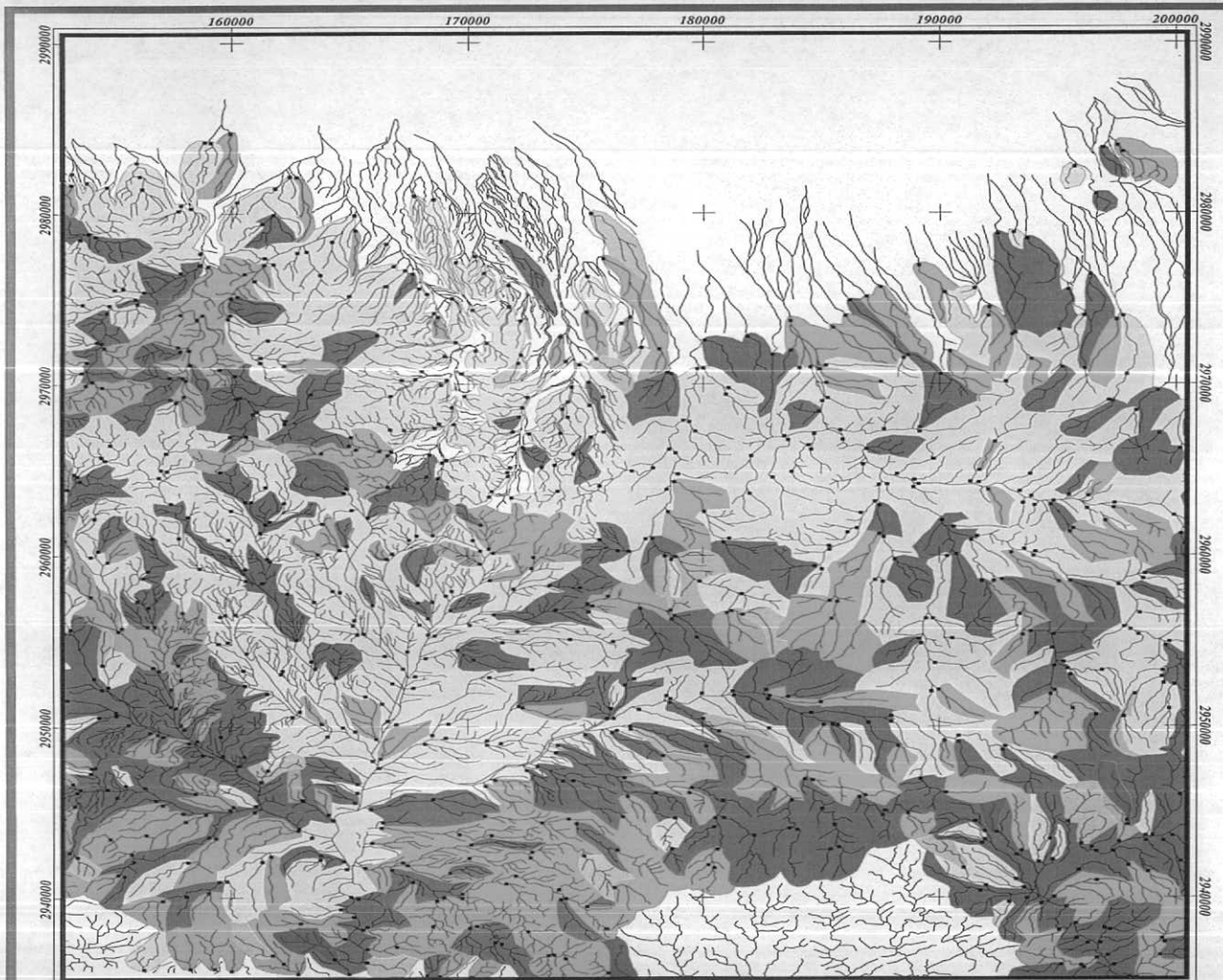
N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

نقشهٔ پراکندگی فاکتوری شمارهٔ ۵	
شکل (۶-۲۵)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Map of data 1/PN for Fannuj sheet

LEGEND

		PN
City		0.037 - 0.08
Road		0.08 - 0.14
Sample Site		0.14 - 8
Drainage		8 - 26
		26 - 32

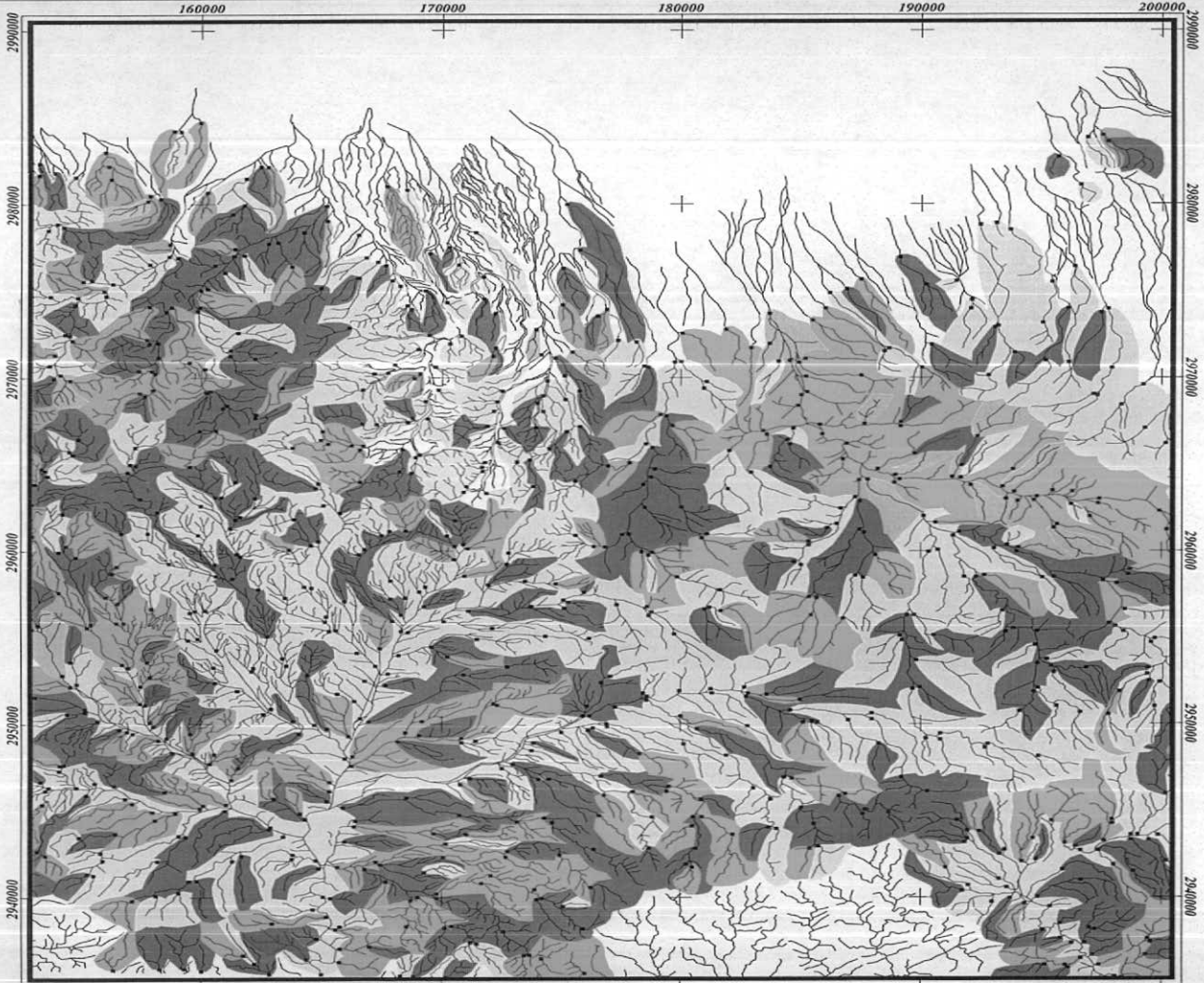
N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

نقشهٔ پراکندگی مقادیر PN	
شکل (۶-۲۶)	۱۳۸۲

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان



Distribution map of Discriminant Analysis for Fannuj sheet

LEGEND

City
Road
Sample Site
Drainage

Tamayoz

1.5 - 5.1
5.1 - 7
7 - 11.5
11.5 - 13
13 - 14.8

N

2 0 2 4 6 8 Km

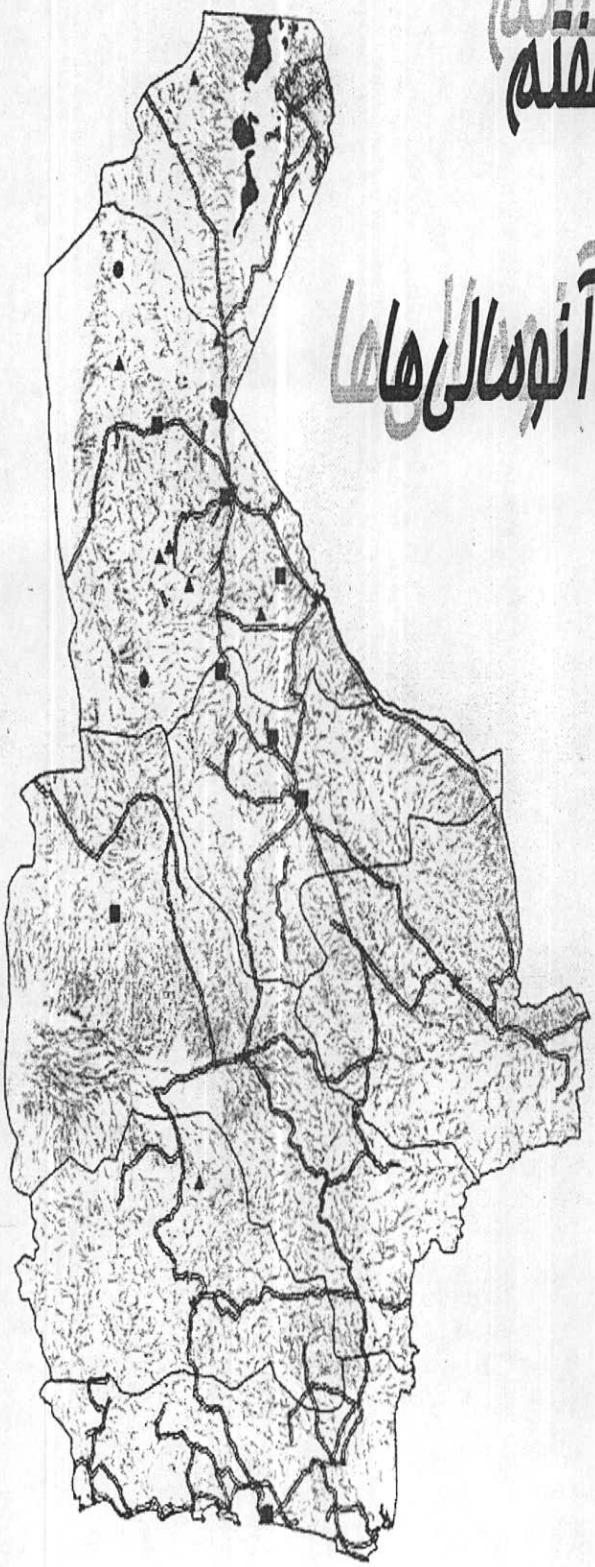
Scale 1:300,000

نقشهٔ آنالیز ویژگی فاکتورها

شکل (۶-۲۷)	۱۳۸۲

فصل هفتم

فاز کنترل آنومالی‌ها



فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی

در اکتشافات ژئوشیمیایی با مقیاس ناحیه‌ای، که به منظور کشف هاله‌های ثانوی کانسارهای احتمالی انجام می‌پذیرد، معمولاً ابتدا منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشافی قرار می‌گیرد. این پروسه سبب کشف آنومالی‌های ظاهری موجود در محیط‌های ثانویه می‌شود. این آنومالی‌ها در اثرعوامل متعددی بوجود می‌آیند که عبارتنداز:

- تاثیر سنگ بالادست
- آلودگی‌های مختلف موجود در محیط (صنعتی، کشاورزی و ...)
- آلوده شدن نمونه ضمن نمونه‌برداری و آماده‌سازی
- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیز شده
- عوامل کانه‌زایی

از طرفی به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیایی هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد توجهی به فاز پیدایش آن نمی‌شود، از این رو هاله‌های ثانوی کشف شده نمی‌توانند همیشه معرف کانی‌سازی باشند. بنابراین برای تمییز دادن آنومالی‌های واقعی (که در ارتباط با پدیده کانی‌سازی بوده و دارای مولفه اپی‌ژنتیک قابل ملاحظه می‌باشند)، از انواع کاذب مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زایی (مؤلفه سین‌ژنتیک) باید به کنترل زمینی آنها پرداخت.

روشهای مختلفی برای کنترل آنومالی‌ها وجود دارد که می‌توان به کمک آنها آنومالی‌های مقدماتی ژئوشیمیایی عناصر را تأیید یا باطل کرد. این روشها عبارتند از:

۱- نمونه‌برداری کانی‌سنگین از محدوده آنومالی‌ها

۲- بررسی مناطق دگرسان شده و زونهای مینرالیزه احتمالی

۳- برداشت نمونه از سیستمهای درزه و شکاف پرشده توسط مواد معدنی

ردیابی کانی‌سنگین

با پیشرفت علم اکتشاف بویژه اکتشافات ژئوشیمیایی در کشف کانسارهای ناشناخته و پنهان روش پی‌جویی کانی‌سنگین به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های اکتشافی مطرح است.

ارزش مشاهدات کانیهای‌سنگین که جز، کانیهای فرعی سازنده سنگ هستند و ممکن است در مناطق فاقد کانی سازی نیز پیدا شوند به اندازه عناصر ردیاب نیست ولی می‌تواند معرف محیط و بستر مناسب وقوع کانی‌سازی باشد که برای مثال به چند مورد آن اشاره می شود.

الف)طلا (Au): مشاهده ذرات طلا در کنسانتره کانی‌سنگین می‌تواند حاکی از مناطق امید بخش باشد. ارتباط طلا با آرسنوپیریت و تعدادی از کانیهای سولفوسالت دیگر می‌تواند در تعیین مناطق امید بخش موثر واقع شود.در نهشته های اپی ترمال دانه ریز بندرت ممکن است طلا در نمونه تغلیظ شده کانی‌سنگین معمولی یافت شود. در صورت پیدایش و همراهی آن با سینابر و استیبنیت اهمیت منطقه اکتشافی دو چندان می‌شود.

ب)شئلیت ($Cawo_4$) : همراهی قابل توجه شئلیت و طلا بعنوان مثال در کمربندهای گرینستون دنیا گزارش شده است و شئلیت بعنوان یک کانی ردیاب شناخته می‌شود.

ج)باریت ($BaSo_4$) : باریت به صورت باطله در بسیاری از کانسارهای فلزات پایه وجود دارد .وجود آن در در بخش تغلیظ یافته کانی‌سنگین دلالت بر وجود احتمالی چنین نهشته‌هایی است و با توجه به وسعت هاله‌های آنها می‌تواند بسار مفید واقع شود.

د) **تورمالین** ($Fe_3Al_6OH_4(BO_3)_3(Si6O_{18})$) : این کانی ممکن است حاصل آلتراسیون هیدروترمال باشد. بنابراین راهنمای مناسبی برای تشخیص آلتراسیون و کانه‌زایی است.پیدایش تورمالین در بعضی از مجموعه های پاراژنزی مانند مولیبدینیت، آرسنوپیریت و فلوئوریـن می‌تواند به تعیین دقیقتر مناطق امید بخش کمک کند.

ه) **ایلمنیت** : این کانی از نظر پیدایش به همراه مگنتیت در سنگهای آذرین بازیک و سنگهای آلکالن دیده می‌شود.گاهاً نیز همراه با فلدسپاتها، بیوتیت و ایلمنوروتیل در پگماتیتها دیده می‌شود. این کانی در نتیجه دگرسانی هیدروترمالی سنگهای آذرین به لوکوکسن تبدیل می‌شود. ایلمنیت از کانیهای اصلی ماسه‌های تیتانیوم‌دار نیز مشاهده می‌شود.

و) **کروندوم** (Al_2O_3) : این کانی از گروه اکسیدها بوده و در ترکیب خود دارای آثاری از عناصر **Cr, Fe, Ti, Mn** می‌باشد. کروندوم در سنگهای مگنتیت‌دار درونی غنی از آلومینیوم و فقیر از سیلیس نظیر کروندوم سینیت و آنورتوزیتها همراه با فلدسپاتها دیده می‌شود.

ز) **گارنت** ($Mg_3Al_2Si_3O1_2$) : این کانی شامل یک گروه از کانیهاست که اغلب در شرایط کنتاکت متاسوماتیک تشکیل می‌گردد. انواع گروسولاریت و آندرادیت، سیلیکاتهای کلیسم‌دار (دیوپسید و هدنبرژیت، ولاستونیت، اکتینولیت و کلریت) را در اسکارنها همراهی می‌کند. اغلب کانسارهای گارنت در تماس ماگماهای اسیدی با سنگهای دگرگونی تشکیل می‌شود به ویژه در شرایطی که دگرگونی‌های مذکور به صورت گزنولیت در سنگهای آذرین وجود دارند.

بزرگی هاله‌های کانی‌سنگین

ترکیب سنگ شناسی، بزرگی رخنمون در ناحیه منشا، هوازدگی شیمیایی و مکانیکی از عوامل موثر در توسعه هاله‌های کانی‌سنگین به شمار می روند که در مورد اخیر به شرایط آب و هوایی و نیز ژئومورفولوژی منطقه بستگی دارند. به این ترتیب بر حسب شیب توپوگرافی ممکن است ذرات طلا و ولفرامیت تا دهها کیلومتر از ناحیه منشا فاصله بگیرند و برخی کانیها در همان یک کیلومتر اول مسیر تا ۹۰ درصد مقدار اولیه کاهش پیدا کنند. در منطقه آبریز سعی گردید تا نمونه‌های کانی‌سنگین در حوضه بالا دست نمونه‌هایی که آنومالی ژئوشیمیایی دارند به گونه‌ای برداشت گردند که بیشترین پوشش سطحی را فراهم کنند و در مناطقی که آنومالی طلا اندازه‌گیری شده بود نمونه‌برداری با تراکم بیشتری صورت گرفت.

نمونه‌برداری کانیهای سنگین

در یک پروژه اکتشافی به روش کانی‌سنگین طراحی ایستگاههای نمونه‌برداری و تعیین محل نمونه‌برداری نقش مهمی را در هدایت اکتشاف کانسارها ایفا می‌کند.توجه خاص به شرایط زمین شناختی منطقه، مسائل تکتونیکی ،ویژگی‌های رخساره‌های سنگی، گسترش پلاسرها و سایر پارامترهای تأثیرگذار بر کانسارها می‌توانند روش اکتشافی مورد نظر را هدف‌دار سازد.

در راستای طراحی و نمونه‌برداری از رسوبات آبرفتی آبراهه ها سعی گردیده که ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مرز جدایش ارتفاعات با نقاط پست، محل پیچش آبراهه‌ها، محل اتصال آبراهه‌ها، گودالهای آبراهه‌ای ،مرکز ثقل آبریزها، جبهه مقابل جریان آب و بطور کلی هر محلی که احتمال کاهش سرعت جریان آب و بر جای گذاشته شدن کانیهای سنگین می‌رود در نظر گرفته شوند.

پس از ایستگاه‌گذاری‌ها نمونه‌ها از عمق ۱۰ الی ۱۵ سانتیمتری به پائین در محل تمرکز رسوبات غیر همگن با الک ۲۰ مش و در حجم ۴ الی ۵ لیتر برداشت گردیدند. در مواردی که محل نمونه‌برداری خیس بوده و امکان الک کردن وجود نداشته نمونه‌ها به صورت در هم و در حجمی حدود ۷ تا ۱۰ لیتر و از رسوبات درشت دانه برداشت گردیده است.همچنین برای محدوده‌های دارای آنومالی عنصر طلا سعی شد که نمونه‌ها بدون الک شدن و در حجم ۳۰ الی ۵۰ لیتر برداشت شود که این نمونه‌ها داخل آب الک شدند.

در مواردی هم که عرض بستر آبراهه ها عریض می‌باشند و همچنین از حوضه‌هایی که شدت آنومالی ژئوشیمیایی و یا تعداد عناصر پاراژنز در آنها بیشتر بوده سعی بر آن شده که تعداد بیشتری نمونه کانی‌سنگین برداشت گردد.

در کل در محدوده ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج با توجه به عملیات اکتشافی صورت گرفته ۱۰۷ نمونه از بستر آبراهه‌های منطقه به روش کانی‌سنگین برداشت شده است.

نقشه شماره ۱ موقعیت مکانی نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده را نشان می‌دهد.

آماده سازی نمونه‌ها

در بخش آنالیز نمونه‌های کانی‌سنگین، نخستین بخش را تغلیظ نمونه‌های آبرفتی برداشت شده تشکیل می‌دهد. بطوری که نمونه های کانی‌سنگین برداشت شده نخست حجم سنجی و سپس گل شوی می‌شوند که هدف از این عمل جداسازی ذرات معلق و رس و سیلت است .پس از انجام عمل گل شویی نمونه‌ها روی پنهای بزرگ و کوچک منتقل شده و طی دو مرحله بر پایه خاصیت اختلاف وزن مخصوص کانیها و غوطه‌ور نمودن نمونه‌ها در آب و انجام حرکات دورانی و اصل قانون گریز از مرکز ذرات سبک تر جداسازی می شوند و این عمل آنقدر ادامه می یابد تا به حجم

دلخواه و معینی از نمونه تغلیظ شده دست یافته شود. بطوری که مقدار باقیمانده روی پن کوچک تقریباً از ذرات کانی‌سنگین تشکیل شده که بعد از خشک کردن مجدداً حجم سنجی می‌گردد.

پس از این مرحله نمونه ها بطور جداگانه درون مایع سنگین بروموفرم ریخته می‌شود تا بر اساس وزن مخصوص بخشهای سبک و سنگین از یکدیگر جدا گردند .بخشهای سبک بایگانی و بخشهای سنگین پس از حجم سنجی مجدد توسط آهنرباهای دستی با شدت مغناطیسهای مختلف مورد جدایش قرار می‌گیرد که بر این اساس نمونه ها به ۳ بخش کانیهای غیر مغناطیسی(NM)، کانیهای مغناطیس ضعیف (AV) و کانیهای مغناطیس قوی (AA) تقسیم بندی می‌شوند که هر کدام با استفاده از میکروسکوپ بیناکولار مورد مطالعه قرار می گیرند. بطوری که کانیهای مطالعه شده به دو گروه کانیهای سنگ ساز و کانسارساز تقسیم بندی می‌شوند.

در مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین توسط میکروسکوپ بیناکولار تعداد هر یک از ذرات کانی‌سنگین شمارش گردیده که با دانستن وزن مخصوص نمونه رسوب و کانی‌سنگین و حجم سنجی می‌توان مقدار آنها را طبق رابطه زیر به ppm و درصد تبدیل کرد.

$$\text{مقدار کانی‌سنگین بر حسب ppm در هز نمونه} = \frac{X.Y.B.D.10^{6}}{A.C.D'}$$

X : درصد کانی محاسبه شده.

Y : حجم کانی‌سنگین پس از جدایش با برموفرم.

B : حجم نمونه باقیمانده پس از شستشو.

D : وزن مخصوص کانی مورد محاسبه.

D': وزن مخصوص رسوب آبرفتی.

A : حجم اولیه نمونه.

C : حجم انتخابی نمونه برای برموفرم.

بدیهی است که اندازه دانه‌های مطالعه شده و نوع گردشدگی کانیهای سنگین سهم به سزایی در شناخت کانسارها و موقعیت آنها نسبت به محل نمونه‌برداری می‌تواند داشته باشد.

جداول (۷-۱) الی (۷-۲۱) نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین با توجه به موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها، عناصر آنومال بدست آمده از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی، شاخص غنی‌شدگی، عیار عناصر آنومال و سنگهای بالادست هر نمونه را نشان می‌دهد.

نمونه‌های مینرالیزه

این نمونه‌ها از محلهای آلتراسیون، کانی‌رایی و مناطقی که با توجه به شرایط خاص زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه احتمال استعداد کانی‌زایی در این گونه مناطق وجود دارد و مناطقی که نسبت به عناصر مختلف ناهنجاری نشان داده‌اند، برداشت شده است. در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج تعداد ۴۹ نمونه منیرالیزه برداشت شده است. داده‌های خام حاصل از آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در جدول (۷-۳۹) آورده شده‌است.

نقشه شماره ۱ موقعیت مکانی نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده را نشان می‌دهد.

همچنین نتایج مطالعات کانی‌سنگین تمام نمونه‌ها در جداول (۷-۲۲) الی (۷-۳۸) آمده است.

جدول(۷-۱): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۱	FM-003H	26:56:179N, 59:57:655E	Ti	97.5-100	2.2	8590	FM-003X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- کنگلومرا - شیل آهک
			Fe		1.7	88100			
۲	FM-004H	26:56:070N, 59:59:712E	Cu	97.5-100	1.4	52.3		مگنتیت، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین، الیژیست ، مارتیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، اسفن، لوکوکسن ، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول
			Fe		1.6	57900			
			Ti		2.5	9740			
			Mo		1.8	0.9			
۳	FM-005H	26:56:066N, 59:59:799E	Fe	97.5-100	1.8	63600	FM-005X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، آناتاز، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- شیل - ماسه سنگ سنگ آهک - کنگلومرا
			Ti		2.5	9610			
٤	FM-034H	26:51:479N, 59:54:038E	W	97.5-100	1.8	1.4	FM-034X	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لو کوکسن، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک	گراول -گابرو- دیاباز
			Mo		2.2	1.3			
			Bi		3	0.3			
٥	FM-038H	26:49:994N, 59:53:156E	Fe	97.5-100	1.6	54700	FM-038X1	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، اپیدوت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، میمتیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	گدازه بالشی - گابرو
			Ti		2.3	9180	FM-038X2		

جدول(۷-۲): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۶	FM-042H	26:51:154N, 59:50:375E	Ti	97.5-100	2.7	1400		مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	دیاباز
			Mn		2	1060			
			Fe		1.6	76600			
۷	FM-046H	26:50:823N, 59:49:987E	W	97.5-100	1.9	1.5		مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، آناتاز، لوکوکسن، میمتیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک .	دیاباز
			Ti		2.8	1100			
			Mo		1.8	0.9			
			Mn		2	1240			
			Fe		1.7	58500			
			Bi		3	0.3			
			Ag		8.7	2.7			
۸	FM-060H	26:47:637N, 59:52:520E	Sn	97.5-100	4.1	11.9	FM-060X	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	سیلت استون - ماسه سنگ شیل رادیولار دار -گدازه بالشی
۹	FM-066H	26:46:035N, 59:51:862E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، الیوین، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن، پیریت، پیرومورفیت، میمتیت، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	گراول -گدازه بالشی- رسوبات پلاژیک
۱۰	FM-076H	26:45:665N, 59:55:089E	Au	97.5-100	5	11.9		مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	ماسه سنگ - شیل -سیلت استون- آهک کنگلومرا -گدازه بالشی- رسوبات پلاژیک

جدول(۷-۳): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۱۱	FM-083H	26:45:464N, 59:56:835E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول-شیل - ماسه سنگ سنگ آهک- سیلت استون کنگلومرا-گدازه بالشی
۱۲	FM-086H	26:45:121N, 59:57:599E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن، آمفیبول ، الیژیست، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک ، ویتریت	گراول-شیل - ماسه سنگ سنگ آهک- سیلت استون کنگلومرا
۱۳	FM-112H	26:47:695N, 59:46:490E	Au	97.5-100	4.5	9	FM-112X1 FM-112X2 FM-112X3 FM-112X4 FM-112X5	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، کرومیت، گارنت، آمفیبول، پیروکسن، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، آناتاز، لوکوکسن، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	گراول-شیل - ماسه سنگ سنگ آهک-گدازه بالشی توف - سیلت استون-رسوبات پلاژیک -گابروی الیوین دارگابروی پیروکسن دار کنگلومرا- تراکتولیت رانودیوریت
۱۴	FM-116H	26:45:960N, 59:46:300E	Au	97.5-100	4	8	FM-116X	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، الیژیست، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	گراول- شیل - ماسه سنگ سیلت استون - آهک کنگلومرا گدازه بالشی
۱۵	FT-127H	26:43:537N, 59:45:060E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، گارنت، پروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، روتیل ، باریت ، اسفن، لوکوکسن، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیاباز- توف- ماسه سنگ آهک

جدول(۷-۴): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۱۶	FT-128H	26:43:397N, 59:46:077E	Zn	97.5-100	2	145	FT-128X	مگنتیت ، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	ماسه سنگ- آهک- توف
			Mn		2	1200			
			Fe		2.3	81100			
۱۷	FT-130H	26:43:380N, 59:46:340E	Pb	97.5-100	2.1	22.8	FT-130X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، ، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت ، اسفن ، کلسیت ، کانیهای آلتره،	آهک- ماسه توف- سیلت استون- شیل رادیولار دار دیاباز- گابرو
۱۸	FT-133H	26:41:664N, 59:47:721E	Sr	97.5-100	1.4	468		مگنتیت ، هماتیت، ایلمننیت، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	آهک - ماسه - توف- دیاباز گابرو
۱۹	FT-134H	26:41:660N, 59:47:809E	Sr	97.5-100	1.6	552		مگنتیت ، هماتیت، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، اسفن ، لوکوکسن، سروزیت، پیرومورفیت، میمتیت، کلسیت ، کانیهای آلتره_	آهک - ماسه - توف- دیاباز گابرو
۲۰	FT-140H	26:40:832N, 59:46:971E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت، هماتیت ، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک_	آهک - ماسه - توف- دیاباز گابروپیروکسن دار-گابرو

جدول(۷-۶): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۲۶	FT-203H	26:25:485N, 59:44:170E	As	97.5-100	1.8	14	FT-203X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید، الیژیست، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، سینابر، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	شیل - ماسه سنگ - آهک کنگلومرا
۲۷	FT-207H	26:44:302N, 59:50:750E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FT-207X1 FT-207X2 FT-207X3 FT-207X4	مگنتیت ، هماتیت، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیژیست، اسپینل ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، شنلیت، کلسیت ، کانیهای آلتره، کانیهای سبک	شیل - ماسه سنگ - آهک کنگلومرا
۲۸	FT-212H	26:44:159N, 59:51:463E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FT-212X	مگنتیت ، هماتیت، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید ، الیوین ، الیژیست، اسپینل ، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، آناتاز، اسفن ، لوکوکسن،کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- شیل - ماسه سنگ آهک کنگلومرا - سیلت استون - توف- گدازه بالشی - رسوبات پلاژیک- دیا باز- گابرو
۲۹	FT-217H	26:41:716N, 59:50:578E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست ، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ - آهک - توف دیاباز- گابرو -گابرو پیروکسن دار
۳۰	FT-218H	26:41:598N, 59:50:418E	Sr	97.5-100	1.3	452		مگنتیت ، هماتیت، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، الیژیست، زیرکن، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، آناتاز، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره	ماسه سنگ - آهک - توف دیاباز- گابرو
			Fe		1.9	68400			
			Mn		2	1120			

جدول(۷-۷): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۳۱	FT-219H	26:42:009N, 59:50:502E	Mn	97.5-100	2	1190		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ - آهک - توف دیاباز- گابرو
			Fe		2	71900			
۳۲	FT-250H	26:40:234N, 59:56:118E	Mn	97.5-100	1	1010		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- سنگهای اولترا بازیک بازیک - ولکانیک‌ها - آمیزه تکتونیکی- رسوبات پلاژیک آهک - دیاباز
۳۳	FT-253H	26:39:976N, 59:56:594E	Au	97.5-100	5.5	11		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، ، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت ، اسفن ، آناتاز، لوکوکسن ، پیریت، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک .	گراول- سنگهای اولترا بازیک بازیک - ولکانیکها - آمیزه تکتونیکی- رسوبات پلاژیک آهک - دیاباز
۳۴	FT-255H	26:39:230N, 59:56:013E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- سنگهای اولترا بازیک بازیک - ولکانیکها - آمیزه تکتونیکی- رسوبات پلاژیک آهک - دیاباز
۳۵	FT-261H	26:44:137N, 59:55:892E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FT-261X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- شیل- ماسه سنگسیلتستون- کنگلومرا آهک

جدول(۷-۸): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۳۶	FT-265H	26:44:400N, 59:56:335E	Pb	97.5-100	1.7	18.7		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین، الیژیست، زیرکن، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، آناتاز، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- شیل- ماسه سنگ سیلتستون-کنگلومرا-آهک
۳۷	FT-266H	26:44:551N, 59:56:489E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FT-266X	مگنتیت ، هماتیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، الیژیست ، زیرکن ، روتیل ، باریت، آناتاز، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، ویتریت	گراول- شیل- ماسه سنگ سیلتستون-کنگلومرا-آهک
۳۸	FT-270H	26:42:666N, 59:57:710E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، الیژیست ، زیرکن ، روتیل ، باریت ، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- شیل- ماسه سنگ سیلتستون- توف- سنگهای بازیک- اولترابازیک ولکانیکی- امیزه تکتونیکی رسوبات پلاژیک-گدازه بالشی دیاباز-آهک
۳۹	FT-311H	26:32:530N, 59:56:036E	Sb	97.5-100	3.2	1.9		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، آناتاز ، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- شیل- سنگ آهک ماسه سنگ-کنگلومرا
۴۰	FT-312H	26:32:860N, 59:55:662E	Au	97.5-100	4.5	9		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین، زیرکن ، آپاتیت، روتیل، باریت ، آناتاز، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	گراول- شیل- سنگ آهک ماسه سنگ-کنگلومرا

جدول(۷-۹): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
٤١	FT-316H	26:33:899N, 59:53:847E	As	97.5-100	1.6	11.9		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، الیژیست، اسپینل، زیرکن ، باریت ، آناتاز، لوکوکسن ، سینابر، بروکیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	گراول- شیل- سنگ آهک ماسه سنگ-کنگلومرا
			Bi		6	0.6			
			Pb		2.5	27.4			
٤٢	FT-329H	26:35:162N, 59:56:559E	Mn	97.5-100	1	788		مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید ، الیوین ، الیژیست ، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کالکوپیریت، کراندوم، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول
			Pb		0.5	1.9			
٤٣	FT-335H	26:35:092N, 59:58:052E	Ba	97.5-100	1.7	372	FT-335X	مگنتیت، ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، الیوین، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت، روتیل، باریت ، اسفن، لوکوکسن، پیریت، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	شیل- سنگ آهک - ماسه سنگ- کنگلومرا
			Pb		2.9	30.9			
٤٤	FT-339H	26:34:570N, 59:56:856E	Sn	97.5-100	1.3	1.7		مگنتیت ، هماتیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، سرپانتین، الیوین، اسپینل، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، آناتاز، لوکوکسن ، پیریت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	شیل- سنگ آهک - ماسه سنگ- کنگلومرا
			Pb		1.4	14.9			
			Be		1.4	1			
٤٥	FF-355H	26:30:561N, 59:38:778E	Mo	97.5-100	3.8	1.9	FF-355X	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، آناتاز، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک	فلیش
			Pb		2.2	23.6			

جدول(۷-۱۰): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
٤٦	FF-356H	26:30:416N, 59:38:024E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، الیوین، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، سینابر، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک	آهک غیر متمایز - ماسه سنگ فیلیت - شیست - متا ولکانیک فلیش
٤٧	FF-357H	26:30:789N, 59:38:760E	As	97.5-100	0.4	1.4		مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، پیروکسن، آمفیبول، الیوین، اسپینل، پیرولوسیت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، کالکوپیریت، سینابر، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک،	فلیش
			Ba		1	219			
			Bi		2	0.2			
			Pb		1.3	13.5			
			Sn		1.2	1.5			
			W		2.1	1.7			
			Sb		1.2	0.7			
٤٨	FF-362H	26:31:785N, 59:38:449E	Ba	97.5-100	1.5	327		مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، الیوین ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، آناتاز ، لوکوکسن ، سینابر، پیریت ، کلسیت ، کانیهای آلتره_،کانیهای سبک	اهک- ماسه سنگ- فیلیت شیست- متا ولکانیک
٤٩	FF-363H	26:31:765N, 59:38:320E	Ti	97.5-100	2.2	8670		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید، الیوین ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، اسفن، آناتاز ، سینابر، پیریت ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	اهک- ماسه سنگ- فیلیت شیست- متا ولکانیک
٥٠	FF-371H	26:33:254N, 59:38:862E	As	97.5-100	1.8	13.9		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن ، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- فلیش- اهک پریدوتیت- افیولیت- رسوبات پلاژیک- ماسه سنگ- فیلیت شیست- متاولکانیک
			Be		1.7	1.2			
			Pb		1.5	15.7			
			Sb		1.7	1			
			Sn		1.5	2			
			W		1.8	1.4			

جدول(۷-۱۱): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۵۱	FF-373H	26:33:428N, 59:39:692E	Ag	97.5-100	3.8	0.5		مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- فلیش- اهک پریدوتیت
			As		1.3	9.2			
			Be		1.3	0.9			
			Pb		1.2	13.1			
			Sb		3.8	2.3			
			Sn		1.4	1.8			
			W		2.3	1.8			
۵۲	FF-382	26:31:608N, 59:41:610E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت>>> ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید، الیوین، الیژیست، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، سینابر، پیریت، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک ، سرب خالص	فلیش
۵۳	FF-387H	26:32:965N, 59:41:997E	As	97.5-100	1.7	13		مگنتیت ، هماتیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید ، الیژیست ، اسپینل، زیرکن ، روتیل، باریت، آناتاز، اسفن ، سلستیت، سینابر ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- شیل-کنگلومرا اهک
			Ba		1.7	354			
۵۴	FF-390H	26:32:636N, 59:41:281E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک، ویتریت	ماسه سنگ- شیل-کنگلومرا اهک
۵۵	FF-393H	26:32:134N, 59:42:152E	Pb	97.5-100	1.7	18.8		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید ، ، الیژیست ، اپیدوت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، آناتاز ، اسفن ، سینابر، پیریت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	فلیش
			As		2.1	15.8			
			Sn		1.6	2.1			

جدول(۷-۱۲): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۵۶	FF-395H	26:31:829N, 59:42:780E	Sn	97.5-100	1.7	2.2		مگنتیت ، هماتیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید ، الیژیست ، اسپینل، زیرکن ، روتیل ، باریت، آناتاز ، اسفن ، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	فلیش
			Ba		2.3	490			
			As		1.5	11.4			
۵۷	FF-399H	26:32:747N, 59:41:327E	As	97.5-100	1.5	11.5		مگنتیت ، هماتیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، سینابر، پیریت، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	فلیش- ماسه سنگ- شیل کنگلومرا - اهک
			Ba		1.6	334			
			Ni		3.2	272			
۵۸	FF-409H	26:35:062N, 59:41:637E	Ba	97.5-100	1.9	401	FF-409X1	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، اسپینل ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، آناتاز، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	فلیش- ماسه سنگ- شیل کنگلومرا - گابرو- افیولیت رسوبات پلاژیک- اهک-گراول دیاباز
							FF-409X2		
							FF-409X3		
۵۹	FF-410H	26:34:939N, 59:42:982E	Cr	97.5-100	4.4	880	FF-410X1	مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، ، باریت، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک ،	فلیش- ماسه سنگ- شیل کنگلومرا - افیولیت- رسوبات پلاژیک- اهک-گراول- دیاباز
							FF-410X2		
۶۰	FF-413H	26:36:069N, 59:41:611E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	گابرو- دیاباز- افیولیت رسوبات پلاژیک

جدول(۷-۱۳): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
٦١	FF-459H	26:42:978N, 59:42:683E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FF-459X	مگنتیت ، هماتیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید ، الیوین ، الیژیست ، اسپینل ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، کالکوپیریت ، باریت، آناتاز ، اسفن ، لوکوکسن ، سینابر ، اورپیمان ، پیریت ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک ، پیرولوسیت، ویتریت، گوتیت، بیسموتینیت	توف- ماسه سنگ- اهک دیاباز
٦٢	FF-464H	26:42:478N, 59:41:597E	Fe	97.5-100	1.7	60100	FF-464X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست، ، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	توف- ماسه سنگ- اهک
			Sr		1.3	445			
٦٣	FF-466H	26:43:864N, 59:41:577E	Ag	97.5-100	6.3	0.8	FF-466X1 FF-466X2	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، اپیدوت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیاباز- توف- ماسه سنگ-اهک
٦٤	FF-480H	26:29:885N, 59:37:523E	Ag	97.5-100	2.8	0.3		مگنتیت، هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، پیریت اکسید، الیوین، الیژیست، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، سینابر، شئلیت، کلسیت، کانیهای آلتره، کانیهای سبک، ویتریت،	گراول- فلیش- اهک- ماسه سنگ- فیلیت- شیست متاولکانیک
			Ba		1.8	379			
			Be		1.3	0.9			
			Sb		3.8	2.3			
			Sn		1.1	1.5			
٦٥	FF-482H	26:30:262N, 59:36:770E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید ، سرپانتین، الیوین ، الیژیست ، شئلیت، ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت ، آناتاز ، اسفن ، اورپیمان ، پیریت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- فلیش- اهک- ماسه سنگ- فیلیت- شیست متاولکانیک

جدول(۷-۱۴): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
٦٦	FF-491H	26:35:127N, 59:35:324E	Mn	97.5-100	1	1010	FF-491X	مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول، بیوتیت ، پیریت اکسید ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، آناتاز، اسفن ، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	توف- ماسه سنگ- اهک گابرو- پریدوتیت
			Fe		1.5	52500			
٦٧	FF-492H	26:35:069N, 59:35:196E	Fe	97.5-100	1.7	58200		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول ، مارتیت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، آناتاز ، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	رسوبات پلاژیک- امیزه تکتونیکی- سنگهای بازیک اولترابازیک و ولکانیکی
			Zn		1.6	118			
٦٨	FF-495	26:34:951N, 59:34:565E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین، الیژیست، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- شیل رادیولاردار سیلتستون- رسوبات پلاژیک امیزه تکتونیکی- سنگهای بازیک و اولترابازیک ولکانیکی اهک- دیاباز- گرانودیوریت افیولیت
٦٩	FF-497H	26:34:861N, 59:34:457E	Bi	97.5-100	4	0.4	FF-497X	مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید، الیوین ، الیژیست، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، اسفن ، کلسیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- شیل رادیولاردار سیلتستون- رسوبات پلاژیک امیزه تکتونیکی- سنگهای بازیک و اولترابازیک ولکانیکی اهک- دیاباز گرانودیوریت افیولیت
۷۰	FF-499H	26:34:925N, 59:34:205E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FF-499X1	مگنتیت ، هماتیت، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول، زیرکن ، روتیل، باریت، اسفن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ،	رسوبات پلاژیک- امیزه تکتونیکی- سنگهای بازیک و اولترابازیک- ولکانیکی
							FF-499X2		
							FF-499X3		
							FF-499X4		

جدول(۷-۱۵): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۷۱	FF-500H	26:30:127N, 59:32:898E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FF-500X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، پیریت اکسید ، الیوین ، اسپینل، پیرولوسیت، زیرکن ، آپاتیت ، آناناز، روتیل، باریت، اسفن ، اورپیمنت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- شیل رادیولاردار سیلتستون- رسوبات پلاژیک امیزه تکتونیکی- سنگهای بازیک و اولترابازیک- ولکانیکی- آهک- گرانودیوریت افیولیت
۷۲	FF-506H	26:35:343N, 59:33:416E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FF-506X1 FF-506X2 FF-506X3	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن ، آناناز، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	رسوبات پلاژیک- امیزه تکتونیکی- سنگهای بازیک و اولترابازیک- ولکانیکی
۷۳	FF-512H	26:33:667N, 59:31:214E	Mo Pb	97.5-100	3.6 2.6	1.8 28.1		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، باریت، پیریت، کلسیت ، کانیهای آلتره .	آهک
۷۴	FF-513H	26:33:600N, 59:30:760E	Sb	97.5-100	3.3	2		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول ، اسپینل، اپیدوت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، شنلیت، پیریت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	آهک
۷۵	FF-529H	26:35:493N, 59:37:018E	Mn Ba	97.5-100	2 3.3	1310 711		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، پیریت،کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گابرو- افیولیت- رسوبات پلاژیک

جدول(۷-۱۶): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۷۶	FF-530H	26:36:071N, 59:35:941E	Sb	97.5-100	1.4	0.7		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید ، الیژیست ، اسپینل ، زیرکن، روتیل، باریت، آناتاز ، اسفن ، سینابر، پیریت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- آهک - توف دیاباز- گابرو- افیولیت رسوبات پلاژیک
			Co		1.7	33.2			
۷۷	FF-532H	26:36:559N, 59:35:463E	As	97.5-100	2.7	20.8		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، اپیدوت ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت. آناتاز، اسفن ، سینابر، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	ماسه سنگ- آهک - توف دیاباز
			Bi		6	0.6			
			W		4.6	3.7			
۷۸	FF-537H	26:37:348N, 59:34:258E	Mn	97.5-100	1	996		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، اپیدوت ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گابرو- ماسه سنگ- آهک توف- دیاباز
			Fe		1.5	54200			
			Co		2.2	42.5			
۷۹	FF-538H	26:37:190N, 59:33:996E	Co	97.5-100	1.7	32.7		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن ، آناتاز، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	افیولیت- رسوبات پلاژیک پریدوتیت- گابرو- ماسه سنگ آهک - توف
۸۰	FF-540H	26:37:790N, 59:33:877E	Ti	97.5-100	2.3	9050		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، اپیدوت، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیاباز -گابرو
			Mn		1	991			
			Fe		1.6	54500			
			Co		1.8	34.8			

جدول(۷-۱۷): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۸۱	FF-542H	26:38:223N, 59:33:695E	Zn	97.5-100	1.1	2.2		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گراول- دیلباز-گابرو-توف ماسه سنگ- آهک
			Cr		1.3	175			
۸۲	FF-543H	26:38:712N, 59:33:542E	Co	97.5-100	1.8	34.1		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید ، الیوین ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، پیریت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیلباز-توف - ماسه سنگ آهک
۸۳	FF-544H	26:39:211N, 59:33:811E	Co	97.5-100	1.7	32.7		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	دیلباز-توف - ماسه سنگ آهک
۸٤	FF-556H	26:41:741N, 59:31:449E	Co	97.5-100	1.6	30.4		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، آناتاز، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گابرو- تراکتولیت-گابروی الیوین دار
			Cr		2.7	382			
			Ni		3.8	317			
۸۵	FF-559H	26:43:480N, 59:30:691E	Co	97.5-100	1.7	32		مگنتیت ، هماتیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیژیست ، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، لوکوکسن، شئلیت، پیریت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	تراکتولیت-گابروی الیوین دار
			Ni		3.7	314			

جدول(۷-۱۸): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۸۶	FF-568H	26:37:341N, 59:33:236E	Co	97.5-100	1.9	35.8		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، کراندوم، پیریت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گابرو- افیولیت- رسوبات پلاژیک- پریدوتیت
			Cr		3.2	445			
			Ni		4.1	345			
۸۷	FF-569H	26:37:561N, 59:33:138E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، کانیهای آلتره ،	گابرو- افیولیت- رسوبات پلاژیک- پریدوتیت
۸۸	FF-637H	26:40:675N, 59:38:216E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است				FF-637X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، گارنت، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، ، اسفن ، لوکوکسن، ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	آهک- ماسه سنگ- توف-دیاباز
۸۹	FF-646H	26:43:473N, 59:37:640E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل، باریت، اسفن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک ،	آهک- ماسه سنگ-توف- دیاباز
۹۰	FJ-685	26:45:525N, 59:38:966E	Co	97.5-100	1.7	31.9		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک ،	دیاباز- تراکتولیت-گابروی الیوین‌دار
			Cr		2.3	319			
			Cu		1.6	60.7			
			Ti		2.3	8930			

جدول(۷-۱۹): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۹۱	FJ-686	26:46:424N, 59:38:838E	Ag	97.5-100	3.6	0.4		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک،	دیاباز
			Co		1.9	35.7			
			Cu		1.3	70.5			
			Mo		2.6	1.3			
۹۲	FJ-688H	26:46:619N, 59:38:113E	Ti	97.5-100	2.6	10000		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت، اسفن، آناتاز، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیاباز
			Mn		1	1020			
۹۳	FJ-715H	26:50:826N, 59:39:370E	Ag	97.5-100	2.4	0.3		مگنتیت ، هماتیت، ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	تراکتولیت-گابروی الیوین دار
			Au		3	6			
۹۴	FJ-734H	26:54:114N, 59:43:678E	As	97.5-100	2.8	21.4		مگنتیت ، هماتیت، ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	شیل- ماسه سنگ- آهک کنگلومرا
			Cu		2.2	82.6			
			Mo		2.4	1.2			
			Sb		2	1.2			
			Sn		3.2	4.2			
			Zn		2	148			
۹۵	FJ-735H	26:52:765N, 59:44:118E	Fe	97.5-100	1.5	53800		مگنتیت ، هماتیت، ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک_	شیل- ماسه سنگ- آهک کنگلومرا- دیاباز
			Sn		1.2	1.6			

جدول(۷-۲۰): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۹۶	FJ-737H	26:50:941N, 59:43:827E	Mo	97.5-100	2.2	1.1	FJ-737X	مگنتیت ، هماتیت، ، ایلمنیت، گارنت ، پیروکسن ، آمفیبول ، . الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیاباز
			Ti		2	7940			
۹۷	FJ-740H	26:50:325N, 59:43:187E	Co	97.5-100	1.8	34.1		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کروندوم، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	گابروی پیروکسن دار
			Cu		1.4	54			
			Fe		2.1	74300			
			Mn		2	1360			
			Ti		2.8	13300			
			Zn		1.3	92.9			
۹۸	FJ-743H	26:50:609N, 59:44:101E	As	97.5-100	0.4	3.1	FJ-743X	مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیوین ، الیژیست ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	دیاباز -گابروی پیروکسن دار
			Bi		6	0.6			
			Co		1.6	29.7			
			Mo		2	1			
			Sb		1.8	1.1			
			Sn		3.2	4.1			
			W		3.1	2.5			
			Zn		1.3	95.1			
			Ag		23.6	4			
۹۹	FJ-800H	26:50:787N, 59:33:467E	Cr	97.5-100	4	553		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، اکسید، پیریت ، الیوین ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت- سرپانتینیت
			Ni		3.8	320			
۱۰۰	FJ-801H	26:50:740N, 59:33:948E	Cr	97.5-100	4.3	599		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن ، شئلیت، بروکیت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت- تراکتولیت-گابروی الیوین دار
			Ni		3.3	273			

جدول(۷-۲۱): مشخصات نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج

ردیف	شماره نمونه	مختصات	عنصر	شدت آنومالی	شاخص غنی شدگی	عیار(ppm)	نمونه مینرالیزه	کانی سنگین	سنگ بالا دست
۱۰۱	FJ-802H	26:50:575N, 59:33:909E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کیانیت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت
۱۰۲	FJ-819H	26:48:858N, 59:33:697E	Ni	97.5-100	3.4	283		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت
۱۰۳	FJ-820H	26:48:938N, 59:33:555E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت
۱۰۴	FJ-821H	26:48:689N, 59:33:534E	Ni	97.5-100	333	3		مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول ، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت
۱۰۵	FJ-827H	26:51:188N, 59:32:301E	Au	97.5-100	4.5	9	FJ-827X	مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، اسفالریت، کراندوم، پیریت، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	فیلیت- فیلونیت- آهک متابازیکها
۱۰۶	FJ-833H	26:50:156N, 59:31:532E	Sb	97.5-100	1.2	0.7		مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، الیژیست ، اسپینل، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، پیرومورفیت، میمتیت، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	سرپانتینیت- پریدوتیت
			Ni		2.1	178			
۱۰۷	FJ-848H	26:54:898N, 59:32:330E	این نمونه باتوجه به لیتولوژی مناسب منطقه برداشت شده است					مگنتیت ، هماتیت ، ایلمنیت ، پیروکسن ، آمفیبول، الیوین ، الیژیست، زیرکن ، آپاتیت ، روتیل ، باریت ، اسفن ، لوکوکسن، کلسیت ، کانیهای آلتره ، کانیهای سبک	پریدوتیت- متابازیکها

Table (7-22) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FM-038	FM-042	FM-112	FJ-685	FJ-715	FJ-800
Total Volume cc A	3500	3500	6000	6000	3500	3000
Panned Volume cc B	9	7.8	5	14	1.2	1
Study Volume cc C	9	7.8	5	14	1.2	1
Heavy Volume cc Y	7.4	6.1	4.2	13	0.8	0.8
Magnetite	985.68	1137.53	688.94	639.73	89.98	248.64
Hematite	622.78	110.01	99.41	182.35	18.03	25.25
Ilmenite	139.12	688.08	29.61	1303.47	80.57	0.01
Chromite	0	0	0.01	0	0	0
Garnet	0.01	0	0.01	0	0	0
Pyroxene	532.80	313.71	170.10	104	72	43.20
Amphibole	355.20	188.23	18.90	832	61.71	28.80
Biotite	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	0	0.01	0	0	0.01
Olivin	293.04	69.02	0	0	0	31.68
Oligiste	0	0	98.28	0	0	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0.01	0	0	0	0
Epidote	0.01	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	0
Limonite	0	0	0	0	0	0
Zircon	0.95	0.78	0.32	0.98	0.10	0.12
Apatite	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Rutile	0.85	0.70	0.28	0.87	0.01	0.11
Barite	0.95	0.78	0.32	0.98	0.10	0.12
Sphene	0.74	0.01	0.25	0.76	0.08	0.09
Anatase	0	0	0.01	0	0	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0	0.01	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0	0
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0.01	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0	0
Native copper	0	0	0	0	0	0
Native lead	0	0	0	0	0	0
Altered minerals	241.03	261.43	77.70	227.50	13.03	44.88
Light minerals	0.01	0.01	0.14	0.01	0.05	0.01

Table (7-23) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FJ-801	FJ-827	FF-371	FF-387	FF-393	FF-395
Total Volume cc A	4000	4000	5500	5500	3500	3500
Panned Volume cc B	3.5	2.4	18	1.5	1.6	3.7
Study Volume cc C	3.5	2.4	18	1.5	1.6	3.7
Heavy Volume cc Y	2.2	1.6	16	0.9	0.3	0.7
Magnetite	378.92	335.66	3722.07	137.32	0.04	149.18
Hematite	34.72	126.24	275.43	17.21	0.05	34.72
Ilmenite	62.04	0.01	164.07	0.00	0.01	0.00
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	0	0	0.01	0.01	0.88
Pyroxene	19.80	48.00	418.91	9.8181818	0.0257143	19.80
Amphibole	158.40	60.00	261.82	19.636364	0.03	6.60
Biotite	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	0.01	0.01	0.8181818	0.01	11
Olivin	0.00	0.00	0	0	0	0
Oligiste	0	41.6	90.763636	34.036364	0.0445714	22.88
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0.5727273	0	0.01
Epidote	0	0	0	0	0.01	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	0
Limonite	0	0	0	0	0	0
Zircon	0.25	0.18	1.31	0.07	0.04	0.09
Apatite	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Rutile	0.22	0.16	0.01	0.01	0.01	0.01
Barite	0.25	0.18	1.31	0.07	0.04	0.09
Sphene	0.19	0.14	1.02	0.01	0.01	0.01
Anatase	0	0	0	0.01	0.0342857	0.08
Celestite	0	0	0	0.01	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0.01	0	0	0
Sphalerite	0	0.01	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0.1309091	0.01	0
Scheelite	0.01	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0.01	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0.01	0.01	0	0.01	0.01
Brookite	0.01	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0	0
Native copper	0	0	0	0	0	0
Native lead	0	0	0	0	0	0
Altered minerals	130.35	57.60	165.82	48.11	0.05	75.60
Light minerals	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Table (7-24) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-410	FF-464	FF-491	FF-500	FF-530	FF-532
Total Volume cc A	3500	5000	5500	3000	4500	4000
Panned Volume cc B	1.8	15	5	5.5	1.7	0.3
Study Volume cc C	1.8	15	5	5.5	1.7	0.3
Heavy Volume cc Y	0.9	13	1	3	1.1	0.2
Magnetite	0.13	3151.51	16.95	828.80	205.13	0.03
Hematite	73.04	410.28	51.64	157.80	25.72	0.03
Ilmenite	0.00	7.33	0.00	0.01	0.01	0.01
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	0.01	0	0	0.01	0
Pyroxene	69.43	327.60	49.09	150	22	0.02
Amphibole	13.89	140.40	19.64	90	14.67	0.02
Biotite	0	0	0.01	0	0	0
Pyrite oxide	0	0	0.01	50	0.01	0
Olivin	0.00	0.00	0	33	0	0
Oligiste	0	162.24	34.036364	0	88.977778	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0.01	8.5555556	0
Epidote	0	0	0	0	0	0.01
Pyrolusite	0	0.01	0	0.01	0	0
Limonite	0	0	0	0	0	0
Zircon	0.21	1.17	0.01	0.01	0.11	0.01
Apatite	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Rutile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Barite	0.21	1.17	0.08	0.01	0.11	0.01
Sphene	0.01	0.91	0.01	0.01	0.09	0.01
Anatase	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0.01	0	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0.01	0.01
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0.01	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0.01	0	0.01	0
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0	0
Native copper	0	0	0	0	0	0
Native lead	0	0	0	0	0	0
Altered minerals	152.96	343.98	79.69	330.00	49.87	0.03
Light minerals	0.09	0.52	0.01	0.01	0.01	0.01

Table (7-25) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-537	FF-540	FF-544	FF-569	FF-637	FT-127
Total Volume cc A	4500	4000	4000	4500	6500	5000
Panned Volume cc B	3.5	2.3	12	2	5	3
Study Volume cc C	3.5	2.3	12	2	5	3
Heavy Volume cc Y	2.5	1.5	11.5	1.6	4.5	2.5
Magnetite	103.60	0.19	759.52	232.06	193.65	606.06
Hematite	149.03	35.51	241.96	44.89	116.53	73.64
Ilmenite	88.78	3.17	648.60	60.16	260.31	16.45
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	0	0.01	0	0.01	0.01
Pyroxene	113.33	141.75	966.00	51.2	232.61538	105.00
Amphibole	255.00	121.50	552.00	89.6	66.46	31.50
Biotite	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	0	0	0	0	0
Olivin	0.00	0.00	0	0	0	0
Oligiste	0	0	0	0	0	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0	0	0
Epidote	3.3055556	0.01	0.01	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	0
Limonite	0	0	0	0	0	0
Zircon	0.25	0.17	1.29	0.16	0.31	0.01
Apatite	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Rutile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.28	0.01
Barite	0.25	0.17	1.29	0.16	0.31	0.01
Sphene	0.19	0.13	1.01	0.12	0.01	0.01
Anatase	0	0	0	0	0	
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0	0	0	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0.01	0	0	0	0
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0	0
Native copper	0	0	0	0	0	0
Native lead	0	0	0	0	0	0
Altered minerals	63.33	121.61	767.63	66.13	145.38	60.00
Light minerals	0.01	0.01	0.58	0.00	0.14	0.01

Table (7-26) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FT-128	FT-133	FT-140	FT-147	FT-147A	FT-202
Total Volume cc A	5500	6000	4500	5000	5000	3000
Panned Volume cc B	65	1.8	8.1	2.8	3.8	2.7
Study Volume cc C	65	1.8	8.1	2.8	3.8	2.7
Heavy Volume cc Y	56	1.7	6	2	2.2	1.3
Magnetite	15031.42	317.02	262.45	176.12	246.15	121.21
Hematite	856.90	31.30	357.68	117.82	150.44	255.29
Ilmenite	0.00	27.97	106.53	26.32	0.00	0.01
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	15.86667	0.01	0.01	0	0
Pyroxene	733.09	35.70	952.00	67.2	68.64	124.80
Amphibole	366.55	5.95	68.00	16.8	34.32	20.80
Biotite	0	0	0	0	0	0.01
Pyrite oxide	0	0.01	0	2.8	0.01	0.01
Olivin	0.00	0.00	0	18.48	37.752	0
Oligiste	1270.691	20.62667	0	87.36	89.232	108.16
Martite	0	0.01	0	0	0	3.591467
Spinel	0	0	0	1.96	0.01	0.01
Epidote	0	0	0	0.01	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	31.2
Limonite	0	0	0	0	0	0
Zircon	4.58	0.13	0.60	0.18	0.20	0.20
Apatite	3.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Rutile	4.07	0.01	0.53	0.01	0.01	0.01
Barite	4.58	0.13	0.60	0.18	0.20	0.20
Sphene	3.56	0.10	0.47	0.14	0.15	0.15
Anatase	0	0	0	0.01	0.01	0.01
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0.01	0	0	0	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0.01	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0.01	0.01	0.01
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0	0
Native copper	0	0	0	0	0	0
Native lead	0	0	0	0	0	0
Altered minerals	580.36	38.25	76.00	118.80	84.48	49.40
Light minerals	2.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Table (7-27) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj

FIELD NO.	FT-203	FT-261	FT-270	FT-311	FT-329
Total Volume cc A	4000	4500	4500	3000	5500
Panned Volume cc B	2.6	2.5	2.3	1	3.4
Study Volume cc C	2.6	2.5	2.3	1	3.4
Heavy Volume cc Y	1.9	1.8	1.1	0.4	2.9
Magnetite	88.58	223.78	144.35	99.46	207.58
Hematite	279.83	82.06	50.15	33.66	124.81
Ilmenite	0.01	24.44	29.87	7.52	0.00
Chromite	0	0	0	0	0
Garnet	0	0.01	0	0.64	0
Pyroxene	136.80	124.80	28.60	14.4	166.0909091
Amphibole	22.80	78.00	9.53	19.2	23.73
Biotite	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	152	0	0	0	0.01
Olivin	0.00	1.72	73.40666667	15.84	52.2
Oligiste	39.52	0	16.52444444	0	205.6363636
Martite	0	0	0	0	0
Spinel	0.01	0	0	0	0
Epidote	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0.01
Limonite	0	0	0	0	0
Zircon	6.41	0.18	0.11	0.01	0.24
Apatite	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Rutile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.21
Barite	14.96	0.18	0.11	0.01	0.24
Sphene	0.17	0.14	0.01	0.01	0.18
Anatase	0	0	0	0.01	0
Celestite	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0	0	0	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0.01
Malachite	0	0	0	0	0
Cinnabar	3.8	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0.01
Azorite	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0
Pyrite	19	0	0	0	0.263636364
Brookite	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0
Native copper	0	0	0	0	0
Native lead	0	0	0	0	0
Altered minerals	29.93	45.60	33.00	30.40	53.78
Light minerals	0.01	0.08	0.50	0.01	0.01

Table (7-28) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-357	FF-466	FM-060	FF-373	FF-568	FT-312
Total Volume cc A	6000	6000	5000	4500	4000	3000
Panned Volume cc B	1.3	1.9	2.4	7.7	1.3	0.7
Study Volume cc C	1.3	1.9	2.4	7.7	1.3	0.7
Heavy Volume cc Y	0.7	1.5	2	3.4	1.1	0.2
Magnetite	77.35	103.60	331.52	187.86	205.13	38.68
Hematite	13.50	36.82	56.81	67.56	15.91	4.56
Ilmenite	0.60	32.90	67.68	0.00	56.87	16.29
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	1.4	0.01	0	0	0
Pyroxene	19.25	73.50	75.60	269.73333	36.3	10.40
Amphibole	19.25	10.50	10.80	192.66667	54.45	15.60
Biotite	0	0	0	0	0	0
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0.00	0.00	0	0	0	0
Serpentine	0	0	0	0	0	0
Olivin	0.4235	11.55	1.188	0	0	0.286
Oligiste	0	0	0	0	0	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	4.4916667	0	0	0	0	0
Epidote	0	12.25	0	0	0	0
Pyrolusite	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.05	0.11	0.18	0.34	0.01	0.01
Apatite	0.01	0.08	0.12	0.01	0.01	0.01
Rutile	0.05	0.10	0.16	0.01	0.01	0.01
Barite	0.0525	0.1125	0.18	0.34	0.01	0.01
Sphene	0	0.01	0.01	0	0	0
Anatase	0	0	0	0	0	0.01
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0	0	0	0	0
Kyanite	0	0	0	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0.01	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0.01	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0.01	0
Pyrite	0	0	0	0	0.01	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Calcite	0.0316167	0.06775	0.01	0.2047556	0.01	0.01
Altered minerals	38.185	78.075	102.12	297.16	75.075	18.6
Light minerals	0.01	0.01	0.01	0.15	0.01	0.00

Table (7-29) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-355	FT-130	FJ-734	FF-646	FT-335	FF-512
Total Volume cc A	5500	6000	4500	5000	5000	3000
Panned Volume cc B	2	10	8.3	20	5.5	1.5
Study Volume cc C	2	10	8.3	20	5.5	1.5
Heavy Volume cc Y	1.3	8.6	7.8	18	4.8	1.3
Magnetite	176.31	1544.33	574.63	895.10	477.39	287.32
Hematite	24.87	180.94	127.64	302.98	328.22	109.41
Ilmenite	1.11	80.84	798.37	1895.04	58.66	48.88
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	0	9.7066667	0	0	0
Pyroxene	42.55	154.80	364.00	864	262.08	78.00
Amphibole	35.45	25.80	32.30	172.8	37.44	31.20
Biotite	0	0	0	0	0	0
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0.00	0.00	0	0	6.24	0
Serpentine	0	0	0	0	0	0
Olivin	0	0	0	19.008	41.184	17.16
Oligiste	0	89.44	252.37333	29.952	129.792	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	8.2727273	0	0	0	0	0
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.11	0.65	0.78	1.62	0.43	0.01
Apatite	0.01	0.01	0.52	1.08	0.01	0.01
Rutile	0.01	0.57	0.01	0.01	0.38	0.00
Barite	0.1063636	0.645	0.01	1.62	0.432	0.01
Sphene	0.01	0.5016667	0.01	0.01	0.01	0
Anatase	0.0945455	0	0	0	0	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0	0	0	0.288	0
Kyanite	0	0	0	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0.01	0.01
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Calcite	0.01	0.3884333	0.01	0.9756	0.26016	0.01
Altered minerals	68.072727	353.03	447.72	1167.48	294.048	135.2
Light minerals	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00

Table (7-30) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-542	FT-219	FF-399	FF-362	FT-218	FT-265
Total Volume cc A	3000	3000	4500	4500	3500	4500
Panned Volume cc B	2	20	0.5	2	3.8	1.3
Study Volume cc C	2	20	0.5	2	3.8	1.3
Heavy Volume cc Y	1.8	18	0.3	1.4	3.5	1
Magnetite	248.64	5967.36	33.15	128.92	911.68	184.18
Hematite	94.68	883.68	13.68	91.64	168.32	42.08
Ilmenite	169.20	197.40	0.00	0.00	37.60	18.80
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	0.01	0.01	0	0.01	0.8
Pyroxene	162.00	756.00	13.00	78.4	144	36.00
Amphibole	27.00	12.60	7.80	26.133333	24.00	6.00
Biotite	0	0	0	0	0	0
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0.00	0.00	0	0.01	0	0
Serpentine	0	0	0	0	0	0
Olivin	29.7	0	0	14.373333	0.01	0.66
Oligiste	4.68	655.2	13.52	45.297778	166.4	20.8
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	6.0666667	0	0	0
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.01	2.70	0.03	0.14	0.45	0.10
Apatite	0.01	1.80	0.01	0.01	0.30	0.07
Rutile	0.01	2.40	0.01	0.01	0.40	0.09
Barite	0.01	2.7	0.03	0.14	0.45	0.1
Sphene	0	2.1	0.01	0	0.35	0.0777778
Anatase	0	0	0	0.01	0.01	0.01
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0.01	0	0.01	0.3	0
Kyanite	0	0	0	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0.01	0.2488889	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0.01	0.01	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Calcite	0.01	1.626	0.0180667	0.0843111	0.01	0.01
Altered minerals	198	1621.8	20.42	84.093333	228.3	56.733333
Light minerals	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01

Table (7-31) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-363	FF-556	FF-513	FJ-735	FM-003	FF-409
Total Volume cc A	4500	3000	3500	5500	6000	3000
Panned Volume cc B	4.1	1.2	3.1	13	40	1.6
Study Volume cc C	4.1	1.2	3.1	13	40	1.6
Heavy Volume cc Y	3.4	1	2.5	12	35	0.8
Magnetite	250.48	193.39	355.20	1265.80	1933.87	44.20
Hematite	238.45	45.59	195.37	275.43	920.50	67.33
Ilmenite	5.33	81.47	4.36	738.33	2878.75	2.01
Chromite	0	0	0	0	0	0
Garnet	0	0	0.01	0	35	0
Pyroxene	204.00	52.00	111.43	314.18182	787.5	51.20
Amphibole	34.00	39.00	167.14	235.63636	26.25	89.60
Biotite	0	0	0	0	0	0
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	5.67	0.00	0	0	0	0
Serpentine	0	0	0	0	0	0
Olivin	74.8	0	0	8.64	288.75	0
Oligiste	58.933333	22.533333	0	0	455	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	3.25	0	0	0.01
Epidote	0	0	3.25	0	0	0
Pyrolusite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.34	0.01	0.32	0.98	2.63	0.12
Apatite	0.01	0.01	0.01	0.65	1.75	0.01
Rutile	0.01	0.01	0.01	0.87	2.33	0.01
Barite	0.34	0.01	0.3214286	0.9818182	2.625	0.12
Sphene	0.01	0.01	0	0.7636364	2.0416667	0.01
Anatase	0.01	0.01	0	0	0	0.01
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0.01	0	0	1.75	0.01
Kyanite	0	0	0	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0.6044444	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0.01	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0.3777778	0	0.01	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Calcite	0.2047556	0.1	0.1935714	0.5912727	1.5808333	0.0722667
Altered minerals	240.49333	106	218.78571	576.65455	1856.75	83.28
Light minerals	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Table (7-32) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FJ-740	FT-134	FF-538	FJ-688	FT-153
Total Volume cc A	5500	6500	4500	5500	5000
Panned Volume cc B	22	9	2.8	46	5.2
Study Volume cc C	22	9	2.8	46	5.2
Heavy Volume cc Y	21.5	8.2	2.1	44	4.8
Magnetite	2591.88	1150.12	232.06	1989.12	477.39
Hematite	452.36	238.88	31.91	673.28	70.69
Ilmenite	2021.00	53.36	114.05	4812.80	379.01
Chromite	0	0	0	0	0
Garnet	0	4.541538462	0	0	0
Pyroxene	258.00	170.31	54.60	38.4	161.28
Amphibole	129.00	102.18	109.20	2304	201.60
Biotite	0	0	0	0	0
Tourmaline	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0.00	0.00	0	0	0
Serpentine	0	0	0	0	0
Olivin	14.19	0	0	0	0
Oligiste	22.36	118.08	3.154666667	0	0
Martite	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0	0
Epidote	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	1.76	0.01	0.21	3.60	0.01
Apatite	1.17	0.01	0.14	2.40	0.01
Rutile	1.56	0.01	0.19	3.20	0.01
Barite	1.759090909	0.01	0.21	3.6	0.01
Sphene	1.368181818	0.01	0.01	2.8	0.01
Anatase	0	0	0.01	0.01	0
Celestite	0	0	0	0	0
Leucoxene	1.172727273	0.01	0.01	0.01	0.01
Kyanite	0	0	0	0	0
Sphalerite	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0.01	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0
Corundum	0.01	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0.01	0	0	0
Mimetite	0	0.01	0	0	0
Calcite	1.059363636	0.01	0.126466667	2.168	0.01
Altered minerals	1021.445455	302.7692308	142.94	2210.4	230.4
Light minerals	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01

Table (7-33) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FM-004	FM-116	FJ-821	FJ-820	FM-086	FM-034
Total Volume cc A	5000	5000	3000	3000	6000	5000
Panned Volume cc B	13	1.2	2.4	1.3	2.8	5
Study Volume cc C	13	1.2	2.4	1.3	2.8	5
Heavy Volume cc Y	11	1	1.4	1	1.4	4.5
Magnetite	1846.15	167.83	261.07	264.18	217.56	755.24
Hematite	231.44	46.29	34.37	38.57	22.09	47.34
Ilmenite	620.40	10.34	30.71	34.47	29.61	211.50
Garnet	0.01	8.8	0	0	0.84	3.6
Pyroxene	198	39.6	19.6	66	31.5	162
Amphibole	132.00	19.80	137.20	44	18.9	108.00
Biotite	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	0	0	0	0	0
Serpentine	0.00	0.00	0	0	0	0
Olivin	145.2	7.26	0	0	0	2.97
Oligiste	114.4	11.44	0	0	10.92	0.01
Martite	0.01	0	0	0	0	0
Spinel	0	0.77	2.2866667	1.2833333	0	0
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0.945	0
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.99	0.01	0.01	0.01	0.11	0.41
Apatite	0.66	0.01	0.01	0.01	0.07	0.27
Rutile	0.88	0.01	0.01	0.01	0.01	0.36
Barite	0.99	0.01	0.01	0.01	0.11	0.41
Sphene	0.77	0.01	0.01	0.01	0.0816667	0.315
Anatase	0	0	0	0	0	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0	0
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Vanadinite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native copper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native lead	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcite	0.60	0.01	0.01	0.01	0.06	0.24
Altered minerals	383.46	36.00	212.80	93.00	45.57	156.87
Light minerals	0.44	0.01	0.01	0.01	0.05	0.18
Witherite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00

Table (7-34) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FF-356	FF-492	FF-390	FF-480	FF-497	FF-559
Total Volume cc A	5000	3000	4500	5000	4500	3500
Panned Volume cc B	1.5	5.4	36	1.5	1.4	17
Study Volume cc C	1.5	5.4	36	1.5	1.4	17
Heavy Volume cc Y	0.2	4.1	33	1	0.8	1.3
Magnetite	14.92	1146.85	1367.52	74.59	99.46	277.06
Hematite	16.83	7.19	655.75	78.90	39.27	42.98
Ilmenite	0.00	128.47	1171.87	0.00	0.00	0.00
Garnet	0	0	0	0	0	0
Pyroxene	7.68	41	748	54	52.266667	36.771429
Amphibole	5.76	410.00	3740.00	27	22.4	110.31
Biotite	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0.01	0	0	15	12.444444	0
Serpentine	0.00	0.00	0	0	0	0
Olivin	2.112	0	41.14	9.9	16.426667	0
Oligiste	0	0	0	1.56	1.2942222	2.1245714
Martite	0	0.01	0	0	0	0
Spinel	0.224	0	0	1.05	0.8711111	28.6
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	0
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.01	0.62	3.30	0.09	0.01	0.17
Apatite	0.01	0.41	0.01	0.01	0.01	0.11
Rutile	0.01	0.55	0.01	0.01	0.01	0.01
Barite	0.01	0.62	3.30	0.09	0.01	0.17
Sphene	0.01	0.4783333	2.5666667	0.01	0.01	0.13
Anatase	0	0.01	0	0	0	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0.01	0.01	0	0	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0.01	0	0	0.01	0	0
Scheelite	0	0	0	0.01	0	0.01
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0	0.01
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Vanadinite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native copper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native lead	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcite	0.01	0.37	1.99	0.05	0.01	0.10
Altered minerals	14.40	320.21	1960.20	40.86	36.27	66.97
Light minerals	0.01	0.27	1.47	0.04	0.01	0.07
Witherite	0.00	0.00	3.08	0.08	0.00	0.00

Table (7-35) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FJ-833	FJ-737	FF-529	FF-495	FF-543	FF-382
Total Volume cc A	3000	3000	6000	4500	4000	6000
Panned Volume cc B	1.8	4.5	4	12	2.6	2
Study Volume cc C	1.8	4.5	4	12	2.6	2
Heavy Volume cc Y	1.1	4.2	3.4	10	2.3	1.1
Magnetite	273.50	783.22	317.02	1864.80	321.68	68.38
Hematite	148.51	382.93	41.73	128.58	127.03	72.33
Ilmenite	0.01	598.78	111.86	229.78	113.51	0.00
Garnet	0	0.01	0	9.7777778	0	0
Pyroxene	60.5	163.8	71.4	440	144.9	49.5
Amphibole	12.10	54.60	190.40	220	96.6	8.25
Biotite	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	0	0	0	4.025	13.75
Serpentine	0.00	0.00	0	0	0	0
Olivin	26.62	120.12	0	80.666667	0.01	18.15
Oligiste	20.973333	0	0.01	127.11111	4.186	14.3
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	1.4116667	0	0	85.555556	0	0.9625
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	0
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.17	0.63	0.01	0.01	0.01	0.08
Apatite	0.11	0.42	0.01	0.01	0.01	0.01
Rutile	0.15	0.56	0.01	0.01	0.01	0.01
Barite	0.17	0.63	0.01	0.01	0.01	0.08
Sphene	0.01	0.49	0.01	0.01	0.01	0.01
Anatase	0	0	0	0	0	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0.01
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0.01	0	0.01	0.01
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0.01	0	0	0	0	0
Mimetite	0.01	0	0	0	0	0
Vanadinite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native copper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native lead	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Calcite	0.10	0.38	0.01	0.01	0.01	0.05

Table (7-36) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FJ-743	FJ-743A	FJ-848	FT-250	FT-156	FJ-686
Total Volume cc A	3500	4500	4500	4500	4500	5500
Panned Volume cc B	18	5.7	2.1	3.2	13	6
Study Volume cc C	18	5.7	2.1	3.2	13	6
Heavy Volume cc Y	17	4.5	1.4	0.9	11	5.8
Magnetite	2717.28	745.92	203.06	37.30	1367.52	786.61
Hematite	332.13	115.72	78.55	94.68	501.45	122.03
Ilmenite	1187.09	155.10	17.55	16.92	448.07	381.64
Garnet	0	0	0	0	0	0
Pyroxene	1136.5714	165	56	32.4	286	69.6
Amphibole	947.14	198.00	44.80	10.8	667.33333	174.00
Biotite	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	0	0	0	0	0
Serpentine	0.00	0.00	0	0	0	0
Olivin	20.837143	3.63	1.232	0	0	38.28
Oligiste	0	5.72	19.413333	18.72	0	0
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0	0	0
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0	0
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	2.19	0.45	0.14	0.01	1.10	0.47
Apatite	1.46	0.30	0.09	0.01	0.73	0.32
Rutile	1.94	0.40	0.12	0.01	0.98	0.01
Barite	2.19	0.45	0.14	0.01	1.10	0.47
Sphene	1.7	0.35	0.1088889	0.01	0.8555556	0.3690909
Anatase	0	0	0	0	0	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	*	*	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0	0
Brookite	0	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Vanadinite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native copper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native lead	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcite	1.32	0.27	0.01	0.01	0.66	0.01
Altered minerals	934.03	180.30	69.07	88.80	470.07	155.02
Light minerals	0.97	0.20	0.01	0.01	0.49	0.01
Witherite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00

Table (7-37) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FT-217	FT-339	FT-253	FT-316	FT-212	FM-083
Total Volume cc A	2000	5000	5500	4500	5000	6000
Panned Volume cc B	8.6	3.2	4.5	1	17	14
Study Volume cc C	8.6	3.2	4.5	1	17	14
Heavy Volume cc Y	8.2	1.7	4	0.05	14	11
Magnetite	5351.98	158.51	339.05	6.22	3393.94	1196.58
Hematite	388.19	175.26	229.53	3.04	176.74	462.88
Ilmenite	231.24	0.00	256.36	0.68	78.96	103.40
Garnet	0.01	0.01	0	0.0577778	0.01	0
Pyroxene	295.2	57.12	98.181818	2.1666667	352.8	462
Amphibole	73.80	28.56	130.91	1.7333333	151.2	198.00
Biotite	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
Tourmaline	0	0	0	0	0	0
Pyrite oxide	0	2.38	0	0.0722222	8.4	11
Serpentine	0.00	9.52	0	0	0	0
Olivin	0	15.708	0	0	0.01	0
Oligiste	639.6	0	5.6727273	1.5022222	174.72	114.4
Martite	0	0	0	0	0	0
Spinel	0	1.666	0	0.0505556	5.88	0
Epidote	0	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0.01	0.01	0	0	7.56	0
Limonite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zircon	0.01	0.15	0.01	0.01	1.26	0.83
Apatite	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.55
Rutile	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.73
Barite	0.01	0.15	0.01	0.01	1.26	0.83
Sphene	0.01	0.01	0.01	0.0038889	0.98	0.6416667
Anatase	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0
Celestite	0	0	0	0	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0.01	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0.01	0.01	0	0	0
Brookite	0	0	0	0.01	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0	0
Mimetite	0	0	0	0	0	0
Vanadinite	0	0	0	0	0	0
Marcasite	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native copper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native lead	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcite	0.01	0.09	0.01	0.00	0.76	0.50
Altered minerals	713.40	81.70	152.73	2.14	471.24	341.55
Light minerals	0.01	0.07	0.01	0.01	0.56	0.37

Table (7-38) : Results of Heavy Mineral Studies in Fannuj Sheet

FIELD NO.	FM-046	FM-076	FM-005	FJ-819	FM-066
Total Volume cc A	4500	5500	5000	3000	6000
Panned Volume cc B	17	2.7	25	0.9	8
Study Volume cc C	17	2.7	25	0.9	8
Heavy Volume cc Y	16.5	2.1	24	0.6	5.6
Magnetite	4444.44	498.41	4475.52	149.18	696.19
Hematite	231.44	36.15	681.70	25.25	162.01
Ilmenite	827.20	21.53	1421.28	11.28	96.51
Garnet	0	0	0	0	0
Pyroxene	198	41.23636364	518.4	36	215.6
Amphibole	198.00	20.62	259.20	21.6	61.6
Tourmaline	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Pyrite oxide	11	0	0	0	5.133
Serpentine	0	0	0	0	0
Olivin	0.00	7.56	142.56	0	33.88
Oligiste	11.44	11.91272727	224.64	0	53.38666667
Martite	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0.84	0
Epidote	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0	0	0	0	0
Limonite	0	0	0	0	0
Zircon	1.65	0.01	2.16	0.01	0.42
Apatite	0.01	0.01	1.44	0.01	0.28
Rutile	0.01	0.01	1.92	0.01	0.37
Barite	1.65	0.01	2.16	0.01	0.42
Sphene	1.28	0.01	1.68	0.01	0.33
Anatase	0.01	0	0.01	0	0
Celestite	0	0	0	0	0
Leucoxene	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0
Smithsonite	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0
Azorite	0	0	0	0	0
Dioptaz	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0	0.01
Brookite	0	0	0	0	0
Pyromorphite	0	0	0	0	0.01
Mimetite	0.01	0	0	0	0.01
Vanadinite	0	0	0	0	0
Marcasite	0	0	0	0	0
Native copper	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Native lead	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcite	0.01	0.01	1.30	0.01	0.25
Altered minerals	550.00	59.56	807.84	60.00	168.28
Light minerals	0.01	0.01	0.01	0.01	0.19

Table(7-38.1): Gold Grain Size For Fannuj Sheet

Sample Number	Gold grain Size												Roundness	Shape
	Vcu	VcL	Cu	CL	Mu	ML	fu	fL	Vfu	VfL				
FT-250							*				177	250	Rounded	Lumpy
FT-156						*					250	350	Subround	Tabular

Table (7-39) : Analytical Resultes of Rock Sample in Fannuj Sheet

SAMPLE	Au	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sr	Zn	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As	B	Bi	Co	Mo	Sb	Sn	W
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	2	0.2	5	2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	0.5	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
METHOD	FA3	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M
FF-409X3	3	27	11.7	175	13	2.5	194	<	16	1.1	659	10400	<	0.05	<	<	<	4.7	2.1	0.2	0.4	4
FF-499X4	<	19	13	482	6	5.3	679	38.8	38	2.2	4710	54000	<	0.17	3.4	<	<	8.3	2.2	0.2	6.8	1.1
FF-380X	<	35	199	1440	22	11.4	125	75.8	251	0.4	7140	77500	<	<	<	<	<	<	<	<	<	0.7
FF-499X	1	78	93	487	44	<	9.2	2.5	6.8	<	577	18500	<	<	1.6	<	<	13.8	3	0.2	0.3	1
FF-409X2	1	220	66.4	385	83	<	63.1	5.4	149	<	933	26900	<	0.02	1.3	<	<	18.7	0.6	<	<	0.8
FF-410X2	3	39	68	1380	27	9.1	225	77.4	435	0.8	4010	45300	<	0.04	1.8	<	0.1	12.3	0.8	0.2	1.1	0.6
FM-116X	<	129	75.2	1580	71	2.2	474	69.3	224	0.6	9830	77700	<	0.05	0.5	<	<	37.1	1.1	0.2	0.7	0.6
FF-506X3	40	33	1060	64	6	13.3	15.6	118	20.6	<	134	44200	<	1.27	4.3	<	0.1	4.7	3.5	0.4	0.4	0.6
FT-203X	26	5	18.9	75	<	11.2	507	61.6	785	1.8	2340	19500	<	1.14	25.5	<	<	0.4	5.5	1.2	1.8	1.6
FF-499X2	<	11	5.3	170	3	<	143	<	49.3	1.7	453	11800	<	0.05	<	<	<	1.8	0.7	<	0.3	0.6
FM-112X1	3	27	1530	62	5	703	44.5	82.7	78.6	0.4	1660	34100	<	4.16	18.1	<	2.7	1.8	20.6	1	0.7	0.3
FF-506X2	121	132	545	854	3	29.1	164	103	74.8	0.4	1430	280000	<	0.92	50.2	<	1	13.2	4	1	0.9	1.5
FJ-827X	3	2220	24.3	1020	2070	<	262	8.9	12.5	<	68	60600	<	0.03	<	<	<	92.3	0.6	<	<	0.3
FF-410X1	3	25	50	998	17	12.7	197	82.2	806	0.9	4820	38600	<	0.08	10.1	<	<	7.2	3	0.4	2.2	0.9
FM-112X3	12	222	3360	180	12	2530	32.5	2910	45.7	0.3	1390	20200	0.1	6.34	27.8	<	2.7	1.5	5.5	1.7	0.6	0.3
FM-112X4	8	28	1960	57	11	168	13.2	330	33.9	0.2	619	14300	<	1.77	22.6	<	0.4	1.7	2.4	1.2	0.6	0.3
FT-737X1	7	40	125	49	8	19.8	71.1	46.5	26	<	943	101000	<	0.46	14.3	<	0.5	4.7	10.7	0.3	0.4	0.2
FM-112X5	7	45	3150	82	10	2910	45.4	2750	44.9	0.3	2810	32600	0.09	1.87	37.9	<	2.6	3.7	5.7	1.6	2.4	0.5
FF-112X2	3	32	3340	56	6	368	16.4	509	33.8	0.4	1330	45400	<	5	13.8	<	3.6	3.4	18	0.9	0.5	<
FF-409X1	2	248	82.2	385	48	1.9	26.8	7.1	2.6	<	1060	17600	<	0.12	0.8	<	<	14.3	1.1	<	<	0.9
FJ-743X1	1	16	1080	64	5	58.5	36.1	59.4	11.3	<	127	12900	<	0.29	1.7	<	0.1	1	2.1	0.2	0.3	0.3
FM-60X	4	7	30.9	175	5	14	213	29.8	31.9	2	4660	53300	<	0.21	16.7	<	0.3	8.2	59.6	0.2	6.8	0.5
FT-147AX	<	13	1150	42	4	2.3	10.5	1620	10.3	<	58	12500	<	0.75	2.9	<	<	1.9	3.5	0.1	0.3	0.2
FT-335X	2	77	81.5	590	78	9.1	84.9	85.7	449	1.7	3610	53600	<	0.1	4.6	<	0.3	13.6	1.1	1.2	2.1	2.5
FM-5X	<	13	235	62	4	3.3	8	14.5	17.5	<	67	7660	<	0.23	1.6	<	<	1.3	1.5	<	0.2	0.2
FM.3.X	14	25	32.1	1190	7	6.3	406	35.8	849	0.7	3510	29300	<	0.09	4.8	<	<	8.7	1.1	0.8	0.8	1
FT.207.X4	4	21	1280	216	6	1700	18.5	12800	14.6	<	56	11800	<	0.55	7.7	<	<	2.3	2	0.3	0.3	0.1
FM.38.X2	<	12	15.9	49	3	7.4	30.7	66.4	9	1.1	261	7070	<	0.1	<	<	<	2	0.8	<	0.5	0.3
FT.261A-X	1	16	22.1	145	8	1.4	71.6	17.4	39.9	<	736	20500	<	0.12	2.6	<	<	3.9	1.2	0.1	0.4	0.1
FM.38.X1	<	8	4.3	213	9	3.3	24.1	13	4.1	2.9	635	10900	<	0.24	<	<	<	2.7	0.7	<	0.6	0.6
FT.266.X	15	80	9300	530	47	22	129	95.1	750	1.7	4210	27200	<	0.35	2.9	<	14.1	13.5	0.4	0.7	2	1.2
FM.34.X	2	20	92	153	11	33.3	31	76.1	59	0.6	1000	11700	<	0.07	6.1	<	0.3	3.2	0.9	0.4	0.9	0.2
FT.212.X	11	99	44	64	29	6.1	16.2	26.8	441	0.3	5450	40300	<	0.74	22.4	<	<	9.3	3.5	2.6	0.7	1.3
FF.459.X	2	17	16.5	690	12	4.4	205	24	786	0.2	852	10300	<	0.13	16.8	<	<	3.8	0.4	0.4	0.5	0.4
FT.140.X	<	20	28	588	18	14.8	539	29.9	197	0.3	1580	14000	0.1	0.15	1.3	<	0.1	3.2	4.3	0.2	0.4	0.5
FF.464.X	5	26	21.1	341	23	4.5	525	21.6	91.5	0.5	1840	13300	<	0.07	<	<	<	3.5	1.1	0.1	0.5	0.3
FT.128.X	2	53	81.3	1240	18	3.3	690	58.2	235	0.4	3970	51500	<	0.04	1	<	<	19.4	0.4	0.1	0.7	0.5
FF.466.X1	6	8	198	45	<	4.7	167	2.8	49.7	1.5	2310	91400	<	0.31	7.5	<	0.2	3.5	10.5	<	5	0.2
FT.130.X	47	31	165	1320	47	21.7	2800	152	646	0.9	4520	62300	<	0.17	76.1	<	0.1	20.6	20	1.2	1.1	1.2
FF.466.X2	<	6	253	217	2	0.3	70.3	15.8	8.8	1.6	2800	24400	<	0.01	1.1	<	<	3.9	3.1	<	8.1	0.3
FT.207.X1	2	17	530	227	4	397	17.9	705	14.2	<	66	7090	<	0.07	2	<	<	0.6	2.6	0.2	0.3	0.2
FF.497.X1	<	67	24	597	28	3.6	394	523	17.1	0.6	6610	36100	<	0.04	0.5	<	<	11.7	1	0.2	1.6	0.5
FF.207.X2	<	22	72.8	56	3	1360	19	229	189	<	12	17500	0.11	0.5	25.8	<	0.1	0.6	5.1	0.8	<	1.5
FF.500.X1	3	23	144	1130	9	7.9	448	105	265	0.9	5120	55000	<	0.63	10.1	<	0.2	22	2	0.5	1.6	1.5
FT.207.X3	<	13	49.4	40	8	104	7.3	116	49.9	<	26	9060	<	0.14	11.6	<	<	0.8	2.1	0.3	0.2	0.5
FF.637.X	1	73	31.3	932	35	25	136	78.9	535	1.6	3230	30200	<	<	4.8	<	0.2	11.7	1.4	0.4	2.1	1.9
FF.491-X	2	24	422	139	2	3	25.1	38.4	12.6	<	1890	54000	0.09	0.52	5	<	0.4	2.4	2.1	0.2	0.5	0.4
FF-499X3	2	162	11600	988	53	4.1	143	23	58.5	0.8	9200	73900	<	1.05	1.6	<	<	29.3	1.3	<	2.4	0.2
FF.355.X	<	282	114	1080	77	1.9	208	63.7	32.8	0.3	7450	63900	<	0.04	0.6	<	<	35.6	0.2	0.1	0.6	0.2

پردازش داده‌های کانی‌سنگین

در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پیروکسن، آمفیبول، اکسیدپیریت، الیوین، الیژیست، مارتیت، اسپینل، زیرکن، طلا، آپاتیت، روتیل ، کالکوپیریت، باریت، آناتاز، اسفن، لوکوکسن، سینابر، کلسیت، کانیهای آلتره و ویتریت در نمونه‌های کانی‌سنگین مشاهده شدند. با توجه به اینکه تعداد کانیهایی که در نمونه‌ها مشاهده شده‌اند، متفاوت است ارزش آنها نیز متفاوت است. نمودارهای هیستوگرام فراوانی این متغیرها و پارامترهای آماری آنها در شکلهای (۷-۱) الی (۷-۷) نشان داده شده است ولی در مورد بعضی متغیرها به علت کمی تعداد موارد اندازگیری شده روند تغییرات در هیستوگرام چندان مشخص نیست، بنابراین برای این متغیرها هیچگونه هسیتوگرامی رسم نشد.

پارامترهای آماری، هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی در مورد متغیرهای شکلهای (۷-۱) الی (۷-۷) نشانگر توزیع لاگ نرمال این متغیرهاست. در اکثر این متغیرها وجود جوامع آماری به وضوح قابل مشاهده است.

آنالیز خوشه‌ای متغیرهای کانی‌سنگین

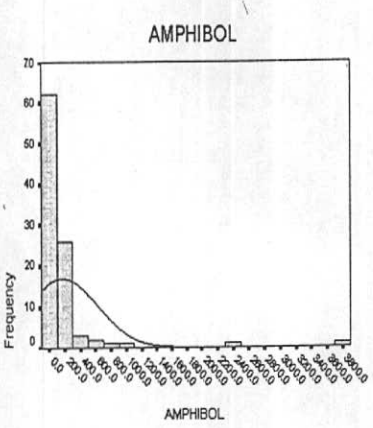
آنالیز خوشه‌ای روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروههایی طبقه‌بندی می‌کنند. در نتیجه آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در پیدا کردن گروههای واقعی که کانی‌سازی منطقه را به نحوه مطلوبتری آشکار می‌سازند، کمک کند. برای گروه بندی داده‌ها در گروه‌های مختلف از روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده شده است. این روش با محاسبه فاصله هر عضو از سایر اعضاء شروع می‌شود و از ماتریس همبستگی

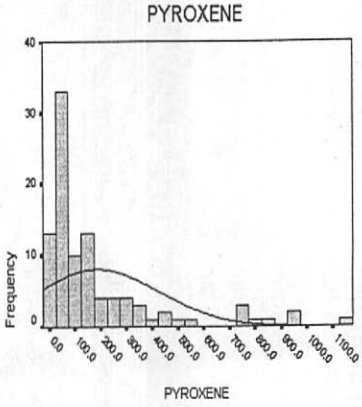
Fig (7-1) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

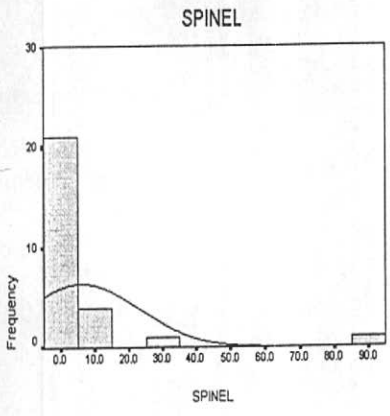
Statistics

		AMPHIBOL	PYROXENE	SPINEL	OLIVIN
N	Valid	97	97	27	44
	Missing	0	0	70	53
Mean		170.5503	188.1443	6.0993	41.8400
Median		44.8000	78.4000	1.0500	17.6550
Mode		10.80[a]	19.80[a]	.01	.01
Std. Deviation		458.23994	240.24130	16.86805	65.78612
Skewness		6.187	2.141	4.414	2.786
Std. Error of Skewness		.245	.245	.448	.357
Kurtosis		43.106	4.265	20.648	8.198
Std. Error of Kurtosis		.485	.485	.872	.702
Minimum		.02	.02	.01	.01
Maximum		3740.00	1136.57	85.56	293.04

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown







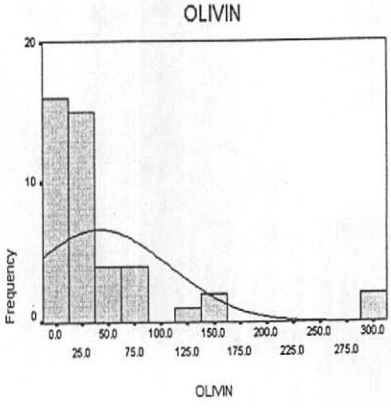
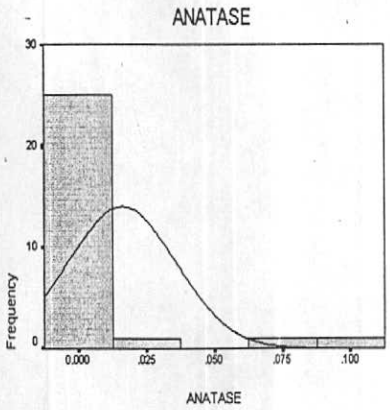
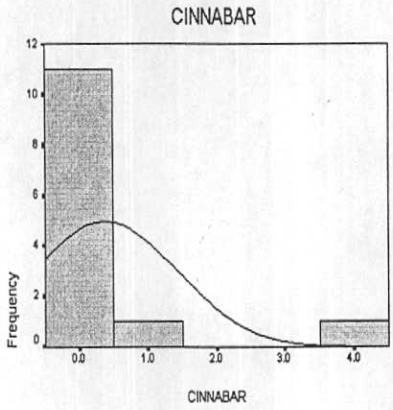


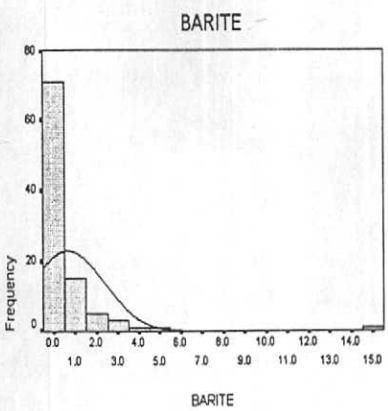
Fig (7-2) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

Statistics

		ANATASE	CINNABAR	BARITE	EPIDOTE
N	Valid	28	13	97	9
	Missing	69	84	0	88
Mean		.0161	.3746	.6618	2.0967
Median		.0100	.0100	.1700	.0100
Mode		.01	.01	.01	.01
Std. Deviation		.01988	1.04307	1.69171	4.06229
Skewness		3.364	3.450	6.682	2.387
Std. Error of Skewness		.441	.616	.245	.717
Kurtosis		10.460	12.127	54.048	5.998
Std. Error of Kurtosis		.858	1.191	.485	1.400
Minimum		.01	.01	.01	.01
Maximum		.09	3.80	14.96	12.25







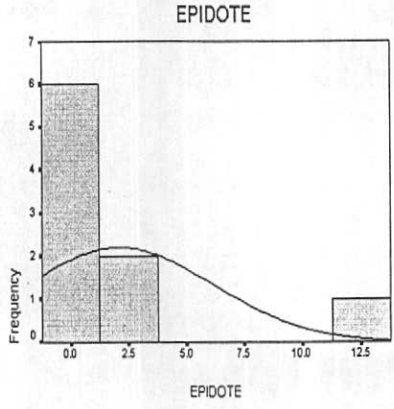
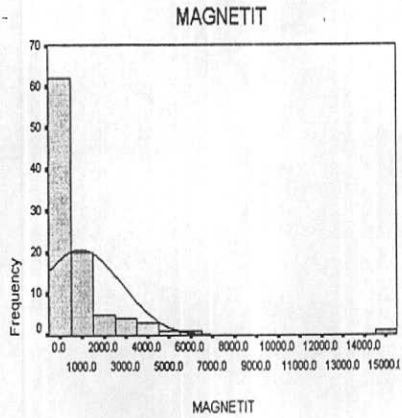


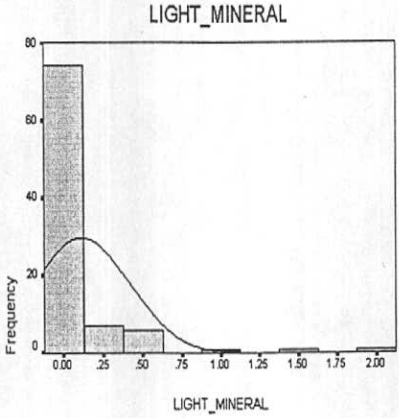
Fig (7-3) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

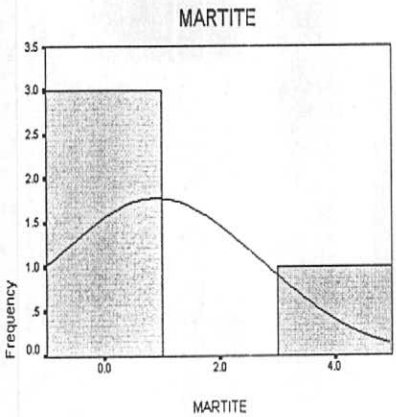
Statistics

		MAGNETIT	LIGHT MINERAL	MARTITE	OLIGISTE
N	Valid	97	90	4	55
	Missing	0	7	93	42
Mean		928.6884	.1129	.9050	108.9564
Median		273.5000	.0100	.0100	34.0400
Mode		99.46[a]	.01	.01	.01[a]
Std. Deviation		1865.83568	.30167	1.79000	210.55826
Skewness		5.145	4.453	2.000	3.912
Std. Error of Skewness		.245	.254	1.014	.322
Kurtosis		34.471	22.881	4.000	17.964
Std. Error of Kurtosis		.485	.503	2.619	.634
Minimum		.03	.01	.01	.01
Maximum		15031.42	2.04	3.59	1270.69

[a] Multiple modes exist. The smallest value is shown







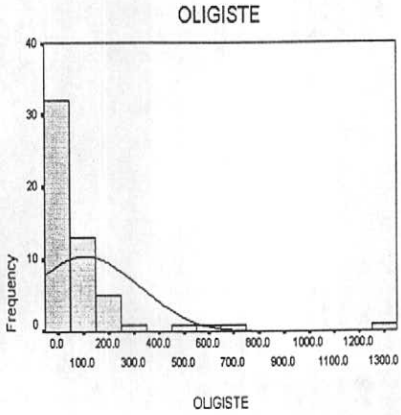
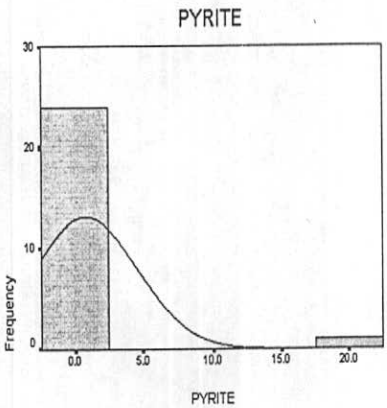


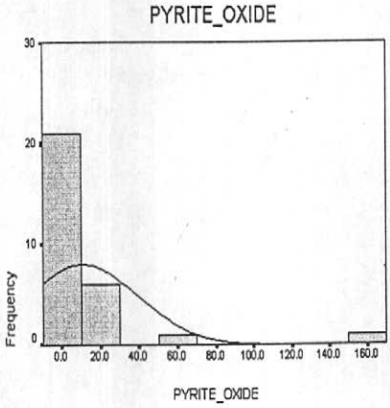
Fig (7-4) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

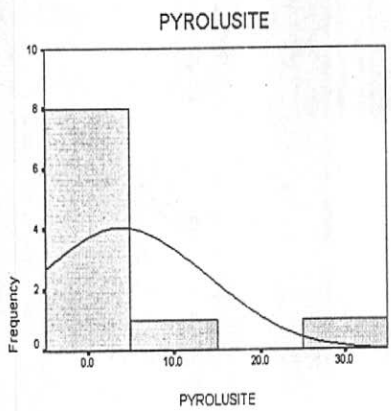
Statistics

		PYRITE	PYRITE_O	PYROLUSITE	WITHERIT
N	Valid	25	29	10	4
	Missing	72	68	87	93
Mean		.7944	10.7534	3.9780	.8175
Median		.0100	2.3800	.0100	.0900
Mode		.01	.01	.01	.01[a]
Std. Deviation		3.79384	28.89682	9.85028	1.50883
Skewness		4.996	4.546	2.871	1.996
Std. Error of Skewness		.464	.434	.687	1.014
Kurtosis		24.970	22.079	8.437	3.987
Std. Error of Kurtosis		.902	.845	1.334	2.619
Minimum		.01	.01	.01	.01
Maximum		19.00	152.00	31.20	3.08

[a] Multiple modes exist. The smallest value is shown







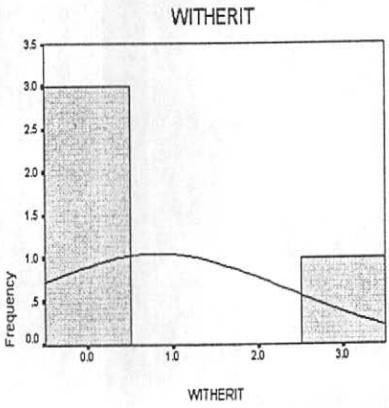
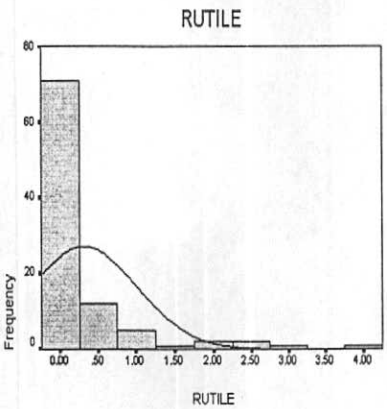
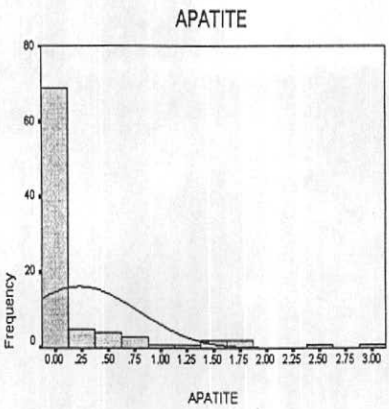


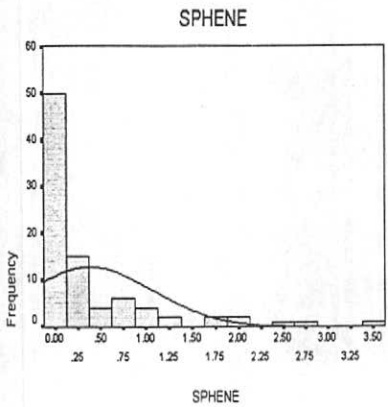
Fig (7-5) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

Statistics

		RUTILE	APATITE	SPHENE	ZIRCON
N	Valid	95	89	88	97
	Missing	2	8	9	0
Mean		.3131	.2322	.3845	.5808
Median		.0100	.0100	.0800	.1700
Mode		.01	.01	.01	.01
Std. Deviation		.69776	.54404	.68647	1.03272
Skewness		3.333	3.220	2.579	3.221
Std. Error of Skewness		.247	.255	.257	.245
Kurtosis		12.279	11.124	7.079	12.585
Std. Error of Kurtosis		.490	.506	.508	.485
Minimum		.01	.01	.01	.01
Maximum		4.07	3.05	3.56	6.41







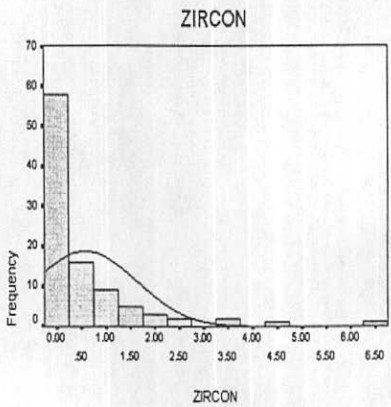
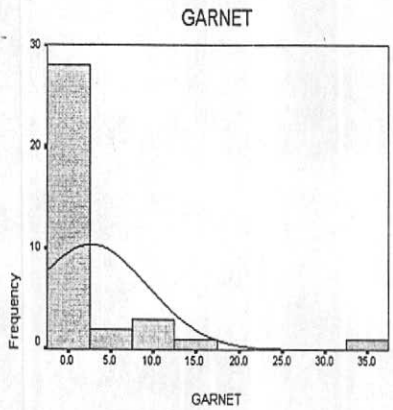


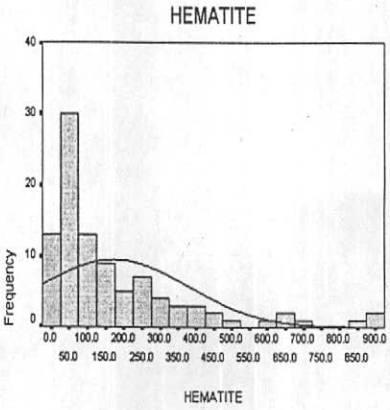
Fig (7-6) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

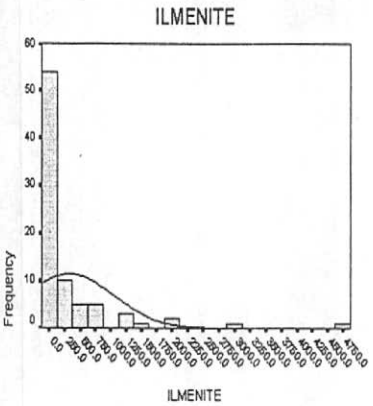
Statistics

		GARNET	HEMATITE	ILMENITE	LEUCOXEN
N	Valid	35	97	82	52
	Missing	62	0	15	45
Mean		2.6326	172.7012	326.0515	.0767
Median		.0100	94.6800	61.1000	.0100
Mode		.01	25.25[a]	.01	.01
Std. Deviation		6.72950	203.33879	715.42520	.29051
Skewness		3.762	1.987	4.085	4.989
Std. Error of Skewness		.398	.245	.266	.330
Kurtosis		16.155	3.818	20.537	25.532
Std. Error of Kurtosis		.778	.485	.526	.650
Minimum		.01	.03	.01	.01
Maximum		35.00	920.50	4812.80	1.75

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown







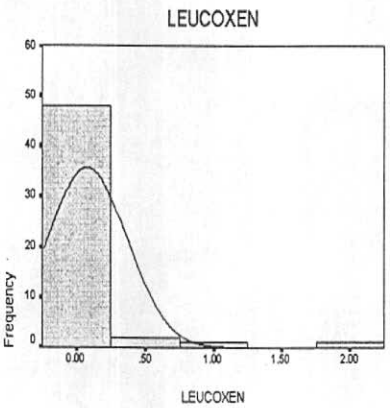
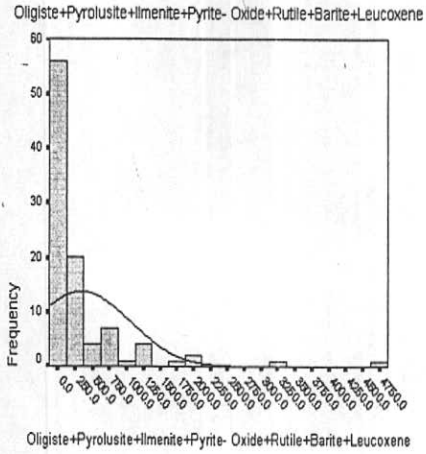


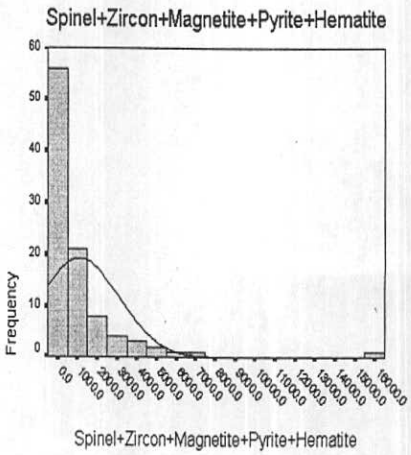
Fig (7-7) : Statistical Parameters and Histograms of Heavy Minerals in Fannuj

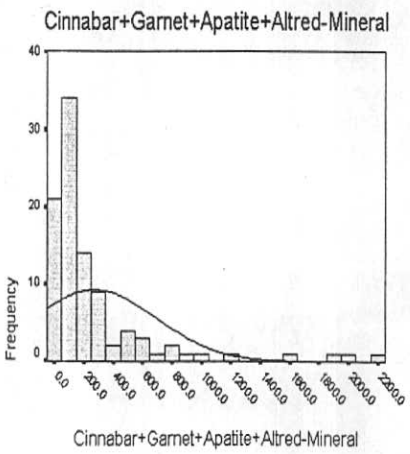
Statistics

		Oligiste+Pyrolusite+Ilmenite+Pyrite - Oxide+Rutile+Barite+Leucoxene	Spinel+Zircon+Magnetite +Pyrite+Hematite	Cinnabar+Garnet+Apatite +Altred-Mineral
N	Valid	97	97	97
	Missing	0	0	0
Mean		342.0451	1103.8729	274.0119
Median		89.0400	388.5100	118.8200
Mode		.03	.07[a]	60.01
Std. Deviation		699.73288	2006.52159	415.71342
Skewness		4.039	4.842	2.980
Std. Error of Skewness		.245	.245	.245
Kurtosis		20.224	31.144	9.486
Std. Error of Kurtosis		.485	.485	.485
Minimum		.03	.07	.05
Maximum		4819.61	15892.90	2212.80

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown







میان عناصر استفاده می‌کند. بطور خلاصه می‌توان گفت برای تعیین ارتباط پاراژنزی بین متغیرهای مختلف کانی‌سنگین و انتخاب مناسبترین گروهها برای ترسیم نقشه توزیع کانی‌سنگین آنالیز خوشه‌ای انجام گیرد.

شکل (۷-۸) آنالیز خوشه‌ای برای متغیرهای کانی‌سنگین با اهمیت را نشان می‌دهد. در این دندروگرام گروههای مختلفی را می‌توان جدا نمود. با توجه به دندروگرامها و همچنین روابط پاراژنزی بین کانیهای مختلف مجموع متغیرهایی که می‌توانند راهنمای اکتشافی هستند عبارتند از:

۱ مجموع کانیهای الیژیست، پیرولوسیت، پیریت اکسید، روتیل باریت و لوکوکسن (Var1)

۲- مجموع کانیهای اسپینل، زیرکن، مگنتیت، پیریت، هماتیت (Var2)

۳- مجموع کانیهای سینابر، گارنت، آپاتیت، کانیهای آلتره (Var3)

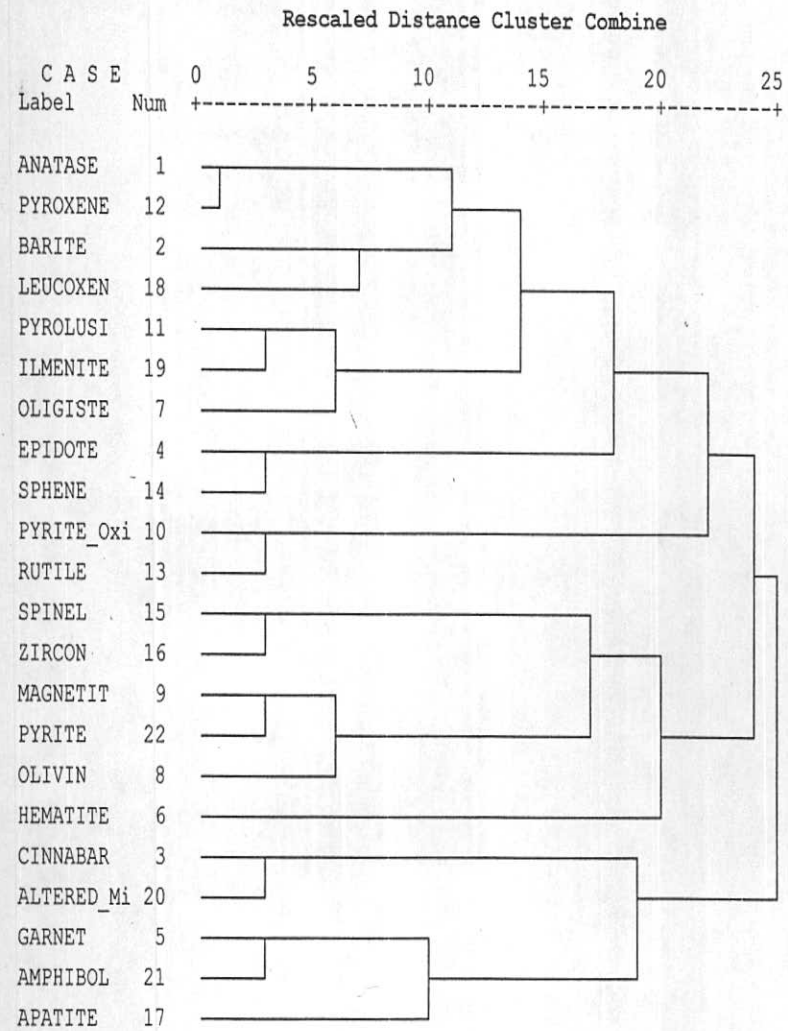
ترسیم نقشه‌های متغیرهای کانی‌سنگین

برای اینکه نحوهٔ توزیع متغیرهای کانی‌سنگین بهتر نمایش داده شود اقدام به ترسیم نقشهٔ کانی‌سنگین برای متغیرهای مختلف گردید که درنقشه‌های شمارهٔ ۲ و ۳ آورده شده است.

آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه

این آنالیز جهت رتبه‌بندی اهمیت اکتشافی نمونه‌ها و عناصر (متغیرهای ژئوشیمیایی) صورت می‌گیرد. برای این منظور از طریق جدول ژینزبرگ اعداد ۰، ۱، ۲ به ترتیب برای کانی‌سازی پراکنده و عقیم، کانی‌سازی غنی‌شده و کانساری در نظر گرفته می‌شود. سپس آنالیز ویژگی بر روی داده‌ها صورت می‌گیرد.نتایج حاصل در جدول (۷-۴۰) آمده است.

Fig (7-8) : Dendrogram Mineral Variable in Fannuj 1/100000 Sheet



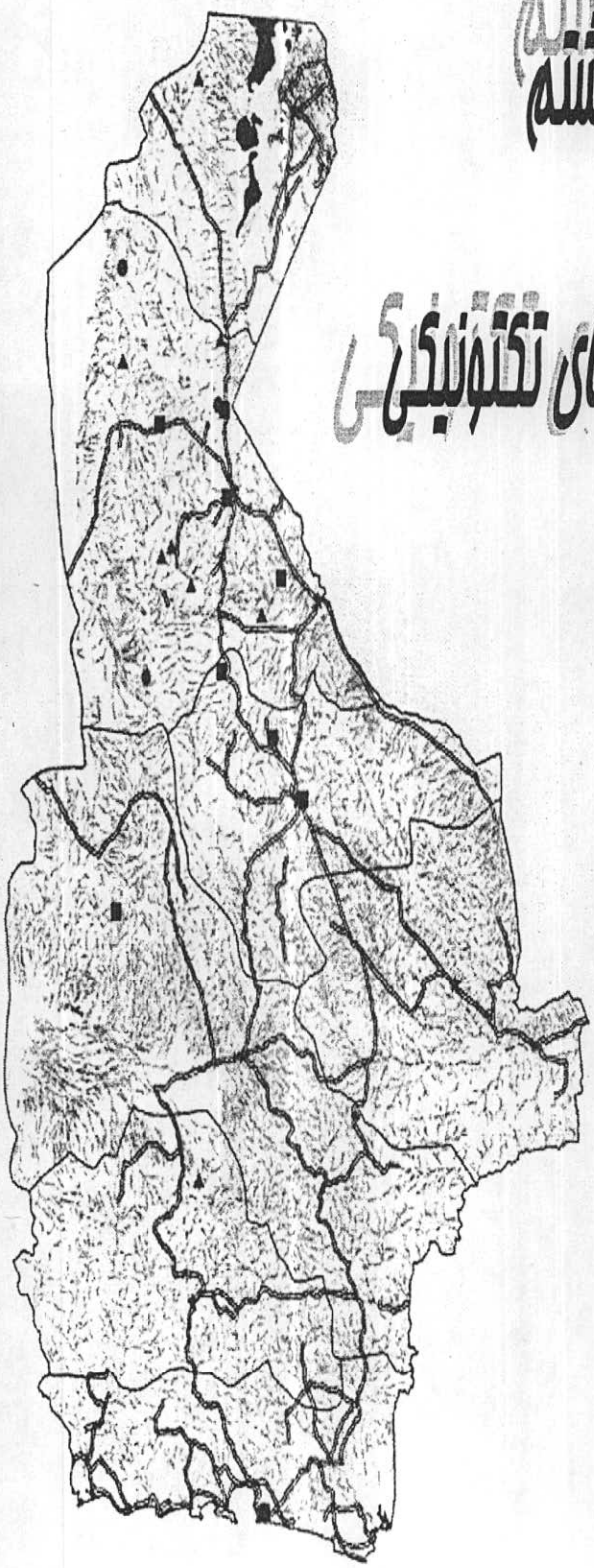
جدول (۷-۴۰) : نتایج آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه برگه فنوج

Sample	Rank
FF-112X2	13.784
FM-112X5	13.3041
FT.128.X	11.8743
FF.637.X	10.9087
FF-499X4	10.198
FF.466.X2	10.198
FF-409X2	6.9282
FF-410X1	6.5574
FT-203X	6.3246
FM.3.X	6.3246
FM.38.X1	6
FT.212.X	5.099
FF.500.X1	5.099
FM.34.X	5.099
FF.491.X	4.5826
FM-112X1	4.1231
FM.38.X2	3
FF.497.X1	3
FT.207.X3	3
FT.266.X	3
FF.464.X	3
FF.459.X	3
FF-499X3	3
FF-499X	2.8284
FT.140.X	2.4495
FF.466.X1	2.4495
FM-5X	2.2361
FF.207.X2	1.7321
FM-112X3	1.7321
FT-737X1	1.7321
FF-380X	0
FM-116X	0
FF-499X2	0
FT-147A .X	0
FF.355.X	0
FF-506X2	0
FT.130.X	0
FF-506X3	0
FM-112X4	0
FM-60X	0
FT.207.X4	0
FF-409X3	0
FF-410X2	0
FJ-827X	0
FF-409X1	0
FT-335X	0
FT.207.X1	0
FJ-743X1	0
FT.261.AX	0

Element	Rank
Cu	27.803
Zn	11.402
Fe	9.8995
Mn	9.798
Pb	8.8318
Ti	7.6158
Be	3
Ag	2.6458
Cr	1.7321
Ni	1.7321
Au	0
Sr	0
Ba	0
Hg	0
As	0
B	0
Bi	0
Co	0
Mo	0
Sb	0
Sn	0
W	0

فصل هشتم

بررسی ساختارهای تکتونیکی



تکتونیک منطقه و ارتباط احتمالی آن با کانی‌زایی

منطقه مورد مطالعه از دیدگاه تکتونیکی در زون مکران قرار واقع شده است که در جنوب گودال جازموریان قرار دارد این منطقه از دیدگاه تکتونیکی به چهار زون تقسیم می‌شود که خواص سنگ شناسی و تکتونیکی متفاوتی دارند.

گودال جازموریان : این گودال ناشی از فرونشینی خشکی‌زایی در اواخر پلیوسن می‌باشد و اعتقاد بر آن است که بخش فرو افتاده یا بخش جلوی قوسی، منشورهای بهم افزوده مکران است. این گودال بوسیله رسوبات آبرفتی پوشیده شده و بوسیله تعدادی از گسلهای طولی محدود می‌شود. (گسلهای معکوس با زاویه شیب بالا در شمال و بوسیله گسل جنوب جازموریان در جنوب).

محل فرورانش پوسته اقیانوسی را در جنوب جازموریان در نظر می‌گیرند، همچنین به طور کلی شیب این فرورانش در منطقه کم است، چرا که آتشفشانهای بزمان و تفتان در منطقه‌ای بسیار دورتر از محل فرورانش قرار دارند. داده‌های ژئوفیزیکی نیز این امر را تأیید می‌کنند.

زون افیولیتی : این زون برخورد رخ داده در این منطقه را نشان می‌دهد و مجموعه نشانگر پوسته اقیانوسی برخورد شده با بلوک لوت است. این زون غالباً شامل افیولیت، مجموعه‌های ولکانیکی ـ رسوبی کمپلکس فنوج و بن رود و رسوبات کلاستیک محلی ائوسن تا الیگوسن ـ میوسن می‌باشد.

ساختارهای تکتونیکی در این زون اساساً شامل گسلهایی موازی با روند خاوری ـ باختری هستند. (گسلهای معکوس فنوج، مش قاهم و آزاوا)

تعدادی گسلهای واژگون نیمه موازی در جنوب باختر ناحیه, بلوکهای متامورفیکی و توده‌های اولترابازیک همگن را به خاور و جنوب خاور ورقه می‌کشانند. این زون همچنین چین‌خورده و گسل خورده است که گسلش آن توسط شاخه‌های مختلف گسلی صورت می‌گیرد. سیمای ویژه در این زون ناودیس‌گون بن‌رود است که محور پلانجهای آن به سمت شمال باختر بوده و مرزهای شمالی این زون که بوسیله رسوبات

سطحی جازموریان پوشیده می‌شود حاوی آهک‌های کم عمق ائوسن در هسته خود می‌باشد. وجود گسلهای منقطع محلی در لبه جنوبی گودال جازموریان می‌تواند نشانهای دال بر افتادگی بخشهای شمالی گسلهای معکوس باشد. این زون به سمت جنوب در طول شیب شمال گسل معکوس آزاوا روی کمپلکس آزاوا قرار می‌گیرد.

زون پوسته قاره‌ای : تصور می‌شود که این پوسته قاره‌ای به صورت یک جزیره کوچک بوده که به طور جداگانه با بلوک لوت برخورد نموده است و به صورت باریکه‌ای باقیمانده است. این باریکه به صورت طویل و سینوسی (کمپلکس آزاوا) زونهای فلیشی را از افیولیتی جدا می‌سازد. این زون در شمال و جنوب بوسیله گسلهای آزاوا و فنوج محدود می‌شود که دومی (گسل فنوج) ادامه خاوری گسل بشاگرد است. قابل توجه اینکه به سمت جنوب روراندگیها، کمپلکس مورد نظر بوسیله گسلهای فرعی به قطعات تکتونیکی شکسته می‌شود.

زون فلیشی : این زون شامل رسوبات فلیشی بهم ریخته و رسوبات فلیشی بدون بهم ریختگی است که کمپلکس آزاوا رورانده شده است. دگرشکلی تکتونیکی در این زون بوسیله چین خوردگیهای شدید و پیچیده مشخص می‌گردد. این چینها اغلب هم شیب و باز و جناغی است و به صورت ناودیسها و تاقدیسهای نامتقارن تقریباً با محور پلانجی در همه جهات در مقیاس وسیعی در منطقه حضور دارند.

در مجموع می‌توان گفت که تقریباً همه زونهای شناخته شده در منطقه بوسیله گسلهای معکوس با روند خاوری ـ باختری و بزرگ زاویه جدا می‌شوند که اکثر آنها شیبی بیشتر به سمت شمال داشته و موازی ساختارهای منطقه‌ای می‌باشند. زونهای ژئوتکتونیکی منطقه از مکران درونی به سمت مکران بیرونی روی یکدیگر رانده شده‌اند. این الگو تراستی نوع شوپنی قطعات پولک مانندی را که دارای کوتاه شدگی در مسیر شمالی ـ جنوبی هستند ایجاد می‌کند. قابل توجه اینکه گسل خوردگیهای اصلی در طی حرکات

آلپی پسین اتفاق افتاده است. شواهدی وجود دارد دال بر اینکه تعدادی از گسلهای اصلی نظیر بشاگرد سنی قبل از ائوسن داشته و در نتیجه سیستمهای فشارشی دوباره فعال شده است.

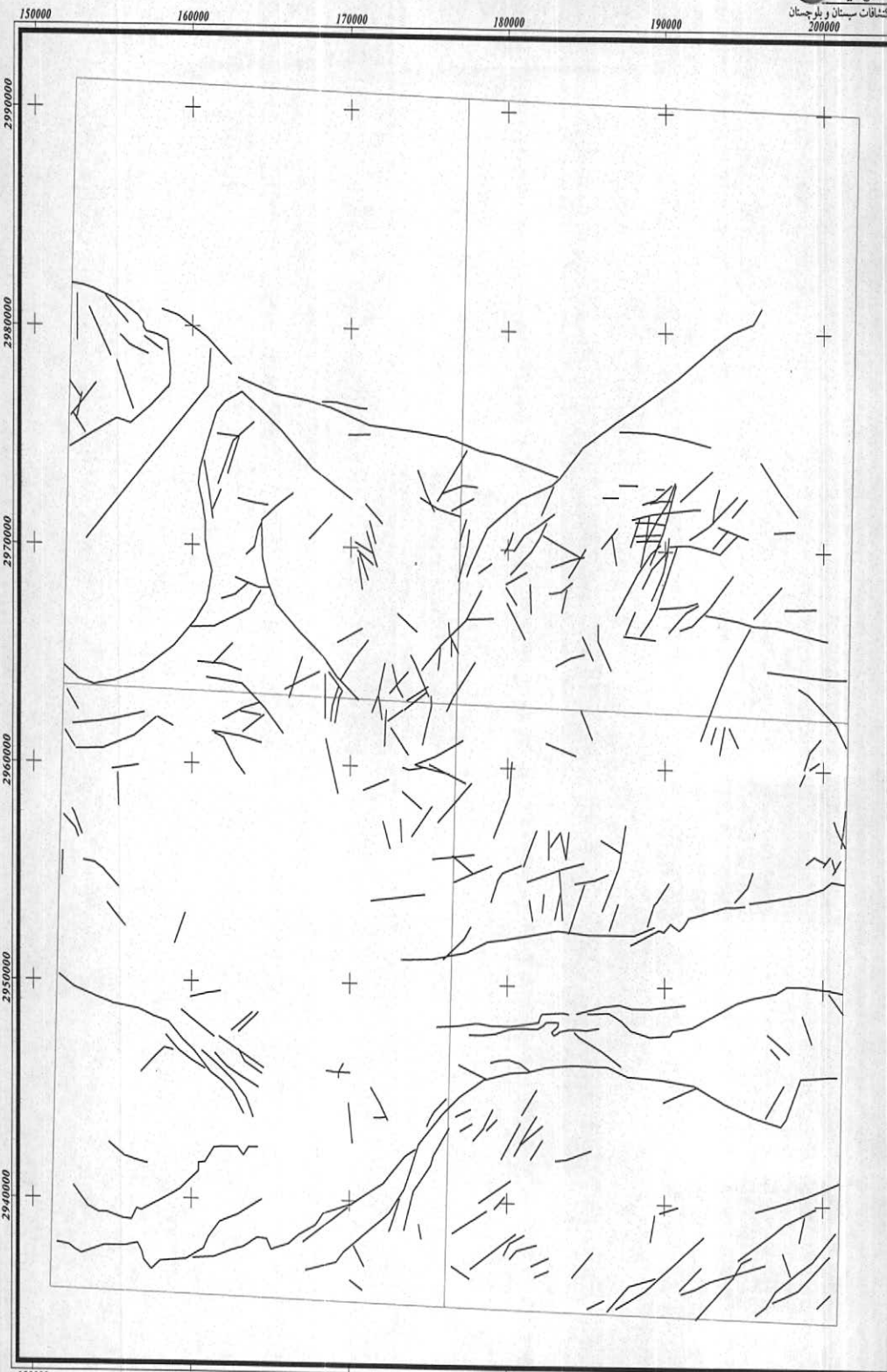
برای نمایش روند کلی گسلها و خصوصیات گسلها از رز دیاگرام آنها استفاده گردیده است و برای ترسیم رزدیاگرام این مناطق از آزیموت و طول گسلهای موجود در منطقه استفاده شده است. در برگه فنوج نقشه به سلولهای "۳۰ × "۳۰ تقسیم بندی گردید که در مجموع ۳۶۰۰ سلول برای برگه فنوج بدست آمد. طول و آزیموت ۱۵۰۹ گسل برای این برگه محاسبه گردید. در مجموع گسلها بیشتر روند شمال خاوری ـ جنوب باختری دارند که گسلها مزدوج فراوانی در پیرامون این روند وجود دارند. کمترین روند گسلی در منطقه نیز شمالی جنوبی است.(شکل ۸-۱)

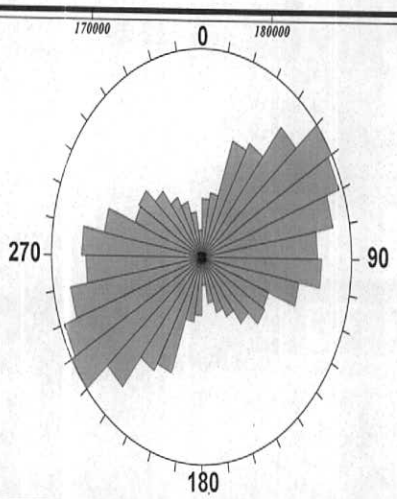
با توجه به مناطق پرپتانسیل حاصل از پردازش اطلاعات آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌ها و نقشه دانسیته گسلها می‌توان ارتباط کانی‌زائی با ساختار و پدیده‌های تکتونیکی منطقه را مشخص نمود.

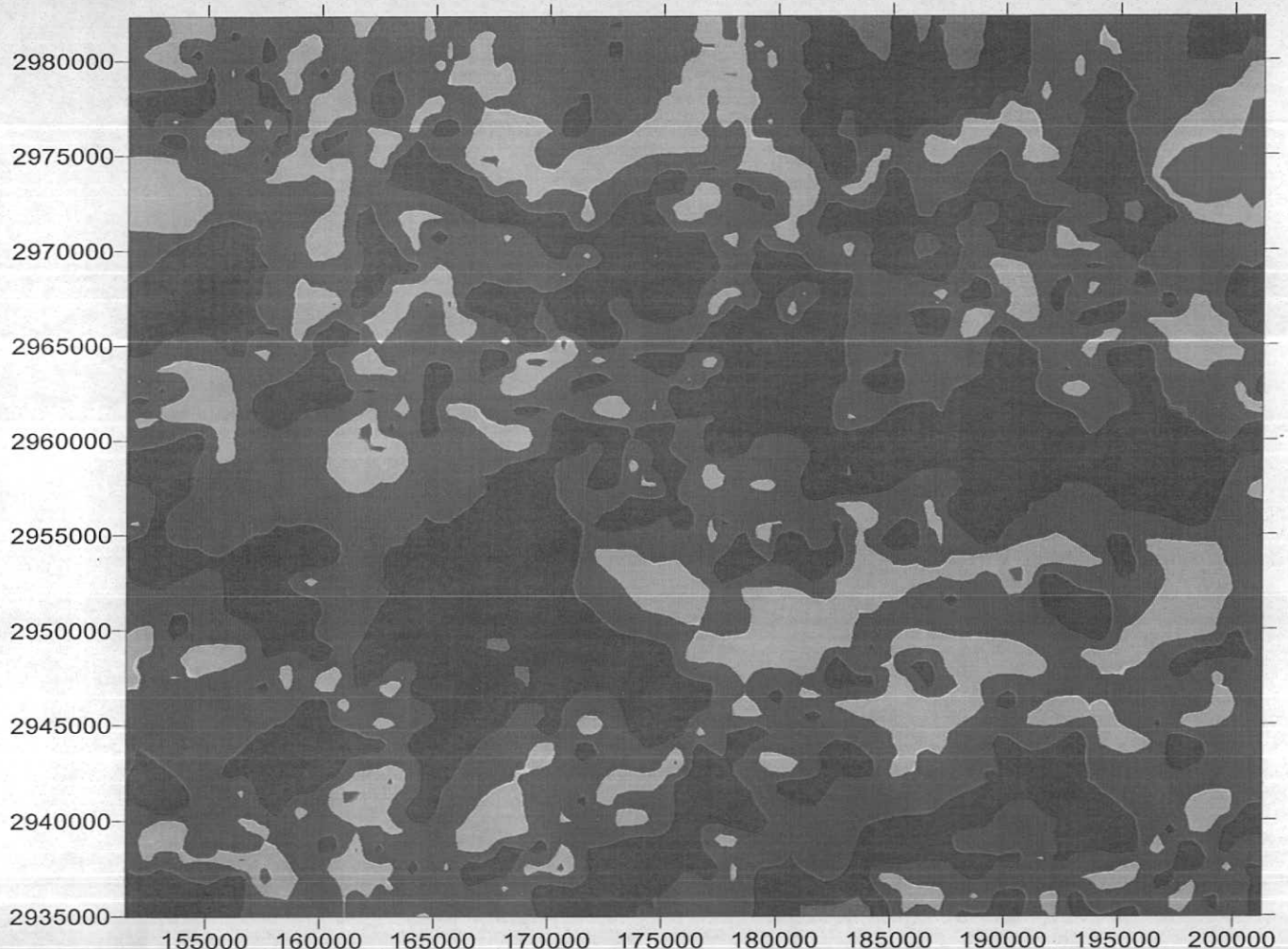
نقشه (۸-۲) نشان‌دهنده تجمع گسلها در محدوده برگه فنوج می‌باشد. در این ناحیه فعالیتها و پدیده‌های تکتونیکی زیادی وجود دارد، لذا در نقشه (۸-۲) محدوده‌های شاخص به تعداد بیشتری قابل مشاهده است. درزه و شکاف و گسلهای متعدد در این ناحیه در مشاهدات صحرایی نیز نمایان بوده است. وجود این درزه و شکافها و تأثیر محلولهای هیدروترمال موجود در ناحیه ممکن است سبب کانی‌زائی‌هایی متعددی شود.

منطقه پرپتانسیل شماره ۱ طبق شکل (۹-۶) با محدوده شماره یک حاصل از دانسیته گسلها منطبق است که علت آن ممکن است به دلیل وجود پدیده‌های تکتونیکی منطقه باشد. همچنین مناطق آنومال ۵ و ۶ و ۸ نیز در محدوده شماره ۲ حاصل از دانسیته گسلها قرار دارد.

شکل(۸-۱):نقشهٔ گسل‌ها و رزدیاگرام برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج

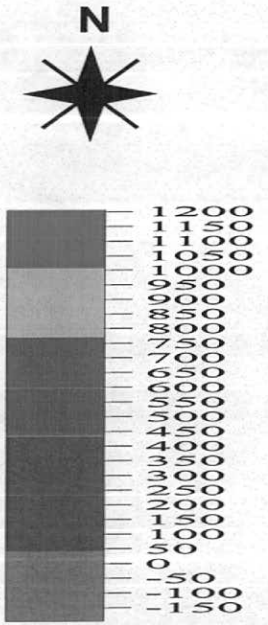






Fault Density Map

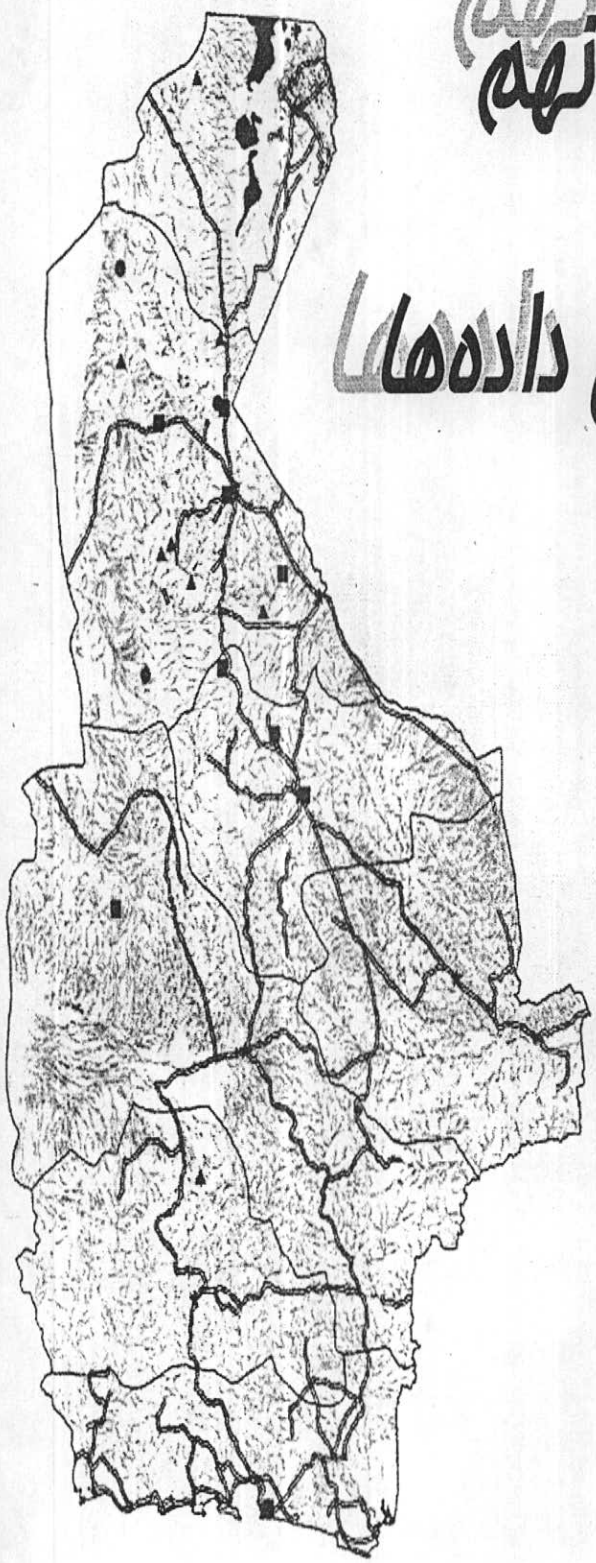
of Fannuj Sheet



شکل(۸-۲):دانسیته گسل های فنوج

فصل نهم

تلفیق داده‌ها



تلفیق داده‌ها

دستیابی سریع به اطلاعات مربوط به علوم زمین تلاشی است که امروزه کلیهٔ مراکز علمی ـ فنی جهان درپی آن می‌باشند. نتایج علمی و همچنین تجربیات عملی این امر را به اثبات رسانیده است که چنانچه اطلاعات مختلف تلفیق شوند نتایج حاصله پربارتر خواهد بود. در این میان GIS علم و فنی مناسب برای جمع‌آوری و مرتب‌سازی داده‌ها از یک سو و ترکیب و تلفیق آنها از سوی دیگر است. معیارهای فنی و علمیٰ باعث بالا رفتن قدرت تصمیم‌گیری و افزایش کارایی‌ها در تجزیه و تحلیل‌های مکانی و فضایی می‌شود و مناطق امیدبخش معدنی می‌توانند قبل از هرگونه سرمایه‌گذاری جدی محدود شوند که این خود می‌تواند در هزینه‌های اکتشافی و زمان نیز صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای ایجاد کند.

مهمترین هدف GIS تلفیق تمامی داده‌های مکانی و ارزیابی همهٔ آنهاست با اضافه‌شدن تعداد نقشه‌ها و داده‌های مربوط به یک ناحیه تلفیق آنها با روشهای دستی و متداول معمولاً بسیار مشکل یا غیرممکن می‌شود.

در این پروژه که از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده است سه مرحلهٔ اساسی زیر انجام پذیرفت :

۱- ورود داده‌ها و تشکیل بانک اطلاعاتی لایه‌های مختلف

۲- تجزیه و تحلیل اطلاعات لایه‌ها

۳- ترکیب لایه‌های مختلف با هم

گردآوری اطلاعات

جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز جهت تهیه نقشه‌های پتانسیل مواد معدنی در سیستم اطلاعات جغرافیایی، یکی از مراحل با اهمیت و حساس محسوب می‌شود. در اکثر موارد به دلیل پراکنده بودن و آماده نبودن اطلاعات، گردآوری آنها حداکثر زمان انجام یک پروژه را به خود اختصاص می‌دهد. داده‌های مورد استفاده در تهیه پتانسیل کانی‌سازی به شرح ذیل می‌باشد.

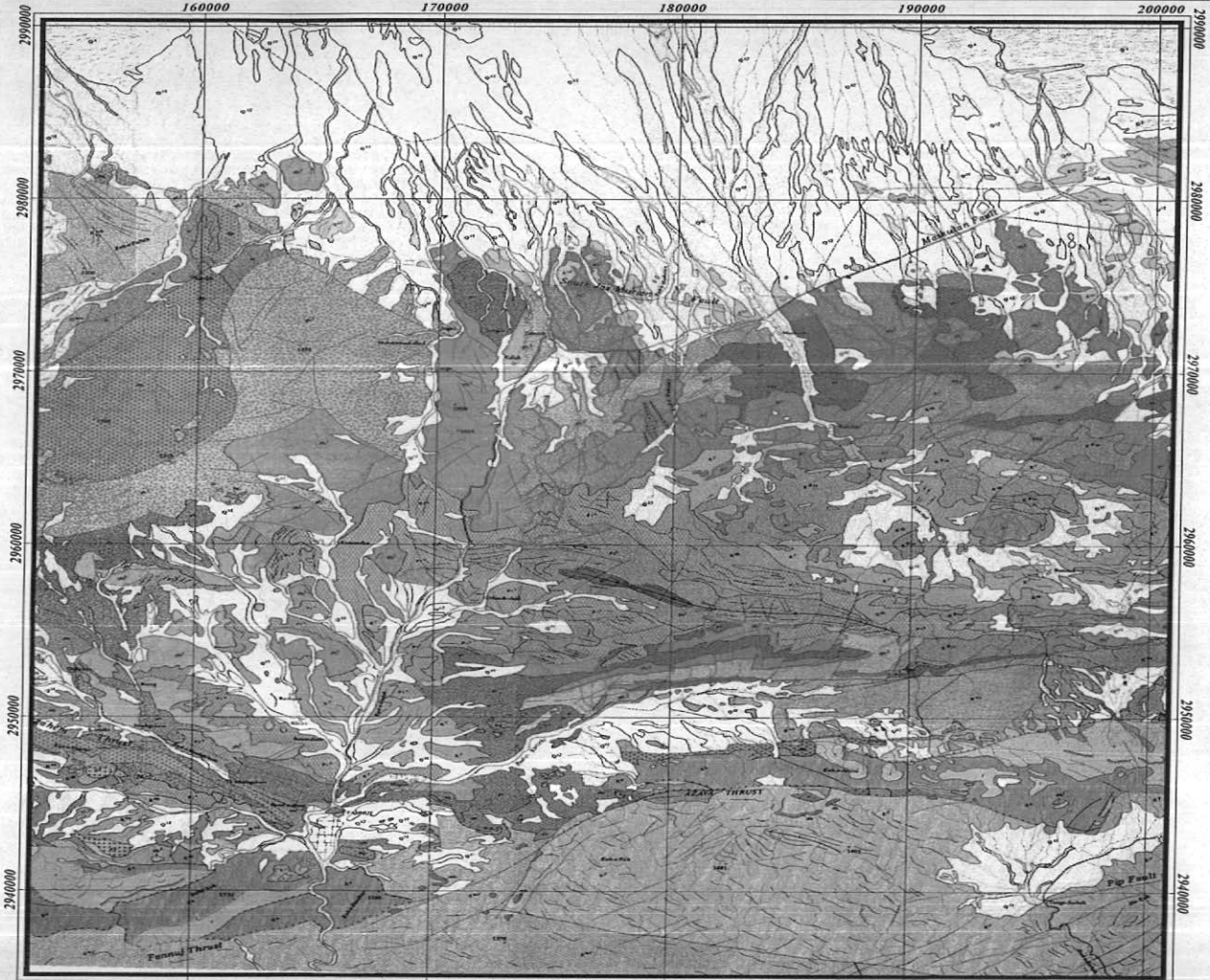
داده‌های زمین‌شناسی

از لایه‌های اطلاعاتی بسیار با اهمیت در تهیهٔ نقشه نهایی نقشهٔ زمین‌شناسی می‌باشد. مبنای اطلاعات مورد استفاده در این سری از بررسی‌های نقشهٔ و گزارش زمین‌شناسی برگهٔ ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج بوده است (شکل ۹-۱) که عوارض مختلف از جمله گسله‌ها، حدود سنگ‌شناختی واحدهای زمین‌شناسی و دایکها مورد استفاده قرار گرفته است. (شکل۹-۲)

داده‌های ژئوفیزیک هوایی

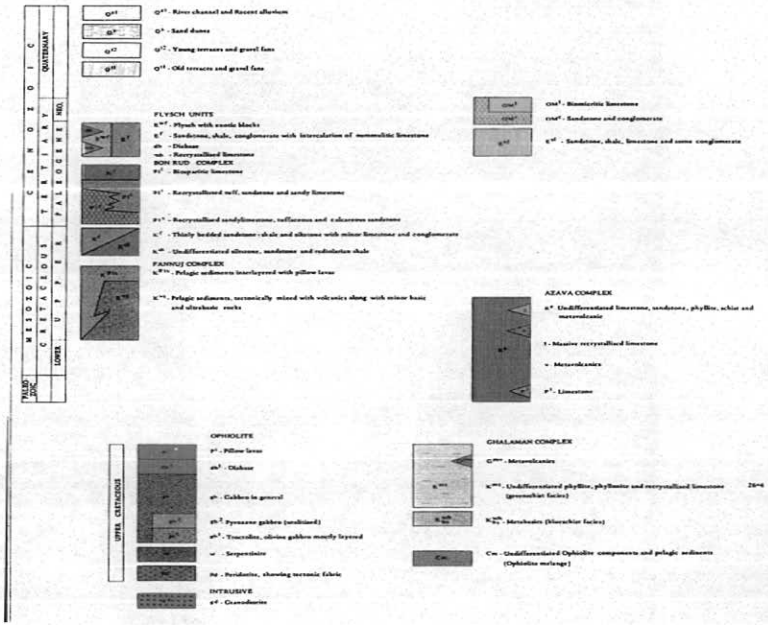
اطلاعات ژئوفیزیک هوایی از جمله لایه‌های اطلاعاتی بسیار با اهمیت در امر تهیه نقشه‌های پتانسیل معدنی می‌باشند. به منظور دستیابی به اطلاعات جامعتر زمین‌شناسی، زمین‌ساخت، همچنین پهنه‌های مناسب برای اکتشافات تفضیلی به ویژه ذخایر معدنی ناآشکار، اطلاعات ژئوفیزیک هوایی به کار گرفته می‌شود. در این پروژه از اطلاعات مغناطیس هوایی ناحیه‌ای با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر (AEROMAGNETIC) استفاده گردیده است. (شکل ۹-۳)

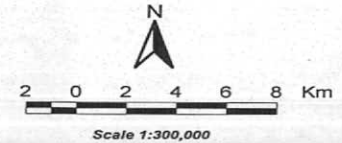
غالباً دو دلیل عمده می‌تواند منشاء ناهنجاری‌های مغناطیسی باشد. یکی وجود کانی‌های نظیر مگنتیت، ایلمنیت، پیروتیت و سایر کانی‌هایی که دارای خواص مغناطیس هستند و دیگری توپوگرافی و ساختارهای تکتونیکی ناحیه می‌باشد.



Fannuj (7943)

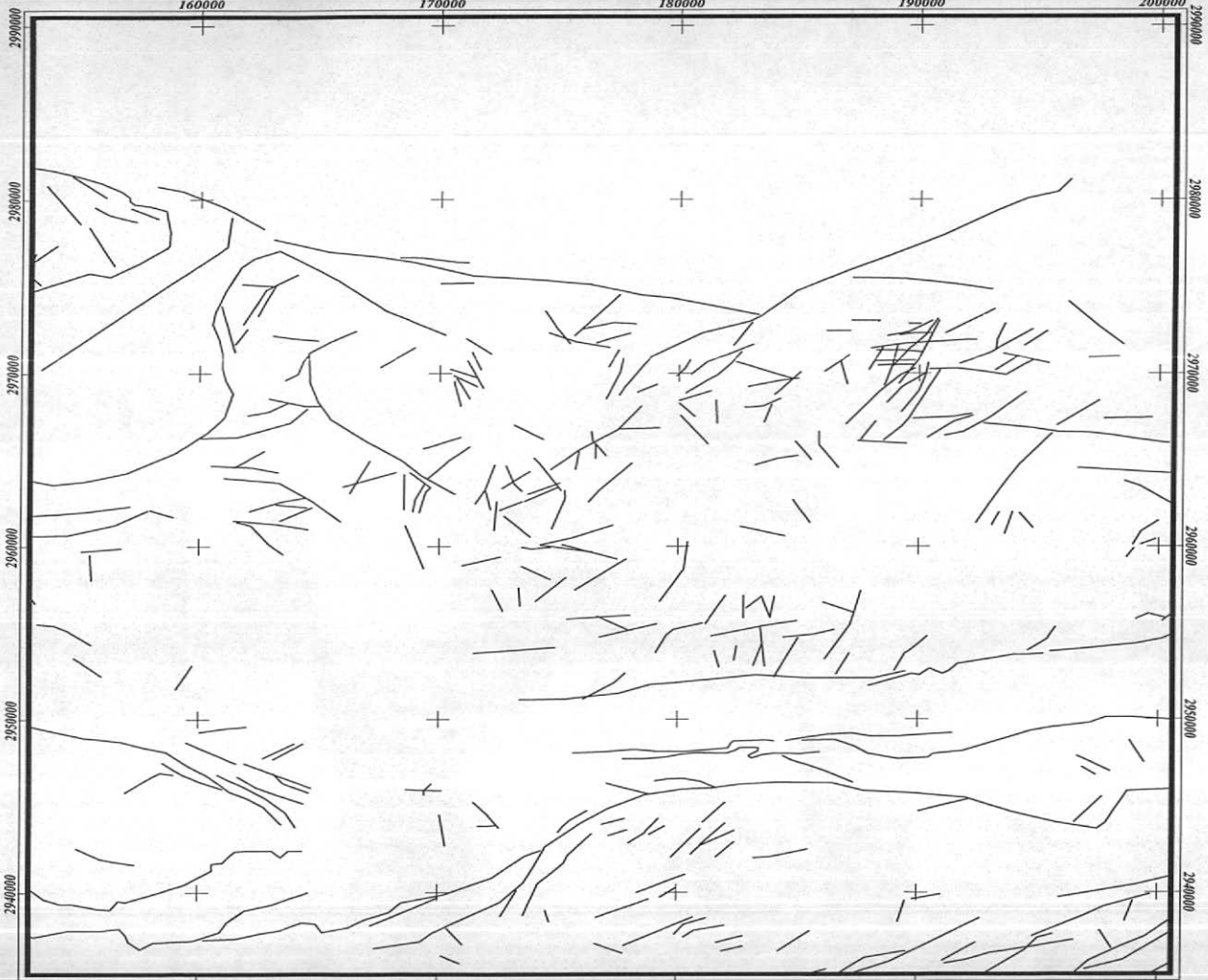
وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان





Scale 1:300,000

شکل (۹-۱): لایهٔ زمین‌شناسی فنوج



وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

Fannuj (7943)

LEGEND

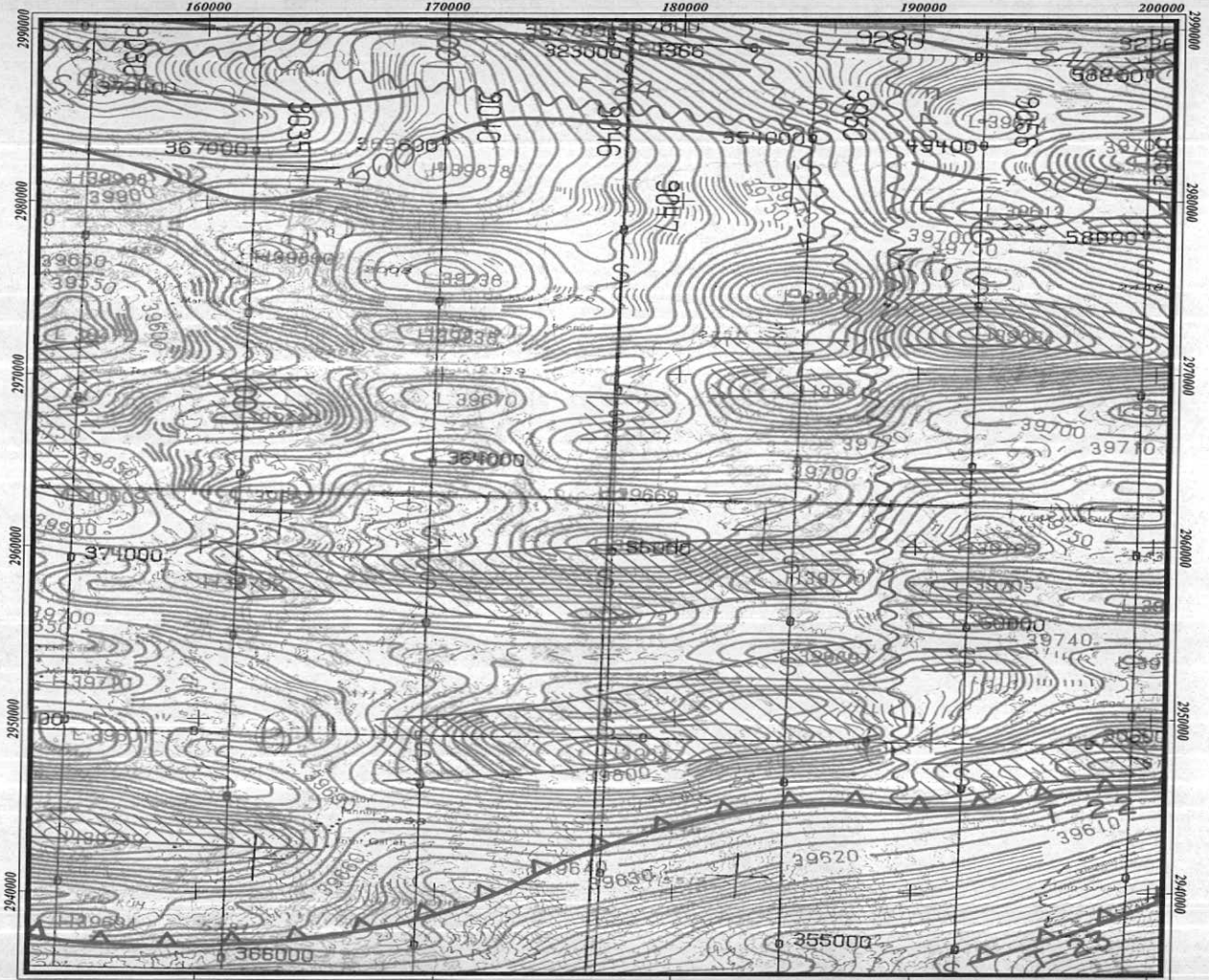
Fault

N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

شکل(۹-۲):لایهٔ گسل‌ها و دایکهای برگهٔ ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج



Fannuj (7943)

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

LEGEND

- 1000 — DEPTH CONTOUR TO MAGNETIC BASEMENT IN METERS RELATIVE TO SEA LEVEL
- 24 24 24? — GRADED DEPTHS IN HUNDREDS OF METERS RELATIVE TO SEA LEVEL
- [75] — SOURCE DEEPER THAN INTERPRETED MAGNETIC BASEMENT
- (12) — SOURCE SHALLOWER THAN INTERPRETED MAGNETIC BASEMENT
- S — SOURCE AT OR NEAR SURFACE
- F-I — MAGNETIC LINEAMENT, POSSIBLE FAULT-SENSE MOVEMENT UNKNOWN
- N-I — MAGNETIC LINEAMENT, POSSIBLE NORMAL FAULT-HACHURED SIDE DOWNTHROWN
- T-I — MAGNETIC LINEAMENT, POSSIBLE THRUST FAULT-TEETH ON UPPER PLATE
- F-I / A-I — MAGNETIC LINEAMENT, POSSIBLE STRIKE-SLIP FAULT-RELATIVE DISPLACEMENT SHOWN
- A-I — ANTICLINE
- S-I — SYNCLINE
- VOLCANICS — APPROXIMATE AREAL EXTENT OF SHALLOW IGNEOUS ROCKS
- SD-I — STRUCTURAL DISTURBANCE
- SALT — APPROXIMATE EXTENT OF AREA OF SALT TECTONICS
- SHALLOW MAGNETIC BODIES
- 39000 — ISOMAGNETIC CONTOUR LINE IN GAMMA
- FLIGHT ALTITUDE BREAK
- 3110 — FLIGHT PATH AND LINE NUMBER

N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

شکل(۹-۳):لایهٔ ژئوفیزیک فنوج

داده‌های ژئوشیمی اکتشافی

بطور تفضیل اطلاعات مربوط به اکتشافات ژئوشیمیایی در فصول قبلی گزارش آورده شده است. در این مبحث از اطلاعات نهایی اکتشافات ژئوشیمیایی استفاده شده است. (شکل۹-۴)

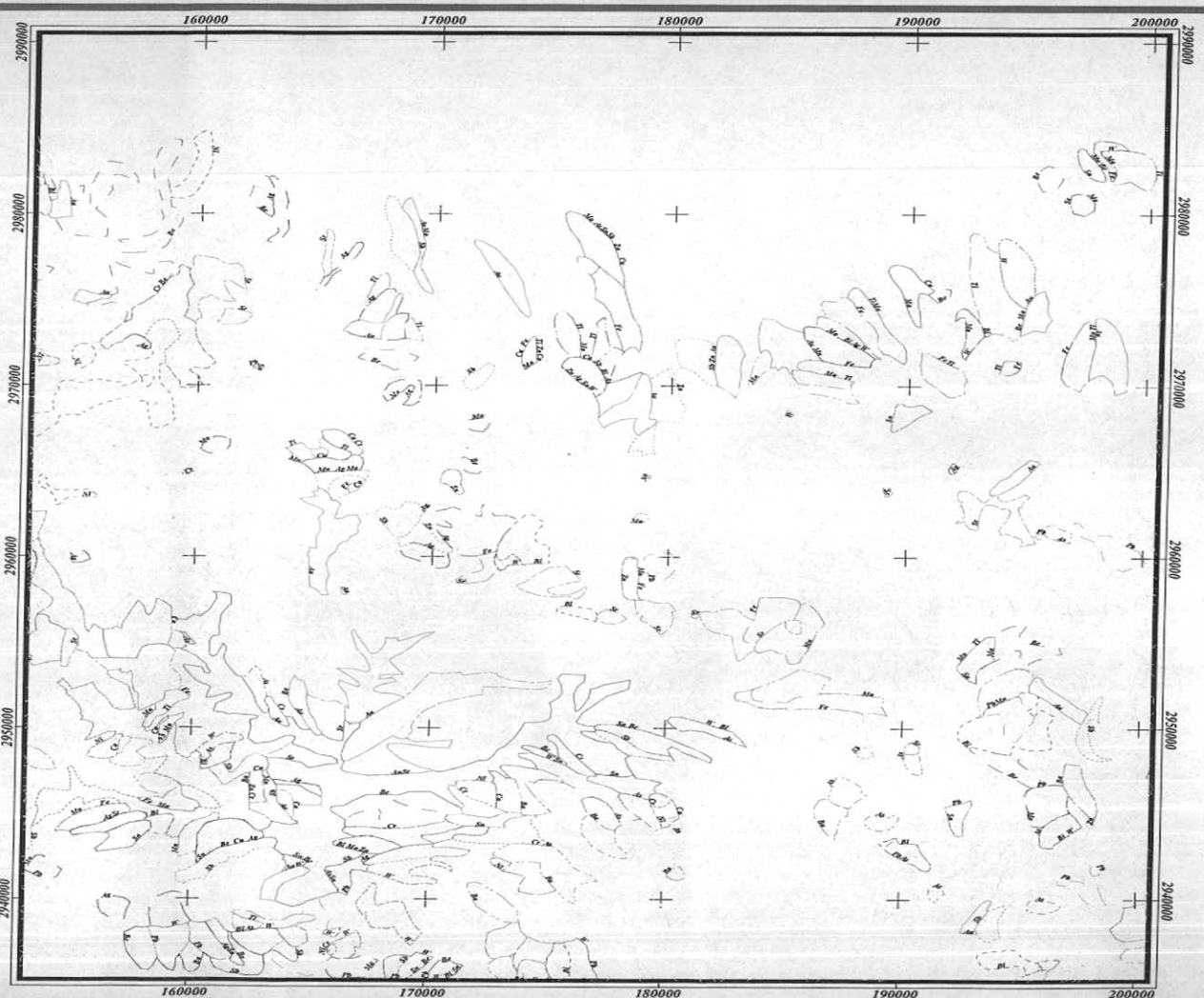
داده‌های دورسنجی

از دیگر داده‌های مورد استفاده در این بررسی داده‌های رقومی ماهواره‌ای هستند که می‌توان به تصاویر پردازش شده باندهای لندست TM اشاره نمود. این داده‌ها در هفت باند طول موجی و با قدرت تفکیک زمینی ۳۰ متر در باندهای ۷،۵،۴،۳،۲،۱ و ۱۲۰ متر در باند ۶ اخذ می‌گردد. با آگاهی از بازتاب طبیعی مواد گوناگون در طول موج‌های مختلف استفاده از روشهای متفاوت پردازش تصاویر باندهای ویژه‌ای مانند باندهای فیلتره و نسبی و ... ساخته شده است که از ترکیب این باندها و باندهای ساده در محیط RGB و HIS تصاویر رنگی مختلفی ایجاد می‌شود که واحدهای لیتولوژی، شکستگی‌ها، زون‌های دگرسانی و ساخت‌های ویژه سنگهای آذرین که در ارتباط با سیستم‌های پورفیری و یا طلای اپی‌ترمال هستند را بهتر نمایش می‌دهند.(شکل ۹-۵)

تجزیه و تحلیل اطلاعات لایه‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز نوبت به تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌رسد. منظور از پردازش داده‌ها نگاهی جهت‌دار به هر دسته از داده‌ها است که به موجب آن بتوان نقش سودمند آن گروه اطلاعات را در مسیر دستیابی به هدف نهایی استخراج نمود. از آنجا که تلفیق نقشه‌های مذکور در نهایت نقشهٔ پتانسیل مواد معدنی حاصل حاصل می‌شود، لذا هرچه این نقشه‌های نشانگر با دقت

بیشتر روشهای مناسب‌تری تهیه گردند نقشهٔ نهایی نیز از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود. محاسبه زون‌های مربوط به هر نقشهٔ نشانگر می‌تواند با تکیه بر داده‌های موجود یا تکیه بر نظر شخص یا اشخاص متخصص و یا ترکیبی از هر دو صورت گیرد که در هر مورد روشهای مختلفی برای وزن‌دادن وجود دارد. وزن‌های لازم برای نسبت دادن به نقشه‌ها و کلاسهای آنها براساس یک پیش مرحلهٔ آنالیز ارتباط محل کانسارهای شناخته‌شده ناحیه با کلاسهای نقشه‌های مختلف انجام می‌گیرد و یا اینکه با استفاده از قضاوت متخصصین مربوط به هر شاخه علوم استفاده شده در نقشه‌های مختلف تصمیم‌گیری می‌شود. در این پروژه از روشهای پیچیده استفاده نگردیده است و به روشهای ساده اکتفا گردیده است و نقشه‌های لایه‌های مختلف با هم تلفیق گردیده و مناطق پرپتانسیل معرفی گردیده‌اند. (شکل۹-۶) در نقشه شمارهٔ ۴ کل ۲۷ منطقهٔ آنومال بر روی نقشهٔ زمین‌شناسی منطبق شده است.



Fannuj (7943)

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

LEGEND

Anomaly Area

- ***Ag***
- ***As***
- ***Au***
- ***Ba***
- ***Be***
- ***Bi***
- ***Co***
- ***Cr***
- ***Cu***
- ***Fe***
- ***Mn***
- ***Mo***
- ***Ni***
- ***Pb***
- ***Sb***
- ***Sn***
- ***Sr***
- ***Ti***
- ***W***
- ***Zn***

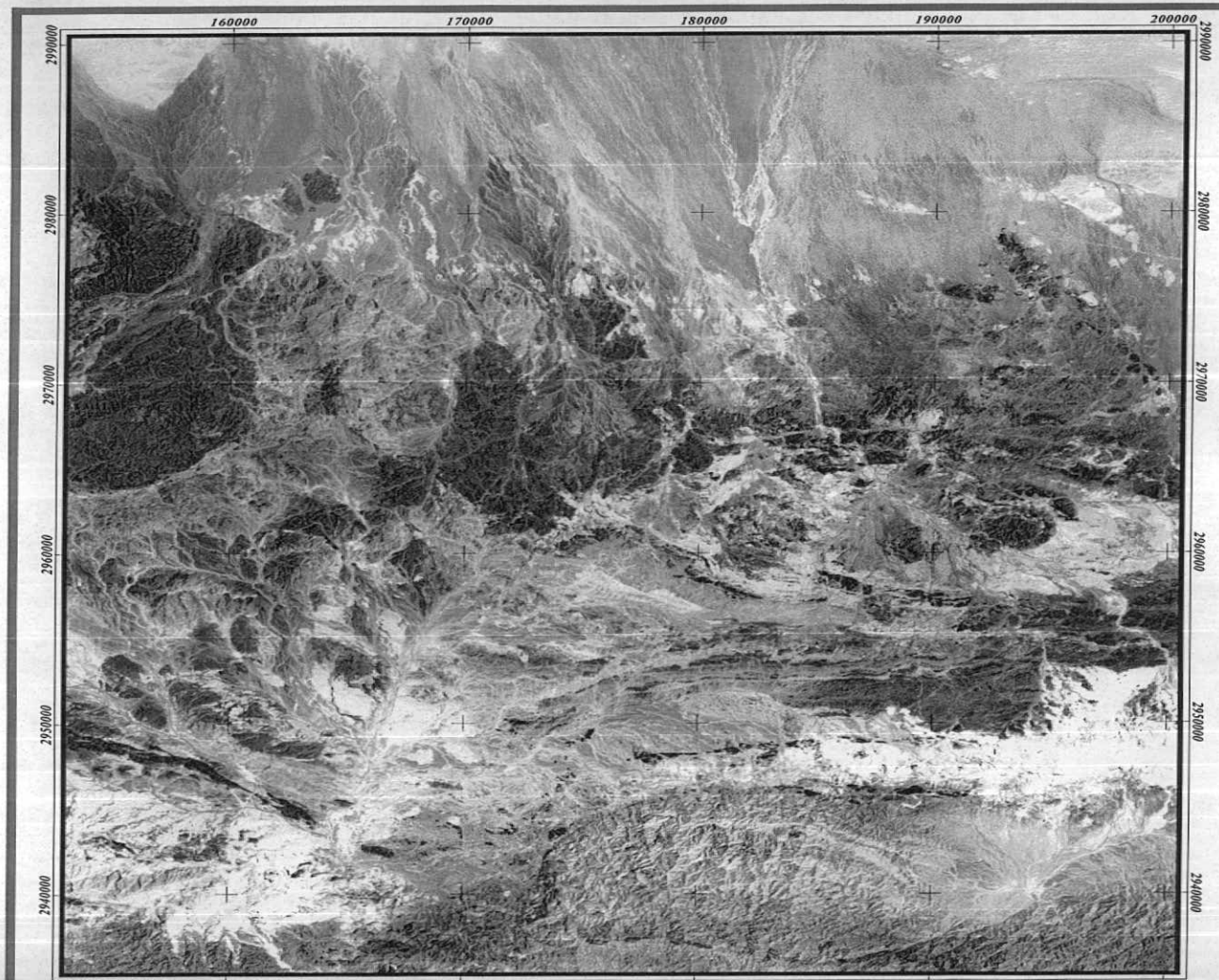
Drainage

N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

شکل(۹-۴):لایهٔ محدودهٔ ژئوشیمی فنوج



Fannuj (7943)

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

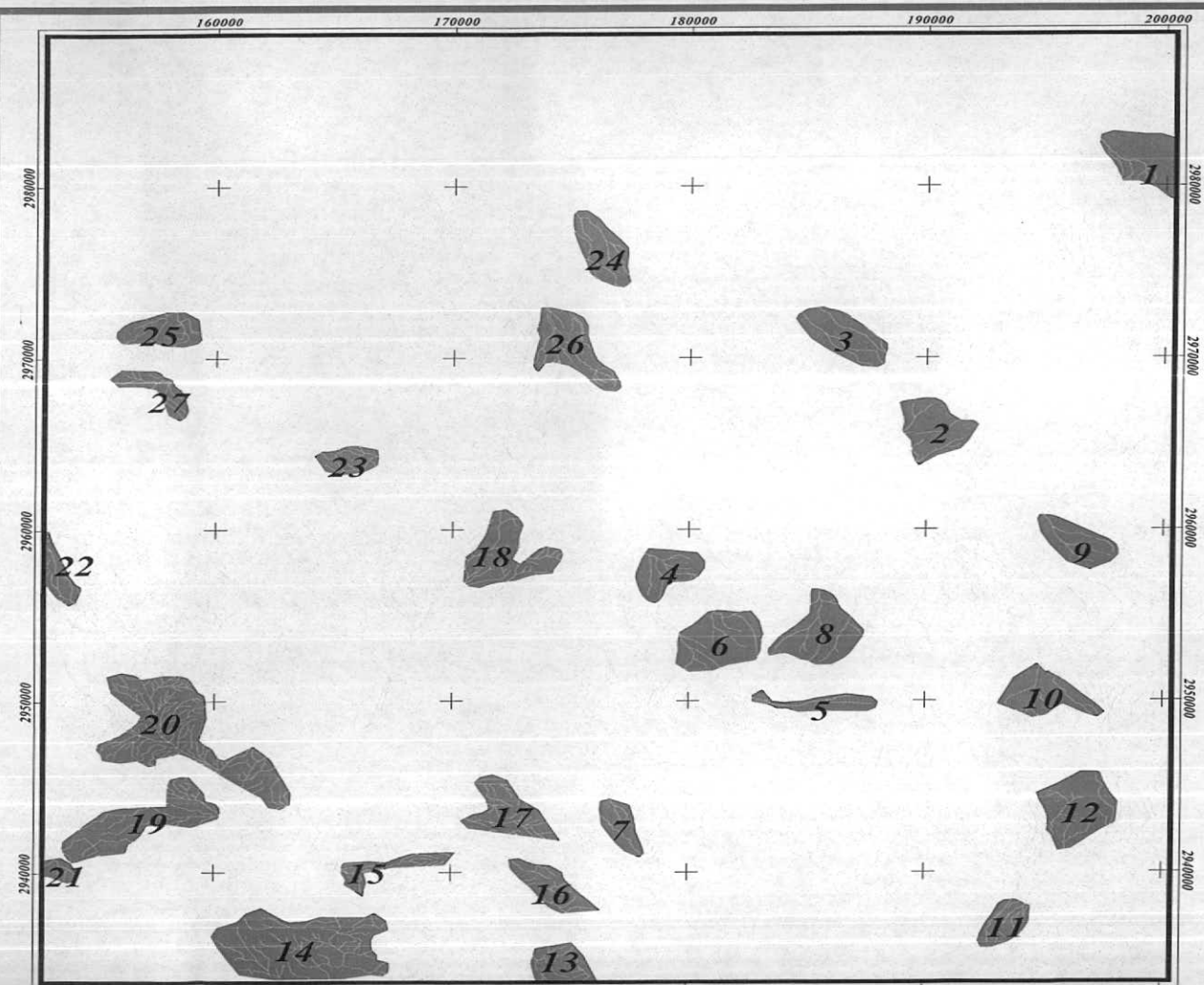
Satellite Image of Fannuj sheet (Land Sat)

N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

شکل(۹-۵): لایهٔ دورسنجی فنوج



Fannuj (7943)

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
طرح اکتشافات سیستان و بلوچستان

LEGEND

Drainage

Anomaly Area

N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

شکل(۹-۶):لایهٔ محدودهٔ آنومالی پر پتانسیل

آنومالی شماره ۱

این آنومالی در شمال‌غرب تل کهگون در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ مسکوتان واقع شده است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل ماسه‌سنگ، کنگلومرا، شیل، آهک و گراول می‌باشد. عناصر Ti، Fe، Mo ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FM-002، FM-003، FM-004،FM-005 و نمونه‌های مینرالیزهٔ FM-003x، FM-005x برداشت شده‌است.در مطالعات کانی سنگین ایلمنیت، گارنت، الیوین، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن و لوکوکسن دیده شده‌است.

آنومالی شماره ۲

این آنومالی در شمال ملک‌آباد و غرب ریق مردآباد در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ مسکوتان واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل سیلتستون، ماسه‌سنگ، گراول و شیل می‌باشد. عناصر Au، Zn، Sn، وفاکتورهای شماره ۲ و ۴ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FM-060 و FM-066 و نمونه مینرالیزه FM-060x برداشت شده‌است.در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، پیریت‌اکسید، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، پیریت، پیرومورفیت و میمتیت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۳

این آنومالی در شرق و شمال‌شرقی مسکوتان در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ مسکوتان واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل دیاباز می‌باشد. عناصر MN، Ti، Fe، W، Bi، Ag و فاکتورهای ۱و۵ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FM-042، FM-046 برداشت شده‌است. در

مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، پیریت اکسید، الیوین، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، آناتاز و میمتیت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ٤

این آنومالی در غرب کپوک در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل ماسه‌سنگ، توف، سیلتستون، شیل، گابرو و دیاباز می‌باشد. عناصر Au، Zn، Fe، Pb، Mo، Ag و فاکتورهای ۴و۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-128، FT-130 و نمونه‌های مینرالیزه FT-128x و FT-130x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن و الیژیست مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۵

این آنومالی در شمال و شمال غرب کوه آزوا در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گراول و گابرو می‌باشد. عناصر Fe، Ti، Mn و فاکتور ۱ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-153 و FT-156 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن، مگنتیت و ویتریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ٦

این آنومالی در غرب و شمال‌غربی بتماسرور در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل آهک، ماسه‌سنگ، توف، دیاباز و گابرو می‌باشد. عناصر Sr، Au، Cu و فاکتور ۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-133 ، FT-140 و FT-134 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، لوکوکسن، میمتیت، سروزوییت و پیرومورفیت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۷

این آنومالی در غرب تاب کوه در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گراول، شیل، ماسه‌سنگ، کنگلومرا و پیرودوتیت می‌باشد. عناصر Ba، Au، As، Ni و Be ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-202 ، FT-203 و نمونه مینرالیزه FT-203x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، بیوتیت، پیریت اکسید، الیژیست، مارتیت، اسپینل، پیرولوسیت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، سینابر، آناتاز و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۸

این آنومالی در شمال غرب بتماسرور در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گراول، شیل، ماسه‌سنگ، آهک، کنگلومرا، سیلتستون، توف، دیاباز و گابرو می‌باشد. عناصر Fe، Mn، Zn، Cu و فاکتور۱ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین

FT-218 FT-219 ،FT-217 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، پیریت اکسید، الیژیست، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن و لوکوکسن مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۹

این آنومالی در غرب کوه مدهان در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گراول، شیل، ماسه‌سنگ، آهک، کنگلومرا و سیلتستون می‌باشد. عناصر Pb، Au ،Sb و فاکتور ۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-266 ، FT-265 و نمونه مینرالیزه FT-266x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، پیریت اکسید، الیژیست، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، ویتریت و آناتاز مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۰

این آنومالی در جنوب غرب گورخلج در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گراول، الترابازیت، ولکانیک، آهک ودیاباز می‌باشد. عناصر Hg، Bi، Pb، Au و فاکتورهای ۵ و ۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-250 ، FT-253 ،FT-255 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیژیست، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن، پیریت و پیرولوزیت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۱

این آنومالی در جنوب تنگ‌سرحه در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گراول، شیل، ماسه‌سنگ، آهک و کنگلومرا می‌باشد. عناصر Sb، Be، Au و

فاکتور ۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-311، FT-312 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت و اسفن مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۲

این آنومالی در شمال تنگه‌سرحه در محدوده رودخانه سرخکان در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ تنگ‌سرحه واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل شیل، ماسه‌سنگ، آهک، کنگلومرا و فیلیش می‌باشد. عناصر Zn، Bi، W، Ba، As، Mo Sb، Pb و فاکتورهای ۲، ۴، ۵ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FT-329 ، FT-330، FT-335 و نمونه مینرالیزه FT-335x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، پیریت اکسید، الیژیست، الیوین، زیرکن، آپاتیت، کالکوپیریت، کرندم و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۳

این آنومالی در شرق رودخانه فنوج در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل فیلیش می‌باشد. عناصر Be،Bi، W، Ba، As، Sn، Pb ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-393 ، FF-395، FF-350 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، پیریت اکسید، الیژیست، اپیدوت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، آناتاز، اسفن، سینابر و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ١٤

این آنومالی در محدوده رودخانه فنوج وجنوب فنوج در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل فیلیش، آهک، ماسه‌سنگ، شیست و گراول می‌باشد. عناصر Sn، Pb، Be، Cr، Bi، Ag، Mo، Cu ، Ti، W، Ba، As ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-355 ، FF-356، FF-480، FF-482، FF-363، FF-3632 و نمونه مینرالیزه FF-355x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیوین، اسپینل، پیرولوزیت، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت،کالکوپیریت، اورپیمنت، ویتریت، اسفن، سینابر و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ١٥

این آنومالی در جنوب و جنوب‌شرقی شهر فنوج در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل فیلیش، آهک، پیرودوتیت، افیولیت، ماسه سنگ، شیست و گراول می‌باشد. عناصر Ag، Sb، W، Be، As، Sn و فاکتورهای ۲و۴ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-371 ، FF-373 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، پیریت اکسید، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اسفن و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ١٦

این آنومالی در شمال‌شرق کوه تاب در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل فیلیش، ماسه‌سنگ، کنگلومرا و آهک می‌باشد. عناصر Ni، Ba، As، Au و فاکتور

۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-399، FF-387، FF-390 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، اپیدوت، سینابر و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۷

این آنومالی در شمال‌شرق فنوج در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل فیلیش، ماسه‌سنگ، کنگلومرا، دیاباز، افیولیت و گابرو می‌باشد. عناصر Ni، Ba، Cu، Co، Cr و فاکتور ۳ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-409، FF-410، FF-413 و نمونه‌های مینرالیزه FF-409x1,x2,x3، FF-410x1,x2 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیژیست، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل و اسفن مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۸

این آنومالی در شمال‌غرب گواش در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و آهک می‌باشد. عناصر Bi، Ag، W، Zn، Fe، Pb و فاکتورهای ۴و۵ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-464، FF-466، FF-459 و نمونه‌های مینرالیزه FF-459x، FF-464x، FF-466x1 و FF-466x2 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین گارنت، پیریت اکسید، الیوین، ایلمنیت، الیژیست، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل،

کالکوپیریت، باریت، آناتاز، سینابر، اورپیمان، پیریت، کلسیت، پیرولوزیت، گوتیت، پیموتیت و ویتریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۱۹

این آنومالی در محدوده رودخانه رامپ و شمال سیدسلطان در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل توف، ماسه‌سنگ، پیرودوتیت، گابرو، دیاباز و افیولیت می‌باشد. عناصر Cu، Mn، Mo، Ag، Cr، Zn، Fe، Sr و فاکتورهای ۴و۱ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-500، FF-506، FF-499، FF-497، FF-492، FF-491 و نمونه‌های مینرالیزه FF-491x، FF-497x ، FF-499x1,x2,x3,x4، FF-500x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین پیریت اکسید، الیوین، ایلمنیت، الیژیست، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، اورپیمان، پیریت، پیرولوزیت، و شئلیت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۰

این آنومالی در شمال غرب فنوج در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل توف، آهک، گابرو، دیاباز و افیولیت می‌باشد. عناصر Mn، Sb، Ba، Ti، Ni، Co، Cu و فاکتور ۳ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-544 ، FF-543، FF-541، FF-540، FF-569، FF-568، FF-538، FF-537، FF-532، FF-530، FF-529 برداشت شده‌است. در

مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیژیست، زیرکن، آپاتیت، روتیل، سینابر و اپیدوت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۱

این آنومالی در جنوب گسکان در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل آهک می‌باشد. عناصر Sb، Mo، Pb و فاکتور ۴ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-512 ، FF-513 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیوین، اپیدوت، اسپینل، آپاتیت، شئلیت و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۲

این آنومالی در شمال میناتور در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گابرو، توف، تراکتولیت و الیوین می‌باشد. عناصر Cr، Ni، Co ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FF-556 ، FF-559 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیوین، الیژیست، زیرکن، باریت، اسپینل، آپاتیت، شئلیت و پیریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۳

این آنومالی در جنوب غرب شوگزبالا در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ جامرغ واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل دیاباز می‌باشد. عناصر Mo، Ti، Ag، Cr، Ni، Co و فاکتورهای ۳و۴ ناهنجاری

نشـان می‌دهـد. نمونـه‌های کانی‌سـنگین FJ-688 ، FJ-686 برداشـــت شده‌اســـت. در مطالعـــات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیوین، زیرکن، باریت، روتیل، آپاتیت و اسفن مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲٤

این آنومالی در محدوده کهنی عیسی در برگـــهٔ ۱:۵۰۰۰۰ جـامرغ واقـع شده‌اسـت. لیتولـوژی رخنمون‌دار شامل شیل، ماسه‌سنگ، آهک، کنگلومرا و دیاباز می‌باشد. عنـاصر Ti، Zn، As، Sn، Se ،Mo و فاکتورهای ۴،۲،۱ ناهنجـاری نشـان می‌دهـد. نمونـه‌های کانی‌سـنگین FJ-734 ، FJ-735 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، الیوین، زیرکـن، بـاریت، روتیـل، لوکوکسـن، آپاتیت و اسفن مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۵

این آنومالی در محدوده منده در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ جامرغ واقع شده‌است. لیتولـوژی رخنمـون‌دار شـامل پـیرودوتیت، سـرپـانتینیت، تراکتولیـت و گـابرو می‌باشـد. عنـاصر Mo، Ti، Zn، As، Sn و فاکتورهای ۴،۲،۱ ناهنجاری نشـان می‌دهـد. نمونـه‌های کانی‌سـنگین FJ-800 ، FJ-801 ،FJ-802 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیـت، پـیریت اکسـید، الیویـن، زیرکـن، شـئلیت، بروکیت، آپاتیت و کیانیت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۶

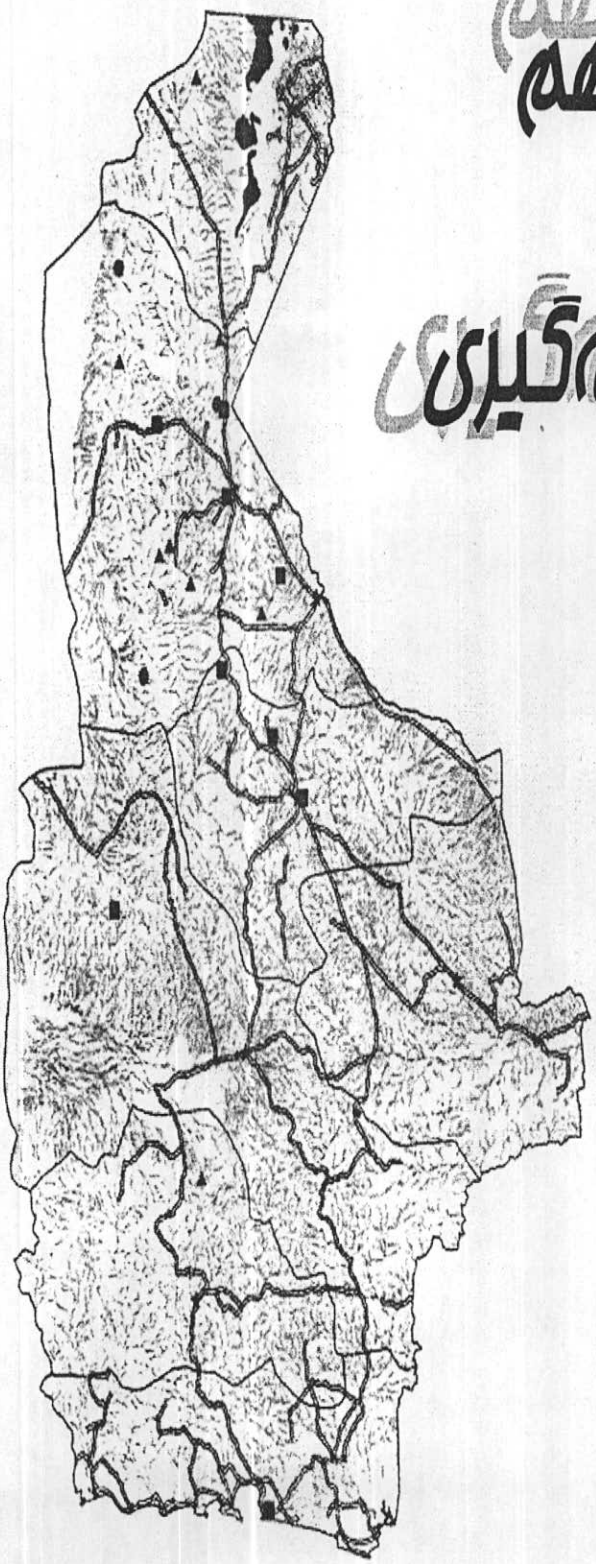
این آنومالی در محدوده جامرغ در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گابرو و دیاباز می‌باشد. عناصر Se، Ag، As، Cu، Mn، Sb، Bi، Ti، W، Co و فاکتورهای ۵،۴،۲ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FJ-740، FJ-743، FJ-737 و نمونه‌های مینرالیزه FJ-737x، FJ-743x برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، الیوین، الیژیست، کرندم و باریت مشاهده شده‌است.

آنومالی شماره ۲۷

این آنومالی در شمال‌شرق کوه تیهان در برگهٔ ۱:۵۰۰۰۰ فنوج واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل پیرودوتیت می‌باشد. عناصر Ni، Au، Sb و فاکتورهای ۳و۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FJ-819، FJ-820، FJ-821 برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، اسپینل، زیرکن، آپاتیت، روتیل، لوکوکسن و باریت مشاهده شده‌است.

فصل دهم

نتیجه‌گیری



نتیجه‌گیری

محدوده مورد مطالعه در قالب نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ فنوج از توابع استان بلوچستان بوده، در ۲۳۰ کیلومتری جنوب باختری ایرانشهر و شمال خاور نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ فنوج واقع است.این منطقه در محدوده جغرافیایی "00, '30, °26 تا "00, '00, °27 عرض شمالی "00 '30 °59 تا "00, '00, °60 طول خاوری قرار داشته، منطقه‌ای را در حدود ۲۸۰۰ کیلومتر مربع واقع در قسمت مرکزی رشته کوه بشاگرد و جنوب گودال جازموریان شامل می‌شود و شامل نقشههای توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مسکوتان، تنگ سرحه، جامرغ و فنوج است.

از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران این محدوده جزء زون جنوب خاوری ایران محسوب شده و در برگیرنده بخشی از رشته کوههای مکران با روند خاوری ـ باختری است که در کنار جنوب خاوری فرورفتگی جازموریان قرار دارد. آب و هوای ناحیه بسیار گرم و کویری است. ماکزیمم دما در طی تابستان ۴۵ درجه سانتیگراد و میانگین مینیمم دما در زمستان حدود ۲۰- ۱۰ درجه می‌باشد.

مرفولوژی منطقه را سلسله ارتفاعات تشکیل می‌دهند که در نیمه جنوبی ورقه متمرکزبوده عموماً روند خاوری ـ باختری دارند میانگین ارتفاعات آن نیز بالغ بر ۱۳۰۰ متر بالاتر از سطح دریاست و بلندترین نقطه آن سفید کوه در جنوب روستای فنوج است که ارتفاعی بالغ بر ۱۷۳۲ متر را دارا می‌باشد.

چینها عموماً از روند عمومی شمال باختری ـ جنـوب خـاوری و خـاوری ـ بـاختری تبعیـت نموده، تماماً در نیمه جنوبی ورقه مورد مطالعه (شمال ـ شمال بـاختری ورقـه تـوپـوگرافـی تنـگ سرحه) قرار دارند.

سیستم گسله‌های اصلی در منطقه نیز شامل گسلهای طولی ـ مزدوج و تراستی (واژگـون) و برگشته می‌باشد که در نیمه شمالی و جنوبی ورقه مورد مطالعه وجود دارنـد و نقـش مـهمی را در بهم‌ریختگی طبقات دارنـد. منطقـه مـورد مطالعـه از دیـدگـاه تکتونیکـی بـه چـهار زون تگـودال جازموریان، زون پوسته‌قاره‌ای، زون افیولیتی، زون فیلیشی، تقسیم شده است.

قدیمیترین واحدهای سنگی برونزد شده در منطقه سن پرمین و اوایـل کرتاسـه دارنـد کـه بـه مقدار زیادی در کمپلکس آزاوا توسعه یافته‌اند. گسترش این واحد ساختاری به سمت باختر منطقـه مورد مطالعه (ارتفاعات دورکان) رسوبات زمان کربونیفر و ژوراسیک را همچنین در بر می‌گیرد.

مطالعات چینه‌شناسی صورت گرفته در منطقه حاکی از آن است که سنی قدیمیتر از پرمین در منطقه برونزد ندارد. عمده‌ترین واحدهای سـنگی شـناخته شـده در گسـتره مـورد بررسـی شـامل کمپلکس آزاوا ، کمپلکس فنوج،کمپلکس قلمـان، کمپلکـس بـنرود، رسـوبات فلیشـی، افیولیتـها، رسوبات آبرفتی می‌باشد.

در منطقهٔ مورد مطالعه از مساحتی نزدیک به ۲۵۰۰ کیلومتر مربع تعداد ۸۵۷ نمونه ژئوشـیمی برداشت گردید که این نمونه‌ها برای ۲۲ عنصر مورد تجزیه شیمیایی قرارگرفتند که عنصـر Au بـه روش جذب اتمی و سایر عناصر به روش ICP MASS اندازه‌گیری شده‌اند. اندازه‌گیری شـدند. کـه پس از پردازش داده‌های ۲۷ منطقه آنومالی در این محدوده مشخص گردید. (شکل ۹-۶ فصل نـهم گزارش) پس از کنترل این محدوده‌ها، برداشت نمونه‌های کانی‌سـنگین و مینرالـیزه و تلفیـق لایـه

اطلاعات موجود مناطقی که بیشترین همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی موجود را دارا بود معرفی گردید. با توجه به مطالب فوق ۱ منطقه جهت ادامه مطالعات اکتشافی نیمه تفصیلی به شرح زیر معرفی گردید. شکل (۱۰-۱)

محدوده غرب کپوک و شمال ملک‌آباد

این آنومالی در شمال ملک‌آباد و غرب ریق مردآباد و غرب کپوک در برگهٔ‌های ۱:۵۰۰۰۰ مسکوتان و تنگ‌سرحه و مساحت ۱۴۱ کیلومتر مربع و مختصات (853, 42, 26 634, 47, 59) :A (853, 42, 26 634, 47, 59):D(369, 43, 26 844 , 28, 59):C(396, 48, 26 143, 48, 59):B واقع شده‌است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل سیلتستون، گابرو، دیاباز، ماسه‌سنگ، گراول و شیل می‌باشد. عناصر Au، Zn، Sn، Mo، Pb، Fe، Zn، Ag وفاکتورهای شماره ۲، ۴،۶ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین FM-060، FT-128، FM-112، FM-116، FT-130، FM-066 و نمونه‌های مینرالیزه FM-060x، FT-128x، FT-130x، FM-112X1,X2,X3,X4,X5، FM-116X برداشت شده‌است. در مطالعات کانی‌سنگین ایلمنیت، گارنت، پیریت‌اکسید، الیوین، زیرکن، آپاتیت، روتیل، باریت، پیریت، پیرومورفیت و میمتیت مشاهده شده‌است. در این محدوده کانی‌زایی پیریت و مالاکیت در رگه و رگچه‌های سیلیسی به همراه آلتراسیون‌های لیمونیتی و سیلیسی دیده شده است.

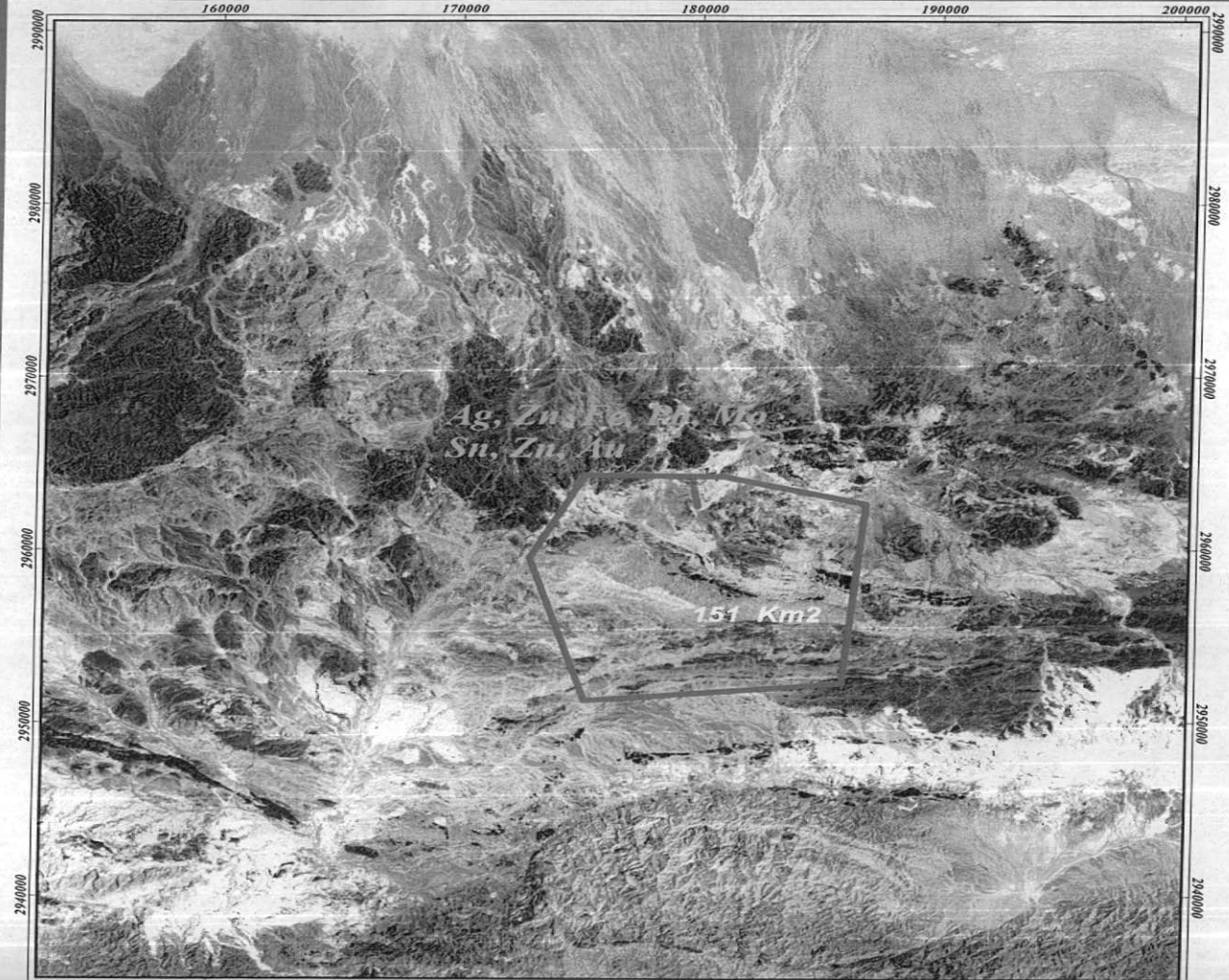
نتایج مطالعه کانی سنگین منطقه فنوج

FIELD NO.	FT-130	FT-128	FM-112	FM-066	FM-116
Total Volume cc A	6000	5500	6000	6000	5000
Panned Volume cc B	10	65	5	8	1.2
Study Volume cc C	10	65	5	8	1.2
Heavy Volume cc Y	8.6	56	4.2	5.6	1
Magnetite	1544.33	15031.42	688.94	696.19	167.83
Hematite	180.94	856.90	99.41	162.01	46.29
Ilmenite	80.84	0.00	29.61	96.51	10.34
Chromite	0	0	0.01	0	0.00
Garnet	0	0	0.01	215.6	8.8
Pyroxene	154.80	733.09	170.10	61.6	39.6
Amphibole	25.80	366.55	18.90	0.00	19.80
Biotite	0	0	0	5.133	0.00
Pyrite oxide	0.00	0	0.01	0	0
Olivin	0	0.00	0	33.88	7.26
Oligiste	89.44	1270.6909	98.28	53.38666667	11.44
Martite	0	0	0	0	0
Spinel	0	0	0	0	0.77
Epidote	0	0	0	0	0
Pyrolusite	0.00	0	0	0	0
Limonite	0.00	0	0	0	0.00
Zircon	0.65	4.58	0.32	0.42	0.01
Apatite	0.01	3.05	0.01	0.28	0.01
Rutile	0.57	4.07	0.28	0.37	0.01
Barite	0.645	4.58	0.32	0.42	0.01
Sphene	0.5016667	3.56	0.25	0.33	0.01
Anatase	0	0	0.01	0	0
Celestite	0	0	0	0	0
Leucoxene	0	0.01	0.01	0.01	0.01
Sphalerite	0	0	0	0	0
Galena	0	0	0	0	0
Cerussite	0	0	0	0	0
Flourite	0	0	0	0	0
Chalcopyrite	0	0	0	0	0
Malachite	0	0	0	0	0
Cinnabar	0	0	0	0	0
Scheelite	0	0	0	0	0
Gold	0	0	0	0	0
Orpiment	0	0	0	0	0
Corundum	0	0	0	0	0
Pyrite	0	0	0	0.01	0
Pyromorphite	0	0	0	0.01	0
Mimetite	0	0	0	0.01	0
Calcite	0.3884333	0	0	0.25	0.01
Altered minerals	353.03	580.36	77.70	168.28	36.00
Light minerals	0.00	2.04	0.14	0.19	0.01

نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه برگه فنوج

SAMPLE	FM-116X	FT.130.X	FM-112X3	FM-112X4	FM-112X5	FM-112X1	FF-112X2	FT.128.X
Au	<	47	12	8	7	3	3	2
Cr	129	31	222	28	45	27	32	53
Cu	75.2	165	3360	1960	3150	1530	3340	81.3
Mn	1580	1320	180	57	82	62	56	1240
Ni	71	47	12	11	10	5	6	18
Pb	2.2	21.7	2530	168	2910	703	368	3.3
Sr	474	2800	32.5	13.2	45.4	44.5	16.4	690
Zn	69.3	152	2910	330	2750	82.7	509	58.2
Ba	224	646	45.7	33.9	44.9	78.6	33.8	235
Be	0.6	0.9	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4
Ti	9830	4520	1390	619	2810	1660	1330	3970
Fe	77700	62300	20200	14300	32600	34100	45400	51500
Hg	<	<	0.1	<	0.09	<	<	<
Ag	0.05	0.17	6.34	1.77	1.87	4.16	5	0.04
As	0.5	76.1	27.8	22.6	37.9	18.1	13.8	1
Bi	<	0.1	2.7	0.4	2.6	2.7	3.6	<
Co	37.1	20.6	1.5	1.7	3.7	1.8	3.4	19.4
Mo	1.1	20	5.5	2.4	5.7	20.6	18	0.4
Sb	0.2	1.2	1.7	1.2	1.6	1	0.9	0.1
Sn	0.7	1.1	0.6	0.6	2.4	0.7	0.5	0.7
W	0.6	1.2	0.3	0.3	0.5	0.3	<	0.5

Fannuj (7943)



Satellite Image of Fannuj Sheet (Land Sat)

N

2 0 2 4 6 8 Km

Scale 1:300,000

شکل(۱۰-۱): مناطق معرفی شده برای اکتشافات نیمه تفضیلی

فهرست منابع

۱. مالکی،ابراهیم. برزگر، فرخ. پهنه بندی خطر نسبی زمینلرزه در ایران، از مجموعه مطالعات طرح کالبدی ملی ایران، مرکز تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، ۱۳۷۶

۲. میرزایی، نوربخش. منگتان گائویان ـ تای، چن. طرح منابع دارای پتانسیل لرزه‌ای برای زونهای زلزله‌ای در ایران، دانشگاه تهران و انجمن ژئوفیزیک و زلزله شناسی چین، ۱۳۷۷

۳. ژان ـ تریکار، صدیقی، مهدی. پورکرمانی، محسن، اشکال ناهمواری در نواحی خشک، معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی ، ۱۳۶۹

۴. بدیعی، ربیع. جغرافیای مفصل ایران، ۱۳۸۰

۵. گروه پژوهشی جغرافیا ،اطلس ملی ایران "محیط زیست" سازمان نقشه برداری کشور،۱۳۸۰

۶. موسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی (واحد پژوهش زیر نظر بختیاری، سعید)، اطلس راههای ایران ،۱۳۸۰

۷. جعفری، عباس،کوهها و کوهنامه ایران، سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۱۳۶۸

۸. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (معاونت سنجش از دور و جغرافیا)، فرهنگ جغرافیای کوههای کشور ،(ج ۳ :۱۳۷۹)

۹. اداره جغرافیای ارتش ،فرهنگ جغرافیایی آبادیهای کشور جمهوری اسلامی ایران (شوره‌گز-زاهدان) ،ج ۱۰۷-۱۰۸ :۱۳۶۴

۱۰. حسنی‌پاک، علی‌اصغر. شرف‌الدین، محمد، تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۰.

۱۱. حسنی‌پاک، علی‌اصغر. اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.

۱۲. حسنی‌پاک، علی‌اصغر، نمونه‌برداری معدنی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱.

۱۳. حسنی‌پاک، علی‌اصغر. اکتشافات ذخایر طلا، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.

۱۴. حسنی‌پاک، علی‌اصغر. ژئوشیمی اکتشافی (محیط سنگی)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.

۱۵. حسنی‌پاک، علی‌اصغر. زمین‌آمار (ژئواستاتیستیک)، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

۱۶. حسن زاده، حمید. فروانش در زون مکران، دانشکده علوم پایه دامغان، سمینار دانشجویی،۱۳۷۶.

۱۷. فرجی، عبدالرضا. جغرافیای کامل ایران، گروه جغرافیای دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تالیف،۱۳۶۶.

۱۸. پاپلی یزدی، محمد حسین. فرهنگ آبادیها و مکانهای مذهبی کشور، گروه جغرافیای بنیاد پژوهشهای اسلامی آستان قدس رضوی،۱۳۶۷.

۱۹. مدیریت خدمات ماشینی و کاربرد کامپیوتر در هواشناسی، سالنامه آماری هواشناسی، سازمان هواشناسی کشور،۱۳۷۷ -۱۳۷۶ .

۲۰. گروه پژوهشی جغرافیا، اطلس ملی ایران "محیط زیست" سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۸۰.

۲۱. پرورش، عباس. فهرست معادن در حال بهره برداری کشور، معاونت معدنی و فرآوری مواد وزارت معادن و فلزات، ۱۳۷۲

۲۲. نقشه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ فنوج و ۱/۵۰۰۰۰ مسکوتان، تنگ‌سرحه، فنوج، جامرغ

۲۳. جمشید، افتخارنژاد، زمین شناسی ایران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۷۷.

۲۴. هزاره، محمدرضا، اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ورق ۱:۵۰۰۰۰ اسالم، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۰.

۲۵. رضایی شیرزاد، مهرداد، گورآب، جیری، استان سیستان و بلوچستان، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۱.

۲۶. رضایی، پروانه. زمین شناسی مکران، پژوهشکده علوم زمین، سمینار دانشجویی، ۱۳۷۷.

27. Delineation of potential seismic sources for seismic zonig of iran

28. Noorbakhsh mirzaei ,Mengtan Gao &yun-taichen 1998

29. Thompson, M. and howarth, R.J, Duplicat analysis in geochemical practice, part 1: Theoretical approach and estimation of analytical reproducibilitiy, Analyst, v-101, pp.690-698