

وزارت معادن و فلزات
اداره کل معادن و فلزات استان اردبیل

گزارش اکتشافات تفصیلی در محدوده پلی متال مشکین شهر

مجری : مهندس بهروز اسودی
مشاور : مهندسان مشاور معدنکاو

1378

مجری پروژه: بهروز اسودی	وزارت معادن و فلزات طرح اکتشاف سراسری ذخائر معدنی
گزارش اکتشافات تفصیلی پلی متال مشگین شهر	
شماره گزارش: 112ZA	مرحله: نهائی
کنترل: مهربان اردشیریان شریف آبادی	همکاران طرح به ترتیب حروف الفبا: ۱- جمشید الفتخاری ۲- آرش امینی نکو ۳- کیامرت شیرخانی ۴- محمدرضا عیوض خانی
مدیر پروژه: احمد زینالی	
پردازش داده‌های ژئوشیمیایی: وحید حسینی	
تایپ: خاتمه خرمپور، البرزی	
شماره فنی:	
تاریخ: ۱۳۷۸	

فهرست مطالب

تشکر و قدردانی

فصل اول- کلیات

- 1-1) موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه
- 2-1) راه های دسترسی به محدوده مطالعاتی
- 3-1) آب و هوای محدوده مطالعاتی
- 4-1) وضعیت اجتماعی محدوده مطالعاتی
- 5-1) ژئومورفولوژی محدوده مطالعاتی
- 6-1) شبکه آبراهه ای محدوده مورد مطالعه
- 7-1) پوشش گیاهی محدوده مطالعاتی
- 8-1) پیشینه مطالعاتی
- 9-1) هدف از مطالعه
- 10-1) روش مطالعه

فصل دوم- زمین شناسی عمومی منطقه

- 1-2) مقدمه
- 2-2) موقعیت منطقه در تقسیم بندی مناطق ساختاری ایران
- 3-2) تاریخچه زمین شناسی منطقه
- 4-2) بررسی ماگماتیک ترسیر در سبلان و وضعیت منطقه مطالعاتی نسبت به آن
- 5-2) بررسی ژئوشیمیایی سنگهای آتشفشانی ائوسن سبلان

فصل سوم- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه

- 1-3) مقدمه
- 2-3) جایگاه منطقه از نظر تقسیمات زمین شناختی و ساختمانی ایران
- 3-3) حرکات کوهزایی و مراحل تکاملی منطقه
- 4-3) تکتونیک منطقه مورد مطالعه
- 5-3) زمین شناسی ساختمانی محدوده مطالعاتی
- 6-3) ساز و کار نیروها و تنش های تکتونیکی در منطقه
- 7-3) ارتباط تکتونیک با کانه سازی و آلتراسیون

فصل چهارم- پتروگرافی و رده بندی شیمیایی سنگ های آذرین منطقه

- 1-4) مقدمه
- 2-4) رده بندی نورماتیو و شیمیایی
- 1-2-4) رده بندی نورماتیو
- 2-2-4) رده بندی شیمیایی
- 1-2-2-4) تقسیم بندی دلاروش و همکاران (De La Roche et al, 1980)
- 2-2-2-4) رده بندی TAS (1989)
- 3-4) پتروگرافی و رده بندی سنگهای آذرین منطقه مطالعاتی
- 1-3-4) ولکانیک های ائوسن بالایی
- 2-3-4) توده های نیمه عمیق ائو- اولیگوسن
- 1-2-3-4) توده های نیمه عمیق مونزودیوریت- دیوریت
- 2-2-3-4) توده های نیمه عمیق میکرو کوارتز مونزونیت پورفیری

فصل پنجم- خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین شناختی منطقه

- 1-5) مقدمه
- 2-5) سری ماگمایی
- 1-2-5) نمودار مجموع قلیلی ها در برابر سیلیس (ایروین و باراکار، 1971)
- 2-2-5) نمودار TAS (میدل پوست، 1991)
- 3-2-5) نتایج ارائه شده در گزارش زمین شناسی منطقه لاهرود
- 4-2-5) تعیین نوع سری ماگمایی آکالن منطقه مطالعاتی
- 3-5) خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختی منطقه

فصل ششم- بررسی کانیهای فلزی و پاراژنز آنها در سنگهای منطقه

- 1-6) مقدمه
- 2-6) بررسی کانیهای فلزی سنگهای محدوده مطالعاتی
- 1-2-6) تراکی آندزیت های جنوب محدوده
- 2-2-6) زون سیلیسی
- 3-2-6) میکرودیوریت های شمال محدوده
- 3-6) توالی (پاراژنز) کانه ها

فصل هفتم- بررسی آلتراسیون در منطقه مطالعاتی

- 1-7) مقدمه
- 2-7) قلمرو ژئوشیمیایی مجموعه های دگرسانی و غیر دگرسان شده
- 3-7) فازهای آلتراسیون در محدوده مطالعاتی
- 1-3-7) آلتراسیون سرسیتی
- 2-3-7) آلتراسیون آرژیلیک
- 3-3-7) آلتراسیون آلونیتی
- 4-3-7) آلتراسیون سیلیسی
- 4-7) رخساره های دگرسانی منطقه مورد مطالعه
- 1-4-7) رخساره سرسیتی- سیلیسی
- 2-4-7) رخساره آرژیلیتی- سرسیتی
- 3-4-7) رخساره آرژیلیتی- سیلیسی
- 4-4-7) رخساره کائولینیتی- آلونیتی
- 5-4-7) رخساره سیلیسی
- 5-7) رده بندی واحدهای دگرسانی با استفاده از معیارهای شیمیایی

فصل هشتم – پیشینه مطالعات ژئوشیمیایی

- 1-8) مقدمه
- 2-8) پیشینه مطالعات اکتشافی ژئوشیمیایی
- 3-8) مختصری در مورد کانسارهای طلا
- 4-8) مختصری در مورد کانسارهای طلای اپی ترمال
- 1-4-8) ژئوشیمیایی طلا در نهشته های هیدروترمال
- 1-1-4-8) ماهیت و منشأ محلول ها

- 2-1-4-8 محیط منشا
- 3-1-4-8 مکانیزم های حمل و تمرکز طلا
- 2-4-8 آلتراسیونهای وابسته
- 3-4-8 مشخصات کانسارهای طلای اپی ترمال
- 1-3-4-8 کانسارهای طلای اپی ترمال نوع اسید سولفات

فصل نهم- مطالعات ژئوشیمیایی تفصیلی

- 1-9 طراحی شبکه نمونه برداری
- 2-9 عملیات نمونه برداری
- 1-2-9 سیستم نمونه برداری
- 2-2-9 نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی
- 3-2-9 وزن نمونه ها
- 3-9 آماده سازی نمونه ها
- 4-9 آنالیز شیمیایی نمونه ها
- 1-4-9 بررسی دقت آنالیزهای شیمیایی
- 5-9 پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها
- 1-5-9 بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده های ژئوشیمیایی
- 2-5-9 جدایش جوامع ژئوشیمیایی همگن
- 3-5-9 بررسی و تجزیه و تحلیل آماری جامعه همگن لیتولوژیکی
- 6-9 تعیین ضرایب همبستگی و نحوه ارتباط عناصر
- 7-9 تخمین های ژئواستاتستیکی بر روی داده های ژئوشیمیایی
- 8-9 بررسی نحوه انتشار عناصر مورد بررسی
- 1-8-9 آرسنیک
- 2-8-9 آنتیموان
- 3-8-9 بیسموت
- 4-8-9 مس
- 5-8-9 سرب
- 6-8-9 روی
- 7-8-9 نقره
- 8-8-9 تنگستن
- 9-8-9 مولیبدن
- 10-8-9 طلا
- 9-9 بررسی رابطه بین غنی شدگی عناصر و دگرسانی
- 10-9 تعیین مقادیر زمینه و حد آستانه ای بررسی آنومالیهای ژئوشیمیایی
- 1-10-9 آرسنیک
- 2-10-9 آنتیموان
- 3-10-9 بیسموت
- 4-10-9 مس
- 5-10-9 سرب
- 6-10-9 روی
- 7-10-9 نقره

9-10-8) تنگستن

9-10-9) مولیبدن

9-10-10) طلا

11-9) کاربرد تجزیه و تحلیل فاکتوری جهت کاهش متغیرها (Date Reduction)

9-12) ارزیابی موقعیت سطح فرسایش آنومالی نسبت به سطح کانی سازی احتمالی

فصل دهم- بررسی نتایج حاصل از حفاریات معدنی

10-1) مقدمه

10-2) بررسی نحوه تغییرات عناصر در حفاریات معدنی

فصل یازدهم- نتیجه گیری و پیشنهادات

منابع و مآخذ

ضمانم

پیوستها

- نقشه توپوگرافی به مقیاس 1:1000 (دوبرگ)
- نقشه زمین شناسی به مقیاس 1:1000 (دوبرگ)
- نقشه های آنومالی عناصر آرسنیک، آنتیموان، بیسموت، مس، سرب، روی، نقره، تنگستن، مولیبدن و طلا (مقیاس 1:1000)

تشکر و قدردانی

در این جا لازم می دانیم که مراتب سپاسگزاری خویش را از یکایک سروران گرامی به جهت همکاری و مساعدت در به انجام رساندن این پروژه اعلام و از صمیم قلب سرافرازی و سربلندی ایشان را از ایزد متعال مسئلت می نمایم.

در این رهگذر وظیفه خود می دانیم به سبب مدیریت دقیق و برنامه ریزی مسائل اکتشافی و تدوین راهکارهایی که منجر به هدف دار شدن امر اکتشافات می گردد، از جناب آقای مهندس واعظی پور مجری محترم طرح اکتشاف سراسری کشور و جناب آقای مهندس اسودی مجری محترم پروژه اکتشاف تفضیلی پلی متال مشکین شهر، کمال تشکر را به عمل آوریم.

همچنین از جناب آقای مهندس برنا قائم مقام محترم مجری طرح و جناب آقای مهندس رضوانی ریاست محترم وقت بخش اکتشاف آن اداره به خاطر ارائه راهنمایی های سودمند و کمک های بی دریغ، در تمامی مراحل انجام پروژه نهایت سپاسگزاری را داریم.

از آقایان مهندسین آقازاده و جعفری زمان، کارشناسان محترم آن اداره که همواره در جهت پیشبرد اهداف پروژه نهایت همکاری را نموده اند، کمال تشکر را داریم.

از پروردگار منان برای این عزیزان و تمامی کسانی که در راه شکوفایی بخش معدن این کشور و استقلال اقتصادی آن تلاش می کنند، سعادت و بهروزی آرزومندیم.

فصل اول

کلیات

1-1) موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در 25 کیلومتری شمال غرب شهرستان مشکین شهر از استان اردبیل واقع شده است. این ناحیه بین طولهای جغرافیایی شرقی " 47°، 33'، 40" تا " 47°، 33'، 77" عرضهای جغرافیایی شمالی " 38°، 33'، 10" تا " 38°، 33'، 56" محدود می گردد. مساحت ناحیه مطالعاتی بیش از یک کیلومتر مربع بوده و بخشی از ورقه زمین شناسی 1: 100,000 لاهرود (جنوب غرب چهارگوش) را تشکیل می دهد .

این محدوده در یک ناحیه کوهستانی ، در شمال شرق روستای دوست بیگلونیز در فاصله حدود دو کیلومتری شرق – شمال شرق دهکده قشلاق ز اخور قرار گرفته است .

2-1) راه های دسترسی به محدوده مطالعاتی

جاده خاکی منتهی به روستای دوست بیگلوبه طول 11 کیلومتر بوده و از کیلومتر 16 جاده آسفالت مشکین شهر - کوجنق به سمت شمال غرب منشعب می گردد. مسیر فوق از روستاهای پری خان ، قورته ، باغلو و صاحب دیوان می گذرد .

روستای قشلاق ز اخور و محدوده مطالعاتی در شمال شرق قریه دوست بیگلوسمت شمال رودخانه قره سو قرار گرفته اند . جهت دسترسی به ناحیه مورد مطالعه بایستی از رودخانه فوق عبور نمود. در بیش از نیمی از ایام سال به خصوص در فصول پرباران عبور از رودخانه قره سو با خودرو امکان پذیر نمی باشد. یک پل پیاده روموقت و نامطمئن در سمت غرب و در کنار باغات شمال غرب روستای دوست بیگلو وجود دارد که می توان در مواقع ضروری از آن استفاده نمود. در فصل پاییز و زمستان اکیپ عملیاتی با استفاده از تراکتور و چهارپایان خود رابه آن سوی رودخانه می رسانند ولی در اواخر بهار و در فصل تابستان با عنایت به خشک سالی 78 عبور از گذارهای رودخانه با خودروی مناسب امکان پذیر بود .

روستای قشلاق ز اخور در کرانه آن سوی رودخانه قره سو قرار گرفته است. از این نقطه به بعد دیگر هیچ گونه جاده ای ساخته نشده ای به سمت محدوده مطالعاتی وجود ندارد. در واقع کل سختی اراضی آن سوی رودخانه قره سو فاقد جاده های ارتباطی هستند و فقط محدود کوره راه هایی که به سختی با خودروهای کمک دار و شناسی بلند قابل تردد هستند، مشاهده می شوند .

از روستای قشلاق ز اخور آبراهه ای به سمت شرق می رود که با طی کردن حدود دو کیلومتر در طول این آبراهه به ابتدای محدوده مطالعاتی می رسیم .

گروه کارشناسی عمدتاً این مسیر را جهت رسیدن به محدوده عملیاتی پیاده طی می کردند. حمل لوازم و وسایل مورد نیاز برای عملیات صحرایی با استفاده از چهارپایان صورت می

پذیرفت. محدوده مطالعاتی بسیار ناهموار و دارای پستی و بلندی های شدید است به همین لحاظ پیمایش های صحرایی با دشواری فراوان همراه است.

1-3 (آب و هوای محدوده مطالعاتی

ناحیه مورد مطالعه رامی توان جزء کوه های البرز غربی و شمال آذربایجان قلمداد نمود. به لحاظ کوهستانی بودن دارای آب و هوای سردسیری است به گونه ای که مشگین شهر غالباً در زمرة سردترین شهر های کشور قرار می گیرد.

ببررسی تحلیلی آمار آب و هوایی ایستگاه های هواشناسی ، این بخش از آذربایجان و استان اردبیل به این نتیجه می رسیم که با وجود آنکه کلاً " منطقه سردسیر است ولی فاکتور ارتفاع مهمترین شاخص میزان برودت نسبی می باشد و عامل عرض جغرافیایی دارای اهمیت کمتری است . به عبارت دیگر ایستگاه های مشگین شهر و تازه کند به علت ارتفاع بیشتر دارای آب و هوای سردتر هستند . ایستگاه اهر دارای برودتی کمتر از دو ایستگاه قبلی است و در ایستگاه مشیران که پست ترین ایستگاه است (653 متر) برودت میانگین به کمترین میزان در منطقه می رسد . به زبان دیگر هر چه که از سبلان (بلندترین نقطه در کل منطقه) به سمت شمال و غرب دور می شویم از ارتفاع کاسته می شود و میانگین برودت هوا کاهش می یابد و مواجه با زمستانهای معتدل تری هستیم . به همین دلیل در مشگین شهر که با ارتفاعی حدود 1400 متر در دامنه شمالی سبلان قرار گرفته است در سردترین ماه سال (دی و بهمن) میانگین حداقل درجه حرارت 7/9- درجه سانتیگراد است.

در همین ماهها میانگین حداکثر درجه حرارت 3/5 درجه سانتیگراد است. رطوبت نسبی میانگین در طی سردترین ماه سال 75% و میانگین حداکثر رطوبت در فصل زمستان برابر 82% گزارش شده است . میانگین حداکثر درجه حرارت در گرمترین ماه سال (تیر و مرداد) 31 درجه سانتیگراد است. رطوبت نسبی میانگین در طی گرمترین ماه سال 69% و میانگین حداکثر رطوبت در فصل تابستان 75% گزارش شده است.

حداکثر بارش در ماه های اسفند و فروردین به میزان 50/1 میلیمتر و حداقل بارش در ماه های تیر و مرداد به میزان 1/2 میلیمتر رخ می دهند. میزان بارش سالیانه 366/4 میلیمتر اندازه گیری شده است . به این ترتیب مشگین شهر در زمستان ها دارای اقلیم خیلی سرد و در تابستانها معتدل است.



نقشه شماره (۱-۱): نقشه راه های دسترسی به محدوده مطالعاتی، موقعیت تقریبی محدوده فوق با علامت ضربدر مشخص شده است. (اطلس راههای ایران، مقیاس: ۱/۱۰۰۰/۰۰۰)

نزدیکترین ایستگاه هواشناسی از نوع Climatological به محدوده مورد مطالعه، ایستگاه هواشناسی مشیران است که در عرض جغرافیایی 38،42 و طول جغرافیایی 47،32 با ارتفاع 653 متر از سطح دریا در کرانه رودخانه قره سو واقع شده است. فاصله هوایی این ایستگاه تا محدوده مورد مطالعه حدود 13 کیلومتر است.

باتوجه به اینکه ارتفاع روستای قشلاق زاخو حدود 800 متر است می توان آمار و اطلاعات آب و هوایی ایستگاه مشیران را تا حدودی برای محدوده مطالعاتی نیز مورد استفاده و استناد قرار داد. براین اساس سردترین ماه سال دی و بهمن با میانگین حداقل دمای 3/3- درجه سانتیگراد است. میانگین حداکثر دمای هوا در سردترین ماه سال 8/3 درجه سانتیگراد است. گرمترین ماه سال تیر و مرداد با میانگین حداکثر دمای 32 درجه می باشد. رطوبت نسبی میانگین در طی سردترین ماه سال 74% و میانگین حداکثر رطوبت در فصل زمستان برابر 81% ثبت شده است. رطوبت نسبی میانگین در طی گرمترین ماه سال 61% و میانگین حداکثر رطوبت در فصل تابستان 73% گزارش شده است.

حداکثر بارش در ماه اردیبهشت و به میزان 39/9 میلیمتر رخ می دهد. حداقل بارش نیز در ماه مرداد به میزان 1/5 میلیمتر صورت می پذیرد. متوسط بارش سالیانه 226/7 میلیمتر گزارش شده است. بارش در فصل سرد سال بیشتر به صورت برف است.

آمار و اطلاعات ارائه شده در بالا، حاصل اندازه گیری متغیرهای مختلف آب و هوایی طی 15 سال بوده است. نکته قابل ذکر دیگر در مورد شرایط آب و هوایی منطقه بادخیز بودن آن در اکثر مواقع سال است. بر اساس منحنی های آمپروترمیک سطح وسیعی از منطقه دارای حدود 3 تا 4 ماه فصل خشک است و علاوه بر آن 2 تا 3 ماه فصل یخبندان بر منطقه حکمفرماست.

با وجود کلیه موارد مطرح شده در بالا و با عنایت به ناموزونی توپوگرافی و وجود ارتفاعات در محدوده و نقش بادهای محلی، شرایط آب و هوایی ممکن است تغییر کند.

آنچه که مسلم است محدوده دوست بیگلر با وجود آنکه در منطقه مشگین شهر که عموماً به عنوان یک منطقه بسیار سردسیر در سطح کشور شناخته می شود قرار گرفته است، ولی به علت شرایط ویژه ارتفاعی و عبور رودخانه هادارای زمستانهای بسیار معتدل تری نسبت به کوهپایه های سبلان و مشگین شهر است. میان روستای قشلاق زاخو و اراضی آن سوی رودخانه قره سوبه عنوان مناطق قشلاقی شناخته می شوند. به عنوان شاهد بر این امر ذکر این نکته می تواند جالب باشد که گروه کارشناسی در بهمن ماه 1377 در حدود 25 روز کار صحرایی در

محدوده مطالعاتي انجام دادند که در اين مدت فقط يك روز به علت شرايط بد آب و هوايي کار صحرائي تعطيل شد.

از مجموعه اين مباحث چنين برمي آيد که فصل کاري در اين محدوده از مناطق همجوار طولاني تر است و گمان مي رود که در حدود 9 ماه از سال امکان فعاليت هاي اکتشافی و معدنکاري وجود داشته باشد. اين نکته مي تواند به عنوان مزي تي در مراحل آتي طرح مطرح شود .

1-4 (وضعيت اجتماعي محدوده مطالعاتي

محدوده مطالعاتي از لحاظ تقسيمات کشوري در استان اردبيل واقع شده و جزء تابع شهرستان مشگين شهر محسوب مي گردد.

اين محدوده در شمال غرب مشگين شهر قرار گرفته است . اراضي شمال مشگين شهر با وجود مرتفع بودن کلا " حالي نسبتا" مسطح و دشت گونه اي دارند. جاده اي که از مشگين شهر به سمت محدوده مطالعاتي مي رود از ميان دشت ها و اراضي کشاورزي پهناور مي گذرد. به طور کلي اين اراضي شيب عمومي بسيار ملايمي به سمت شمال دارند. روستاهاي آباد و پر جمعيتي همچون پري خان، قور تپه ، قره باغلر، صاحب ديوان ، سرخانلو و دوست بيگلو در اين مسير قرار دارند. اين روستاها به دليل برخورداري از اراضي مسطح و مناسب و همچنين مشروب شدن از روستاهاي قره سو، اهرچاي ، مشگين چاي، دينوچاي و ديگر منابع آب سطحي داراي وضعيت نسبتا مناسبی از نظر کشاورزي و باغداری هستند. عمده محصولات کشاورزي آنان سيبي جات، علوفه، گندم و محصولات باغي آنان بيشتر مشتمل بر سيب، هلو و انگور مي باشد. در کنار اين محصولات آبي در دامنه ارتفاعات کشت گندم ديمي نيز رواج دارد. دامداري هم در ميان اين روستايان معمول مي باشد. اقتصاد اين روستاها برپايه کشاورزي، باغداری و دامداري بناگشته است .

روستاهاي فوق الذكر عموما داراي امکانات اوليه از قبيل آب لوله کشي، برق ، جاده هاي ارتباطي و واحد بهداشتي هستند. روستاي قشلاق زاخوره در آن سوي رودخانه قره سو قرار گرفته است و نزديکترين روستا به محدوده مطالعاتي مي باشد داراي وضعيت کاملاً متفاوتي است. اين روستا فاقد آب لوله کشي ، برق ، جاده و ساده ترين امکانات بهداشتي حتي آب آشاميدني سالم است .

از آن سوي رودخانه قره سو دوباره کوههاي مرتفع قدبرمي افزايند. دراين بخش هيچ تجمع جمعيي عمده اي وجود ندارد فقط تعدادي آغل در سطح منطقه پراکنده است که از آن مي توان به داش قابودر شمال غرب روستاي قشلاق ز اخور اشاره کرد.

روستاهاي قشلاق ز اخور و دوست بيگلو نزديکترين روستاها به محدوده مطالعاتي هستند. در طول عمليات اکتشافي غالبا نيروي انساني غيرماهر موردنياز از اين روستاها تا ميم شد. روستاي دوست بيگلو حدود 125 خانوار را در خود جاي داده است و جمعيت روستاي قشلاق ز اخور در فصول سرد سال حدود 35 خانوار مي باشد. تابستانها اين روستاها خالي از سکنه بوده و اهالي آن به ناحيه خوش آب و هوا کوچ مي کنند. روستاهاي موجود در محدوده مطالعاتي فاقد کارگرماهر معدنکاري است و در صورت آغاز به کار معدن حداقل از شروع فعاليت بايد از کارگران ماهر غيربومي استفاده شود.

گويش محلي ساکنان منطقه آذري است و مذهب رسمي آنان شيعة اثني عشري مي باشد.

5-1) ژئومورفولوژي محدوده مطالعاتي

محدوده مطالعاتي در شمال غرب کوه سبلان و در قسمتي از دامنه هاي جنوبي رشته کوههاي آذربايجان – البرز غربي واقع گرديده است. رشته کوههاي مذکور در اين منطقه تقريبا داراي دوروند شرقي – غربي و شمال غربي – جنوب شرقي بامرفولوژي خشن مي باشد.

محدوده مطالعاتي در شمال رودخانه قره سو قرار گرفته است. اين محدوده داراي مرفولوژي خشن و ارتفاعات پر شيب مي باشد. عملکرد پديده دگرستاني برروي سنگهاي آتشفشاني محدوده فوق ، باعث ايجاد مرفولوژي خاصي شده است.

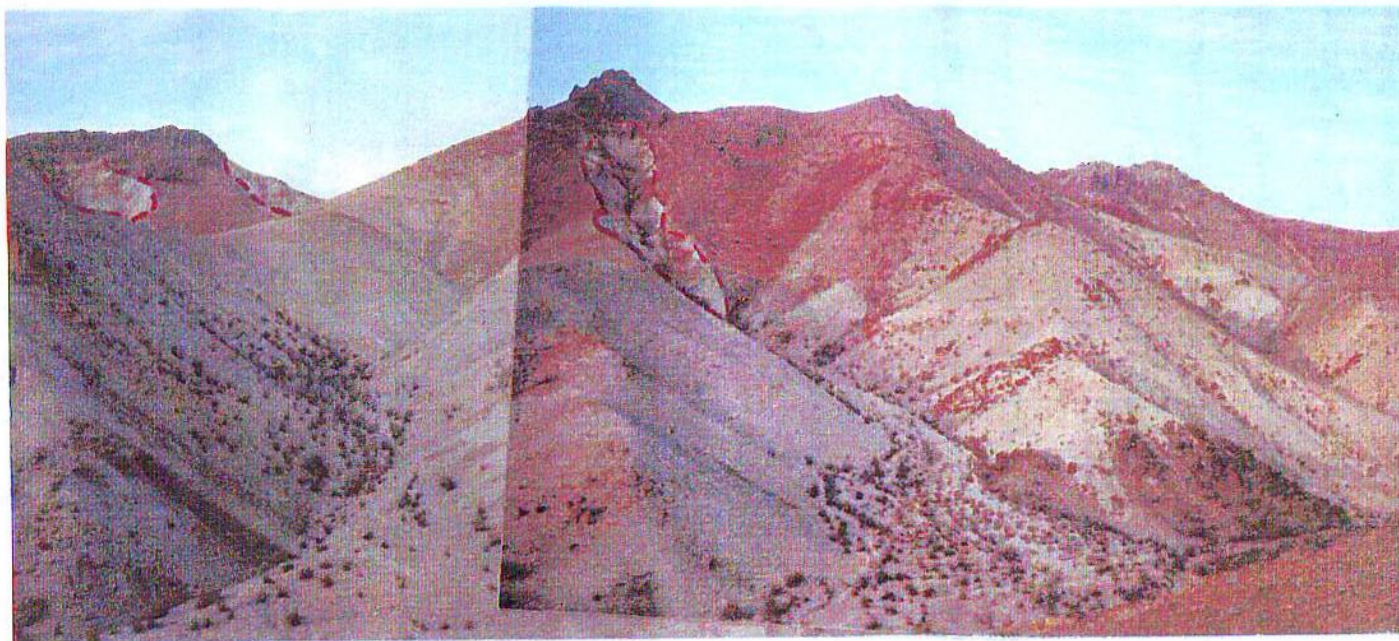
در نتيجه تأثير اين عملکرد زمين لغزش هاي زيادي دراين ناحيه ديده مي شود.

به طورکلي در محدوده مورد مطالعه يك آبراهه اصلي وجود دارد. اين آبراهه از روستاي قشلاق ز اخور به طرف شرق و شمال شرق ادامه دارد و در فاصله حدود دو كيلومتری از اين روستا و در پاي ارتفاع ارش قلعه به سمت شمال- شمال غرب منحرف مي گردد. تمامي شيارها و آبراهه هاي محدوده فوق به اين آبراهه منتهي مي شوند.

از لحاظ توپوگرافي بلندترين ارتفاع محدوده موردبرسي در شمال غرب ناحيه فوق قرار گرفته و داراي بلندي 1276 مترمي باشد. پست ترين نواحي محدوده مذکور در كف آبراهه اصلي اشاره شده در بالا واقع شده است که داراي ارتفاعي در حدود 900 مترمي باشد. شاين ذکر است ارش قلعه با ارتفاع 1310 متر در شرق محدوده مطالعاتي ديده مي شود.

6 – 1) شبکه آبراهه اي محدوده مورد مطالعه

مهمترین رودخانه منطقه مورد بررسی ، رودخانه قره سومي باشدکه درجنوب- جنوب غرب منطقه فوق جاري است. اين رودخانه که ازکوههاي اردبیل ونمین سرچشمه مي گیرد با جهت شرقي – غربي ازشمال مشگین شهرمي گذرد ودرشمال غربي مشگین شهربه رودخانه اهرچاي که ازسمت غرب مي آید مي پیونددوازانجا بانام قره سوبه سمت شمال جريان مي یابدتابه ارس پیوندد.

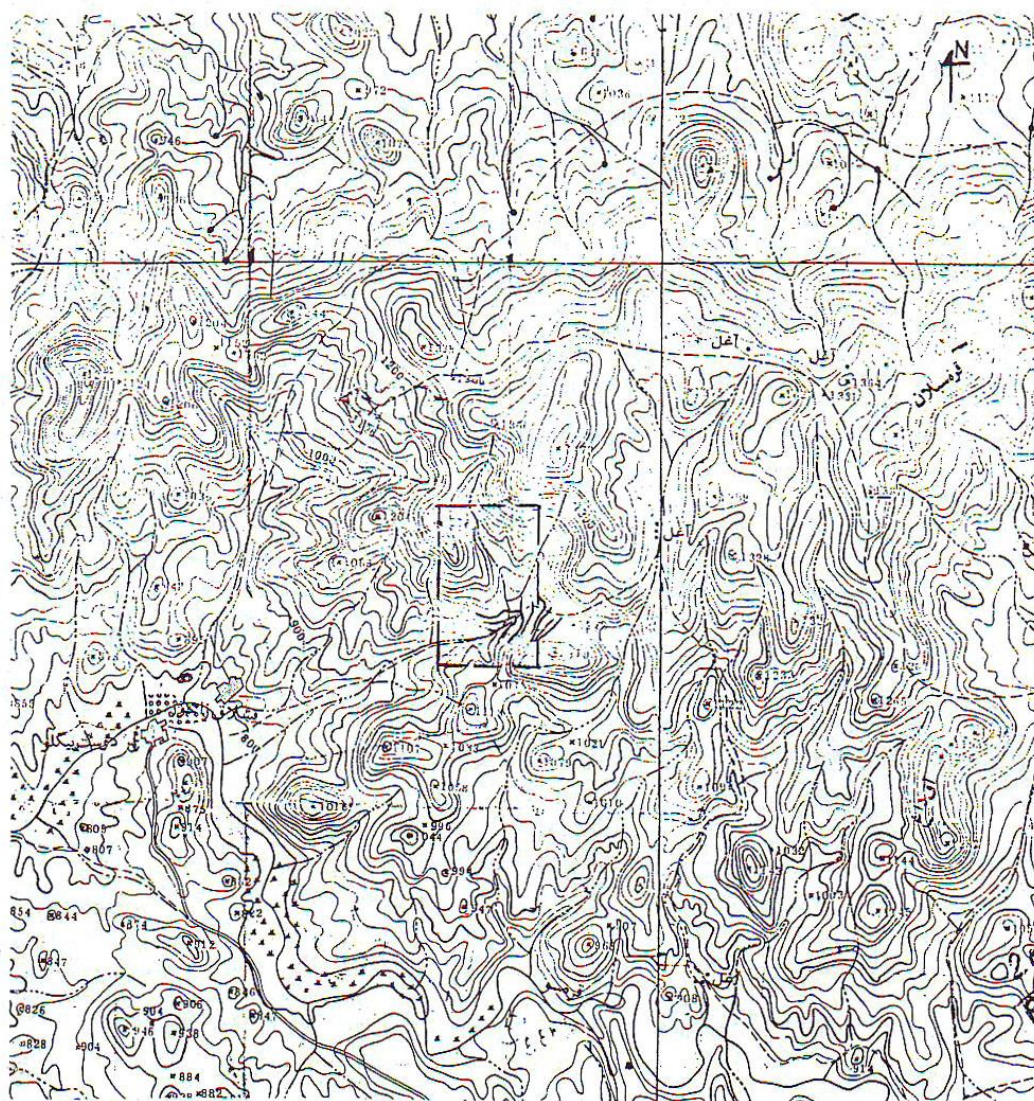


عکس شماره (۱-۱): مورفولوژی محدوده مطالعاتی (دید به سمت غرب)، در نواحی جدا شده توسط خط چین پدیده زمین لغزش، در اثر عملکرد دگرسانی در طول شیار اتفاق افتاده است.



عکس شماره (۱-۲) نمایی از کوه ارش قلعه در شرق محدوده مطالعاتی (دید به سمت جنوب شرق)

رودخانه مذکور پرآب بوده و در قسمتهایی از مسیر از پتانسیل سیل خیزی برخوردار است. شایان ذکر است در سال 1378 بر اثر خشکسالی این رودخانه در فصول کم آب، خشک گردیده است. محدوده مطالعاتی در نزدیکی محل تلاقی دو رودخانه قره سو و اهرچای و در سمت شمال رودخانه قره سو قرار گرفته است. همانطوریکه قبلاً گفته شد در محدوده مورد بررسی یک آبراهه اصلی از نوع فصلی وجود دارد که به رودخانه قره سومنثی می گردد. تمامی آبراهه های محدوده فوق از این آبراهه منشعب می شوند. این آبراهه در پایین دشت عریض تر و در قسمتهای بالایی باریک می گردد. نقشه شماره (3-1) شبکه آبراههای منطقه مطالعاتی را نشان می دهد. همانطوریکه در نقشه مشهود است سیستم آبراهه ای منطقه به صورت دندریتی می باشد.



نقشه شماره (۱-۲) : وضعیت توپوگرافی ناحیه مورد مطالعه، محدوده مطالعاتی با خط چین مشخص شده است. (چهار گوش مشیران، برگ 5567III، سری K 735، مقیاس ۱ : ۵۰,۰۰۰)

7-1 پوشش گیاهی محدوده مطالعاتی

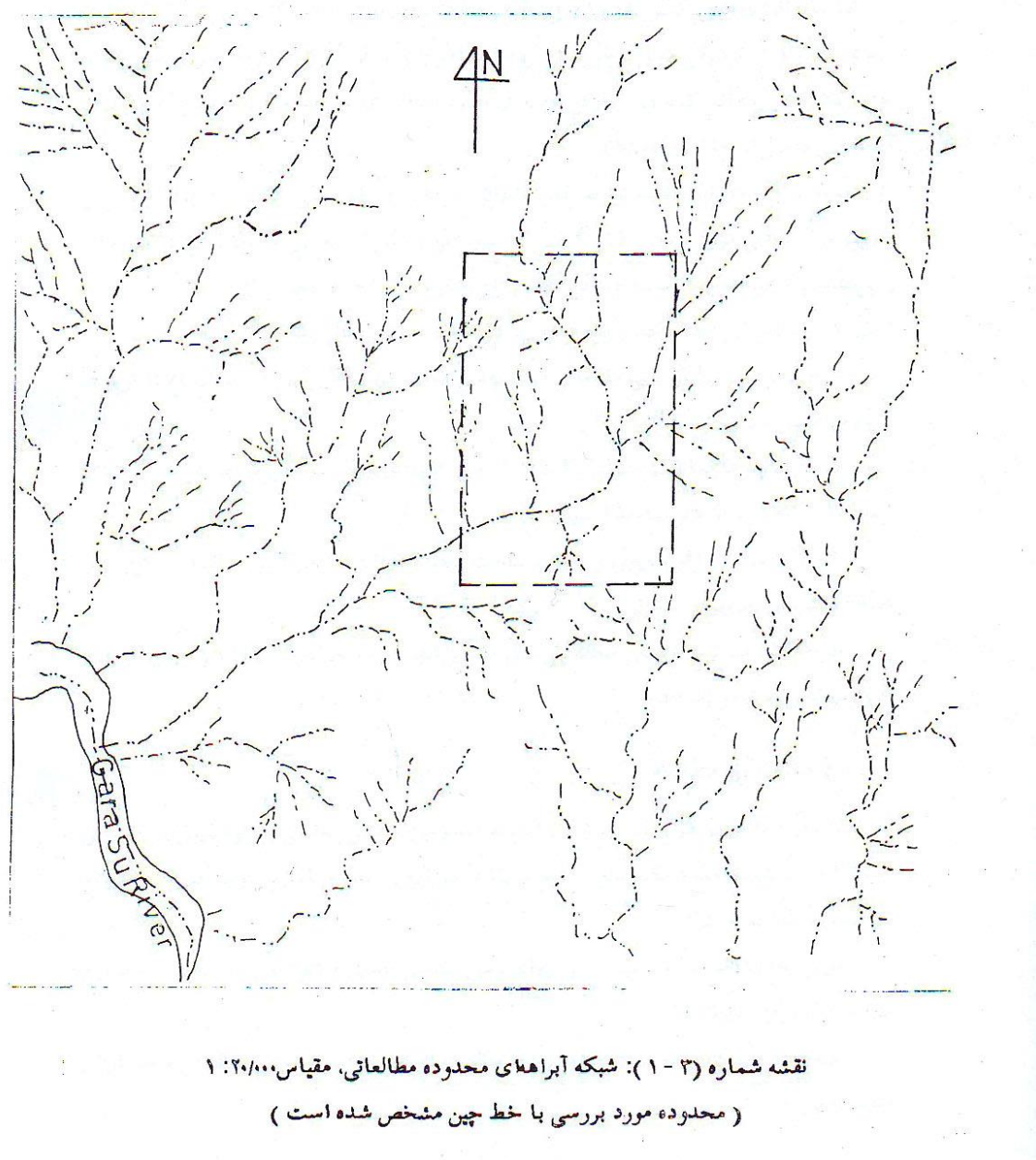
به طور کلی منطقه مورد مطالعه دارای پوشش گیاهی کم پشت و استپی است. اکثر مناطق مرتفع این منطقه حالت مرتع دارد و عمده پوشش گیاهی آن به صورت بوته ای و درختچه ای است. نوع پوشش بوته ای اکثراً از نوع گون، خار و غیره می باشد که به صورت گسترده در منطقه دیده می شوند. نوع درختچه ای نیز بیشتر شامل درختچه های تمشک، زالزالک، بادام کوهی و انجیر کوهی بوده که اکثراً در کف آبراه ها گسترش دارند. در مناطق پست و پیرامون رودخانه قرمز در جنوب غرب محدوده مطالعاتی مناطق تراستی وجود داشته که قابلیت کشاورزی و باغداری دارند. در این نواحی کشت های آبی به خصوص برنج، یونجه، شبدر و سیفی جات و همچنین درختکاری از نوع سیب، هلو، آلبالو صورت پذیرفته و پوشش گیاهی ناحیه را از سایر نواحی متمایز کرده است.

8-1) پیشینه مطالعاتی

احتمالاً نخستین مشاهدات ثبت شده در کل منطقه استان اردبیل، مربوط به شخصی به نام بیلی فریز می باشد که در سال 1826 میلادی در جریان سفرش از تهران به تفلیس، یادداشت هایی در توصیف سنگهای منطقه (سنگ های آبی تیره، سنگ های قهوه ای رنگ پروفیری و آهکهای کمبکت) ارائه کرده است. سپس هرمن آبیخ زمین شناس آلمانی بین سالهای (1841-1840) زمین شناسی منطقه ساوالان و قفقاز را مورد بررسی قرارداد. پس از وی در طول قرن 19 میلادی محققین و جهانگردان دیگری نیز از قسمت های مختلف منطقه بازدید کردند و گزارشهای خود را ارائه دادند.

مطالعات نوین زمین شناسی در حد فاصل سالهای (1940-1946) و در مدت اشغال آذربایجان توسط قوای شوروی سابق توسط زمین شناسان روسی انجام شد و نتایج اندکی از این مطالعات منتشر شده است.

در حد فاصل سالهای 1950-1952 شناسایی های مقدماتی زمین شناسی منطقه توسط زمین شناسان شرکت نفت انجام شد. سپس آلبرتی استاد یکی از دانشگاههای ایتالیا به همراه همکارش ولکانیسم، پتروگرافی و مینرالوژی بخشهای مختلف شمال شرق آذربایجان را به طور دقیق مورد مطالعه قرار داد و برای نخستین بار بازالت های قلیایی عهد ائوسن و الیگوسن را شناسایی نمود.



لسکوویه و ریو (Lesquyer & Riou) و همچنین باباخانی از سازمان زمین شناسی کشور
نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه را تهیه کردند.

سازمان انرژی اتمی کشور نیز برای پی جویی و اکتشاف مواد رادیو اکتیو در شرق روستای ساری خانلو (در نزدیکی محل برخورد دو رودخانه اهرچای و قره سو) اقدام به حفر چندین حلقه چاه اکتشافی کرده اند. که در گزارش حفاری خود اشاره ای نیز به مواد معدنی موجود در مغزه های حاصل از حفاری نموده اند.

حدود سال 1350 این منطقه توسط کارشناسان سازمان زمین شناسی کشور جهت بررسی و مطالعه مواد معدنی مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه این بررسی ها بصورت گزارشی در سازمان زمین شناسی کشور موجود است. در این گزارش نیز اشاره ای به وجود بعضی از این کانیها شده است. در راستای این مطالعات پروژه های زیر در منطقه مورد بررسی ، انجام گردیده است.

- طرح پی جویی و آثار یابی مقدماتی مواد معدنی در شمال مشکین شهر در سال 1374 توسط گروه مهندسين مشاور ژئوداد
- طرح مطالعه ماگماتيسم مناطق دگرسان شده و کانیهای سنگین مشکین شهر در سال 1375 توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل
- گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی و زمین ساخت محدوده انزان- دیبگلو، خانباز- کرملو و شمال قره سو توسط بهرام سامانی
- طرح اکتشاف نیمه تفصیلی منطقه پلی متال مشکین شهر در سال های 1376 و 1377 توسط گروه مهندسين مشاور پئوداد

9-1) هدف از مطالعه

هدف از مطالعه در طرح فوق انجام مطالعات زمین شناسی معدنی و ژئوشیمی در مقیاس 1:1000 در محدوده حدود یک کیلومتر مربع می باشد. در این راستا عملیات و بررسیهایی به شرح زیر صورت پذیرفته است:

- تعیین محدوده مورد نظر جهت بررسیهای زمین شناسی معدنی و ژئوشیمی با عنایت به نتایج مطالعات صورت پذیرفته قبلی
- تهیه نقشه توپوگرافی به مقیاس 1:1000 به منظور مشخص شدن وضعیت توپوگرافی و عوارض محدوده پروژه

روز انجام پذیرفته است. در انجام این بررسیها به طور متوسط در هر روز پنج نفر کارشناس مشغول کار بوده اند. این عملیات شامل موارد زیر می باشد:

ب-1) پیاده نموده محدوده مورد نظر در ناحیه مورد مطالعه، با توجه به عکسهای هوایی به مقیاس 1:5000 که محدوده مورد بررسی بر روی آن مشخص شده بود. محدوده فوق بر روی زمین پیاده گردید.

ب-2) انجام عملیات صحرایی نقشه برداری توپوگرافی به مقیاس 1:1000 در این مرحله کلیه عوارض شامل ارتفاعی، آبراهه ها، ترائشه ها و غیره توسط دوربین نئودولیت WILD/T16 به طریقه مستقیم زمینی انجام پذیرفت. در این راستا از 37 ایستگاه اصلی بیش از 3500 نقطه تاکنومتر برداشت شد.

ایستگاههای اصلی که بر روی سنگ ثابت قرار نداشتند با احداث سکوی بتونی مشخص شده و ایستگاه هایی که بر روی سنگ ثابت واقع شده اند توسط حك نمودن روی سنگ مشخص شده اند. علاوه بر این بر روی تمامی ایستگاه ها پرچم نصب گردیده است.

ب-3) همزمان با عملیات نقشه برداری توپوگرافی برداشت های زمین شناسی به طریقه مستقیم به وسیله دوربین نئودولیت WILD/T16 نیز انجام شد که شامل موارد زیر بوده است:

- تفکیک لیتولوژی و مشخص نمودن مرز واحدهای مختلف زمین شناسی

- برداشت کلیه عوارض زمین شناسی

- اندازه گیری شیب و امتداد لایه، گسل و ریز گسل ها

- نمونه برداري از واحدهاي ليتولوژيكي مختلف به همراه ثبت محل نمونه برداري . اين نمونه ها جهت تهيه مقطع نازك به منظور مطالعات پتروگرافي برداشت گرديده است. تعداد نمونه هاي فوق 39 عدد بوده و تحت شماره هاي P1 تا P39 مي باشند.

- تفكيك زونهاي آلتراسيون و نمونه برداري از آنها به منظور مشخص نمودن نوع آنها. تعداد اين نمونه ها 12 عدد بوده و تحت شماره هاي A1 تا A13 (به جز شماره A10) شماره گذاري شده اند.

- مشخص نمودن زونهاي مينراليزه و ارتباط آن با سنگ درونگير و تعيين گسترش اين فرايند و نيز ارتباط آنها با ساختمان هاي زمين شناسي منطقه و آلتراسيون. در اين راستا اقدام به نمونه برداري به تعداد 6 نمونه گرديد. اين نمونه ها تحت شماره هاي M1 تا M7 (به جز نمونه شماره M6) جهت تهيه مقطع صيقلی به منظور بررسي مينرالوگرافي به آزمایشگاه ارسال شد.

- تهيه عكس از عوارض و ساختارهاي زمين شناسي و معدني موجود در منطقه
- علاوه بر نمونه هاي ذكر شده بالا تعداد 14 نمونه نيز تحت شماره هاي X1 تا X16 (به جز نمونه هاي شماره X7 و X13) جهت انجام آزمایش XRF به منظور تعيين درصد اكسيدهاي اصلي عناصر فرعي و كمياب به آزمایشگاه فرستاده شد.

ب-4) نمونه برداري ليتولوژي شيميايي: در اين مرحله با توجه به مطالعات صورت پذيرفته و نقشه هاي زمين شناسي و ژئوشيميايي 1:5000 تهيه شده قبلي، مدوده طرح به مساحت يك كيلومتر مربع جهت انجام مطالعات و عمليات ژئوشيمي تعيين گرديد. محدوده فوق داردي محور و طولی شمالي- جنوبی است. عرض اين ناحیه 800 متر و طول آن 1250 متر می باشد. سپس با استفاده از دوربين نقشه برداري مراکز شبکه ها در يك جهت (شرقي- غربی) به عنوان Base Line و در دو جهت طولی و يك جهت عرضی به عنوان خطوط كمکی پياده گرديد. اين شبکه ها داراي ابعاد 50*50 مي باشند. سپس با توجه به محورهاي پياده شده توسط دوربين نقشه برداري، نمونه برداري از هر شبکه توسط متر و كمپاني بدقت انجام شد به طوریکه در هر شبکه از رخنمون هاي بر جاي سنگي 15 تا 220 قطعه سنگي به وزن کلي حدود 3 تا 4 كيلوگرم برداشته شد. اين نمونه ها به تعداد 379 عدد بوده و تحت شماره هاي 1 تا 400 (به جز شماره هاي 3، 29، 54، 55، 79، 80، 118، 131، 156، 182، 221، 257، 2870، 318، 332، 333، 355، 358، 357، 360، 381، 382، 383) و A₁، B₁، C₁ شماره گذاري شده اند. نمونه هاي برداشت نشده که شماره هاي آن در بالا ذکر شد مربوط به سلولهايي مي باشند که تمامی آن از واریزه یا آبرفت پوشیده است.

ب-5) حفر ترانشه و چاهك هاي اكتشافی و نمونه برداری ژئوشیمیایی از آنها: در محدوده مورد مطالعه با توجه به نقشه های ژئوشیمیایی 1:5000 تهیه شده قبلی، اقدام به حفر ترانشه در هفت محل گردید. این ترانشه ها به عرض و عمق حدود يك متر و طول جمعاً 120 متر حفر شده اند. علاوه بر ترانشه های حفر شده بالا، در مرکز محدوده طرح اقدام به حفر چاهك Tp شد. عمق این چاهك 1/7 متر می باشد. که دو نمونه از آن برداشت شده است. لازم به ذکر است موقعیت چاهك و ترانشه های فوق بر روی نقشه توپوگرافی و زمین شناسی پیوستی نیز آمده است.

جدول شماره (۱-۱): مشخصات ترانشه های اکتشافی حفر شده در محدوده مورد مطالعه

شماره ترانشه	موقعیت مکانی در محدوده	روند حفر ترانشه	طول ترانشه به متر	تعداد نمونه برداشت شده
T ₁	جنوب شرقی	شمال غرب - جنوب شرقی	۴	۳
T ₂	جنوب شرقی	شمال غرب - جنوب شرقی	۲۸	۱۵
T ₃	جنوب شرقی	شمال غرب - جنوب شرقی	۳۵	۱۹
T ₄	شمال	شمال غرب - جنوب شرقی	۱۵	۹
T ₅	شمال	شمال غرب - جنوب شرقی	۲۶	۱۴
T ₆	شمال	شمال غرب - جنوب شرقی	۵/۵	۴
T ₇	مرکز	شرقی - غربی	۶/۵	۴
جمع	—	—	۱۲۰	۶۸

نمونه هاي اخذ شده از ترانشه ها با نماد LDT و نمونه هاي برداشت شده از چاهك با نماد LDT نشان داده شده است. اولين شماره از سمت چپ نشانگر شماره ترانشه يا چاهك و دومين شماره گوياي طول نقطه نمونه برداري از ابتدای ترانشه و درمورد چاهكها عمق نمونه برداري بر حسب متر مي باشد. نمونه برداري از چاهك و ترانشه بصورت شياري صورت پذيرفته است. مجموع نمونه هاي برداشت شده از چاهك و ترانشه ها 70 عدد بوده كه ليست شماره هاي آن در جدول شماره (1-2) آمده است. عكس (3-1) نمايي از ترانشه T₅ در شمال محدوده مطالعاتي را نشان مي دهد.

جدول شماره (1-2): ليست شماره نمونه هاي اخذ شده از چاهك و ترانشه هاي اكتشافي حفر شده

LDT ₁₋₀	LDT ₂₋₁₄	LDT ₃₋₄	LDT ₃₋₂₄	LDT ₄₋₆	LDT ₅₋₄	LDT ₆₋₀
LDT ₁₋₂	LDT ₂₋₁₆	LDT ₃₋₆	LDT ₃₋₂₆	LDT ₄₋₈	LDT ₅₋₅	LDT ₆₋₂
LDT ₁₋₄	LDT ₂₋₁₈	LDT ₃₋₈	LDT ₃₋₂₈	LDT ₄₋₁₀	LDT ₅₋₆	LDT ₆₋₄
LDT ₂₋₀	LDT ₂₋₂₀	LDT ₃₋₁₀	LDT ₃₋₃₀	LDT ₄₋₁₂	LDT ₅₋₇	LDT _{6-5.5}
LDT ₂₋₂	LDT ₂₋₂₂	LDT ₃₋₁₂	LDT ₃₋₃₂	LDT ₄₋₁₄	LDT ₅₋₈	LDT ₇₋₀
LDT ₂₋₄	LDT ₂₋₂₄	LDT ₃₋₁₄	LDT ₃₋₃₄	LDT ₄₋₁₅	LDT ₅₋₉	LDT ₇₋₂
LDT ₂₋₆	LDT ₂₋₂₆	LDT ₃₋₁₆	LDT ₃₋₃₅	LDT ₅₋₀	LDT ₅₋₁₀	LDT ₇₋₄
LDT ₂₋₈	LDT ₂₋₂₈	LDT ₃₋₁₈	LDT ₄₋₀	LDT ₅₋₁	LDT ₅₋₁₁	LDT ₇₋₆
LDT ₂₋₁₀	LDT ₃₋₀	LDT ₃₋₂₀	LDT ₄₋₂	LDT ₅₋₂	LDT ₅₋₁₂	LDP ₁₋₁
LDT ₂₋₁₂	LDT ₃₋₂	LDT ₃₋₂₂	LDT ₄₋₁	LDT ₅₋₃	LDT ₅₋₁₃	LDP ₁₋₂

نمونه هاي ليتوژئوشيميايي سطحي و همچنين نمونه هاي ليتوژئوشيميايي اخذ شده از چاهك و ترانشه ها جهت تعيين مقدار عناصر Sb, Bi, Cu, Pb, Zn, Mo, Au, As, Ag, W به منظور انجام بررسي هاي ژئوشيميايي محدوده پروژه به آزمايشگاه ارسال شد. شايد ذكر است دستورالعمل آزمايشگاهي جهت انجام كليده آزمايشهاي مطرح شده در بالا به آزمايشگاههاي ذيربط ابلاغ شده است.

ج) انجام عمليات و مطالعات دفترى: پس از دريافت نتايج آزمايشهاي مورد نظر ، كارشناسان مربوطه با توجه به نتايج فوق اقدام به انجام عمليات و مطالعات به شرح زير نموده اند.

1-ج) تهيه نقشه توپوگرافي به مقياس 1:1000 با توجه به برداشت هاي صحرائي زميني به همراه روش مثلث بندي

2-ج) تهیه نقشه زمین شناسی به مقیاس 1:1000 با توجه به برداشت های صحرایی، نتایج آزمایشگاهی و مطالعات زمین شناسی و معدنی، بر روی نقشه زمین شناسی فوق محل نمونه برداری ها ثبت گردیده است.

3-ج) تهیه گزارش مطالعات زمین شناسی و معدنی و نیز بررسیهای ژئوشیمیایی که شرح آن در ادامه آورده شده است.

شایان ذکر است مطالعات زمین شناسی و معدنی در جلد اول و بررسیهای ژئوشیمیایی در جلد دوم گزارش آمده است.



عکس (۱-۳) : نمایی از ترانشه T5 در شمال محدوده مطالعاتی

فصل دوم

زمین شناسی عمومی منطقه

1-2) مقدمه

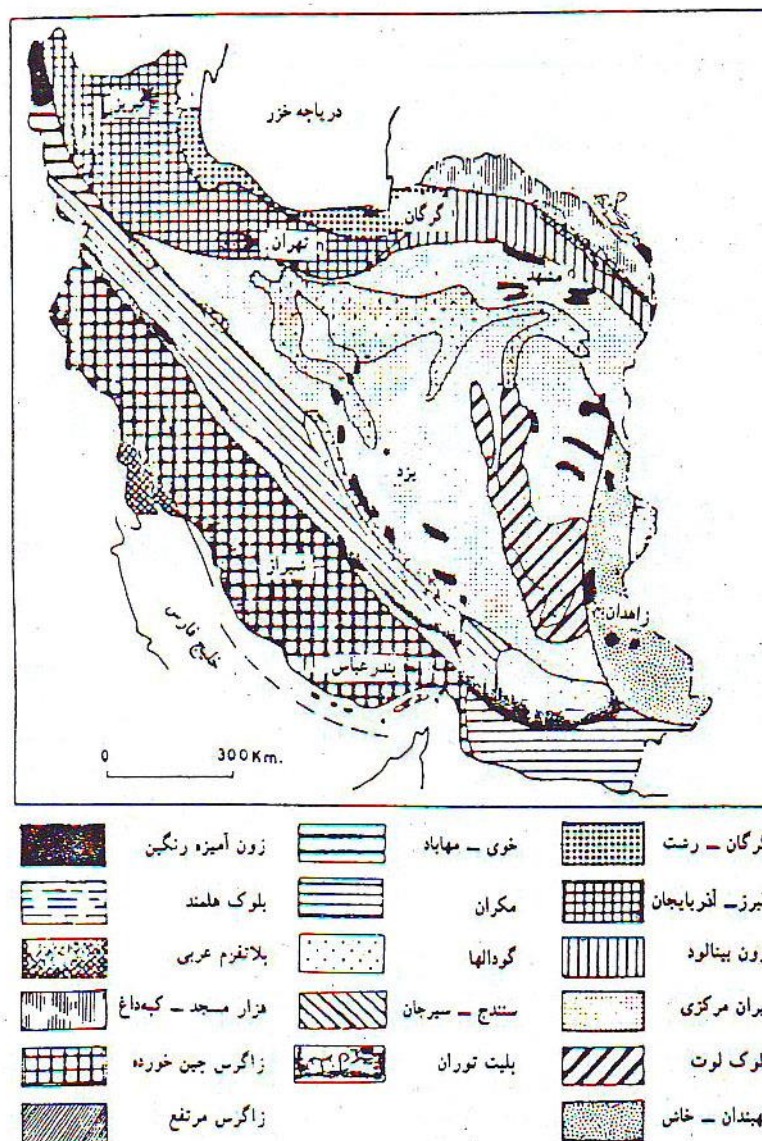
ایران زمین در گذشته های دور شاهد رویدادهای مختلفی بوده بدین جهت از نظر زمین شناسی، ساختمانی یکسانی ندارد. محققین علم زمین شناسی تا به حال سعی داشته اند با توجه به عواملی

چون فعالیت های ماگمایی و دگرگونی، زمین شناس ساختمانی ونحوه دگرشکلی ها، روندهای عمومی، نوع رسوبات و محیط تشکیل آنها، پدیده های تکنونیکي و کوهزائی و ... ایران را از نظر ساختاری تقسیم بندی نمایند ولی به لحاظ شباهت و عدم شباهت در خصوص موارد فوق نظریه های مختلفی در تقسیم بندی ساختاری ایران ارائه گردیده است.

2-2) موقعیت منطقه در تقسیم بندی مناطق ساختاری ایران

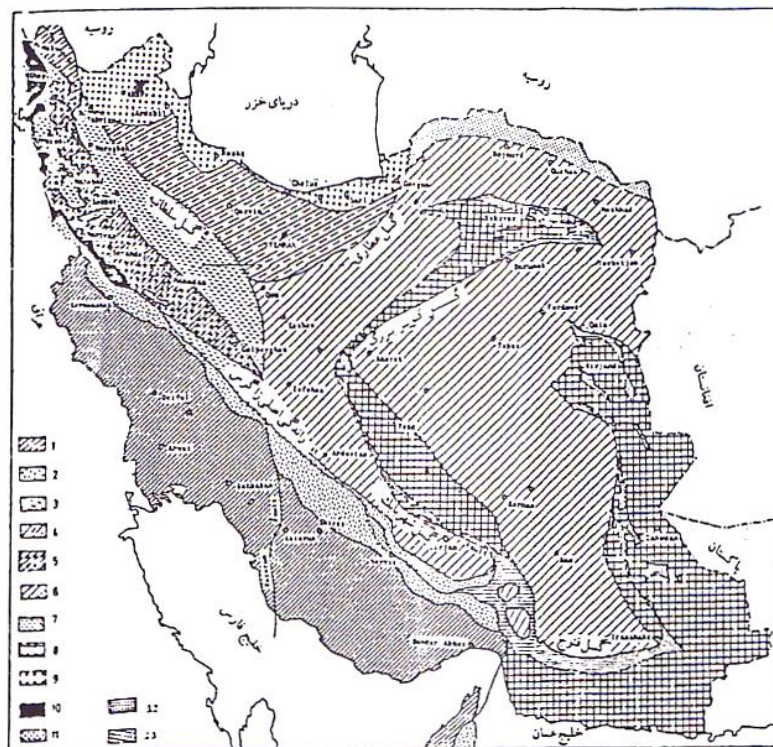
منطقه مورد مطالعه که در تقسیم بندی ساختاری ایران که توسط اشتوکلین (Stockelin,1968) ارائه گردیده است در زون ایران مرکزی واقع می گردد (شکل 1-2). بر اساس تقسیم بندی واحدهای ساختمانی- رسوبی ایران که توسط م.ح. نبوی (1355) صورت پذیرفته است منطقه مطالعاتی در واحد البرز- آذربایجان که قسمت عمده ای از شمال غرب کشور را شامل می شود، واقع می گردد (شکل 2-2).

حوضه های رسوبي ، تقسيم بندي ديگري پيشنهاد کرده است که در اين تقسيم بندي، منطقه مورد مطالعه در گودال خزر جنوبي قرار مي گيرد (شکل 3-2).



شکل (۲-۲) : تقسيم بندي واحدهای ساختمانی - رسوبي ایران، م.ح.نبوی، (۱۳۵۵)،
موقعیت تقریبی محدوده مطالعاتی با علامت ضربدر مشخص شده است.

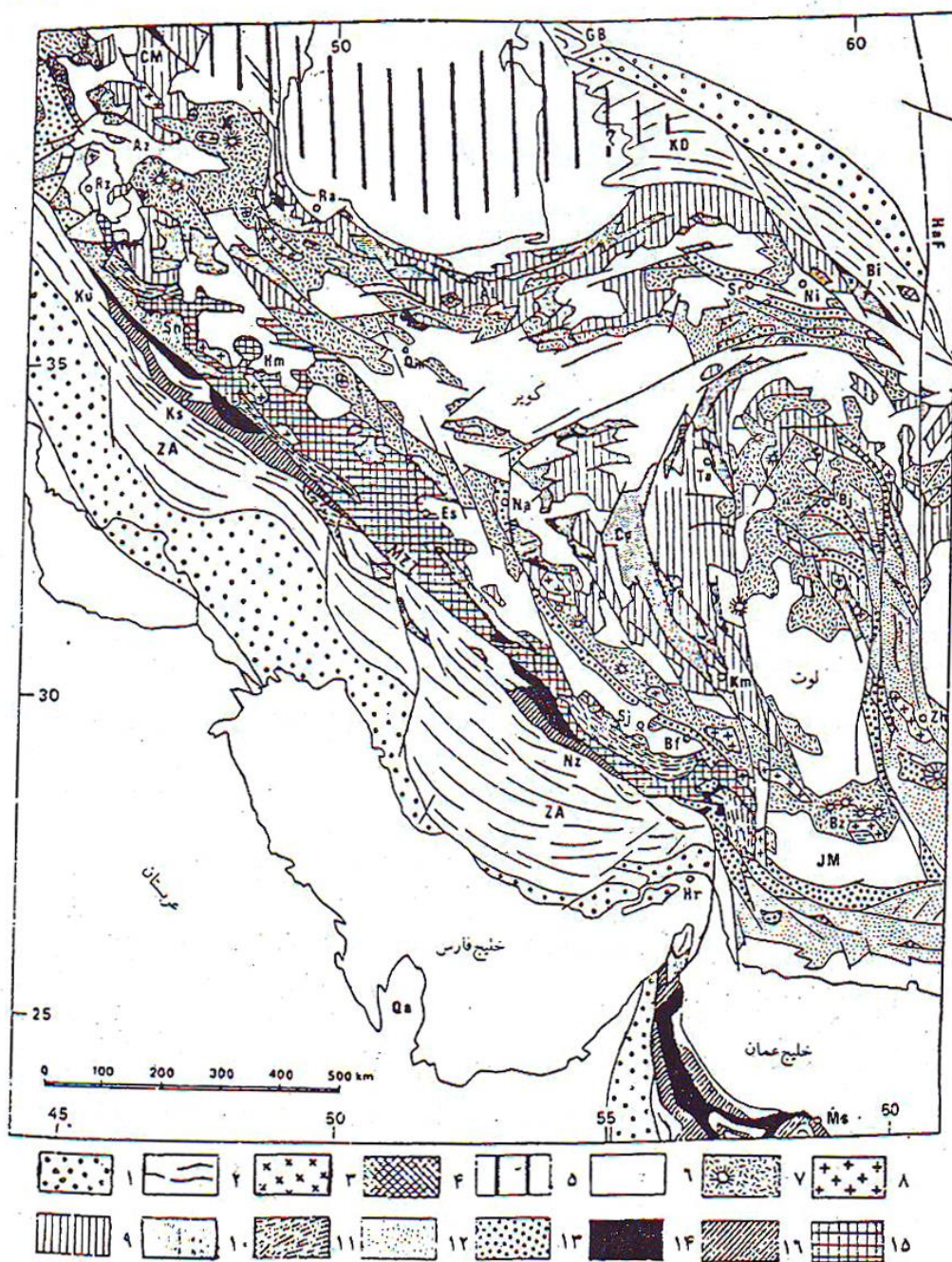
درویش زاده (۱۳۷۰) تقسيم بندي ديگري را از اشتوکلین (۱۹۷۷) پيشنهاد نموده است (شکل 4-2). در اين تقسيم بندي تکتونيکی، منطقه مورد مطالعه در زون آتشفشانی ترسیر - کوارترنر قرار مي گيرد.



- شکل ۲-۴. واحدهای ساختمانی و گسترش حوزه‌های رسوبی ایران (افتخارزاد، ۱۳۵۹).
- الف: مناطقی با پوسته فاره‌ای؛ بی سنگ هرکامبرین با پوشش پلاتفرمی پالئوزوئیک.
- (۱) نوار زاگرس چین خورده؛ (۲) زون زاگرس رورانده؛ (۳) زون سلطانیه - میوه؛
- (۴) البرز غربی؛ (۵) زون همدان - اورمیه؛ (۶) ایران مرکزی و شمال شرقی؛ (۷) کوه داغ؛
- ب: مناطق ریفتی (یا باقیمانده پوسته افیانوسی قدیمی)
- (۸) زون فلش؛ (۹) گودال خزر جنوبی؛
- پ: زون افیولیتی.
- (۱۰) نوار آمیزه رنگی و افیولیت ملانژ در شمال غرب روراندگی اصلی زاگرس؛
- (۱۱) نوار آمیزه رنگی و افیولیت ملانژ در جنوب شرقی روراندگی اصلی زاگرس؛
- (۱۲) نوار افیولیتی و ملانژ حلقوی؛ (۱۳) زون اسفندقه - حاجی آباد.

شکل (۲-۳): واحدهای ساختمانی و گسترش حوضه‌های رسوبی ایران (افتخارزاد ۱۳۵۹).

موقعیت تقریبی محدوده مطالعاتی با علامت ضربدر مشخص شده است.



شکل (۴-۲): تقسیمات اصلی تکتونیکی در ایران (تغییر داده شده از اشتوکلین ۱۹۷۷)،
موقعیت تقریبی محدوده مطالعاتی با علامت ضربدر مشخص شده است.

توضیح شکل (4-2) ، زیر تقسیمات تکتونیکی در ایران (تغییر داده شده از اشتوکلین 1977)

- 1- سرزمینهای نئوژن تا کوارتز، حد واسط بین پیش قاره چین خورده و مناطق حاشیه ای چین خورده
- 2- حوضه های رسوبی بین کراتونی ژوراسیک- پالئوژن (در حوزه شمال) و رسوبات حاشیه کراتونی مزوزوئیک- پالئوژن (در حوزه جنوبی)
- 3- گرنیت های هرسی نین و کیمرین پیشین
- 4- سنگهای رسوبی و آتشفشانی پالئوزوئیک تا تریاس
- 5- پوسته اقیانوس خزر جنوبی که در زیر پوششی از رسوبات مزوزوئیک – ترسیر- کوارترنر مدفون است.
- 6- حوضه های بین کوهستانی در نئوژن- کواترنر
- 7- زون آتشفشانی ترسیر- کراترنر
- 8- گرانیت ها و دیوریت های مربوط به فاز کوهزایی کیمرین پسین و آلی
- 9- رسوبات پلاتفرمی و حوضه بین کراتونی مزوزوئیک
- 10- هسته های قدیمی سنگهای دگرگونی پرکامبرین و پالئوزوئیک و پوشش رسوبی با رخساره پلاتفرمی
- 11- حوضه ژئوسنکلینالی بین کراتونی پالئوزوئیک
- 12- فلش های پالئوژن
- 13- ملانژ افیولیتی و سنگهای آتشفشانی- رسوبی همراه آن به سن کرتاسه فوقانی
- 14- افیولیت ها، عمدتاً پریودیتی
- 15- رسوبات اقیانوسی مزوزوئیک
- 16- رسوبات پلاتفرم و حوضه بین کراتون مزوزوئیک در زون اسفندقه- مریوان (سندج- سیرجان)

2-3) تاریخچه زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق آذربایجان واقع شده است. بهمین دلیل در زیر به بررسی تاریخچه زمین شناسی آذربایجان از نظر دیدون و ژمن (1976) و لسکویه وریو (1976) می پردازیم:

الف) تاریخچه زمین شناسی آذربایجان از نظر دیدون و ژمن (1976)

در شمال آذربایجان شرقی و در طول دوران سوم، فعالیت‌های آتشفشانی بقدری توسعه داشته اند که ساختمان‌های قبل از کرتاسه را پوشانیده است. بنابراین ما هم تاریخچه زمین شناسی منطقه را تا کرتاسه حذف کرده ایم. کوه‌های البرز و تالش که آذربایجان را در شمال و مشرق محدود کرده اند نقش حاشیه پلاتفرم آذربایجان و ساحل نتیس را بازی کرده اند. بنابراین می توان آذربایجان را یک پلاتفرم مستقل به حساب آورد. این پلاتفرم دارای جنبش های نوسانی بوده که باعث پیشروی ها و خشکی زایی های متناوب شده است.

در شمال، جنبش های وسیع از نوع آند رسوبگذاری را متوقف کرده که باعث انقطاع رسوبگذاری از آکسفوردین تا کرتاسه میانی و سبب چین خوردگی رسوبات شده اند. مناطق میانی در حال فرونشینی بوده تا اینکه فاز لارامین در کرتاسه فوقانی باعث چین خوردگی و بیرون آمدن این رسوبات از آب شده است. این جنبشها مطابق است با شروع کشش بحر احمر. کرتاسه فوقانی یک دوره کشش طولانی است و در امتداد شکستگیهای عمیق در حاشیه شمالی پلاتفرم آذربایجان و در بخشهای سست پوسته، ماگمای آکالن و تحت اشباع بیرون ریخته است. در شروع گشایش شکستگیها، موقعی که شکافها تنگ بوده اند و ماگما از گاز غنی بوده آنالسیم تبلور حاصل کرده است. آنالسیم کانی است که به شروع یا خاتمه کشش تعلق دارد. این دوره آتشفشانی از دوره های بعدی بوسیله یک دگرشیبی ناشی از بالآآمدگی زمین بعلت تکتونیک دانین Danien مشخص است. این فاز تکتونیک بوده که باز شدن شکافها را تشدید کرده و گشودگی شکافها کم کم بطرف جنوب منتقل شده است.

در ائوسن فاز کششی در تمام آذربایجان عمومیت پیدا کرده و حدود آن از روی شدت ولکانیسم و عقب نشینی دریا تا زمان لوتسین معلوم شده است. شدت ولکانیسم به پلاتفرم قدیمی یعنی میانه که ولکانیتها ضخامت قابل توجه دارند (3000 متر) گسترش می یابد. در میانه فعالیت آتشفشانی در مرحله میانی شوشونیتی بوده است. در آذربایجان توالی ترمها به قرار زیر است:

لاتیت بازالت اولیوین دار ————— لاتیت ————— لاتیت آندزیت تراکی آندزیت آنالسیم دار

این ترمها از یکدیگر مشتق شده اند. ظهور آنالسیم نشانه پایان فاز کششی در اوایل اولیگوسن است.

طبق عقیده دیدون و ژمن (1976) شکاف برداشتن پلاتفرم آذربایجان در پایان کرتاسه و انتقال و جابجایی منطقه شکافته شده از شمال به جنوب و نیز اختصاصات آکالن سنگهای آتشفشانی، گواه بر باز شدن و تکانل یک ریفت قاره ای است که در مناطق جنوبی تر بوسیله سیزه ای)

1974) و عميدي(1975) نشان داده شده است. اين ريفت مربوط است به حضور يك گنبد حرارتي در زير آذربايجان و درو طول ائوسن كه مانند بحر احمر به مرحله تكامل خود نرسيده بلكه قبل از توليد توله ايت و پوسته اقيانوسي، متوقف شده است.

گنبد حرارتي كه سبب ذوب بخشي مانتو فوقاني شده ، در طول ائوسن بالاتر آمده و افق حرارتي خود را جابه جا کرده، يعني از مانتو به پوسته قاره اي منتقل شده است. بنابر اين توليد ماگماي اوليه حاصل از ذوب بخشي مانتو، در پايان تقليل حاصل کرده است. همراه با كم شدن توليد ماگماي عميق ، يك فاز كمپرسيني کوتاه كه به طور واضح داراي جهت شمال، شمال شرق- جنوب، جنوب غرب بوده به ريفت خاتمه داده است.

فعاليت گنبد حرارتي در پوسته موجب آناتكسي عمومي شده كه گرانيتيزاسيون بعضي از نقاط پلاتفرم آذربايجان، آنرا توليد مي كند.

در سبلان گرانيتيزاسيون بوسيله نفوذ مونزوديوريت و دگرگوني مجاورتي سريهاي قبلي تظاهر پيدا مي كند. اين گنبد حرارتي، در ميانه، خيلي سطحي است و سبب ولكانيسم ريوليتي شده است.

در اليگوسن فوقاني يك فاز كمپرسيني با جهت SSW-NNE كه مقدمه چين خوردگي قفقاز بوده بر پلاتفرم آذربايجان فشار آورده و اين بلوك را در جهت شمال- شمال شرق حركت داده و با سلسله جبال تازه چين خورده البرز مجاور کرده است. در نتيجه يك تحذب و خميدگي در سلسله جبال طالش ايجاد شده كه قوس دوم البرز را در حاشيه شرقي بلوك آذربايجان به وجود آورده است(ديدون وژمن 1976).

در ميوسن، جنبشها شدت پيدا مي كند و سبب شكستگي صفحه آذربايجان مي شوند. ضمناً صفحه آذربايجان يك چرخش نيز پيدا مي كند. گسل ها و حركات كشوئي آنها در جهت شمال- جنوب سبب جدائش و استقلال بخشهاي مختلف پلاتفرمي آذربايجان مي شوند. همچنين شكستگي هاي نسبتاً عميق امكان خروج ماگما ها و وقوع ولكانيسم ميوسن را فراهم مي سازد. فورانهاي ميوسن مقدمه ولكانيسم سبالن است. در پليوسن، سبلان بر روي يكي از هورستهاي بزرگ بوجود آمده است.

ب) تاريخچه زمين شناسي آذربايجان از نظر لسكويه و ريو(1976):

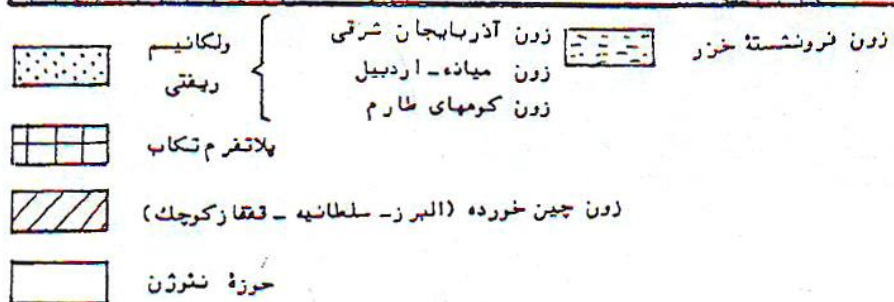
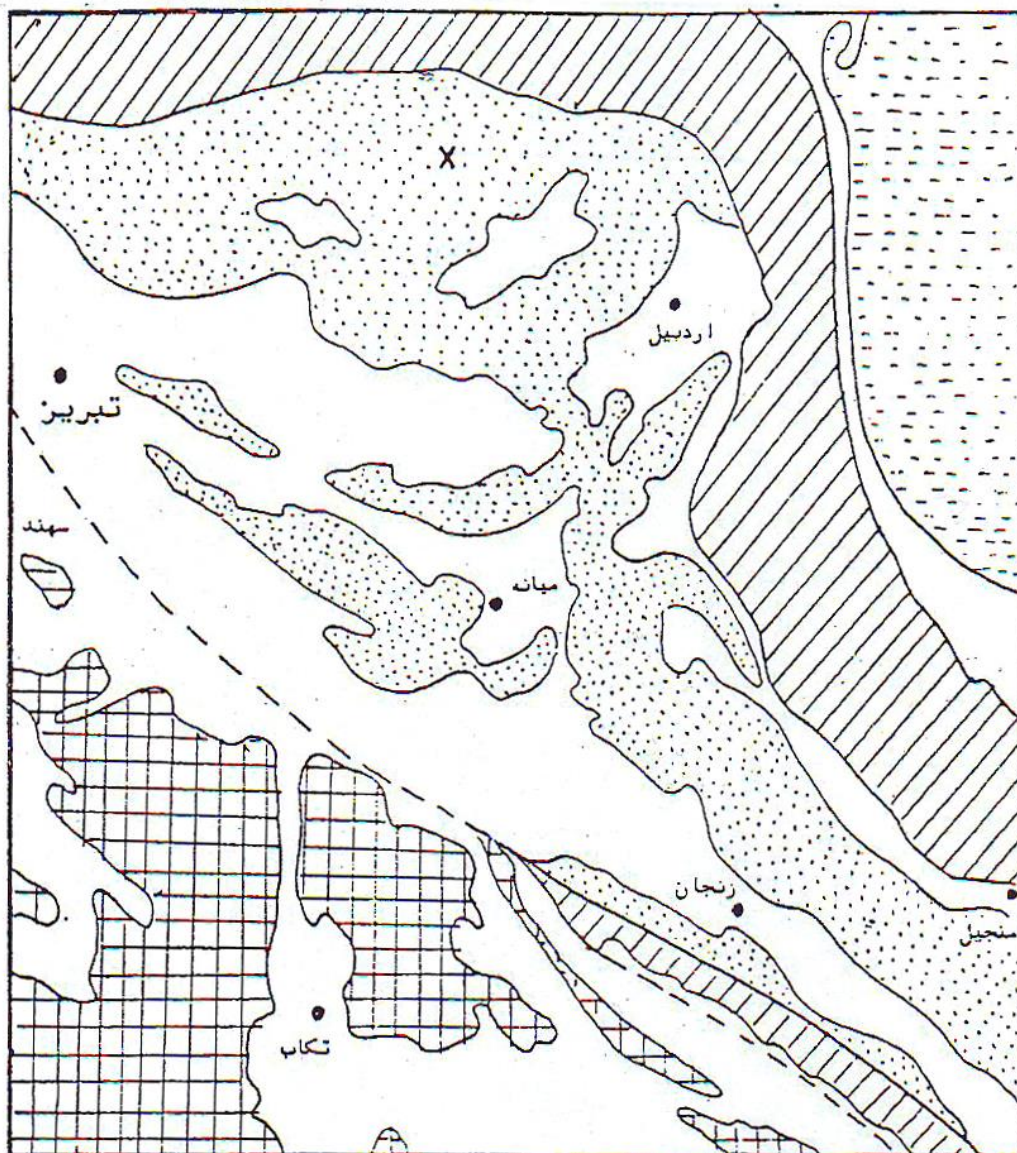
آذربايجان در مزوزويك به صورت پلاتفرم بوده، حاشيه شمال شرقي آن در حال فرونشيني بوده است. اين حوضه در حال فرونشيني ، در كرتاسه فوقاني ، سلسله جبال البرز و طالش رابه وجود آورده است.

گسل سلطانیه – تبریز در قسمت جنوب، این پلاتفرم را محدود می کرده و در کرتاسه فوقانی، فعالیت چشم گیر داشته است. در ائوسن (لوتسین) این پلاتفرم مانند سایر نقاط ایران، شاهد فعالیت های آتشفشانی بوده است. در آذربایجان یک نیروی کششی در جهت شرقی- غربی گسل میانه- اردبیل را باز کرده و یک خط آتشفشانی به طول 200 کیلومتر به وجود آورده است. بنابراین یک ریفت درون قاره ای در آذربایجان در طول ائوسن وجود داشته است. شکل (5-2) نقشه ساختمانی آذربایجان (لسکویه و روی، 1976) را نشان می دهد. منطقه مورد مطالعه در ولکانیسم ریفتی زون آذربایجان شرقی واقع شده است.

4-2) بررسی ماگماتیسم ترسیری در سبلان و وضعیت منطقه مطالعاتی نسبت به آن

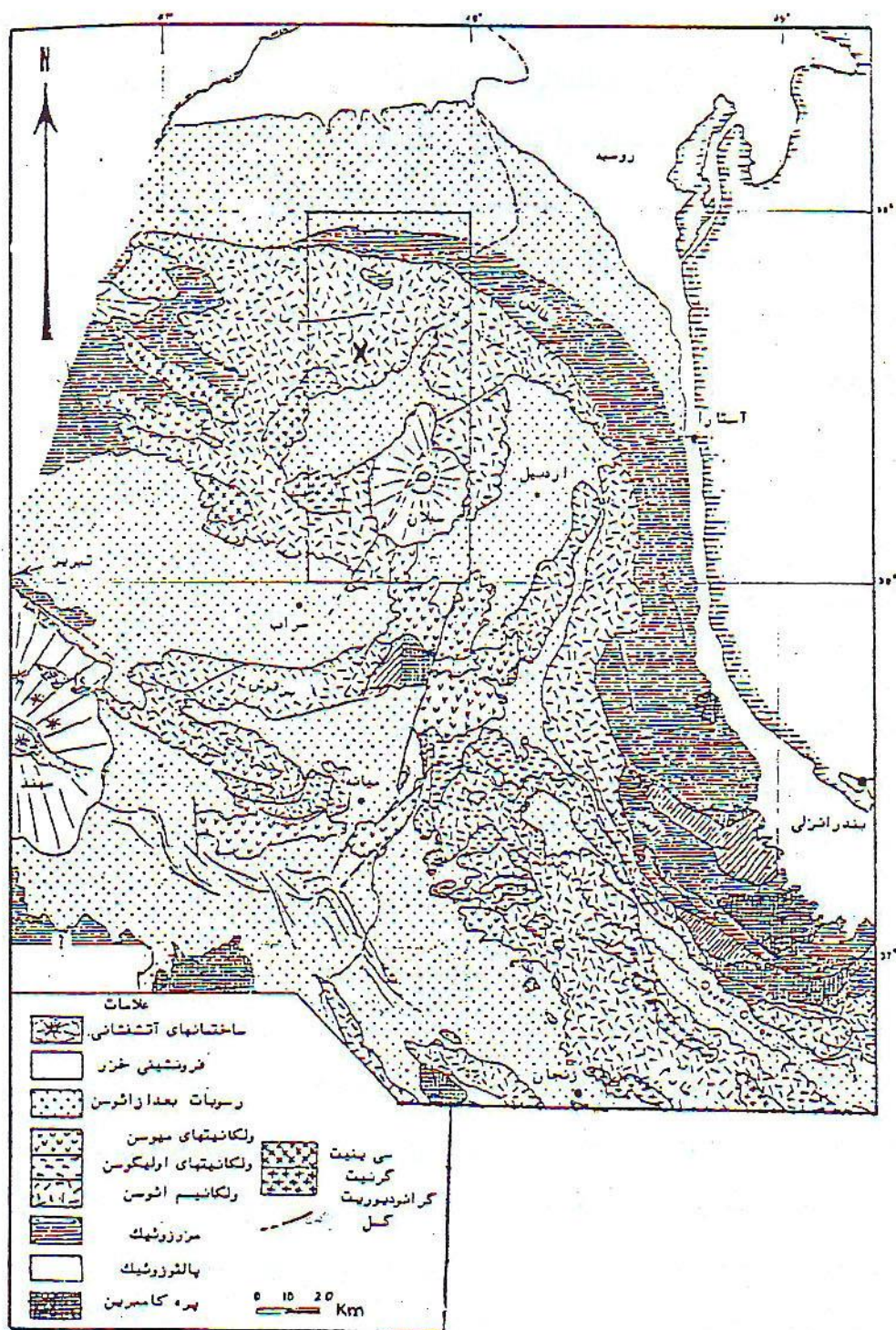
منطقه مورد مطالعه در 45 کیلومتری شمال غرب سبلان قرار گرفته است. در این منطقه اغلب سنگهای ولکانیکی ائوسن رخنمون دارند. شکل (6-2) نقشه زمین شناسی شمال شرق آذربایجان (از دیدون و ژمن، 1976) را نشان می دهد. باتوجه به شکل فوق منطقه مطالعاتی از ولکانیسم ائوسن پوشیده شده است.

آتشفشان سبلان بر روی یک پی آتشفشانی متعلق به ائوسن، اولیگوسن و میوسن قرار گرفته است. فعالیت سبلان در پیلوسن و کوارتز (آلبرتی و هکاران، 1980) و در دو مرحله یکی قبل از کالدراشامل آندزیت و دیگری بعد از کالدرای متشکل از لاتیت کوارتزار و داسیت صورت گرفته است (دیون و ژمن، 1976). سنگهای آتشفشانی ائوسن عبارتند از بازالت، لاتیت بازالت، لاتیت داسیت و ریوداسیت. سنگهای ماگمایی اولیگوسن شامل ایگنمبریت و نفوذیهایی با ترکیب مونزونیت و مونزودیوریت است. توده مونزونیت و مونزودیوریت به صورت یک باتولیت بزرگ در غرب سبلان به داخل سنگهای قدیمتر نفوذ کرده است. سنگهای آتشفشانی میوسن عبارتند از موژ 1ه آری، آندزیت، کوارتز لاتیت و داسیت.



شکل (۵-۲): نقشه ساختمانی آذربایجان (از لسکویه و ریو، ۱۹۷۶)،
موقعیت تقریبی محدوده مطالعاتی با علامت ضربدر مشخص شده است.

گدازه هاي پليوسن و کوارتز سبلان از موژه آريت، آندزيت، تراکي آندزيت و در پايان کوارتز لاتيت و داسيت تشکيل شده اند.



شکل (۶-۲): نقشه زمین‌شناسی شمال شرقی آذربایجان (از دیدن و ژمن، ۱۹۷۶)،
موقعیت تقریبی محدوده مطالعاتی با علامت ضربدر مشخص شده است.

شکل (2-7) مقطع زمین شناسی سبلان (از دیدون و ژمن 1976) را نشان می دهد همانطوریکه قبلاً گفته شده سنگهای آتشفشانی منطقه مطالعاتی مربوط به ولکانیکهای ائوسن حاشیه کالدرا سبلان بوده و پی آتشفشان سبلان را تشکیل می دهند.

مطالعات ژئوشیمیایی و کانی شناسی نشان می دهد (دیدون و ژمن 1976) که سریهای ماگمایی سبلان آکالن هستند. این سریها به طرق مختلف تفریق حاصل کرده اند و خویشاوندی آنها با یک ماگمای عمیق، شبیه لاتیت-بازالت مسلم است. از این ماگما دو گروه مشتق شده و از این دو گروه دوسری بزرگ پیش کالدرا حاصل گردیده است. تحول این دو سری پیش کالدرا نیز سریهای بعد از کالدرا را بوجود آورده است. سریها بعد از کالدرا در نهایت ترمهایی را بوجود آورده اند که کاملاً با سریهای مادر خود تفاوت دارند.

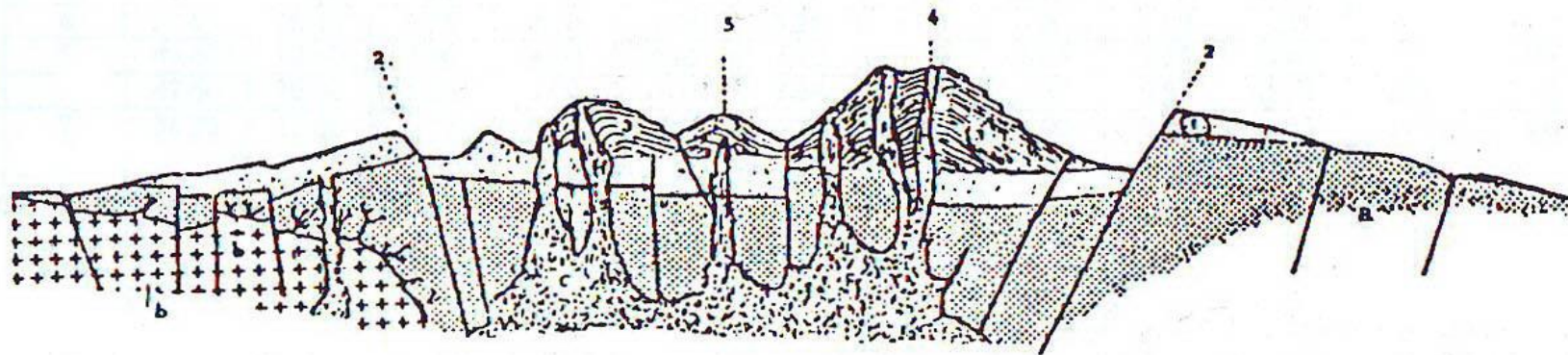
5-2) بررسی ژئوشیمیایی سنگ های آتشفشانی ائوسن سبلان

دیدون و ژمن (1976) با انجام آنالیز شیمیایی بر روی سنگهای لکانیکی مربوط به ائوسن سبلان مقدار اکسید های اصلی موجود در این سنگها را بررسی و همچنین با توجه به نتایج این آنالیزها نورم این سنگها را محاسبه کرده اند.

در جدول (2-1) ترکیب شیمیایی هفت نمونه سنگهای آتشفانی مربوط به مجموعه های تحتانی، میانی و فوقانی ائوسن سبلان که توسط دیدون و ژمن (1976) گزارش گردیده آمده است. همچنین در جدول (2-2) ترکیب نورم این سنگها منعکس می باشد.

با عنایت به اینکه سنگهای ولکانیکی منطقه مورد مطالعه به دشت دگرسان شده اند و میزان اکسیدهای اصلی آن در طی فرآیندهای آلتراسیون تغییر یافته اند لذا نتایج آنالیز شیمیایی ولکانیکهای ائوسن سبلان که در این بخش ارائه شده، می تواند در بررسیهای ژئوشیمیایی منطقه از لحاظ تعیین خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختمانی مفید واقع شود.

در بررسیهایی که از سوی سازمان زمین شناسی کشور بر روی منطقه مطالعاتی صورت گرفته، جنس ولکانیک های ائوسن در حوالی محدوده مورد مطالعه آندزیت تا لاتیت آندزیت در نظر گرفته شده است. این سنگها دارای $Al_2O_3 = 16.6\%$, $K_2O = 5.09\%$, $Na_2O = 6.11\%$ می باشند.



شکل (۷-۲): مقطع زمین‌شناسی سبلان (از دیدون و ژمن، ۱۹۷۶)

a - پی پیش کالدرا b - پلوئونیسم اولیگوسن c - ولکانیسم میوسن

۱ - سری پیش کالدرا ۲ - اثر کالدرا (گسل حلقوی) ۳ - سری فوقانی (پس کالدرا) ۴ - سبلان سلطان ۵ - سبلان کوچک

جدول (۲-۱): ترکیب شیمیایی سنگهای آتشفشانی ائوسن سیلان (دیدون و ژمن ۱۹۷۶)

		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	Total
مجموعه تختانی	1	48.95	14.00	5.00	4.65	9.60	11.00	2.35	1.50	1.10	0.20	0.30	1.20	0.85	100.70
	2	51.40	19.45	6.15	0.15	2.05	5.95	3.40	3.60	0.65	0.60	0.1	4.40	1.40	99.30
مجموعه میانی	3	61.25	19.90	2.90	0.25	0.80	1.35	5.85	5.80	0.75	0.00	0.00	0.50	0.20	99.55
	4	57.95	18.60	1.95	0.20	1.05	5.35	4.00	4.90	1.90	0.45	0.10	3.00	1.00	100.45
	5	49.60	18.60	5.00	4.40	4.45	7.15	3.65	2.85	1.55	0.40	0.15	1.65	0.65	100.10
	6	47.60	16.00	5.95	4.00	10.00	8.24	1.30	3.04	0.80	0.10	0.25	2.00	0.72	100
مجموعه فوقانی	7	54.25	18.60	6.70	0.10	1.85	4.95	4.40	4.90	1.00	0.00	0.00	2.00	0.35	99.1

جدول (۲-۲): ترکیب کانیهای نورم سنگهای آتشفشانی ائوسن سیلان (دیدون و ژمن ۱۹۷۶)

		Q	Or	An	Ab	Ne	Co	Di	Hy	Ol	Mt	Hm	Ilm	Sph	Per	Rut	AP
مجموعه تختانی	1	—	8.86	23.22	19.89	—	—	23.70	6.55	6.63	7.25	—	2.09	—	—	—	0.47
	2	3.73	21.27	25.60	28.77	—	0.58	—	5.11	—	—	6.15	0.53	—	—	0.37	1.42
مجموعه میانی	3	0.94	34.27	6.70	49.50	—	1.54	—	1.99	—	—	2.90	0.53	—	—	0.47	—
	4	5.31	28.96	18.33	33.85	—	—	—	2.62	—	—	1.95	0.64	3.72	—	0.05	1.07
	5	—	16.84	25.95	30.89	—	—	5.46	1.10	6.44	7.25	—	2.94	—	—	—	0.95
	6	—	17.96	28.84	11.00	—	—	8.92	15.08	5.10	8.63	—	1.52	—	—	—	0.24
مجموعه فوقانی	7	—	28.96	16.53	36.77	0.25	—	3.84	—	1.98	—	6.70	0.21	—	1.21	—	—

فصل سوم

زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه

1-3) مقدمه

در کلیه مطالعات زمین شناسی و معدنی بررسی وضعیت تکتونیک و زمین شناسی ساختمانی منطقه چه در رابطه با فرایندهای که سبب وضع کنونی شده است و چه در شناخت ماهیت کانسار حائز کمال اهمیت است در اینگونه مطالعات باید مشخص گردد که نیروهای تکتونیک چه نقشی در ساخت منطقه و نیز ذخیره سازی ماده معدنی داشته اند. بررسی سیستم های درزه و گسل ناشی از نیروهای تکتونیک نیز از نظر نحوه جایگزینی و غنی سازی کانسار و همچنین مسائل استخراجی و بهره برداری دارای اهمیت فراوانی است.

2-3) جایگاه منطقه از نظر تقسیمات زمین شناختی و ساختمانی ایران

محدوده مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناختی بخشی از سلسله جبال البرز است. سلسله جبال البرز خود جزئی از قسمت شمال کوهزائی آلپ- هیمالیا در آسیای غربی به شمار می رود. این سلسله جبال از شمال به بلوک فرو رفته کاسپین و از جنوب به فلات ایران مرکزی محدود می شود. روند رشته کوههای البرز در بخش شرقی، شمال شرقی- جنوب غربی است که با امتدادگسل بزرگ کویر یا گسل درونه موازی است. در بخش مرکزی رشته کوههای البرز دارای راستای شرقی- غربی هستند. در بخش غربی راستای این کوه ها شمال غربی- جنوب شرقی است که تا اندازه های با نوار شمالی زاگرس چین خورده و امتداد ساختمانی کوههای قفقاز کوچک و بزرگ هم جهت می باشد.

از نظر اختصاصات تکتونیک و چینه شناسی سلسله جبال البرز را می توان به بخش های زیر تقسیم نمود:

الف- کپه داغ و البرز شمالی

ب- البرز مرکزی

ج- البرز غربی و آذربایجان

محدوده مورد مطالعه در بخش سوم قرار دارد.

3-3) حرکات کوهزایی و مراحل تکاملی منطقه

تحقیقات ژئوفیزیک هوایی انجام شده نشان می‌دهد که در نواحی جنوبی رود ارس یک پی سنگ Basement وجود دارد که از زمان بایکالین به صورت یک سپر Shield عمل نموده است. این سپر توسط رسوبات جوان پوشیده شده است. در اثر حرکت پلیت عربستان به سمت شمال غرب و مقاومت این سپر، نهشته های اطراف این سپر با تبعیت از مورفولوژی حاشیه آن شکل گرفته اند. دره رود ارس در این ناحیه در واقع یک نقطه الحاق سه گانه بین گسل آشپرون، پالمیرا- زنگه زور و اشیارلو- صلوات است. این محدوده برخورد دو دره رود ارس در مطالعات ژئوفیزیک هوایی به صورت یک زون اصلی خرد شده پی سنگ Major basement fracture zone شناسایی شده است.

به طور کلی ساختمان البرز نتیجه دو کوهزایی مهم است. یکی کوهزایی پزکامبرین و دیگری کوهزایی آلپی. چین خوردگی پرکامبرین در البرز منجر به سخت شدن و به هم پیوستگی پی سنگ های همانند پی سنگ مورد اشاره در بالا شده است. بسیاری از محققان البرز را از اینفرا کامبرین تا تریاس میانی به صورت یک پلاتفرم پایدار در نظر می گیرند و عملکرد فازهای کادونین و هرسی نین را فقط به صورت بالآمدگی های خشکی زایی قبول دارند. اولین حرکات واقعی که منجر به چین خوردگی البرز شد در ماستریشین پایانی و پالئوسن تحت اثر کوهزایی لارامید اتفاق افتاد که باعث تشکیل سلسله جبال البرز در اوایل دوران سنوزوئیک گردید.

دومین فاز کوهزایی مهم در اوایل تا اواسط الیگوسن اتفاق افتاده است که همان فاز کوهزایی پیرنه ای است. این حرکات موجب مرتفع شدن و سپس فرسایش بعدی کوه های البرز شده است. آخرین حرکات کوهزایی مهم البرز در اواخر پلیوسن و یا اوایل پلیستوسن رخ داده که مربوط به فاز کوهزایی پاسادنین می باشد. پی آمد حرکات گسل خوردگی هاو مرتفع شدن البرز بوده است.

به هر حال این منطقه از کشورمان حوادث زیادی را پشت سر گذاشته است که آثار و همچنین ولکانسیم سهند و سبلان تا به امروز مشاهده می شوند.

3-4) تکتونیک منطقه مورد مطالعه

به عقیده افتخار نژاد (1975) پدیده تکتونیکی مهمی که در اوایل دونین به وقوع پیوست و با شکستگی توام بوده است، پیدایش گسل تبریز است. شکستگی مزبور از گودال زنجان- ابهر شروع شده و با امتداد شمالغرب تا رشته کوههای شمال تبریز (میشو، موزو) و از آنجا تا شمالغربی آذربایجان و قفقاز ادامه می یابد. این پدیده تکتونیکی مهم، آذربایجان را به دابلوک

تقسیم می کند. بلوک واقع در شمال شرق گسل تبریز در دونین آغازی در حال فرونشست بوده است. ولی بلوک واقع در جنوب غربی گسل تبریز تا کربونیفر پایانی به صورت پایانی به صورت بالا آمده، باقی مانده است.

در طی تریاس فوقانی و قبل از رسین حرکات مهمی در آنربایجان به وقوع پیوست و به حالت پلاتفرمی پایدار پلئوزوئیک خاتمه داد. نتیجه بسیار مهم حرکات تریاس بالایی، شکافته شده پلاتفرم پالئوزوئیک به دو بخش جداکننده گسل زربینه رود است که نسبت به خط جداکننده پیش از دونین کاملاً متفاوت بوده است. گسل زربینه رود در شمال خوی به گسل تبریز پیوسته و از آنجا تا کوه آرات ادامه می یابد.

منطقه مورد مطالعه در سمت شرق خط جداکننده (مشرق گسل زربینه رود) قرار گرفته است. در این بخش

حرکات کوهزایی آلپین آغازی با فاز کوهزایی کیمرین پسین در ژوراسیک بالایی و کرتاسه آغازی شروع می شود. این حرکات باعث دگرگونی خفیف در ناحیه الله یارلو شده است. در ادامه در کرتاسه بالایی بارزترین تکانهای زمین ساختی پدید آمد که مربوط به فاز لارامید بود. این حرکات باعث چین خوردگی و گسل خوردگی در نهشته های کرتاسه شده است و ولکانیسم انتهایی آن را موجب گردیده است. مجموع تاقدیس های الله یارلو و صلوات، و ناودیس های میزانلو- داش بولاغ و میرجعفرلو و همچنین گسل بزرگ الله یارلو را می توان ناشی از این حرکات دانست. در طول گسل بزرگ الله یارلو در هسته تاقدیس الله یارلو- زرگردیکداش افیولیت ها، آمیزه های رنگین و نهشته های آهکی کرتاسه زخمون پیدا کرده اند و دارای کنتاکت گسلی هستند.

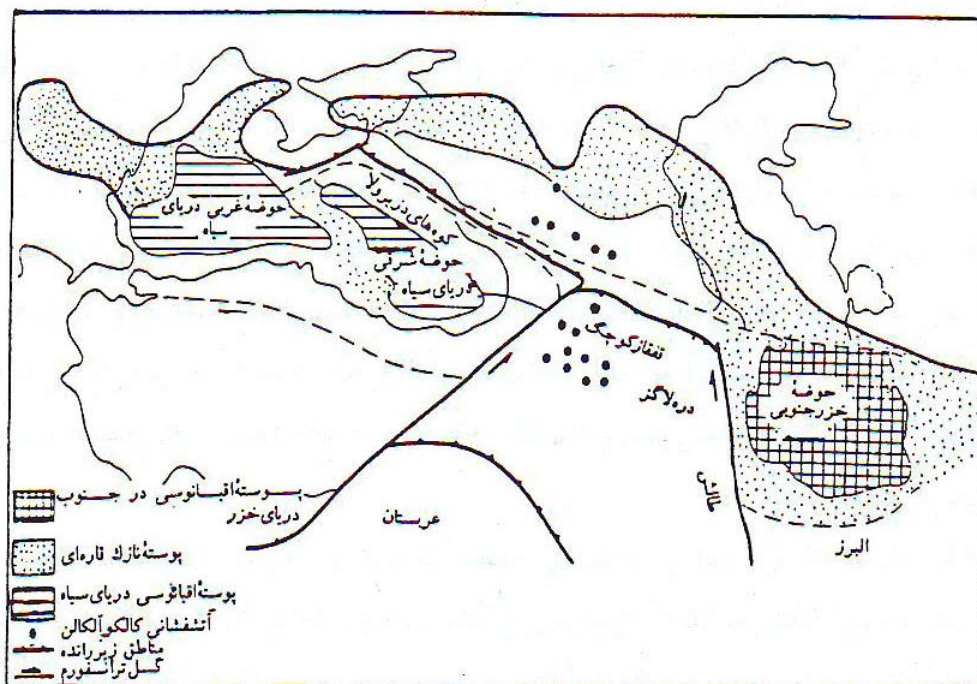
اولین آثار آتشفشانی قابل توجه مربوط به کرتاسه بالایی است ولی فعالیت آتشفشانی مهم در طی ائوسن به ظهور رسیده است. فعالیت ماگمایی نیز در منطقه از اواخر کرتاسه شروع شده و تا اوایل دوران چهارم ادامه داشته است. این فعالیت ها در ائوسن میانی به اوج خود می رسد. در ائوسن میانی مناطق محدوده مورد مطالعه زیر تسلط فعالیت آتشفشانی شدید قرر گرفته است. این فعالیت آتشفشانی در ابتدا زیر دریایی بوده است ولی بتدریج از آب خارج شده و ضخامت زیادی از گدازه های بازالتی، آندزیتی و لایتیتی را در سطح پراکنده است. بنابراین تا واسط ائوسن فعالیت های آتشفشانی عمدتاً زیر دریایی است ولی از آن به بعد تا اواخر ائوسن در خشکی صورت گرفته است. اگرچه گاهی فوران زیردریایی نیز داده می شود.

در انتهای ائوسن و آغاز اولیگوسن بر اثر حرکات کوهزایی پیرنه ای همانند بسیاری از نقاط دیگر آذربایجان و البرز، توده های نفوذی و ساب ولکانیک ها پدید آمده اند. علاوه بر این، گسل های با روند شمالغربی- جنوبشرقی و نیز گسل های شمالشرقی- جنوبغربی که ولکانیک های ائوسن را شکسته اندرا میتوان به این گروه حرکات کوهزایی مربوط به آلپین میانی و فاز پیرنه ای نسبت داد. این گسل ها در محدوده مطالعاتی پراکندگی زیادی دارند. تاقدیس تک یال یوسف خان کندي که در شمال محدوده مورد مطالعه دوست بیگلو قرار دارد، نیز می تواند ناشی از این حرکات کوهزایی باشد. در این زمان سنگهای ائوسن و قدیمتر توسط تزریقات نیمه عمیق به صورت گنبد وسیل (Sill & Dome) قطع گردیدند. در محدوده مرود مطالعه این گونه گنبدهای درون زا، با ترکیبی دیوریتی تا مونزونیتی در نواحی مختلف مشاهده می شوند. جایگزینی توده های نفوذی و ساب ولکانیک های ائو- اولیگوسن را می توان تکامل نهایی ماگماتیسم ائوسن دانست.

به نظر لسکویه و ریو، بعد از فاز تزریق توده های نفوذی و ساب ولکانیک ها که فلات آذربایجان را سخت و مستحکم کرد، سرزمین آذربایجان مانند یک مینی کراتون عمل کرده است. به عقیده آنان در

حدود بیست میلیون سال قبل و در زمان فعالیت و در زمان فعالیت فاز کوهزایی اکی تانین در حد بین کوههای تالش و قفقاز کوچک، گسل های ترانسفورم زون جوش خورده قفقاز را به زون رورانده زاگرس متصل می ساخت به این ترتیب حرکات تکتونیکی شدیدی که توسط پلیت عربستان رو به شمال وارد می آمد به مینی کراتون آذربایجان نیز وارد می شد و آنرا به سمت شمال می راند. به این ترتیب فعالیت فلات آذری هم اکنون نیز در جهت شمال- شمالشرق به حرکت خود ادامه می دهد و احتمالاً ولکانیسم پلیو- کواترنر سبلان و سهنندو زمین لرزه های این منطقه معادل همین جابجائی ها است. وفور چشمه های آبگرم در اطراف مشکین شهر و دامنه های سبلان و بستان آباد نیز مؤید این مطلب است.

شکل (1-3) وضعیت تکتونیکی کلی منطقه آذربایجان را در دوره پلیوسن نشان می دهد



شکل (۱-۳): موقعیت زمین‌شناسی آذربایجان در زمان پلیوسن میانی

مطالعه پتروشیمیایی سنگ های آتشفشانی ایران نشان می دهد که در مجموع سنگهای آتشفشانی البرز در بلوک لوت ویژگیهای آتشفشانی قاره ای و اکثر نمونه های ایران مرکزی از نظر شیمیایی در زمره آتشفشانهای حاشیه قاره ای قرار می گیرند. درحالی که اغلب آتشفشانهای ترسیر آذربایجان و تفتان- بزمان ویژگیهای آتشفشانهای جزایر قوسی را نشان میدهند.

بر اساس مدل پیشنهادی طرفداران نظریه آتشفشانهای کمپرسیونی، علت پیدایش نمونه های کالک آلکالن ایران مرکزی مربوط به عمق کم ذوب پوسته لیتوسفر و نمونه های آلکالن البرز و آذربایجان (مانند منطقه مطالعاتی) دور بودن از منطقه راندگی و عمق زیاد ذوب پوسته اقیانوسی است. مطابق این مدل پوسته اقیانوی نئونتیس در محل روراندگی زاگرس با زاویه در حدود 45 درجه به زیر ایران مرکزی فرومیرود. در حد نوار آتشفشانی سهند- بزمان که فاصله تقریباً 150 کیلومتری محل فرورانش قرار گرفته است صفحه اقیانوسی ذوب شده و ماگماتیسم کالک آلکالن را پدید می آورد. در فاصله دورتر یعنی البرز و آذربایجان شمالی پوسته اقیانوسی در عمق بیشتری ذوب بخشی می شود و ماگمای الکالن تظاهر پیدا می کنند. برخی از محققان

معتقدبه نظریه ریفت هستند و در توجیه آلکان بودن گدازه های آتشفشان های سبلان قائل به وجود ریفت قاره ای و پلاتفرمی هستند و آن را متفاوت از ریفت های کراتون می دانند نظریه دیگر نظریه فشردگی و اتساع است که بر اساس آن پس از هر فاز کمپرسیونی ناشی از بسته شدن اقیانوس نئونتیسیک فاز کشش عمل نموده است که باعث ایجاد ماگماتیسم شده است. وجود هورست و گرابن ها می تواند تغییر ماهیت ماگماتیسم را در نقاط مختلف تا حدی توجیه کند. در این مورد بر اسا شواهد پترولوژی و پتروشیمیایی در فصل پنجم (خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختی منطقه) به طور مفصل بحث شده است.

به هر حال از نظر زمین شناسی ساختمانی، منطقه سبلان به روی هورست بزرگ الیگوس بنا شده است. فعالیت قدیمی سبلان از ائوسن شروع شده است ولی تحت تاثیر شکستگی های پس از آن و فاز کوهزایی بعدی بود که آتشفشان بزرگ و مرکزی سبلان تشکیل شد و سپس به پیدایش کالدر انجامید.

می توان گفت در حال حاضر حرکت های تکتونیکی به فعالیت های خشکی زایی و جنبشی و لرزه زایی گسل های تبریز، مغان، قوشه داغ، الله یارلو و سایر گسل های پرشیب منطقه محدود شده است.

3-5) زمین شناسی ساختمانی محدوده مطالعاتی

به طور کلی مهمترین ساختمانهای زمین شناسی ساختمانی در محدوده مطالعه و نواحی مجاور آن شامل موارد زیر می باشد:

الف- چین خوردگی ها Folding

مهمترین چین خوردگی ها عبارتند از مجموعه تاقدیس های الله یارلو، تاقدیس صلوات، ناودیس های میزانلو- داش بولاغ و میرجعفرلو و همچنین تاقدیس تک باله یوسف خان کندي که همگی با راستای تقریبی شرقی- غربی در نواحی شمالی محدوده مورد مطالعه قرار گرفته اند. این روند چین خوردگیها را می توان روند کلی محور چین خوردگیها در کا منطقه دانست.

ب- گسل ها Faults

در يك نگاه کلی به منطقه، گسل بزرگ الله یارلو که از 42 کیلومتری شمال محدوده مطالعاتی می گذرد. بزرگترین و شاخص ترین گسل منطقه می باشد. راستای این گسل شمالغذبی-

جنوبشرقي است. اين گسل تقريباً به موازات محور چين خوردگيهاي اصلي منطقه قرار گرفته است و از نوع گسل هاي Longitudinal Fault مي باشد. گسل هاي ديگر نيز با همين راستا و ماهيت به چشم مي خورند كه به نظر مي رسد از لحاظ سني جوانتر باشند. مثل گسل تومار كندي كه در فاصله 30 كيلومتری شمالشرق محدوده مطالعاتي قرار گرفته است.

در اين منطقه يك سري گسل هاي جوانتر با روند شمالگربي - جنوبشرقي و شمالشرقي- جنوب غربي به چشم مي خورند. اين گسل ها كه داراي پراكندگي نسبتاً زيادي در منطقه هستند، ولكانيك هاي ائوسن را در بسياري نقاط، قطع کرده اند م محل هاي ضعف مناسبی برای تزريق ماگما و محلولهاي هيدروترمال مولد آلتراسيون بوجود آورده اند. گسل هاي با راستاي شمالگربي- جنوبشرقي از نوع گسل هاي مورب Oblique Fault هستند. گسل هاي با راستاي شمالشرقي- جنوبگربي از نوع Cross Fault هستند.

در زمان ائوسن گسل هاي طولی، فوران خروجي ها و گسله هاي عرضي و مورب توده هاي نفوذي و ساب ولكانيك ها را كنترل مي نمودند. در نهايت در دوره اوليگوسن و در اثر عملکرد تكتونيك و پيدايش گسله هاي جديد و همچنين فعال شدن گسله هاي قديمي سبب جايگزيني توده هاي نفوذي و ساب ولكانيك ائو- اوليگوسن و آلتراسيون ولكانيك هاي ائوسن شده است. به اين ترتيب و با اين جايگزيني، ماگماتيسم ائوسن به تكامل نهايي خود مي رسد.

جهت بزرگي گسل ها در محدوده مطالعاتي به هنگام پيمائش كل ساختارهاي زمين شناسي ساختماني شناسايي شد و توسط دوربين نقشه برداري قرائت گرديد و نهايتاً بر روي نقشه پياده شد. به دليل دشوار بودن تشخيص گسل ها در برخي مناطق، از تفسير عكس هاي هوايي 1:5000 و ساير شواهد زمين شناسي نيز براي شناخت گسل ها منطقه كمك گرفته شد. بايد توجه داشت كه دليل عمده مشكل بودن تشخيص اين گونه گسل ها وجود آلتراسيون شديد در منطقه بود. سنگ هاي غيره آلتره در برابر تنش هاي رفتاري ترد و شكکننده (Brittle) بنا بر اين شكستگي و گسلش بر روي آنها به خوبي قابل تشخيص است. ولي سنگ هاي آلتره شده داراي رفتار انعطاف پذيري و خميري (Ductile) هستند. به همين دليل آثار شكستگي و گسيختگي بر روي آنها به دشواري قابل تشخيص است.

به هر حال كل گسل هاي موجود در محدوده را مي توان در سه زون ساختاري مجزا از هم مورد بررسي قرار داد:

زون ساختاري اول: اين زون در جنوب و جنوب غرب محدوده مطالعاتي قرار دارد.

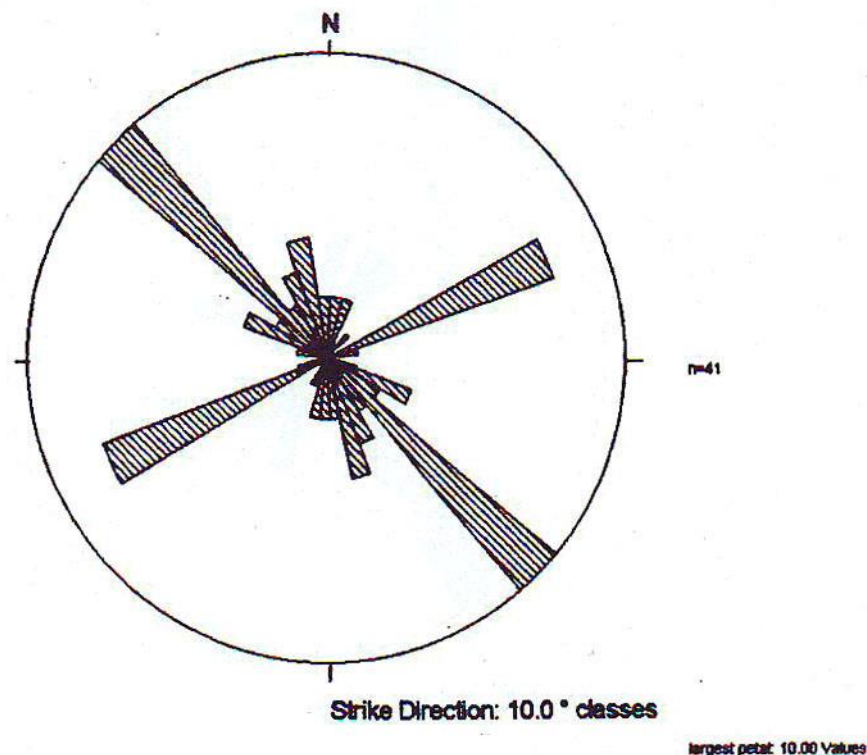
زون ساختاري دوم: اين زون به صورت بارزي با گسترش شمال غربي- جنوب شرقي در مركز محدوده واقع شده است.

زون ساختاري سوم: اين زون در ارتفاعات شمال و شمال شرقي منطقه قرار گرفته است. گسل ها در تك تك اين زون ها مورد بررسي قرار گرفتند و براي هر يك از اين زون ها نمودار گلسرخي توزيع امتداد گسل ها محاسبه و ترسيم شد. اين نمودارها در ادامه اين مبحث آورده شده اند (شكلاي 2-3، 3-3، 3-4).

بررسي اين نمودارها و تطبيق آنها با مشاهدات صحرائي موارد زير را نشان مي دهند:

(1) در هر سه بخش مطالعاتي يك مجموعه گسل اصلي با راستاي مشابه شمال غربي- جنوب شرقي با امتداد حدود N145E به عنوان گسل اصلي خود را نشان داده است. اين گسل ها از نوع گسل هاي مورب Oblique Fault هستند.

(2) در زون اول و دوم دسته گسل دوم داراي راستاي شمال غربي- جنوب شرقي مي باشند. در زون سوم دسته گسل سوم داراي چنين راستاي است. امتداد اين گسل ها N55 E مي باشد. اين گونه گسل ها از نوع گسل هاي عرضي Cross Fault مي باشند.

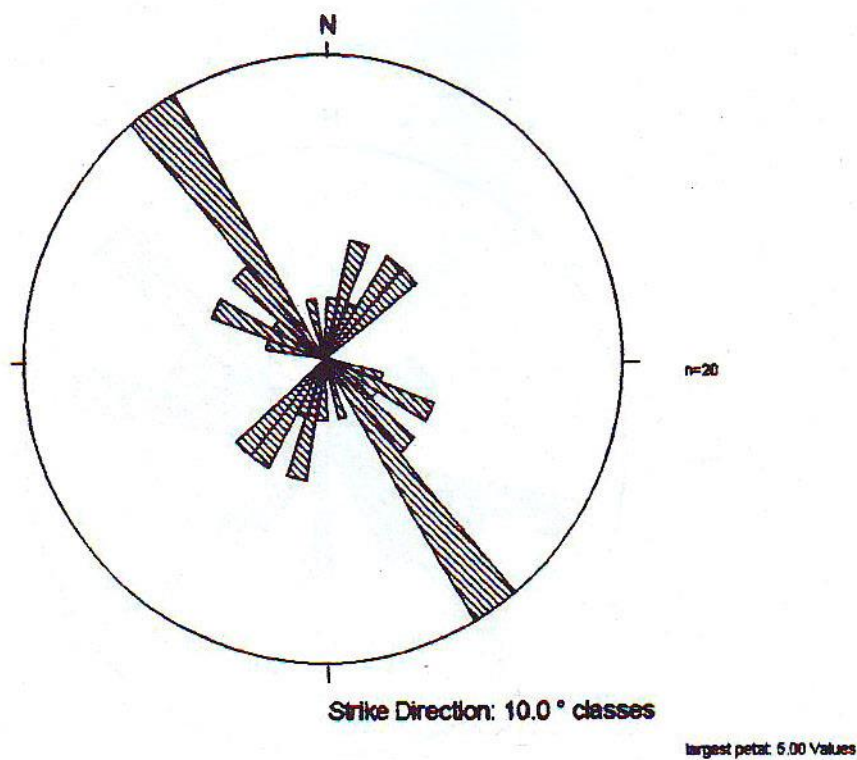


شکل (۲-۳): نمودار گلبرخی امتداد گسلها در زون ساختاری اول

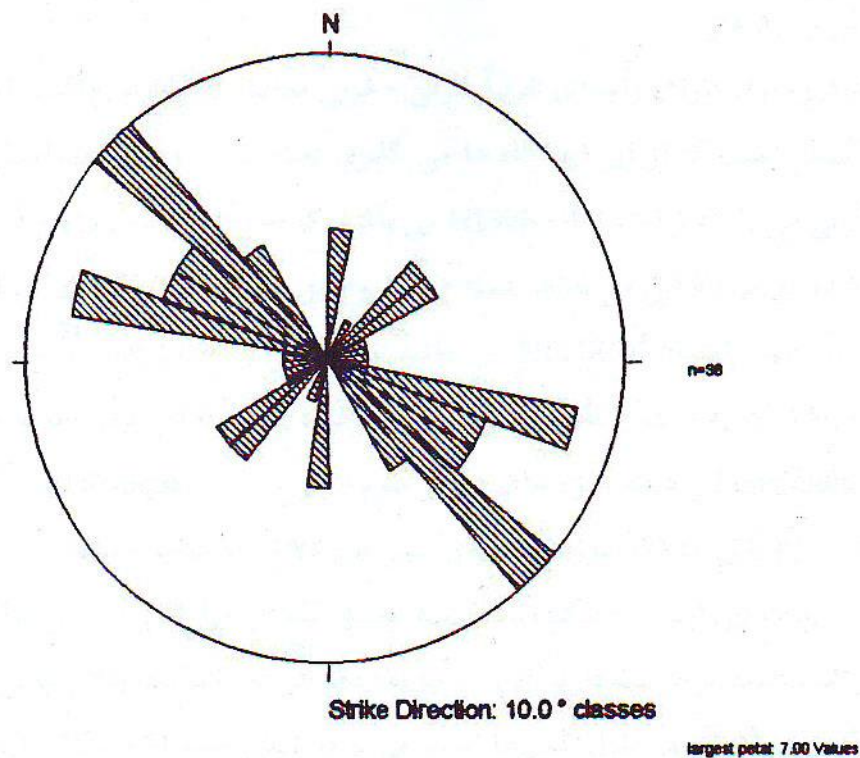
(3) درزون اول و دوم يك دسته گسل با راستاي شمال غربي- جنوب شرقي مشاهده ميشود كه از لحاظ اهميت به عنوان دسته گسل سوم نمود پيداكرده است. در زون سوم مشابه اين دسته گسل و با همين راستا دسته گسلي با درجه دوم اهميت ظاهر شده است. امتداد اين دسته گسل ها حدود N105 E است. اين گونه گسل ها تقريباً به موازات چين خوردگي هاي عمده منطقه هستند و از نوع Longitudinal Fault مي باشند.

(4) دسته گسل آخر كه به عنوان گسل هاي داراي رده چهارم اهميت در هر سه منطقه مشاهده مي شود داراي راستاي تقريباًشمالی- جنوبي مي باشد. اين دسته گسل "الف" حالت مزدوج Conjugate دارند و از نوع مورب هستند.

البته همانطوریکه مشاهده می شود چند گسل دیگر نیز در منطقه مطالعاتی وجود دارند که به صورت پراکنده در نمودار گل سرخی نمود پیدا کرده اند و دارای اهمیت خاصی نمی باشند و فاقد نظام سیستماتیک هستند.



شکل (۳-۳): نمودار گل سرخی امتداد گسلها در زون ساختاری دوم



شکل (۴ - ۳): نمودار گلبرخی امتداد گسلها در زون ساختاری سوم

ج) سیستمهای درزه Joint Systems

برای بررسی سیستم های درزه و شکاف در پنج ایستگاه مختلف در سطح محدوده مطالعاتی عملیات درزه نگاری انجام شد.

موقعیت ایستگاهها بر روی نقشه پیوست گزارش منعکس است. بر اساس نتایج حاصل از این اندازه گیریها، نمودار گل سرخی Rose Diagram و نمودار خطوط تراز Contour Plot و هیستوگرام های توزیع جهت و مقادیر شیب درزه ها برای هر یک از ایستگاهها رسم شد. بررسی این نمودارها در هر یک از ایستگاههای پنجگانه نشان می دهد که:

1) در ایستگاه J₁: این استگاه در جنوب غربی محدوده مطالعاتی و در زون ساختاری یک واقع شده است. محل قرارگیری این ایستگاه در نزدیکی محل عبور یک گسل احتمالی با

راستاي شرقي- غربي است. براساس نمودار منحنی خطوط تراز در این ایستگاه (شکا 5-3) ، سه دسته درزه اصلی وجود دارد.

دسته درزه اول داراي راستا تقريباً شرقي- غربي معادل N74E مي باشد. این راستا همان راستاي گسلي است که از این ایستگاهها مي گذرد. دسته درزه دوم داراي راستاي شمال غربي- جنوب شرقي مي باشد و امتداد آن N139E مي باشد که به وضوح وازي با دسته گسل اصلی توصیف شده در مرحله قبل مي باشد. دسته درزه سوم نیز داراي همان راستاي شمال غربي- جنوب شرقي است. جهت امتداد آن N153E مي باشد. به نظر مي رسد این دسته درزه نیز همان دسته درزه دوم باشد که به علت عملکرد گسل، کمی چرخیده باشد. به این ترتیب دسته درزه اول از نوع Longitudinal Fault و دسته درزه هاي دوم و سوم از نوع Joint Oblique است. براسا نمودار شکل (3-6) بیش از 45% از درزه ها داراي شیبی بیش از 72 تا 80 درجه هستند.

در مجاورت بین ایستگاه يك توده نیمه عمیق که در مراحل انتهایی ماگماتیسم ائوسن جایگزین شده است، رخنمون دارد که با توجه به اینکه هر دو کنتاکت بالا و پایین آن گسلي است و شکل گسترش آن نیز در طول گسل ها است مي توان نقش مهم تکتونیک و این گسل ها را در جایگزینی این توده نفوذی- ساب و لکانیک دریافت.

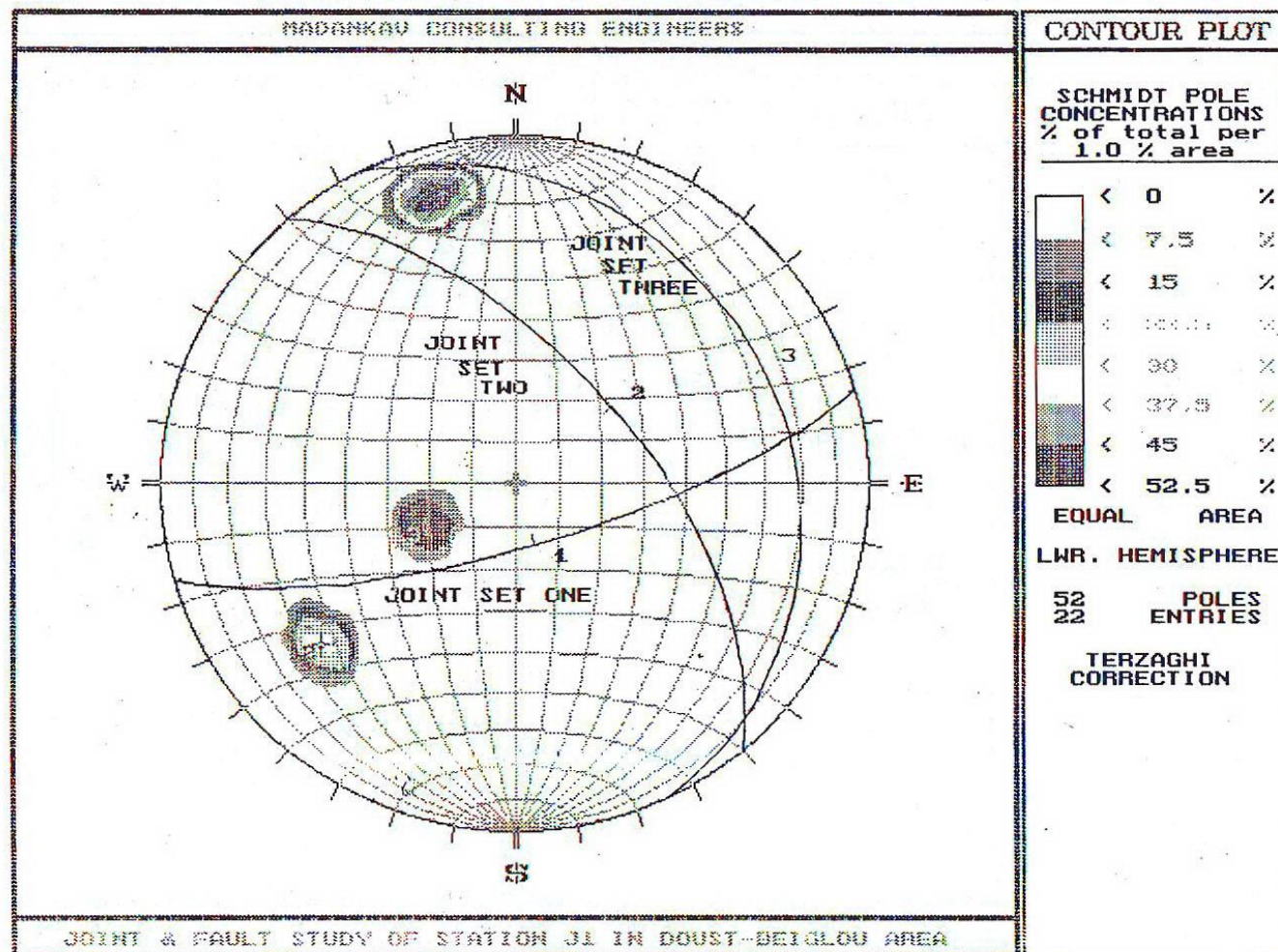
عکس شماره (3-1) محل ایستگاه درزه نگاري J_1 را نشان مي دهد.

(2) ایستگاه J_2 : این ایستگاه در بخش جنوبي محدوده مطالعاتي و در زون ساختاري يك و در حاشیه شمالي رودخانه فصلي قلعه درسي و د جنوب ایستگاه نقشه برداري S_{11} قرار گرفته است.

يك گسل بزرگ که از محل خط برخورد آبراهه بزرگ و اصلي منطقه (قلعه درسي) با ارتفاعات سمت شمال آن مي گذرد از حدود 30 متري جنوب ایستگاه J_2 عبور مي کند. راستاي این گسل تقريباً شمالي- غربي است. يك گسل بزرگ دیگر با راستاي شمالي- جنوبي ، ضمن قطع کردن گسل قبلي، از 50 متري شرق ایستگاه J_2 عبور مي کند. گسل دیگری با راستاي شمال غربي- جنوب شرقي از محل تلاقي دو گسل فوق الذکر شروع شده، در جهت شمال غربي ادامه مي يابد و از 25 متري محل ایستگاه J_2 مي گذرد.

بررسي خطوط تراز در این ایستگاه (شکل 3-7) نشان مي دهد دسته درزه هاي این ایستگاه به چهار گروه قابل تقسيم بندي هستند.

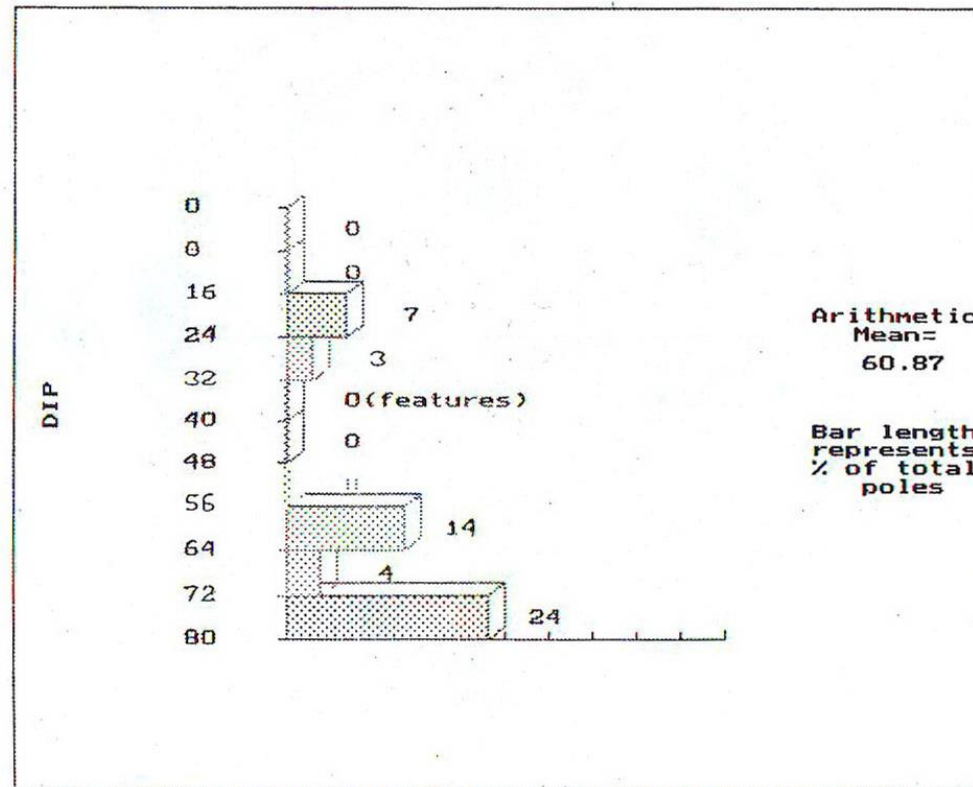
در این ایستگاه سیستم های درزه به شدت تحت تاثیر گسل های اطاف خود هستند. دسته درزه های اصلی دارای راستای شمالی- جنوبی می باشد و تقریباً به موازات همان گسلی است



شکل (۳-۵)

MADANKAU CONSULTING ENGINEERS

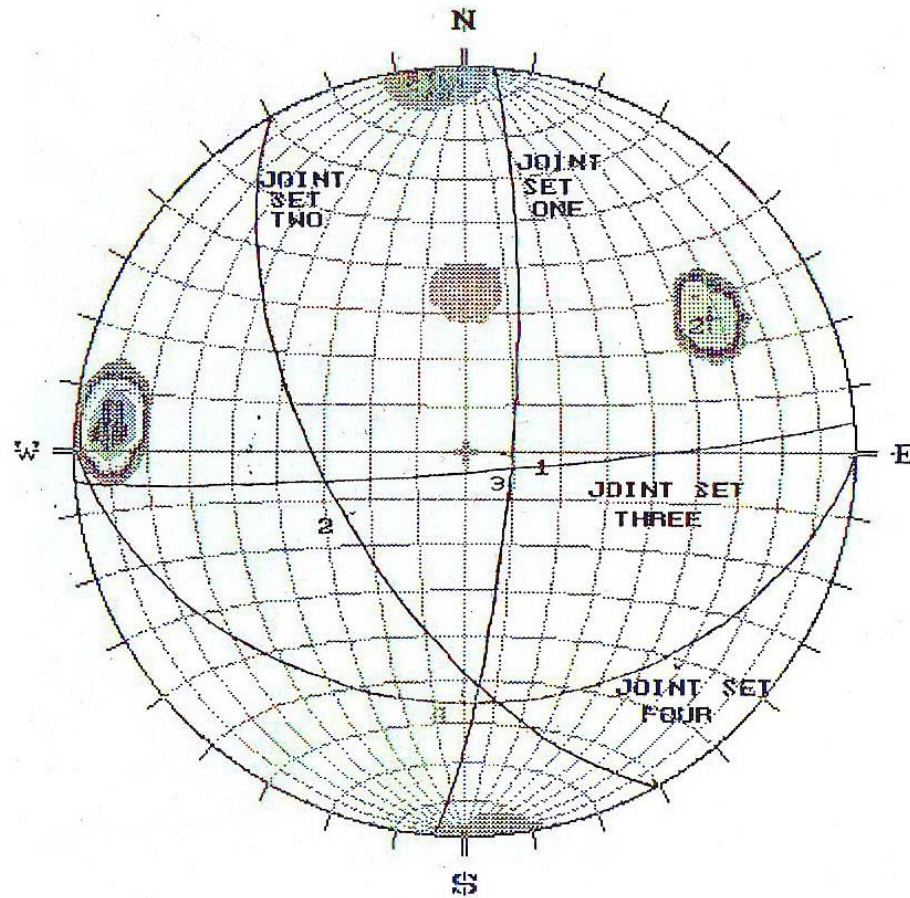
ANALYSIS OF ALL DATA 52 poles from 22 entries
 Use caution when utilizing GLOBAL MEAN VECTORS dip/dip dir.
 : Unweighted : 46 / 122
 : Weighted : 46 / 122



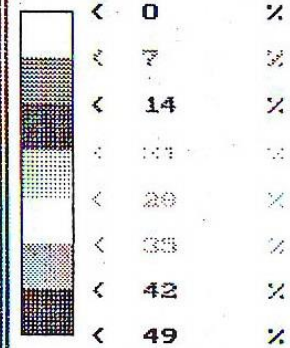
JOINT & FAULT STUDY OF STATION J1 IN DOUST-BEIGLOU AREA

شکل (۶-۳)

CONTOUR PLOT



SCHMIDT POLE
CONCENTRATIONS
% of total per
1.0 % area



EQUAL AREA

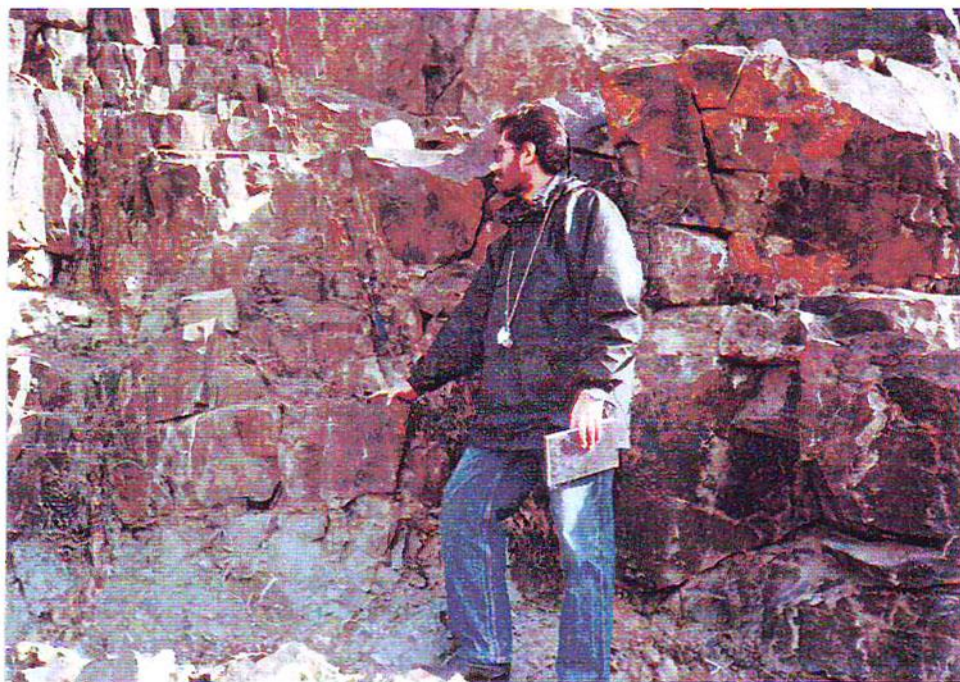
LWR. HEMISPHERE

47 POLES
21 ENTRIES

TERZAGHI
CORRECTION

JOINT & FAULT STUDY OF STATION J2 IN DOUST-BEIGLOU AREA

شکل (۷-۳)



عكس شماره (۱ - ۳): محل ايستگاه درزه نگاری 1J (جنوب غرب محدوده مطالعاتي)

که با راستاي شمالي- جنوبي از شرق ايستگاه مي گذرد. دسته درزه دوم داراي راستاي شمال غربي- جنوب شرقي (N150E) مي باشد و تقريباً به موازات همان گسلي است که با همين راستا از سمت شمال ايستگاه مي گذرد. دسته درزه سوم و چهارم راستاي شرقي- غربي دارند که به موازات گسلي است که از جنوب ايستگاه عبور مي کند. تنها تفاوت عمده دسته درزه سوم و چهارم، شيب بيشتر و نزديک به عمود دسته درزه هاي سوم است. بنابر اين کاملاً مشاهده مي شود که در اين ايستگاه سيستم هاي درزه از گسل هاي مجاور خود تبعيت مي کنند و به همين علت بيشتر حالت محلي دارند و استناد انحصاري به آنان براي تجزيه و تحليل نيروهاي و ناپيوستگي ها در کل محدوده مطالعاتي کار دقيق و درستي نمي باشد. احتمالاً قرارگيري اين ايستگاه در مجاورت محل تلاقي سه گسل و ايجاد شدن يك بلوك چرخيده احتمالي در اثر عملکرد اين گسل ها باعث ناهمخواني نسبي نتايج حاصل از درزه نگاري اين ايستگاه با ساير ايستگاهها شده است.

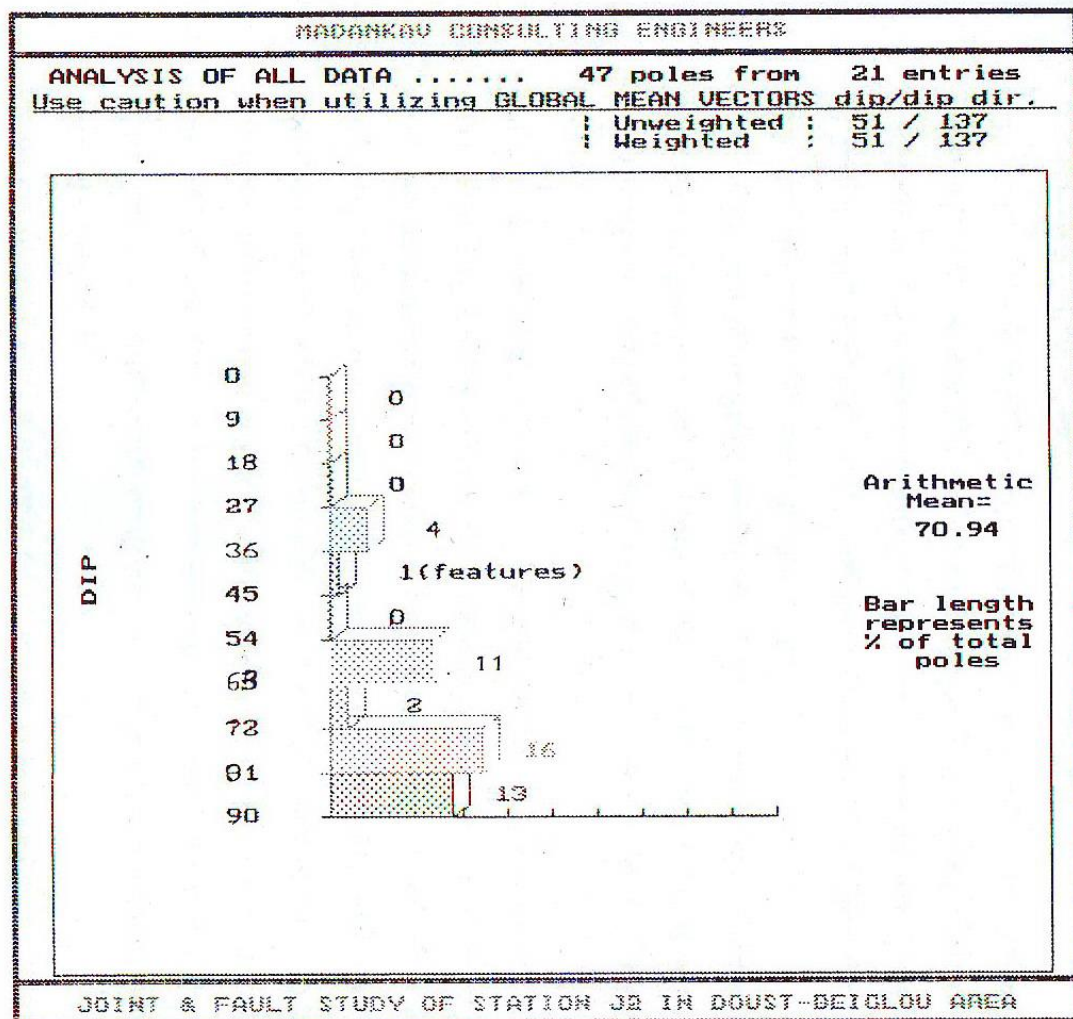
بنابه نمودار شکل (8-3) بیش از 65% از درزه ها، شیبی بیش از 72 درجه دارند. درفاصله حدود 160 متری شمال شرقی، گسلی با راستای شمال غربی- جنوب شرقی که موازی سیستم درزه شماره 2 است با شیب حدود 80 درجه به سمت جنوب شناسایی شده است. در همین محل یک برونزد توده نیمه عمیق ائو- اولیگوسن مشاهده می شود. بنابراین در اینجا همبستگی بین وجود گسل های پرشیب و برونزد توده های نفوذی را مشاهده می کنیم.

عکس شماره (2-3) محل ایستگاه درزه نگاری J_2 را نشان میدهد.



عکس شماره (۲ - ۳): محل ایستگاه درزه نگاری J_2

3) ایستگاه J_3 : این ایستگاه درزه نگاری در شرق محدوده مطالعاتی درزون ساختاری دو و دامنه غربی آبراه اصلی منطقه قرار دارد. موقعیت آن بر روی نقشه پیوست گزارش مشخص شده است. دو گسل عمده با راستای شمال غربی- جنوب شرقی به موازات هم از نزدیکی جنوب این ایستگاه عبور می کنند. براساس نمودار خطوط تراز این ایستگاه (شکل 9-3) سه سیستم درزه شاخص قابل تفکیک است.



شکل (۸ - ۳)

اولین سیستم درزه دارای راستای شمال غربی- جنوب شرقی است. امتداد آن N109E می باشد شیب این دسته درزه 39 درجه به سمت جنوب است. دسته درزه دوم شیبی نزدیک به عمود دارد و راستای آن، همان شمال غربی- جنوب شرقی است. امتداد آن N140E را نشان می دهد. دسته درزه سوم راستای شمال شرقی- جنوب غربی دارد. جهت امتداد آن N34E و مقدار شیب آن حدود 75 درجه به سمت شمال است. دسته درزه اول و دوم از نوع درزه های مورب Joint Oblique هستند. دسته درزه سوم از نوع Cross Joint می باشد و به نظر می رسد با درزه های نوع اول و دوم به صورت مزدوج Conjugate هستند. بر اساس هیستوگرام شکل (10-3) حدود 45% از درزه ها بین 36 تا 45 درجه و بیش از 50% از درزه ها بیش از 72 درجه شیب دارند.

4) ایستگاه J₄ : چهارمین ایستگاه درزه نگاری در شمال محدوده مطالعاتی و زون ساختاری سه قرار گرفته است. محل این ایستگاه بر روی نقشه پیوست گزارش نشان داده شده است. محل قرارگیری این ایستگاه یک محدوده بسیار پرگسلی است. بطوریکه از اطراف این ایستگاه گسل های متعددی در راستاهای گوناگون می گذرند.

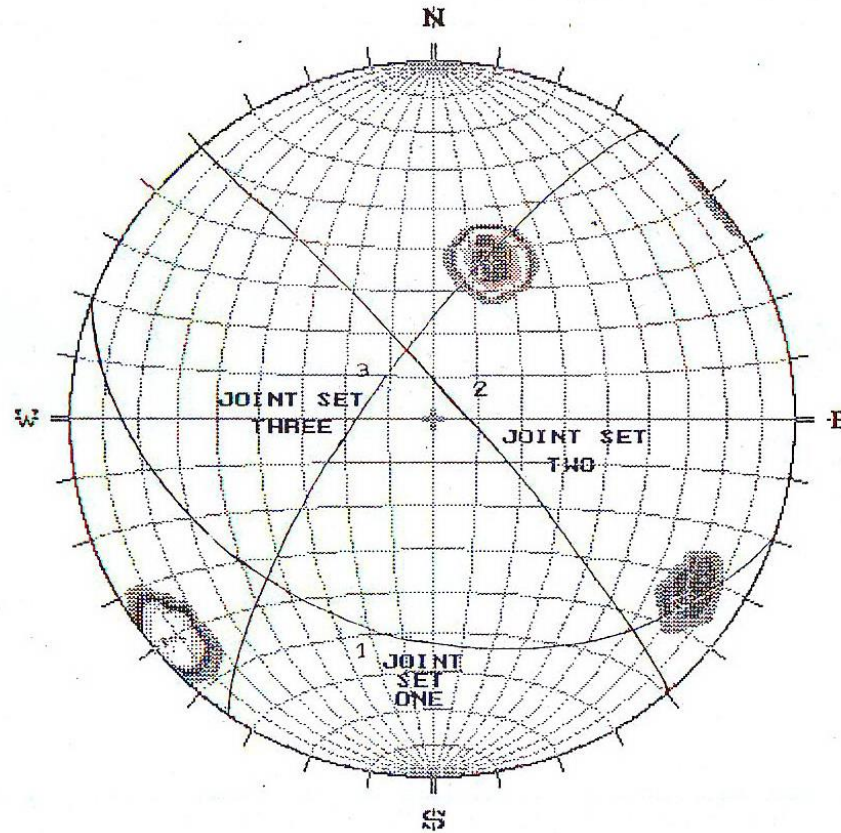
گسلی با راستای تقریبی شرقی- غربی از منتهی الیه جنوبی استگاه عبور می کند. شیب این گسل به میزان 85 درجه به سمت شمال اندازه گیری شده است. یک دسته گسل عمده و طولانی با راستای شمال غربی- جنوب شرقی از منتهی الیه شمالی ایستگاه می گذرد. دسته گسل دیگری با راستای شمال شرقی- جنوب غربی از شمال شرق ایستگاه می گذرد. شیب این گسل حدود 85 درجه به سمت غرب است.

بررسی نمودار خطوط تراز مربوط به این ایستگاه شکل (11-3) نشانگر وجود چهار سیستم درزه است.

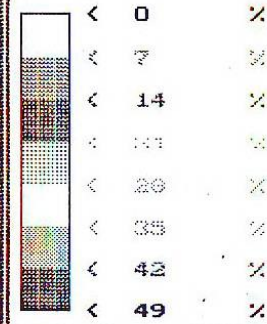
اولین سیستم درزه دارای راستای شمال غربی- جنوب شرقی است (N152E) و مقدار شیب آن 58 درجه به سمت جنوب غربی است و دسته درزه های دوم و سوم هر دو دارای روند شمال شرقی- جنوب غربی هستند و در راستا اختلافی در حد 10 درجه دارند. راستای کلی این دو دسته درزه را می توان N30E در نظر گرفت. دسته درزه چهارم دارای روندی تقریباً شرق شمال شرقی- غرب جنوب غربی باشد.

NADANKAU CONSULTING ENGINEERS

CONTOUR PLOT



SCHMIDT POLE
CONCENTRATIONS
% of total per
1.0 % area



EQUAL AREA

LWR. HEMISPHERE

40 POLES
19 ENTRIES

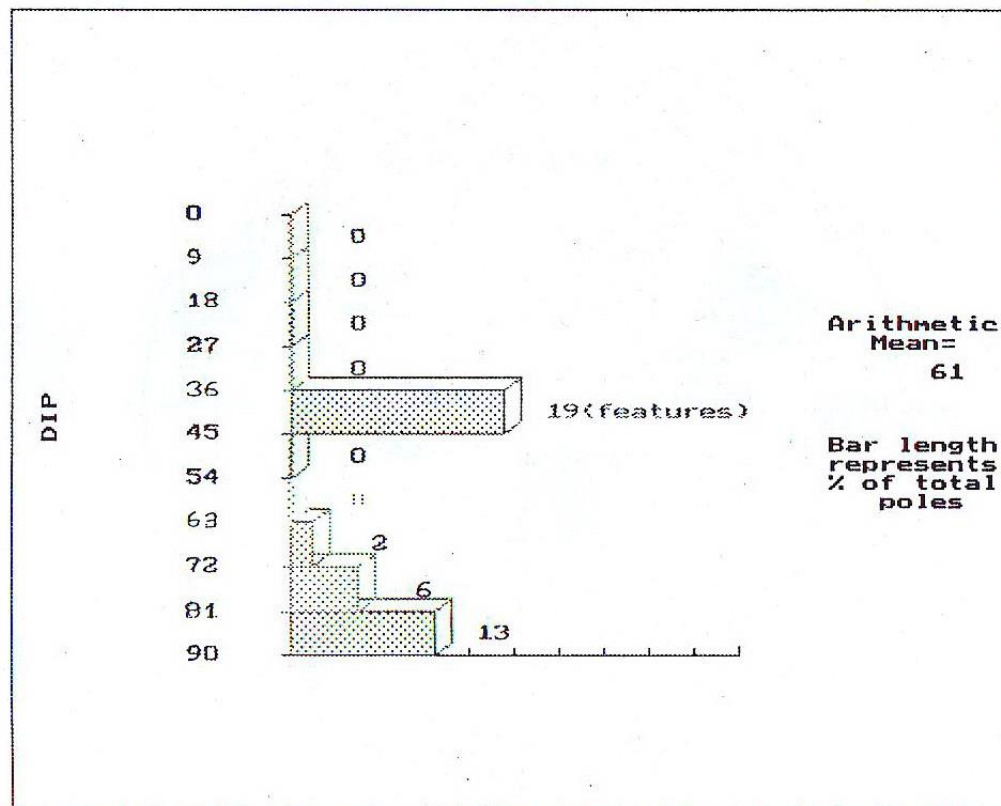
TERZAGHI
CORRECTION

JOINT & FAULT STUDY OF STATION J5 IN DOUST-BEIGLOU AREA

شک. (۲-۹)

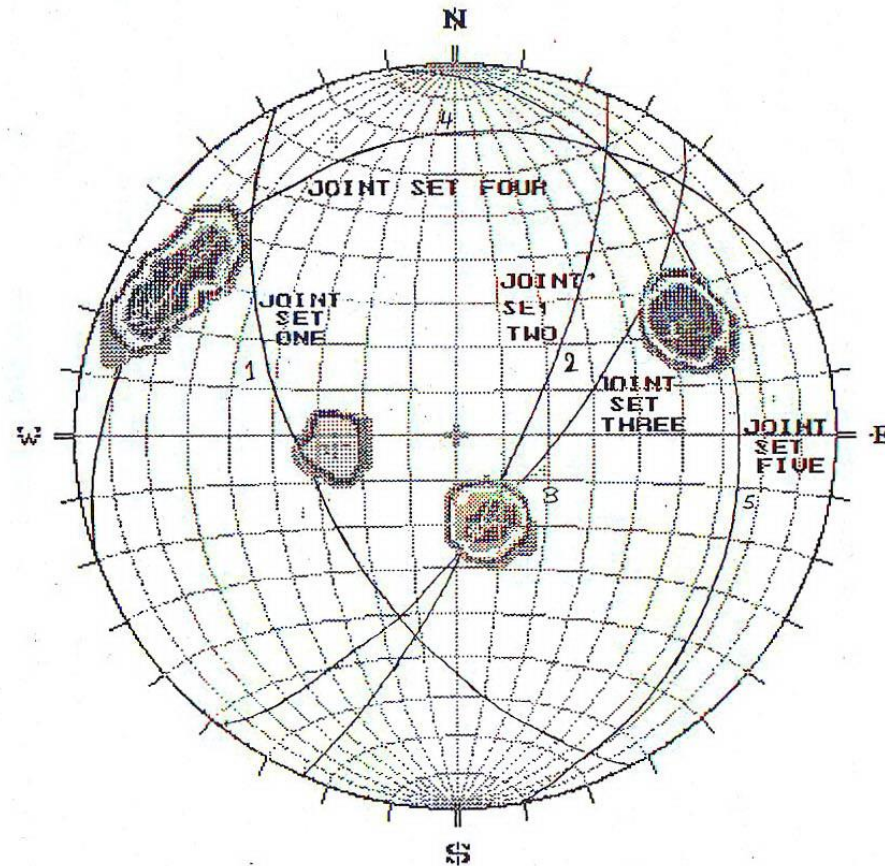
NADANKOV CONSULTING ENGINEERS

ANALYSIS OF ALL DATA 40 poles from 19 entries
 Use caution when utilizing GLOBAL MEAN VECTORS dip/dip dir.
 : Unweighted : 04 / 332
 : Weighted : 04 / 332

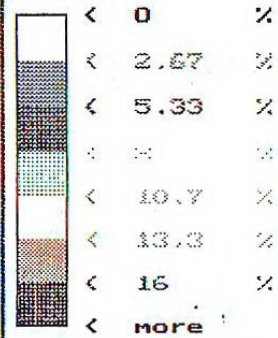


JOINT & FAULT STUDY OF STATION J3 IN DOUST-BEIGLOU AREA

شکل (۱۰-۳)



SCHMIDT POLE
CONCENTRATIONS
% of total per
1.0 % area



EQUAL AREA

LWR. HEMISPHERE

50 POLES
22 ENTRIES

TERZAGHI
CORRECTION

JOINT & FAULT STUDY OF STATION J4 IN DOUST-BEIGLOU AREA

دسته درزه اول منطبق بر گسلي است که از مجاورت ايستگاه مي گذرد و به موازات آبراهه ادامه مي يابد. اين دسته درزه و ناپيوستگي ها از نوع Oblique Joint هستند. تحت تاثير اين گسل ها در اطراف آبراهه اصلي موجود در محدوده، شاهد برونزدهاي بزرگ و وسيعي از توده هاي نفوذي نيمه عميق ائو- اوليگوسن هستيم. دسته درزه دوم و سوم از نوع درزه هاي Cross Joint هستند که منطبق با گسل هايي هستند که با شيب زياد ولکانيك هاي ائوسن را بريده اند. دسته درزه چهارم با هيچ يك از ساختارهاي گسلي موجود در اين بخش انطباق ندارد و مي تواند ناشي از چرخش بلوك به دليل قرار گيري در مجاورت محل تقاطع گسل ها باشد. بررسي هيستوگرام شكل (12-3) نشان مي دهد که حدود 50% از درزه ها شيبی بیش از 60 درجه دارند.

5) ايستگاه J₅ : اين ايستگاه در سمالي ترين بخش محدوده مطالعاتي و زون ساختاري سه قرار گرفته است. در اطراف اين ايستگاه گسل هاي فراواني مشاهده مي شوند که غالباً داراي راستاي شمال شرقي- جنوب غربي هستند. يکي از اين گسل ها از منتهي اليه شرقي ايستگاه عبور مي کند. شيب اين دسته گسل نزديک به عمود و به سمت جنوب شرق است.

بررسي نمودار خطوط تراز (شکل شماره 13-3) نشان مي دهد که در اين ايستگاه چهار دسته درزه قابل تشخيص است. اولين و اصلي ترين دسته درزه داراي روند شمال شرقي- جنوب غربي است و شيبی در حد 85 درجه به سمت جنوب شرق دارد. امتداد اين درزه ها N29E است. اين دسته درزه مطابقت خوبي با مشخصات گسل هاي مورد اشاره نشان مي دهد. دسته درزه دوم هم راستاي شمال شرقي- جنوب غربي دارد و داراي راستاي N46E مي باشد. شيب اين دسته درزه نیز به سمت جنوب شرقي مي باشد. ولي کمتر از شيب دسته درزه اول است. اين دسته درزه نیز انطباق خوبي با برخي گسل هاي دسته موجود در شرق ايستگاه از خود نشان مي دهد. دسته درزه اول و دوم از نوع درزه هاي Cross Joint هستند.

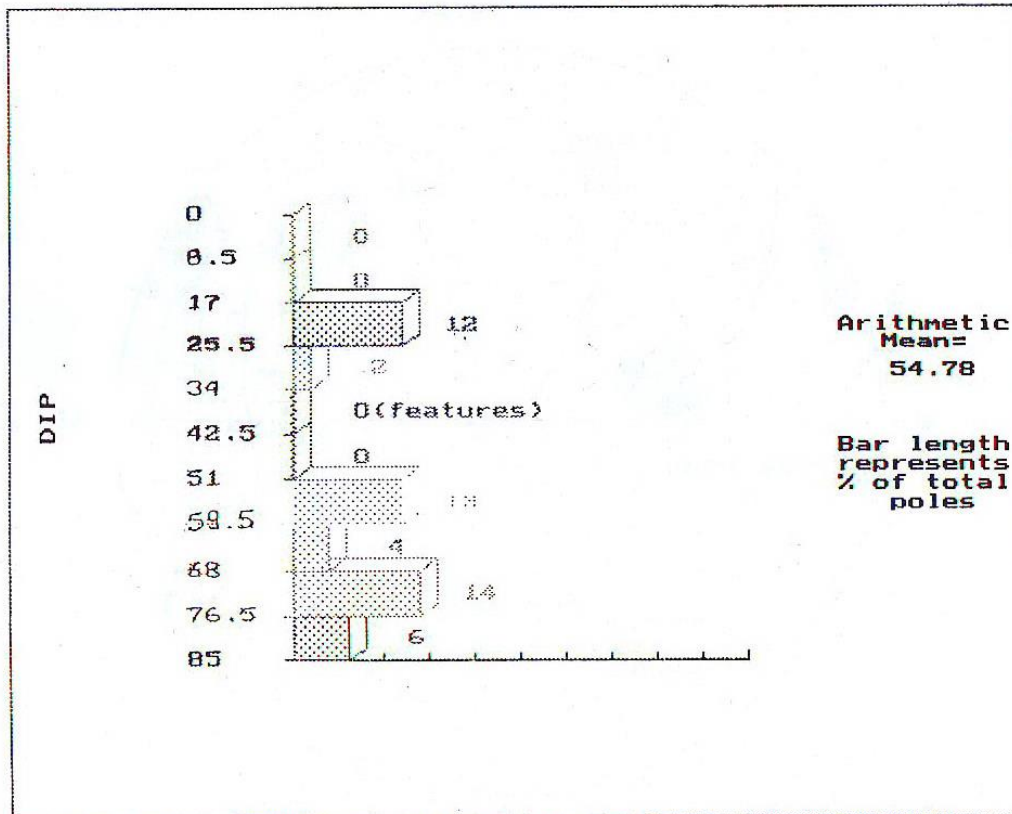
دسته درزه سوم و چهارم داراي راستاي شمال غربي- جنوب شرقي مي باشد. راستاي اين درزه ها حدود N158E مي باشد. تفانت عمده اين دو دسته درزه شيب نزديک به عمود دسته درزه سوم و شيب کمتر دسته درزه چهارم مي باشد. تعدادي گسل که با اين سيستم درزه هماهنگي دارند در نزديک هاي اين ايستگاه شناسايي شده اند.

دسته درزه هاي اول و دوم با دسته درزه هاي سوم و چهارم حالي مزدوج دارند.

MOONKAW CONSULTING ENGINEERS

ANALYSIS OF ALL DATA 50 poles from 22 entries
 Use caution when utilizing GLOBAL MEAN VECTORS dip/dip dir.

Unweighted : 27 / 155
 Weighted : 27 / 155

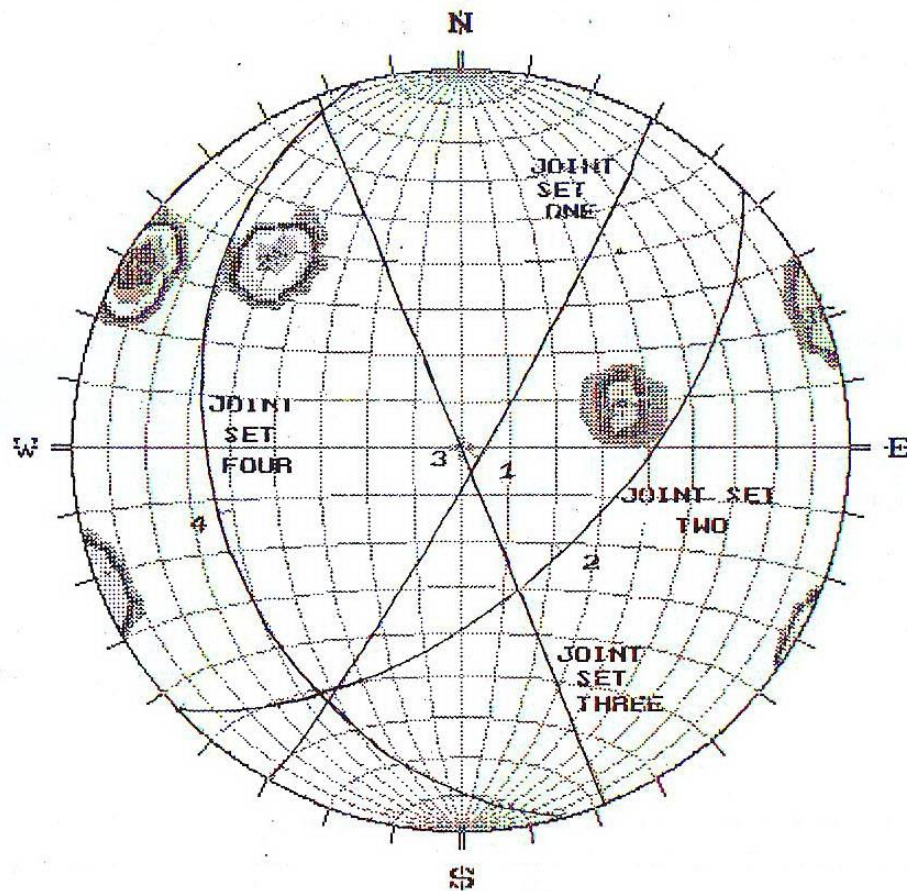


JOINT & FAULT STUDY OF STATION J4 IN DOUST-BEIGLOU AREA

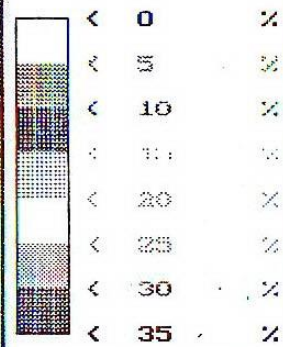
شکل (۱۲-۳)

MADANKAV CONSULTING ENGINEERS

CONTOUR PLOT



SCHMIDT POLE
CONCENTRATIONS
% of total per
1.0 % area



EQUAL AREA

LWR. HEMISPHERE

46 POLES
22 ENTRIES

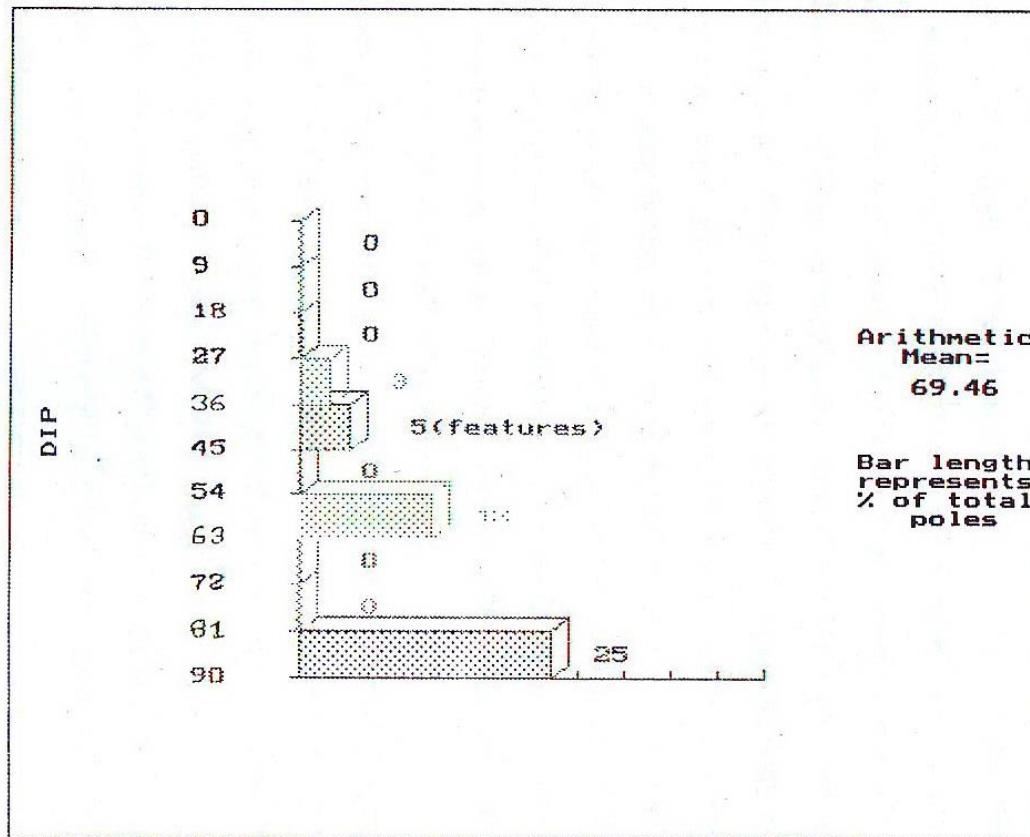
TERZAGHI
CORRECTION

JOINT & FAULT STUDY OF STATION JS IN DOUST-BEIGLOU AREA

شکل (۱۳-۲)

MADANKOV CONSULTING ENGINEERS

ANALYSIS OF ALL DATA 46 poles from 22 entries
 Use caution when utilizing GLOBAL MEAN VECTORS dip/dip dir.
 : Unweighted : 57 / 131
 : Weighted : 57 / 131



JOINT & FAULT STUDY OF STATION JS IN DOUST-DEIQLOU AREA

شکل (۱۴-۳)

نتیجه گرفت ساخت های تکنیکی در منطقه در سه جهت عمده شکل گرفته اند که به ترتیب اهمیت عبارتند از:

الف) راستای شمال غربی- جنوب شرقی که تقریباً در جهت N150E قرار دارند.

ب) راستای شمال شرقی- جنوب غربی که تقریباً در جهت N38E قرار دارند.

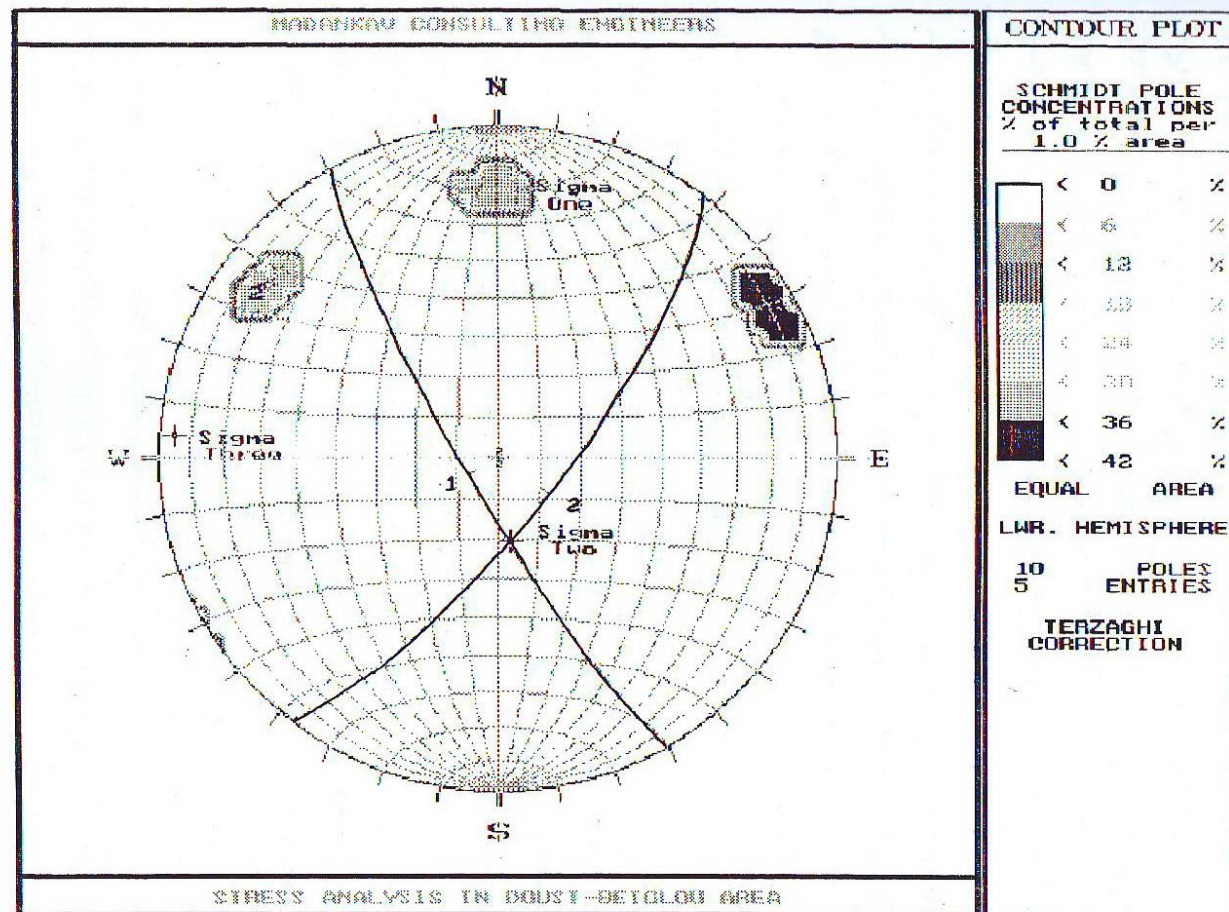
ج) راستای شرقی- غربی که تقریباً در جهت N 89E قرار دارند.

بر اساس مطالعات انجام گرفته که نایج آن بیشتر ارائه شده است این گسل ها و ناپیوستگی ها اغلب دارای شیب تند و بیش از 70 درجه هستند و با عنایت به اینکه جهت شیب ناپیوستگی های دسته "الف" به سمت جنوب غرب و جهت شیب ناپیوستگی های گروه "ب" به سمت جنوب شرقی است ، می توانیم تحلیل تنش ها را انجام دهیم.

با توجه به هندسه بردارهای تنش وارده به هر ناحیه سه تنش بیشینه σ_1 ، کمینه σ_3 و حد واسط σ_2 وارد می شود. این سه تنش در سه بعد فضایی عمل می کنند و بر هم عمودند. چنانچه سطحی آن چنان قرار گرفته باشد که به موازات دو تنش از تنش های سه گانه فوق باشد، بر این سطح فقط يك تنش نرمال Normal Stress عمل می کند که همان تنش سوم است. بر روی هر سطح دیگری که در وضعیت متفاوت قرار گرفته همیشه و در همه حال دو مولفه تنش عمل می کنند که شامل يك تنش نرمال σ_n که مقدارش بین σ_1 و σ_3 می باشد و نیز يك تنش برشی (τ) Shear Stress که به موازات سطح مورد نظر عمل می کند. شدت σ و τ هم به میزان تنش های وارده و هم به نحوه قرار گرفتن سطح مورد نظر نسبت به این تنش ها بستگی دارد. به طور کلی گسلیدن و ایجاد درزه يك پدیده برشی Shearing است. بنابراین در بررسی درزه ها و گسل ها سطوحی که بر روی آنها تنش های مماسی به بیشترین میزان خود می رسد (τ_{Max}) مورد توجه خاص قرار می گیرند. بیشترین تنش های برشی همیشه بر روی سطوحی به موازات σ_2 هستند تشکیل می شوند.

همانطوریکه در شکل (3-15) نشان داده شده است محل تقاطع دو دسته ناپیوستگی اصلی "الف" و "ب" محل اثر و یا عبور محور تنش σ_2 است. صفحه ای که از مرکز تجمع قطب های این دو دسته ناپیوستگی بگذرد، دربرگیرنده تنشهای σ_1 و σ_3 است. در صورتیکه زاویه بین دو دسته درزه مانند این مورد حاده باشد نقطه اثر σ_1 بر روی و بر روی σ_3 و بر روی منصف زاویه حاده بین دو دسته درزه قرار میگیرد. به فاصله 90 درجه از نقطه اثر σ_1 و بر

روي همان صفحه $\sigma_1\sigma_3$ نقطه اثر تنش σ_3 قرار گرفته است. در صورتیکه زاویه بین دو دسته درزه منفرجه باشد جاي σ_1 و σ_3 با یکدیگر عوض خواهد شد.



شکل (۱۵-۳)

بر این اساس و با توجه به داده های اخذ شده در شکل (15-3) این تحلیل انجام شد و مشخص گردید که تنش بیشینه σ_1 در راستای شمالی- جنوبی و از جنوب به شمال وارد شده است. تنش کمینه σ_3 در راستای شرقی- غربی و از شرق به غرب اعمال شده است. تنش حد واسط در راستای عمود برای این دو با شیبی در حدود 69 درجه وارد آمده است.

$$\begin{array}{ccc} \sigma_1 & \text{Trend: } 4^\circ & \sigma_2 & \text{Trend: } 172^\circ & \sigma_3 & \text{Trend: } 274^\circ \\ & \text{Plung: } 20^\circ & & \text{Plung: } 69^\circ & & \text{Plung: } 5^\circ \end{array}$$

نتیجه گیری از چنین سیستم اعمال تنشی این است که شکستگی ها، گسلها و درزه و شکاف ها عموماً از نوع امتداد لغز Strike Slip Faults هستند. البته خط لغزش آنها بر روی صفحه گسل حالتی بینابینی و مورب لغز دارد چون σ_2 کاملاً عمود نیست. به نظر میرسد این گسلها از نوع راست بر می باشند.

این سیستم اعمال نیروها کاملاً با آنچه در سرگذشت تکتونیکی منطقه گفته شده مطابقت دارد چراکه در اثر حرکت مینی کراتون آذربایجان به سمت شمال و فشرده شدن آن به صفحه قفقاز نیروی عظیمی که همان σ_1 است در جهت شمال- جنوب و به سمت شمال پدید می آید که می تواند باعث ایجاد چین خوردگیها و گسل خوردگیهای منطقه شود.

3-7) ارتباط تکتونیک با کانه سازی و آلتراسیون

با توجه به کلیه مطالب ارائه شده می توان گفت بارزترین سیستم گسلی موجود در منطقه گسل های دارای راستای شمال غربی- جنوب شرقی (N150E) می باشند. این سیستم گسل دارای یک سیستم مزدوج Conjugate با راستای شمال شرقی- جنوب غربی (N38E) است. سیستم گسلی سوم دارای راستای شرقی- غربی است و به نظر می رسد قدیمتر از دو سیستم گسلی دیگر باشد. این سیستم گسل عمدتاً در فوران گدازه ها و سنگ های ولکانیکی نقش داشته است. سیستم گسل های اول و دوم قدری جوانتر هستند و غالباً ولکانیک های ائوسن را بریده اند. این گسل ها از نوع امتداد لغز عمیق و با شیب تند و نزدیک به عمود هستند. با توجه به این مشخصات معبر خوبی برای جایگزینی توده های نیمه عمیق (ساب ولکانیک ها) ائو- اولیگوسن بوده اند. این گونه سنگها بصورت بارزی در منطقه در طول این گسل ها به خصوص گسل های شمال غربی- جنوب شرقی گسترش یافته اند و توسط آنها کنترل می شدند. این توده های نیمه عمیق

اکثراً به صورت گنبد (Dome) هستند و گاه به سطح زمین نیز نرسیده اند. آثار چند گنبد آذرین که به سطح نرسیده اند در جنوب و شمال محدوده شناسایی شده است.

از طرف دیگر وجود چنین گسل های عمیق و عمودی، معبري ایده ال برای نفوذ محلولهای هیدروترمال بوده است و باعث آلتراسیون گسترده در محدوده مطالعاتی شده است. آنچه مهم است این نکته است که در محل تقاطع این سیستم های گسلی به طور محسوسی گسترش و شدت آلتراسیون افزایش می یابد. داده های مربوط به درزه نگاری نیز به خوبی مؤید مطالب فوق است.

عکس شماره (3-4) یکی از گسل های سیستم گسلی اول را در شمال محدوده مطالعاتی نشان می دهد. نفوذ محلولهای هیدروترمال و ایجاد دگرسانی در سنگهای اطراف به وضوح مشهود است.



عکس شماره (۴ - ۳): نفوذ محلولهای گرمایی از شکستگیهای سیستم گسلی نوع اول و ایجاد دگرسانی در سنگهای شمال محدوده مطالعاتی

نکته دیگر اینکه در محل تقاطع گسل ها که با شدت آلتراسیونهای بیشتری مواجه هستیم، سنگها حالتی خرد شده Shattered دارند. به طوریکه تشخیص ادامه روند گسل ها در این بخشها بسیار دشوار می باشد. این بخشها دارای رفتاری از نوع Ductile هستند. به نظر می رسد که این خردشدگی شدید فقط زمانی ناشی از سیستمهای درزه و شکاف تکتونیکی نباشد. این پدیده به احتمال زیاد ناشی از فشارهای هیدرولیکی است که در اثر فشار محلولهای هیدروترمال پدید آمده است. به عبارتی دیگر محلولهای گرمایی در ابتدا با تبعیت از درزه و شکافها و گسلهای ساختمانی به داخل سنگهای اطراف تزریق شده اند در مراحل بعدی در اثر فشار هیدرولیک آنها ضمن بازتر شدن درزه و شکافهای قبلی درزه های جدیدی که از قوانین هیدرولیک پیروی می کنند در راستاهای گوناگون پدید آمده اند نتیجه این فرایند پدید آمدن بخشهای خرد شده و آلتره شدید در محدوده مطالعاتی می باشد.

فصل چهارم

پتروگرافي و رده بندي شيميايي سنگ هاي آذرین منطقه

4-1) مقدمه

سنگهاي آذرین محدوده مطالعاتي از ولکانیک هاي ائوسن به همراه توده هاي نیمه عمیق (Subvolcanic) كوچك ائو- اليگوسن تشكيل شده است. سنگهاي ولکانيكي ائوسن بخش عمده منطقه را پوشش مي دهند. بیشتر این سنگها تحت دگرسانی قرار گرفته اند بطوریکه قسمت اعظم نمونه هاي اخذ شده تا حدي تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند که کانیهای اولیه آنها در زیر میکروسکوپ به سختي يا اصلاً قابل تشخیص نیستند. از این رو نامگذاری آنها بصورت احتمالي و بر اساس سنگ اولیه صورت پذیرفته است. شایان ذکر است قسمتهای تفکیک شده مربوط به این گروه از سنگها در روی نقشه زمین شناسی پیوستی بر اساس رخساره هاي دگرسانی نامگذاری شده است. تشخیص رخساره دگرسانی براساس مطالعات میکروسکوپی و آزمایشهای X.R.D انجام پذیرفته که در فصل مربوط به آلتراسیون منطقه به آن خواهیم پرداخت.

با عنایت به اینکه اغلب سنگهاي آذرین منطقه، ولکانيكي مي باشند و تشخیص نوع و مقدار کانیها موجود در خمیره آنها با مشکل روبرو است. لذا رده بندي شيميايي و نورماتیو این سنگه میتواند راهنمای مناسبی در کنار بررسیهای میکروسکوپی جهت نامگذاری آنها باشند. از سوي دیگر به لحاظ اینکه اغلب سنگهاي محدوده مورد مطالعه تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند و مقادیر اکسیدهای اصلی آنها تغییر کرده است لذا در این صورت نمی توان فقط به رده بندي شيميايي و نورماتیو آنها اکتفا نمود و بایستی با توجه به جمع بررسیها در این مورد قضاوت نمود.

4-2) رده بندي نورماتیو و شيميايي

4-2-1) رده بندي نورماتیو

این رده بندي بر اساس درصد کانیهای مجازی محاسبه شده از روی نتایج تجزیه شيميايي صورت مي پذیرد. شایان ذکر است محاسبه نورم به روشهای مختلفی انجام میگردد که متداول

ترین آنها روش CIPW میباشد. جدول (4-1) درصد کانیهای نورم سنگهای آذرین محدوده مطالعاتی را نشان می دهد.

محققین بسیاری سعی کرده اند با استفاده از درصد کانیهای نورم و انجام برخی از محاسبات به تقسیم بندی سنگهای آذرین بپردازند. یکی از روشهای رده بندی نورماتیو، رده بندی فلیکس شایز (Felix chayas,1981) میباشد. این رده بندی موافق با دیاگرام مدال اشتریکایزن در مورد سنگهای ولکانیکی میباشد. ولی بجای استفاده از تجزیه مدال باید از کانیهای نورماتیو استفاده نمود. شایز پارامترهای چهارضلعی QAPF را از روی کانیهای نورماتیو محاسبه شده به روش CIPW را بصورت زیر معرفی کرده است.

$$A = \frac{or}{sal} \quad P = \frac{(an + ab)}{sal} \quad F = \frac{(ne + lc)}{sal}$$

$$Q = \frac{q}{sal}$$

$$Sal = q + ne + lc + or + ab + an$$

شکل 4-1 دیاگرام اشتریکایزن (پیشنهاد شده از سوی IUGS, 1989) در مورد سنگهای ولکانیکی را نشان می دهد.

4-2-2 رده بندی شیمیایی

در رده بندی شیمیایی، نامگذاری سنگها با توجه به درصد وزنی عناصر اصلی با اکسیدهای موبوطه و یا ترکیبی از آنها صورت می پذیرد.

جدول شماره (۴-۱): نتایج محاسبه کانیهای نورم به روش CIPW برای سنگهای ولکانیکی محدوده دوستیگلر

Sample No	q	or	ab	an	di	hy	mt	wo	hem	ap	C	il	ne	ol
X2(P31)	5.17	6.91	33.59	27.62	1.70	20.23	2.93	—	—	0.93	—	0.91	—	—
X6(P3)	15.89	25.88	40.19	3.02	4.73	—	3.04	2.84	0.72	0.63	—	3.06	—	—
X8(P15)	30.89	22.22	32.66	8.43	—	1.39	1.32	—	0.59	0.37	0.47	1.65	—	—
X9(P28)	2.90	11.29	39.18	19.23	7.21	15.14	2.96	—	—	1.14	—	0.95	—	—
X10(P13)	6.34	4.67	23.52	26.94	11.96	20.79	3.55	—	—	0.58	—	1.65	—	—
X11(P2)	16.74	19.27	22.25	24.03	1.16	8.25	3.09	—	—	1.90	—	3.32	—	—
X12(P6)	7.42	13.71	39.43	13.76	11.06	6.05	4.52	—	—	1.07	—	3.00	—	—
X14(P29)	—	26.42	16.05	16.33	12.38	—	3.81	—	—	1.27	—	2.05	9.18	12.5
X15(P30)	13.71	15.48	22.76	25.67	—	16.06	3.31	—	—	0.93	0.69	1.39	—	—
X16(P31)	—	22.40	21.33	11.26	15.88	—	3.52	—	—	1.04	—	1.65	14.76	8.16

Quartz: q
Orthoclase: or

Albite: ab
Anorthite: an

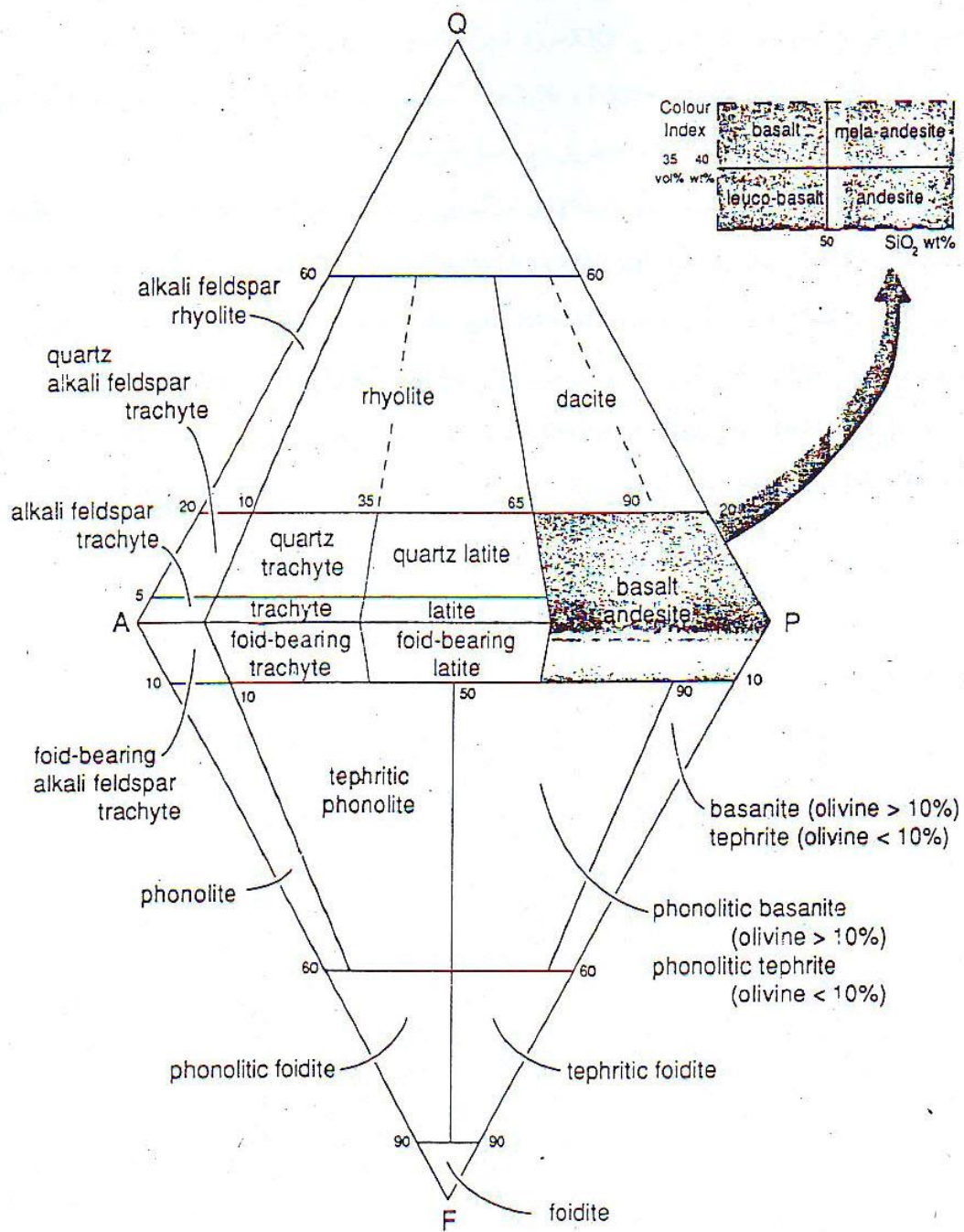
Diopside: di
Hyperstene: hy

Magnetite: mt
Wollastonite: wo

Hematite: hem
Apatite: ap

Corundum: ap
Ilmenite: il

Nepheline: ne
Olivine: ol



شکل (۱-۴): دیاگرام اشتراک‌ایزن در مورد سنگ‌های ولکانیکی
(پیشنهادی شده از سوی IUGS، ۱۹۸۹)

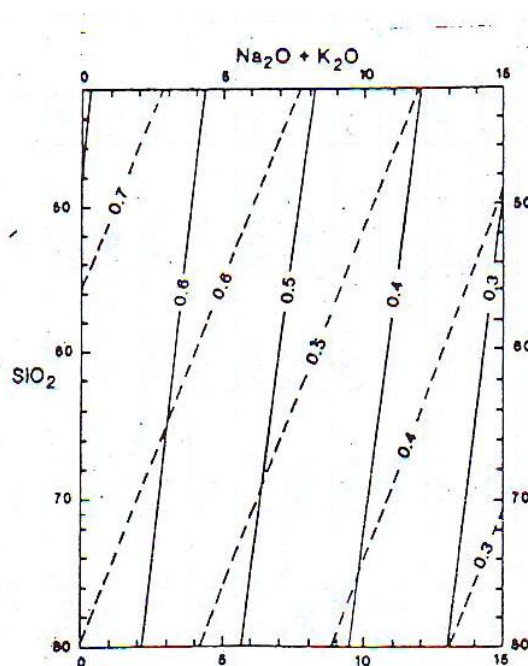
جدول (4-2) و (4-3) نتایج تجزیه شیمیایی سنگهای ولکانیکی منطقه را برای عناصر اصلی ، فرعی و کمیاب که به روش XRF مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته اند را نشان می دهد. برای تعیین دقیق مقادیر $\text{FeO}\%$ و $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$ که در تجزیه XRF آهن بصورت آهن کامل کل (Fe_2O_3 Total) اندازه گیری شده به طریق زیر عمل می نمایم:

لومتر (1976) مسئله اکسیداسیون سنگهای ماگمایی را دقیقاً مورد مطالعه قرار داد. وی مقدار نسبتهای اکسیداسیون (درصد $\text{FeO}\% / \text{Fe}_2\text{O}_3\%$) سنگهای آذرین را با توجه به نمودار سیلیس آلکان شکل (4-2) از 38% تا 77% متغیر نشان داد که می توان با بدست آوردن این نسبت و دانستن مقدار آهن کل مقادیر درصد وزنی $\text{FeO}\%$ و $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$ را محاسبه نمود.

از طرفی (Irvine & Baragar, 1971) حد فوقانی $\text{Fe}_2\text{O}_3\%$ را با استفاده از معادله

$$= 1.5 + \text{TiO}_2\%$$

$\text{Fe}_2\text{O}_3\%$ محاسبه می نمایند.



شکل (۲- ۴): نمودار سیلیس- آلکان، که در آن خطوط نسبتهای اکسیداسیونهای مساوی (درصد $\text{FeO}\% / \text{Fe}_2\text{O}_3\%$) در مورد سنگهای آذرین درونی با خطوط ممتد و در مورد سنگهای آتشفشانی با خطچین نشان داده شده است. (نقل از لومتر ۱۹۷۶)

جدول شماره (۴-۲): نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی در سنگهای ولکانیکی محدوده دوست‌بیگلر

Sample No	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %
X1	70.02	0.42	14.76	0.91	0.99	0.03	3.04	5.35	3.28	1.09	0.09
X2	56.82	0.48	17.92	2.02	4.75	0.04	5.91	6.52	3.97	1.17	0.40
X3	73.91	0.66	13.86	1.52	1.22	0.02	0.22	1.14	3.07	4.27	0.09
X4	74.12	0.27	14.27	1.28	1.03	0.01	0.21	1.41	3.09	4.17	0.13
X5	73.77	1.03	13.74	1.23	1.02	0.03	0.83	1.35	3.22	3.71	0.08
X6	65.68	1.61	13.66	2.82	2.34	0.05	0.88	3.56	4.75	4.38	0.27
X8	72.21	0.87	13.98	1.50	1.15	0.04	0.56	1.91	3.86	3.76	0.16
X9	57.67	0.50	16.73	2.04	4.58	0.03	5.09	6.32	4.63	1.91	0.49
X10	55.14	0.87	15.30	2.45	5.89	0.25	7.52	8.75	2.78	0.79	0.25
X11	60.37	1.75	16.66	2.13	2.54	0.38	3.24	6.22	2.63	3.26	0.82
X12	58.43	1.58	15.22	3.12	4.90	0.60	2.63	6.10	4.66	2.32	0.46
X14	49.94	1.08	17.24	2.63	8.06	0.77	4.34	7.02	3.90	4.47	0.55
X15	59.03	0.73	17.36	2.28	5.61	0.07	3.50	5.70	2.69	2.62	0.40
X16	51.44	0.87	17.67	2.43	7.15	0.06	3.67	6.72	5.74	3.79	0.45

جدول شماره (۳-۴): نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای فرعی و عناصر کمیاب در سنگهای ولکانیکی محدوده دوست‌بیگلو

Sample No.	Cu PPM	Zn PPM	As PPM	Rb PPM	Sr PPM	Y PPM	Zr PPM	Nb PPM	Mn PPM	Sb PPM	Ba PPM	W PPM	Pb PPM	Bi PPM
X1	4.6	25	44	29	583	19	121	8.2	3.6	2.6	766	2.8	109	1.6
X2	48	121	19	64	421	12	184	8.3	3.8	0.86	689	0.26	34	0.22
X3	43	11	39	147	242	2.4	202	0.71	2.9	2.3	356	2.6	35	1.2
X4	7.1	26	53	186	267	9.8	241	0.78	4.2	1.5	364	2.9	112	1.6
X5	6.9	17	60	182	284	13	244	0.76	4.5	0.41	633	2.4	72	1.9
X6	167	114	11	211	235	33	399	11	6.2	3.1	473	1.2	26	0.17
X8	192	252	18	177	296	3.8	154	0.53	5.9	0.76	432	0.79	34	0.24
X9	58	154	29	73	610	19	178	3.2	3.3	0.57	745	0.81	52	0.28
X10	71	145	9	23	501	12	182	4	2.4	2.1	484	0.3	31	0.15
X11	1200	357	12	55	686	9.2	167	4.5	63	31	827	10	104	36
X12	382	2400	17	51	731	12	121	15	22	42	802	12	100	41
X14	43	395	21	36	828	22	120	3.2	3.5	2.2	790	0.85	14	2.56
X15	137	103	0.88	69	858	19	165	25	4.7	1.2	983	0.26	13	0.26
X16	37	129	0.98	45	907	12	112	8.7	2.2	0.92	868	0.64	17	0.12

باتوجه به موارد بالا اگر مقدار % Fe_2O_3 محاسبه شده از حد فوقانی ایوین و بارگارا کمتر بود در مقدار % Fe_2O_3 تغییری داده نمی شود. ولی چنانچه مقدار % Fe_2O_3 بیشتر از این حد باشد معادل این مقدار اضافی را به عنوان % FeO بصورت زیر محاسبه میگردد:

$$\text{FeO}\% = (\text{Fe}_2\text{O}_3\% \text{ Total} - \text{Fe}_2\text{O}_3\%) \times 0.9$$

شایان ذکر است که درصد وزنی اکسیدهای عناصر اصلی تمامی سنگهای تجزیه شده پس از کس میزان افت حرارتی (L.O.I) مجدداً بر مبنای صددرد محاسبه و در جدول (2-4) گزارش گردیده اند. سنگهای ولکانیکی منطقه مطالعاتی را با توجه به ترکیب آنها می توان در طبقه بندی های مختلف نامگذاری کرد که مهمترین این طبقه بندی ها عبارتند از:

4-2-2-1) تقسیم بندی دلاروش و همکاران (De La Reche et al, 1980)

دلاروش و همکاران (1980) نمایی از تقسیم بندی سنگهای آذرین را که اساس آن بر نسبتهای کاتیونی آنها بوده و بصورت میلی کاتیون بیان میشود، پیشنهاد نمودند. داده ها بر روی یک نمودار دو بعدی که مولفه های X و Y آن به ترتیب R_1 و R_2 هستند ترسیم میگردند. جدول 4-4 تعریف و نحوه محاسبه مولفه های مذکور را برای یک نمونه نشان میدهد.

جدول (۴ - ۴): مثالی از نحوه محاسبه پارامترهای R_1 و R_2

	Weight percent oxide	Molecular weight, M.W.	Number of cations	Cationic proportions	Millications per 100 g
SiO_2	73.60	60.09	x 1	1.225	1,225
TiO_2	0.10	79.90	x 1	0.001	1
Al_2O_3	13.17	101.96	x 2	0.258	258
Fe_2O_3	0.99	159.69	x 2	0.012	12
FeO	1.61	71.85	x 1	0.022	22
MgO	0.06	40.30	x 1	0.001	1
CaO	0.70	56.08	x 1	0.012	12
Na_2O	3.69	61.98	x 2	0.119	119
K_2O	5.38	94.20	x 2	0.114	114

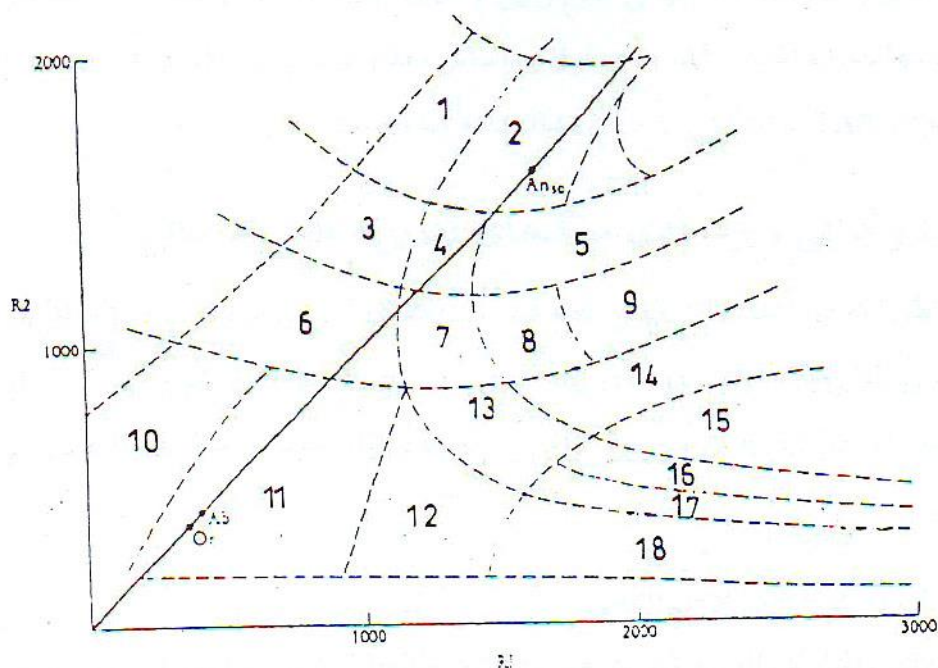
$$R_1 = 4\text{Si} - 11(\text{Na} + \text{K}) - 2(\text{Fe} + \text{Ti})$$

$$= 4900 - 11(233) - 2(12 + 22 + 1) = 2267$$

$$R_2 = 6\text{Ca} + 2\text{Mg} + \text{Al}$$

$$= 72 + 2 + 258 = 332$$

شکل 3-4 نمودار R_1-R_2 دلاروش و همکاران (1980) را نشان می دهد.



شکل (۳ - ۴): نمودار R_1-R_2 دلاروش و همکاران (۱۹۸۰)

سنگهای درونی: ۱-آلکالی گابرو ۲- اولیوین گابرو ۳-سینو گابرو ۴- مونزو گابرو ۵- گابرو ۶- سینودیوریت ۷- مونزونیت ۸- مونزودیوریت ۹- دیوریت ۱۰- نفلین سینت ۱۱- سینیت ۱۲-کوارتز سینیت ۱۳- کوارتز مونزونیت ۱۴- تونالیت ۱۵ – گرانودیوریت ۱۶- مونزوگرانیت ۱۷- سینوگرانیت ۱۸- آلکانی گرانیت

سنگهای بیرونی: ۱- آلکانی بازالت ۲- اولیوین بازالت ۳- تراکی بازالت ۴ - لاتی بازالت ۵- بازالت ۶- تراکی آندزیت ۷-لاتیت ۸- لاتی آندزیت ۹- آندزیت ۱۰- نفلین تراکیت ۱۱- تراکیت ۱۲- کوارتز تراکیت ۱۳- کوارتز لاتیت ۱۴و ۱۵- داسیت ۱۶- لاتی ریولیت ۱۷- تراکی ریولیت ۱۸- آلکانی ریولیت

۴-۲-۲-۲ رده بندی TAS (1989)

این رده بندی توسط اتحادیه جهانی علوم جهانی زمین (IUGS, 1989) جهت طبقه بندی سنگهای آذرین بیرونی پیشنهاد شده است. طبقه بندی فوق بر اساس مقدار سیلیس و آلکالن سنگها طراحی شده است. نمودار TAS در شکل (4-4) نشان داده شده است.

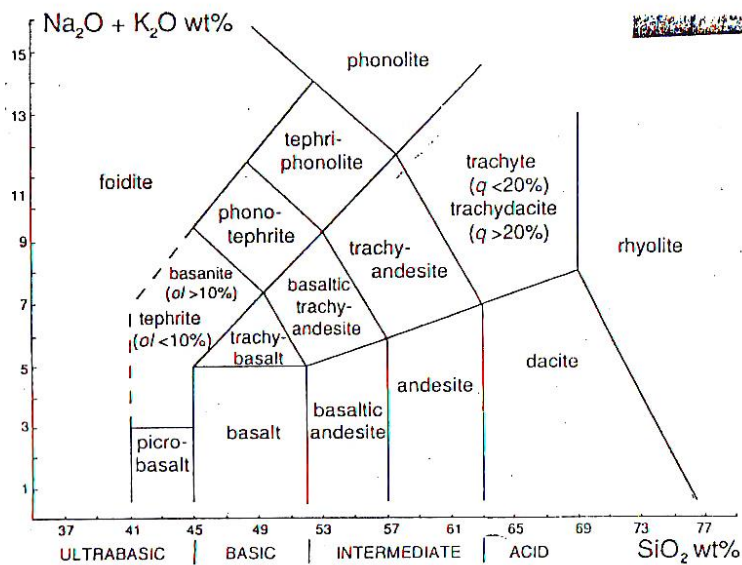
3-4) پتروگرافی و رده بندی سنگ های آذرین منطقه مطالعاتی

همانطوریکه در ابتدای فصل گفته شد، سنگهای آذرین محدوده مطالعاتی از ولکانیک های ائوسن بالایی به همراه توده های نیمه عمیق (Subvolcanic) کوچک ائو-الیگوسن تشکیل شده اند. در ذیل به بررسی پتروگرافی ورده بندی واحدهای مختلف ناحیه مورد مطالعه می پردازیم.

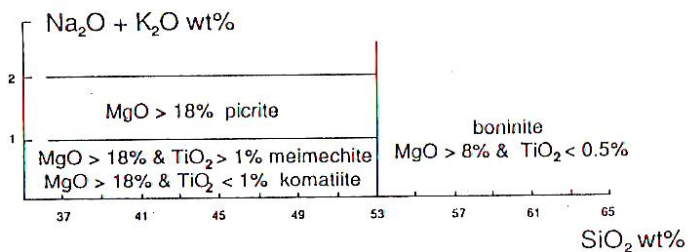
1-3-4) ولکانیک های ائوسن بالایی

سنگهای ولکانیک ائوسن قسمت عمده منطقه مطالعاتی را می پوشاند. این سنگهای ولکانیکی در بیشتر قسمتها تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند. شدت دگرسانی در نواحی مختلف، متفاوت بوده به طوریکه در بعضی نقاط این سنگها بافت و ساخت اولیه خود را حفظ نموده و در دیگر نواحی به کلی دگرسان شده اند. در مورد سنگهایی که شدیداً تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند در فصل آلتراسیون منطقه به بررسی نوع و شدت دگرسانی آنها می پردازیم. محدوده پوشش داده شده توسط این گروه از سنگها در نقشه زمین شناسی پیوستی به صورت رخساره دگرسانی مربوط به آ «ه مشخص شده است. تعیین نام سنگهای ولکانیکی که تحت تاثیر آلتراسیون قرار گرفته اند به لحاظ دگرسانی کانیهای موجود در آ « بسیار مشکل می باشد. با این وجود مطالعات پتروگرافی سنگ اولیه این گروه از سنگهای ولکانیکی منطقه را تراکی آندزیت تا آندزیت با دقت پورفیری نامگذاری نموده است.

در بعضی از نواحی ولکانیکهای ائوسن تا حدودی سالم باقی مانده و کمتر تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند. این ولکانیک ها بیشتر در جنوب محدوده مطالعاتی رخنمون دارند. علاوه بر این، رخنمونهای کوچکی از این سنگها به صورت پچ و پراکنده در بین ولکانیک های دگرسان شده دیده می شوند که نشانگر عدم تاثیر محلولهای گرمایی تحت شرایط ویژه (احتمالاً تکتونیکی) بر روی آنها می باشد.



(ii) TAS



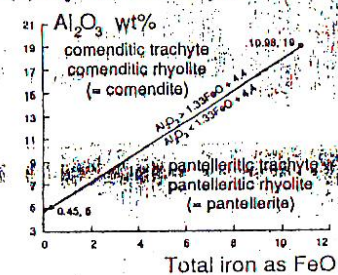
(i) "high-Mg" rocks (to be excluded before using TAS)

شکل (۴-۴): نمودار طبقه بندی سنگهای آذرین بیرونی TAS (۱۹۸۹)

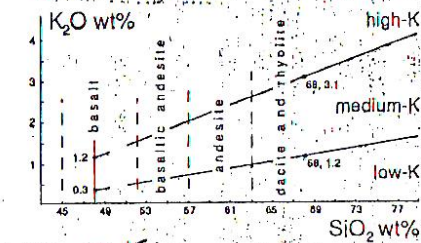
(a) trachybasalt, basaltic trachyandesite & trachyandesite

	trachybasalt	basaltic trachyandesite	trachyandesite
$\text{Na}_2\text{O} - 2.0 \geq \text{K}_2\text{O}$	hawaiite	mugearite	bepmoreite
$\text{Na}_2\text{O} - 2.0 \leq \text{K}_2\text{O}$	potassic trachybasalt	shoshonite	latite

(b) rhyolite & trachyte



(c) basalt, basaltic andesite, andesite, dacite & rhyolite



این واحد بر روی نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (E_{vt}) مشخص و جنس آن تراکی آندزیت تعیین گردیده است. از رخنمون سنگهای (کمتر دگرسان شده) این واحد سه نمونه مورد مطالعه پتروگرافی و رده بندی شیمیایی قرار گرفته است که در زیر به ارائه نتایج این مطالعات می پردازیم:

نمونه شماره P_2 از رخنمون ولکانیک های ائوسن بالایی در جنوب غربی محدوده مطالعاتی برداشته شده است. این نمونه سنگی ولکانیکی به رنگ تیره و دانه ریز می باشد. مطالعات پتروگرافی بافت اولیه این نمونه را پورفیری و کانیهایی موجود در آن را به صورت زیر تشخیص داده است:

الف) پلاژیوکلاز: این کانی در اثر دگرسانی به سرسیت و نیز آلبیت و کربنات (کلسیت) تبدیل شده و فقط قالب آن باقی مانده است.

ب) فلدسپات آلکالی: این کانی در اثر دگرسانی به سرسیت و کانیهایی رسی و کوارتز تبدیل شده است.

ج) به نظر می رسد در سنگ اولیه کانیهایی مافیک مانند پیروکسن و بیوتیت به صورت فنوکریست وجود داشته است ولی هم اکنون تمام آنها دگرسان شده اند و جای آنها را کانیهایی ثانویه گرفته است.

د) کانیهایی اوپاک

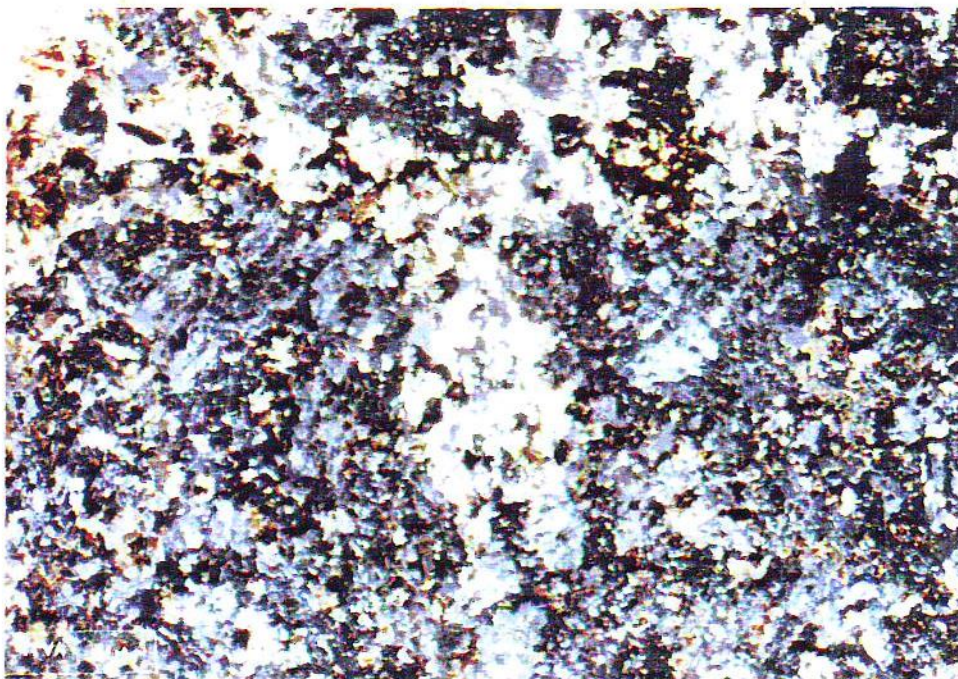
ه) کانیهی ثانویه عبارتند از سرسیت، کوارتز، آلبیت، کلسیت، کلریت، کانیهایی رسی و کانیهایی اوپاک

- رخساره دگرسانی: پاراژنز دگرسانی در این سنگ عبارتند از سرسیت، آلبیت، سیلیس، کلریت، کانیهایی اوپاک. ولی می توان گفت رخساره دگرسانی در این سنگ سرسیتی است.

- نام سنگ: با توجه به کانی شناسی سنگ می توان گفت سنگ اولیه احتمالاً تراکی آندزیت بوده است.

عکس شماره 4-1 نمایی میکروسکوپی مقطع نمونه شماره P_2 را نشان می دهد. در این عکس کلسیتی شدن پلاژیو کلازها مشهود است.

رده بندی نورماتیو نمونه شماره P_2 با توجه به روش فلیکس شایز و با استفاده از دیاگرام اشتريکایزن، این سنگ را آندزیت قلمداد می نماید. همچنین در رده بندی شیمیایی این نمونه در محدوده آندزیت نمودارهای دلاروش و همکاران و نیز TAS نقطه یابی می شود.



عکس (۱-۴): نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه شماره P₂ که در آن کلسیتی شدن پلاژیوکلازها دیده می‌شود. نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

نمونه شماره P₂ از رخنمون های ائوسن بالایی در جنوب- جنوب شرق محدوده مطالعاتی برداشته شده است. این نمونه سنگی ولکانیکی به رنگ تیره و دانه ریز می باشد. مطالعات پتروگرافی بافت اولیه این نمونه را پروفیری و کانیهای موجد در آن را به صورت زیر تشخیص داده است.

- فنوکریست ها:

الف) پلاژیوکلاز: پلاژیوکلازها غالباً آلبیتی±سرسیت(موسکویت دانه ریز)±کلریت و اکسیدهای آهن (در شکستگیها و درزه ها)±کربنات(کلسیت) شده اند.

ب) کانیها مافیک اولیه: این کانیها تماماً به کلزیت، کربنات و کانیهای اوپاک (منجمله اکسیدهای آهن)، لوکسین و بیوتیت بدل شده اند.

-زمینه سنگ: بر اثر دگرسانی زمینه اولیه(ریزدانه-شیشه ای) کاملاً توسط کانیهای ثانویه مانند سرسیت، کلریت، کربنات، مواد اوپاک (لوکوسین±اکسیدهای آهن) و بیوتیت جانشین شده است.

- نام اولیه سنگ احتمالاً تراکی آندزیت می باشد.

-دگرسانی: بیوتیت زایی، سرسیت زایی (متاسوماتیسم پتاسیک)، الیت زایی (متاسوماتیسم سدیک)، کربنات زایی و اکسیداسیون $\pm$ کلرایتیزاسیون
به علاوه تأثیرات دینامیکی در سنگ در سنگ تحت تأثیر تنش Stress وارده بر سنگ قابل ملاحظه است.

رده بندی نوروماتیو نمونه شماره P_6 باتوجه به ورش فلیکس شایز وبا استفاده از دیاکرام اشتريکایزن، این سنگ را آندزیت معرفی می نماید همچنین در رده بندی شیمیایی به روش دلاروش و همکاران این نمونه لاتی آندزیت نامگذاری شده و در نمودار TAS در محدوده تراکی آندزیت نقطه یابی می شود.

نمونه شماره P_{12} از رخنمون ولکانیک های ائوسن جنوب محدوده مطالعاتی برداشته شده است. این نمونه سنگی به رنگ تیره ودانه ریز می باشد. مطالعات پتروگرافی، مشخصات زیر را براین نمونه ارائه نموده است.

- بافت اولیه: پورفیری باخمیره میکروگرانولر

- کانیهها

الف) (پلاژیوکلاز: پلاژیوکلازها غالباً سرسیتی، آلبیتی و کربناتی شده اند.

ب) فلدسپات آلكالين: این کانی در اثر دگرسانی به سرسیت تبدیل شده است.

ج) کانیههای اوپاک: حدود 5 درصد از حجم سنگ را تشکیل می دهند و عموماً اولیه هستند.

د) کوارتز: کوارتز به صورت دانه ریز درخمیره موجود می باشد. بعضی از کوارتزها ثانویه هستند.

ه) کلریت: این کانی از دگرسانی بیوتیت های اولیه حاصل شده است.

- دگرسانی: دگرسانی به طور وضوح از نوع سرسیتی می باشد.

- نام سنگ اولیه با توجه به شواهد کانی شناسی تراکی آندزیت می باشد.

4-3-2) توده های نیمه عمیق ائو- اولیگوسن؟

همانطوریکه قبلاً گفته شد ماگماتیسیم با جایگزینی توده های نیمه عمیق Subvolcanic ائو- الیگوسن به تکامل نهایی خود می رسد. در محدوده مطالعاتی توده های نیمه عمیق مذکور به شکل اغلب مخروطی با وسعت کم در نواحی گسله ها و در بین ولکانیک های ائوسن بالایی دیده می شود. در ذیل به بررسی پتروگرافی این سنگهای ساب ولکانیک خواهیم پرداخت:

4-3-2-1) توده های نیمه عمیق مونزودیوریت- دیوریت

این توده های نیمه عمیق در شمال محدوده مورد مطالعه و در حاشیه آبراهه گسلی انتهای منطقه زخمون دارند. این واحدها بر روی نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (EO_{md}) مشخص شده است. این سنگها به رنگ تیره بوده و دارای بافت میکروگرانولر-پروفری می باشند. سنگهای نیمه عمیق این واحد، کمتر از سایر سنگهای منطقه مطالعاتی تحت تاثیر آلتراسیون قرار گرفته اند. از سنگهای نیمه عمیق فوق چندین نمونه اخذ شده که توصیف سنگ شناسی آنها به شرح زیر می باشد:

نمونه شماره P_{28} از جنوب و حاشیه توده نیمه عمیق مذکور برداشته شده است. مطالعات پتروگرافی، مشخصات زیر را برای این نمونه ارائه کرده است:

- بافت: پورفری- میکروگرانولر

- فنوکریست ها:

الف) پلاژیوکلاز، رسی شده (آرژیلی) و کربناتی (کلسیت) $\pm$ سرسیت $\pm$ کلریت

ب) فلدسپات آکالن، آرژیلی شده

ج) آمفیبول، کلریتی شده

د) بیوتیت، اپیدوتی شده $\pm$ اسفن یا لوکوسن

ه) کلینوپیروکسن، کمی کلریتی (در حاشیه بلور $\pm$ اکسید آهن) $\pm$ کربنات

و) آپاتیت

ز) دانه های فراوان اوپاک $\pm$ لوکوکسن

- زمینه سنگ: به صورت میکروگرانولر و از کوارتز، فلدسپات آکالی (آرژیلی شده)،

پلاژیوکلاز سدیک (اولیگوکلاز و آلبیت) و اکسیدهای آهن تشکیل شده است.

- نام سنگ میکرو کوارتز مونزودیوریت

- دگرسانی: آرژیلی راسیون، کربناتیزاسیون، اپیدوتیزاسیون، لوکوسن زائی + اکسید آسیون،

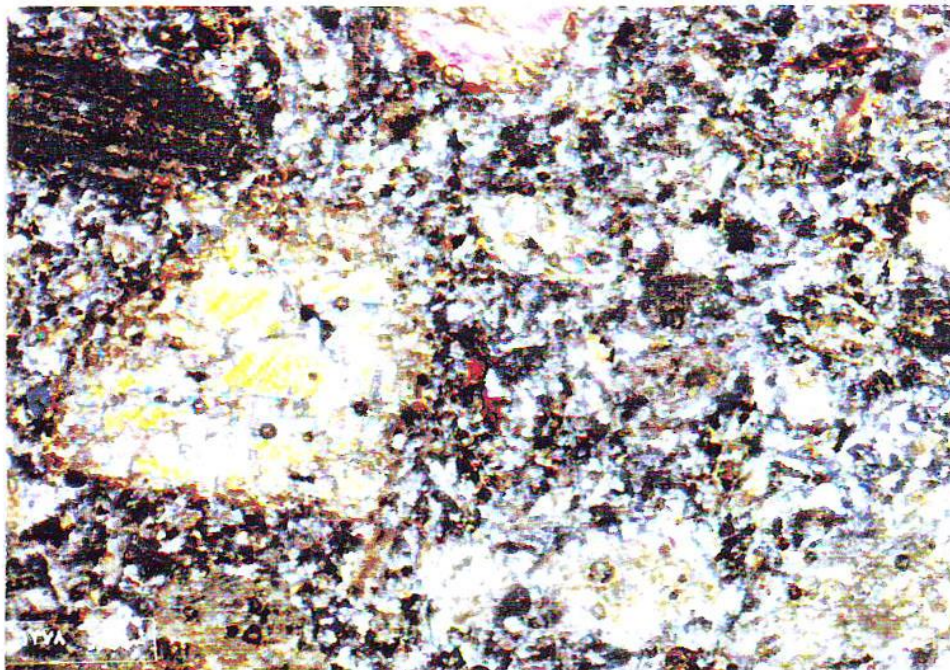
کلریتیزاسیون و سرسیتی زاسیون و به ویژه بیوتیت زایی

- پاراژنز دگرسانی: در حد رخساره شیبست سبز

بیوتیت زایی یا تشکیل نئوفورمه تاثیر یک دگرسانی پتاسیک را در سنگ تداعی می کند.

در رده بندی شیمیایی به روش دلاروش و همکاران این نمونه در محدوده گابرو نقطه یابی می شود.

عکس شماره 2-4 نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه P_{28} را نشان می دهد. در این عکس در کریستهای پلاژیوکلاز و پیروکسن دگرسان شده در زمینه سنگ دیده می شود.



عکس شماره (۲ - ۴): نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه P_{28} ، فنوکریستهای پلاژیوکلاز و پیروکسن دگرسان شده در زمینه سنگ دیده می شوند.

نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

مطالعات پتروگرافی بر روی نمونه P_{28} مشخصات ذیل را برای این نمونه ارائه کرده است:

- بافت: پورفیری- میکروگرانولر

- کانیهای اولیه:

الف) پلاژیوکلاز فراوانترین کانی سنگ (از نظر حجمی) بوده که حدود 60 درصد از حجم سنگ را تشکیل می دهد. این کانی در اندازه های مختلف دیده می شود. تقریباً تمام پلاژیوکلاز سنگ های دگرسانی به کانیهای رسی و سرسیت را نشان می دهند.

ب) پیروکسن: تمام پیروکسن ها به بیوتیت و کلریت تبدیل شده اند و فقط قالب آنها قابل تشخیص است. به نظر می رسد کلریت ها هنگام دگرسانی با آرژیلیت ها آغشته شده و در نتیجه آن از رنگ سبز فاصله گرفته و معمولاً کدر شده اند.

ج) کانی های اوپاک: کانیهای اوپاک به دو صورت اولیه (تقریباً خود شکل) و ثانوی (گزنومورف) در سنگ دیده می شوند. این کانی ها حدود 7 درصد از حجم سنگ را تشکیل می دهند.

- کانیهای ثانویه عبارتند از: بیوتیت، کانیهای رسی، سرسیت و کانیهای اوپاک
- دگرسانی: این سنگ دو نوع دگرسانی را نشان می دهد یکی دگرسانی بیوتیتی شده که در اثر تبدیل پیروکسن ها در نتیجه تاثیر محلولهای گرمایی با درجه حرارت نسبتاً بالا ایجاد شده و دیگری دگرسانی آرژیلی که در کل سنگ دیده می شود و در درجه حرارت پایین تری صورت گرفته است.

- نام سنگ: میکرودیوریت
نمونه اخذشده دیگر از توده نیمه عمیق مذکور P_{30} بوده که مشخصات پتروگرافی آن به شرح زیر می باشد.

- بافت: میکروگرانولر- پورفیری
- کانیها:

الف) پلاژیوکلاز، فراوانترین کانی سنگ از نظر حجمی پلاژیوکلاز ها بوده که حدود 65 درصد از حجم سنگ را تشکیل می دهند. این کانیها خود شکل تا نیمه خود شکل می باشند و با توجه به زاویه خاموشی آنها، ترکیب شان در حد آندزین تا لابرادوریت می باشد. برخی از پلاژیوکلازها دارای حاشیه واکنشی هستند و دگرسانی به کانیهای رسی را نشان می دهند.

ب) پیروکسن، تشخیص این کانی در سنگ به دلیل دگرسانی به کلریت و بیوتیت مشکل بوده و فقط آثار ناچیز و قالب آنها باقی مانده است. پیروکسن های سنگ از نوع اژیت می باشند.

ج) بیوتیت: این کانی به طور کلی از دگرسانی پیروکسن ها در سنگ حاصل شده اند و حجم قابل ملاحظه ای از نمونه را شامل می شود. این کانی اغلب گزنوموف بوده و همراه کانیهای اوپاک یافت می شود. شواهد بافت و کانی شناسی نشان می دهد که تشکیل بیوتیت از پیروکسن ها در اثر محلولهای گرمایی با درجه حرارت نسبتاً بالا صورت پذیرفته است.

د) کانیهای اوپاک: این کانیها حدود 7 درصد حجم سنگ را تشکیل می دهند. اغلب خاستگاه ثانویه داشته و ناشی از دگرسانی کانیهای مافیک سیلیکاتی می باشند به همین علت این کانیها گزنومورف بوده و همراه با کانی های ثانویه سیلیکاتی مانند کلریت و بیوتیت یافت می شوند.

- نام سنگ ، میکرودیوریت

در رده بندی شیمیایی به روش دلاروش و همکاران، این نمونه در محدوده دیوریت نقطه یابی می شود.

عکس شماره (3-4) نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه P_{30} را نشان می دهند. در این عکس بافت میکروگرانولر – پورفیری نمونه نیمه عمیق P_{30} دیده می شود که دارای کانیهای پلاژیوکلاز و پیروکسن می باشد.

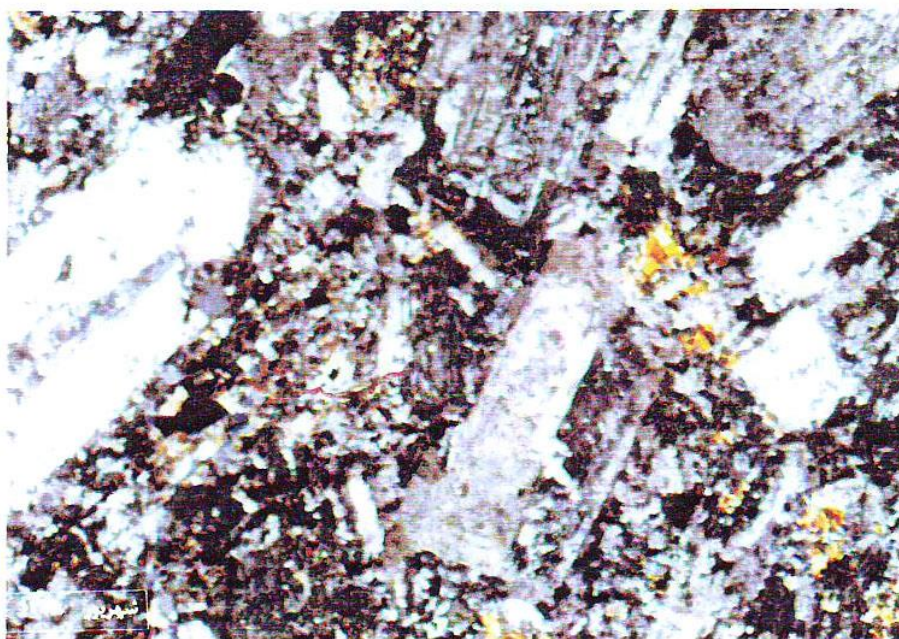
نمونه شماره P_{31} نیز از رخنمون توده های نیمه عمیق مونزودیوریتی- دیوریتی اخذ گردیده است مطالعات پتروگرافی مشخصات زیر را برای این نمونه در نظر گرفته است:

- بافت پورفیری- میکروگرانولر

- کانیها:

الف) پلاژیوکلاز، پلاژیوکلاز ها مهمترین کانیها از نظر حجمی در این نمونه بوده که به صورت فنوکریست و یا در خمیره سنگ دیده می شوند. فنوکریست های این کانی اغلب از حاشیه خوردگی نشان می دهند. این فنوکریست ها ساختمان منطقه ای نشان می دهند و اغلب در مرکز سالم هستند. دگرسانی پلاژیوکلاز ها اغلب در جهت رخ شاخص است.

ب) پیروکسن، این کانی را به سختی می توان در سنگ تشخیص دادو پیروکسن ها بطور کامل به بیوتیت تبدیل شده اندکه این مسئله از روی قالب آنها قابل تشخیص است.



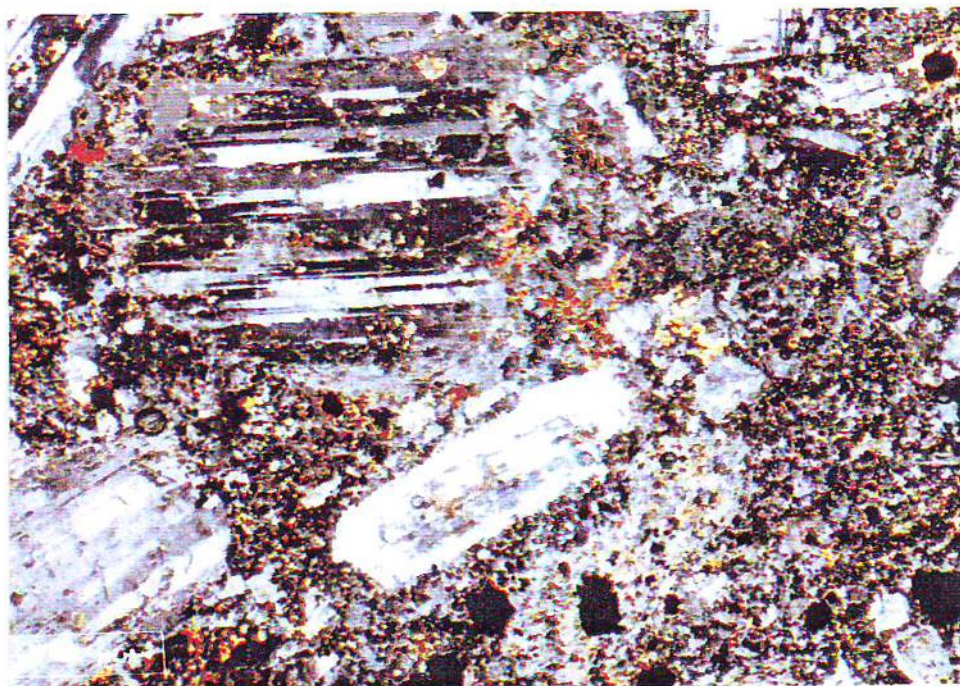
عکس شماره (۳ - ۴): نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه P_{30} بافت میکروگرانولر - پورفیری در نمونه نیمه عمیق فوق با کانیهای پلاژیوکلاز و پیروکسن. نورپلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

ج) بیوتیت، این کانی از نظر حجمی بعد از پلاژیوکلاز فراوانترین کانی سنگ را تشکیل می دهد. شواهد بافتی نشان می دهد که بیوتیت ها از کانیهای مافیک (پیروکسن) خمیره و فنوکریست بوجود آمده اند. با توجه به فراوانی بیوتیت و نیز اینکه بیوتیت ها اولیه نیستند می توان گفت در این سنگ يك عمل بیوتیتی شدن رخ داده است.

د) کانیهای اوپاک، حجم این کانی ها در سنگ نسبتاً زیاد است (بطور متوسط 7 درصد) این کانیها اشکال نامنظم دارند.

- نام سنگ میکرودیوریت

عکس شماره 4-4 بافت پورفیری- میکروگرانولر نمونه شماره P_{31} را نشان می دهد.



عکس شماره (۴ - ۴): بافت پورفیری - میکروگرانولر نمونه سابولکانیک P₃₁ ،
نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

نمونه شماره P₃₃ :

- بافت گرانولر با تمایل پورفیری
- فنوکریست ها:

الف) پلاژیوکلاز، بلورهای شکل دار، نسبتاً سالم از نوع لابرودورسیت- آندزین. این بلورها گاه توسط رگه- رگچه های نازک آکالی فلدسپات و به طور جزئی جانشین شده اند. حاشیه بلور نیز توسط آکالی فلدسپات رسی شده (آرژیلی) احاطه گردیده است.

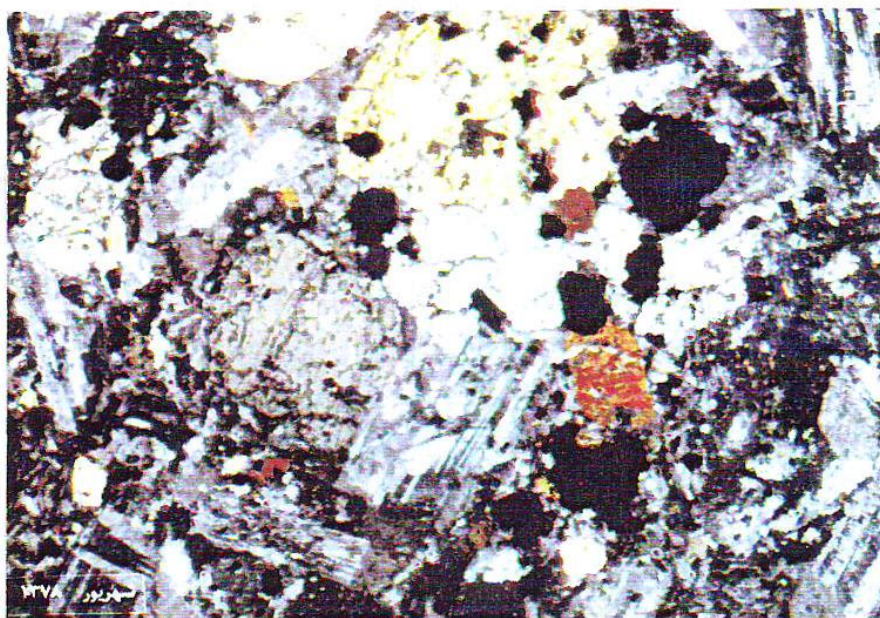
ب) کلینوپیروکسن، بلورهای شکل دار، درای شکستگی ولی نسبتاً سالم و کم تجزیه شده از نوع اوژیت 0 اوژیت آژین آپاتیت به صورت ادخال همراه این کانی وجود دارد. برخی به طور جزئی توسط کانیهای گروه اپیدوت، اسفن و گاه آمفیبول و کلریت جانشین شده است.

ج) کانیهای اوپاک: بلورهای نیم شکل دار- بی شکل، اکسیدهای آهن و تیتانیم دار -زمینه سنگ: زمینه سنگ از بلورهای ریزتر پلاژیوکلاز (شکل دار- نیمه شکل دار) که توسط آکالی فلدسپات احاطه شده اند (بلور بی شکل) تشکیل شده است. هر دو کانی آرژیلی شده اند.

کانیهای ثانویه اپیدوت و اوپاک نیز در زمینه سنگ موجود است. به علاوه آپاتیت به صورت کانی فرعی دیده می شود.

- نام سنگ: پیروکسن دیوریت

در رده بندی شیمیایی به روش دلاروش و همکاران این نمونه در محدوده گابرو نقطه یابی می شود. عکس شماره (4-5) کانیهای پلاژیوکلاز و پیروکسن نمونه P_{33} را نشان می دهد (بافت گرانولر)



عکس (۵ - ۴): نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه P_{33} که در آن بافت گرانولر به خوبی مشخص می باشد. نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

4-2-3-2) توده های نیمه عمیق میکرو کوارتز مونزونیت پورفیری

این توده های ساب ولکانیک به صورت رخنمونهای کوچک در جنوب - جنوب غرب محدوده مطالعاتی و در حواشی گسل های ایجاد شده در این محدوده برونزد دارند. سنگهای مربوط به این توده بیشتر از سنگهای توده نیمه عمیق قبلی، تحت تاثیر آلتراسیون قرار گرفته اند. این واحد بر روی نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (EO_m) نمایش داده شده است. از توده

جنوب غربي ، نمونه شماره P_3 و از توده جنوبي نمونه هاي P_{15} و P_{14} برداشت شده است. در زیر به توصیف سنگ شناسي این نمونه ها خواهیم پرداخت.
نمونه شماره P_3 :

- بافت اولیه: پورفيري با خميره ميكرو گرانولر

- فنوكريست ها:

الف) پلاژیوکلاز، درشت بلورهاي كاملاً پسدمورف شده و به سرسيت، كمی سيليس (كوارتز ريز بلور) تبديل گشته اند. برخي از كانیها كاملاً كاملاً به آلبيت و كربنات (كلسيت) $\pm$ كلريت بدل شده اند.

ب) كانیهاي مافيك، این كانیها كاملاً به كلريت ، كربنات ، اكسیدهاي آهن $\pm$ سيليس بدل شده اند.

ج) كانیهاي اوپاك، بلورهاي شكل دار احتمالاً از نوع تیتانو-مانیتیت

د) آمفیبول، بلورهاي كشیده كاملاً كلریتی $\pm$ اوپاك $\pm$ كربنات

ه) بیوتیت، این كانی كاملاً پسدمورف بوده و به كلريت غني از آهن و اكسیدهاي آهن (در امتداد كلیواژ) تبديل شده اند. سوزن هاي روتیل نیز درون آن به همراه ادخال آپاتیت دیده می شود.

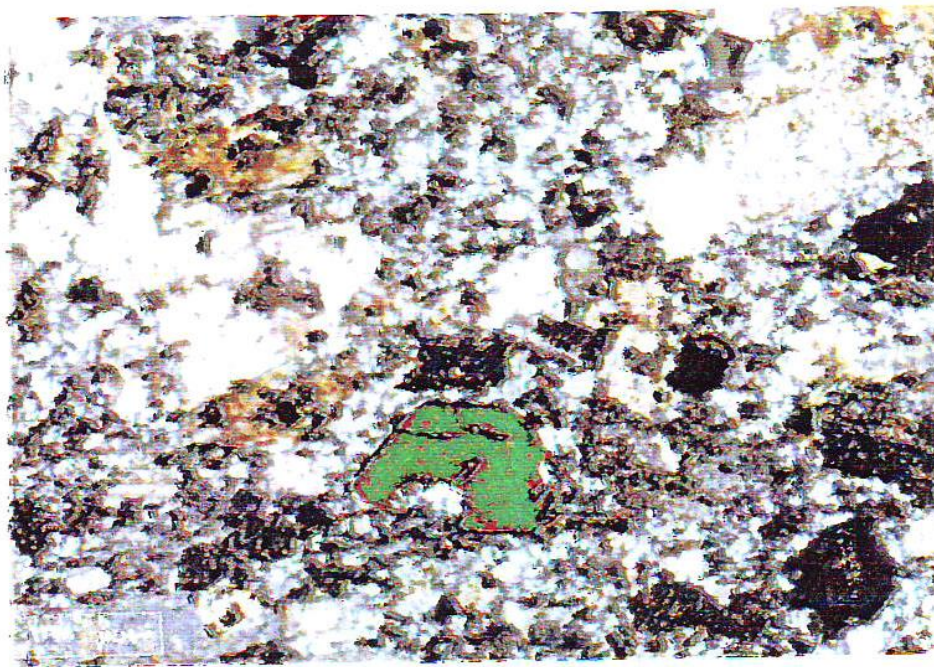
- زمینه سنگ: زمینه سنگ ریز دانه بوده و شامل پلاژیوکلاز، آلكانی فلدسپات، كارتز (بلورهاي ریز بی شكل) و دانه هاي اوپاك می باشد.

- كانیهاي ثانویه موجود در زمینه سنگ شامل سيليس (كوارتز)، كربنات ، سرسيت، كلريت، اكسیدهاي آهن و كانیهاي رسی بطور فراوان هستند.

- كانی فرعی : آپاتیت

- نام سنگ: ميكرو كوارتز مونزونیت پورفيري

در رده بندي شیمیایی به روش دلاروش و همکاران، این نمونه در محدوده كوارتز مونزونیت نقطه یابی می شود. عكس شماره (4-6) نمای از مقطع نمونه شماره P_3 را نشان می دهد.



عکس شماره (۶ - ۴): نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه شماره P₃ که در آن پلاژیوکلازها سرسیتی شده‌اند. نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳ نشان می‌دهد.

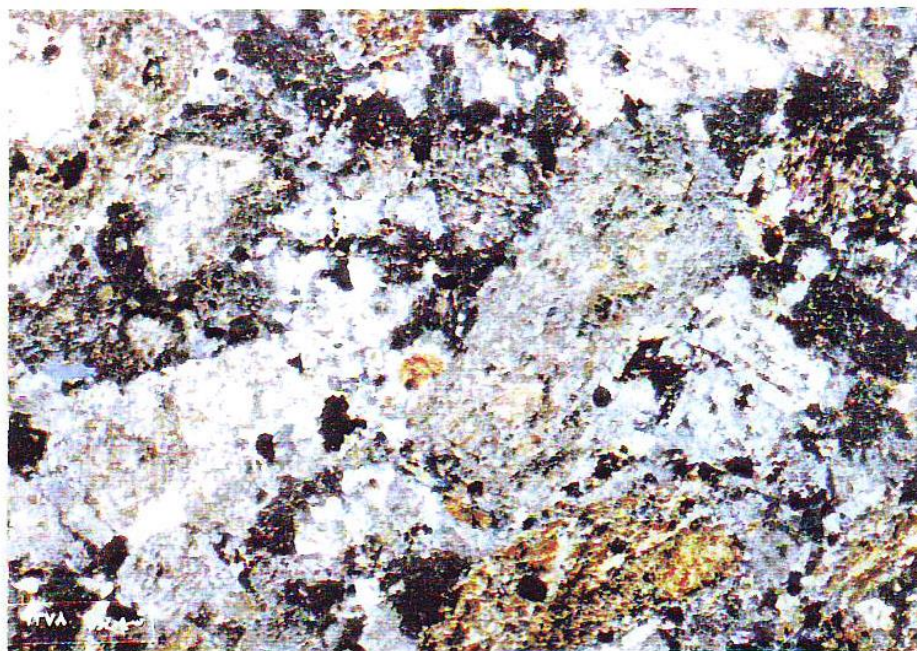
نمونه شماره P₁₅:

- بافت اولیه: پورفیری- میکروگرانولر
- فنوکریست ها:
- الف) پلاژیوکلاز، درشت بلورهای کاملاً پسدمورف شده و به سرسیت، کمی سیلیس (کوارتز ریز) تبدیل گشته اند. برخی از این کانیها کاملاً به آلبیت و کربنات (کلسیت) بدل شده اند.
- ب) کانیهای مافیك، این کانیها به کلریت، کربنات، اکسیدهای آهن $\pm$ سیلیس بدل شده اند.
- ج) بیوتیت، تمام این کانیها دگرسانی به کلریت را نشان می دهند و درپاره ای از آنها فقط اسکلت آنها باقی مانده است.
- د) کانیهای اوپاک
- زمنه سنگ: زمینه سنگ ریز دانه بوده و شامل پلاژیوکلاز، آکالی فلدسپات، کوارتز (بلورهای ریز بی شکل) و دانه های اوپاک می باشد.
- کانی فرعی: آپاتیت

- نام سنگ: میکروکوارتز مونزونیت

در رده بندی شیمیایی این سنگ به روش دلاروش و همکاران، نام مونزوگرانیت برای این نمونه در نظر گرفته شده است.

کس شماره (4-7) بافت پروفیری- میکروگرانولر نمونه شماره P_{15} را نشان می دهد.

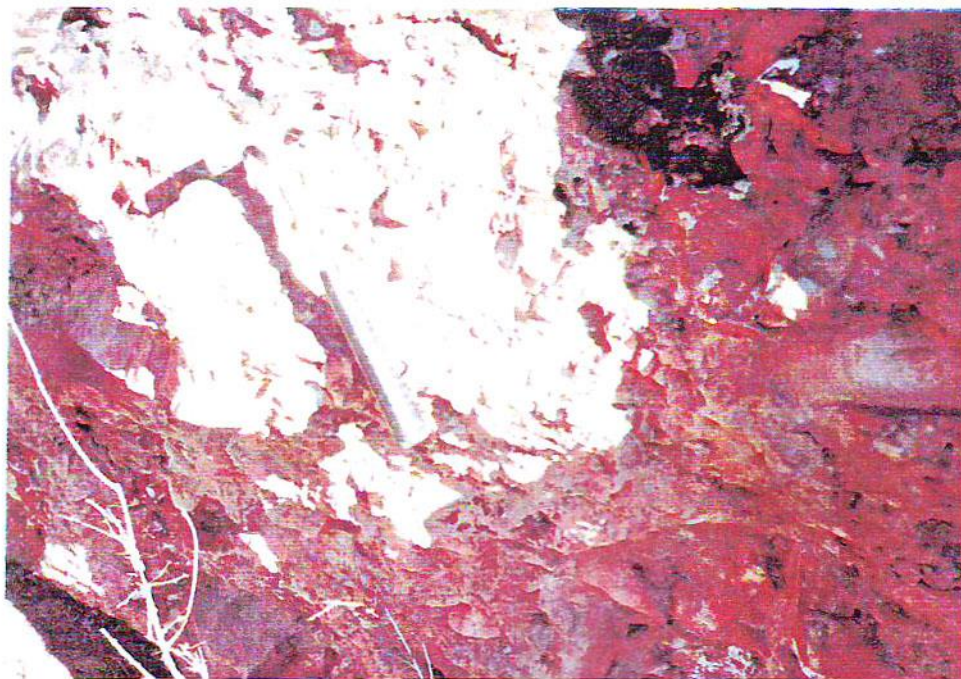


عکس شماره (۷ - ۴): نمای میکروسکوپی از مقطع نمونه شماره P_{15} ، نورپلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

نمونه شماره P_{14} از نزدیکی محل نمونه P_{15} اخذ گردیده است. بافت این نمونه پورفیری با خمیره میکروگرانولر بوده و ترکیب کانی شناسی آن مانند نمونه شماره P_{15} می باشد به همین جهت این سنگ میکروکوارتز مونزونیت پورفیری نام گذاری شده است.

علاوه بر سنگهای آذرینی که توصیف سنگ شناسی آنها در بالا آورده شد. در محدوده مطالعاتی بطور پراکنده (بیشتر در قسمت شرقی) دارای رخنمون های کوچکی از برشهای تکتونیکی می باشیم. برشهای تکتونیکی فوق احتمالاً در اثر جوش خوردن قطعات خرد شده تکتونیکی تحت نفوذ محلول های گرمایی حاوی سیلیس و اکسیدهای آهن، ایجاد شده است (عکس شماره (4-8)). این سنگها در نقشه زمین شناسی پیوستی با نشانه (E_{br}) مشخص می باشند. نمونه شماره P_{26} از رخنمونهای این برشهای تکتونیکی اخذ گردیده است.

کف آبراهه های اصلی منطقه از آبرفت های عهد حاضر پوشیده شده است که این قسمتها در نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (Q_t) نمایش داده شده است.



عکس شماره (۸ - ۴) : برش های تکنیکی محدوده مطالعاتی

فصل پنجم

خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختی منطقه

1-5) مقدمه

پژوهشگران مختلفی کوشیده اند تا به کمک گرفتن از عوامل ژئوشیمیایی گوناگون، در قالب تعریف اساسی همچون سری ماگمایی خاستگاه ماگما را تعیین نمایند و با بررسی نمونه های سنگی از جایگاه های زمین ساختی شناخته شده به نمودارهایی دست یابند که به آسانی برای شناسایی نمونه های دیگر به کار آیند. امروزه نسبت های ایزوتوپی از ابزارهای بسیار مهم در تشخیص خاستگاه مذابهای آذرین و تاثیرات بعدی محلولهای گرمایی بر سنگهای حاصل از آنها به شمار می آیند.

استفاده از نمودار های ژئوشیمیایی ارائه شده جهت تعیین جایگاه زمین ساختی منطقه باید با توجه به جمیع شرایط مکانی و زمانی در منطقه مطالعاتی صورت پذیرد چرا که عمومیت دادن این نمودارها در تمامی نواحی، منطقی به نظر نمی رسد و اکتفا نمودن تنها به این دستاوردها گاهاً می تواند نتایج قابل قبول را به همراه نداشته باشد.

5-2) سری ماگمایی

هنگامی که نمونه برداری با توجه به زمین شناسی مجموعه آذرین انجام می گیرد. به روند ها سریهای ویژه ای برخورد می کنیم که تعریف خاصی هم دارند. ایدینگز (Iddings 1892) سری ماگمایی را مجموعه ای از سنگهایی تعریف کرد که يك انتقال تدریجی در ترکیب شیمیایی آنها وجود دارد. به عقیده (Kuno, 1968)، يك سری ماگمایی مجموعه ای از سنگهای آذرین مختلف می گویند که دارای ترکیب شیمیایی متفاوت بوده و از تفریق ماگمای مادر حاصل شده باشند در نتیجه این انتظار وجود داشت که اعضای آن یکی پس از دیگری ظاهر گردند. اما می دانیم که فرآیندهای دیگری همچون اختلاط و ذوب بخشی نیز در تحول ماگماها دخالت دارند که مسیرهای گوناگون به تحول سری های ماگمایی می دهند.

در ادامه ای بخش با ارائه نمودارهای ژئوشیمیایی مختلف در خصوص تعیین سری ماگمایی و مشخص نموده موقعیت نمونه های منطقه در این نمودارها، به بررسی سری ماگمایی محدوده

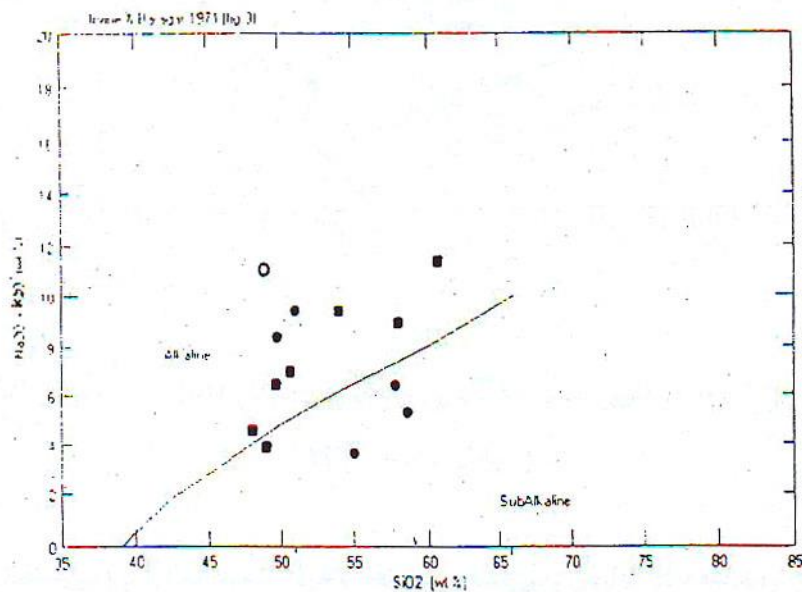
مورد مطالعه می پردازیم. لازم به توضیح می باشد که در این راستا از نتایج آنالیز نمونه های محدوده مطالعاتی (از آنالیز نمونه هایی که کمتر تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند استفاده شده است). نمونه ارائه شده در گزارش سازمان زمین شناسی کشور در خصوص ورقه 1:100000 لاهرود (شمال روستای دوست بیگلو) و نمونه های برداشت شده توسط دیدون و ژمن (1976) از سنگهای ولکانیکی ائوسن سبلان استفاده شده است. نتایج آنالیز نمونه های دو سری اخیر در بخش زمین شناسی عمومی منطقه (فصل دوم) منعکس می باشد. هر سری از نمونه های فوق با نشانه جداگانه به صورت زیر در نمودارهای یاد شده بالا مشخص شده اند.

جدول (۱-۵): علامت به کار رفته جهت نمایش موقعیت سنگهای آذرین منطقه در نمودارها

نشانه	شرح	شماره نمونه
●	نمونه های محدوده مطالعاتی	$X_9 - X_{10} - X_{14} - X_{15} - X_{16}$
○	نمونه ارائه شده در گزارش سازمان زمین شناسی (منطقه لاهرود)	
■	نمونه های برداشت شده توسط دیدون و ژمن	1-2-3-4-5-6-7

5-2-1) نمودار مجموع قلیایی ها در برابر سیلیس (ایروین و باراکار، 1971)

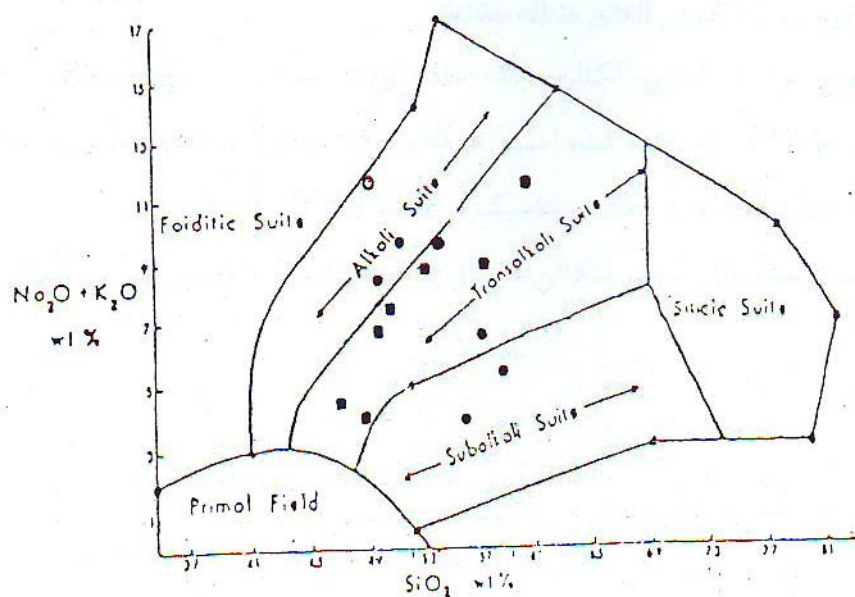
در این نمودار که توسط پژوهشگران چندی بررسی و تکمیل شده است دوسری ماگمایی آلکالن Alkaline و ساب آلکالن Subalkaline از یکدیگر جدا مس شود. همانطوریکه در شکل (1-5) مشاهده می شود، اغلب نمونه ها در محدوده آلکالن نقطه یابی شده اند.



شکل (۵-۱): تعیین سری ماگمایی در نمودار مجموع قلیایی ها در برابر سیلیس (ایروین و باراگار، ۱۹۷۱)

5-2-2) نمودار TAS (میدل موس، ۱۹۹۱)

میدل موس (۱۹۹۱، ۱۹۹۴)، تقسیم بندی های بیشتری جهت تعیین سری های ماگمایی در نمودار مجموع قلیایی ها بر حسب سیلیس به وجود می آورد. این نمودار نمایش کاملی از مسیر تبلور در ماگماهای فوق اشباع و تحت اشباع در سیستم باقی مانده پتروژنیک (Petrogenic residual system) باشد که از قلمرو پیکرو بازالت- بازالت نخستین تا ریولیت و فنولیت ادامه پیدا می کند. بر این اساس سنگهای آذرین در پنج دسته ماگمایی شامل دسته های فئوئیدیتی (Foiditic)، آکالی (Alkali)، آکالی- انتقالی (Transalkali)، نیم آکالی (Subalkali) و سیلیسی (Silicic) تقسیم بندی می شوند. همانطوریکه در شکل (۵-۲) دیده می شود. نمونه های منطقه بیشتر در محدوده آکالی- انتقالی نقطه یابی شده اند.



شکل (۲-۵): تعیین سری ماگمایی سنگهای آذرین منطقه در نمودار TAS
(میدل موست ۱۹۹۱)

3-2-5) نتایج ارائه شده در گزارش زمین شناسی منطقه لاهرود توسط سازمان زمین شناسی کشور

بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی صورت پذیرفته در این گزارش، ولکانی های ائوسن منطقه (ورقه 1:100000 لاهرود) با هیچ بخشی از یر های کالک آکالن قابل مقایسه نیستند ولی تشابه زیادی با سری های آکالن نشان می دهند.

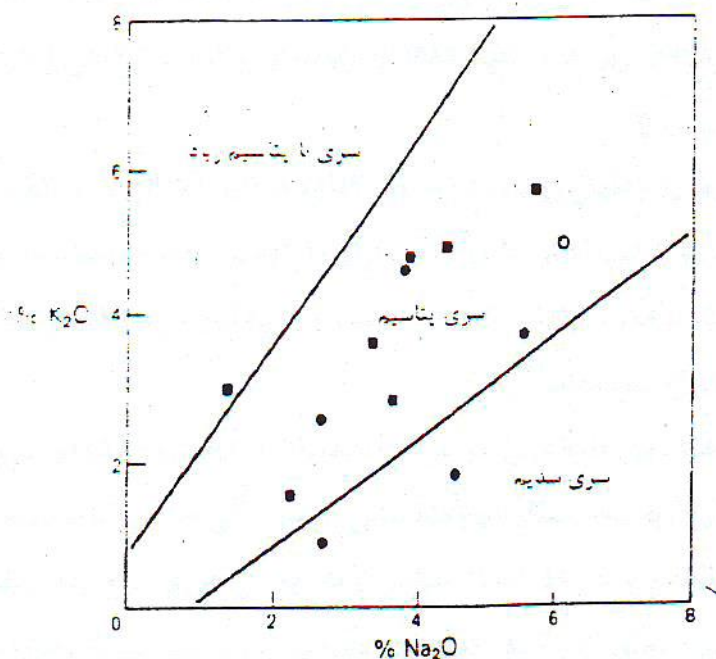
این ولکانیک ها به دو نوع آکالی پتاسیک (بازالت ها، لایت ها و تراکیت ها) و آکالی سدیک شدیداً تحت اشباع (آنالسیمیست، بازانیت ها و فنولیت ها) تقسیم می شوند.

- با توجه به موقعیت نمونه های منطقه در نمودارهای ایروین- باراگار و میدل موست (TAS) و همچنین با عنایت به گزارش سازمان زمین شناسی می توان چنین نتیجه

گرفت که سری ماگمایی منطقه مطالعاتی از نوع آکالن می باشند. در زیر به بررسی نوع این سری ماگمایی می پردازیم.

5-2-4) تعیین نوع سری ماگمایی آکالن منطقه مطالعاتی

جهت تعیین نوع سری ماگمایی آکالن منطقه مطالعاتی از نمودار K2O-Na2O ارائه شده توسط میدل موس (1975) استفاده شده است. همانطوریکه در این نمودار مشهود است نوع سری آکالن ماگمایی منطقه مورد مطالعه پتاسیک می باشد (شکل 2-3).
شایان ذکر است سنگهای آذرین آکالن غنی از پتاسیم پتانسیل مناسبی برای طلا و مس را دارا می باشند.



شکل (3-5): نمودار تفکیک سنگهای آذرین آکالن نوع سدیک از پتاسیک
(میدل موس، ۱۹۷۵)

5-3: خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختی منطقه

همانطوریکه قبلاً گفته شد، منطقه مطالعاتی در 45 کیلومتری شمال غرب سبلان واقع شده است. این ناحیه از سنگهای ولکانیکی ائوسن بالایی به همراه توده های نیمه عمیق کوچک که در

اواخي ائوسن- اوليگوسن جايگزين شده اند تشكيل شده است. به همين انگيزه در ابتدای بحث خاستگاه ماگمايي و جايگاه زمين ساختی منطقه به نظريه هاي مختلف در ارتباط با پيدایش آتشفشانهائي ترسير در ايران پرداخته و سپس با ارائه نظريان گوناگون در خصوص خاستگاه ماگمايي و جايگاه زمين ساختی آذربايجان به مطالعه در اين ارتباط مي پردازيم. نظريه هاي مربوط به نحوه پيدایش آتشفشان هاي ترسير ايران را مي توان به صورت هاي زیر خلاصه کرد:

الف) نظريه آتشفشان هاي کمپرسیوني: محققان مختلف با ذکر دلایلي آتشفشان هاي ايران مرکزي را از نوع کمپرسیوني مي پندارند و عقیده دارند که فرورانش پوسته اقیانوسي تیس به زیر ايران مرکزي موجب ذوب بخشي پوسته زیر رانده شده و در نتیجه فعالیت هاي آتشفشانی به وقوع پیوسته است. (تکین 1972، بربریان و کنیگ 1980 و 1982، بوکالتی و دیگران 1975، یونگ و همکاران 1975 و ...).

ب) نظريه مربوط به پيدایش ريفت: وجود گدازه هاي آلكالن و كالك آلكالن در ايران مرکزي که بدون نظم و ترتیب کنار يا روي هم قرار دارند. برخي از محققان را برآن داشته است که فرض کنند آتشفشان هاي ايران مرکزي با سیستم ريفت هاي بين قاره اي ارتباط دارند و براي اثبات آن دلایلي را ارائه نموده اند.

اگر مدل ريفت هاي بين قاره اي را در مورد آتشفشان هاي سنوزوئیک ايران بپذیریم. با توجه به اين نکته که در اين ريفت ها سنگهاي آتشفشانی باید ویژگی خاصی داشته باشند (TiO_2 بیش از 2/5 درصد، هیپر الکالن و غیر اشباع از سیلیس) متوجه مي شویم که مدل ريفتي با اشکالاتي توأم است. در اين مورد تصور مي کنند که ريفت هاي ايران، ريفت هاي پلاتفرمي است و در حاشیه پلیت اورازي حاصل شده و بار ريفت هاي کراتوني مشرق آفريقا فرق کلي دارد. ريفت هاي پلاتفرمي تردد و شکننده بوده و پيدایش آتشفشانهائي شوشونیتی يکي از ویژگیهاي آنها است (لسکويه و ريو، 1976).

ج) نظريه فشردگي و اتساع: با توجه به دلایل در خصوص رد يا تقویت دو نظريه بالا، ملاحظه مي کنیم که مدل آتشفشان هاي کمپرسیوني و ريفتي سنوزوئیک ايران با ابهامات و تناقضاتي همراه است. در عين حال مي دانیم که ايران در اواخر کرتاسه شدیداً تحت نیروهاي کمپرسیوني ناشي از بسته شدن اقیانوي نئونتیس از سمت جنوب و جنوب غرب قرار داشته و با حرکت شبه قاره هندوستان به شمال و با سرعت 15 سانتیمتر در سال از سمت جنوب شرق و مشرق نیز تحت تاثیر نیروهاي فشردگي بوده است. در ضمن با مطالعه فوران هاي آتشفشانی

ایران و تعیین رابطه بین سن آنها و کوهزایی های مهم، ملاحظه می کنیم که اکثر آتشفشانی های ایران بعد از فازهای کوهزایی اصلی وقوع یافته اند. حال اسن سؤال مطرح می شود که آیا پوسته پلاتفرمی ایران پس از حرکت کمپرسیونی و فشردگی وارد مرحله کششی لااقل در برخی نواحی نشده است و در این حالت ماگماتیسم خاصی درآ رخ نداده است در ضمن وجود سیستم هورست و گراین و شکستگی های عمیق در پی سنگ ایران این تصور را در ذهن تداعی می کند که به ازای هر نیروی کمپرسیونی قطعات سازنده پی سنگ ایران در جهانی فشرده و درجات دیگر دچار کشش و انبساط شوند و این خود می تواند آتشفشانی های ریفی در برخی نقاط را همزمان با فشردگی در نقاط دیگر توجیه کنند.

به عقیده میدل ماست (1985) در نواحی مجاور به حاشیه فعال قاره ای و زون های برخورد قاره- قاره ممکن است بطور محلی پوسته دچار کشش و بازشدگی شود و گسلهای عمیق فعال شوند. وقتی زاگرس تحت کمپرسیون ناشی فرورانش اقیانوس نئونتیس قرار دارد ولکانیسم آن از نوع کالک آلکان (یعنی نوع کمپرسیونی است). در البرز و شرق ایران ولکانیسم آلکان ریفی رونق دارد. به این ترتیب سنگهای آلکان به صورت درونی با حجمهای متفاوت از خلال شکستگیها به بالا صعود می کنند. بنابراین هم می توان تناقضات موجود در مدل های آتشفشانی دو گانه فوق را تا اندازه ای برطرف کرد و هم وجود آتشفشانی های را در امتداد گسل ها قابل توضیح دانست.

دیدون و ژمن (1976) درخصوص خاستگاه ماگمایی و جایگاه تکتونیکی ناحیه آذربایجان چنین می گویند که کوههای البرز و طالش که آذربایجان را در شمال و در مشرق محدود کرده اند نقش حاشیه پلاتفرم آذربایجان و ساحل نتیس را بار کرده اند. بنابراین می توان آذربایجان را پلاتفرم مستقل به حساب آورد. کرتاسه فوقانی یک دوره کشش طولانی است و در امتداد شکستگی های عمق در حاشیه شمالی پلاتفرم آذربایجان و در بخش های سست پوسته، ماگمایی آلکان و تحت اشباع بیرون ریخته است.

طبق عقیده دیدون و ژمن شکاف برداشتن پلاتفرم آذربایجان درپایان کرتاسه و انتقال و جابجایی منطقه شکافته شده از شمال به جنوب و نیز اختصاصات آلکان سنگهای آتشفشانی گواه بر باز شدن و تکامل یک ریف قاره ای است که در منطقه جنوبی تر به وسیله سبزه ای (1974) و عمیدی (1975) نشان داده شده است. این ریف مربوط است به حضور یک گنبد حرارتی در زیر آذربایجان و درطول ائوسن که مانند بحرامر به مرحله تکامل خود نرسیده بلکه قبل از تولید توله ایت و پوسته اقیانوسی متوقف شده است.

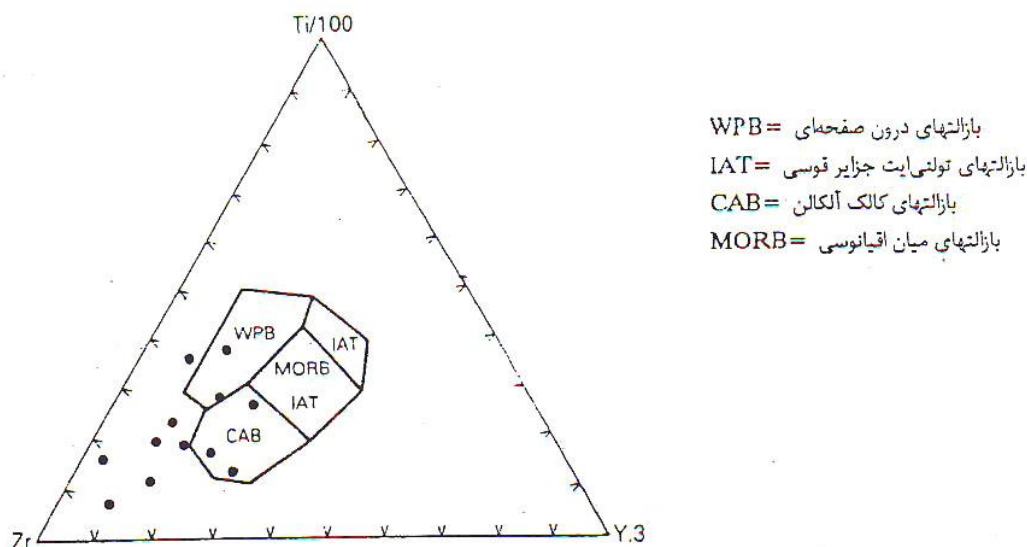
گنبد حرارتي که سبب ذوب بخشي مانتوي فوقاني شده در طول ائوسن بالاتر آمده و افق حرارتي خود را جابه جا کرده يعني از مانتو به داخل پوسته قاره اي منتقل شده است. بنابر اين توليد ماگماي اوليه حاصل از ذوب بخشي مانتو در پايان تقليل حاصل کرده است. همراه با کم شدن توليد ماگماي عميق يك فاز کمپرسیوني کوتاه که بطور واضح داراي جهت شمال شمال شرق- جنوب، جنوب غرب بوده به ريفت خاتمه داده است.

لسکويه و ریو (1976) عقیده دارند در ائوسن پلاتفرم آذربایجان مانند سایر نقاط ایران شاهد فعالیت هاي آتشفشاني بوده است. در آذربایجان يك نیروي کششي در جهت شرقي- غربی گسل میانه – اردبیل را باز کرده و يك خط آتشفشاني به طول 200 کیلومتر را بوجود آورده است. بنابر اين يك ريفت درون قاره اي در آذربایجان در طول ائوسن وجود داشته است.

به عقیده عميدي و همکاران وي وجود گدازه هاي آلكال و نقصان گدازه هاي كالك آلكال در ولکانيك هاي ائوسن منطقه مورد مطالعه و درزون ولکانيكي آذربایجان و البرز زون هاي کافتي در نواحي قاره اي را تداعي مي کند. اين گدازه هاي آلكال نشان دهنده يك ضعف پوسته اي هستند که در دوران دوم و سوم تحرك بالايي داشته است. (اشتوکلين 1968). جایگزینی توده هاي نفوذي اولیگوسن را مي توان تکامل نهایی ماگما تيسم ائوسن دانست.

جهت تعيين موقعيت تکتونيكي منطقه مورد مطالعه از روشهاي ژئوشيميائي استفاده شده است. در اين راستا از نمودار پيرس و کن (Pearce and Cann, 1973) بهره گرفته ايم. نمودار پيرس و کن براساس ميزان Y, Zr, Ti موجود در سنگهاي بازالتي منطقه طراحي شده است. شکل (4-5) نمودار پيرس و کن و موقعيت نمونه هاي منطقه مطالعاتي را نشان مي دهد. همانطوریکه در اين شکل دیده مي شود نمونه هاي فوق در محدوده بازالتهاي كالك آلكال (CAB) و همچني بازالتهاي درون صفحه اي (WPB) نقطه يابي شده اند. موقعيت دوگانه نمونه هاي فوق بر روي اين نمودار را ميتوان به عدم انطباق اين گونه نمودارها در نواحي گوناگون، نسبت داد همانطوریکه قبلاً متذکر شدیم استفاده از نمودارهاي ژئوشيميائي ارائه شده جهت تعيين جایگاه زمین ساختي منطقه باید با توجه به جميع شرایط مكاني و زماني در منطقه مطالعاتي صورت پذيرد چراکه عموميت دادن اين نمودارها در تمامی مناطق به نظر نمي رسد و اکتفا نموده تنها به اين دستاوردها، گاهي مي تواند نتايج قابل قبولي را به همراه نداشته باشد. از سوي ديگر جایگاه بازالتهاي درون صفحه اي در اين نمودار احتمالاً مربوط به ريفت هاي کراتوني مي باشد در صورتیکه با توجه به مباحث بالا و به عقیده پژوهشگران پيدایش فورانهاي آتشفشاني

منطقه مطالعاتی به صورت ریفت پلاتفرمی بوده است که مسلماً سنگهای حاصل از این نوع از لحاظ ژئوشیمیایی متفاوت هستند.



شکل (۴- ۵): نمودار تعیین سری و موقعیت نکتونیکی بازالتها (پرس و کن، ۱۹۷۳) و موقعیت نمونه های محدوده مطالعاتی در آن

جدول (2-5) میزان Rb و Sr سنگهای مختلف با جایگاه زمین ساختمانی متفاوت را نشان می دهد (Faure , Gunter, 1986). با عنایت به ارقام ارائه شده در جدول فوق و نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های محدوده مطالعاتی (جدول 3-4) می توان نتیجه گرفت که حدود تغییرات روبیدیم و استرانسیم در نمونه های فوق با طیف مقادیر این عناصر برای بازالت های درون قاره ای انطباق بیشتری از خود نشان می دهند. پراکندگی مقادیر بعضی از نمونه ها را می توان با تغییران عناصر استرانسیم و روبیدیم در حین دگرسانی نمونه های فوق توجیه نمود از سویی دیگر همانطوریکه پیشتر گفته شد مقایسه صرف نتایج آنالیز نمونه ها با مدل ارائه شده منطقی نبوده و همیشه با واقعیت منطبق نمی باشد.

جدول (۲-۵): مقدار روییدیم و استرانسیم در سنگهای مختلف (Faure , Gunter , 1986)

نوع سنگ	Rb (ppm)	Sr (ppm)
بازالت میان اقیانوسی (N-MORB)	۱ - ۰/۶۵	۸۸ - ۱۰۶
بازالت میان اقیانوسی (P-MORB)	۹ - ۲	۱۵۰ - ۲۵۰
بازالت کالکآلکالن	۲۲	۸۰۰
بازالت تولیایت جزایر قوسی	۴/۵	۲۰۰
بازالت تولیایت جزایر اقیانوسی	۹ - ۵	۳۷۰ - ۳۷۰
بازالت آلکالی جزایر اقیانوسی	۳۰ - ۲۲	۵۰۰ - ۶۵۰
بازالت ریف درون قاره ای	۵۰ - ۳	۳۶۰ - ۳۸۰
گرانیت نوع S	۱۰۰۰ - ۳۰۰	۵۰ - ۲۰
گرانیت نوع I	۱۵۰ - ۷۰	۳۰۰ - ۲۵۰
کیمبرلیتها	۵۰ - ۳۰	۸۰۰ - ۱۱۰۰

با عنایت به بررسیهای ارائه شده در این بخش می توان در خصوص خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختمانی منطقه مطالعاتی چنین گفت: منطقه آذربایجان به صورت پلاتفرمی بوده که کوههای البرز و ظالش نقش حاشیه این پلاتفرم و ساحل نتیس را باز می کرده است. فعالیت ماگمایی در این منطقه از اواخر کرتاسه شروع و تا اوایل دروان چهارم ادامه داشته است. این فعالیت های ماگمایی در زمان ائوسن به اوج خود رسیده و بع تدریج از شدت آن کاسته شده است. جایگزینی توده های نفوذی ائو- الیگوسن را می توان تکامل نهایی ماگماتیسم ائوسن قلمداد کرد. وجود گدازه های آلکالن و نبود گدازه های کالک آلکالن در ولکانیک های ائوسن منطقه مطالعاتی دلالت بر باز شدن و تکامل یک ریف قاره ای دارد. ریف قاره ای فوق با ریف های کراتونی مشرق آفریقا متفاوت بوده به طوریکه دارای شرایط ریف های کراتونی مذکور نمی باشد. (TiO_2 بیش از ۲/۵ درصد هیپرالکالن و غیر اشباع از سیلیس) این گدازه های آلکالن بیانگر بالا آمدن ماگمای بازالتی گوشته ای در اثر ایجاد گسل های امتداد لغز عمیق و سیستم کششی - انتقالی حاصل از حرکت بلوک ها و ضخیم شدن پوسته در منطقه مذکور می باشد. عدم انطباق نتایج آنالیز های شیمیایی نمونه های منطقه مطالعاتی در محدوده بازالت های ریف درون قاره ای نمودارهای مختلف رئوشیمیایی ناشی از تفاوت این ریف ها (ریف پلاتفرمی) با ریف های کراتونی می باشد. در عین حال خاطر نشان می کنیم که نظریات مطرح شده فوق را

باید با مطالعات اساسی و بنیادی (تجزیه شیمیایی دقیق، تعیین سن با روش های مطمئن و نمونه برداری های صحیح و تعیین نسبت های ایزوتوپی سنگهای آتشفشانی) موردتجزیه و تحلیل دقیق قرار داد.

فصل ششم

بررسی کانیهای فلزی و پاراژنز آنها در سنگ های منطقه مطالعاتی

6-1) مقدمه

جهت بررسی کانیهای فلزی سنگهای معدنی محدوده مطالعاتی ، اقدام به برداشت 6 نمونه از نواحی کانه دار محدوده فوق گردید. محل برداشت نمونه های مذکور در نقشه زمین شناسی پیوستی منعکس می باشد. از نمونه ها مقطع صیقلی تهیه و مورد بررسی میکروسکوپی به طریقه انعکاسی قرار گرفت. نمونه های فوق از تراکی آندزیت های جنوب محدوده مورد

مطالعه (2 نمونه) ، زون سیلیسی در شرق محدوده یادشده (يك نمونه) و میکرو دیوریت های شمال ناحیه مطالعاتی (3 نمونه) اخذ گردیده است.

در ذیل به بررسی کانیهای فلزی این نمونه ها خواهیم پرداخت:

2-6) بررسی کانیهای فلزی سنگهای محدوده مطالعاتی

1-2-6) تراکی آندزیت های جنوب محدوده

الف) نمونه شماره M_1 :

- محل و جنس سنگ دربرگیرنده: جنوب غرب محدوده. تراکی آندزیت های ائسن بالایی

- کانیهای فلزی

1) منیتیت، کریستالهای نیمه اتومورف و گزونومورف منیتیت در ابعادی مابین 2 تا 100 میکرون تشکیل شده اند. این کریستالها هم بصورت لکه ای و هم طبق پدیده مارتینی زاسیون در جهات سطوح کریستالوگرافی به کانی ثانویه هماتیت دگرسان شده اند. درحال حاضر حدود 80 درصد کانی اولیه تحت تاثیر عوامل آلتراسیون قرار گرفته است. بافت کریستالهای منیتیت پراکنده می باشد.

2) پیریت: در این نمونه کریستالهای پیریت بسیار کوچک بوده و حداکثر تا حدود 10 میکرون دیده می شود. این کانی به ندرت تشکیل شده است.

3) اکسیدهای آبدار آهن: اکسیدهای آبدار آهن در دزه ها و شکافهای سنگ میزبان کانی سازی کرده اغلب در بخشهای تیره سنگ میزبان دیده می شود. این اکسیدها حدود 20 درصد نمونه قرار گرفته اند.

4) مالاکیت، ملاکیت بصورت بلورهای کوچکی در حفرات و شکافهای نمونه پرشدگی ایجاد کرده و حالت رگچه ای دارد و گاه به صورت آغشتگی جزئی نیز دیده می شود. عکس شماره (1-6) اثرات مالاکیت و آزوریت را در سطوح درز و شکاف تراکی آندزیت های جنوب غرب محدوده مطالعاتی را نشان می دهد.

5) روتیل: لکه های روتیل بصورت تجمع کریستالهای کوچک در حدود 3 تا 200 میکرون می باشند و تقریباً 15 درصد نمونه را اشغال کرده اند. این کانی اکثراً در بخش روشن سنگ میزبان تشکیل یافته است.

- بافت کانی سازی به غیر از منیتیت Open Space می باشد.

ب) نمونه شماره M_2 :

- محل و جنس سنگ دربرگیرنده: جنوب غربی محدوده تراکی آندزیت های ائسن بالایی



عکس شماره (۶-۱): اثرات ملاکیت و آزوریت در سطوح درزه و شکاف تراکی آندزیت‌های جنوب غرب محدوده مطالعاتی

- کانیهای فلزی

1) منیتیت، در این نمونه کریستالهای منیتیت تقریباً بصورت گزومورف تشکیل شده و ابعادی در حدود 5 تا 200 میکرون دارند. اغلب بلورهای در جهات سطوح کریستالوگرافی در حال آلتراسیون به کانی همتایت می باشند. در مجموع حدود 60 درصد بلورها آلتره شده اند. کریستالهای منیتیت حدود 10 درصد نمونه را فراگرفته و به صورت پراکنده در سطح نمونه دیده می شوند.

2) پیریت، بلورهای پیریت به صورت نیمه اتومورف و گزومورف تشکیل شده است. اندازه آنها حدود 5 تا 500 میکرون می باشد. اکثریت بلورهای ابعاد بین 5 تا 200 میکرون دارند. برخی از کریستالها از اطراف و حواشی شروع دگرسانی را نشان می دهند و در حال تجزیه به اکسیدهای آبدار آهن می باشد. در متن اغلب پیریت ها انکوزیونهای پیروتیت قابل مشاهده است که اندازه آنها بین 2 تا 20 میکرون است. ذرات کوچکی از کانی کالکوپیریت

نیز به ندرت در متن بلورهای پیریت موجود است. بلورهای کانی پیریت گاه همراه با روتیل و گاه در کنار منیتیت دیده می شوند ولی اغلب بلورها به صورت منفرد و درشت می باشند.

(3) روتیل: تجمع ذرات کوچک این کانی لکه های درشتی در حدود 100 میکرون را تشکیل داده است و تقریباً حدود 5 درصد نمونه را شامل می شوند.
- بافت کانی سازی پیریت و روتیل Open Space می باشد.

6-2-2) زون سیلیسی

نمونه شماره M₃:

- محل و جنس سنگ دربرگیرنده: شرق محدوده زون دگرسانی سیلیسی
- کانیهای فلزی:

(1) منیتیت: این کانی با کریستالهای کوچکی در حدود حداکثر 50 میکرون دیده می شود که حدود 90 درصد آنها با هماتیت آلترا شده است و به ندرت در متن نمونه قابل مشاهده است .
بافت منیتیت پراکنده می باشد.

(2) پیریت، کریستالهای اتومورف و نیمه اتومورف این کانی در ابعاد مابین 3 تا 400 میکرون تشکیل شده اند. اکثر بلورها دارای اندازه ای در حدود 50 تا 200 میکرون می باشند. اغلب کریستالها حاوی انکوزیونهای پیروتیت هستند که اندازه های در حدود 5 تا 50 میکرون دارند. علاوه بر انکوزیونهای پیروتیت به ندرت در برخی از بلورها انکوزیون کالکوپیریت نیز مشاهده گردید. میزان فراوانی کانی پیریت حدود 30 درصد می باشد.

(3) روتیل، تجمع کریستالهای کوچک این کانی لکه های درشتی در حدود 100 میکرون را بوجود آورده است. این کانی حدود 5 درصد نمونه را فراگرفت است.
- بافت کانی سازی فلزی Open Space می باشد.

6-2-3) میکرودیوریت های شمال محدوده

الف) نمونه شماره M₄:

- محل و جنس سنگ دربرگیرنده: شمال شرق محدوده. توده های نیمه عمیق میکرودیوریتی
اثر- الیگوسن
- کانیهای فلزی

(1) منیتیت، منیتیت با کریستالهای به شکل اتومورف و نیمه اتومورف و گاه با شکل نامظم و غیر هندسی تشکیل شده است. حدود 40 درصد آن در حال آلتراسیون به هماتیت می باشد. در برخی موارد کریستالهای بسیار کوچک پیریت در داخل حفرات موجود در سطح اکسیدهای آهن حاصل از آلتراسیون منیتیت دیده می شوند. اندازه بلورهای منفرد منیتیت ما بین 10 تا 200 میکرون است و بافت آن پراکنده می باشد.

(2) پیریت: در این نمونه پیریت با کریستالهای بسیار کوچک که 2 تا 10 میکرون اندازه دارند در داخل حفرات اکسیدهای آهن حاصل از آلتراسیون منیتیت دیده می شوند. کریستالهای دیگری از پیریت در ابعاد بزرگتر ما بین 10 تا 300 میکرون با شکل هندسی غیر مشخصی و با حاشیه خورده شده دیده می شوند. این پدیده احتمالاً به علت ازدیاد فشار گاز سولفور در مراحل بعدی بوده است. سطح برخی از کریستالهای پیریت در این نمونه و برخی از نمونه های قبلی حفره دار می باشد. میزان فراوانی کریستالهای پیریت حدود 15 درصد بوده و بافت آن Open Space است

(3) روتیل ، ذرات کوچک روتیل با ابعادی در حدود 10 میکرون به ندرت تشکیل شده اند. بافت این کانی نیز Open Space است.

(ب) نمونه شماره M_6 :

- محل و جنس سنگ دربرگیرنده: شمال محدوده، توده های نیمه عمیق میکرودیوریتی ائو-الیگوسن

- کانیهای فلزی

(1) منیتیت، کریستالهای منیتیت در نمونه دارای شکل هندسی منظمی نمی باشند و هم بصورت منفرد و هم بصورت تجمعی دیده می شوند. برخی از کریستالهای منفرد تقریباً اتومورف نیز می باشند و حدود 50 میکرون اندازه دارند. حدود 5 درصد آن به کانی هماتیت تجزیه شده است. در مجموع کریستالهای منیتیت 10 درصد نمونه را فرا گرفته اند. بافت منیتیت پراکنده است.

(2) پیریت، بلورهای پیریت در ابعادی ما بین 5 تا 400 میکرون به شکل اتومورف و نیمه اتومورف تشکیل شده است که حاوی انکوزیونهای پیروتیت می باشد که حداکثر 20 میکرون اندازه دارند. به ندرت و انگشت شمار انکوزیونهای کوچک کالکوپیریت نیز مشاهده گردید. میزان فراوانی پیریت حدود 15 درصد می باشد. به ندرت حاشیه برخی از کریستالها شروع

جزئی آلتراسیون به اکسیدهای ثانویه آهن را نشان می دهد. کریستالهای پیریت گاه همراه با روتیل گاه همراه با منیتیت دیده می شوند.

(3) روتیل، لکه های روتیل در ابعاد ما بین 3 تا 200 میکرون و همراه با کانی منیتیت مشاهده می شوند. میزان فراوانی آن 5 درصد است.

- بافت کانی سازی پیریت و روتیل Open Space می باشد.

(ج) نمونه شماره M7:

- محل و جنس سنگ دربرگیرنده: شمال محدوده، توده های نیمه عمیق میکرودیوریت انو- الیگوسن

- کانیهای فلزی:

(1) منیتیت، این کریستال به ابعاد 3 تا 300 میکرون بطور پراکنده در سطح نمونه تشکیل یافته است. شکل کریستالها اتومورف و نیمه اتومورف بوده و حدود 12 درصد سنگ میزبان را فراگرفته است.

(2) هماتیت، این کانی به ندرت و انگشت شمار در نمونه تشکیل یافته است و بصورت همراه با منیتیت دیده می شود. کریستالهای هماتیت در این نمونه اولیه بوده و حاصل آلتراسیون کانی منیتیت نمی باشد. ابعاد بلورها حدود 30 میکرون می باشد.

(3) پیریت، این کانی دو نمونه به دو صورت تشکیل شده است. یکی به صورت کریستالهایی به ابعاد 2 تا 200 میکرون به شکل نیمه اتومورف تشکیل شده است. از مطالعه مشخصات اپتیک این کانی چنین نتیجه گرفته می شود که در حال مارکاسینی شدن می باشند. حدود 5 درصد نمونه را اشغال کرده اند. نوع دیگر پیریت، کریستالهای بسیار کوچک اتومورفی است که با مقدار بسیار کمی در سطح نمونه دیده می شود. این نوع پیریت نفوذورمه می باشد.

(4) کالکوپیریت، کریستالهای این کانی حداکثر تا حدود 30 میکرون اندازه دارند و حدود یک درصد نمونه را به خود اختصاص داده اند. این بلورها دربرخی نقاط همراه با کریستالهای پیریت دیده می شود.

(5) روتیل، روتیل همراه با کریستالهای منیتیت قابل مشاهده اند. درشتی لکه های این کانی حدود 5 تا 100 میکرون می باشد و تقریباً میزان فراوانی آن حدود 5 درصد است.

بافت کانی سازی پیریت و کالوپیریت Open Space می باشد.

(3-6) توالی (پاراژنز) کانه ها

پاراژنز در زمین شناسی به معانی متعددی استعمال می گردد. اکثر زمین شناسان اروپایی این واژه را مجموع کانیهای می دانند که بایکدیگر یافت شدند یا به عبارت بهتر مجموعه کانیهای که تحت شرایط ترمودینامیکی معین با هم در حال تعادل هستند را پاراژنز می گویند. زمین شناسان آمریکایی مفهوم پاراژنز را به صورت تقدم و تاحر تبلور کانیها نسبت به یکدیگر تعریف کرده اند که بامفهوم توالی مورد استفاده توسط زمین شناسان اروپایی منطبق است. در این گزارش مفهوم پاراژنز به معنی توالی بکار رفته است. پاراژنز کانیهای فلزی در سنگهای محدوده مطالعاتی به ترتیب روتیل ، منیتیت، پیرویت، 1یریت و کالوپیریت می باشد.

فصل هفتم

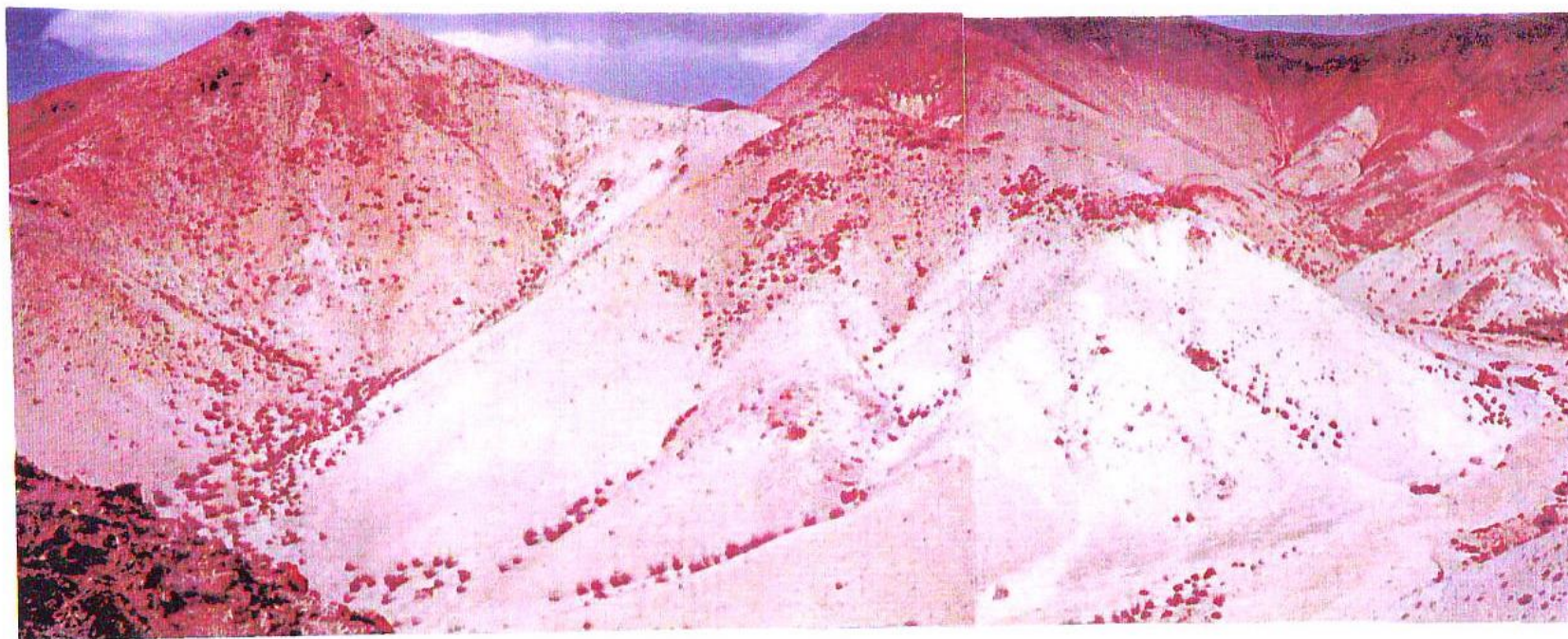
بررسی آلتراسیون در منطقه مطالعاتی

1-7) مقدمه

به کلیه تغییرات شیمیایی و کانی شناسی که تحت تاثیر آبهای ماگمایی و یا گرمایی در سنگها ایجاد می شود آلتراسیون Alteration می گویند. عوامل کنترل کننده نوع تغییرات شیمیایی و کانی شناسی عبارتند از: ترکیب شیمیایی محلول گرمایی و یا ماگمایی. درجه حرارت ، عمق ، شرایط Ph. Eh محلول و ترکیب شیمیایی و کانی شناسی سنگ آلتیره، گسترش و شدت

آلتراسیون بستگی به عواملی از جمله حجم محلولهای گرمایی و یا ماگمایی، میزان ساختمانهای اولیه و ثانویه مفید، واکنش پذیری سنگها، درجه حرارت و فشار محلول دارد. آلتراسیون را بر مبنای یک یا چند کانی مهم تفکیک می کنند و به هر بخش یک زون می گویند.

در محدوده مطالعاتی ، آلتراسیون از گستردگی بسیاری برخوردار می باشد (عکس 1-7). با توجه به مطالعات پتروگرافی صورت پذیرفته بر روی نمونه های اخذ شده از گستره های آلتراسیون منطقه جنس اولیه این سنگها تراکی آندزیت تا آندزیت مشخص گردیده است. سنگهای ولکانیکی فوق مربوط به ائوسن بالایی می باشند. جهت تعیین و تفکیک زونهای آلتراسیون در محدوده مطالعه پیشنهاد شده از نمونه های لیتوژئوشیمیایی که به روش سیستماتیک- ردیفی- تصادفی برداشت شده استفاده گردد. نمونه های فوق به تعداد 400 عدد از سلولها 50×50متری در یک محدوده 800×1250 متری اخذ گردیده است.



عکس شماره (۷-۱): گسترش آلتراسیون در محدوده مطالعاتی (دید به سمت شمال شرق)

جهت تقلیل تعداد نمونه ها می توان هر 4 نمونه را مخلوط و پس از کوارتز از آن ها نمونه برداری کرد. در این راستا توصیه گردید بر روی 100 نمونه فوق آزمایش دیفرکتومتری ایکس (X.R.D) به منظور تشخیص کانیهای رسی انجام پذیرد. براساس نتایج آزمایشهای فوق می توان نقشه آلتراسیون منطقه مورد مطالعه را به دقت تهیه نمود. روش پیشنهادی مذکور به لحاظ محدودیت بودجه پروژه فوق قابل اجرا نبود لذا تعیین و تفکیک زونهای آلتراسیون محدوده مطالعاتی به نتایج آزمایشهای (X.R.D)، (X.R.F) و مطالعات پتروگرافی نمونه های اخذ شده (به صورت پراکنده) و همچنین شواهد صحرایی اکتفا شده است.

با عنایت به نتایج بدست آمده از بررسیهای انجام یافته به روشهای اشاره شده در بالا، انواع دگرسانی در محدوده مطالعاتی عبارتند از: سیلیسی-هماتیتی-آرژیلیتی-سرسیتی. فرآیند دگرسانی در محدوده فوق، حاصل تاثیر محلولهای گرمایی (احتمالاً وابسته به توده های نیمه عمیق ائو- الیگوسن) بر روی گدازه های غنی از پتاسیم تراکی آندزیت- آندزیت ائوسن بالایی منطقه می باشد. شایان ذکر است در این محدوده بعضی از زخمنوهای سنگی کمتر تحت تاثیر دگرسانی واقع شده اند لذا ابتدا به بررسی قلمرو آلتراسیون در محدوده مورد مطالعه خواهیم پرداخت.

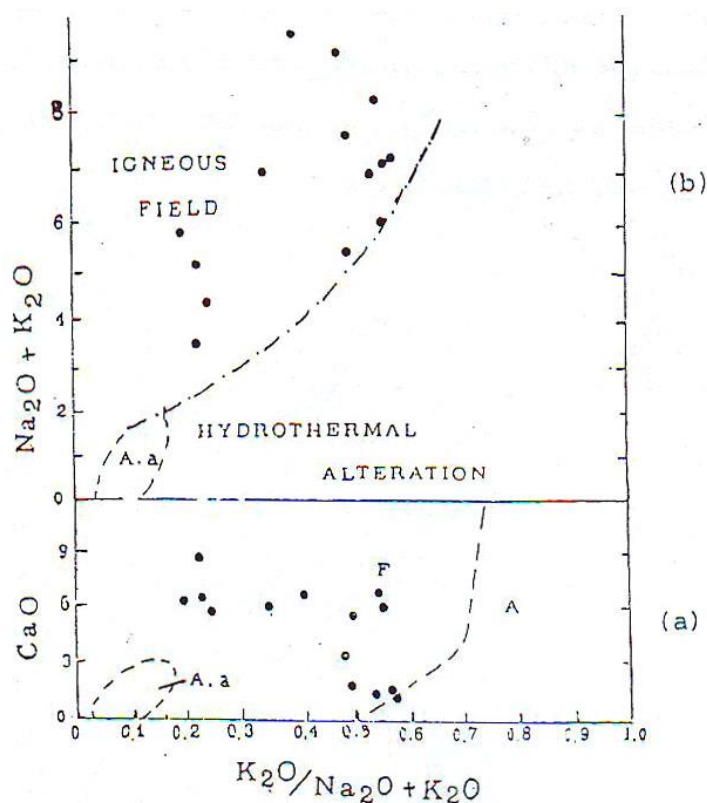
7-2) قلمرو ژئوشیمیایی مجموعه های دگرسانی و غیر دگرسان شده

برای تعیین قلمرو ژئوشیمیایی مجموعه های دگرسانی و یا به عبارت دیگر تفکیک واحدهای دگرسانی از واحدهای غیر دگرسانی می بایست به رفتار عناصر در محیط های مذکور توجه نمود.

شکل (1-7) که با اندکی تغییر از (Maclean, Hoy, 1991) اقتباس شده است گویای همین مطلب است. نمودار مذکور که براساس همین تغییرات عناصر در مقابل پارامتر K_2O/Na_2O+K_2O (که اصطلاحاً به اندیس سرسیتی معروف است) تنظیم گشته است قادر به جدایش واحدهای دگرسانی از واحدهای غیردگرسانی است.

قسمت (a) نمودار مزبور، تغییرات دگرسانی CaO را در مقابل K_2O/Na_2O+K_2O نشان می دهد. محدوده F مربوط به نمونه های سالم (Fresh zone) و محدوده A مختص به نمونه های دگرسانی است. نکته قابل ذکر آنکه نمونه های مربوط به دگرسانی آرژیلیک پیشرفته در نزدیکی بداء نمودار (نقطه صفر) واقع می شوند. این امر حاکی از آن است که لیچینگ شدیدی از سدیم، پتاسیم و کلسیم در دگرسانی فوق رخ داده است. قسمت (b) نمودار مذکور، تغییرات

K_2O/Na_2O+K_2O (مجموع آلکان) در مقابل اندیس سرسیتی را مورد توجه قرار داده است. در این نمودار نمونه های دگرسانی در محدوده آلتراسیون هیدروترمال (A) واقع شده و نمونه های غیر دگرسانی در قلمرو آذرین قرار گرفته اند. همچنین در این دیاگرام، دگرسانی آرژیلیک پیشرفته در نزدیکی مبدا (نقطه صفر) قرار گرفته است. با توجه به اینکه تعداد اندکی از نمونه های اخذ شده مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفته اند و از این تعداد بیشتر نمونه ها از رخنمون سنگهای کمتر دگرسان شده برداشت شده است لذا همانطوریکه در شکل (1-7) مشهود است اغلب نمونه ها در محدوده سنگهای سالم نقطه یابی شده اند. با عنایت به این مطلب می توان نمونه های فوق را در قلمرو مجموعه های غیر دگرسان تلقی نمود.

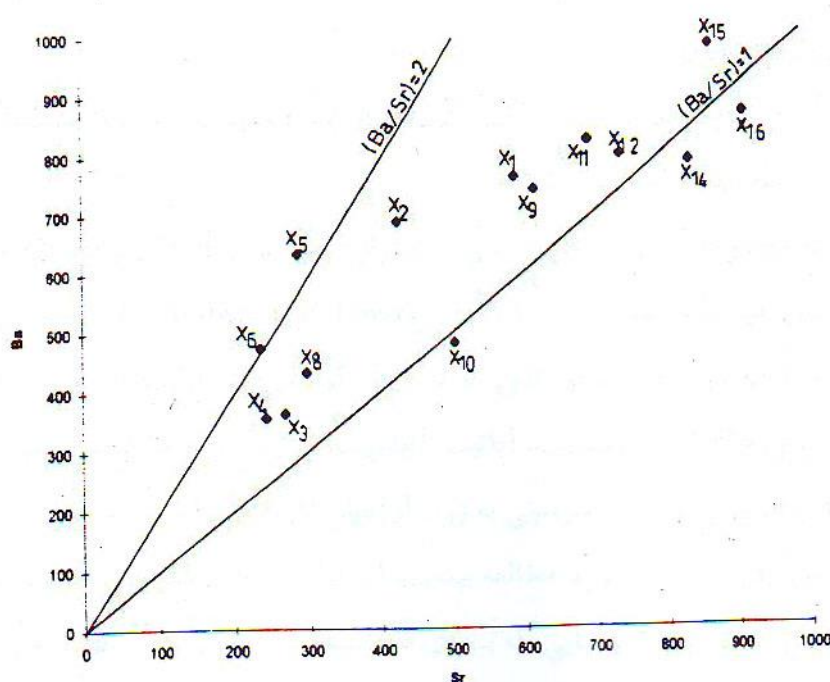


شکل (۱-۷): نمودار (Maclean, Hoy (1991) تفکیک واحدهای دگرسانی (A) از مجموعه های غیر دگرسانی (F) و موقعیت نمونه های تقریباً سالم محدوده مطالعاتی در نمودار فوق

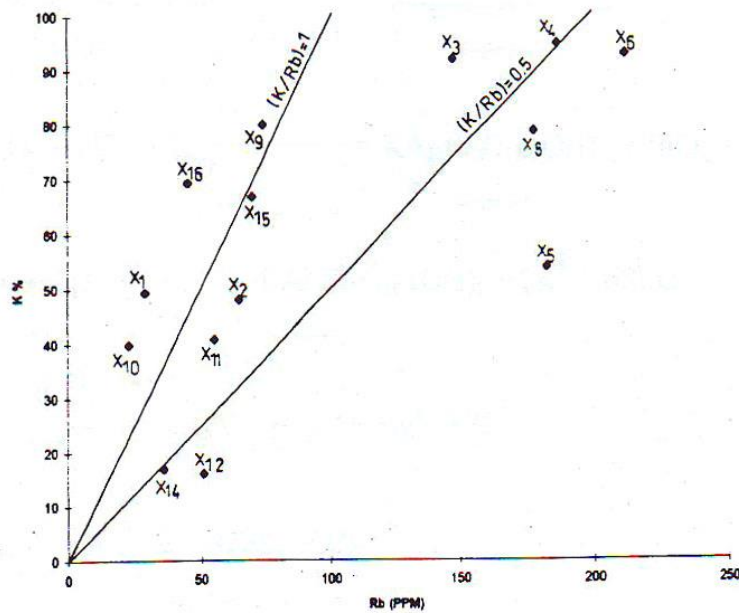
علاوه بر این، با استفاده از رفتار عناصر کمیاب هم می توان واحدهای دگرسانی را از مجموع هایی که تحت تاثیر دگرسانی قرار ننگرفته اند تفکیک نمود. شکل (2-7) که بر مبنای تغییرات

باریم نسبت به استرانسیم تنظیم شده است، گویای آن است که در نمونه های دگرسانی عموماً نسبت به استرانسیم (Ba/Sr) بیشتر نمونه های غیر دگرسان شده می باشد. این مسئله را می توان به لیچینگ استرانسیم از محیط دگرسانی نسبت داد که با لیچینگ استرانسیم از محیط دگرسانی نسبت باریم به استرانسیم افزایش می یابد. همچنین نسبت بالای باریم به استرانسیم در محیط دگرسانی حاکی از آن است که باریم نسبت به استرانسیم در آلتراسیون هیدروترمال از تحرك كمتری برخوردار است و این امر نیز از شعاع یونی بیشتر باریم (1/44) در مقایسه با استرانسیم (1/21) ناشی می شود.

كلارك (Clarke, 1992) معتقد است که نسبت K/Rb می تواند شاخص میزان شرکت فرایندهای ماگمایی (مانند تبلور بخشی) و فعالیت فاز سیال (همچون محلولهای گرمایی) باشد. به این ترتیب نسبت زیاد K/Rb نشان دهنده تاثیر بیشتر فرایندهای ماگمایی است و نسبت اندك K/Rb شاخص برتر فرایندهای گرمایی می باشد. شکل (3-7) موقعیت نمونه های محدوده مطالعاتی را در نمودار K/Rb نشان می دهد.



شكل (۲ - ۷): نمودار باریم - استرانسیم و موقعیت نمونه های منطقه در آن



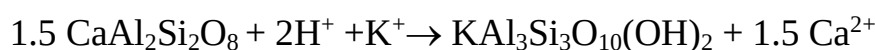
شکل (۳ - ۷): نمودار تغییرات K بر حسب Rb و موقعیت نمونه های محدوده مطالعاتی در آن

3-7 فازهای آلتراسیون در محدوده مطالعاتی

1-3-7 آلتراسیون سرسیتی

مطالعات پتروگرافی، دیفرکتومتری پرتو ایکس (X.R.D) و همچنین روشهای شیمیایی وجود این دگرسانی را در منطقه به اثبات رسانده اند.

این دگرسانی با مجموعه های کانی شناسی سرسیت، کوارتز و پیریت (Creasey, 1966)، سرسیت، کوارتز، پیریت، هیدرومیکا و کلریت (Guilbert and Lowell, 1970) سرسیت و کوارتز (Rose, 1970) شناخته می شود. سایر کانی ها در این دگرسانی پیروفلیت، دیکیت، کائولین و آندالوزیت بوده و کانی های فرعی کلسیت، آپاتیت، آنیدریت، روتیل و لوکوسین می باشند. در صورت افزایش کانی های روسی، زون سرسیتی به زون آرژیلیتی تغییر می یابد. دگرسانی سرسیتی در محدوده مورد مطالعه بیشتر با پاراژنز کانی شناسی سرسیت، کوارتز شناسایی شده است. واکنش های شیمیایی که برای دگرسانی سرسیتی در منطقه مورد مطالعه می توان در نظر گرفت عبارتند از:



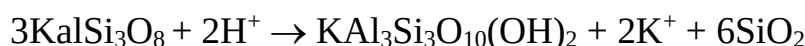
آنورتیت

سرسیت



آلبیت

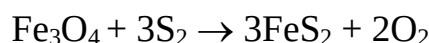
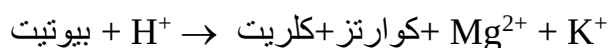
سرسیت



فلدسپات

سرسیت

پتاسیم



منیتیت

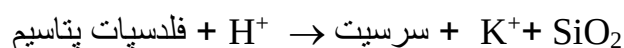
پیریت

با توجه به واکنشهای فوق می بینیم که در طی این دگرسانی سدیم، کلسیم و منیزیم از محیط شسته شده و عنصر پتاسیم که از تخریب بیوتیت و فلدسپات آزاد شده است. در ساخت کانی سریت که از دگرسانی پلاژیوکلاز ایجاد شده، شرکت می کند. همچنین در واکنشهای فوق یک مناسوماتوز هیدروژن دیده می شود. این امر در حالت کلی با عقیده Helgeson (1964) که آلتراسیون هیدروترمال در سنگهای دارای سیلیکاتهای آلومینیم را مناسوتوز هیدروژن می داند، مطابقت دارد.

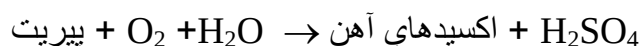
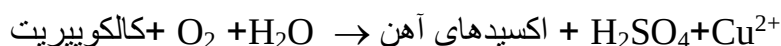
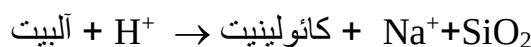
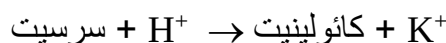
7-3-2) آلتراسیون آرژیلیک

مطالعات پتروگرافی، دیفرکتوگرافی پرتوایکس و تا حدودی آنالیزهای شیمیایی وجود این دگرسانی در منطقه را به اثبات رسانده اند. بطور کلی آلتراسیون آرژیلیک با مجموعه کانی شناسی کائولینیت – مسکویت (Creasey, 1966)، کائولینیت – مونتموریونیت- کلریت (Guilbert and Lowell, 1970)، سرسیت- کائولینیت- کوارتز (Lowell, 1970) شناخته می شود. Meyer and Hemley (1967) دگرسانی مزبور را برحسب شدت دگرسانی به دو نوع حد واسط و پیشرفته تفکیک نموده اند. در دگرسانی آرژیلیک حد واسط لیچینگ کاتیونهای آکالن به طور ناقص انجام شده و در نتیجه عناصر مذکور به صورت منتموریونیت، ایلیت، کلریت و در برخی موارد کائولینیت در سنگ دیده می شود. واکنشهای شیمیایی این نوع دگرسانی عبارتند از:

$T < 350$



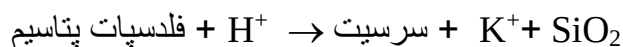
$$T < 350$$



در طی این دگرسانی کانیهای سولفور از محیط شسته شده و احتمالاً به ترازهای پائین تر منتقل می شود. اکسیدهای آهن غالباً در محل باقی مانده و در نتیجه این مجموعه دگرسانی با رنگهای زرد تا قرمز در صحرا مشخص گردد.

در دگرسانی آرژیلیک پیشرفته شرایط اسیدی حاکم بر این دگرسانی موجب لیچینگ شدید کاتیونهای آلکالین شده در نتیجه کانیهای نظیر کائولینیت، دیکیت، پیروفیلیت و در پاره ای موارد آلونیت، دیاسپور و آندالوزیت در سنگ ایجاد می شوند. واکنشهای شیمیایی مربوط به این دگرسانی عبارتند از:

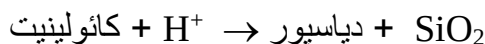
$$T < 350$$



$$T < 350$$



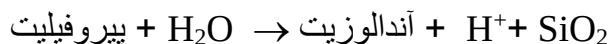
$$T < 350$$



$$T > 350$$



$$T > 400$$



با توجه به نتایج آزمایشهای دیفرکتومتری پرتو ایکس (X.R.D) نمونه های اخذ شده از نواحی دگرسان شده آرژیلیک در محدوده مطالعاتی با پاراژنز کوارتز، کائولینیت، سرسیت به همراه مقادیر کمی لیمونیت، پیروفیلیت، جاروسیت و آلونیت مشخص شده است. در بعضی موارد نمونه های برداشت شده دارای درصد خیلی زیاد کائولینیت می باشند.

7-3-3) آلتراسیون آلونیتی

کانیهای مهم زون آلونیتی عبارتند از: آلونیت، کوارتز، کلسدون و اوپال و کانی های فرعی آن شامل کائولینیت، سرسیت، دیاسپور، جاروسیت، روتیل، پیریت، هماتیت و پیروفلیت می باشد. نحوه تشکیل این فاز دگرسانی بدین صورت می باشد که محلولهای ماگمایی و گرمایی غنی از سولفات در شرایط اکسیدان و در دمای کمتر از 300 درجه سانتی گراد موجب هیدرولیز سنگهای غنی از Al, K شده در نتیجه آلونیت تشکیل می گردد. زون آلونیتی می تواند با فازهای دگرسانی آرژیلیک و سرسیتی مرز مشترک داشته باشد. افزایش غلظت SO_4^- عامل مهم و اساسی برای تشکیل آلونیت است. کاهش درجه حرارت محدوده تشکیل آلونیت را گسترش می دهد. نظر به اینکه در زون آلونیت سیستم مربوطه اشباع از سیلیس است بنابراین اکسیدهای سیلیس کریپتوکریستالین می توانند تشکیل شوند.

آلتراسیون آلونیت در اکثر کانسارهای طلا و نقره نوع اپی ترمال واقع در سنگهای آتشفشانی یافت می شود. این زون از بالا به زون سیلیسی و از اطراف و پایین به زون آرژیلیک محدود می شود. در محدوده مطالعاتی زون آلونیتی با پاراژنز آلونیت- کوارتز و جاروسیت – روتیل در مطالعات دیفرکتومتری پرتو ایکس (X.R.D) مشخص گردیده و همچنین در بررسیهای پتروگرافی آلونیت در بعضی از نمونهها دگرسان شده، دیده شده است. در منطقه مطالعاتی این فاز دگرسانی در قسمت پایین زون سیلیسی قرار گرفته است.

7-3-4) آلتراسیون سیلیسی

بطور کلی افزایش مقدار درصد کوارتز و یا اکسیدهای سیلیس (چرت، اوپال و کلسدون) را در سنگ اصطلاحاً سیلیسی شدن گویند. سیلیسی شدن به دو طریق صورت می گیرد:

1) اضافه شدن SiO_2 به سنگ توسط محلولهای ماگمایی و یا گرمایی

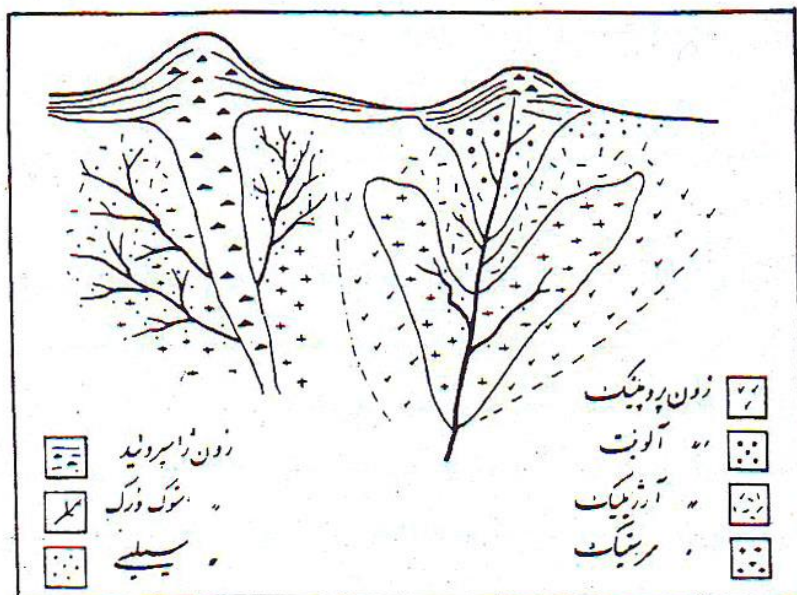
2) بالارفتن مقدار سیلیس به دلیل انحلال مواد دیگر

نحوه تشکیل این زون دگرسانی به صورتی است که محلولهای ماگمایی، گرمایی و یا دگرگونی غنی از سیلیس در شرایط مناسب سیلیس خود را بر جای می گذارد. عوامل مهم و موثر در ته نشینی سیلیس عبارت از کاهش فشار، حرارت و PH محلول هستند. در صورتیکه محلول گرمایی آهسته سرد گردد کوارتز متبلور می شود. در محلولهای گرمایی که در نزدیکی سطح زمین شروع به جوشیدن می نماید به دلیل کاهش سریع دمای بخار آب، محلول مربوطه از سیلیس اشباع می شود که در نتیجه اکسیدهای کریپتوکریستالین سیلیس بر جای می گذارد.

بنابراین شرایط اساسی برای تشکیل اکسیدهای کریپتوکریستالین سیلیس، فوق اشباع بودن محلول از سیلیس است. در محدوده مطالعاتی زون دگرسانی سیلیسی بصورت سنگ پوشش (Cap Rock) در ارتفاعات دیده می شود. این زون در بیشتر قسمت ها همراه اکسیدهای آهن (مانند لیمونیت) می باشد به همین لحاظ رخنمون این زون دگرسانی در بیشتر نواحی قرمز رنگ می باشد.

4-7) رخساره های دگرسانی منطقه مورد مطالعه

با توجه به شواهد صحرایی و نتایج آنالیز های انجام شده بر روی نمونه های اخذ شده از نواحی دگرسان شده محدوده مطالعاتی، می توان مدل آلتراسیون کانسارهای طلایی ترمال در سنگ های آتشفشانی (شکل 4-7) را برای این محدوده در نظر گرفت. در این حالت زون سیلیسی به صورت پوشش Cap در بالا و در زیر آن زون آلونیتی قرار گرفته است. زون آرژیلیک فاز دگرسانی آلونیتی را در برگرفته و منطقه آلتراسیون سرسیتی در حاشیه آنرا احاطه کرده است.



شکل (۴ - ۷): نمایش نیم رخ زونهای آلتراسیون کانسارهای طلایی ترمال در سنگهای آتشفشانی

در زیر به بررسی رخساره های آلتراسیون منطقه مطالعاتی خواهیم پرداخت. شایان ذکر است تعیین و تفکیک زونهای آلتراسیون در محدوده مطالعاتی صرفاً براساس نتایج پتروگرافی و آنالیز (X.R.D) نمونه ها اخذ شده به تعداد محدود و با توجه به مقررات مالی پروژه صورت پذیرفته است.

7-4-1) رخساره سرسیتی- سیلیسی

این رخساره بیشتر در جنوب منطقه مطالعاتی گسترش دارد. محدوده رخساره سرسیتی- سیلیسی بر روی نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (CS) مشخص گردیده است. تعیین و تفکیک این رخساره با توجه به مطالعات پتروگرافی و نتایج آنالیز (X.R.D) بر روی نمونه های زیر انجام پذیرفته است.

نمونه شماره P_1 :

محل و وسعت رخمون: جنوب غرب محدوده با وسعت کم در بین تراکی آندزیت های ائوسن بالایی

جنس و بافت لیتولوژی اولیه: لیتولوژی اولیه با توجه به عملکرد شدید دگرسانی در این منطقه و از بین رفتن کانیهای اصلی قابل تشخیص نمی باشد.

رخساره دگرسانی: سرسیتی- سیلیسی، سرسیت حاصل دگرسانی فلدسپاتها بوده و سیلیس به صورت کوارتز در متن سنگ و شکستگیهای آن مشهود است.

نمونه شماره P_5 :

محل و وسعت رخمون: جنوب محدوده با وسعت کم در بین تراکی آندزیت های ائوسن بالایی.

جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت تا آندزیت با بافت اولیه پورفیری

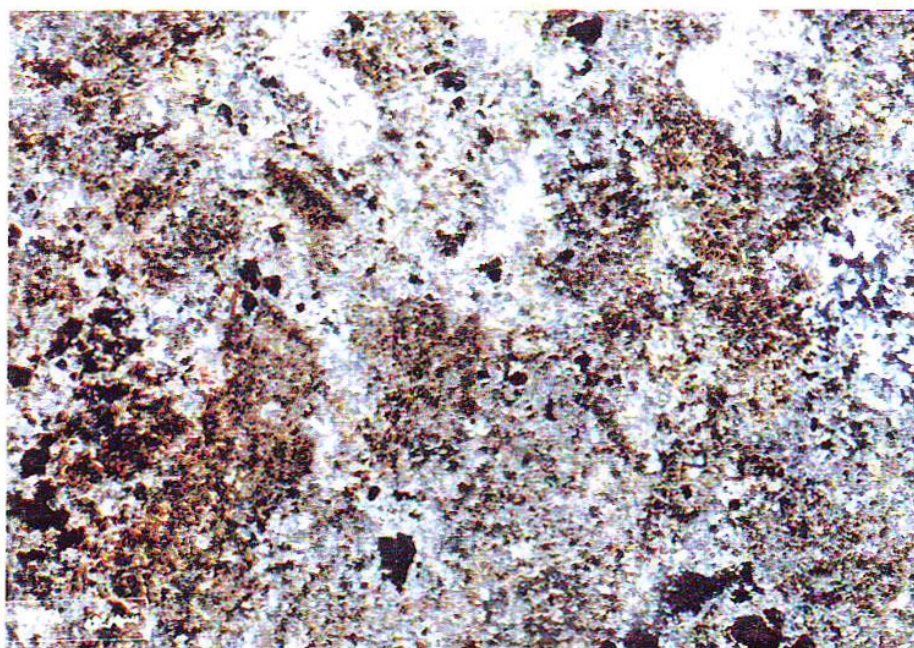
رخساره دگرسانی: سرسیتی- سیلیسی، سرسیت حاصل دگرسانی فلدسپاتها بوده و سیلیس به صورت کوارتز در متن سنگ و حفرات آن دیده می شود.

بر روی نمونه شماره A_{12} که از این گستره اخذ گردیده، آنالیز (X.R.D) انجام پذیرفته است که نتیجه این آزمایش حاکی از آن است که کانیهای اصلی نمونه فوق کوارتز و سرسیت می باشند.

نمونه شماره P_7 :

محل و وسعت رخنمون: جنوب محدوده با وسعت کم در بین تراکي آندزیت هاي ائوسن بالايي.
 جنس و بافت ليتولوژي اوليه: احتمالاً تراکي آندزیت تا آندزیت با بافت اوليه پورفيري
 رخساره دگرساني: سرسيتي- سيليسي
 برروي نمونه شماره A_1 که از این گستره اخذ گرديده ، آناليز (X.R.D) انجام پذيرفته است
 که نتيجه این آزمایش حاكي از آن است که کانيهاي اصلي نمونه فوق کوارتز و سرسيت بوده و
 کانيهاي فرعي آلونيت، جاروسيت، انيدريت و باريت مي باشند.
 نمونه شماره P_{16} :

محل و وسعت رخنمون: جنوب محدوده با وسعت کم در بین تراکي آندزیت هاي ائوسن بالايي.
 جنس و بافت ليتولوژي اوليه: احتمالاً آندزیت با بافت اوليه پورفيري
 رخساره دگرساني: سرسيتي- سيليسي، سرسيت حاصل دگرساني پلاژيوکلارها و سيليس به
 صورت کوارتز درزه و شکاف سنگ را پر کرده است.
 عکس شماره (2-7) رخساره دگرساني سرسيت – سيليسي در نمونه شماره P_{16} را نشان مي
 دهد.



عکس (۲ - ۷) رخساره دگرساني سرسيتي - سيليسي در نمونه شماره P_{16} ، نور پلاریزه،
 بزرگنمایی ۳۳

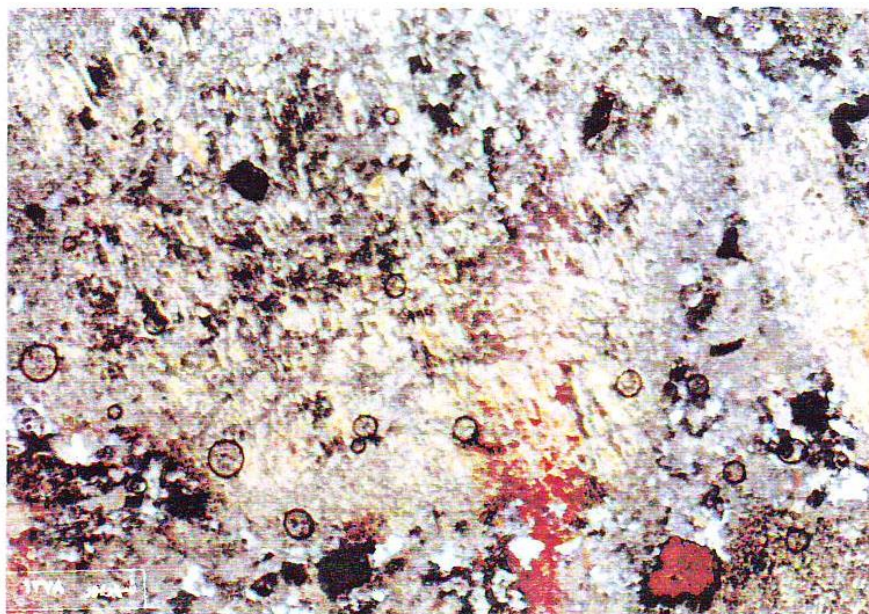
نمونه شماره P₁₉:

محل و وسعت رخنمون: جنوب- مرکز محدوده با وسعت متوسط
جنس و بافت لیتولوژی اولیه: لیتولوژی اولیه با توجه به عملکرد شدید دگرسانی و از بین رفتن کانیهای اولیه قابل تشخیص نمی باشد.
رخساره دگرسانی: سرسیتی- سیلیسی
بر روی نمونه شماره A₆ که از این محدوده برداشت شده است ، آنالیز (X.R.D) انجام پذیرفته است که نتیجه این آزمایش حاکی از آن است که کانیهای اصلی نمونه فوق کوارتز و سرسیت بوده و کانیهای فرعی آلونیت و جاروسیت می باشند.
نمونه شماره P₂₇:

محل و وسعت رخنمون: شمال شرق با وسعت متوسط
جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت تا آندزیت با بافت اولیه پورفیری
رخساره دگرسانی: سرسیتی- سیلیسی
بر روی نمونه شماره A₉ که از این محدوده برداشت گردیده است ، آنالیز (X.R.D) انجام پذیرفته است که نتیجه این آزمایش حاکی از آن است که کانیهای اصلی نمونه فوق کوارتز و سرسیت بوده و کانیهای فرعی آلونیت ، مونتموریلونیت و انیدریت می باشند.
نمونه شماره P₉ و P₁₀:

محل و وسعت رخنمون: جنوب شرق با وسعت متوسط
جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت تا آندزیت با بافت اولیه پورفیری
رخساره دگرسانی: سرسیتی- سیلیسی
عکس شماره (3-7) نمای میکروسکوپی مقطع نمونه شماره P₁₀ را نشان می دهد که در آن دگرسانی غالب از نوع سرسیتی می باشد.
نمونه شماره P₁₁:

محل و وسعت رخنمون: جنوب غرب منطقه با وسعت متوسط
جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت تا آندزیت با بافت اولیه پورفیری
رخساره دگرسانی: سرسیتی (این رخساره دگرسانی در نقشه پیوستی زمین شناسی پیوستی با علامت (C) مشخص شده است).



عکس (۳ - ۷): دگرسانی غالب سرسیتی به همراه آرژیلیتی و سیلیس شدن در نمونه شماره P₁₀
نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

برروي نمونه شماره A₃ که از این محدوده برداشته شده است آنالیز (X.R.D) انجام پذیرفته است که نتیجه این آزمایش حاکی از آن است که کانیهای اصلی نمونه فوق کوارتز و سرسیت بوده و کانیهای فرعی جاروسیت و آلونیت می باشد.

- نمونه شماره A₂ از گستره دگرسانی با وسعت کم در جنوب محدوده و در بین تراکی آندزیت های ائوسن بالایی اخذ گردیده است. نتیجه آنالیز (X.R.D) برروي این نمونه حاکی از آن است که کانیهای اصلی کوارتز و سرسیت بوده و کانیهای فرعی آلونیت، اپیدوت، ژپس و انیدریت می باشند. با توجه به شواهد صحرایی و نتیجه آنالیز فوق رخساره سرسیتی- سیلیسی برای این محدوده در نظر گرفته شده است.

- نمونه شماره A₄ از گستره دگرسانی با وسعت کم تا متوسط در جنوب محدوده مطالعاتی برداشت شده است. نتیجه آنالیز (X.R.D) برروي این نمونه حاکی از آن است که کانیهای اصلی کوارتز و سرسیت می باشند. با توجه به شواهد صحرایی و نتیجه آنالیز فوق رخساره سرسیتی- سیلیسی برای این محدوده در نظر گرفته شده است.

- نمونه شماره A₁₁ از گستره دگرسانی با وسعت کم تا متوسط در جنوب شرق محدوده مطالعاتی برداشت شده است. نتیجه آنالیز (X.R.D) برروي این نمونه حاکی از آن است که

کانیهای اصلی کوارتز و سرسیت و کانیهای فرعی کائولینیت و جاروسیت می باشند. با توجه به شواهد صحرایی و نتیجه آنالیز فوق رخساره سرسیتی- سیلیسی برای این محدوده در نظر گرفته شده است.

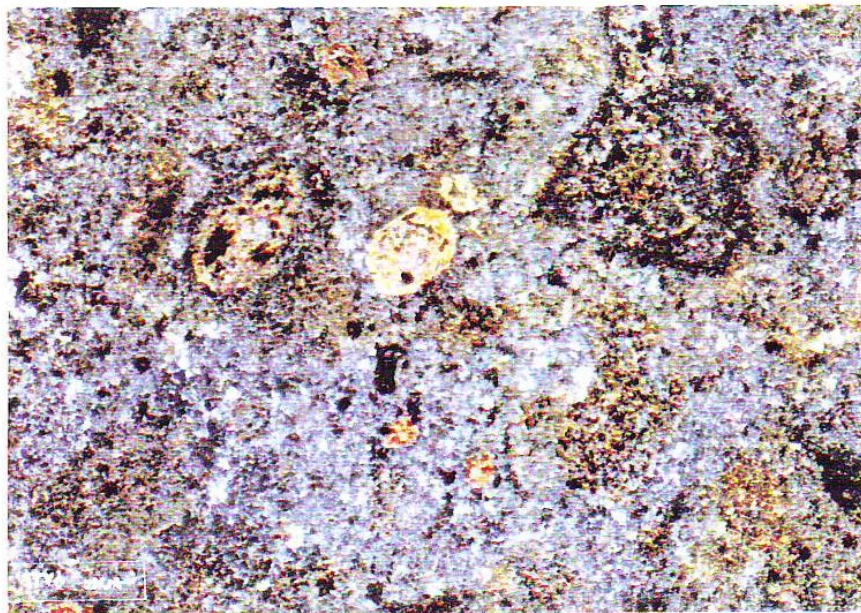
7-4-2) رخساره آرژیلیتی - سرسیتی

محدوده رخساره رخساره آرژیلیتی - سرسیتی اغلب با رخساره سرسیتی- سیلیسی همبري داشته و در بالای آن قرار گرفته است. این رخساره در نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (AC) مشخص گردیده است. تعیین و تفکیک رخساره آرژیلیتی - سرسیتی با توجه به مطالعات پتروگرافی و نتایج آنالیز (X.R.D) بر روی این نمونه های زیر انجام پذیرفته است. نمونه شماره P₁₃:

محل و وسعت رخنمون: جنوب غرب محدوده با وسعت متوسط در بالای زون سرسیتی جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت بافت اولیه پورفیری رخساره دگرسانی: آرژیلیتی - سرسیتی فلدسپاتها به کانیهای رسی و سرسیت تبدیل شدگی نشان می دهند و کانیهای مافیک به کلریت و اکسیدهای آهن بدل شده اند. عکس شماره (7-4) تبدیل شدگی پیروکسن ها به کلریت و اپیدوت را در نمونه شماره P₁₃ نشان می دهد.

نمونه شماره P₂₀:

محل و وسعت رخنمون: جنوب شرق محدوده با وسعت متوسط جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت بافت اولیه پورفیری رخساره دگرسانی: آرژیلیتی - سرسیتی، فلدسپاتها به کانیهای رسی و سرسیت تبدیل شدگی نشان می دهند و سیلیس به صورت کوارتز در متن سنگ و حفرات آن دیده می شود. از این محدوده نمونه شماره A₇ اخذ شده است، نتیجه آنالیز (X.R.D) بر روی این نمونه نشانگر وجود کانی سرسیت و کوارتز به همراه مقادیر کمی جاروسیت و آلونیت می باشد.



عکس شماره (۷ - ۴): تبدیل شدگی پیروکسن ها به کلریت و اپیدوت در نمونه شماره P13.
نور پلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

نمونه شماره P₃₄:

محل و وسعت رخنمون: جنوب شرق محدوده با وسعت متوسط و در کنتاکت با زون سیلیسی جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت بافت اولیه پورفیری رخساره دگرسانی: آرژیلیتی - سرسیتی.

3-4-7 رخساره آرژیلیتی- سیلیسی

محدوده این رخساره اغلب در پایین زون سیلیسی واقع شده است. رخساره آرژیلیتی- سیلیسی در نقشه زمین شناسی پیوستی با علامت (AS) مشخص گردیده است. تعیین و تفکیک رخساره آرژیلیتی- سیلیسی با توجه به مطالعات پترو گرافی و نتایج آنالیز (X.R.D) بر روی نمونه های زیر انجام پذیرفته است.

نمونه شماره P₈ :

محل و وسعت رخنمون: در جنوب محدوده مورد مطالعه با وسعت کم در پایین زون سیلیسی جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت بافت اولیه پورفیری

رخساره دگرساني: آرژيليتي - سيليسي، فلدسپاتها به كانپهاي رسي (آرژيلي) تبديل شده اند و سيليس به صورت كوارتز در متن سنگ و نيز در شكستگيهاي آن ديده مي شود.

نمونه شماره P_{17} :

محل و وسعت رخنمون: در جنوب محدوده مورد مطالعه با وسعت متوسط و در همبري با زون سرسيتي - سيليسي

جنس و بافت ليتولوژي اوليه: ليتولوژي اوليه با توجه به عملکرد شديد دگرساني و از بين رفتن كانپهاي اصلي قابل تشخيص نمي باشد.

رخساره دگرساني: آرژيليتي - سيليسي.

نمونه شماره P_{35} :

محل و وسعت رخنمون: در جنوب -مرکز محدوده مورد مطالعه با وسعت نسبتاً زياد و در پايين زون سيليسي - همتيتي

جنس و بافت ليتولوژي اوليه: احتمالاً تراكي آندزيت بافت اوليه پورفيري

رخساره دگرساني: آرژيليتي - سيليسي

از قسمت شمال شرقي اين محدوده نمونه شماره A_5 جهت آناليز (X.R.D) اخذ گرديده است. نتيجه آناليز فوق حاكي از آن است كه كانپهاي اصلي نمونه مذکور كوارتز، كائولينيت و سرسيت بوده و كانپهاي رسي ليمونيت، پيروفيليت ، جاروسيت و آلونيت مي باشد.

4-4-7) رخساره كائولينيتي - آلونيتي

محدوده اين رخساره در پايين زون سيليسي واقع شده است. رخساره كائولينيتي - آلونيتي در نقشه زمين شناسي پيوستي با علامت (KA) مشخص گرديده است. تعيين و تفكيك رخساره كائولينيتي - آلونيتي با توجه به مطالعات پتروگرافي، نتايج آناليز (X.R.D) و شواهد صحرائي به صورت زير انجام پذيرفته است.

نمونه شماره P_{38} :

محل و وسعت رخنمون: شمال غربي محدوده مطالعاتي با وسعت نسبتاً زياد و در پايين زون سيليسي - همتيتي

جنس و بافت ليتولوژي اوليه: احتمالاً تراكي آندزيت بافت اوليه پورفيري

رخساره دگرساني: کائولینیتی - آلونیتی

نمونه شماره P₂₂ :

محل و وسعت رخنمون: شرق محدوده مطالعاتی با وسعت کم
جنس و بافت لیتولوژی اولیه: احتمالاً تراکی آندزیت بافت پورفیری
رخساره دگرساني: کائولینیتی - آلونیتی (این رخساره بر روی نقشه زمین شناسی با
علامت (K) مشخص شده است).

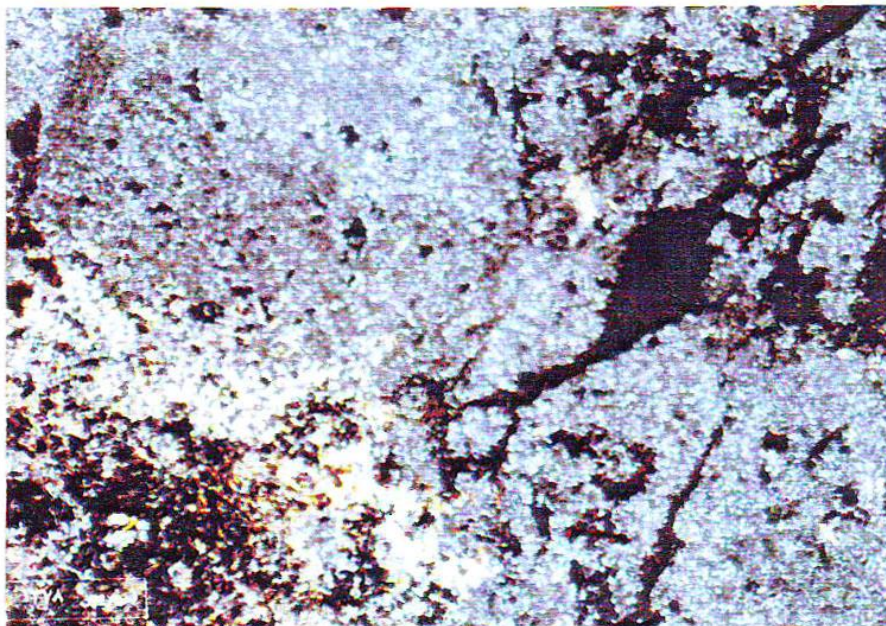
از محدوده فوق نمونه شماره A₈ جهت آنالیز (X.R.D) برداشت گردیده است. نتیجه آنالیز
فوق حاکی از آن است که قسمت اعظم نمونه فوق از کائولینیت تشکیل گردیده است. کوارتز به
صورت کانی فرعی در این نمونه وجود دارد.

5-4-7 رخساره سیلیسی

این رخساره در ارتفاعات محدوده مورد مطالعه دیده می شود و در حقیقت به صورت پوش
سنگ Cap Rock بر روی فاز دگرساني کائولینیتی - آلونیتی قرار گرفته است. تعیین و تفکیک
رخساره سیلیسی با توجه به شواهد صحرایی، مطالعات پتروگرافی و نتایج آنالیز (X.R.D)
صورت پذیرفته است. این رخساره در محدوده مطالعاتی گسترش زیادی دارد. این فاز
دگرساني در برخی نواحی همراه اکسیدهای آهن به صورت هماتیت و لیمونیت می باشد.
رخساره دگرساني سیلیسی - هماتیتی در نقشه زمین شناسی با علامت (SH) مشخص شده
است. مطالعات پتروگرافی صورت پذیرفته بر روی نمونه های اخذ شده از این واحد دگرساني ،
نوع آلتراسیون سیلیسی- هماتیتی را تایید نموده است. نمونه های فوق عبارتند از P₁₈، P₃₉ ،
P₂₄ ، P₂₅ ، P₃₂ که محل نمونه برداری آنها بر روی نقشه زمین شناسی مزبور آورده شده
است . با توجه به عملکرد شدید دگرساني ، تعیین لیتولوژی اولیه این سنگها با مشکل مواجه می
باشد.

رخساره سیلیسی - هماتیتی بیشتر در شمال و غرب ناحیه مطالعاتی گسترش دارد. نمونه شماره
A₁₃ از شمال غرب ناحیه مذکور اخذ گردیده و بر روی آن آنالیز (X.R.D) انجام شده
است. نتیجه آنالیز فوق حاکی از آن است که کانی اصلی نمونه مذکور کوارتز بوده و کانیهای
فرعی باریت، روتیل، هالیت، آلونیت و اپیدوت می باشد.

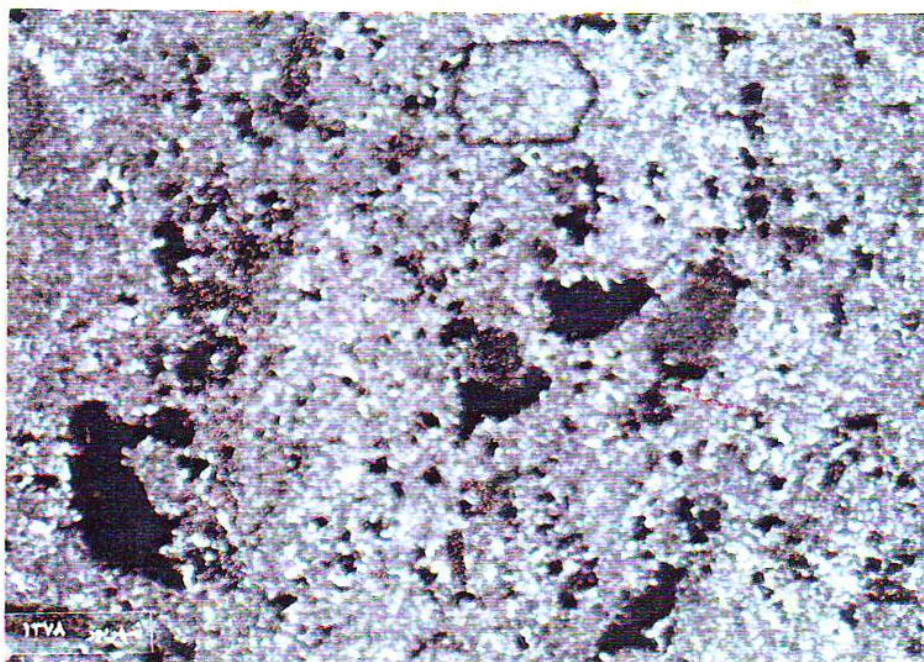
عکس شماره (5-7) دگرساني سیلیسی - هماتیتی را در نمونه P₂₅ نشان می دهد.



عکس (۵ - ۷): دگرساني سيليسي - هماتي در نمونه شماره P₂₅، نورپلازیه، بزرگنمایی ۳۳

رخساره دگرساني سيليسي بيشتر در شرق و جنوب ناحیه مطالعاتي رخنمون دارد. اين رخساره بر روي نقشه زمین شناسي پيوستي با علامت (S) نشان داده شده است. نمونه هاي P₃₆، P₄، P₂₁، P₂₃ از اين واحد دگرساني اخذ و محل برداشت آنها در نقشه زمین شناسي مذکور مشخص شده است. مطالعات پتروگرافي بر روي اين نمونه ها سيليسي شدن آنها را تايد نموده است. ليتولوژي اوليه اين سنگها به لحاظ عملکرد شديد دگرساني بر روي آنها قابل تشخيص نمي باشد. در شرق ناحیه مطالعاتي و در حاشيه شرقي آبراهه رخنمون نسبتاً کوچکی از اين رخساره سيليسي با رنگ تيره تا زرد ديده مي شود که در آن کانه هاي پيريت قابل تشخيص است.

عکس شماره (6-7) سيليسي شدن نمونه P₄ را نشان مي دهد.



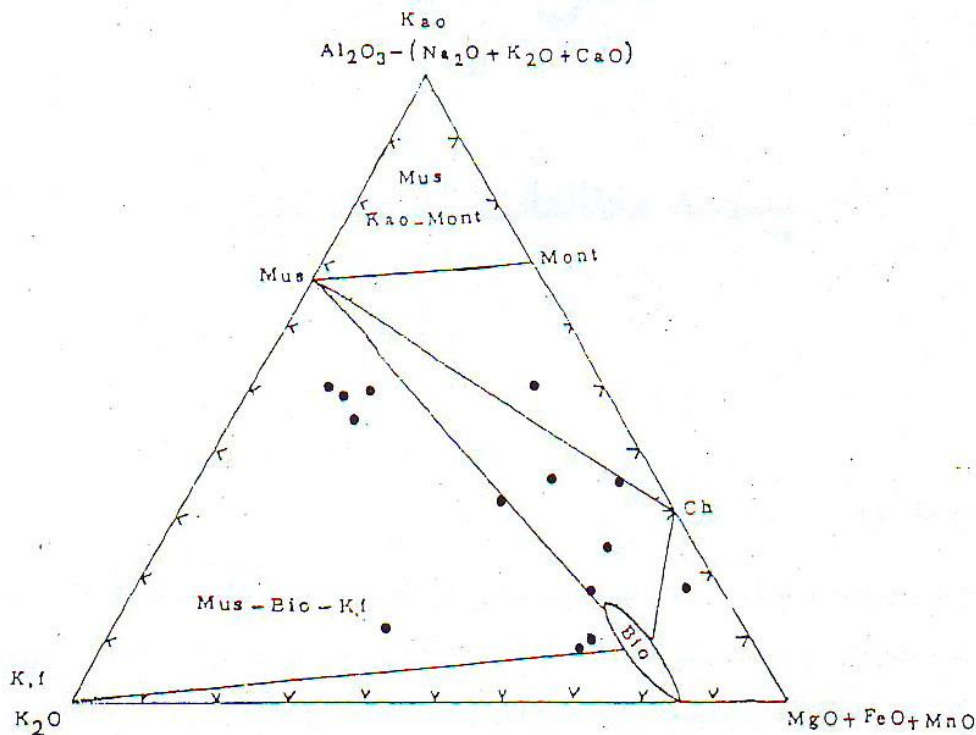
عکس شماره (۶ - ۷): دگرسانی سیلیسی در نمونه P_4 ، نورپلاریزه، بزرگنمایی ۳۳

5-7) رده بندی واحدهای دگرسانی با استفاده از معیارهای شیمیایی

علاوه بر مطالعات پتروگرافی و نتایج آنالیزهای (X.R.D) که شرح آن در بالا به میان آورده شد، با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی صورت گرفته بر روی تعدادی از نمونه های اخذ شده از محدوده مطالعاتی، نوع دگرسانی نمونه های فوق بررسی گردید. در این راستا از نمودار AKF استفاده شده است. در این نمودار سه نوع دگرسانی که شامل آرژیلیک حد واسط، آرژیلیک پیشرفته و سرسیتی می باشد از یکدیگر تفکیک شده اند.

در نمودار AKF دگرسانی سرسیتی در محدوده مسکویت – بیوتیت- فلدسپات پتاسیم، دگرسانی آرژیلیک حد واسط در محدوده کائولینیت – مونتموریلونیت- مسکویت واقع شده است.

شکل (5-7) موقعیت برخی از نمونه های محدوده مطالعاتی را در نمودار AKF نشان می دهد. همانطوریکه در این نمودار دیده میشود نمونه های X_3 ، X_4 ، X_5 ، X_8 در محدوده دگرسانی سرسیتی و نزدیک به مرز آرژیلیتی نقطه یابی شده اند و نمونه های P_2 و P_3 در محدوده سرسیتی قرار گرفته اند. همچنین نمونه شماره X_1 در ناحیه دگرسانی آرژیلیک حد واسط واقع شده است. سایر نمونه ها کمتر تحت تاثیر آلتراسیون قرار گرفته اند و تقریباً خارج محدوده های دگرسانی گفته شده در بالا واقع شده اند.



شکل (۷ - ۵): نمودار AKF و موقعیت برخی از نمونه های محدوده مطالعاتی در آن

فصل هشتم

پیشینه مطالعات ژئوشیمیایی

1-8) مقدمه

در چهارچوب عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده پلی متال مشکین شهر و شمال روستای دوست بیگلو، مساحت یک کیلومتر مربع با چگالی 400 نمونه در هر کیلومتر مربع در سلولهایی با ابعاد 50×50 متر تحت پوشش عملیات نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی قرار گرفت. در طراحی شبکه نمونه برداری علاوه بر مد نظر قرار دادن محدوده گسترش زونهای آنومالی

عناصر مورد بررسی در فازهای قبلی این پروژه محدوده گسترش زونهای آلتراسیون مشاهده آثار کانی سازی و همچنین گسترش روند شکستگیهای موجود مورد استفاده قرار گرفته اند. بطور کلی بررسیهای لیتوژئوشیمیایی باید با تکیه بر قوانین حاکم بر تمرکز فلزات در سنگها انجام شوند. در این روش بررسی نقش معرف های ژئوشیمیایی با اهمیت است. عناصر معرف باید به گونه های انتخاب شوند که بتوانند نشان دهنده تیپیک ترین مراحل یا فرایندهای تشکیل کانسار باشند. بررسی نمونه های سنگ بستر بیشتر برای تعیین آن هاله های پراکندگی اولیه است که در ارتباط با نهشته های بدون رخنمون و پنهان می باشند. این هاله ها در جهتی که افزایش غلظت نشان می دهند می توانند با نهشته های کانساری در ارتباط باشند. با اینکه بررسی های اکتشافی ژئوشیمیایی روی سنگ ها از آسان ترین و عملی ترین روش های اکتشاف ژئوشیمیایی محسوب می شود ولی با برخی مشکلات عملی نیز همراه است. برای مثال یکی از مشکلات این روش اکتشافی چگالی و تعداد زیاد نمونه ها است (شبکه نمونه برداری متر اکم)، زیرا هر نمونه از سنگ بستر ممکن است فقط معرف محیط کوچکی از آن سنگ باشد. نقطه ضعف دیگر بررسی های لیتو ژئوشیمیایی، عدم وجود هاله های ژئوشیمیایی در مورد کانسار های اورتوماگماتیک می باشد. همچنین اثر سرشکن شدگی (Average Effect) در سنگها کم است. بنابراین به سنگ در اکتشافات ژئوشیمیایی به عنوان یک محیط ناهمگن و با ریسک زیاد نگریسته می شود.

علیرغم مشکلات و نارسایی ها ، بیشتر بررسی های اکتشافی که در حال حاضر برای کشف نهشته های کانساری بدون رخنمون در سنگ های آذرین به کار می رود بر اساس روش بررسی ژئوشیمیایی سنگ ها (روش لیتو ژئوشیمیایی) است. مضافاً اینکه با پیشرفت هایی که در زمینه تجزیه شیمیایی صورت گرفته و به کمک روش های آماری که در تفسیر این داده ها مورد استفاده قرار می گیرند، بررسی سنگ ها روز به روز مفیدتر می شود.

8-2) پیشینه مطالعات اکتشافی ژئوشیمیایی:

طبعاً در محدوده مورد نظر ما جهت انجام عملیات اکتشافی لیتو ژئوشیمیایی (محدوده خاوری روستای دوست بیگلو) مطالعات اکتشافی مختلفی ممکن است صورت گرفته باشد. ما در اینجا به ذکر نتایج اخذ شده توسط شماری از این مطالعات که با فاصله زمانی نسبتاً کمی انجام گرفته اند ، اکتفا می کنیم .

در جریان طرح های پی جوئی و آثاریابی مقدماتی مواد معدنی در شمال مشکین شهر که توسط گروه مهندسين مشاور ژئو داد در اسفندماه 1374 نتایج آن ارائه شده است. جهت تعیین خصوصیات ژئوشیمیایی سنگهای منطقه تعداد 308 نمونه تهیه و تحت آزمایش دقیق اسپکترال قرار گرفته است، که از این میان حدود 40 نمونه از دره شمال خاوری روستای دوست بیگلو برداشت گردیده اند. در این نمونه ها بیشترین میزان غلظت ثبت شده برای سرب 8/9، روی 42، مس 11 و آرسنیک 0/8 گرم در تن بوده است. همچنین در محدوده مورد مطالعه 30 نمونه جهت بررسی کانی های سنگین انتخاب و مطالعه شده اند که از این میان چهار نمونه در دره مورد نظر ما می باشند. در این چهار نمونه کانی های پیریت، کالکوپیریت، مگنتیت، زیرکن، آپ آپاتیت، ژیپس، باریت و هماتیت مشاهده و ثبت شده اند. نکته قابل ذکر آنکه این کانی ها غالباً در پایین دست آبراهه و در نزدیکی روستای قشلاق زخور تمرکز یافته بودند و مقادیر آنها در نمونه هایی که از بخش انتهایی ابراهه برداشت گردیده اند بودند مشاهده نشده یا به مقدار کمی دیده شده بودند. این چهار نمونه همگی در گروه سوم نمونه های کانی سنگین که از محل پراکندگی کائولینیت، آلونیت، کوارتز و سرب تهیه شده اند در آنها بیشترین مقدار هماتیت، لیمونیت، پیریت و ژیپس آشکار شده است. طبقه بندی گردیده اند. در مطالعه زونهای دگرسان شده هیدروترمالی این منطقه نیز دگرسانی های موجود حاصل فازهای مونزونیتی توده نفوذی انگاشته شده که غنی از K_2O ، S و مواد فرار است بدین ترتیب که در این فاز، کائولن (در قسمت های پایین تر) و ژیپس (در قسمت های بالاتر) بوجود آمده است و اکسیدهای آهن اضافی ضمن ترکیب با پتاسیم، کانی ژاروسیت را بوجود آورده اند. در نهایت کوارتز که محصول نهایی فرایندهای محلول های هیدروترمالی است بصورت سنگ پوششی (Cap Rock) در بالاترین قسمت زونهای آلتزه مشاهده می گردد. محلول های هیدروترمال غنی از گوگرد (فاز مونزونیتی) ضمن حمل مواد فلزی و ترکیب با آنها ذخایر پلی متال بوجود آورده و در مکان های مناسب از نظر فیزیکی شیمیایی، لیتولوژی ... ته نشین نموده است. با در نظر گرفتن ضخامت زیاد ولکانیک های ائوسن تصور شده است این ذخایر پلی متال در افق های پایین تری تجمع یافته باشند و فرسایش تا به حال نتوانسته است آنها را در سطح زمین ظاهر نماید. که وجود کانی های ثانویه نظیر مالاکیت خود دلیلی بر این مدعاست. در نتایج طرح مطالعه ماگماتیسیم، مناطق دگرسان شده و کانی های سنگین مشکین شهر که توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل در سال 1375 ارائه گردیده اند اشاره به برداشت 180 نمونه کانی سنگین در محدوده مورد مطالعه شده است که در این میان 9 نمونه (نمونه های شماره 158 الی

166) از آبراهه مورد نظر ما در شمال خاور ي روستاي دوست بيگلو برداشت گردیده اند. کاني هاي شاخص مشاهده شده در اين نمونه ها عبارتند از هماتيت، مگنتيت، پيروکسن، پيريت، کالکوپيريت (تنها يك نمونه)، موليبدينيت (تنها يك نمونه)، زيرکن، آپاتيت و مالاکيت (تنها يك نمونه) در گزارش مربوطه اشاره شده است که در نمونه هاي کاني سنگين جمع آوري شده از منطقه دوست بيگلو، پيريت و هماتيت به مقدار زيادي مشاهده مي شوند. کاني زايي کالکوپيريت و مالاکيت در دره شمالي روستاي دوست بيگلو مشخص شده است.

نتيجه نهايي اينکه به علت وجود توده هاي نفوذي گرانيتويدي و آلتراسيون هاي هيدروترمال حاصله از آنها (روي ولکانيك هاي ائوسن) پي جوئي و اکتشاف کانسارهاي تيب اسکارني آهني نخير پلي متال در منطقه ضروري است. در بخش اختصاصات ژئوشيميائي سنگها و مناطق دگرسان شده نيز عنوان گردیده اند که هدف اصلي، پي جوئي اکتشاف مس، سرب، روي، موليبدين، آرسنيک، طلاوساير عناصر در مجموعه سنگهاي آذرین ائوسن و گرانيتويدهاي اليگوميسن مي باشد که در منطقه گسترش فراواني دارند. بدین منظور نمونه هايي از سنگ مادر و سنگ دگرسان شده برداشت و آناليزهاي لازم روي آنها به عمل آمده است که نتايج آن به شرح زير است:

در منطقه دوست بيگلو مقدار مس بدون در نظر گرفتن محدوده قلعه کوه گسترش کم تري دارد. در جنوب غربي قلعه، روبروي روستاي قشلاق و در فاصله 200 متري اين توده سيليسي شده در داخل توف هاي داسيتي شديداً دگرسان شده يك زون قوي مالاکيتي به مساحت 30 متر مربع رخنمون دارد که مقدار مس آن بيش از 250 گرم در تن مي باشد و کاني اصلي مس کوپريت و مالاکيت است. مقدار عناصر روي، سرب، موليبدين و آرسنيک نيز در اين نمونه به ترتيب برابر 95، 143، 3/4 و 6/4 گرم در تن گزارش شده است. علاوه بر اين در مجاورت روستاي دوست بيگلو و در دره واقع در سمت جنوب غرب کوه قلعه، کاني سازي شديدي از مس در وزن هاي آلتره وجود دارد. در اينجا کاني سازي مس به صورت رگچه ها و دانه هاي پراکنده از کاني کوپريت بوده که به شدت مالاکيتي شده اند. اين منطقه از نظر وجود مس در خور اهميت است. آرسنيک نيز در مجاورت روستاي قشلاق به مقدار نسبتاً زياد مشاهده مي شود.

همچنين در گزارش اکتشافات ژئوشيميائي در زمين ساخت محدوده انزان – ديکلو، خانباز- کرم لو و شمال قره سود استان اردبيل که توسط بهرام ساماني در اسفندماه 1375 ارائه گردیده اند. با استناد به داده هاي (Beasan, 1980) تحليلي از داده هاي ژئوشيميائي به عمل آمده است.

در این گزارش عنوان شده که در منطقه شمال قره سو عناصر As ، Mo و Pb در محدوده ای به وسعت 12 کیلومتر ناهنجاری شدیدی از خود نشان می دهد. در منطقه ناهنجاریهای As ، Mo ، Pb و Zn در رسوبات آبراهه ای و ریشه گیاهان دیده می شود که خود می تواند مبین کانی سازی مولیبدن در این منطقه باشد.

یکی دیگر از ویژگیهای رسوبات آبراهه ای وجود گوگرد فراوان است، بطوریکه در این منطقه زون ناهنجاری با بیش از 5% گوگرد وجود دارد. در صورت تجزیه نمونه های سنگی برداشت شده از منطقه شمال قره سو بیشترین میزان غلظت ثبت شده برای آرسنیک $12/5$ ، نقره $2/4$ ، مولیبدن 38، روی 304، سرب 58 و مس 775 گرم در تن گزارش شده است.

در انتها نیز می توان اشاره ای به پایان نامه کارشناسی ارشد آقای رضا طلایی دولق نمود که تحت عنوان مطالعه زمین شناسی و ژئوشیمیایی سنگهای پلوتونیک و ولکانیک توده های جنوب غرب مشکین شهر در ارتباط با زلزله مس و مولیبدن در تیرماه 1376 ارائه گردیده است. در مورد آلتراسیون آرژیلیکی اشاره به مشاهده کافی ژاروسیت شده است که جزء گروه آلونیت محسوب می شود و به جای پتاسیم دارای آهن است بطور ثانویه در محیط های اکسیدان در اثر اکسیداسیون پیریت بوجود می آید. این کانی مثل آلونیت در اثر محلول های گرمایی غنی از سولفات در شرایط اکسیدان موجب هیدرولیز سنگهای غنی از Al و K می شوند، تشکیل می گردد. نظر به اینکه در زون های اخیر، سیستم مربوطه اشباع از سیلیس است لذا سیلیس های میکروکریستالین منطقه می تواند حاصل آن باشند. چنین زونهایی در بخش فوقانی سیستم های مس پورفیری می تواند تجمع پیدا کند. از آنجا که محدوده کانی های آلونیت و ژوراسیت با کائولینیت مرز مشترک دارند عمدتاً در نواحی آلونیتی آلتراسیون آرژیلیک نیز مشاهده می گردد پس می توانیم با توجه به روند گسلهای منطقه نتیجه بگیریم که شکستگی های زمین به عنوان کنترل کننده فیزیکی عمل کرده و باعث شدند تا محلولهای گرمایی غنی از سولفات به سطح زمین رسیده و ژاروسیت و در نهایت سیلیس را تشکیل دهند. بدین ترتیب تشکیل ژوراسیت می تواند حاکی از شستشوی اسیدی شدید عناصر K ، Ca ، Na ، Mg و حتی Al بوده که سیلیسیفیکاسیون را باعث شده است. در بخش اکتشافات ژئوشیمیایی نیز اشاره به جمع آوری 300 نمونه سنگی با نمونه گیری اتفاقی و تجزیه اسپکترومتري آنها گردیده است. مطالعات آماری بیانگر آن بوده است که توزیع عناصر مس، سرب، روی و آرسنیک لاگ نرمال بوده و مقادیر زمینه محلی و حد آستانه ای این عناصر به شرح زیر تعیین گردیده اند است:

حد آستانه اي ppm	زمينه محلي ppm	عنصر
22.81	32.19	Cu
15.24	22.24	Pb
46.38	60.38	Zn
3.66	5.06	As

نکته ديگري که مي توان در اينجا بدان اشاره نمود استفاده از نسبت معرف Pb.Zn/Cu.Mo و بدست آوردن ضريب زوناليتي منطقه بوده است. با توجه به ضريب زوناليتي بدست آمده ($r=25$) و مقايسه آن با ضرايب زوناليتي موجود در معدن مس سونگون چنين نتيجه گيري شده است که محدوده مورد برسي کانسار احتمالي از نوع کانسار پنهان به عمق بيش از 300 متر خواهد بود.

همچنين در راستاي مطالعات ليتو ژئوشيميايي نيمه تفصيلي با مقياس 1:5000 که در فاز قبلي توسط مهندسين مشاور ژئوداد در محدوده اي به وسعت 2/5 كيلومتر مربع انجام گرفته است، مقادير ميانگين مس ، سرب، روي، موليبدين، آرسنيک و طلا به ترتيب برابر 105، 92/5، 82، 31، 49 و 0/06 گرم در تن گزارش گرديده است و غني شدگي قابل توجه اين عناصر نسبت به ميانگين جهاني آنها در ارتباط با عملکرد يك فرايند ثانوي (آلتراسيون هيدروترمال) و به عنوان هاله هاي اوليه مرتبط با يك توده کانساري مدفون انگاشته شده است. درگزارش مذکور بيشترين غلظت ثبت شده براي مس 4010 گرم در تن، سرب 9410 گرم در تن، روي 2724 گرم در تن، موليبدين 335 گرم در تن ، آرسنيک 794 گرم در تن و بالاخره براي طلا 1/5 گرم در تن مي باشد.

همچنين به منظور ارزيابي موقعيت سطح فرسايش کنوني نسبت به توده کانسار قبلي از نسبتهاي معرف Pb.Zn/Cu.Mo و Pb.Zn/Au.Mo استفاده گرديده و بر اين اساس مناسب ترين محل براي ادامه عمليات اکتشافی در محدوده هاي آنومالي مشال و مياني عنوان گرديده است.

3-8) مختصري در مورد کانسارهاي طلا

طلا در طبيعت به صورت کانسارهاي ماگمايي، رسوبي، هيدروترمال و دگرگوني يافت مي شود. در جدول 1-8 مشخصات کلي انواع مهم کانسارهاي طلا شامل سنگ درونگير، آلتراسيونهاي وابسته، هاله هاي انومالي عناصر شيميايي، کاني شناسي، بزرگي کانسار و غيره ارائه گرديده است.

همچنين براساس اطلاعات زمين شناسي و ژئوشيميايي بدست آمده از محدوده مورد بررسي در خلال اين فاز اکتشافی و مطالعات قبلي، اقدام به مدل سازي عددي نهشته کانساري در محدوده مطالعاتي بوسيله نرم افزار ODM، (Ore Deposit Modeling)، که به وسيله آقاي دکتر حسني پاک تهيه گرديده، بر اساس داده هاي ناحيه اي (Regional) و محلي (Local) گرديده است که نتايج آن در جدول 2-8 ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه مي شود توسط اين برنامه و براساس بيشترين درصد کل امتيازات محتمل ترين کانسار در محدوده مطالعاتي طلاي ابي ترمال از نوع کوارتز-آلونيتي و بعد از آن به ترتيب مس-طلا پرفيري، طلا - نقره از نوع چشمه هاي گرم ورگه هاي ابي ترمال ساده معرفي شده است. همچنين در جدول 3-8 پارامترهاي موثر در اين مدل سازي به همراه امتيازات مثبت و منفي مربوطه براي کانسارهاي طلاي ابي ترمال کوارتز-آلونيتي ارائه گرديده است. مشاهده مي شود که در محدوده مورد مطالعه از مجموع 1150 امتياز مثبت در نظر گرفته شده براي اين نوع کانسار حدود 64 درصد آن (735 امتياز) و از مجموع 980 امتياز منفي آن حدود 9 درصد (90 امتياز) کسب شده است و تنها در سه مورد که به ترتيب مربوط به مشاهده کانيهاي آنارژيت، تلوريدها و هونبريت مي باشد، به دليل عدم ثبت آنها در مطالعات انجام شده، جوابي ارائه نشده است.

Table: 8-1

Deposit Type	Associated Alteration	Metal Association	Size & Grade of Deposits	Selected References
1 Paleoplacer	Overprinting sericitization and silicification	Au > Ag; U common; Au:Ag typically 10:1	1-100 Mt of ore @ 1-10 g/t Au; some up to 1000 t Au	Minter (1991)
2 Submarine gold-rich massive sulphide	Sericitization and silicification; common aluminous acid alteration	Ag, Au, Cu, base metals; typically Ag > Au	1-10 Mt of ore @ 3-10 g/t Au and 1-5% base metals	Prüsen and Hannington (1996)
3 Hot spring	Silicification, argillic and advanced argillic alteration; adularia	Au, Ag, Hg, As, Sb, U, Bi; locally W; typically Ag > Au; strong vertical zoning	Typically <30 t Au; up to 20 Mt of ore @ 5 g/t Au	Nelson (1988); Benham (1989); Berger (1985)
4 Adularia-sericite epithermal	Sericite-illite/Sericite-adularia; silicification; outward propylitic alteration	Au, Ag, As, Sb, Hg ± Pb, Zn, U; Au:Ag = 1:10 to 1:25; vertical zoning	<100 t Au but some >500 t Au; grades of 2-70 g/t Au	Heald et al. (1987); White and Hedenquist (1995)
5 Alunite-kaolinite epithermal	Silicification and alunite-bearing advanced argillic alteration, grading outward into argillic or propylitic	Au, Ag, As, Cu, Sb, Bi, Hg, U, Sn Pb; Au:Ag 1:2 to 1:10; metal zoning	10-150 t Au but up to 600 t Au; grades of 1-8 g/t Au, averaging 4-5 g/t	Arribas (1995); Heald et al. (1987); White and Hedenquist (1995)
6 Porphyry gold	K-(±Na)-silicate alteration; common argillic and advanced argillic overprint; hydrothermal magnetite	Au, Cu, Ag ± Bi-U; Au:Ag > 1:1	50-100 t Au, up to 400 t; grades of 0.5-2 g/t Au and <0.8% Cu	Sillitoe (1991)
7 Breccia pipe	Sericite-carbonate alteration; variable silicification	Au, Ag, Pb, Cu, Zn; Au:Ag < 1:1	6-60 Mt of ore @ 1-2 g/t Au; some up to 100 t Au	Sillitoe (1991)
8 Skarn	Al-rich prograde skarn assemblages; retrograde alteration common	Au, Ag, As, Bi, U; Au:Ag variable	1-10 Mt of ore @ 3-10 g/t Au; <1% base metals; <100 t Au	Meinert (1989)
9 Carbonate replacement (mantle)	Silicification of limestone; sericitization of elastic rocks	Au, Ag, As, Bi, Hg ± Pb, Cu, Zn; typically Au < Ag	Typically <3 Mt of ore @ 5-20 g/t Au & 1-5% base metals; up to 65 t Au	Sillitoe (1991)
10 Sediment-hosted micron gold (Carlin-type)	Decalcification and silicification of carbonate rocks	Au, Ag, As, Sb, Hg; typically Au < Ag	1-10 Mt of ore @ 1-10 g/t Au; some up to 500 t Au	Berger and Bagby (1991)
11 Non-carbonate stockwork-disseminated	K-metasomatism (K-spar, rectorite, biotite) or albite commonly accompanied by carbonate	Cu, As, Bi, U ± W, Fe, B	1-20 Mt of ore @ 2-5 g/t Au; some greater than 500 t Au	Sillitoe (1991)
12 Au-Cu sulphide-rich vein	Sericitization and chloritization	Au, Ag, Cu ± Pb, Zn; typically Au < Ag	Mostly <5 Mt of ore at 3-15 g/t Au; some >100 t Au	Fyles (1984)
13 Batholith-associated quartz vein (Korean type)	Sericitization and chloritization	Au, Ag ± Cu, Pb, Zn; Au:Ag variable	1-10 Mt of ore @ 1-10 g/t Au	Shelton et al. (1988)
14 Greenstone-hosted quartz-carbonate vein	Carbonatization and sericitization	Au, Ag, W, B ± As, Mo; Au:Ag = 5:1 to 10:1; no vertical zoning	1-10 Mt of ore @ 5-10 g/t Au; mostly 25-100 t Au, but many >250 t Au	Kroopf (1929)
15 Turbidite-hosted quartz-carbonate vein (Bendigo type)	Minor sericitization and silicification	Au, Ag, As ± W; Au:Ag = 5:1 to 10:1	Mostly <5 Mt of ore @ 6-15 g/t Au; some >500 t Au	Boyle (1986); Cox et al. (1991)
16 Iron-formation-hosted vein and disseminated (Horneake type)	Sulphidation of pre-existing iron-formation facies; chlorite-carbonate alteration	Au, Ag, As; Au:Ag = 5:1 to 10:1	1-10 Mt of ore @ 3-20 g/t Au; some >500 t Au	Caddy et al. (1991)

Table: 8-1 (Cont.)

Deposit Type	Type Example	Selected Examples World; Canadian	Geological Setting	Form of Mineralization
1 Paleoplacer	Witwatersrand (S. Africa)	Jarkwa (Ghana), Jacobina (Brazil); rare: Huronian (ON), Sakarni (QC)	Mature fluvial to deltaic facies rocks in extensive cratonic sedimentary basins	Pyrite-bearing quartz-pebble conglomerate and quartz arenite
2 Submarine gold-rich massive sulphide	Boliden (Sweden)	Mt. Lyell & Mt. Morgan (Australia); Horne, Bousquet, Agnico-Eagle (QC); Eskey Creek (BC)	Mixed volcanic, volcanoclastic and sedimentary sequences in greenstone belts	Banded and stratiform massive sulphide lenses and adjacent stockwork zones
3 Hot spring	McLaughlin (California)	Hasbrouk Mountain, Buckskin Mountain (Nevada), Cherry Hill, Champagne Pool (New Zealand); Cincola (BC)	Subaerial mafic and felsic volcanic centers and associated epiclastic rocks in volcano-plutonic belts	Disseminated sulphides in silicified and brecciated rocks; underlying quartz veins
4 Adularia-sericite epithermal	Creede (Colorado)	Hishikari (Japan), Carnic (Romania); Round Mountain (Nevada); Lawyers, Blackdome, Cincola (BC), Skakum (YT)	Subaerial intermediate to felsic volcanic centers and associated subvolcanic intru- sions in volcano-plutonic belts	Crustiform-colloform to brecciated quartz-carbonate- adularia veins
5 Alunite-kalinite epithermal	Goldfield (Nevada)	El Indio (Chile), Pueblo Viejo (Domi- can Republic), Nansatsu (Japan); Hope Brook (NF), Equity Silver (BC)	Subaerial intermediate to felsic volcanic centers and associated subvolcanic intru- sions in volcano-plutonic belts	Disseminated sulphide in vuggy silica zones, veins, breccias and stockworks
6 Porphyry gold	Lepanto Far South East (Philippines), Lobo (Chile)	Refugio (Chile), Yu-Erya (China), Fort Knox (Alaska); Dublin Gulch (YT), Young-Davidson (ON), Douay, Titilus (QC)	Calc-alkalic to alkalic, subaerial intermediate volcanic centers and associated subvolcanic intrusions in volcano-plutonic belts	Intrusion-hosted (in part) quartz-pyrite stockwork zones
7 Breccia pipe	Kidston (Australia)	Montana Tunnels (Montana), Cripple Creek (Colorado); Sunbeam Kirkland (MB), Chadbourne (QC)	Mafic to felsic volcanic centers and associated subvolcanic intrusions in volcano-plutonic belts	Mineralized discordant breccia bodies
8 Skarn	Feritudo (Nevada)	Red Dome (Australia), Suai (Korea); Hedley & Tillicum (BC), Marn (YT), Akasaba (QC)	Carbonate platform sequences over- printed by volcano-plutonic arcs	Disseminated to massive sulphide lenses and veins cutting skarn
9 Carbonate replacement (mantle)	Ruby Hill (Nevada)	Mammoth (Utah); Mosquito Creek- Island Mountain (BC), Ketza River (YT)	Carbonate platform sequences over- printed by volcano-plutonic arcs	Concordant to discordant massive sulphide bodies in carbonate rocks
10 Sediment-hosted micron gold (Carlin-type)	Carlin (Nevada)	Mercur (Utah), Golden Reward (South Dakota), Guizhou (China); possibly Golden Bear (BC), Brewery Creek (YT)	Carbonate and impure carbonate- argillite facies of continental shelves overprinted by volcano-plutonic arcs	Disseminated sulphides in discordant breccia bodies and strata-bound zones
11 Non-carbonate stockwork- disseminated	Pongora (Papua New Guinea)	Andacollo (Chile), Muruntau (Uzbekistan); East Malartic, Beattie (QC), Hermo(?) , Holt-McDermott (ON), QR (BC)	Siliclastic, turbiditic and volcanoclastic facies in common association with felsic to intermediate stocks and dykes	Stockwork, sheeted vein and disseminated strata-bound to discordant zones
12 Au-Cu sulphide-rich vein	Rossland (British Columbia)	Tennant Creek (Australia); Red Mountain (BC), Mouska, Cooke, Copper Rand, Droyun #3 zone (QC)	High-level intrusions and associated dykes in volcano-plutonic arcs and greenstone belts	Quartz-sulphide veins (>20% sulphide)
13 Batholith-associated quartz vein (Korean type)	Chemsan (Korea)	Linglong (China), Charters Towers (Australia); Zeballos, Surf Inlet (BC), Venus (YT)	Tectonic uplifts containing metamorphic basement rocks and abundant granitoid batholiths	Quartz veins in brittle to brittle-ductile faults
14 Greenstone-hosted quartz-carbonate vein	Mother Lode- Grass Valley (California)	Mt. Charlotte, Noterman, Victory (Australia); Giant (NW1), Contact Lake (SK), San Antonio (MB), Dorne, Kerr Addison (ON), Sigma-Lamaque (QC)	Greenstone belts spatially associated with major fault zones	Quartz-carbonate veins associ- ated with brittle-ductile shear zones
15 Turbidite-hosted quartz-carbonate vein (Bendigo type)	Victoria Goldfields (Australia)	Ashanti (Ghana), Otago (New Zealand); Camlaire (NW1), Little Long Lac (ON), Meguma (NS), Cape Ray (NF)	Deformed turbidite sequences	Quartz-carbonate veins in folds and brittle-ductile shear zones
16 Iron-formation- hosted vein and disseminated (Homestake type)	Homestake (S. Dakota)	Jardine (Montana), Cuimba (Brazil), Hill 50 (Australia); Lupin (NW1), Farley (MB), Central Patricia and Cockshutt (ON)	Mixed volcanic, volcanoclastic and sedimentary sequences in greenstone belts	Banded strata-bound dissemi- nated to massive sulphide lenses and discordant quartz veins

(Table 8-2)

o	Type	Positive Score		Negative Score		Overall Score	
		W	%P	W	%P	W	%P
1	Epithermal Quartz-Alunite Au	735	63.9	90	9.2	645	56.1
6	Porphyry-Cu-Au	570	58.8	50	6.4	520	53.6
7	Hot Spring Au-Ag	690	65.7	135	19.3	555	52.9
0	Sado Epithermal Veins	360	60.0	60	8.5	300	50.0
1	Low-Sulfide Au-Quartz	960	60.4	180	27.7	780	49.1
5	Porphyry-Cu	1360	49.1	20	2.5	1340	48.4
7	Porphyry-Cu-Mo	960	45.7	10	1.0	950	45.2
9	Comstock Epithermal Veins	485	58.8	115	14.4	370	44.8
8	Creed Epithermal Veins	485	55.7	145	14.8	340	39.1
1	Polymetallic Veins	515	47.7	120	10.9	395	36.6
1	Polymetallic-Replacement	510	45.1	150	16.9	360	31.9
4	Flat Faults Au	365	43.2	170	25.8	195	23.1
2	Homestake Au	515	37.6	355	47.0	160	11.7
4	Climax-Mo	660	33.4	440	37.4	220	11.1
3	Disseminated-Ag-Au	425	35.3	360	34.0	65	5.4
0	Au-Ag-Te Veins	465	35.2	610	45.2	-145	-10.9

(Table 8-3)

##	Epithermal Quartz-Alunite Au	Pos.Score	Neg.Score	Interval S	State
517	QUARTZIC SILISIFICATION	100	10	110	YES L
581	PROPYLITIC	100	100	200	YES L
87	FELSIC VOLCANIC BODY	75	75	150	YES R
499	ADVANCED ARGILLIC ALTERATION	50	10	60	YES L
500	KAOLINITIC	50	10	60	YES L
502	PYROPHYLLITE	50	10	60	YES L
503	ALUNITE	50	10	60	YES L
505	DIASPORE	50	10	60	nd L
506	ANDALUSITIC	50	10	60	nd L
328	As	45	75	120	YES L
330	Au	45	75	120	YES L
377	Te	45	10	55	nd L
986	EMARGITE	45	75	120	L
945	NATIVES GOLD	45	75	120	nd L
107	SULFOSALT	45	75	120	nd L
112	TELLURIDES	45	10	55	L
337	Cu	30	75	105	YES L
928	BORNITE	30	45	75	YES L
947	CHALCOPYRITE	30	30	60	YES L
996	GALENA	30	30	60	nd L
913	HUEBNERITE	30	5	35	L
972	PYRITE	30	75	105	YES L
997	SPHALERITE	30	30	60	nd L
7	FELSIC PLUTONIC SEQUENCE	25	25	50	YES R
8	FELSIC VOLCANIC SEQUENCE	25	25	50	YES R
Total		1150	980	2130	
Percent		0	0		

4-8) مختصري در مورد کانسارهاي طلاي ابي ترمال

به نظر مي رسد كه شرايط ليتولوژيكي، ساختاري و آلتراسيون هاي گرمائي توسعه يافته در منطقه مورد نظر ما در آبراهه خوري روستاي دوست بيگلو، شباهت هاي زيادي با مدل ارائه شده در مورد كنسارهاي طلاي ابي ترمال نشان مي دهند. لذا در اين بخش توضيح مختصري درمورد اين تپ كنسارها ارائه گرديده است.

بطوركلي كنسارهاي ابي ترمال محصول فعاليت سيستم هاي هيدروترمال بزرگي است كه انرژي لازم براي فعاليت را از توده هاي ماگمائي تزريق شده در بخش هاي بالايي زمين تامين مي كنند. از مطالعه اين نوع سيستم ها مي توان نتيجه گرفت كه سيستم هاي ژئوترمال فعال در محيط هاي ولكانيكي امروزي معادل سيستم هاي تشكيل دهنده كنسارها در گذشته مي باشند. ذخايرطلاي ابي ترمال، به دو دليلكه عبارتنداز ذخيره نسبتاً زياد (بهره برداري به روش روباز) و مينرالوژي ساده كه روش تغليظ را آسان مي سازد، توجه شركت هاي معدني را به خود جلب نموده اند. اين ذخاير بيشتر باسنگهاي پيروكلاستيك اسيدي و حد واسط كالك آلكالن ابي ترمال به سه حالت كلي يافت مي شوند عبارتند از:

- 1- نوع پراكنده در سنگهاي كربناته (تپ كارلین)
- 2- نوع پراكنده در سنگهاي آتشفشاني (نوع چشمه هاي آب گرم)
- 3- نوع رگه اي

8-4-1) ژئوشيميايي طلا در نهشته هاي هيدروترمال

در ايجاد و بسط مدل هاي مربوط به محتمل ترين محيط هاي پيدايش انواع مختلف كنسارهاي طلاي هيدروترمال، درك چگونگي رفتار اين فلز در محيط هاي ژئوشيميايي مختلف نياز اساسي محسوب مي شود. براي درك خاستگاه كنسارهاي طلاي هيدروترمال لازم است عوامل ذيل بررسي گردند:

8-4-1-1) ماهيت و منشاء محلول ها

در مورد منشاء محلول هاي كاني ساز (هيدروترمال) زياد بحث شده است. پنج منشاءبراي محلولهاي هيدروترمال سازنده اين كنسار پيشنهاده شده است:

(الف) آب متئوريك (زير زميني)

ب) آب دریا

ج) آب بین ذره ای (Connate Water)

د) آب ماگمایی

هـ) آب متامورفیک

اطلاعات حاصله از مطالعه ایزوتوپ های اکسیژن و هیدروژن کانسارها، نشان داده است که برای تشکیل این نوع کانسارها محلول هیدروترمال با منشاء متئوریک نقش غالب را ایفا می کند. در بسط مدل های ژنتیکی برای کانسارهای اپی ترمال فرض شده است این سیستم ها مناطق ژئوترمال قدیمی هستند که در آنها محلولهای هیدروترمال آرب های زیر زمینی گرم منشاء گرفته اند.

8-4-1-2) محیط منشاء

بررسی مقدار فراوانی طلا در سنگهای منشاء مختلف ، باید مطالعه رفتار آن حین فرایندهای ژئوشیمیایی توأم گردد. طلا به همراه مس و نقره به گروه IB جدول تناوبی عناصر تعلق دارد و عموماً این عناصر با فرایندهایی چون تفریق ماگمایی همراه اند. تجزیه متئوریت ها نشان داده که طلا تمایل سیدروفیلی واضح و تمایل کالکوفیلی ثانویه دارد.

با توجه به مقادیر طلا در برخی از انواع سنگها می توان نتیجه گرفت که سنگهای اولترامافیک و مافیک نسبت به انواع حد واسط غنی شدگی بیشتر نشان می دهند. نقش محیط تکتونیک و همچنین توزیع جغرافیایی سنگهای اولترامافیک در مقادیر طلا ممکن است در ارتباط با ناهماهنگی های مانتل باشد. البته ممکن است این ناهماهنگی ها خود به علت ذوب بخشی بادرجه متغیر در زمان ها و مکان های مختلف بوجودآمده باشند.

از بررسی سنگهای منشاء با مقدار طلای عادی معلوم می گردد که حجم سنگ قابل دسترسی محلول های شستشو دهنده برای تامین طلای يك کانسار باید به اندازه کافی بزرگ باشد. شرط لازم برای اینکه این محلولها بتوانند با سنگ منشا دارای طلای پراکنده واکنش انجام دهند این است که سنگ منشاء تراوا باشد به گونه ای که با عبور محلول های عقیم از میان آنها، طلا به صورت کمپلکس های محلول درآید.

8-4-1-3) مکانیزم های حمل و تمرکز طلا

مطالعات نشان داده اند که مناسب ترین مکانیزم حمل طلا در کانسارهای هیدروترمال تشکیل کمپلکس های بی سولفیدی و مناسب ترین مکانیزم ته نشست آن اکسیداسیون، کاهش فعالیت سولفور حل شده و یا هم رسوبی با پیریت است. در مقابل در سیستم های طبیعی که با اجزای اکسید کننده ای مانند هماتیت مشخص می گردند، طلا به صورت کمپلکس کلریدی حمل شده و سپس در PH خنثی و یا شرایط احیایی ته نشین می یابد.

بسیاری از کانسارهای طلای اپی ترمال، شواهدی مبنی بر اینکه در سیستم کانی سازی فرآیند جوشیدن روی می دهد را در بردارند و در غالب مطالعات انجام شده به این نتیجه رسیده اند که جوشیدن بخش مهمی از فرایندهای کانی سازی است. کانی سازی عموماً به محدوده قائم نسبتاً باریکی محدود می شود و غالباً یک نظم فضایی از خود نشان می دهد. زمین شناسی بسیاری از کانسارها گواه این واقعیت است که آنها در اعماق نسبتاً کم (عموماً به دلیل فعالیت چشمه های آبگرم) تشکیل شده اند. فرایند جوشیدن علاوه بر اکسیداسیون و ته نشست کانسارها، اثرات مطلوب دیگری نیز بر سیستم کانی سازی دارد. مجموعه اسیدی (کائولینیت و آلونیت)، محصول محلول های اسید سولفوریک داری است که تشکیل آنها از طریق بخارات H_2S فراهم گردیده اند. است. فرار پیوسته H_2S که در نتیجه جوشیدن محلول ممکن می شود منجر به کاهش فعالیت یونسولفور در سیال باقیمانده شده و چنانچه طلا به صورت کمپلکسهای بی سولفیدی حمل شده باشد، این کاهش یون سولفور موجب شکسته شدن کمپلکس می شود که ته نشست و نهایتاً تشکیل کانسار طلا را به دنبال دارد.

8-4-2) آلتراسیونهای وابسته

کانی های آلتراسیون و گانگ که با کانسارهای طلای اپی ترمال همراهند، می توانند در تعیین شرایط شیمیایی ته نشست و همچنین تغییرات شیمیایی مربوط به ته نشینی کانه بسیار مفید باشند. مجموعه های آلتراسیونی که بوسیله محلول های اسیدی تا اسیدی ضعیف تولید می شوند، با آلونیت و کائولینیت مشخص می گردند. سربسیت بوسیله محلولهای خنثی تا قلیایی ضعیف تشکیل می شود و فلدسپات پتاسیم ف محصول آلتراسیون محلول قلیایی است. سربسیت کانی معمول موجود در هاله های آلتراسیون اطراف رگه های طلا می باشد. ارتباط فضایی بین این دو معرف آن است که تشکیل سربسیت در بسیاری از موارد در ارتباط با ته نشست طلا بوده است.

مجموعه های آلتراسیون آرژیلینی در بسیاری از نواحی طلا دار وجود دارند. در این مجموعه ها ممکن است کائولینیت، مونتموریلایت، ایلایت، سربیسیت و (یا) آلونیت به نسبت های متفاوتی موجود باشند. مجموعه های کائولینیت، آلونیت و سیلیس نیز به صورت پوشش های لایه ای اطراف مراکز چشمه های آبگرم یافت می شوند که اکثراً حاوی مقادیری طلا در حد آنومالی می باشند. آلونیت و کائولینیت می توانند در مجموعه هایی که بوسیله محلول های اکسید کننده اسیدی تشکیل شده اند، مورد انتظار باشند. بدین جهت از این کانی ها به عنوان مجموعه اسیدی نام برده می شود. مجموعه اسیدی مذکور بطور عام در کانسارهای طلا موجودند ولی احتمالاً در بالای زون ته نشست طلا بوسیله فرایندهایی که بطور مستقیم به رسوب طلا مربوط می گردند تشکیل می شوند.

8-4-3) مشخصات کانسارهای طلای اپی ترمال

کانسارهای طلای اپی ترمال ارتباط فضایی و زمانی نزدیکی با ولکانیزم نشان می دهند. اکثر کانسارهای اپی ترمال با ولکانیک های کالک آکالان و نفوذی ها مرتبط می باشند و برخی نیز ارتباط نزدیکی با ولکانیک های آکالان نشان می دهند. از نظر ساختمانی این کانسارها غالباً با گسل های اصلی (گسل های امتداد لغز با سطح گسل شدیداً چین خورده) ناحیه ارتباط نزدیکی دارند. در موارد بسیاری، بخشی از کانسار درون این گسل ها تشکیل شده است.

8-4-3-1) کانسارهای طلای اپی ترمال نوع اسید سولفات

کانسارهای اپی ترمال طلا با سنگ میزبان ولکانیکی، بر اساس ویژگی کانی شناسی رگه و زون آلتراسیون، به دو نوع آدولاریا- سربیسیت و اسید سولفات تقسیم می شوند. از آنجا که شرایط لیتولوژیکی، ساختاری و آلتراسیون گرمایی توسعه یافته در منطقه مورد مطالعه منطبق با کانسارهای طلای اپی ترمال نوع اسید سولفات است، ذیلاً پاره ای از مشخصات این کانسارها ارائه می گردد.

وضعیت ساختاری: تعدادی از این کانسارها با حاشیه کالدرها و بعضی دیگر با گنبد های سیلیسی موجود در تقاطع گسل های اصلی در ارتباط هستند. ارتباط این کانسارها با مرکز توده های نفوذی، بخصوص با شکستگی های حلقوی گنبد های ولکانیکی موجود در حاشیه کالدرها، عامل ژنتیکی مهم در مقایسه با کانسارهای نوع آدولاریا- سربیسیت است.

بزرگي کانسار: بطور کلي کانسارهاي نوع اسيد سولفات از نظر تناژ کوچک تر از کانسارهاي نوع آدولاريا- سريسيست هستند که اين امر ممکن است به دليل کمبود اطلاعات باشد. اين نوع کانسارها نسبتاً هم بعد از هستند. براي تمام کانسارهاي نوع اسيد سولفات گسترش عمودي زون مينراليزه به مراتب کمتر از گسترش افقي بوده و معمولاً کمتر از 50 متر است.

سنگ ميزبان: سنگ ميزبان کانسارهاي نوع اسيد سولفات عموماً ريډاسيت پورفيري است. گاهي کاني سازي در داسيت، تراکي آندزيت و ريوليت صورت مي گيرد. زمان تشکيل کانسار نسبت به سنگ ميزبان اهميت خاصي دارد. مطالعات تعيين سن نشان داده است که زمان تشکيل کانسار خيلي نزديک به جاگيري سنگ ميزبان مي باشد.

کاني شناسي: کانسارهاي نوع اسيد سولفات با کاني هاي آنارژيت، پيريت و کولين مشخص مي شوند. آدولاريا و کلريت حضور ندارند و در صورت وجود بسيار ناچيز هستند. کانه بصورت طلاي خالص و الکتروم به همراه سولفيدها، سولفات ها و تنوريدها ديده ميشود. بيسموتين نيز غالباً ديده مي شود ولي سلنيدها، رودوکروزيت و فلونورين کميابند.

در ساميتويل (Summitvil) کلرادو ، مجموعه کولين- لوزونيت + طلا، در گذر از بالا به طرف پايين به کالکوپيريت- تنانتيت تبديل مي کند. طلا نيز با باريٲ و گوتيت- ژاروسيت در نزديکي سطح وجود دارد. اين کاني سازي غالباً بوسيله زون سيليسي استوانه اي شکل که درون يک سنگ ميزبان ولکانيکي (کوارتز لاتيتي) توسعه دارد، دربرگرفته مي شود. زون هاي کوارتز دار با آلتراسيون از نوع کوارتز-آلونيت پيشرفته احاطه شده اند و به طرف پايين جايي که بوسيله کوارتز- کائولينيت با آلونيت خيلي کمتر پوشيده ميشود) ضخامت آنها کاهش مي يابد. آلتراسيون سريسيستي عميق به سمت بالا به انواع آرژيليتي پيشرفته، آرژيليتي و زون هاي سيليسي منطقه بندي مي شود و کاني سازي طلا بطوراوليه بازونهاي سيليسي مرتبط مي باشد. مطالعات نشان داده اند که آلتراسيون و کاني سازي در دو مرحله صورت پذيرفته اند. مرحله اول شامل آلتراسيون اسيدي شديد ولکانيک هاي ميزبان مي باشد و مرحله دوم تسخير اين زون آلتراسيني بوسيله سيالي با PH نزديک تر به خنثي است که از آن طلا و کاني هاي وابسته در نتيجه واکنش با زون آلتره آلونيت- کائولينيت دار ته نشين مي شود.

نسبت هاي فلزي: در اين نوع کانسارها نسبت نقره به طلا بين 2 تا 10 متغير است. مس بخش اصلي توليد فلزات پايه را در کانسارهاي نوع اسيد سولفات تشکيل مي دهد که ممکن است توليد آن بيش از 85% توليد فلزات ثانويه را شامل شود(معمولاً نسبت مس به سرب برابر 0/5 است) آلتراسيون و مجموعه کاني هاي همراه کانسار هاي نوع اسيد سولفات همراه با مقادير

مس نسبتاً بالا و همراهی با سنگ های پورفیری مارا برآن می دارد تا شباهت ها و ارتباط ژنتیکی مابین این نوع کانسار و کانسارهای مس پورفیری قایل شویم.

آلتراسیون سنگ دیواره: خصوصیت مشخص کانسارهای نوع اسید سولفات، ارتباط آلتراسیون آرژیلیتی پیشرفته با کانه زایی است. معمولاً کائولینیت به همراه آلونیت در نزدیکی رگه وجود دارد و غالباً با سیلیسیفیکاسیون توسعه می یابد. گاهی اوقات با دور شدن از رگه آلتراسیون آرژیلیتی و آلتراسیون سریسیتی مخلوط شده و زون آرژیلیتی پیشرفته را محاصره می نماید. زون آرژیلیتی خود دارای منطقه بندی است، بدین صورت که کائولینیت نزدیک رگه و اسمکتیت دورتر از رگه قرار می گیرند. بیرونی ترین زون را آلتراسیون نوع پروپیلیتی تشکیل می دهد.

پیشینه حرارتی: اطلاعات محدود حاصل از مطالعه سیالات در گیرکانسارهای نوع اسید سولفات نشان می دهد که دمای تشکیل این نوع کانسار ها مشابه دمای تشکیل کانسارهای نوع آدولاریا-سریسیت (200 الی 300 درجه سانتی گراد) است.

فصل نهم

مطالعات ژئوشیمیایی تفصیلی

9-1) طراحی شبکه نمونه برداری

در طراحی شبکه نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی تفصیلی (مقیاس 1:1000) پارامترهای مهم زیر مد نظر قرار گرفته اند:

الف) محدوده گسترش زونهای آنومالی عناصر مورد بررسی در فازهای مطالعاتی قبلی و روند آنها

ب) نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی و ارزیابی موقعیت سطح فرسایش کنونی نسبت به توده کانسار احتمالی

ج) محدوده گسترش زونهای آلتراسیون

د) روند شکستگیها و گسله های موجود در منطقه

ه) محدوده مشاهده آثار کانی سازی سطحی

با در نظر گرفتن عوامل مذکور ، شبکه نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی به وسعت یک کیلومترمربع و با در نظر گرفتن چگالی 400 نمونه در هر کیلومتر مربع در سلولهای به ابعاد 50×50 متر طراحی گردیده است.

9-2) عملیات نمونه برداری

9-2-1) سیستم نمونه برداری

عملیات نمونه برداری با سیستم دوبعدی (سطحی) ردیفی- تصادفی صورت گرفته است. در این روش در هر سلول از شبکه دو بعدی، موقعیت برداشت نمونه ها به صورت تصادفی و به گونه ای انتخاب می شود که نمونه برداشت شده نمونه ای معرف از سلول مربوطه باشد.

در سیستم های دو بعدی ، عمق سلولهای نمونه برداری نسبت به طول و عرض آنها چندان قابل ملاحظه نیست و یا اینکه اگر هم عمق واحد نمونه برداری قابل ملاحظه باشد، مقادیر متغیر تصادف رادر حد قابل قبولی می توان مستقل از آن دانست. این فرض با توجه به وضعیت توپوگرافی در بخش هایی از منطقه ممکن است دارای خطا باشد ، ولی این امر غیر قابل اجتناب و قابل اغماض است.

در اینجا منظور از دو بعدی، سطح انحنا دار فرسایشی کنونی است که در اکثر موارد میتواند معرف یک سطح تصادفی از محیط سه بعدی خود باشد. البته در مواردی که بنا به دلایل سیستماتیک از قبیل تغییر جنس سنگ ها، آلتراسیون و یا عوامل ساختمانی این سطح دستخوش تغییرات شدید شده باشد قطعاً نمی تواند معرف محیط سه بعدی خود باشد. به هر حال روش فوق از لحاظ سرعت و دقت مناسب ترین سیستم نمونه برداری برای واحدهای نمونه برداری ساکن و در حالت خاص رخنمون های سنگی می باشد.

9-2-2) نمونه برداري ليتوژنوشيميائي

عمليات نمونه برداري با استفاده از نقشه توپوگرافي با مقياس 1:1000 و پس از پياده كردن خط مبناي مطالعات ژنوشيميائي و نيز دو خط كمكي بوسيله دوربين نقشه برداري و مشخص كردن مركز هر سلول در طول اين خطوط بوسيله پرچم آغاز گرديده است. سپس با استفاده از خط مبنا (Base Line) و خطوط فرعي مذكور و همچنين بوسيله متر و كمپاس نقشه توپوگرافي، مركز هر سلول نمونه برداري معين و اقدام به نمونه برداري گرديده است.

نمونه هاي ليتوژنوشيميائي از سنگ بستر، سنگ درونگير و يا سنگ ديواره برداشت گرديده اند. در نقشه ارائه شده موقعيت مراكز سلولهاي نمونه برداري به همراه شماره نمونه مربوطه آورده شده است. در روي اين نقشه سلولهايي كه بنا به دلایلي نمونه برداري از آنها مكان پذير نبوده است (بدليل عدم دسترسي و يا عدم وجود رخنمون سنگي) حذف گرديده اند. همچنين ب روي نقشه زمين شناسي تهيه شده به مقياس 1:1000 نيز كه پيوست ارائه شده محدوده تحت پوشش عمليات اكتشافی ژنوشيميائي تفصيلي گرديده است.

Lithogeochemical Sample Location Map

25	58	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
24	49	74	99	124	149	174	199	224	249	274	299	324	349	374	399
23	48	73	98	123	148	173	198	223	248	273	298	323	348	373	398
22	47	72	97	122	147	172	197	222	247	272	297	322	347	372	397
21	46	71	96	121	146	171	196		246	271	296	321	346	371	396
20	45	70	95	120	145	170	195	220	245		295	320	345	370	395
19	44	69	94	119	144	169	194	219	244	269	294	319	344	369	394
18	43	68	93		143	168	193	218	243	268	293		343	368	393
17	42	67	92	117	142	167	192	217	242	267	292	317	342	367	392
16	41	66	91	116	141	166	191	216	241	266	291	316	341	366	391
15	40	65	90	115	140	165	190	215	240	265	290	315	340	365	390
14	39	64	89	114	139	164	189	214	239	264	289	314	339	364	389
13	38	63	88	113	138	163	188	213	238	263	288	313	338	363	388
12	37	62	87	112	137	162	187	212	237	262	287	312	337	362	387
11	36	61	86	111	136	161	186	211	236	261	286	311	336	361	386
10	35	60	85	110	135	160	185	210	235	260	285	310	335		385
9	34	59	84	109	134	159	184	209	234	259	284	309	334		384
8	33	58	83	108	133	158	183	208	233	258	283	308			
7	32	57	82	107		157		207	232		282	307			
6	31	56	81	106			181	206	231	256	281	306	331	356	
5	30			105	130	155	180	205	230	255	280	305	330		380
4				104	129	154	179	204	229	254	279	304	329	354	379
	28	53	78	103	128	153	178	203	228	253	278	303	328	353	378
2	27	52	77	102	127	152	177	202	227	252	277	302	327	352	377
1	26	51	76	101	126	151	176	201	226	251	276	301	326	351	376

Scale : 1 / 5,000

لازم به ذکر است که از 400 نمونه که در شبکه اولیه طراحی شده بود، تعداد 24 نمونه به دلایل مشروحه فوق برداشت نگردیده و تعداد 376 نمونه برداشت شده جهت طی مراحل آماده سازی و آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه تحویل داده شد.

9-2-3) وزن نمونه ها

وزن نمونه ها بر حسب مقدار متغیرهای سه گانه عیار تخمینی کمیت مورد نظر در نمونه ، سطح اعتماد مورد نظر (90%) و ویژگی های بافتی سنگ های منطقه بخصوص قطر ذرات آنها و با استفاده از روابط ارائه شده در جلد سوم هندبوک ژئوشیمیایی اکتشافی تعیین گردیده است.

با توجه به محدودیت های عملی، کاهش پراش نمونه برداری (ناهمبستگی یا پراش توزیعی) از طریق افزایش تعداد جزء نمونه ها به حدود 15 الی 20 عدد صورت پذیرفته است. بنابراین وزن حدود 4 کیلوگرم برای هر نمونه در نظر گرفته شده است.

9-3) آماده سازی نمونه ها

به منظور تقسیم کردن نمونه های برداشت شده و رساندن وزن آنها به حد مناسب نمونه ها بایستی تحت عملیات آماده سازی (خردایش و پودرکردن) قرار گیرند. بدین منظور ابتدا هر نمونه بوسیله سنگ شکن تا حد میلیمتر خرد گردیده و سپس به منظور کاهش وزن از تقسیم کننده شانه ای عبور داده شده و با استفاده از تقسیمات متوالی وزن آن به حدود 250 گرم تقلیل یافته است سپس با استفاده از آسیاب نمونه ها تا حد 200 مش (74 میکرون) خرد گردیده اند. این خردکردن ذرات اگرچه باعث افزایش ناهمگنی ترکیبی می شود ولی اثر افزایش تعداد ذرات همراه با خرد شدن و نیز مخلوط و همگنی شدن ذرات میتواند این افزایش را جبران و در نهایت باعث کاهش ناهمگنی توزیعی و در نتیجه کاهش پراش مرحله آماده سازی شود.

9-4) آنالیز شیمیایی نمونه ها

نمونه ها پس از انجام مرحله آماده سازی به منظور اندازه گیری غلظت عناصر شیمیایی مورد نظر به آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین ارسال گردیده اند. در این مرحله عناصر Ag,Zn,Pb, Cu, Bi,Sb, Ag,Au,Mo, W در کلیه نمونه های ژئوشیمیایی اندازه گیری شده اند. انتخاب عناصر مذکور هدفدار و در ارتباط با پاراژنز محتمل در زون کانی سازی و عناصر

معرف و ردیاب مربوط به آن بوده است. نتایج ارائه شده از آزمایشگاه مذکور به پیوست در انتهای گزارش ارائه گردیده است.

روش و دستگاه‌هایی به کار گرفته شده جهت آنالیز نمونه ها به منظور تعیین مقدار عناصر گفته شده در بالا و نیز حد تشخیص آنها طبق گزارش شرکت توسعه علوم زمین بشرح زیر می باشد:

عنصر	روش و دستگاه به کار گرفته شده جهت آنالیز	حد تشخیص بر حسب PPM
آرسنیک (As)	جذب اتمی	1
آنتیموان (Sb)	جذب اتمی	0.5
بیسموت (Bi)	جذب اتمی	0.1
مس (Cu)	اسپکتروگراف نشری ^۱	5
سرب (Pb)	اسپکتروگراف نشری ^۱	2
روی (Zn)	اسپکتروگراف نشری	20
نقره (Ag)	اسپکتروگراف نشری ^۱	0.05
تنگستن (W)	پلاروگراف اسپلوسکوپی	1
مولیبدن (Mo)	پلاروگراف اسپلوسکوپی	1
طلا (Au)	اسپکتروگراف نشری ^۲	0.0003

- 1- چنانچه غلظت نمونه ها برای Cu و Pb بیش از 1000 PPM و برای Ag کمتر از PPM 3 باشد بوسیله دستگاه جذب اتمی نیز مجدداً اندازه گیری گردیده است.
- 2- جهت تعیین مقدار طلا (Au) نمونه ها، تا غلظت 300 PPM با اسپکتروگراف نشری چنانچه عیار بیش از این حد باشد با جذب اتمی اندازه گیری گردیده است.

9-4-1) بررسی دقت آنالیزهای شیمیایی

به منظور کنترل دقت آزمایشگاه در ارائه نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های ژئوشیمیایی برداشت شده اقدام به ارائه تعداد 31 نمونه تکراری پس از انجام مراحل آماده سازی با شماره های 501 الی 531 به آزمایشگاه مربوطه گردیده است. روش بکار برده شده جهت تخمین میزان خطای آنالیزهای شیمیایی روشی است ترسیمی که در هند بوك ژئوشیمی اکتشافی معرفی شده است. در این روش يك سیستم مختصات تمام لگاریتمی بر روی محور افقی میانگین حاصل از نمونه

هاي تكراري و برروي محور قائم قدر مطلق اختلاف بين دو اندازه گيري ارائه شده در يك نمونه تكراري متناظر با آن در روي دياگرام موسوم به نمودار كنترلي رسم ميشود. در اين دياگرام خطوط مائلي ديده مي شوند كه معرف سطح دقت نمونه مورد نظر (در اینجا معادل 10%) مي باشند. معادلات اين خطوط را مي توان بر حسب روابط رياضي تعريف نمود. اگر ميزان تغييرات انحراف معيار مورد نظر را S_c بناميم، مي توان آنرا تابعي از غلظت (C) و انحراف معيار در غلظتي برابر صفر دانست، بطوريكه:

$$S_c = S_o + K_c$$

حال اگر دقت مورد نظر را به صورت

$$P_c = 2S_o/C + 2K_c$$

بنابراين با در نظر گرفتن دقت مورد نظر ، معادله خطوط مائل نمودار كنترلي به صورت زير خواهد بود:

$$d_{90} = 2.326 (S_o + K_c)$$

$$d_{99} = 3.643 (S_o + K_c)$$

در نمودار كنترلي مورد استفاده ما كه براي خطاي 10% طراحي شده است، براي رسم خطوط مائل چنين فرض شده كه $S_c = 0.05C$ باشد. يا محاسبه كميتهاي ميانگين و اختلاف بين هر جفت نمونه تكراري، مي توان آنها را به صورت نقطه اي در نمودار كنترلي نشان داد. حال اگر مجموعه نقاط طوري در نمودار كنترلي توزيع شوند كه 90% آنها زير خط بالايي (d_{99}) قرار گيرند، در اين صورت خطاي آناليز حداكثر 10% خواهد بود.

در اشكال (9-1) الي (9-10) نمودار كنترلي متغيرهاي مورد بررسي ارائه گرديده است. مشاهده مي شود كه بر اساس نمودارهاي مذكور خطاي آناليز متغيرهاي مورد بررسي در حد قابل قبول (كمتر از 10%) مي باشد و تنها در اين ميان خطاي اندازه گيري طلا كمی بیش از حد مجاز مي باشد.

ضمناً با توجه به وجود دو نمونه با شماره تكراري 132 در آزمایشگاه ، اين نمونه از جريان پردازش داده ها حذف گرديد و بدین ترتيب تعداد كل نمونه هاي موجود به 375 عدد رسيده است.

5-9) پردازش و تجزيه و تحليل داده ها

پردازش داده هایکی از مراحل اساسی و مهم در اکتشافات ژئوشیمیایی است که چنانچه بطریق مناسبی صورت پذیرد موجب تسهیلاتی در هنگام تجزیه و تحلیل داده ها می گردد. نخستین مرحله از پردازش داده ها، فایل بندی داده های خام است. همانگونه که اشاره شد نتایج آنالیزهای شیمیایی نمونه های ژئوشیمیایی به پیوست ارائه گردیده است.

لازم به ذکر است که در مورد عنصر W در تعدادی از نمونه ها به صورت تناوبی و یک در میان شاهد افزایش و کاهش ناگهانی غلظت این عنصر می باشیم و چنین به نظر می رسد که روش تجزیه مورد استفاده برای این عنصر برای ثبت مقادیر بالای آن مناسب نیست. بنابراین نمی توان صحت مقادیر بالای اعلام شده برای این عنصر اعتماد چندانی داشت.

9-5-1) بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده های شیمیایی

قدم اول در بررسی و تجزیه و تحلیل آماری داده های ژئوشیمیایی، بررسی پارامترهای آماری مربوط به متغیرهای مورد بررسی جهت شناخت ماهیت توزیع آنها است. بدین منظور خلاصه ای از آمارهای توزیع مقادیر عددی و لگاریتمی هر متغیر شامل میانگین، پراش، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی، کشیدگی، حداقل و حداکثر مقادیر مشاهده شده، میانه و فراوانی های نظیر 25% و 75% در جدولهای (9-1) و (9-2) ارائه گردیده است.

همانگونه که در جدول (9-1) ملاحظه میشود میانگین مقادیر گزارش شده برای آرسنیک حدود 77 گرم در تن است که نزدیک به 37 برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و 32 برابر مقدار میانگین جهانی آرسنیک در سنگهای آذرین حد واسط است. در حالی که دامنه تغییرات غلظت آن حداکثر تا 2115 گرم در تن می رسد که مقادیر بسیار قابل ملاحظه ای است و همچنین در حدود 25% نمونه های مورد بررسی غلظتی بیش از 100 گرم در تن داشته اند. ضریب تغییرات آرسنیک حدود 154 درصد است.

میانگین مقادیر آنتیموان نیز کمی بیش از 11 گرم در تن است که نزدیک به 57 برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حد واسط است. دامنه تغییرات غلظت آن حداکثر تا 581 گرم در تن می رسد و بیش از 25% نمونه های مورد بررسی دارای غلظتی بیش از 6 گرم در تن بوده اند. ضریب تغییرات آنتیموان در حدود 364 درصد محاسبه شده است. همچنین غلظت گزارش شده برای این عنصر در حدود سه برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و سنگهای حد واسط می باشد.

در مورد بیسموت شاهد میانگینی در حدود 3 گرم در تن هستیم که در حدود 15 برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و 300 برابر مقدار میانگین جهانی بیسموت در سنگهای آذرین حد واسط است. در حالی که دامنه تغییرات غلظت آن حداکثر تا حدود 79 گرم در تن می رسد که مقدار بسیار قابل ملاحظه ای است. ضریب تغییرات بیسموت در حدود 175 درصد است. نکته قابل توجه آنکه حداقل غلظت ثبت شده برای این عنصر برابر 0/2 گرم در تن می باشد که خود 20 برابر مقدار میانگین جهانی بیسموت در سنگهای آذرین حدواسط است.

(Table 9-1)

B A T C H S T A T I S T I C S

	As ppm	Sb ppm	Bi ppm	Cu ppm	Pb ppm
N used :	375	375	375	375	375
N missing :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
Mean :	77.339	11.386	2.998	105.103	333.012
Variance :	14170.660	1715.671	27.657	55615.770	179570.800
Std. Dev. :	119.041	41.421	5.259	235.830	423.758
Coef. Var. :	153.920	363.785	175.427	224.379	127.250
Skewness :	5.061	9.924	9.221	7.015	3.269
Kurtosis :	38.894	118.396	121.594	61.637	17.323
Minimum :	2.760	.570	.200	7.600	25.000
25th %tile :	18.625	1.497	.915	28.000	94.000
Median :	40.700	3.000	1.690	50.000	200.000
75th %tile :	92.400	6.338	3.370	84.250	380.000
Maximum :	2115.000	581.000	78.900	2450.000	3600.000

	Zn ppm	Ag ppm	W ppm	Mo ppm	Au ppb
N used :	375	375	375	375	375
N missing :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
Mean :	72.221	.295	20.510	64.458	84.378
Variance :	6786.317	.231	1906.255	8660.987	13867.660
Std. Dev. :	82.379	.481	43.661	93.064	117.761
Coef. Var. :	114.065	162.889	212.874	144.381	139.553
Skewness :	2.868	6.500	5.662	5.591	4.403
Kurtosis :	12.505	62.068	42.635	47.356	29.461
Minimum :	20.000	.051	.900	2.000	1.900
25th %tile :	30.000	.100	4.927	17.700	23.000
Median :	39.000	.150	9.100	37.000	50.000
75th %tile :	73.250	.300	16.525	79.325	100.000
Maximum :	590.000	5.970	450.000	959.000	1040.000

(Table 9-2)

B A T C H S T A T I S T I C S

(for Natural Log of data)

	As ppm	Sb ppm	Bi ppm	Cu ppm	Pb ppm
used :	375	375	375	375	375
missing :	0	0	0	0	0
.LE. 0 :	0	0	0	0	0
mean :	3.720	1.299	.572	4.003	5.293
variance :	1.233	1.509	.939	.898	.974
std. Dev. :	1.110	1.228	.969	.948	.987
coef. Var. :	29.846	94.538	169.421	23.675	18.642
skewness :	.099	1.020	.266	1.071	.297
kurtosis :	2.818	4.121	3.235	4.822	2.671
minimum :	1.015	-.562	-1.609	2.028	3.219
5th %tile :	2.924	.404	-.089	3.332	4.543
median :	3.706	1.099	.525	3.912	5.298
5th %tile :	4.526	1.846	1.215	4.434	5.940
maximum :	7.657	6.365	4.368	7.804	8.189

	Zn ppm	Ag ppm	W ppm	Mo ppm	Au ppb
used :	375	375	375	375	375
missing :	0	0	0	0	0
.LE. 0 :	0	0	0	0	0
mean :	3.918	-1.678	2.303	3.621	3.828
variance :	.569	.676	1.045	1.065	1.350
std. Dev. :	.755	.822	1.022	1.032	1.162
coef. Var. :	19.259	48.977	44.388	28.503	30.356
skewness :	1.152	1.116	.880	.102	-.363
kurtosis :	3.527	4.208	4.416	2.826	3.323
minimum :	2.996	-2.976	-.105	.693	.642
5th %tile :	3.401	-2.303	1.595	2.874	3.135
median :	3.664	-1.897	2.208	3.611	3.912
5th %tile :	4.294	-1.204	2.805	4.374	4.605
maximum :	6.380	1.787	6.109	6.866	6.947

میانگین مقدار مس در حدود 105 گرم در تن است، که نزدیک به 2/5 برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و 3 برابر مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حدواسط است. دامنه تغییرات غلظت مس حداکثر تا حدود 0/25 درصد می رسد و ضریب تغییرات آن کمی بیش از 224 درصد می باشد.

میانگین مقادیر گزارش شده برای سرب نیز در حدود 333 گرم در تن است که کمی بیش از 22 برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حد واسط است. دامنه تغییرات سرب حداکثر تا 0/36 درصد می رسد و ضریب تغییرات آن در حدود 137 درصد است. لازم به ذکر است که حداقل مقدار غلظت گزارش شده برای سرب

برابر 25 گرم در تن می باشد که حدود دو برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حد واسط است.

میانگین مقدار روی در حدود 72 گرم در تن محاسبه گردیده که تقریباً برابر مقدار میانگین جهانی این عنصر در سنگهای آذرین حد واسط و کمی بیش از غلظت متوسط آن در پوسته زمین است و در حدود 25% از نمونه های مورد بررسی غلظتی بیش از این مقدار داشته اند. حداکثر غلظت ثبت شده این عنصر برابر 590 گرم در تن و ضریب تغییرات آن در حدود 114 درصد است.

در مورد نقره شاهد میانگینی در حدود 0/3 گرم در تن هستیم که در حدود سه برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و بیش از 4 برابر مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حد واسط است. حداکثر غلظت گزارش شده برای این عنصر در حدود 6 گرم در تن است و ضریب تغییرات آن در حدود 163 درصد است.

همچنین در مورد تنگستن مقدار میانگین بدست آمده بیش از 20 گرم در تن می باشد که بیش از 20 برابر غلظت متوسط آن در پوسته زمین و مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حد واسط است. دامنه تغییرات غلظت این عنصر حداکثر تا مقدار قابل ملاحظه 450 گرم در تن می رسد و ضریب تغییرات آن در حدود 213 درصد است.

میانگین مقدار مولیبدن نیز در حدود 65 گرم در تن است که بیش از 65 برابر غلظت متوسط این عنصر در پوسته زمین و مقدار میانگین جهانی آن در سنگهای آذرین حد واسط می باشد. همچنین حداقل غلظت ثبت شده این عنصر برابر 2 گرم در تن است که حدود 2 برابر مقادیر جهانی آن می باشد و دامنه تغییرات آن حداکثر به 959 گرم در تن می رسد که مقدار بسیار قابل ملاحظه ای است. ضریب تغییرات مولیبدن در حدود 144 درصد است.

بالاخره نوبت به طلا می رسد که مقدار میانگین بدست آمده برای آن حدود 85 میلی گرم در تن و در حدود 17 برابر غلظت متوسط این عنصر در پوسته زمین است. دامنه تغییرات غلظت این عنصر حداکثر به 1040 میلی گرم در تن می رسد و حدود 25% از نمونه های مورد بررسی غلظتی بیش از 100 میلی گرم در تن داشته اند و ضریب تغییرات طلا در حدود 140 درصد است.

با توجه به اعداد ارائه شده می توان چنین گفت که در مقایسه با 287 نمونه مورد بررسی در فاز نیمه تفصیلی این پروژه و برای عناصر مشابه شاهد افزایش نسبتاً قابل ملاحظه مقادیر میانگین بدست آمده برای عناصر سرب، آرسنیک، مولیبدن و طلا می باشیم و در مقابل مقدار

میانگین غلظت روی کاهش مختصری نشان می دهد. در مورد مس تغییر محسوس مشاهده نمی شود.

با توجه به مقادیر میانگین بدست آمده و غنی شدگی قابل توجه اکثر عناصر مورد بررسی نسبت به مقدار میانگین جهانی آنها در سنگهای آذرین حد واسطه که بخش اعظم محدوده مورد مطالعه را پوشش می دهند، می توان چنین نتیجه گیری کرد که این غنی شدگی در اثر عملکرد یک فرایند ثانوی (آلتراسیون هیدروترمال) بروز نموده است که این امر به تفصیل در بخشهای بعدی مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار خواهد گرفت.

بالا بودن غلظت عناصر در نمونه های مورد بررسی نسبت به مقادیر کلارک آنها می تواند ناشی از وجود یک کانی سازی پراکنده در نتیجه فعالیت سیالات کانی سازی باشد. این افزایش در غلظت عناصر همچنین ممکن است در اثر هاله های اولیه مرتبط به یک توده کانساری مدفون باشد. البته توجه خواهیم داشت که بعلت عدم استفاده از نمونه های استاندارد نمی توان س در مورد صحت نتایج تجزیه شیمیایی اظهار نظر نمود و ممکن است غنی شدگی حاصل در اثر خطای سیستماتیک آزمایشگاهی بروز نموده باشد. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که در بررسیهای اکتشافی آنچه اهمیت بیشتری دارد دقت آزمایشگاه در ارائه نتایج است و به این دلیل سنجش نسبی داده ها نسبت به یکدیگر جهت تعیین مقادیر زمینه حد آستانه ای و آنومالی است.

همچنین می توان جهت ارزیابی غلظت ثبت شده عناصر مورد بررسی از مقایسه غلظت آنها با هر یک از چهار نوع کانی سازی عقیم ، پراکنده، غنی شده و کانساری که در جدولی توسط ژینزبرگ ارائه گردیده است (جدول 3-9)، بعنوان یک مبناي اولیه استفاده نمود.

جدول (۳- ۹) حدود غلظت برخی از عناصر (بر حسب در صد) برای هریک از چهار نوع

کانی سازی عقیم، پراکنده، غنی شده و کانساری.

عنصر	کانی سازی عقیم	کانی سازی پراکنده	کانی سازی غنی شده	کانی سازی کانساری
Pb	< 0.006	0.06-0.007	0.3-0.07	> 0.3
Zn	< 0.01	0.06-0.011	0.3-0.07	> 0.3
Ag	-----	0.0001- 0.0006	> 0.0007	-----
Cu	< 0.006	0.06-0.007	0.3-0.07	> 0.3
Bi	-----	0.01-0.006	0.06-0.011	> 0.06
Mo	< 0.0006	0.006-0.0007	0.06-0.007	> 0.06
W	-----	< 0.01	0.06-0.01	> 0.06
As	-----	0.06-0.03	0.1-0.07	> 0.1
Sb	-----	0.03-0.01	0.1-0.04	> 0.1

بر این اساس مشاهده می شود که در محدوده مطالعاتی غلظت عناصر آرسنیک، سرب و مولیبدن در حد کانی سازی کانساری و غلظت عناصر آنتیموان ، مس و تنگستن نیز تا حد کانی سازی غنی شده رسیده است و از این لحاظ می توان چنین ارزیابی نمود که از پتانسیل قابل ملاحظه ای برخوردار است.

مقایسه آماره های مربوط به مقادیر عددی و لگاریتمی متغیرهای ژئوشیمیایی مورد بررسی (جدول 9-1 و 9-2) بیانگر آنست که عناصر مذکور همگی تمایل به پیروی از خصلت لاگ نرمال دارند. جهت بررسی عددی این امر از آزمون نیکویی برازش ناپارامتری Smirnov-Kolmogorov استفاده شده است که نتایج آن در جدول (9-4) ارائه گردیده است. آزمون فوق نیز مؤید این نکته است که عناصر مورد بررسی از توزیع نرمال پیروی نمی کنند.

جهت بررسی هر چه بهتر نحوه توزیع فراوانی عناصر مورد بررسی در محدوده مطالعه هیستوگرام فراوانی آنها همراه با منحنی نرمال برازش شده رسم در اشکال (9-11 الی 9-20) ارائه گردیده است. همانگونه که ملاحظه می شود منحنی توزیع اکثر عناصر نشانگر چولگی زیاد و توزیع L می باشد.

Table 9-4. Kolmogorov - Smirnov Nonparametric Goodness of Fit Test.

AG

Test distribution - Normal Mean: .295
Standard Deviation: .481

Cases: 375

Most extreme differences				
Absolute	Positive	Negative	K-S D	2-Tailed P
.30898	.27140	-.30898	5.9833	.0000

AS

Test distribution - Normal Mean: 77.330
Standard Deviation: 119.041

Cases: 375

Most extreme differences				
Absolute	Positive	Negative	K-S D	2-Tailed P
.26549	.21204	-.26549	5.1411	.0000

AU

Test distribution - Normal Mean: 84.378
Standard Deviation: 117.761

Cases: 375

Most extreme differences				
Absolute	Positive	Negative	K-S D	2-Tailed P
.24184	.21278	-.24184	4.6833	.0000

BI

Test distribution - Normal Mean: 3.998
Standard Deviation: 5.259

Cases: 375

Most extreme differences				
Absolute	Positive	Negative	K-S D	2-Tailed P
.29800	.23777	-.29800	5.7706	.0000

CU

Test distribution - Normal Mean: 105.103
Standard Deviation: 135.830

Cases: 375

MO

Cases: 375

FB

Cases: 375

SB

Cases: 375

W

Cases: 375

Most extreme differences				
Absolute	Positive	Negative	K-S Z	2-Tailed P
.33984	.33984	-.32666	6.5809	.0000

Test distribution - Normal

Mean: 72.221

Standard Deviation: 82.379

Cases: 375

Most extreme differences			K-S Z	2-Tailed P
Absolute	Positive	Negative		
.28109	.28109	-.26307	5.4432	.0000

9-5-2) جدایش جوامع ژئوشیمیایی همگن

یکی از اساسی ترین شرایط لازم جهت هرگونه تخمین صحیح مقادیر متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی، همگن بودن آنها است و هرگونه انحراف درصحت چنین شرطی می تواند کم و بیش موجب انحراف در تخمین مقادیر گردد که منجر به نتایج نادرست می شود. نظر به اینکه مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی، با توجه به نوع لیتولوژی و آلتراسیون و میزان شدت آن تغییرات نسبتاً فاحشی دارد. بنابراین لازم است در تخمین مقدار هر عنصر نوع محیط سنگی مورد توجه قرار گرفته و در حد امکان اثرات تغییرات لیتولوژی خنثی گردد. اهمیت این قضیه از آنجا مشخص می شود که تشخیص تمرکزهای مواد معدنی اغلب بدلیل بالا بودن مقدار نسبی غلظت عنصر مربوط نسبت به مقدار زمینه میسر می گردد. لذا بروز هر گونه خطایی در تخمین مقدار زمینه اثر مستقیم بر روی نتایج حاصله دارد.

با توجه به موارد فوق در این پروژه با استفاده از نقشه زمین شناسی به مقیاس 1:1000 و نیز مشاهدات صحرائی در هنگام عملیات نمونه برداری، اقدام به تهیه جدولی از واحدهای لیتولوژی در برگیرنده هرسلول نمونه برداری شده است (جدول 5-9).

در محدوده مورد مطالعه واحدهای سنگی آلتره نشده شامل دودسته کلی سنگهای ولکانیک ائوسن بالایی باترکیب تراکیب آندزیت- آندزیت و توده های نیمه عمیق ائو-الیگوسن با ترکیب مونوزودیوریت- دیوریت و نیز میکروکوارتز مونزونیت پورفیری می باشند که هر یک به ترتیب شامل 32 و 18 نمونه می شوند. واحدهای سنگی آلتره شده نیز در گروههای کلی آرژیلیتی (27) نمونه سرسیت (63 نمونه)، کائولینیت-آلونیت (31 نمونه) و سیلیسی (125 نمونه) تقسیم بندی شده اند. لازم به تذکر است که سلولهایی نیز وجود دارند که ترکیبی از دو یا چند واحد سنگی و سنگهای آلتره شده می باشند، لذا با توجه به محدودیت تعداد نمونه های برداشت شده، امکان جدایش جوامع آماری همگن برای هر یک از دسته های رخنمون سنگی مشاهده شده

وجود ندارد و در این میان ملاک شناخته شدن يك گروه ليتولوژیكي بعنوان جامعه اي مستقل وجود حداقل 10 نمونه در نظر گرفته شده است.

با توجه به فرض اخير تعداد 30 نمونه باقي مي ماند که هر يك متعلق به جوامعي با تركيب دو يا چند واحد سنگي و آلتره شده هستند و تعداد نمونه هاي آنها کمتر از 10 عدد مي باشد. براي دسته بندي اين متغيرها به گروه هاي همگن با حداقل تعداد نمونه قابل قبول ، ابتدا با توجه به شباهتهاي درون گروهی و بين نمونه اي آنها را بوسيله آنالیز خوشه اي به دو گروه کلي تقسیم نموده و سپس صحت این تقسیم بندی را در چند مرحله بوسیله روش تجزیه و تحلیل مبین بررسی می کنیم. این روش در واقع بهترین روش برای بررسی تغییرات بین گروههای مختلفی از داده ها است که توابع لازم جهت طبقه بندی داده ها را بر اساس متغیرهای اندازه گیری شده به منظور تشریح جوامع وجود محاسبه می نماید. در نهایت دو جامعه همگن نهایی به ترتیب با 20 و 10 نمونه انتخاب شدند که نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مبین بر روی این دو جامعه در جدول (6-9) ارائه گردیده است. همانگونه که مشاهده می شود بر اساس توابع گروه بندی بدست آمده از این روش تقسیم بندی مذکور 100% صحیح می باشد.

با در نظر گرفتن جمیع موارد مذکور، مقادیر مربوط به هر متغیر در هریک از جوامع همگن ليتولوژیكي نسبت به مقدار میانگین و انحراف معیار آن متغیر و در همان جامعه نرمالیز گشته و در نهایت بصورت يك جامعه نرمال استاندارد (با میانگین صفر و انحراف معیار يك) در می آید. بدین ترتیب توزیع هر متغیر در تمامی جوامع دارای پراکندگی و تمایل به مرکزیت مشابه بوده و علاوه بر آن نسبت به پارامترهای آماری همان جامعه نرمالیز گشته است. اگر چه این امر حجم محاسبات انجام شده را به میزان بسیار زیادی افزایش می دهد ولی در نهایت منجر به حذف اثرات مربوط به تغییرات واحدهای ليتولوژیكي در سلولهای نمونه برداري (تا حد قابل قبول) می گردد.

حال پس از استاندارد کردن متغیرها در جوامع مختلف، این جوامع با یکدیگر تلفیق شه و يك جامعه کلي با مقادیر استاندارد شده برای تمامی نمونه ها حاصل می گردد، که بعنوان جامعه مبنا برای محاسبات آماری بعد از این مورد استفاده قرار می گیرد.

9-5-3) بررسی و تجزیه و تحلیل آماری جامعه همگن ليتولوژیكي

به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل پارامترهای آماری متغیرهای ژئوشیمیایی در جامعه همگن استاندارد ایجاد شده ، خلاصه اي از آمارهای توزیع آنها شامل میانگین، پراش، اجراف معیار،

ضریب تغییرات ، چولگی ، کشیدگی، حداقل و حداکثر مقادیر بدست آمده، میانه و فراوانی های نظیر 25% و 75% در جدول (7-9) ارائه گردیده است.

ملاحظه می شود که میانگین کلیه متغیرهای مورد بررسی در حدود صفر و انحراف معیار آنها در حدود يك می باشد و به همین شاهد بروز مقادیر بسیار بالایی برای ضریب تغییرات می باشیم. نکته دیگر وجود چولگی مثبت در توزیع کلیه عناصر است که به دلیل وجود نمونه های آنومالی مقادیر بالا می باشد که در این میان بیشترین میزان چولگی مربوط به مس و کمترین آنها مربوط به سرب می باشد. علت این امر آن است که حداکثر مقدار بدست آمده برای مس در حدود 11 برابر انحراف معیار آن بعلاوه مقدار میانگین است. در صورتیکه درمورد سرب این مقدار به حدود 4 برابر کاهش می یابد. از طرف دیگر عناصر Au, Mo, Pb, Bi, Zn به ترتیب با 134 (36%)، 126 (33/6%)، 123 (32/8%)، 122 (32/5%) و 121 (32/2%) نمونه دارای بیشترین تعداد نمونه های غنی شده (بیشتر از مقدار میانگین) دارای کمترین تعداد نمونه غنی شده در جامعه همگن استاندارد ایجاد شده می باشد.

همچنین جهت بررسی هر چه بهتر نحوه توزیع عناصر مورد بررسی در جامعه همگن ایجاد شده، منحنی فراوانی تجمعی عناصر استاندارد شده رسم و اشکال (21-9 الی 30-9) ارائه شده گردیده است.

Table .9-6

- - - - - D I S C R I M I N A N T A N A L Y S I S - - - - -

Case Number	Mis Val	Sel	Actual Group	Highest Probability Group	P(D/G)	P(G/D)	2nd Highest Group	P(G/D)	Discrim Scores
1			1	1	.2914	1.0000	2	.0000	-2.6434
2			2	2	.6423	1.0000	1	.0000	3.6411
3			2	2	.7934	1.0000	1	.0000	3.4384
4			2	2	.7392	1.0000	1	.0000	3.5094
5			1	1	.9963	1.0000	2	.0000	-1.5837
6			2	2	.4407	1.0000	1	.0000	3.9475
7			1	1	.8160	1.0000	2	.0000	-1.8209
8			2	2	.7363	.9999	1	.0001	2.8397
9			1	1	.2384	.9968	2	.0032	-.4093
10			1	1	.2943	.9983	2	.0017	-.5394
11			1	1	.4185	.9994	2	.0006	-.7792
12			1	1	.6823	1.0000	2	.0000	-1.9976
13			1	1	.5758	.9998	2	.0002	-1.0287
14			1	1	.9046	1.0000	2	.0000	-1.7081
15			2	2	.5011	.9997	1	.0003	2.5038
16			1	1	.3044	1.0000	2	.0000	-2.6154
17			1	1	.2572	1.0000	2	.0000	-2.7214
18			1	1	.0015	1.0000	2	.0000	-4.7539
19			2	2	.4008	.9994	1	.0006	2.3363
20			1	1	.4674	.9996	2	.0004	-.8615
21			1	1	.1491	.9888	2	.0112	-.1455
22			1	1	.2900	.9982	2	.0018	-.5300
23			1	1	.6898	.9999	2	.0001	-1.1891
24			2	2	.9712	1.0000	1	.0000	3.2127
25			1	1	.4086	1.0000	2	.0000	-2.4146
26			1	1	.1153	.9791	2	.0209	-.0133
27			1	1	.5947	1.0000	2	.0000	-2.1203
28			1	1	.7629	1.0000	2	.0000	-1.8899
29			2	2	.4545	1.0000	1	.0000	3.9244
30			2	2	.4446	.9996	1	.0004	2.4120

Classification results -

Actual Group		No. of Cases	Predicted Group Membership	
			1	2
Group	1	20	20 100.0%	0 .0%
Group	2	10	0 .0%	10 100.0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 100.00%

(Table 9-7)

B A T C H S T A T I S T I C S

	As	Sb	Bi	Cu	Pb
N used :	375	375	375	375	375
N missing :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	262	305	249	272	252
Mean :	.000	-.000	.006	.000	.011
Variance :	.973	.973	.974	.973	.975
Std. Dev. :	.987	.987	.987	.987	.987
Coef. Var. :	1228634.000	369215.800	17037.530	19475000.000	9127.481
Skewness :	3.129	4.912	3.500	5.655	1.966
Kurtosis :	16.595	33.311	24.110	52.106	6.907
Minimum :	-1.200	-.773	-1.190	-1.765	-1.357
25th %tile :	-.556	-.393	-.509	-.388	-.595
Median :	-.261	-.205	-.263	-.178	-.346
75th %tile :	.150	-.121	.188	.027	.287
Maximum :	7.262	9.156	9.066	10.963	4.057

	Zn	Ag	W	Mo	Au
N used :	375	375	375	375	375
N missing :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	241	275	282	253	254
Mean :	-.002	.001	-.001	.006	.003
Variance :	.973	.973	.973	.974	.973
Std. Dev. :	.987	.987	.987	.987	.987
Coef. Var. :	44898.230	154404.800	112005.700	16427.390	29189.470
Skewness :	2.761	4.969	3.006	3.445	2.579
Kurtosis :	18.019	42.010	14.472	20.912	11.874
Minimum :	-1.987	-1.113	-1.311	-1.207	-1.254
25th %tile :	-.535	-.425	-.410	-.525	-.533
Median :	-.229	-.258	-.304	-.329	-.289
75th %tile :	.251	.034	-.009	.174	.213
Maximum :	8.326	10.256	6.666	7.654	6.318

(6-9) تعیین ضرایب همبستگی و نحوه ارتباط عناصر

جهت بررسی نحوه ارتباط و میزان همبستگی بین متغیرهای ژئوشیمیایی اقدام به محاسبه ضریب همبستگی رتبه ای اسپیرمن به همراه سطح معنی دار بودن وابسته به ضرایب همبستگی بین متغیرهای مربوطه گردیده است. در جدول (8-9) ضرایب همبستگی اسپیرمن بین عناصر مورد بررسی ارائه شده است. در این جدول وجود يك ستاره نمایانگر همبستگی معنی دار در سطح اعتماد 99% (بسیار با اهمیت) بین دو متغیر است.

در جدول فوق الذکر بیشترین ضریب همبستگی مشاهده شده به ترتیب بین عناصر Sb-Ag (0/50) و Au-Ag (0/42) وجود دارد که در سطح اعتماد 99% معنی دار می باشند و حاکی از ارتباط پاراژنتیک قوی بین این عناصر است.

همچنین جهت بررسی هر چه بهتر نحوه ارتباط بین عناصر در جامعه همگن ایجاد شده اقدام به رسم ماتریس دیاگرام پراکندگی متغیرها ژئوشیمیایی گردیده است که در شکل (31-9) ارائه شده است.

(Table 9-8)

- - - S P E A R M A N C O R R E L A T I O N C O E F F I C I E N T S - - -

AS	.2254**								
AU	.4216**	.1687**							
BI	-.0261	.0094	-.0549						
CU	.4045**	.2235**	.2515**	-.1222*					
MO	.2340**	.1036*	.2159**	-.0624	.0309				
PB	.1069*	.1184*	.0299	.3674**	-.1156*	.1602**			
SB	.5009**	.3131**	.2433**	-.0318	.2872**	.0803	.0416		
W	.2319**	.0614	.2581**	.0056	.1044*	.3517**	.1119*	.1998**	
ZN	.1622**	-.1280*	.1650**	-.2231**	.2669**	.1615**	-.2248**	-.1217*	.0740
	AG	AS	AU	BI	CU	MO	PB	SB	W

* - Signif. LE .05 ** - Signif. LE .01 (2-tailed)

ScatterPlot Matrix of Geochemical Variables

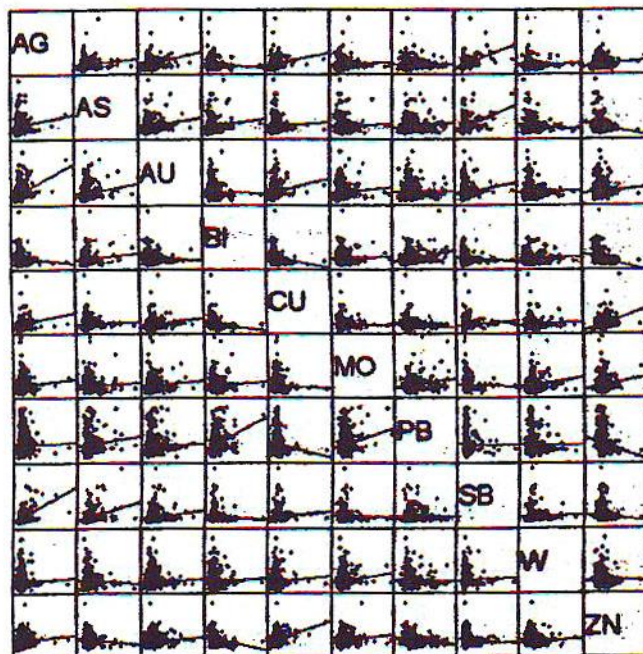


Fig. 9-31

در شکل فوق نیز براساس ضریب زاویه و عرض از مبدا خطوط رگرسیون رسم شده می توان چنین گفت که بیشترین ارتباط و بستگی مثبت بین نقره با آنتیموان، طلا، آرسنیک و نیز بین مس و روی وجود دارد.

به منظور تعیین ارتباط ژنتیکی بین متغیرهای موجود می توان با استفاده از ماتریس همبستگی به انجام تجزیه و تحلیل خوشه ای اقدام نمود که یکی از روشهای بررسی چند متغیره محسوب می شود و بیشتر جهت طبقه بندی متغیرهای مورد بررسی براساس تشابه بین گروهی و یا زیر گروهی می باشد. در این روش مشاهدات مشاهدات بر اساس شباهت میان یک یا چند متغیر دسته بندی می شوند و حاصل این دسته بندی یک دندروگرام است که متغیرهای موجود را خوشه وار به یکدیگر متصل می کند. در شکل (9-32) دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه ای عناصر مورد بررسی ارائه گردیده است.

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S *****

Dendrogram using Centroid Method

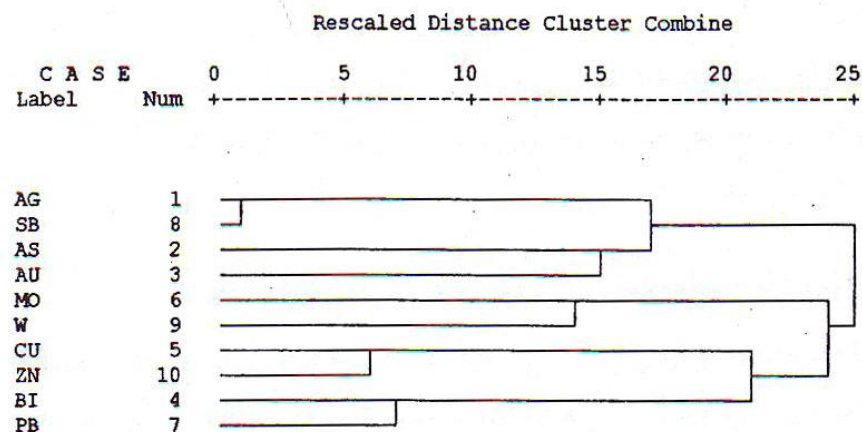


Fig.9-32

لازم به ذکر است که در این دندروگرام ، انتخاب پارامتر مسافت بر خصوصیات پارامتر و الگوریتم بکار گرفته شده در تشکیل دسته ها موثر می باشد. در این شکل متغیر هابه صورت زیر گروه بندی شده اند:

الف) گروه اول متشکل از عناصر Ag, Sb, As, Au که در این میان Ag, Sb با همبستگی بیشتری در کنار یکدیگر قرار گرفته و سپی زیر گروه دوم شامل Au, As به آنها متصل شده است.

ب) گروه دوم که خود مشتمل بر دو زیر گروه می باشد و در زیر گروه اول W, Mo قرار گرفته اند و در زیر گروه دوم نیز به ترتیب Cu, Zn و همچنین Bi, Pb در دسته های مجزایی کنار یکدیگر قرار گرفته اند.

گروه بندی های فوق حاصل ارتباط ژنتیکی بین عناصر مذکور در خلال فرایند غنی شدگی ثانویه یا نحوه قرارگیری و جدایش آنها از محلول کانه دار در خلال فرایند کانی سازی به صورت هاله های عرضی می باشند.

9-7) تخمین های ژئواستاتیکی بر روی داده های ژئوشیمیایی

به منظور تعیین پارامترهای واریوگرافی و بررسی روندهای موجود و تعیین ناهمسانگردی توزیع مقادیر عناصر مورد بررسی، جهت تخمین هر چه دقیق تر مقدار متغیرها به منظور تعیین دقیق مراکز آنومالی ها و نواحی امید بخش به روش کریجینگ و رسم نقشه های مربوطه، واریوگرامهای مقادیر لگاریتمی عناصر موجود رسم و پارامترهای واریوگرافی شامل اثرقطعه ای، سقف و دامنه واریوگرام تخمین و بر اساس آن بهترین مدل برازش شده است. در اشکال (9-33) الی (9-42) واریوگرامهای غیر جهتی مربوطه ارائه گردیده است.

لازم به ذکر است که در مورد تنگستن (شکل 9-40) به دلیل عدم وجود تداوم نمی توان مدلی به واریوگرام این عنصر برازش نمود و ما با حالت اثر قطعه ای خالص (Pure Nugget Effect) مواجه هستیم. این حالت معمولاً در شرایطی پیش می آید که متغیر ناحیه ای به صورت تصادفی توزیع شده باشد، ولی در محدوده مورد مطالعه می تواند بدلیل وجود اشکال در روش آنالیز برای مقادیر بالای این عنصر، که قبلاً به آن اشاره گردید، بروز نموده باشد.

در اشکال مذکور مشاهده می شود که بیشترین مقدار دامنه واریوگرام مربوط به عنصر Pb و Bi و کمترین آن مربوط به As است. نکته مهم قابل توجه بالا بودن نسبی مقدار اثر قطعی در عناصر Au و Sb است که می تواند در ارتباط با ریز ساختارهای ناشی از اثر کانی سازی در منطقه باشد و معرف سهم قابل ملاحظه فعالیت پدیده های تصادفی در منطقه باشد.

بر اساس بهترین پارامترهای مدل بدست آمده از نتایج واریوگرافی، تخمین به روش کریجینگ انجام گرفته است. این تخمین از نوع کریجینگ معمولی و به صورت تخمین نقطه ای می باشد. در این روش شرط لازم آن است که داده های موجود دارای توزیع نرمال باشند. لذا با توجه به تابع توزیع متغیرهای مورد بررسی و چولگی مثبت آنها، برازش مدل بر روی داده های لگاریتمی آنها انجام گرفته است. در مورد تنگستن نیز با توجه به عدم امکان برازش مدل برای تخمین از روش عکس مجذور فاصله استفاده شده است.

9-8) بررسی نحوه انتشار عناصر مورد بررسی

جهت بررسی نحوه انتشار متغیرهای ژئوشیمیایی اقدام به رسم نقشه های محتوا و انتشار هر یک از آنها گردیده است. در نقشه محتوای عناصر مورد بررسی از نمادهای مختلفی به شرح زیر استفاده شده است:

الف- مقدار مربوط به چارک اول توزیع با نماد " بعلاوه" مشخص شده است.

ب- مقدار مربوط به چارك دوم توزيع با نماد " مثلث " مشخص شده است.
ج- مقدار مربوط به چارك سوم توزيع با نماد " مربع " مشخص شده است.
د- مقدار مربوط به چارك چهارم توزيع با نماد " دایره " مشخص شده است.
در نقشه هاي انتشار متغيرهاي ژئوشيميايي مورد بررسي نيز از مقادير تخمين زده شده به روش كريجينگ اقدام به رسم خطوط هم ميزان غلظت و دياگرام سه بعدي تغييرات غلظت عناصر مورد نظر گرديده است. لازم به ذكر است كه در رسم نقشه هاي مذكور از مقادير خام غلظت عناصر استفاده شده است.
حال به طور جداگانه به بررسي نحوه انتشار هر يك از متغيرهاي ژئوشيميايي مي پردازيم.

9-8-1) آرسنيك

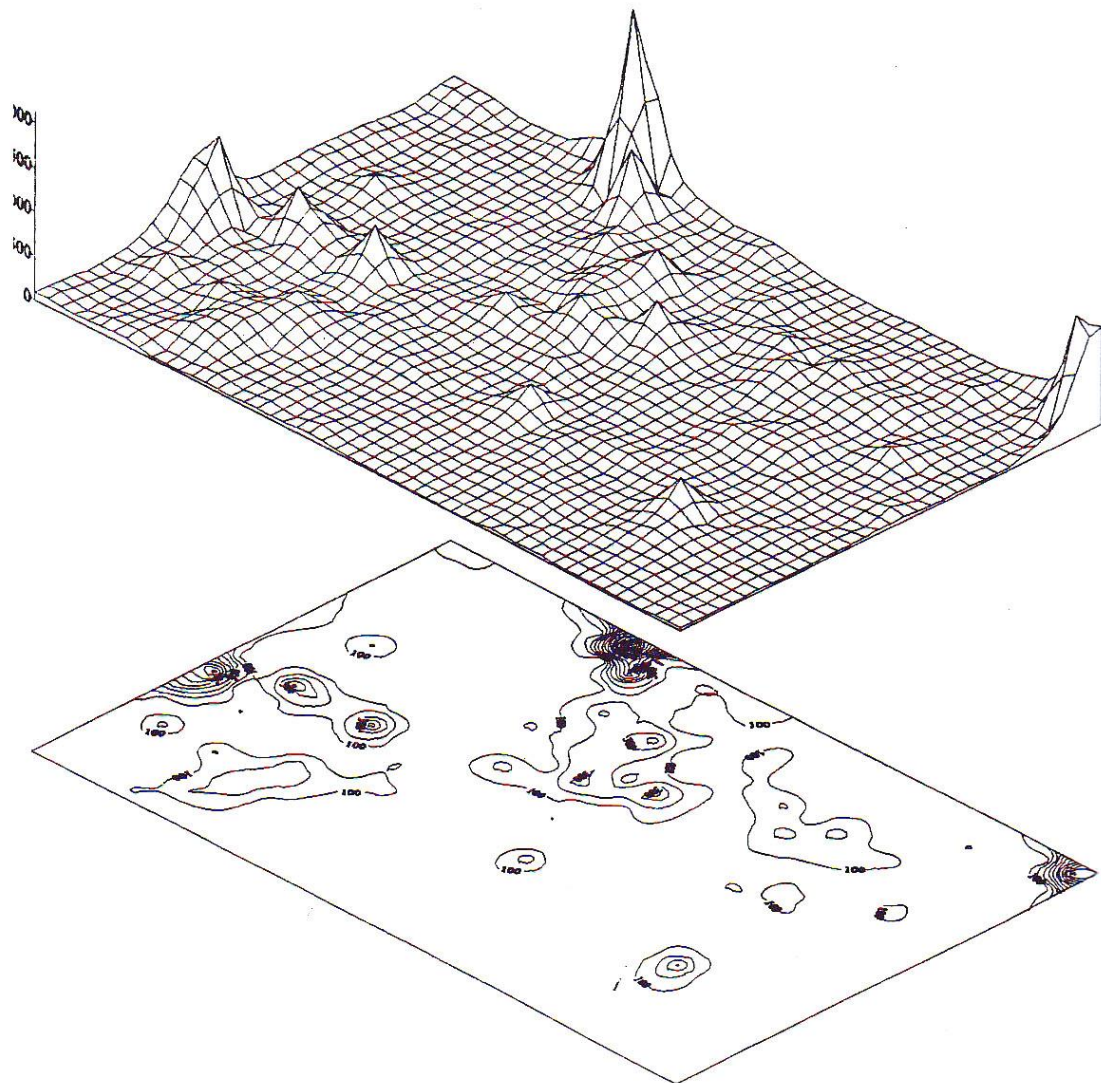
آرسنيك عنصري است كالكوپيل كه غلظت متوسط آن در پوسته زمين 2 گرم در تن و در سنگهاي آذرين حد واسط بطور متوسط 2/4 گرم در تن است. تحرك شيميايي نسبتاً كم است و از اين عنصر به عنوان ردياب براي كانسارهاي طلاي رگه اي استفاده مي شود بطوريكه غلظت هاي بيش از 10 گرم در تن آن ممكن است نشانه كاني سازي باشد.
در نقشه محتوای آرسنيك بيشترين مقدار گزارش شده براي اين عنصر مربوط به نمونه شماره 393 مي باشد كه غلظت آن 2115 گرم در تن مي باشد. اين مقدار با فرض بر صحت نتايج آناليز شيميايي بسيار قابل توجه و در حد كاني سازي كانساري اين عنصر مي باشد و بدین لحاظ از ارزش اكتشافی بسیار بالایی برخوردار می باشد.

Arsenic Content Map (ppm)



Scale : 1 / 5,000

Arsenic Distribution Map (ppm)



Scale : 1 / 7,500

نمونه مذکور در محدوده گسترش واحد آلتره سیلیسی - هماتیتی و کنتاکت آن با برشهای
تکتونیکی برداشت گردیده است سپس در مرتبه بعدی نمونه شماره 376 قرار می گیرد که در

محدوده برونزد واحد آرژیلیتی- سیلیسی برداشت گردیده و غلظت آرسنیک آن 1238 گرم در تن گزارش شده است. غلظت این نمونه نیز در حد کانی سازی کانساری عنصر مذکور طبقه بندی شده است. پس از این نمونه به ترتیب نمونه های شماره 175 و 367 قرار می گیرند که غلظت آنها 945 و 825 گرم در تن می باشد و در حد کانی سازی غنی شده هستند. این نمونه ها نیز به ترتیب از محدوده کنتاکت توده های ساب ولکانیک با واحد آلتره کائولینیتی- آلونیتی و محدوده گسترش واحد آلتره و کائولینیتی- سیلیسی برداشت گردیده اند. لازم به ذکر است که آرسنیک در محدوده مطالعاتی از غنی شدگی بسیار خوبی برخوردار است بطوریکه 6 نمونه دارای غلظتی بیش از 500 گرم در تن و 84 نمونه دارای غلظتی بیش از 100 گرم در تن می باشند. در نقشه انتشار آرسنیک نیز بیشترین میزان تمرکز و غنی شدگی این عنصر به صورت نواری از گوشه جنوب شرقی به گوشه شمال غربی محدوده مورد مطالعه گسترش یافته است که در دو انتها به سمت خارج از منطقه مورد مطالعاتی همچنان گسترش دارد. همچنین غنی شدگی هایی نیز باراستای تقریباً عمود بر محور مذکور (شمال غرب- جنوب شرق) مشاهده می گردند. همانطوریکه قبلاً ذکر گردید دو دسته گسل جوان در محدوده مطالعاتی با امتدادهای فوق الذکر شناسایی گردیده که ولکانیک های ائوسن را قطع کرده توده های ساب ولکانیک را بصورت گنبد تحت تاثیر و کنترل این گسلها بالآمده اند و در مواقعی به سطح رسیده اند و مآنها را به ترتیب دسته گسلهای F1 و F2 می نامیم. چنین به نظر می رسد که روند غنی شدگی آرسنیک منطبق بر راستای گسلهای مذکور و در ارتباط با نفوذ محلولهای هیدروترمال ناشی از توده های آذرین در اطراف این گسلها که عموماً امتداد لغز و با شیب نزدیک به قائم هستند می باشد. محدوده های غنی شده مذکور عمدتاً منطبق بر محدوده گسترش واحدهای آرژیلیتی- سرسیلیتی و کائولینیتی- آلونیتی هستند. در این نقشه حداقل مقدار خطوط هم میزان غلظت و فاصله میان آنها برابر 100 گرم در تن اختیار گردیده است.

9-8-2) آنتیموان

آنتیموان نیز عنصری است کالکوفیل با تحرک شیمیایی کم که غلظت متوسط آن در پوسته زمین 0/2 گرم در تن و میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حدواسط برابر 0/2 گرم در تن می باشد. این عنصر بعنوان ردیاب در پی جویی کانسارهای طلا و برخی فلزات پایه مورد استفاده قرار می گیرد.

در نقشه محتوای آنتیموان بیشترین مقدار ثبت شده برای عنصر برابر 581 گرم در تن و مربوط به نمونه شماره 195 می باشد که در حد کانی سازی غنی شده بودند و در محدوده گسترش آلتراسیون سیلیسی – هماتیتی در بخش شمالی منطقه مطالعاتی برداشت گردیده است. پس از این نمونه، نمونه های شماره 290 و 239 به ترتیب با غلظتی برابر 380 و 264 گرم در تن و در حد کانی سازی پراکنده مشاهده می شوند که در محدوده برونزد واحد آلتره کائولینیتی – آلونیتی برداشت گردیده اند. بطور کلی بر اساس نقشه محتوای آنتیموان می توان چنین گفت که نمونه های متناظر با چارک چهارم توزیع این عنصر عمدتاً در نیمه شرقی بخش میانی محدوده مورد مطالعه واقع گردیده اند. در کل محدوده مورد مطالعه 6 نمونه با غلظتی بیش از 100 گرم در تن مشاهده می شوند که بیش از 500 برابر میانگین غلظت این عنصر در سنگهای آذرین حد واسط است.

در نقشه انتشار آنتیموان نیز شاهد بیشترین میزان تمرکز و غنی شدگی این عنصر بصورت نواری با امتداد شمال غرب- جنوب شرق و منطبق بر راستای گسلهای F1 هستیم که تزابق خوبی با محدوده های غنی شده آرسنیک نشان می دهند. این امر دلالت بر وجود فرایندی واحد در بروز غنی شدگی این دو عنصر و ارتباط پاراژنتیک موجود بین آنها دارد که در این مورد قبلاً بحث گردید. در این نقشه حداقل مقدار خطوط هم عیار 25 و فاصله میان آنها 50 گرم در تن اختیار گردیده است.

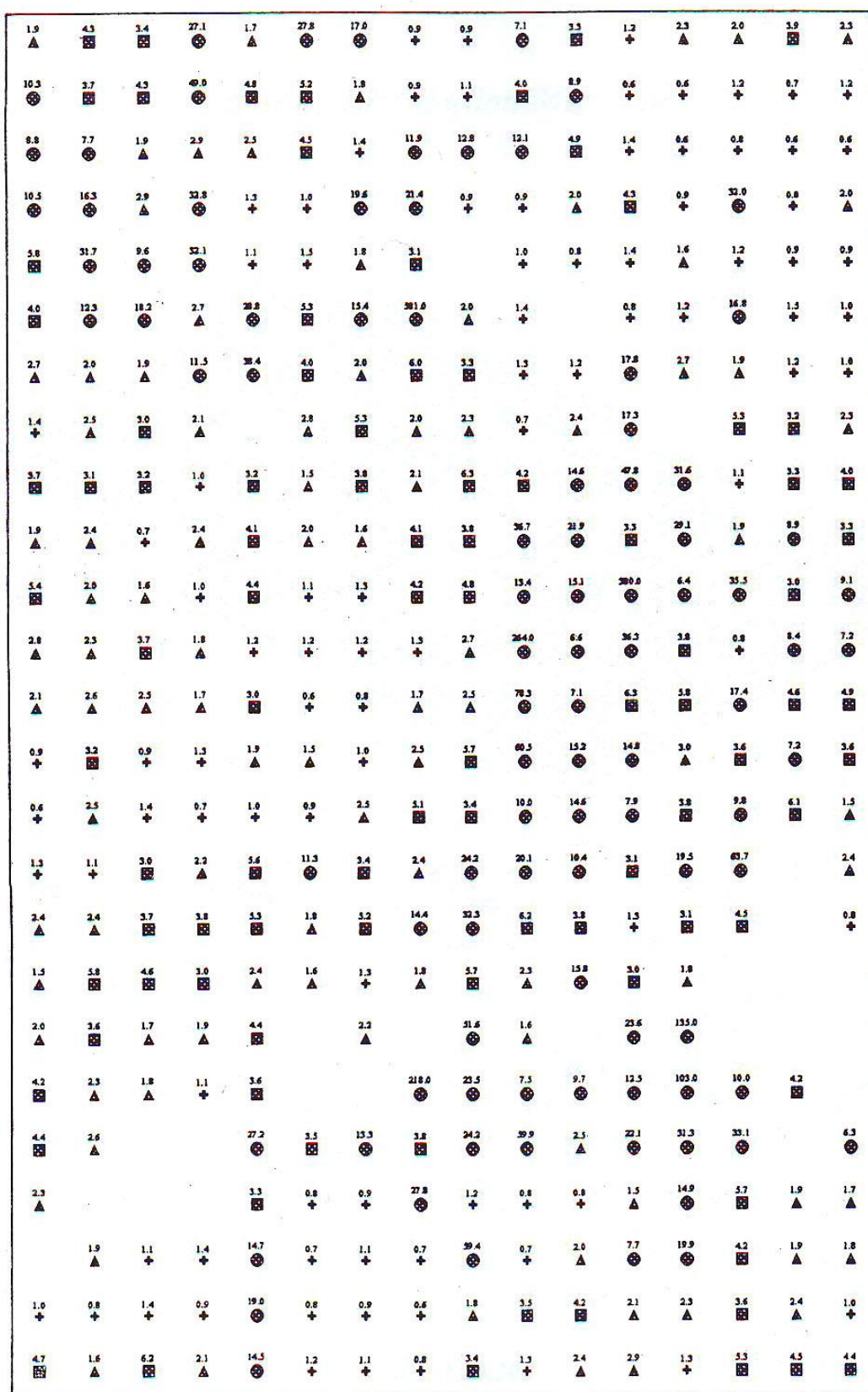
9-8-3) بیسموت

بیسموت هر عنصری کالکوفیل با تحرک شیمیایی کم است که بعنوان عنصر ردیاب در اکتشاف کانسارهای طلای رگه ای استفاده می شود. غلظت متوسط این عنصر در پوسته زمین 0/2 گرم در تن و میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط 0/01 گرم در تن است.

در نقشه محتوای این عنصر بیشترین مقدار ثبت شده مربوط به نمونه شماره 143 با غلظتی برابر با 78/9 گرم در تن می باشد که از محدوده واحد آلتره سیلیسی هماتیتی برداشت گردیده است پس از این نمونه بترتیب نمونه های شماره 168 و 120 و 74 با غلظتی برابر با 34/3 و 22/7 و 20/8 گرم در تن قرار می گیرند. این نمونه ها همگی از محدوده گسترش واحد سیلیسی – هماتیتی و بعضاً کنتاکت آن با واحد کائولینیتی-آلونیتی (نمونه شماره 120) برداشت گردیده اند. بطور کلی مجموعاً 13 نمونه وجود دارند که غلظت آنها بیش از 10 گرم در تن یعنی بیش از هزار برابر میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط است در نقشه انتشار

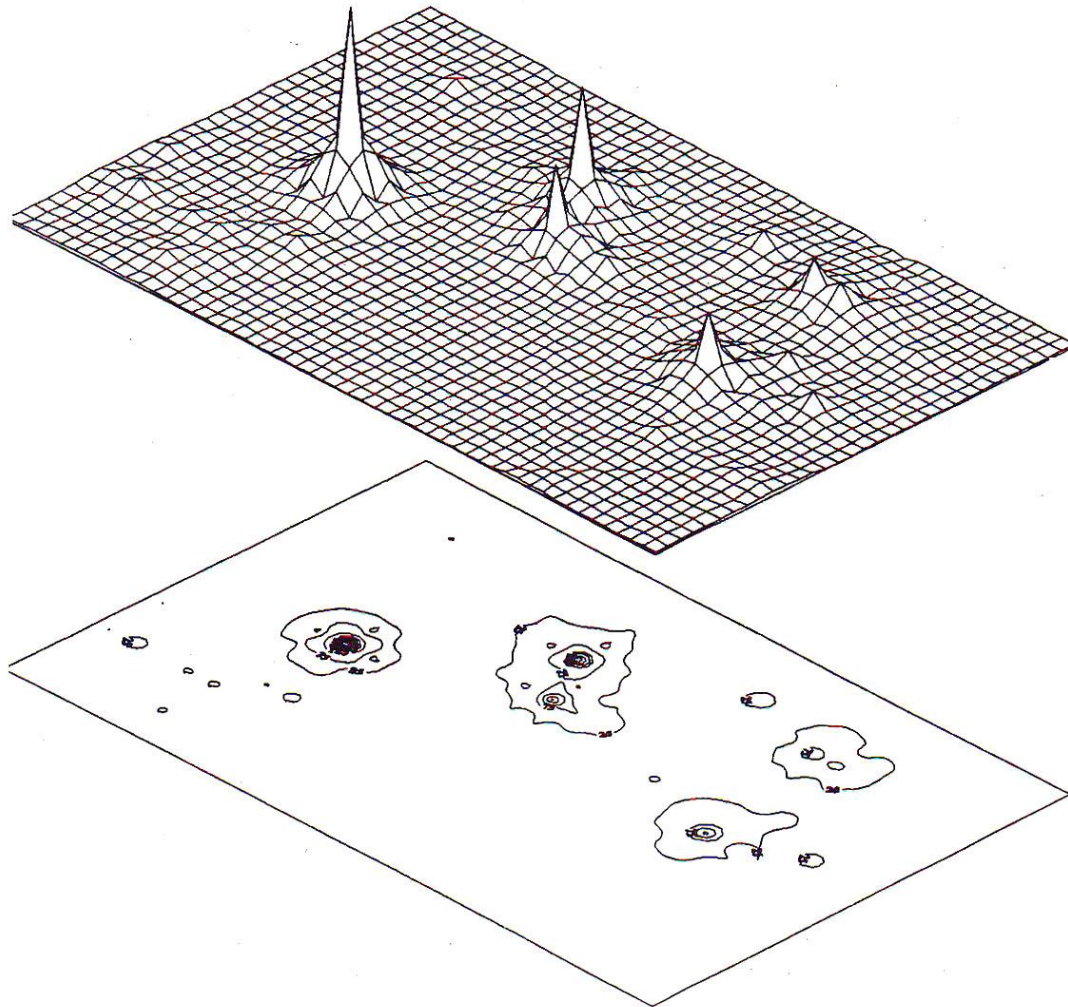
بیس‌موت نیز بیشترین میزان غنی‌شدگی این عنصر در بخش غربی محدوده شمالی به چشم می‌خورد که تقریباً روندی شمال غربی- جنوب شرقی دارد و منطبق بر واحد آلت‌ره سیلیسی- همتیتی می‌باشد. در این نقشه حداقل مقدار خطوط هم‌عیار و فواصل میان آنها برابر 5 گرم در تن اختیار گردیده است. البته غنی‌شدگی‌هایی نیز در راستای تقریباً عمود بر راستای فوق‌الذکر مشاهده می‌شوند که از شدت و اهمیت کمتری برخوردارند.

Antimony Content Map (ppm)



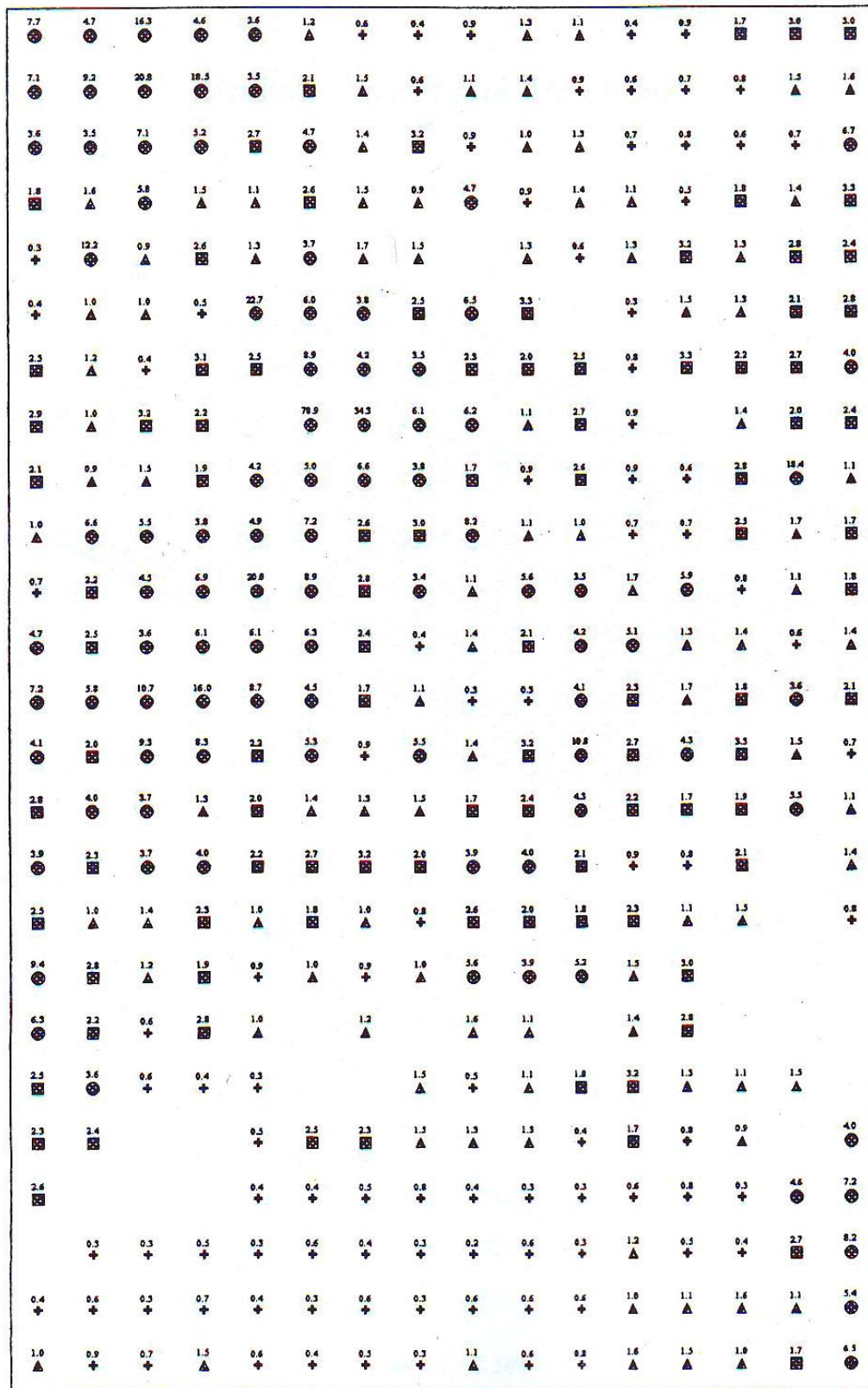
Scale : 1 / 5,000

Antimony Distribution Map (ppm)



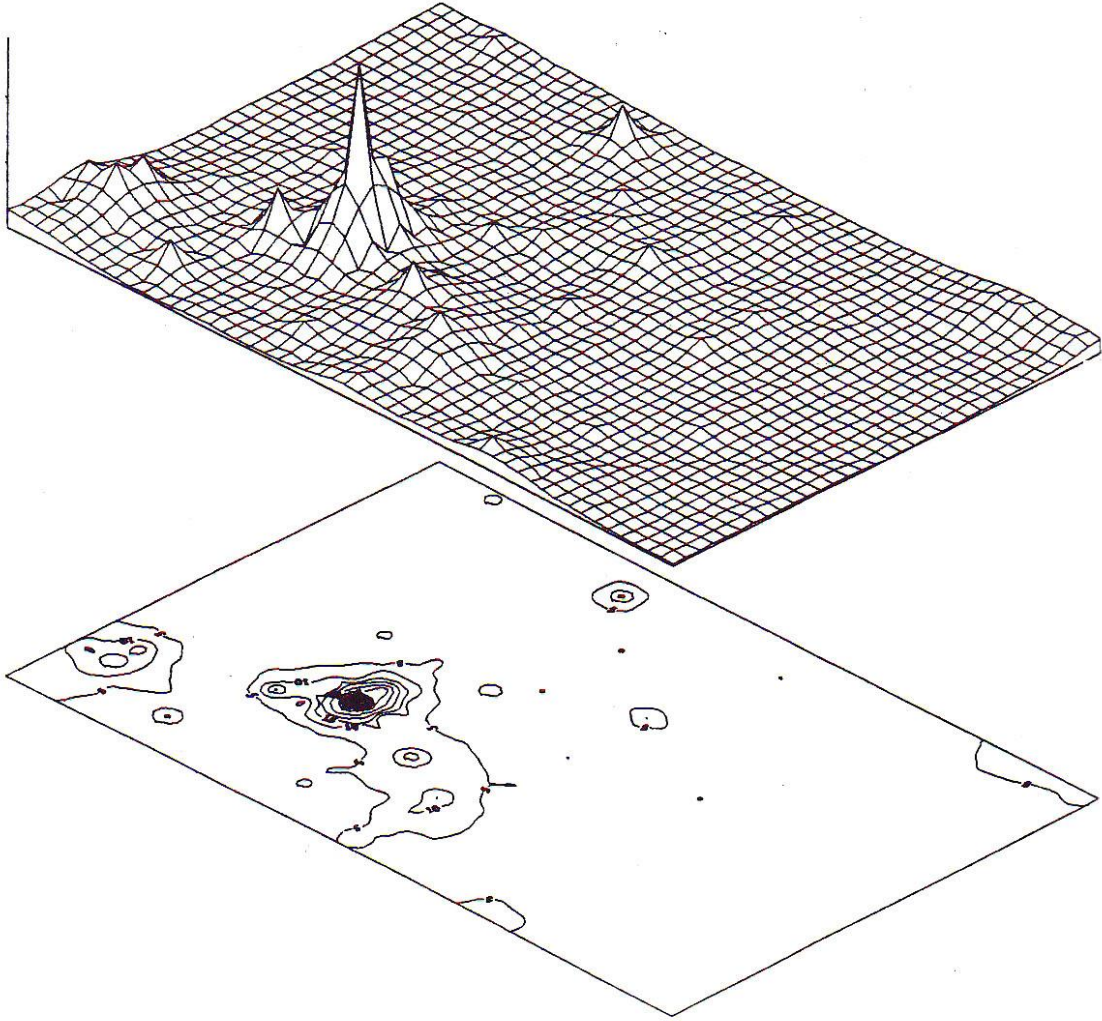
Scale : 1 / 7,500

Bismuth Content Map (ppm)



Scale : 1 / 5,000

Bismuth Distribution Map (ppm)



Scale : 1 / 7,500

مس (4-8-9)

مس عنصری است کالکوفیل که غلظت متوسط آن در پوسته زمین 45 گرم در تن در سنگهای آذرین حد واسط 35 گرم در تن است. تحرک شیمیایی این عنصر در PH کمتر از 5/5 زیاد ولی در PH بالاتر و محیطهای قلیایی کم است.

در نقشه محتوای مس در نمونه های لیتوژئوشیمیایی منطقه دوست بیگلو بیشترین مقدار گزارش شده برای این عنصر مربوط به نمونه های شماره 50 و 213 و 154 به ترتیب با غلظتهایی برابر 2450 و 2270 و 2130 گرم در تن می باشد که دوتای آنها در محدوده برونزد سنگهای ولکانیکی و دیگری در محدوده کنتاکت واحد سیلیسی – هماتیته و کائولینیتی – آلونیتی (نمونه شماره 213) برداشت گردیده اند. پس از آن نیز نمونه های شماره 27 و 26 با غلظتی برابر 970 و 890 گرم در تن قرار می گیرند که در محدوده کنتاکت توده های ساب ولکانیک و سنگهای ولکانیکی قرار گرفته اند. همگی این نمونه ها غلظتی در حد کانی سازی غنی شده دارند. قابل ذکر است که 13 نمونه در محدوده مورد مطالعه غلظتی بیش از 500 گرم در تن داشته اند. در نقشه انتشار مس نیز بیشترین میزان غنی شدگی این عنصر در بخش غربی محدوده جنوبی و بخش میانی مشاهده می شود. در بخش جنوبی این غنی شدگی به سمت خارج از محدوده مورد مطالعه همچنان گسترش دارد ولی مرکز آن در داخل محدوده مطالعاتی واقع شده است. در این بخش روند تقریبی غنی شدگی مس شرقی- غربی است. در بخش میانی نیز شاهد غنی شدگی قابل ملاحظه ای از این عنصر هستیم که روند مشخصی نشان نمی دهد. در نقشه خطوط هم عیار و فواصل میان آنها 200 گرم در تن در نظر گرفته شده است.

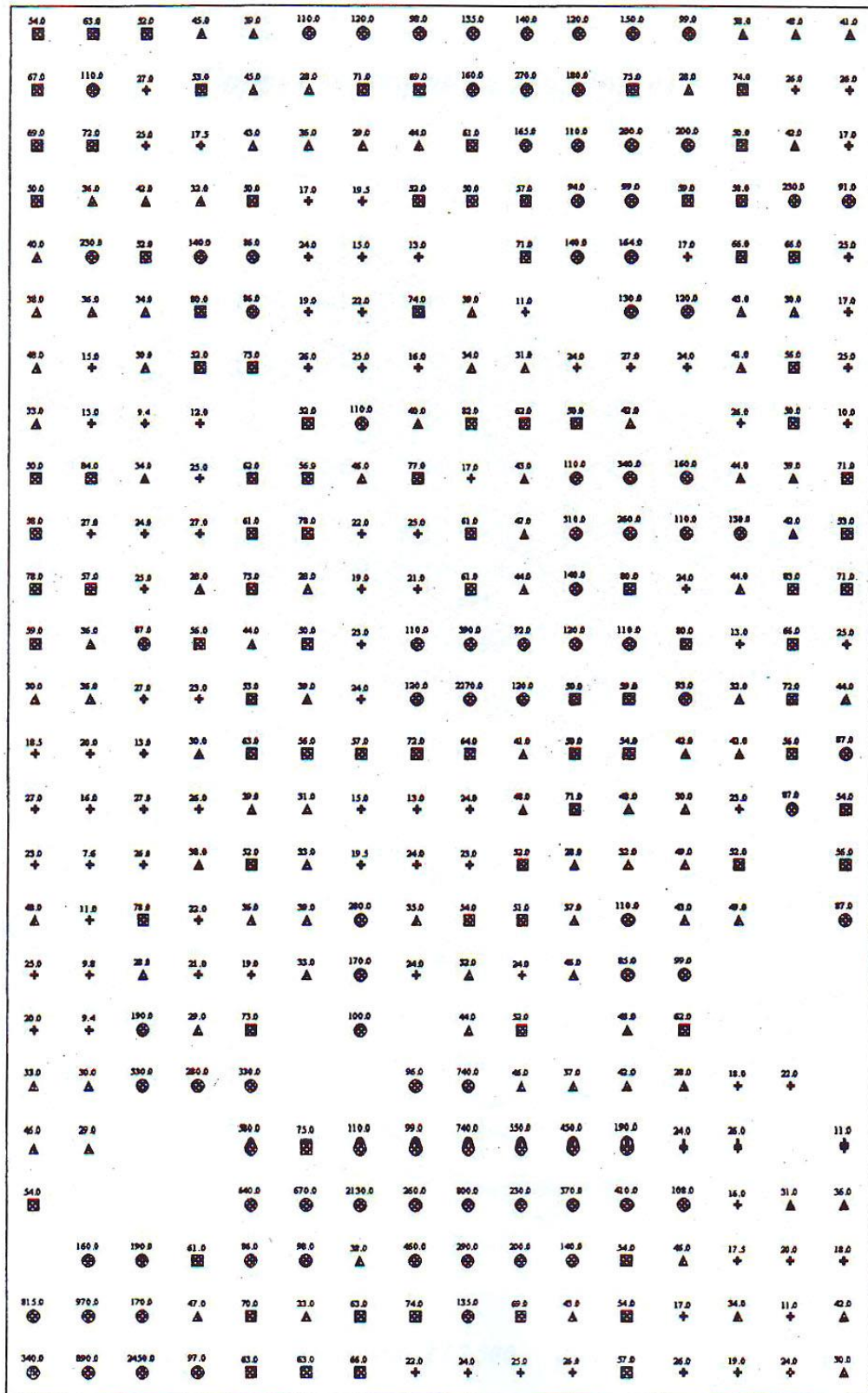
9-8-5) سرب

سرب هم عنصری کالکوفیل است که غلظت متوسط آن در پوسته زمین و میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط برابر 15 گرم در تن است و دارای تحرک شیمیایی کم می باشد. در نقشه محتوای سرب شاهد غنی شدگی بسیار قابل توجه این عنصر هستیم بطوریکه 27 نمونه دارای غلظتی بیش از 0/1% می باشند و بیشترین مقدار ثبت شده در بخش شمالی و در محدوده گسترش واحد سیلیسی – هماتیته و کنتاکت آن با واحد کائولینیتی- آلونیتی در یک زون گسله و مربوط به نمونه شماره 197 می باشد که غلظت آن 360 گرم در تن و در حد کانی سازی کانساری این عنصر است. پس از آن نیز نمونه های 262 و 198 و 142 قرار می گیرند که غلظت آنها به ترتیب 2500 و 2300 و 2100 گرم در تن گزارش گردیده و همگی از

محدوده برونزد واحد آلتره سیلیسی- هماتیتی برداشت شده اند. غلظت این نمونه ها در حد کانی سازی غنی شده است.

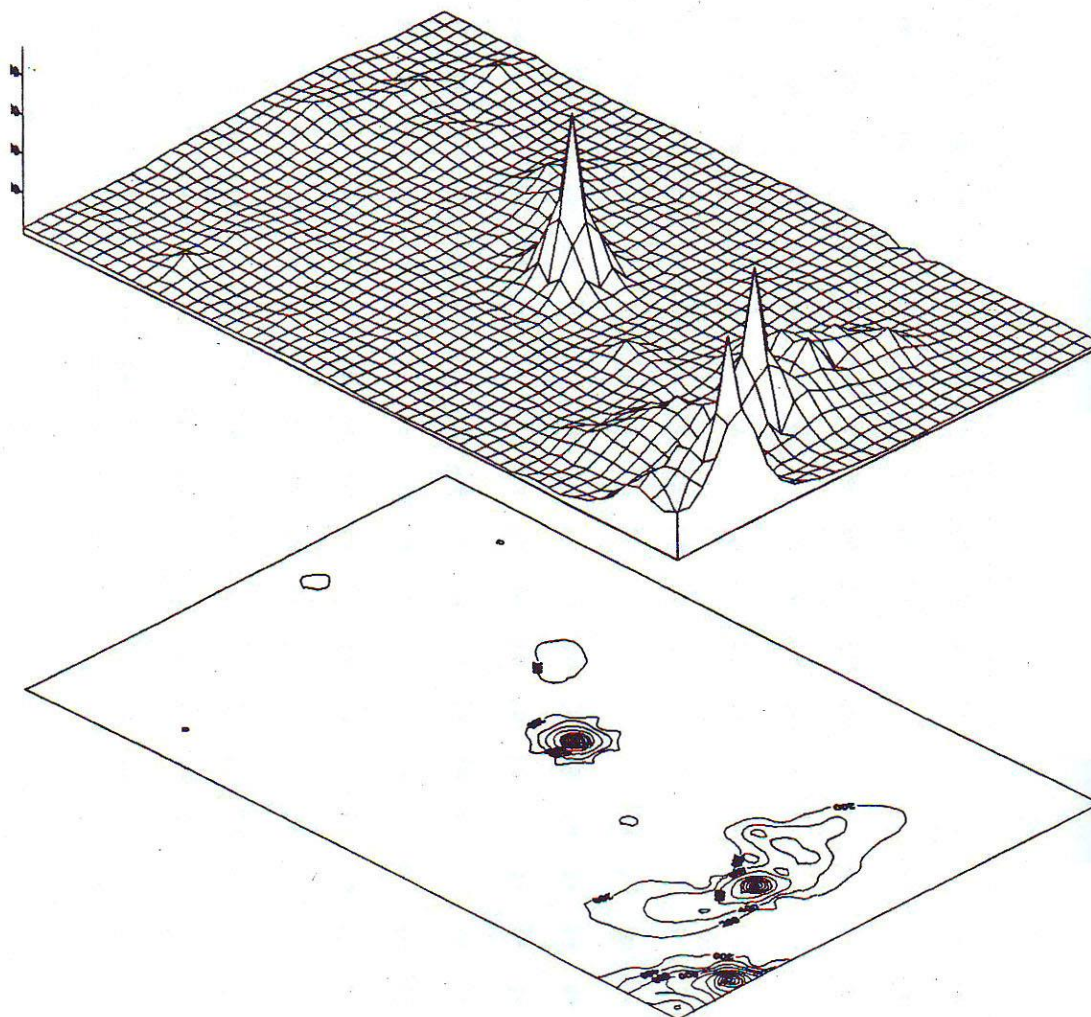
در نقشه انتشار سرب که براساس مقدار حاصل از تخمین کریجینگ رسم شده است شاهد بیشترین تمرکز این عنصر در بخشهای شمالی و میانی هستیم که روند خاصی از خود نشان نمی دهند. در این نقشه کمترین غلظت و فواصل خطوط هم میزان عیار 250 گرم در تن اختیار گردیده است.

Copper Content Map (ppm)



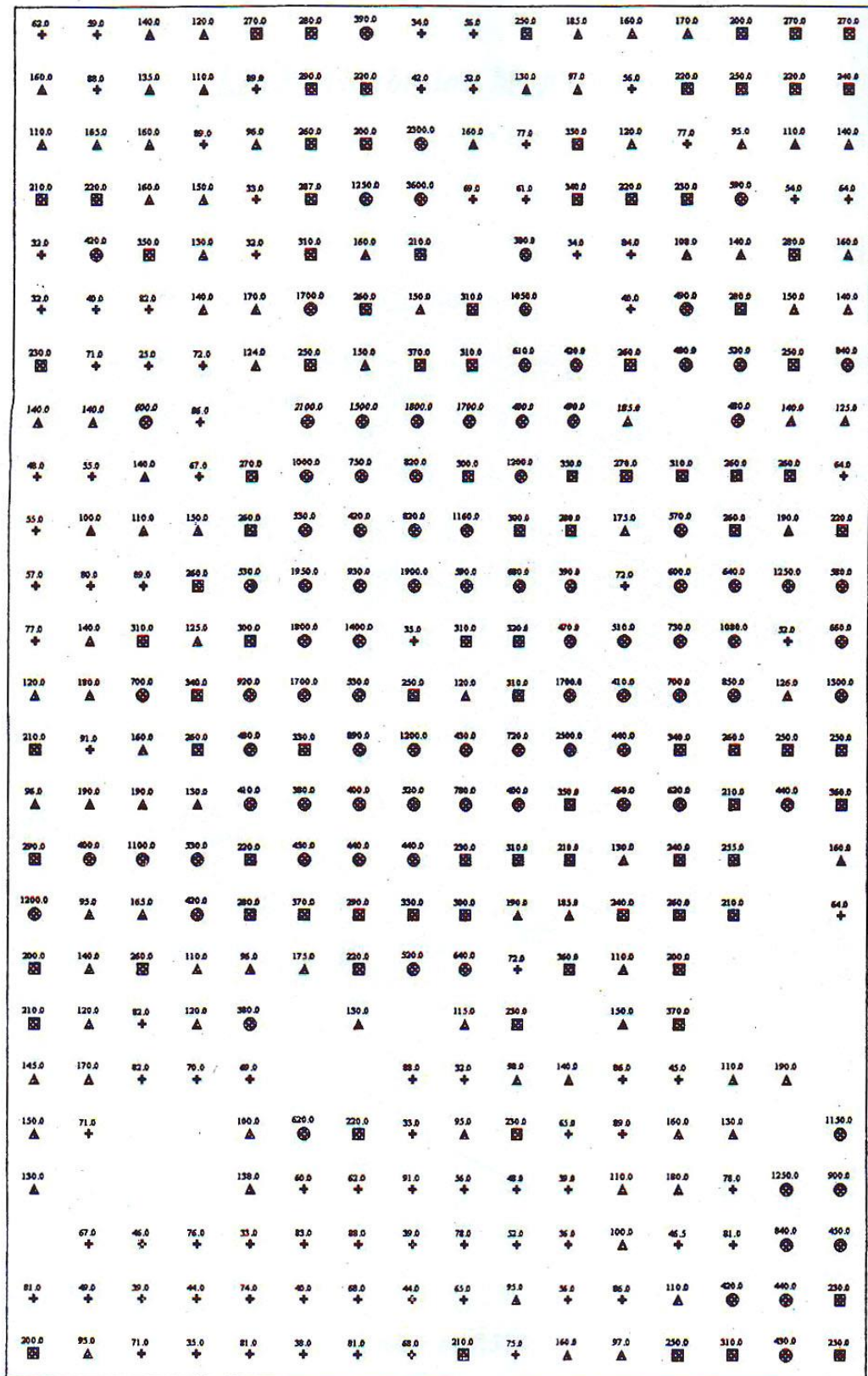
Scale : 1 / 5,000

Copper Distribution Map (ppm)



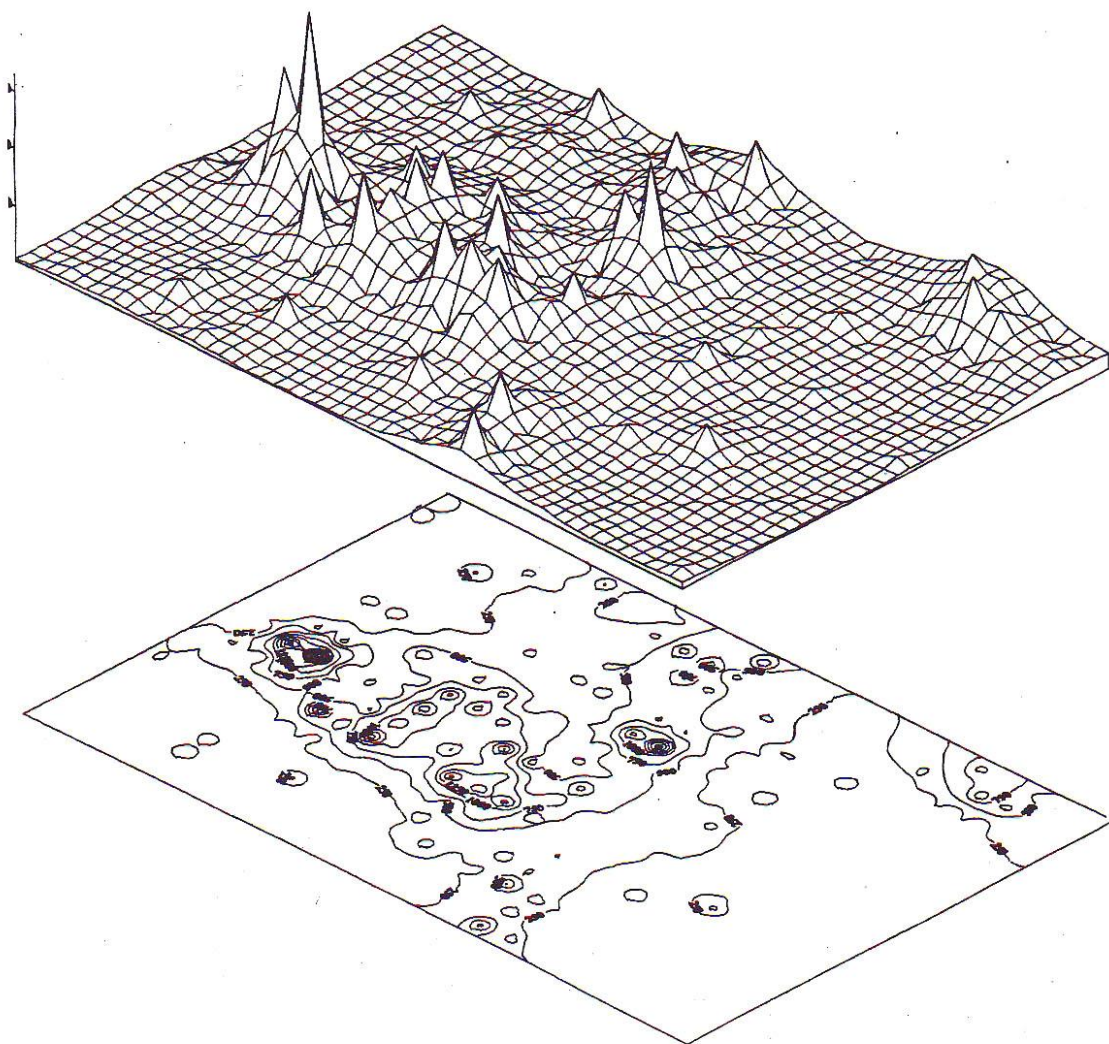
Scale : 1 / 7,500

Lead Content Map (ppm)



Scale : 1/5,000

Lead Distribution Map (ppm)

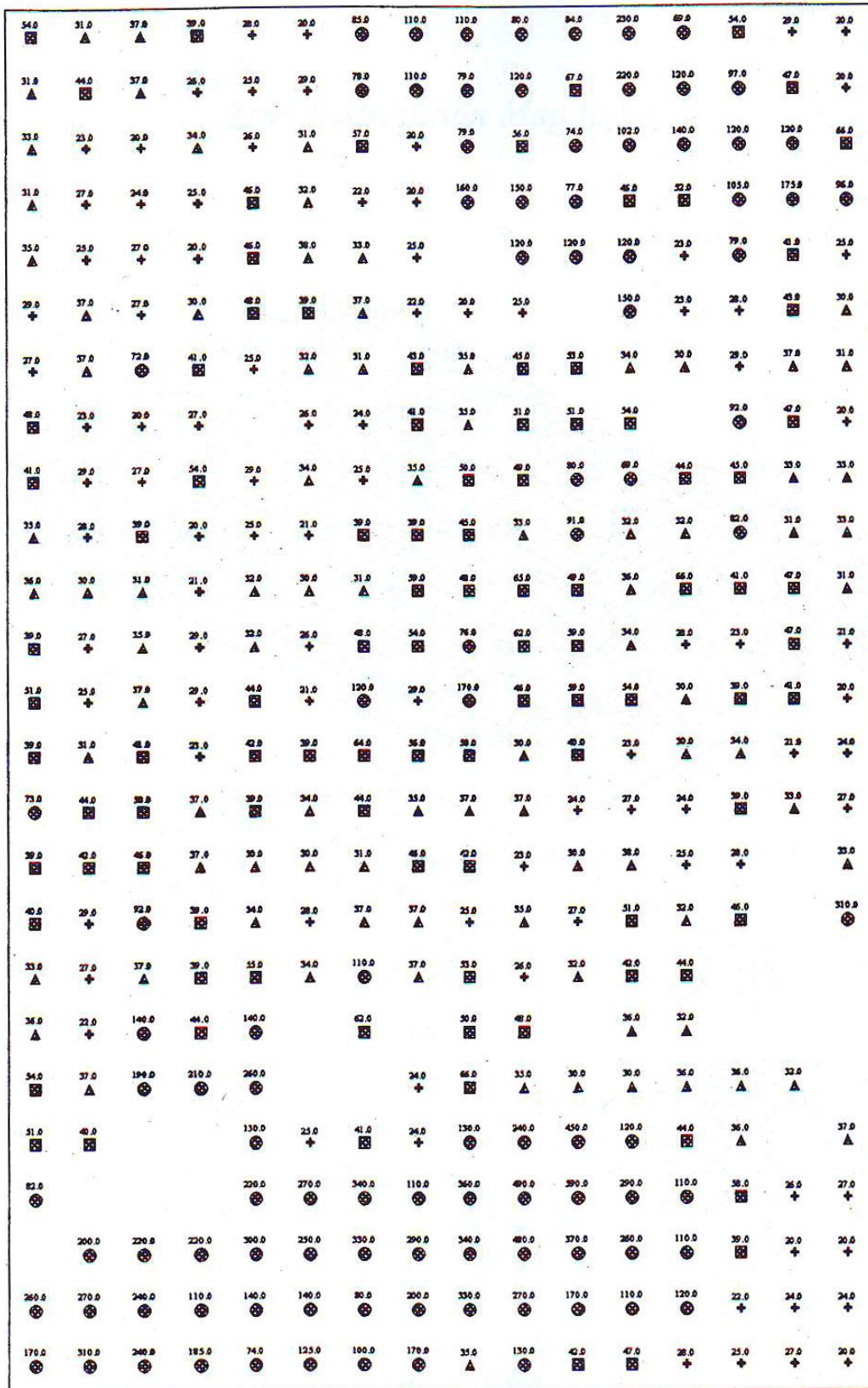


Scale : 1 / 7,500

روي نیز جزو فلزات پایه و از عناصر کالکوفیل است که دارای تحرک شیمیایی زیادی بوده و غلظت متوسط آن در پوسته زمین 65 گرم در تن و میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط 72 گرم در تن گزارش شده است. در نقشه محتوای این عنصر مقادیر منطبق بر چارک چهارم توزیع آن عمدتاً در بخش جنوبی محدوده مطالعاتی و در محدوده برونزد سنگهای ولکانیکی ائوسن و بخش کمتری نیز در حاشیه شمال شرقی متمرکز و مشاهده می شوند. بیشترین مقدار ثبت شده برای عنصر مذکور به نمونه شماره 254 می باشد که از کنتاکت ولکانیک های ائوسن و واحد آلتزه سریسیتی- سیلیسی برداشت شده و غلظت آن 590 گرم در تن است. پس از به ترتیب نوبت به نمونه های شماره 229 و 228 و 225 میرسد که غلظت آنها 490 و 480 و 450 گرم در تن گزارش شده و همانگونه که مشاهده می شود این چهار نمونه در کنار یکدیگر و در بخش جنوبی محدوده مورد مطالعه قرار گرفته اند. غلظت همگی این نمونه ها در حد کانی سازی پراکنده بوده و از این لحاظ زیاد قابل توجه نمی باشند.

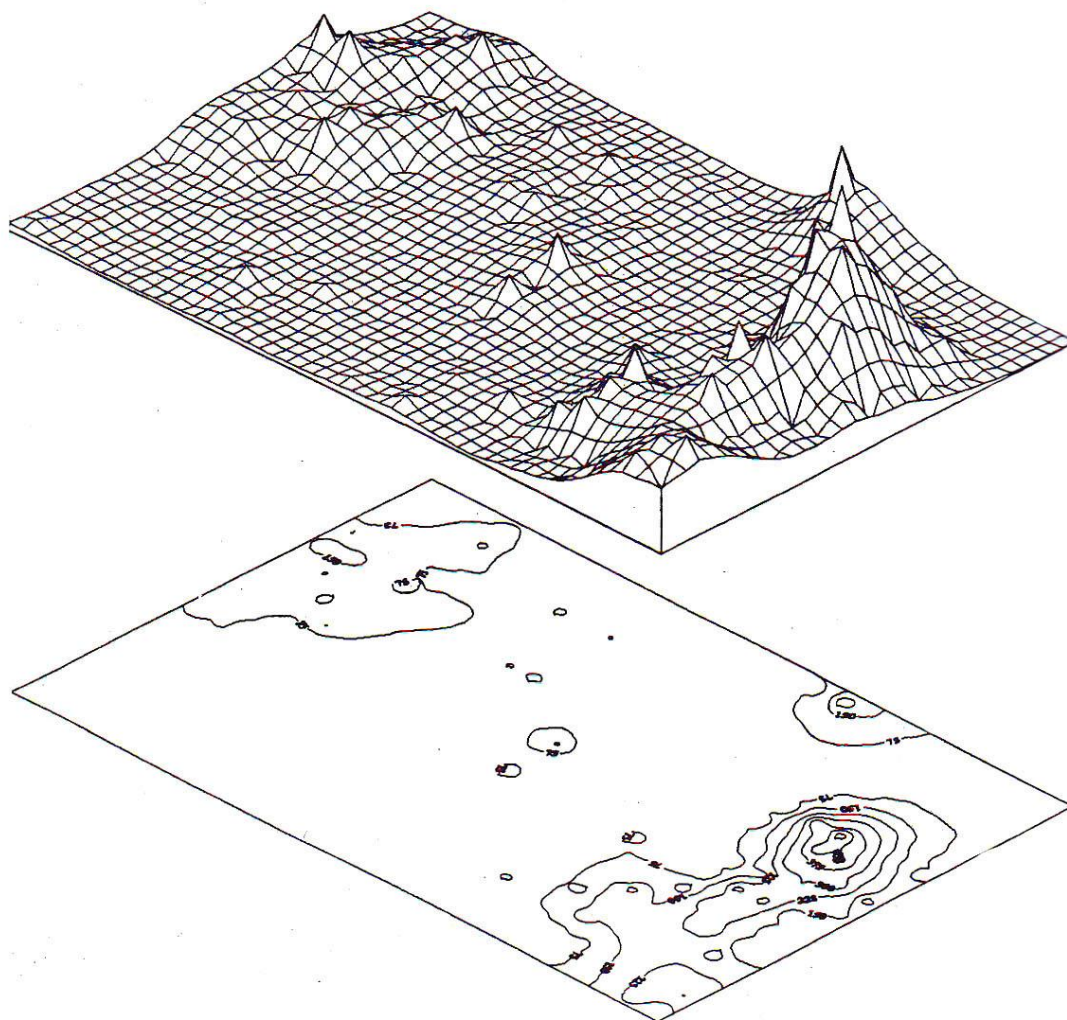
شایان ذکر است که 14 نمونه در محدوده مطالعاتی دارای روی بیش از 300 گرم در تن می باشند. در نقشه توزیع روی نیز شاهد دو باند غنی شدگی از این عنصر هستیم که در بخش جنوبی محدوده مطالعاتی و با روند تقریبی شرقی- غربی در محدوده گسترش ولکانیک های ائوسن و همبري آنها با واحدهای آلتزه سریسیتی - سیلیسی بیشترین مقادیر این عنصر متمرکز شده اند. در حاشیه شمال شرقی محدوده مورد مطالعه نیز تمرکز نسبتاً وسیعی از مقادیر بیش از حد کلارک این عنصر به چشم می خورد که عمدتاً منطبق بر محل برونزد توده های آذرین نیمه عمیق و کنتاکت آنها به واحد آلتزه سریسیتی- سیلیسی می باشد. در نقشه مذکور کمترین مقدار خطوط هم میزان 75 گرم در تن و فواصل بین آنها نیز همین مقدار است.

Zinc Content Map (ppm)



Scale : 1 / 5,000

Zinc Distribution Map (ppm)



Scale : 1 / 7,500

نقره عنصری است کالکوفیل با تحرک شیمیایی کم که معمولاً در اکتشاف کانسارهای طلا و نقره مورد استفاده قرار می گیرد. بخصوص در مورد کانسارهای طلای اپی ترمال که میزان نقره و نسبت نقره به طلا می تواند در تعیین ماهیت کانی سازی بعضاً نقش مهمی ایفا نماید. غلظت متوسط این عنصر در پوسته زمین و میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط در حدود 0/1 گرم در تن است.

در نقشه محتوای نقره در نمونه های لیتوژئوشیمیایی منطقه دوست بیگلو بیشترین مقدار گزارش شده برای این متغیر مربوط به نمونه های شماره 238 و 335 می باشد که مقدار نقره آنها به ترتیب 5/97 و 3/16 گرم در تن گزارش گردیده است. این دو نمونه از محدوده گسترش واحد سیلیسی – هماتیتی کنتاکت آن با واحدهای کائولینیتی – آلونیتی و آرژیلیتی- سریسیتی برداشت شده اند. نمونه های مذکور غلظتی در حد کانی پراکنده این عنصر دارند. در ضمن همانگونه که مشاهده میشود 7 نمونه دارای مقادیر بیش از 2 گرم در تن و 14 نمونه دارای بیش از یک گرم در تن می باشند.

در نقشه انتشار نقره نیز شاهد بروز مناطق غنی شده بصورت پراکنده هستیم که عمدتاً در بخش میانی و جنوبی محدوده مطالعاتی تمرکز یافته اند. بر روی این نقشه نواحی با غلظت بیش از 0/5 گرم در تن مشخص گشته اند و فواصل بین خطوط میزان نیز برابر همین مقدار در نظر گرفته شده است. بر اساس این نقشه اصلی ترین محدوده غنی شدگی و تمرکز نقره در بخش میانی محدوده مطالعاتی و در کنتاکت واحد سیلیسی – هماتیتی با واحدهای کائولینیتی- آلونیتی و سریسیتی- سیلیسی است.

9-8-8) تنگستن

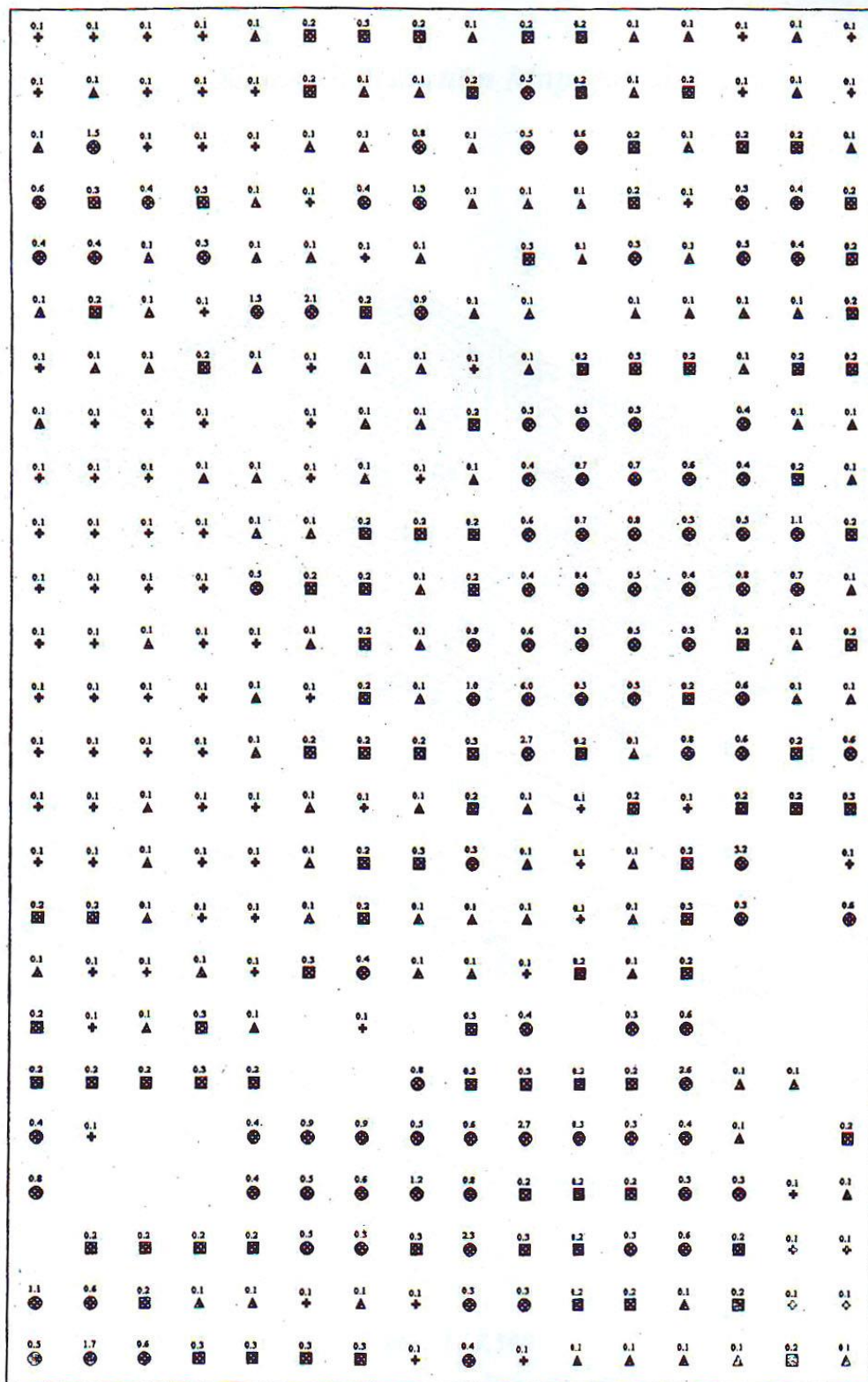
تنگستن عنصر یاست با تحرک شیمیایی کم تا متوسط که می توان آنرا جزو عناصر لیتوفیل و تا حدودی نیز سیدروفیل محسوب نمود. غلظت متوسط این عنصر در پوسته زمین و نیز میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط برابر یک گرم در تن گزارش شده است.

در نقشه محتوای تنگستن بیشترین مقدار ثبت شده در بخش میانی و شمالی محدوده مورد مطالعه و مربوط به نمونه های شماره 92 و 100 می باشد، که غلظت آنها به ترتیب 450 و 353 گرم در تن گزارش گردیده است. این نمونه ها از محدوده برونزد واحد سیلیسی – هماتیتی و نیز

کنتاکت با واحد کائولینیتی برداشت شده اند و غلظتی در حد کانی سازی غنی شده این عنصر از خود نشان می دهند. شایان ذکر است که 16 نمونه در محدوده مطالعاتی دارای غلظتی بیش از 100 گرم در تن و در حد کانی سازی غنی شده از تنگستن می باشد.

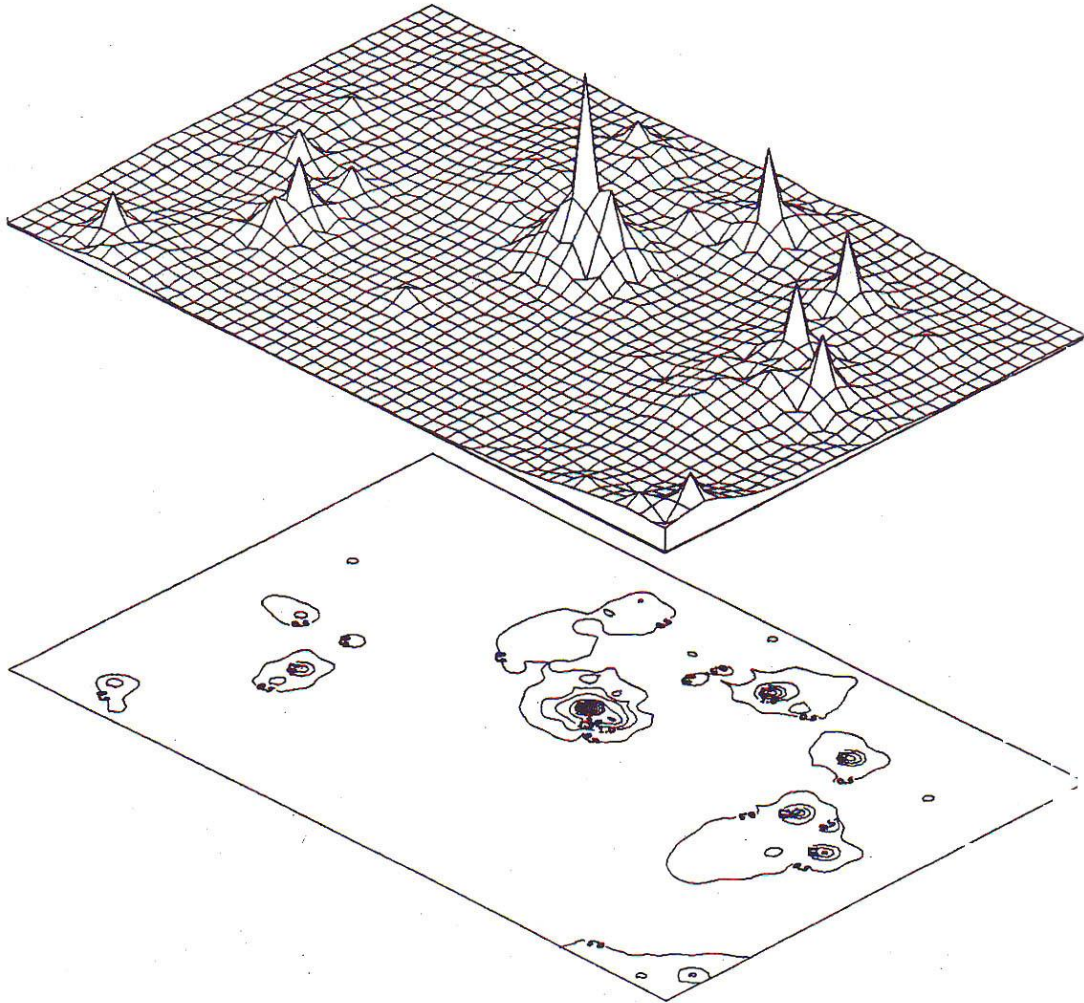
در نقشه توزیع و انتشار این عنصر شاهد بروز شکلی خاص هستیم که بصورت نواری با راستای شمالی- جنوبی ولی بصورت منفصل محدوده های غنی شدگی تنگستن بدنبال هم قرار گرفته اند. همانگونه که قبلاً ذکر گردید این امر احتمالاً بدلیل عدم حساسیت روش آنالیز بکار گرفته شده برای این عنصر در مقادیر بالایی آن می باشد و لازم است که هرگونه تجزیه و تحلیل بر اساس مقادیر بالایی تنگستن با احتیاط صورت پذیرد. بهر صورت بر روی این نقشه جهت درک هر چه بهتر از نحوه انتشار این عنصر ، کمترین غلظت و فواصل بین خطوط هم هیار برابر 50 گرم در تن در نظر گرفته شده است و در اصل مناطقی با غلظت تنگستن بیش از این مقدار مشخص گشته اند. نکته قابل توجه روند صعودی غلظت از جنوب به شمال است.

Silver Content Map (ppm)



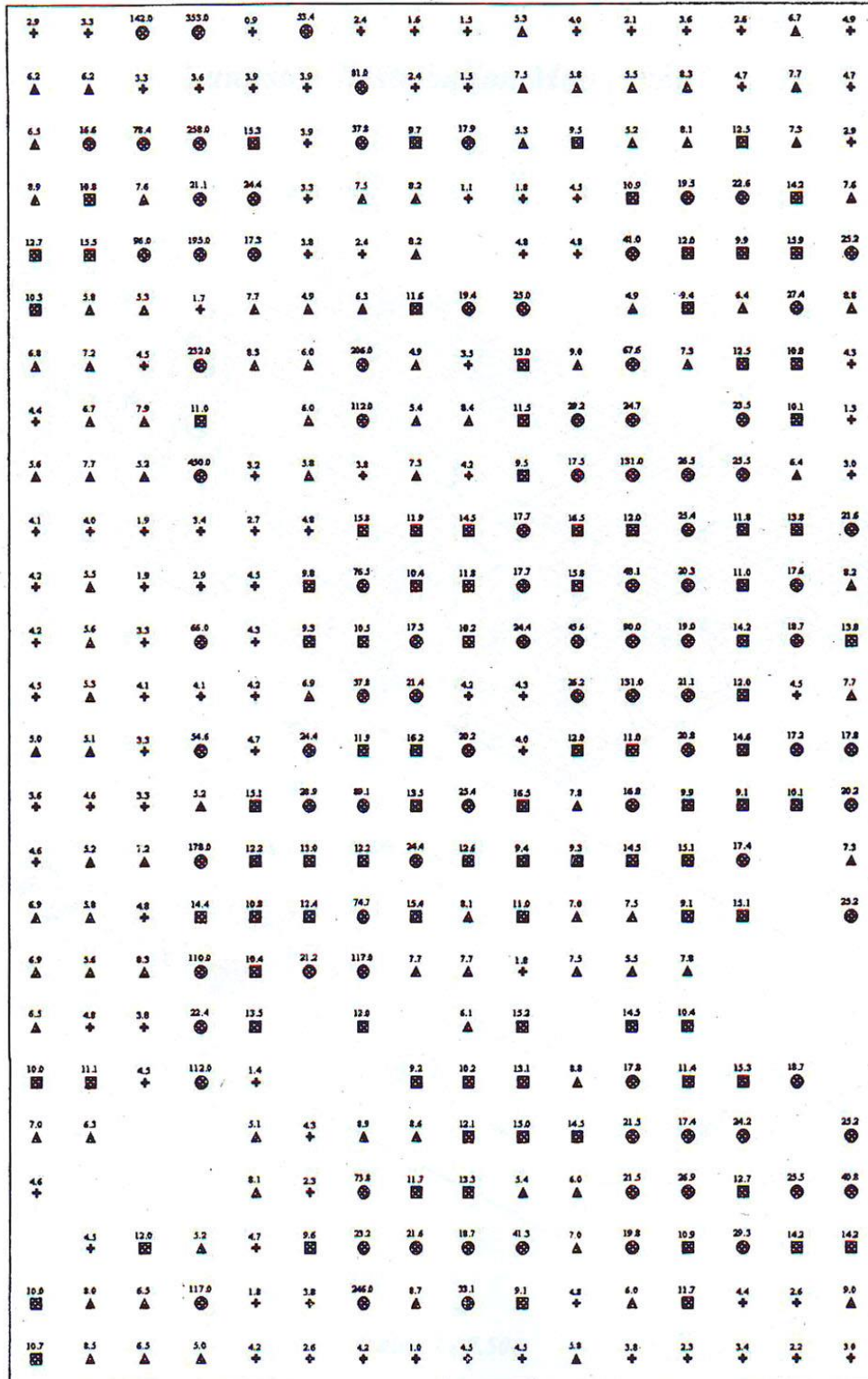
Scale : 1 / 5,000

Silver Distribution Map (ppm)



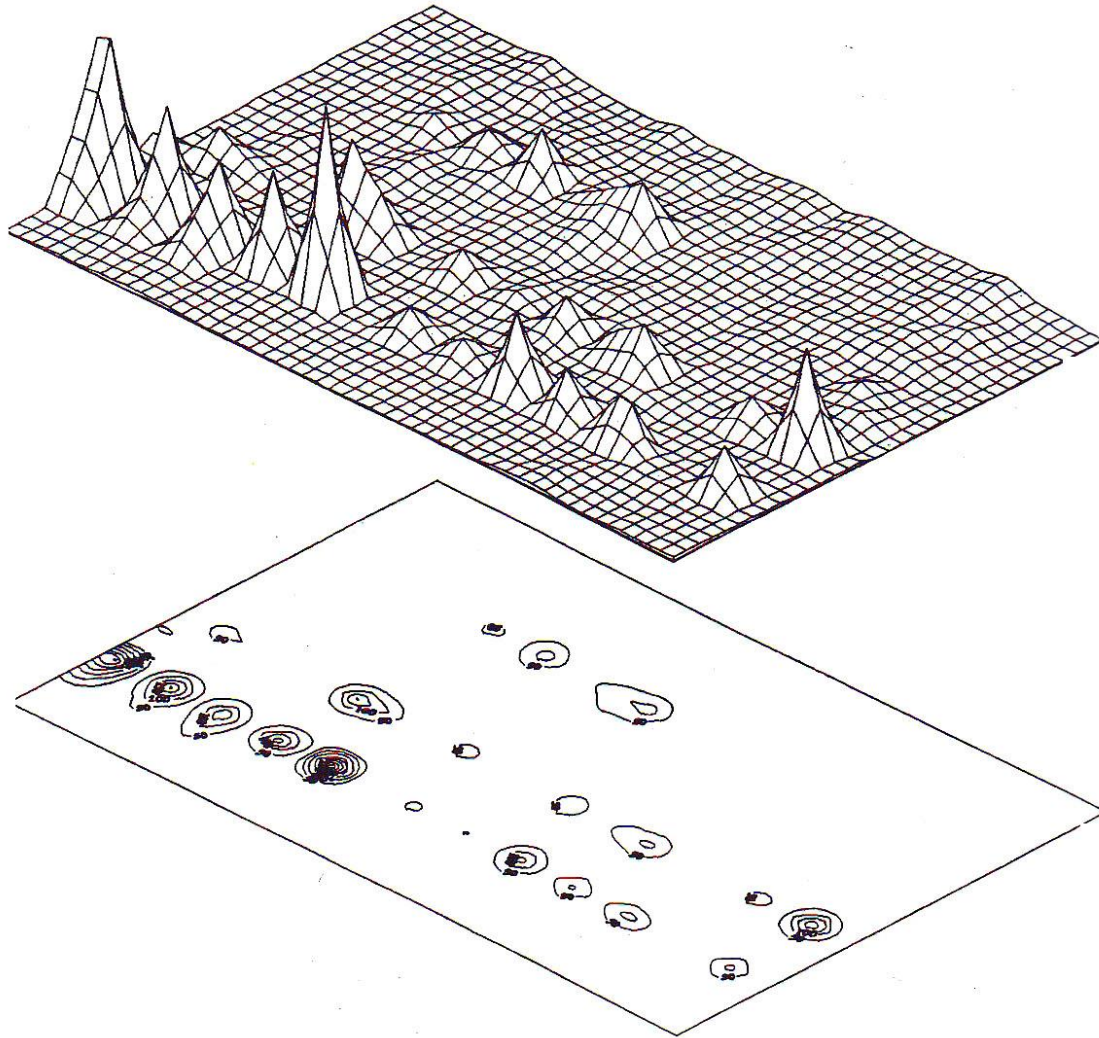
Scale : 1 / 7,500

Tungsten Content Map (ppm)



Scale : 1 / 5,000

Tungsten Distribution Map (ppm)



Scale : 1 / 7,500

9-8-9 موليدن

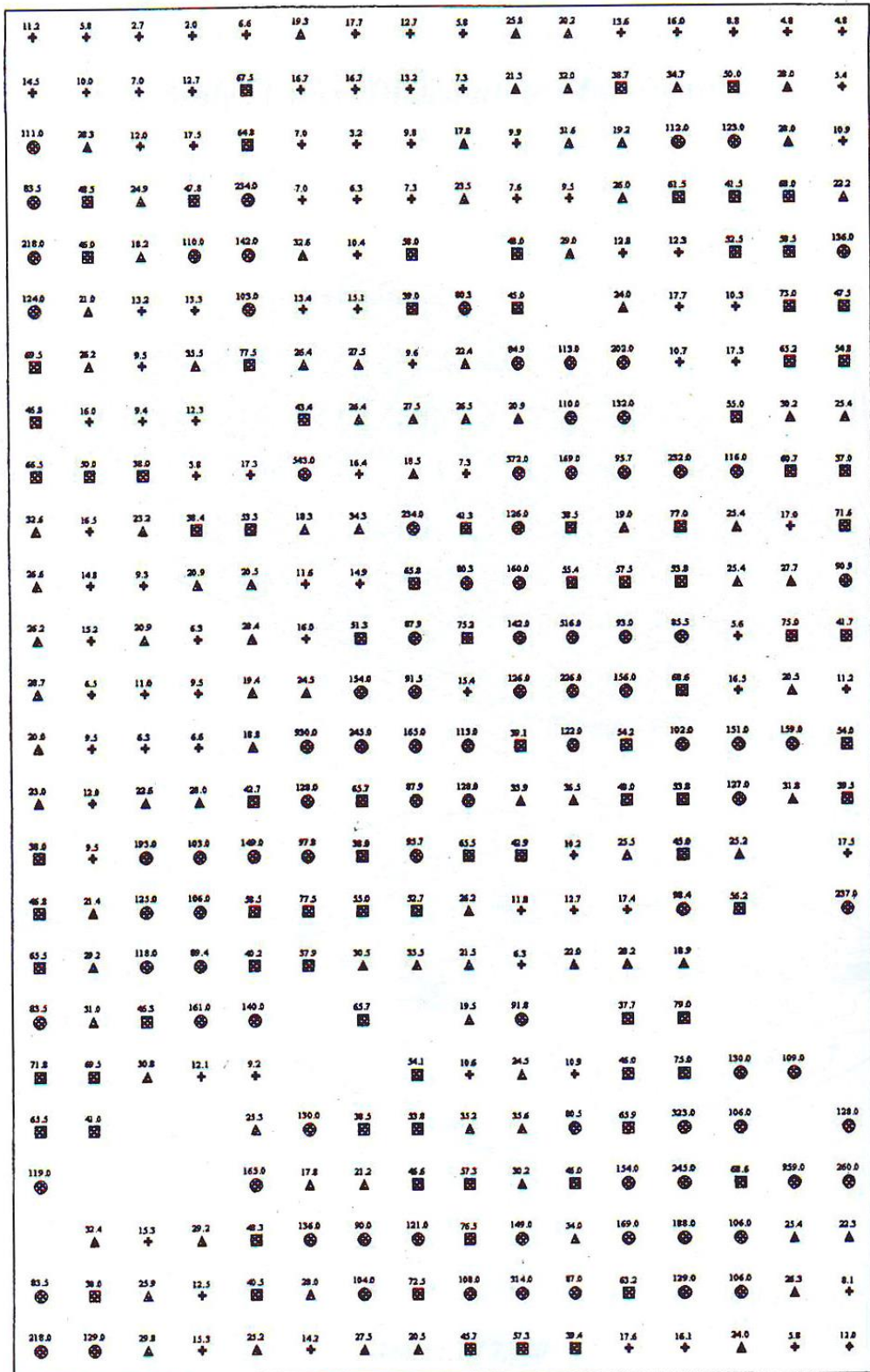
مولیبیدن نیز از جمله عناصر کالکوفیل است که تحرک شیمیایی آن معمولاً زیاد است ولی در شرایط اسیدی و احیا ضعیف است. غلظت متوسط این عنصر در پوسته زمین و میانگین غلظت آن در سنگهای آذرین حد واسط در حدود یک گرم در تن می باشد.

در نقشه محتوای مولیبیدن، بیشترین مقدار گزارش شده برای این متغیر مربوط به نمونه های شماره 354 و 137 می باشد که مقدار مولیبیدن آنها به ترتیب برابر 959 و 930 گرم در تن می باشد.

با توجه به مقادیر بسیار بالا و جالب توجه مولیبیدن در این نمونه ها (در حدود 0/1 درصد) و با فرض صحت نتایج تجزیه شیمیایی، می توان گفت که این نمونه ها به ترتیب از محدوده گسترش واحد آرژیلیتی-سیلیسی در بخش جنوبی و نیز واحد سیلیسی-هماتیتی در بخش میانی محدوده مورد مطالعه برداشت گردیده و دارای غلظتی در حد کانی سازی کانساری مولیبیدن می باشد. از ارزش اکتشافی بسیار بالایی برخوردار بوده و لازم است مورد توجه قرار گیرد. پس از این دو نمونه، نمونه های شماره 142 و 264 با غلظتی برابر 543 و 516 گرم در تن و در حد کانی سازی غنی شده مولیبیدن قرار می گیرند. نکته مهم قابل توجه آنکه در حدود 20% از نمونه های برداشت شده دارای غلظتی بیش از 100 گرم در تن برای این عنصر می باشند و در واقع می توان گفت محدوده مورد بررسی غنی شدگی بسیار خوبی از مولیبیدن نشان می دهد و این امر احتمالاً بدلیل حاکم بودن شرایط اسیدی در محدوده مطالعاتی است که باعث تمرکز مولیبیدن شده است.

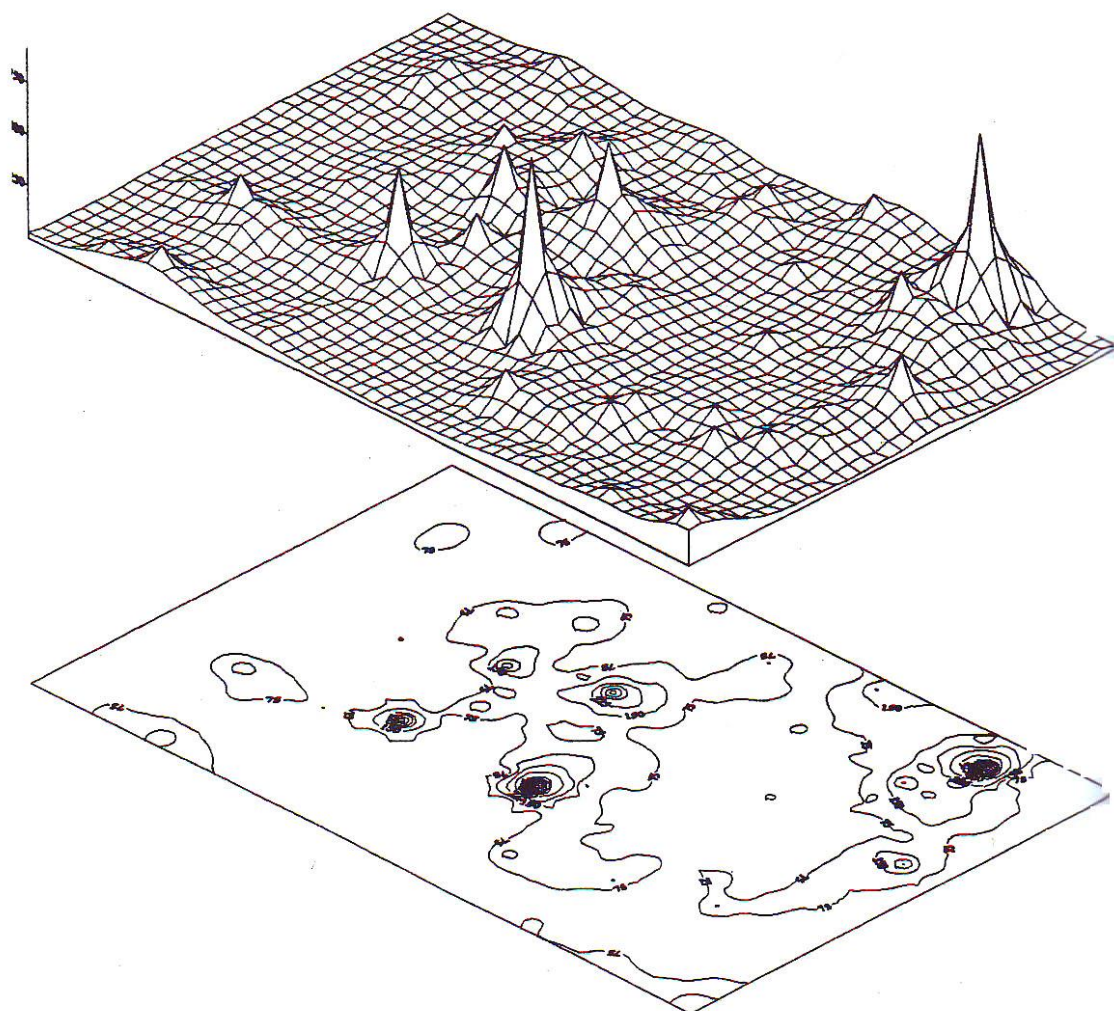
در نقشه انتشار مولیبیدن شاهد تمرکز و غنی شدگی این عنصر در دو بخش میانی و جنوبی محدوده مورد مطالعه می باشیم که در بخش جنوبی دارای راستای شرقی-غربی و در بخش میانی در دو روند تقریباً NE-SW و NW-SE مشاهده می شوند. در این نقشه کمترین غلظت خطوط هم عیار مولیبیدن و فواصل میان آنها، 75 گرم در تن در نظر گرفته شده است.

Molybdenum Content Map (ppm)



Scale : 1 / 5,000

Molybdenum Distribution Map (ppm)



Scale : 1 / 7,500

طال (10-8-9)

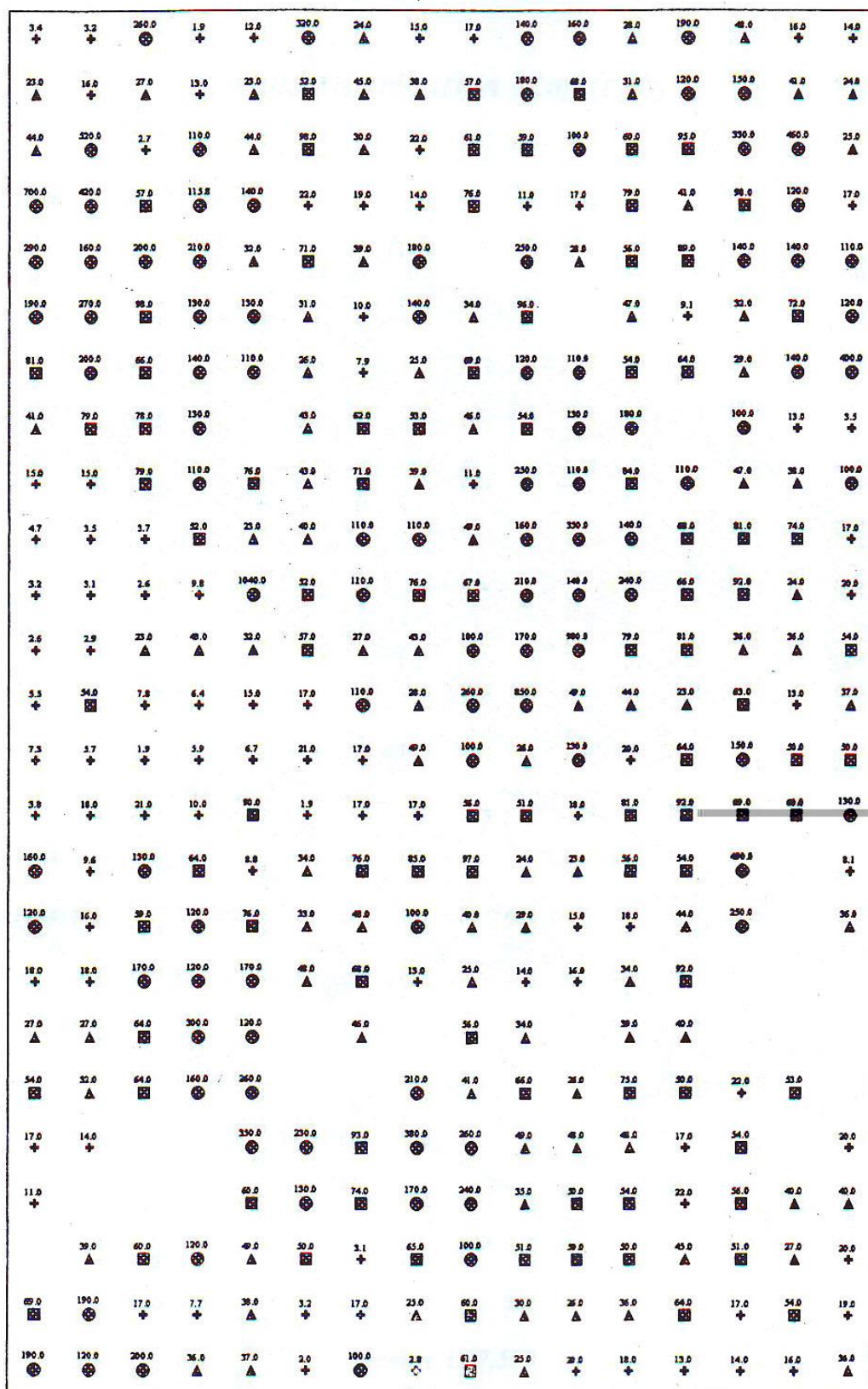
طلا نیز همچون پلاتین بعلت میل ترکیبی کم با دیگر عناصر، جزو عناصر بی اثر محسوب می گردد. این عنصر تمایل سیدروفیلی واضح و تمایل کالکوفیلی ثانوی دارد. غلظت متوسط طلا در پوسته زمین 5 میلی گرم در تن و در سنگهای آذرین حد واسط میانگین غلظت آن در حدود یک میلی گرم گزارش گردیده است.

بررسی مقدار فراوانی طلا در سنگهای با منشأ مختلف، باید با مطالعه رفتار آن حین فرایندهای ژئوشیمیایی توأم گردد و این عنصر عموماً با فرایندهایی چون تفریق ماگمایی مرتبط است. طلا معمولاً در فاز فلزی و در غیاب فلز در فاز سولفیدی تمرکز می یابد. تحرک شیمیایی این عنصر در شرایط معمولی و در محیط های قلیایی تا خنثی خیلی کم، ولی در شرایط اکسیداسیون ممکن است بالا باشد.

در نقشه محتوای طلا، بیشترین مقدار ثبت شده در بخش میانی محدوده مورد مطالعه و در برونزد واحد آلتره سیلیسی - هماتیتی مربوط به نمونه شماره 115 با غلظتی برابر 1040 میلی گرم در تن می باشد. پس از آن نمونه های شماره 264، 238 و 22 قرار می گیرند که غلظت آنها 980، 850 و 700 میلی گرم در تن گزارش است، که دو نمونه اول از محدوده همبري واحدهای سیلیسی - هماتیتی و کائولینیتی- آلونیتی در بخش میانی و نمونه آخري از محدوده برونزد واحد سیلیسی - هماتیتی در بخش شمالی محدوده مورد مطالعه برداشت گردیده اند. در نقشه انتشار طلا در نمونه های لیتوژئوشیمیایی منطقه دوست بیگلو نیز شاهد محدوده های غنی شدگی و تمرکز این عنصر با روند تقریبی NW-SE هستیم که به موازات یکدیگر قرار گرفته اند. این روند تقریباً منطبق بر روند دسته گسلهای F1 می باشد.

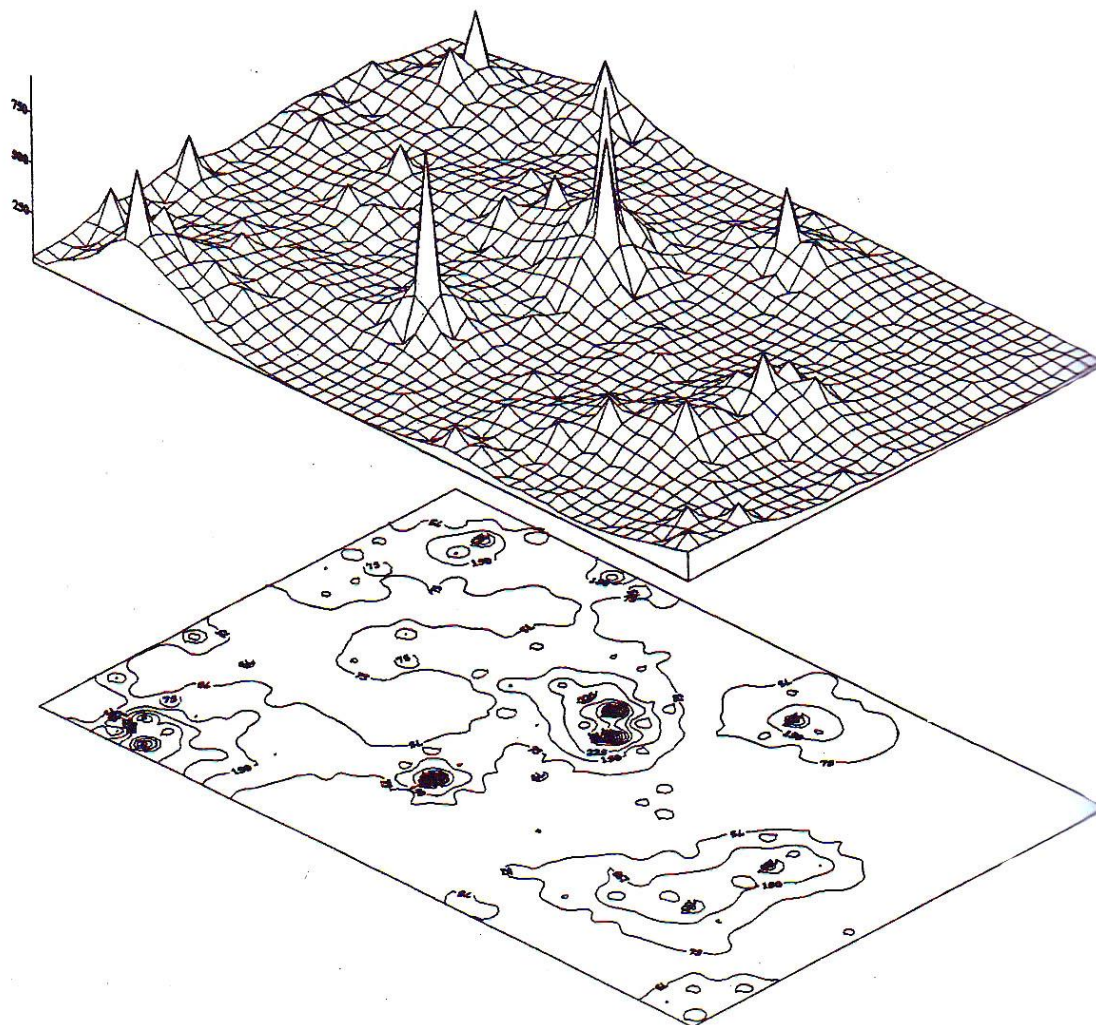
اصلی ترین محدوده تمرکز این عنصر بصورت نواری در بخش میانب قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که بر روی این نقشه نواحی با غلظت بیش از 75 میلی گرم در تن مشخص گشته اند و جهت درک هرچه بهتر از نحوه توزیع و انتشار طلا در محدوده مطالعاتی، کمترین مقدار خطوط هم عیار و فواصل میان آنها نیز برابر همین مقدار در نظر گرفته شده است.

Gold Content Map (ppb)



Scale : 1 / 5,000

Gold Distribution Map (ppb)



Scale : 1 / 7,500

(9-9) بررسی رابطه بین غنی شدگی عناصر و دگرسانی

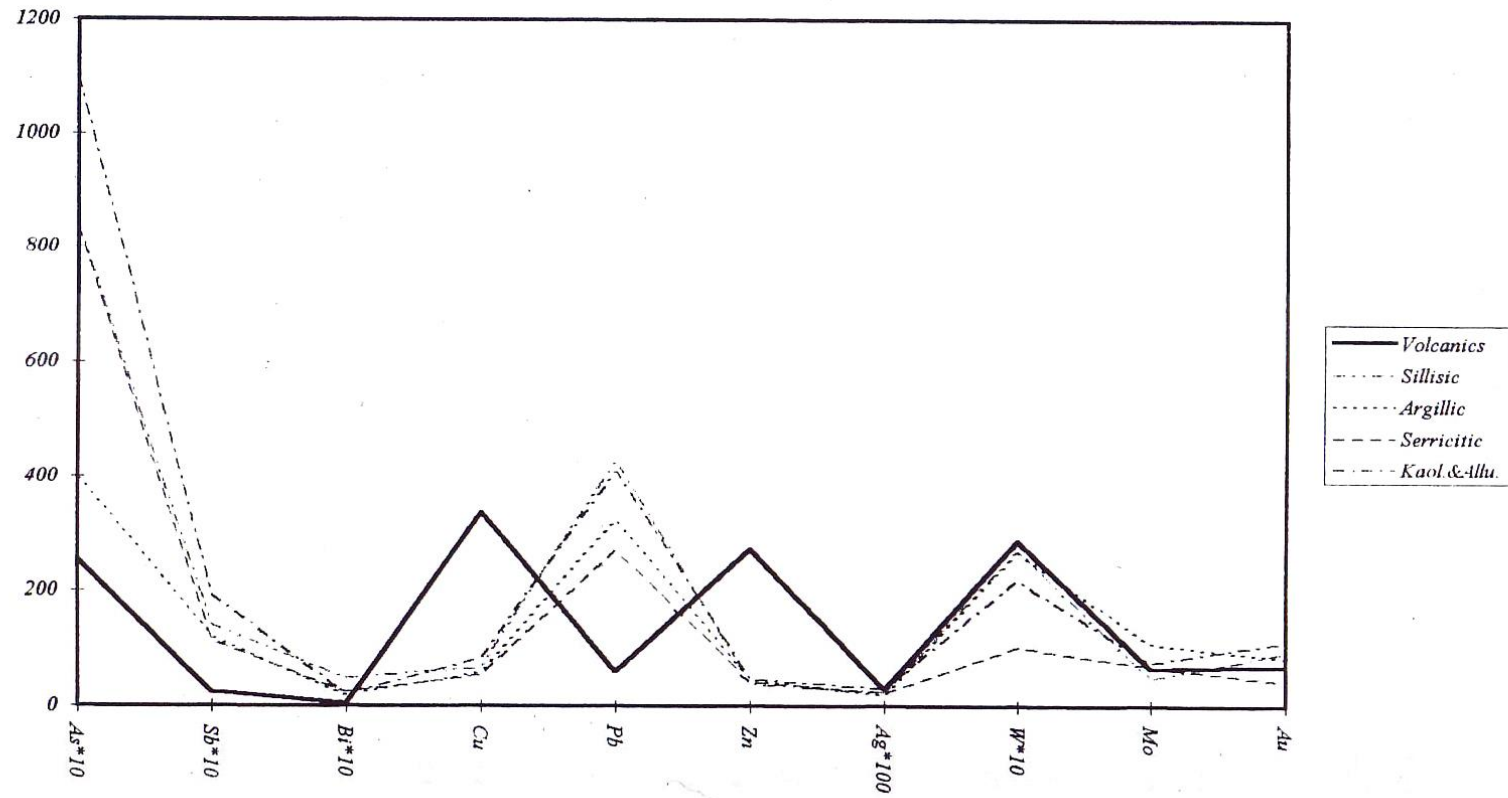
همانگونه که قبلاً ذکر گردید، در محدوده مورد بررسی با استفاده از نتایج پتروگرافی، آنالیزهای دیفرانکتومتری پرتوایکس (X.R.D) و شیمیایی صورت بر روی نمونه های برداشت شده، زونهای آلتراسیون سریسیتی، آرژیلیتی، کائولینیتی،- آلونیتی و سیلیسی تشخیص داده شده اند. نحوه قرارگیری زونهای آلتراسیون محدوده مذکور از مدل دگرسانی کانسارهای طلای تیپ اپی ترمال در سنگهای آتشفشان تبعیت می نماید. بطوریکه زون سیلیسی بصورت پوشش دربالا و در زیر آن زون آلونیتی قرار گرفته است. زون آرژیلیک فاز دگرسانی آلونیتی رادر برگرفته و آلتراسیون سریسیتی در حاشیه آنرا احاطه نموده است. فرآیندهای دگرسانی در محدوده مطالعاتی حاصل تاثیر محلولهای گرمایی (احتمالاً وابسته به توده های نیمه عمیق) بر روی گدازه های غنی از پتاسیم تراکی آندریت - آندزیت در منطقه می باشد.

حال با توجه به نتایج بدست آمده از دیاگرام (1-7) که سنگهای ولکانیکی منطقه را جزو سنگهای آلتره نشده طبقه بندی کرده است می توان از طریق بررسی میزان غنی شدگی و تهی شدگی عناصر از خلال فرآیندهای مختلف آلتراسیون، رابطه غنی شدگی عناصر و فازهای مختلف دگرسانی را تعیین نمود.

در شکل (43-9) میزان غنی شدگی و تهی شدگی عناصر مختلف در فازهای مختلف آلتراسیون در مقایسه با سنگهای ولکانیک که آلتره نشده فرض می شوند، بررسی گردیده است. لازم به ذکر است که نمودار فوق بر اساس داده های منطبق با نمونه های لیتوژئوشیمیایی مربوط به سنگهای ولکانیک (32 نمونه)، واحد آلتره سیلیسی (125 نمونه)، واحد آلتره آرژیلیتی (27 نمونه)، واحد آلتره سریسیتی (63 نمونه) و واحد آلتره کائولینیتی- آلونیتی (31 نمونه) و رسم گردیده است. همچنین همانگونه که ملاحظه می شود در نمودار مذکور از ضرائبی جهت همسان نمودن دامنه توزیع برای برخی از عناصر استفاده شده است.

ملاحظه می گردد که غلظت عناصر Pb, Bi, Sb, As و تا حدودی نیز Mo, Au در خلال فرایند آلتراسیون افزایش یافته است. در صورتیکه دز عناصر W, Ag, Zn, Cu شاهد تهی شدگی در خلال عملکرد فاز های دگرسانی مختلف هستیم که میزان این تهی شدگی در مورد Zn, Cu بسیار چشمگیر است.

Fig.9.43 Elements Enrichment/Depletion Based on Alteration Processes



در مورد As بیشترین میزان غنی شدگی مربوط به آلتراسیون کائولینیتی-آلونیتی می باشد. بطوریکه مقدار میانگین این عنصر در این واحد آلتره شده بیش از چهار برابر میانگین آنها در سنگهای ولکانیکی و در حدود 110 گرم در تن می باشد که این مقدار خود در حدود 50% بیش از میانگین کل آرسنیک در محدوده مورد مطالعه است. پس از آن نیز واحدهای آلتره سیلیسی، سریسیتی و آرژیلیتی به ترتیب بیشترین مقدار غنی شدگی را نشان می دهند. آنتیموان نیز شرایطی تقریباً مشابه آرسنیک دارد و بیشترین میزان غنی شدگی آن در واحد آلتره کائولینیتی-آلونیتی مشاهده می شود. بطوریکه میانگین این عنصر در حدود 2/5 گرم در تن است و بنابراین شاهد غنی شدگی در حدود هشت برابر می باشیم. در مرتبه های بعدی نیز واحدهای آلتره سیلیسی، آرژیلیتی و سریسیتی به ترتیب بیشترین میزان غنی شدگی را نشان می دهند.

در مورد Bi شرایط متفاوتی وجود دارد و بیشترین میزان غنی شدگی آن (بیش از 11 برابر) مربوط به واحد آلتره سیلیسی است، بطوریکه میانگین غلظت بیسموت در این واحد دگرسانی شده به حدود 5 گرم در تن می رسد. سپس به ترتیب واحدهای آلتره سریسیتی، کائولینیتی-آلونیتی و آرژیلیتی قرار می گیرند.

در مورد سرب نیز مجدداً بیشترین میزان غنی شدگی این عنصر مربوط به واحد آلتره شده سیلیسی است، بطوریکه میانگین غلظت عنصر مذکور در این واحد به حدود 430 گرم در تن می رسد که در مقایسه با میانگین آن در سنگهای ولکانیکی، غنی شدگی در حدود 7 برابر نشان می دهد. در رتبه های بعدی نیز به ترتیب واحدهای آلتره کائولینی-آلونیتی، آرژیلیتی و سریسیتی بیشترین میزان غنی شدگی Pb را به خود نسبت داده اند.

مولیبدن نیز در واحدهای آلتره آرژیلیتی، کائولینیتی-آلونیتی و سریسیتی به ترتیب بیشترین میزان غنی شدگی را نسبت به سنگهای ولکانیکی شاهد هستیم، که البته تنها در واحد دگرسان شده آرژیلیتی در حد نسبتاً قابل ملاحظه ای است. همچنین در مقابل شاهد تهی شدگی این عنصر در واحد آلتره سیلیسی نسبت به ولکانیکهای ائوسن هستیم.

بالاخره در مورد طلا نیز شاهد غنی شدگی این عنصر در خلال فرایندهای دگرسانی کائولینیتی-آلونیتی، سیلیسی و آرژیلیتی و نیز تهی شدگی آن در واحد آلتره سریسیتی نسبت به سنگهای ولکانیکی هستیم. بیشترین میزان غنی شدگی طلا مربوط به واحد آلتره کائولینیتی-آلونیتی است بطوریکه میانگین غلظت آن بیش از 110 میلی گرم در تن می رسد و نسبت به میانگین آندر سنگهای ولکانیک افزایش در حدود 60% نشان می دهد.

9-10) تعیین مقادیر زمینه واحد آستانه و بررسی آنومالیهای ژئوشیمیایی

در بررسیهای اکتشافی یکی از موضوعات اساسی، درک مفاهیم زمینه هاله، و آلمانی است که در کشف ذخائر اقتصادی نقش با اهمیتی دارند. این امر ناشی از آن است که تمرکز عناصر در اطراف ذخائری معدنی اغلب به دلیل بالا بودن غلظت این عناصر نسبت به مقداری که اصطلاحاً مقدار زمینه نامیده می شود آشکار می گردد. از این رو اگر مقدار زمینه یک عنصر یا گروهی از عناصر مورد نظر تعیین گردد، در آنصورت امکان وجود یک ذخیره معدنی پنهانی نیز ممکن است آشکار گردد. در بیشتر موارد در اطراف نهشته های کانسارهای یک کاهش تدریجی در غلظت بعضی عناصر دیده می شود. این کاهش تا آنجا ادامه می یابد که تقریباً به یک حد ثابتی که همان مقدار زمینه ای است می رسد.

برای تعیین اینکه کدام عنصر در محیط مورد بررسی، غلظت غیر عادی (آنومالی) نشان می دهد، لازم است حد فوقانی تغییرات مقدار زمینه را که در ژئوشیمی اکتشافی از آن به عنوان حد آستانه ای نام برده می شود، تعیین نمود. مقادیر بالایی حد آستانه ای به عنوان آنومالی تلقی می گردند، و ممکن است بیانگر وجود نهشته های شناخته شده یا ناشناخته باشند.

در تخمین مقدار زمینه و حد آستانه ای، که سرانجام می تواند به تعیین آنومالیهای ممکن محتمل و قطعی یک سری از داده های ژئوشیمیایی ختم می شود، مهمترین مسئله تعیین میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی است. در این پروژه با توجه به تبدیل داده ها بصورت نرمال استاندارد، مقادیر میانگین و انحراف معیار توزیع عناصر به ترتیب برابر صفر و یک می باشند و تقسیم بندی آنومالیا نیز بصورت زیر بوده است.

3 < آنومالی ممکن < 2

4 < آنومالی احتمالی < 3

آنومالی قطعی < 4

لازم به ذکر است مقادیر 1 و 2 به ترتیب برابر مقدار زمینه محلی و حد آستانه ای در نظر گرفته شده اند.

جهت بررسی آنومالیهای ژئوشیمیایی متغیرهای مورد بررسی، اقدام به رسم نقشه های آنومالی آنها بر اساس مقادیر حاصل از تخمین گریجینگ بصورت Contour Map با مقادیر حدی میانگین، مقدار زمینه محلی، حد آستانه ای و نیز با تعیین محدوده های آنومالی ممکن، احتمالی و قطعی گردیده است. در مورد تنگستن نیز به دلیل شکل خاص توزیع آن و وجود مقادیر بالا

بصورت تناوبي ، از روش عكس مجذور فاصله جهت تخمين استفاده شده است. ذيلاً به بررسي آنوماليهاي ژئوشيميايي هريك از عناصر ميپردازيم.

9-10-1) آرسنيك

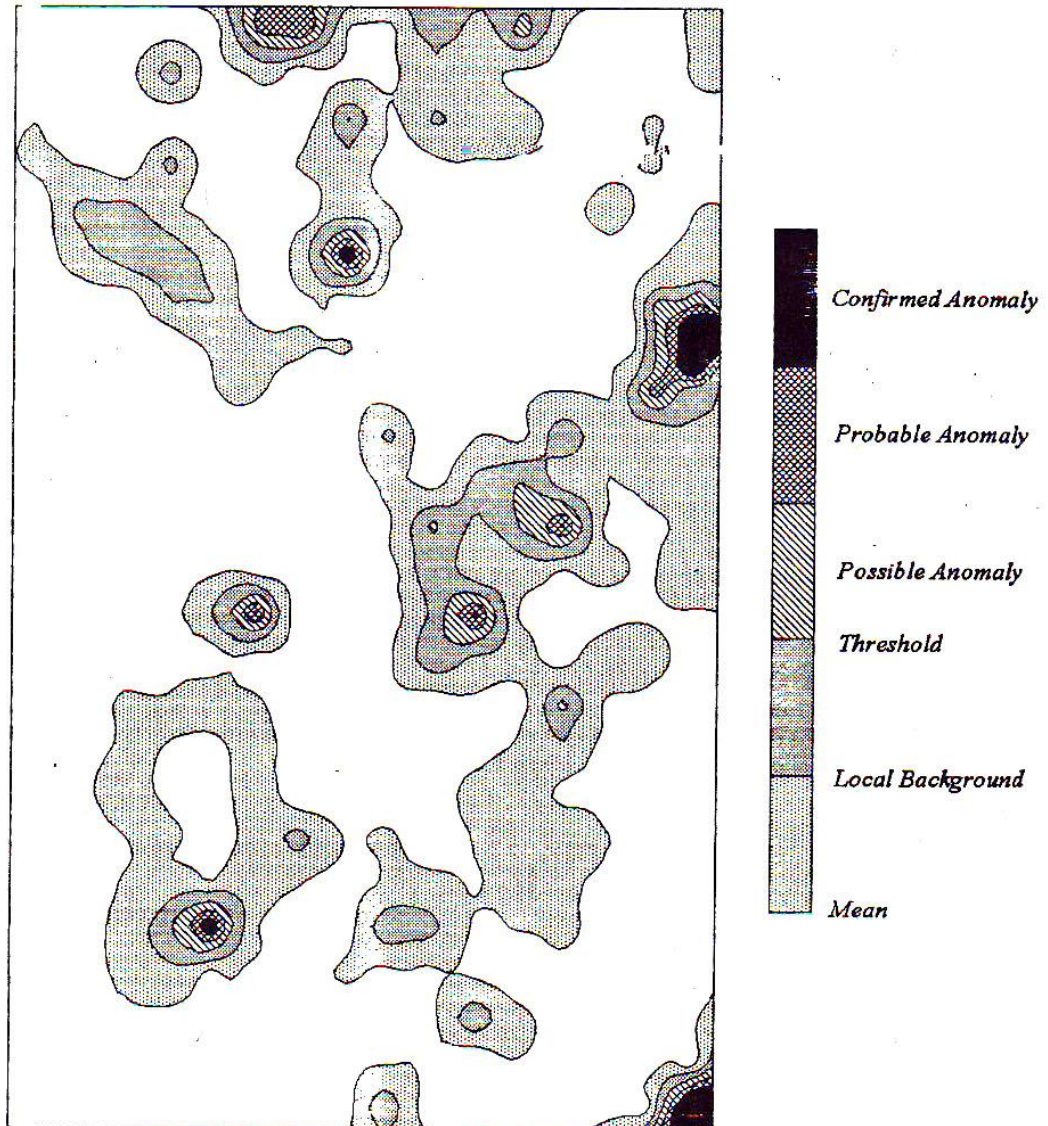
در نقشه هاي آنومالي آرسنيك در منطقه دوست بيگلو شاهد 9 زون آنومالي بصورت پراكنده در كل محدوده مورد مطالعه هستيم كه از اين ميان 7 تاي آنها داراي مقاديري در حد آنومالي قطعي، يكي در حد آنومالي احتمالي و ديگري در حد آنومالي ممكن مي باشند. روند غالب در اين آنوماليها NE-SW است.

در ميان آنوماليهاي موجود در زون از لحاظ شدت و وسعت داراي اهميت بيشترين مي باشد كه يكي از آنها در حاشيه شمال شرقي بخش مياني و در محدوده گسترش واحد آلتره سيليسي-هماتيتي و همبري آنها با سنگهاي تراكي آندزيت ، آندزيتي ائوسن واقع شده است و ديگري در گوشه جنوب شرقي محدوده مطالعاتي و در محلي منطبق بر برونزد واحد آلتره آرژيليتي-سيليسي قرار گرفته است. اين آنوماليها تقريباً منطبق بر زونهاي آ«ومالي ضعيفي از عناصر بيسموت و طلا مي باشند كه در حد آ«ومالي ممكن قرار دارند.

در بخش مياني نيز شاهد انطباق نسبتاً خوب دو محدوده نسبتاً كوچك از آنوماليهاي اين عنصر با آنوماليهاي از عنصر هاي Au, Ag, Pb و تا حدودي Mo هستيم. همچنين در بخش غربي محدوده جنوبي شاهد بسيار خوب محدوده آنومالي آرسنيك و آنتيموان بازون آنومالي طلا در حد آنومالي احتمالي هستيم، در بخش شمالي نيز محدوده هاي آنومالي قطعي عناصر آرسنيك و آنتيموان كاملاً منطبق بر يكدیگر مي باشند.

Anomaly Map of Arsenic (As)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

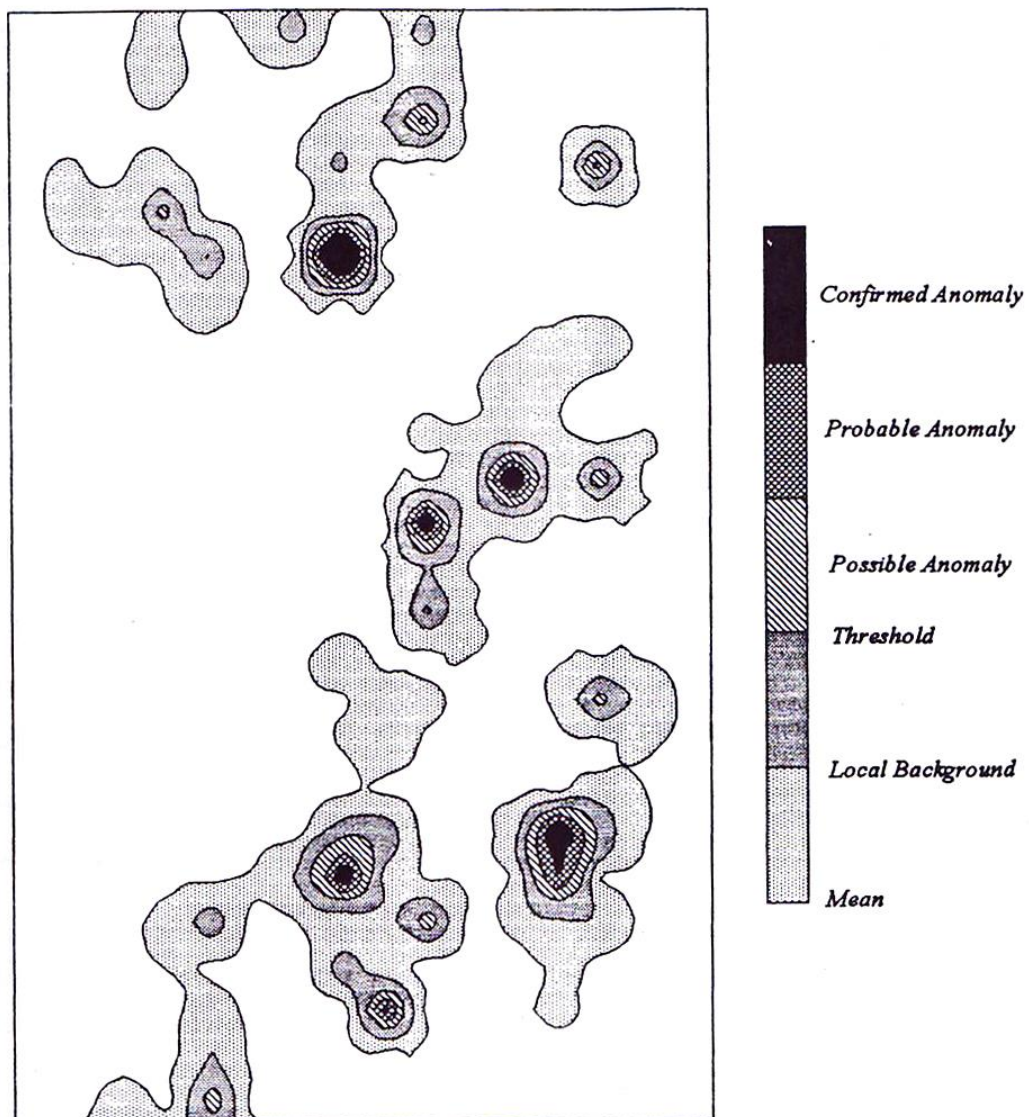


Scale : 1 / 7,500



Anomaly Map of Antimony (Sb)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500



9-10-2) آنتیموان

در نقشه آنومالی Sb شاهد بروز 13 منطقه آنومالی بصورت پراکنده در محدوده مطالعاتی هستیم، که از این میان شش منطقه دارای مقادیری در حد آنومالی قطعی از این عنصر می باشند و دو آنومالی نیز در حد آنومالی احتمالی هستند. از لحاظ وسعت بزرگترین محدوده آنومالی در بخش جنوبی با روند شمالی- جنوبی مشاهد می شود که در محدوده گسترش واحدهای آلتره سیسیتی- سیلیسی و آرژیلیتی- سیلیسی در محدوده آبراهه اصلی منطقه قرار گرفته است. این آنومالی کاملاً منطبق بر زون آنومالی قطعی از نقره در این منطقه می باشد. از لحاظ شدت و وسعت محدوده زون آنومالی قطعی، در بخش شمالی شاهد قرارگیری محدوده ای از آنومالی قطعی آنتیموان هستیم که همانگونه که قبلاً ذکر شده منطبق بر محدوده آنومالی قطعی ارسنیک بوده و در محل برونزد واحد آلتره سیلیسی – هماتیتی قرار گرفته است.

محدوده های آنومالی دیگر این عنصر از وسعت و شدت قابل ملاحظه ای برخوردار نمی باشند و از آن میان می توان به دو آنومالی در بخش میانی که بصورت گسیخته در کنار یکدیگر در محدوده همبري واحد سیلیسی – هماتیتی و نیز واحد کائولینیتی-آلونیتی قرار دارند و نیز سه محدوده مجزا و در کنار هم در بخش جنوبی که تقریباً منطبق بر آنومالیهای از Au , Ag , Cu بوده و در محدوده برونزد واحد آلتره سیلیسی – هماتیتی و کنتاکت آنبا واحدهای آرژیلیتی- سیلیسی و سریسیتی- سیلیسی قرار دارند، اشاره نمود.

9-10-2) بیسموت

در نقشه آنومالی بیسموت ، محدوده های آنومالی متعدد اما منفصل از یکدیگر مشاهده می شوند که تنها در یکی از آنها نمونه هایی در حد آنومالی قطعی مشاهده می شود. این محدوده که از وسعت نسبتاً قابل ملاحظه ای برخوردار بوده و روند تقریبی آن شرقی- غربی است، در بخش شمالی محدوده مورد مطالعه و در گستره واحد آلتره سیلیسی – هماتیتی واقع شده است. این آنومالی به سمت شمال گسترش یافته و به محدوده آنومالی نسبتاً کوچکی در حد آنومالی احتمالی ختم می شود که منطبق بر کنتاکت واحدهای آلتره سیلیسی – هماتیتی و کائولینیتی- آلونیتی است.

اما وسیع ترین محدوده آنومالی Bi در گوشه جنوب شرقی محدوده مطالعاتی و در برونزد واحدهای آلتره سیلیسی و آرژیلیتی – سیلیسی مشاهده میشود که روندی شمالی- جنوبی داشته و تا حدودی منطبق بر آنومالیهای As, Mo در این منطقه می باشد.

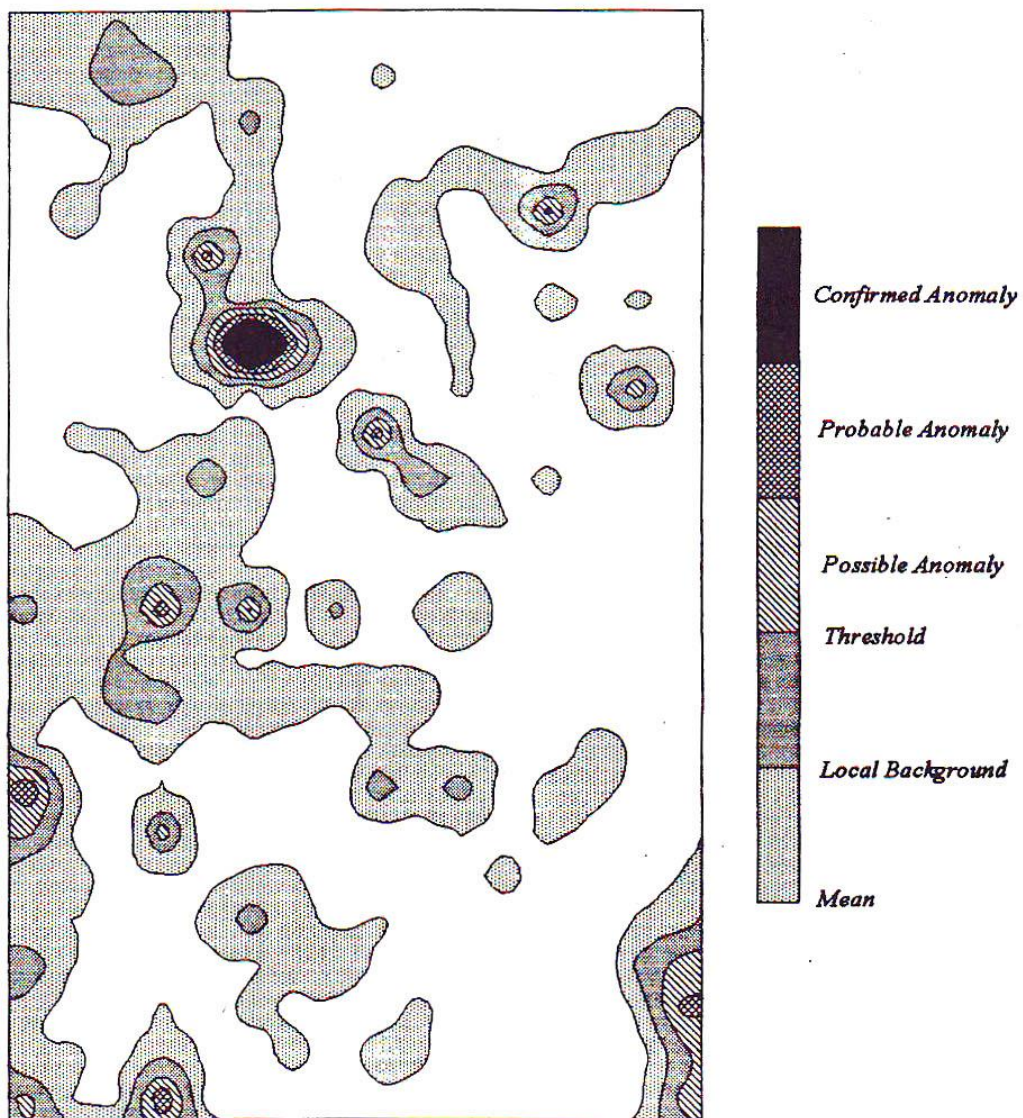
9-10-4) مس

محدوده هاي آنومالي مس شامل دو محدوده آنومالي قطعي ، دو آنومالي احتمالي و سه آنومالي ممکن مي شوند. اصلي ترين زون آنومالي اين عنصر در بخش مياني به روند تقريبي NE-SW قرار گرفته است که منطبق بر محدوده گسترش واحد سيليسي – هماتيتي و کنتاکت آن با واحدهاي کائولینيتي- آلونيتي و نیز سريسيטי – سيليسي مي باشد. اين زون همپوشاني نسبتاً خوبي با آنوماليهاي Ag, Zn و تا حدودي Au در اين منطقه دارد.

چنين محدوده آنومالي قطعي ديگري از مس در بخش جنوبي منطقه مشاهده مي شود که در کنار آن محدوده هاي آنومالي احتمالي اين عنصر نیز قرار گرفته اند. زون آنومالي مذکور در برونزد واحدهاي سيليسي – هماتيتي، آرژيليتي- سيليسي و سيريستي- سيليسي قرار گرفته است و در اين محدوده با آنوماليهاي Ag , Au , As انطباق نسبتاً خوبي دارد. آنوماليهاي پراکنده ديگري نیز مشاهده مي شود که از اهميت کم تري برخوردار بوده و در مورد آنها بحث نمي شود.

Anomaly Map of Bismuth (Bi)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

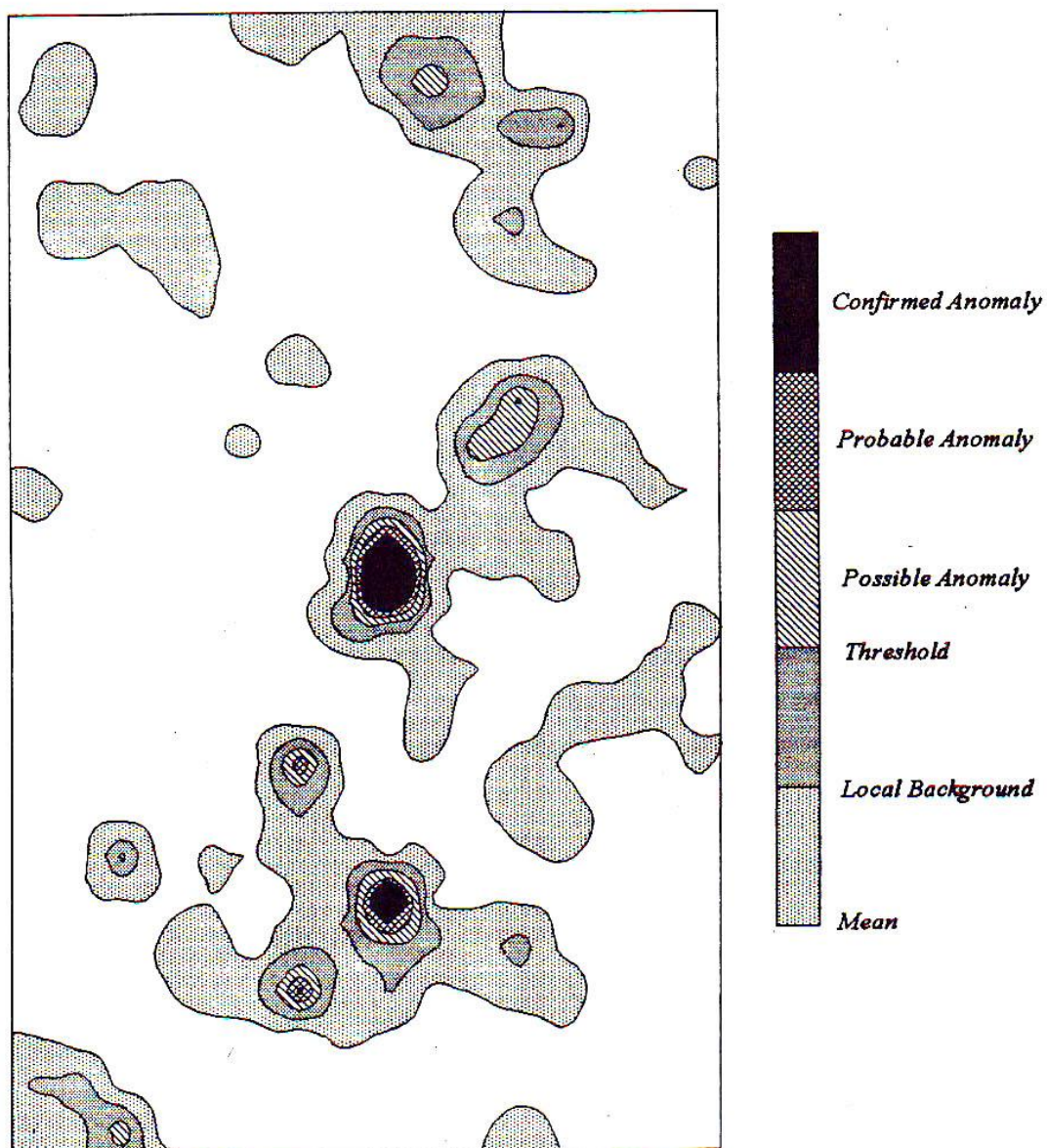


Scale : 1 / 7,500



Anomaly Map of Copper (Cu)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500



سرب (5-10-9)

در نقشه های آنومالی سرب حداکثر مقادیر مشاهده شده در حد آنومالی احتمالی می باشد و آنومالی قطعی از این عنصر به چشم نمی خورد. البته تکه نمونه هایی با مقادیر در حد آنومالی قطعی (بیش از 4) وجود دارند که بدلیل گسترش کم محدوده های آنومالی مربوطه بصورت نقطه ای بروز نموده اند.

روند کلی محدوده های آنومالی از راستای شمالی- جنوبی پیروی می نماید که در کنار آن روندهای شرقی 0 غربی و بعضاً NE-SW نیز مشاهده می شوند. در واقع وسیع ترین مجموعه آنومالی ها در برگیرنده چندین محدوده آنومالی است که بصورت نواری شمالی- جنوبی در بخشهای شمالی و میانی امتداد یافته است. این مجموعه در محدوده گسترش واحدهای آلتره سیلیسی- هماتیتی و کنتاکت آن با واحد کائولینیتی-آلونیتی قرار گرفته است و انطباق خوبی با آنومالیهای Au, Mo و تا حدودی Zn در این منطقه نشان می دهد.

آنومالیهای دیگری نیز در گوشه های جنوب غربی و جنوب شرقی محدوده مطالعاتی مشاهده می شوند که انطباق خوبی با آنومالیهای Bi, Mo, Ag نشان می دهند و در محدوده گسترش سنگهای ولکانیکی و همبري آنها با توده های نیمه عمیق میکروکوارتز مونزونیت پورفیری و نیز واحد آلتره آرژیلیتی- سیلیسی بروز نموده اند.

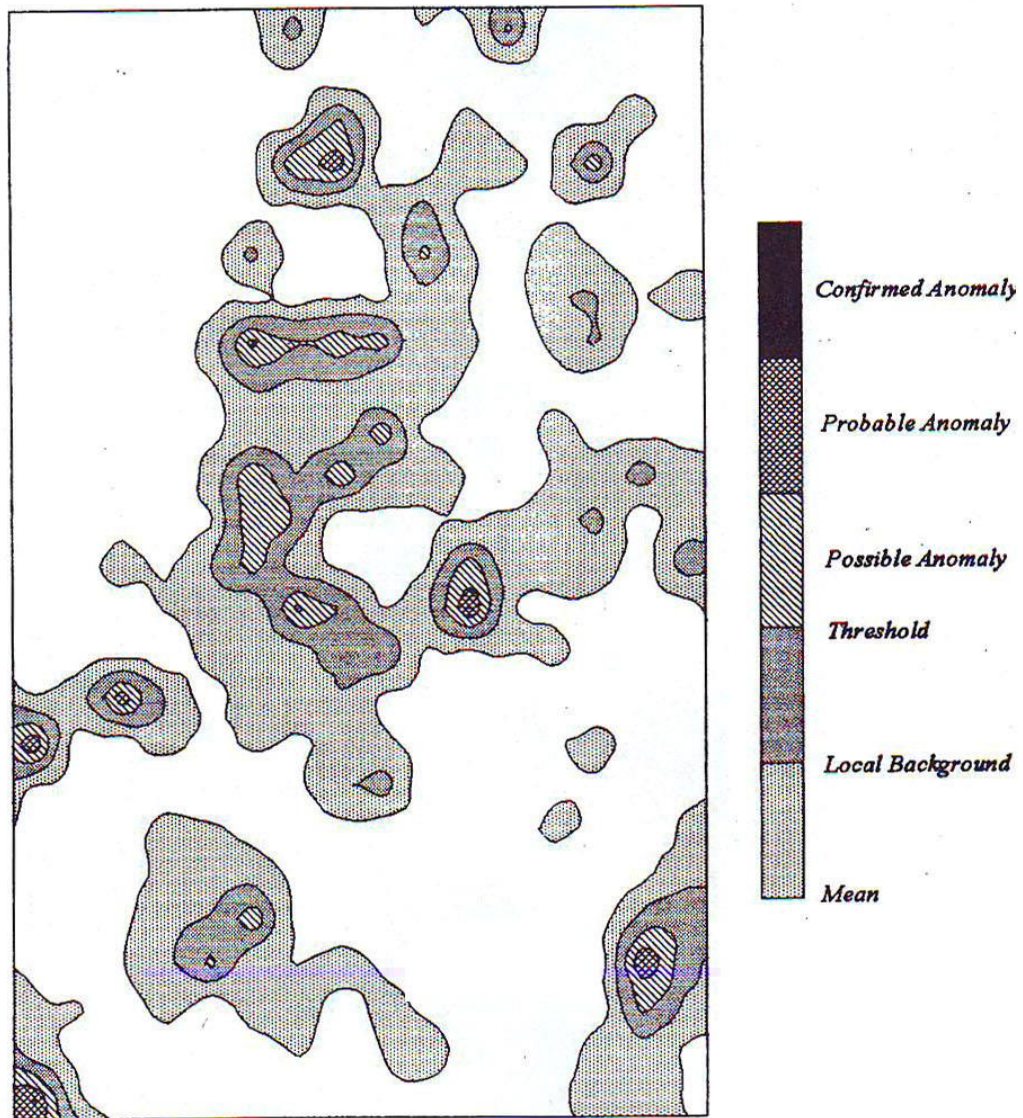
9-10-6) روی

در نقشه آنومالی عنصر روی تنها یک محدوده آنومالی قطعی از این عنصر با ویعتی قابل ملاحظه مشاهده می شود که در بخش شرقی محدوده مورد مطالعه و در برونزد واحدهای آلتره سیلیسی و آرژیلیتی- سیلیسی واقع شده است. این آنومالی که همچنان به سمت شرق گسترش دارد، منطبق بر محدوده آنومالی ممکن Mo می باشد.

بجز این شاهد دو محدوده آنومالی نسبتاً وسیع دیگر از این عنصر هستیم که آنومالی وسیع تر در بخش جنوبی و در محدوده برونزد ولکانیک های اوسن و کنتاکت آنها با واحد آلتره سریسیتی- سیلیسی و آنومالی دیگر در بخش میانی و در محدوده گسترش واحد سیلیسی – هماتیتی و همبري آن با واحد کائولینیتی-آلونیتی مشاهده میشود. آنومالی اخیر انطباق اخیر انطباق قابل ملاحظه ای با آنومالیهای Cu, Au, Ag نشان می دهد.

Anomaly Map of Lead (Pb)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

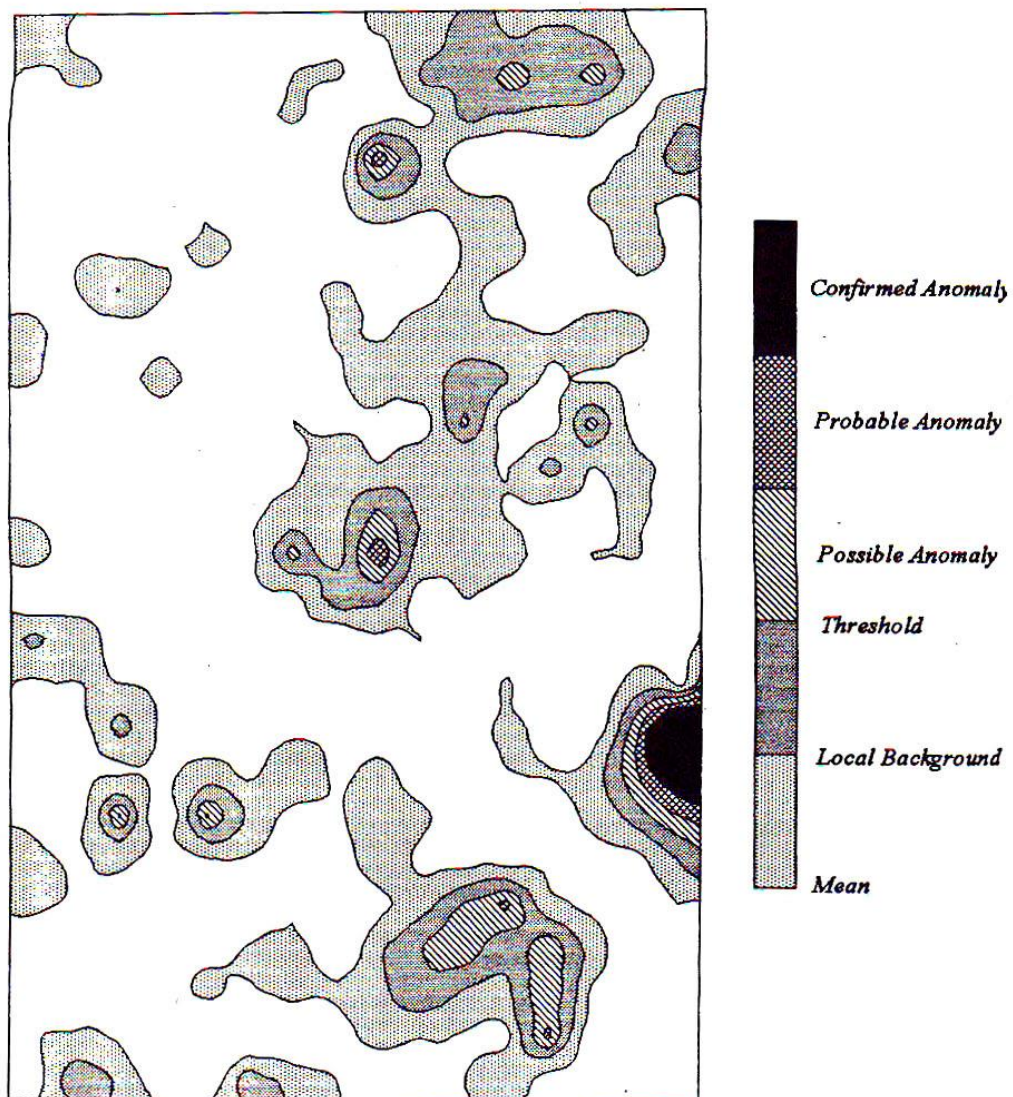


Scale : 1 / 7,500



Anomaly Map of Zinc (Zn)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500



نقره (7-10-9)

نقره داراي محدوده آنومالي قطعي است که در نقشه آنومالي اين عنصر در بخهشاي مياني و جنوبي مشاهده مي شوند. آنومالي بخش مياني که داراي وسعت بيشتري است در محدوده گسترش واحد سيليسي- همتيتي و همبري آن با واحد آلتره کائولینيتي- آلونيتي قرار گرفته و منطبق بر آنوماليهاي قطعي Cu, Sb, Au و تا حدودي Zn, Mo و حتي Pb مي باشد و از اين لحاظ داراي اهميت اکتشافی بالايي مي باشد. آنومالي بخش جنوبي نیز در محدوده همبري واحدهاي سريسيטי- سيليسي و آرژيليتي- سيليسي واقع شده و منطبق بر محدوده آنومالي قطعي آنتيموان در اين منطقه مي باشد.

لازم به ذکر است که در بخش غربي محدوده آنومالي اخير ، مجموعه اي از آنوماليهاي نقره با روند عمومي SE-NW و روند غربي NE-SW مشاهده مي شود که در برونزد سنگهاي ائوسن و همبري آن با واحد هاي سريسيטי- سيليسي و آرژيليتي- سيليسي گسترش يافته اند و منطبق بر زونهاي آنومالي Cu, Sb, Au مي باشند.

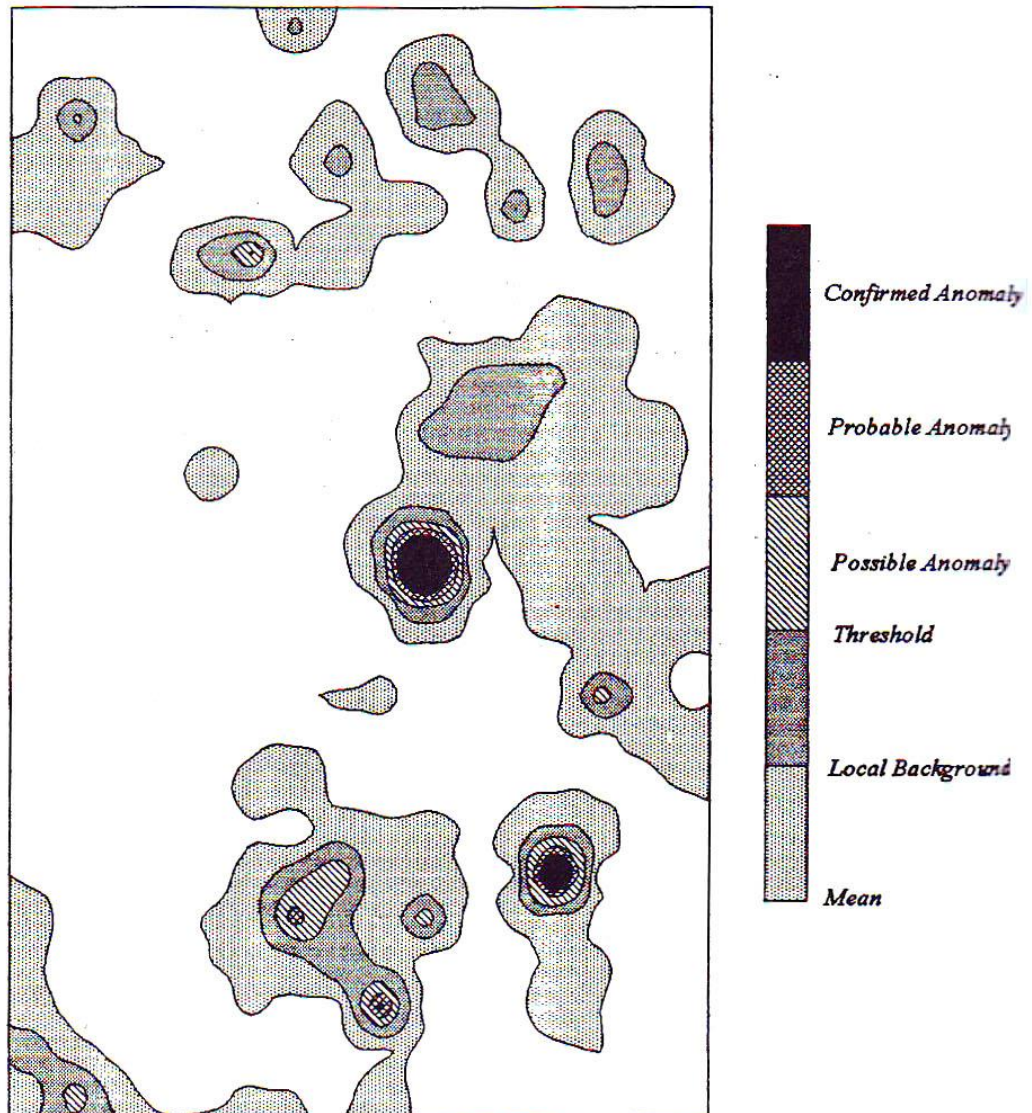
9-10-8) تنگستن

شکل خاص و نحوه توزيع محدوده هاي آنومالي تنگستن که همچون دانه هاي تسبيح در نواري با روندشمالی- جنوبي و باندهاي ديگري به موازات آن مشاهده مي شود بيشتري ناشي از مقادير تناوبي بالاي اين عنصر مي باشد که بنظر مي رسد ناشي از مناسب نبودن روش آناليز براي اندازه گيري مقادير بالاي اين عنصر باشد.

به هر صورت محدوده هاي آنومالي قطعي اين عنصر عمدتاً در گستره واحد سيليسي- همتيتي و بعضاً همبري آن با واحد آلتره آرژيليتي- سريسيטי متمرکز شده اند ولي در بخش شرقي آنومالي قطعي از تنگستن وجود دارد که در برونزد واحد کائولینيتي- آلونيتي گسترش يافته است و در اين محدوده منطبق بر آنومالي ضعيفي از مس در حد آنومالي ممکن مي باشد.

Anomaly Map of Silver (Ag)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

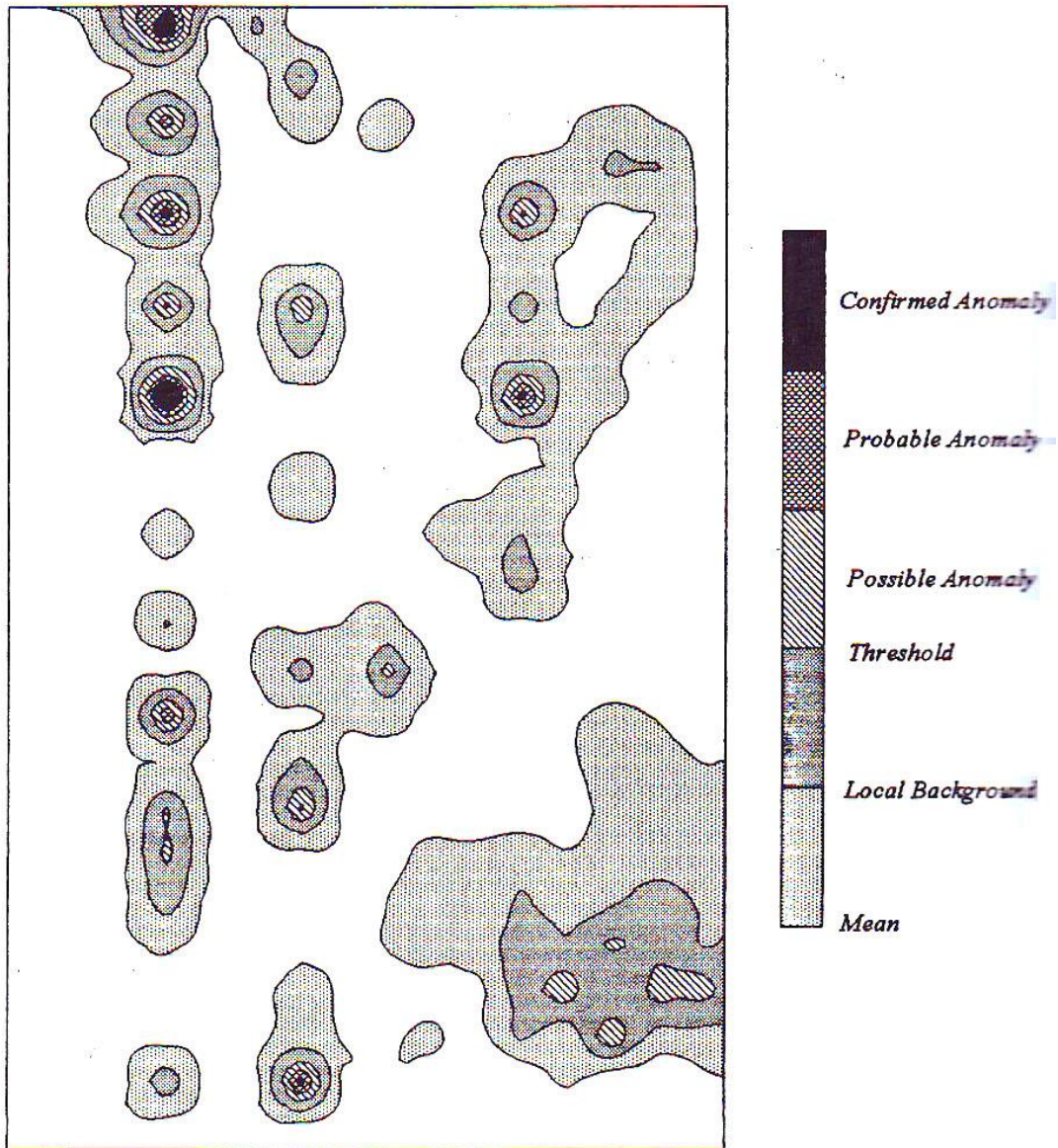


Scale : 1 / 7,500



Anomaly Map of Tungsten (W)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500



9-10-9) مولیبدن

آنومالیهای قطعی مولیبدن بصورت سه محدوده مجزا در يك بخش جنوبي و دو تاي دیگر در بخش میانی مشاهده می شوند. آنومالی بخش جنوبي که نسبتاً وسعت بیشتری دارد در محدوده برونزد واحدهای آرژیلیتی-سیلیسی و سیلیسی واقع شده و تقریباً منطبق بر آنومالیهای از Pb, Bi و نیز محدوده آنومالی ممکن W می باشد.

دو محدوده آنومالی قطعی این عنصر در بخش میانی نیز در برونزد واحد سیلیسی – هماتیتی گسترش یافته اند و آنومالی جنوبي آن روندی تقریباً شرقی- غربی دارد. این آنومالیا با آنومالیهای As, Bi و تا حدودی Pb منطبق گشته اند.

همچنین در محدوده آنومالی احتمالی برای Mo مشاهده می شوند که یکی در بخش میانی و در برونزد واحد سیلیسی – هماتیتی و همبري آن با واحد کائولینیتی- آلونیتی و دیگری در بخش جنوبي و در محدوده برونزد سنگهای ولکانیک با ترکیب تراکی آندزیت و آندزیت گسترش یافته است. محدوده های مذکور از اهمیت اکتشافی کمتری برخوردارند.

البته آنومالی بخش میانی منطبق آنومالیهای Au, As, Sb می باشد که از این لحاظ می تواند گفت که دارای اهمیت بیشتری می شود.

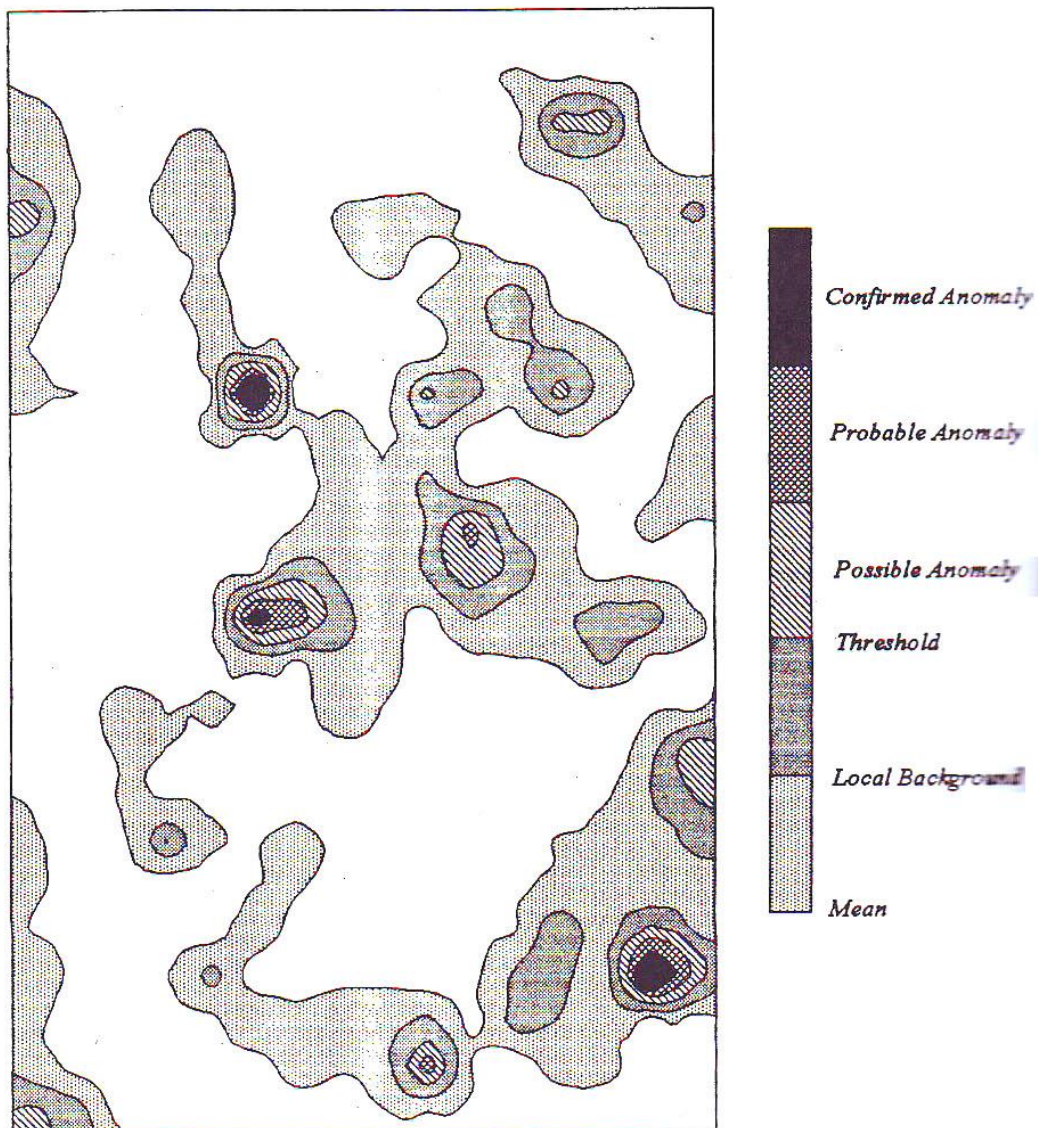
9-10-10) طلا

بالاخره نوبت به نقشه آنومالی طلا می رسد که بر روی آن دو محدوده آنومالی قطعی مشاهده می شوند که هر دو در بخش میانی واقع شده اند. آنومالی شرقی دارای دو مرکز و با روند NE-SW می باشد که در محدوده همبري واحدهای سیلیسی-هماتیتی و کائولینیتی گسترش یافته و منطبق بر آنومالیهای As, Sb, Mo می باشد. آنومالی غربی در برونزد واحد سیلیسی – هماتیتی واقع شده و تنها منطبق بر محدوده های غنی شدگی های از Bi, Ag می باشد.

محدوده های آنومالی احتمالی این عنصر نیز بصورت پراکنده در نقشه مشاهده می شوند که وسیع ترین آنها در گوشه شمالی غربی منطقه مطالعاتی و درگستره واحد سیلیسی – هماتیتی قرار گرفته و منطبق بر آنومالیهای Ag, Mo می باشد و روند آن بصورت NE-SW می باشد. همچنین يك محدوده آنومالی دیگر در بخش جنوبي وجود دارد که خود از دوبرخ مجزا تشکیل شده که روندی NE-SW دارند. این آنومالی در محدوده گسترش ولکانیک های ائوسن و همبري آنها با واحدهای آلتره سریسیتی- سیلیسی و آرژیلیتی- سیلیسی واقع شده و منطبق بر آنومالیهای As, Sb, Cu و تا حدودی نیز Pb, Ag می باشد.

Anomaly Map of Molybdenum (Mo)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

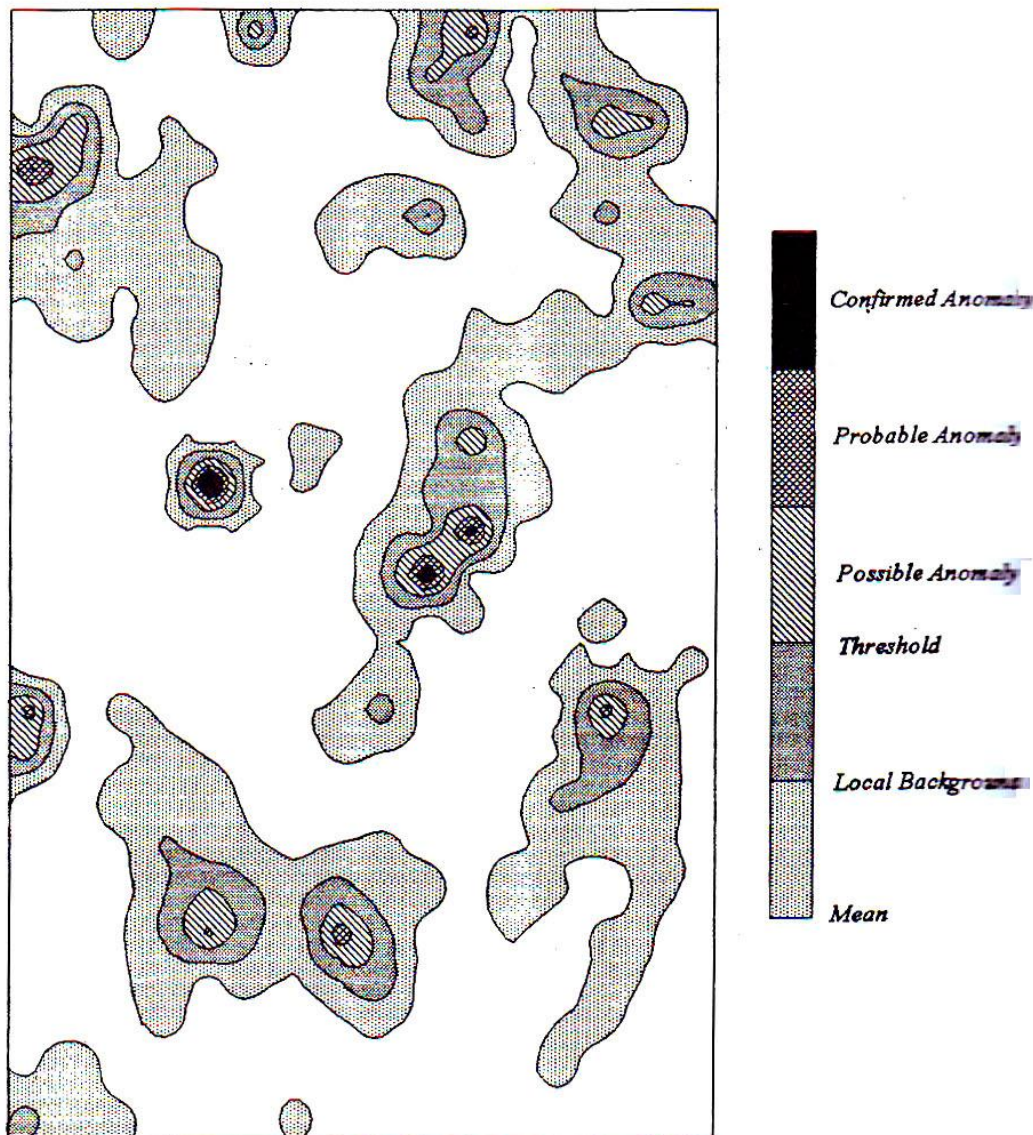


Scale : 1 / 7,500



Anomaly Map of Gold (Au)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500



11-9) کاربرد تجزیه و تحلیل فاکتوری جهت کاهش متغیرها (Data Reduction)

بطور کلی امروزه در عملیات اکتشافی ژئوشیمیایی، یکی از پیچیده ترین مسائل مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و در نهایت انعکاس نحوه تغییرات آنها می باشد. در واقع مسئله اصلی، بیان بستگی بین مقادیر غلظت عناصر به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است. در اینجا سعی شده است تا با استفاده از تجزیه و تحلیل فاکتوری (Factor Analysis) رابطه درونی متغیرهای مورد بررسی قرار گیرد.

شایان ذکر است که تجزیه و تحلیل فاکتوری (FA) مناسب ترین تکنیک جهت کاستی از تعداد متغیرها در اکتشاف ژئوشیمیایی میباشد. در خلال (FA) فاکتورها بصورت ترکیب خطی از گروهی از متغیرها تعریف می شوند که ممکن است عمود بر یکدیگر باشند (نا همبسته) و یا نسبت به یکدیگر مایل باشند (همبسته). در یک عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی فاکتورها ممکن است بیانگر آثار ترکیبی فرایندهای ژئوشیمیایی متعددی چون هوازدگی، توزیع ثانویه، جذب، کانی سازی و 000 باشند. بنابراین (FA) می تواند بنوعی منعکس کننده همراهی های ژئوشیمیایی باشد که در خلال فرایندهای فوق الذکر ایجاد می شوند. تجزیه و تحلیل فاکتوری روشی مبتنی بر همبستگی است (Correlation Oriented) و در آن تعدادی از فاکتورها بگونه ای تعریف می شوند که بتوانند حداکثر همبستگی عمومی بین متغیرها را ارائه دهند. استفاده از این روش در پردازش داده های ژئوشیمیایی هنگامی توصیه می شود که همراهی و ارتباط عناصر، محیط شیمیایی خاصی را مشخص نمایند. تجربه نشان داده است که مشکلات متعدد ناشی از بررسی های همزمان داده های چند عنصری را می توان با استفاده از (FA) ساده نمود و یا حتی از بین رفت.

در جدول شماره (9-9) نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فاکتوری متغیرهای ژئوشیمیایی مورد بررسی در منطقه دوست بیگلو ارائه گردیده است. مشاهده می شود که با استفاده از چهار فاکتور می توان در حدود 60% از کل برآش جامعه را پوشش داد. در این میان فاکتور اول خود به تنهایی حدود 20% از کل واریانس جامعه را در برمیگیرد و در نهایت سهم فاکتور چهارم به کمی بیش از 10% می رسد. قابل ذکر است که به منظور بدست آوردن بیشترین میزان کنتراست بین بارهای فاکتوری بدست آمده که منتج به نتایجی قابل توجیه می شوند، از روش دوران Kaiser's Varimax Orthogonal، که معمولاً بیشترین کاربرد را در مطالعات ژئوشیمیایی دارد، استفاده شده است.

Table 9-9

----- F A C T O R A N A L Y S I S -----

Analysis number 1 Listwise deletion of cases with missing values

Extraction 1 for analysis 1, Principal Components Analysis (PC)

Initial Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
		*				
AG	1.00000	*	1	1.87713	18.8	18.8
AS	1.00000	*	2	1.72905	17.3	36.1
AU	1.00000	*	3	1.12376	11.2	47.3
BI	1.00000	*	4	1.04707	10.5	57.8
CU	1.00000	*	5	.99689	10.0	67.7
MO	1.00000	*	6	.89376	8.9	76.7
PB	1.00000	*	7	.71220	7.1	83.8
SB	1.00000	*	8	.66792	6.7	90.5
W	1.00000	*	9	.51066	5.1	95.6
ZN	1.00000	*	10	.44156	4.4	100.0

PC extracted 4 factors.

Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
AG	.42317	.64196	.06242	-.08746
AS	-.19178	.60708	-.21053	-.15038
AU	.31663	.59032	.15261	.22031
BI	-.50716	.21643	.38345	-.23169
CU	.69214	.03854	.28984	-.24938
MO	.03189	.22419	.45757	.57234
PB	-.52674	.33037	.50682	-.16577
SB	.09398	.59273	-.53587	-.02978
W	-.02231	-.00665	-.08829	.69287
ZN	.73277	-.20202	.24498	-.12800

Final Statistics:

Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
		*				
AG	.60273	*	1	1.87713	18.8	18.8
AS	.47226	*	2	1.72905	17.3	36.1
AU	.52056	*	3	1.12376	11.2	47.3
BI	.50478	*	4	1.04707	10.5	57.8
CU	.62675	*				
MO	.58822	*				

PB	.67094	*
SB	.64820	*
W	.48841	*
ZN	.65416	*

VARIMAX rotation 1 for extraction 1 in analysis 1 - Kaiser Normalization.

VARIMAX converged in 8 iterations.

Rotated Factor Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
AG	.62847	.43105	.05515	.13750
AS	.61756	-.18550	.22157	-.08590
AU	.50354	.29134	.05343	.42341
BI	-.00261	-.14351	.69433	-.04560
CU	.04751	.78410	-.09055	-.03856
MO	-.01900	.08404	.17433	.74189
PB	.04481	-.11412	.80522	.08676
SB	.75942	-.15029	-.20374	-.08598
W	-.03878	-.27535	-.28509	.57429
ZN	-.15895	.74685	-.26665	-.00322

Factor Transformation Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Factor 1	.14528	.81390	-.55607	.08516
Factor 2	.90796	.04526	.34027	.24035
Factor 3	-.38231	.49039	.67794	.39211
Factor 4	-.09129	-.30828	-.33971	.88387

Factor Score Coefficient Matrix:

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
AG	.35625	.25327	.06701	.05638
AS	.38868	-.11486	.09806	-.12472
AU	.26337	.15447	.04297	.33565
BI	-.03585	.02132	.49933	-.05471
CU	-.00305	.50102	.05831	-.07262
MO	-.08538	.05086	.12503	.67540
PB	-.02525	.05023	.58059	.05894
SB	.50343	-.16881	-.22481	-.12547
W	-.03559	-.25237	-.27275	.55214
ZN	-.12156	.45702	-.06751	-.01740

اولین فاکتور در واقع ترکیبی Au, Sb, As, Ag است، که در این میان بیشترین بار فاکتوری به ترتیب متعلق به $Sb(0/86)$ ، $Ag(0/62)$ و بالاخره $Au(0/50)$ می باشد. این فاکتور $18/8$ درصد از کل پراش جامعه را پوشش می دهد. فاکتور دوم ترکیبی خطی از متغیرها است که در واقع بیشتر متاثر از دو عنصر Cu و Zn می باشد بطوریکه بار فاکتور ی عناصر مذکور به ترتیب برابر $0/78$ و $0/75$ می باشد. این فاکتور نیز به تنهایی 317 درصد از پراش جامعه را در بر می گیرد. سومین فاکتور بیشتر تحت تاثیر عناصر Pb و Bi قرار دارد چراکه بار فاکتور ی این عناصر در فاکتور مذکور به ترتیب برابر $0/81$ و $0/69$ می باشد. این فاکتور هم $11/2$ درصد از کل پراش جامعه را پوشش می دهد. بالاخره نوبت به فاکتور چهارم می رسد که بیشتر متاثر از Mo بابر فاکتوری $0/74$ می باشد. در این فاکتور که در برگیرنده $10/5$ درصد از کل پراش است، عناصر W و Au نیز با توجه به بار فاکتوری خود تاثیر کمی دارند. شکل (9-44) نمایشی از فاکتورها در فضای سه فاکتور اول در دوران یافته نمایش داده شده است، که بیانگر نحوه ارتباط و قرار گیری عناصر در کنار یکدیگر در فضای مذکور می باشد. در شکل (9-45) نیز شاهد نمودار امتیازات فاکتوری نمونه های مورد بررسی، در فضای فاکتورهای دوران یافته اول و دوم می باشیم. در این نمودار شماره تعدادی از نمونه ها که امتیازات فاکتوری بالاتری نسبت به بقیه داشته اند، مشخص گردیده است. مشاهده میشود که بیشترین میزان امتیاز فاکتور اول مربوط به نمونه شماره 195 است و بیشترین میزان بار فاکتور دوم نیز به نمونه شماره 51 تعلق دارد. این نمونه ها به ترتیب بیشترین مقادیر گزارش شده برای عناصر Sb و Cu را به خود اختصاص داده و در گستره برونزد واحد آلتره سیلیسی – هماتیتی و ولکانیک های ائوسن برداشت گردیده اند. نمونه شماره 238 نیز که حاوی بیشترین مقدار گزارش شده برای نقره به میزان حدود 6 گرم در تن می باشد و در کنتاکت واحد سیلیسی – هماتیتی با واحد کائولینی- آلونیتی برداشت گردیده، بطور توأما مقادیر بالایی را در امتیازات فاکتوری نشان می دهد که از این لحاظ می تواند مورد توجه قرار گیرد.

Factor Plot in Rotated Factor Space

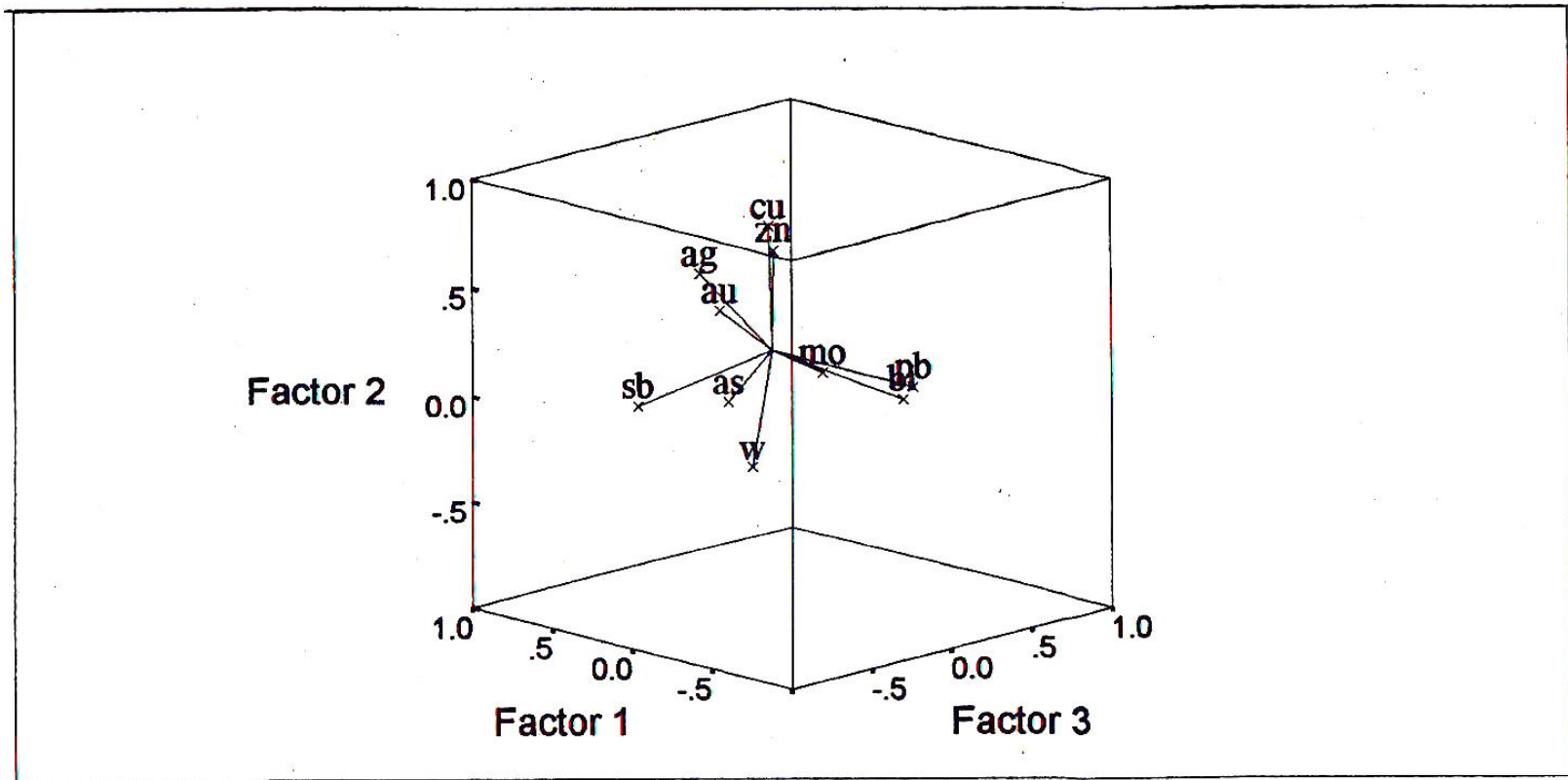


Fig. 9-44

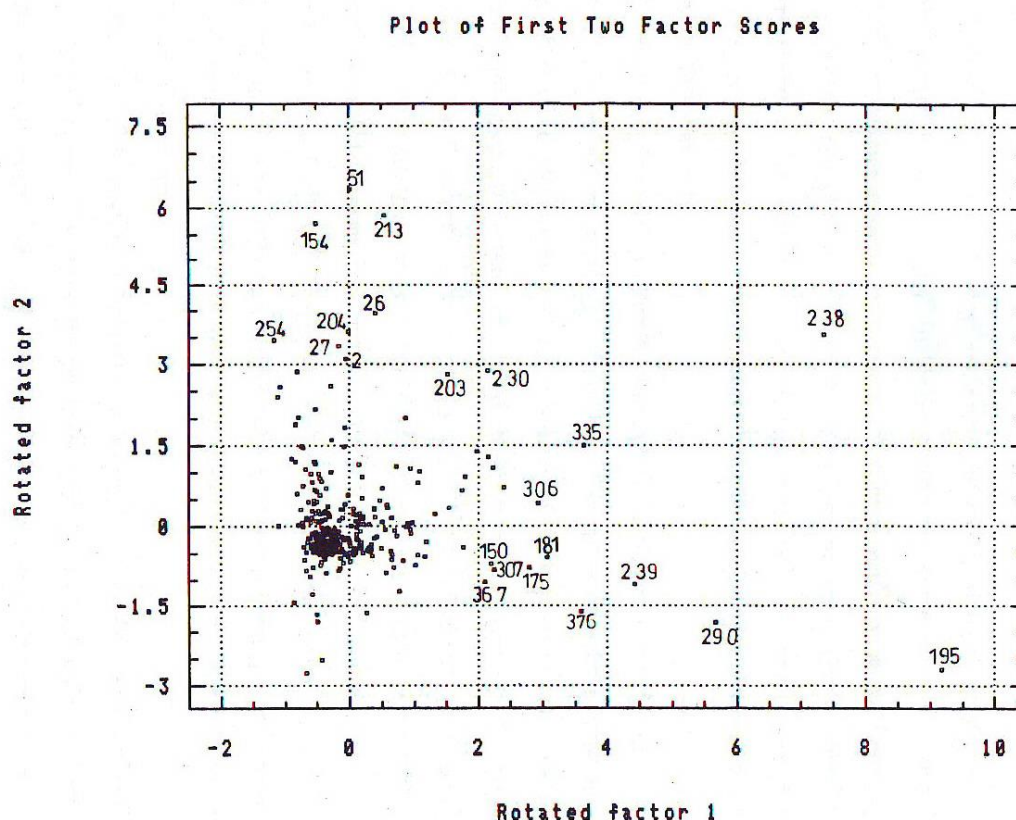


Fig. 9-4-5

جهت بررسی هر چه بهتر محدوده گسترش زونهای ناهنجاری فاکتورهای انتخاب شده، نقشه های انتشار امتیازات فاکتوری نمونه های ژئوشیمیایی برای چهار فاکتور دوران یافته در منطقه دوست بیگلو بر اساس مقدار نرمال استاندارد شده پس از تخمین کریجینگ بصورت منحنی های میزان رسم و ارائه گردیده است. چنین نقشه هایی معرف آنستکه کدام مجموعه از عناصر شیمیایی در سنگهای باترکیب شیمیایی عین می تواند معرف ویژگی نهشته های موجود در محیطی با شرایط رخساره ای، ساختمانی، توپوگرافی و ... خاص باشد. البته توجه خواهیم داشت که تعداد بسیار زیادی از فرایندها می توانند روی یک متغیر (توزیع فراوانی یک عنصر) اثر گذارند و بررسی اثر تعداد زیادی از این فاکتورها روی تعدادی از متغیرها ممکن است خارج از گنجایش این روش تجزیه و تحلیل داده ها باشد.

در نقشه انتشار اولین فاکتور دوران یافته (Fac1) که خطوط هم میزان با فواصل برابر با 0/5 یعنی همان میانگین جامعه نرمال استاندارد شده بعلاوه نصف انحراف معیار آن رسم شده اند. بیشترین میزان تمرکز و غنی شدگی این فاکتور در بخش شمالی و در محدوده برونزد واحد

آلتیره سیلیسی – هماتیتی (مربوط به نمونه شماره 195) مشاهده میشود. پس از آن نیز شاهد زون غنی شده ای با روند NE-SW هستیم که در بخش میانی و در محدوده کنتکت واحد سیلیسی – هماتیتی با واحدهای کائولینیتی- آلونیتی و برشهای تکتونیکی هستیم که از گسترش قابل ملاحظه ای برخوردار است. در گوشه جنوب شرقی و حاشیه شمالی محدوده مطالعاتی نیز در زون غنی شده مشاهده می شوند که به سمت خارج از منطقه مورد مطالعه همچنان گسترش دارند. بنظر می رسد که این فاکتور می تواند بعنوان راهنمای خوبی جهت اکتشاف طلا مورد استفاده قرار گیرد، چراکه که بیشترین میزان تاثیر را از این عنصر و عناصر پاراژنر آن (Ag, Sb, As) گرفته است.

نقشه انتشار فاکتور دوم دوران یافته یا (Fac2) نیز بیانگر وجود دو محدوده غنی شده است که محدوده وسیع تر در بخش جنوبی واقع شده است و روندی تقریباً شرقی- غربی دارد. این محدوده در گستره برونزد ولکانیکهای ائوسن و همبري آنها با واحدهای آلتیره آرژیلیتی- سیلیسی و سربسیتی- سیلیسی واقع شده است. محدوده دیگر نیز در بخش میانی و در همبري واحدهای سیلیسی- هماتیتی و کائولینیتی – آلونیتی واقع شده است. فاصله میان خطوط هم میزان و کمترین مقدار آنها در این نقشه نیز برابر با میانگن بعلاوه نصف انحراف معیار داده اها در نظر گرفته شده است.

1st Rotated Factor Score Distribution Map (Fac 1)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

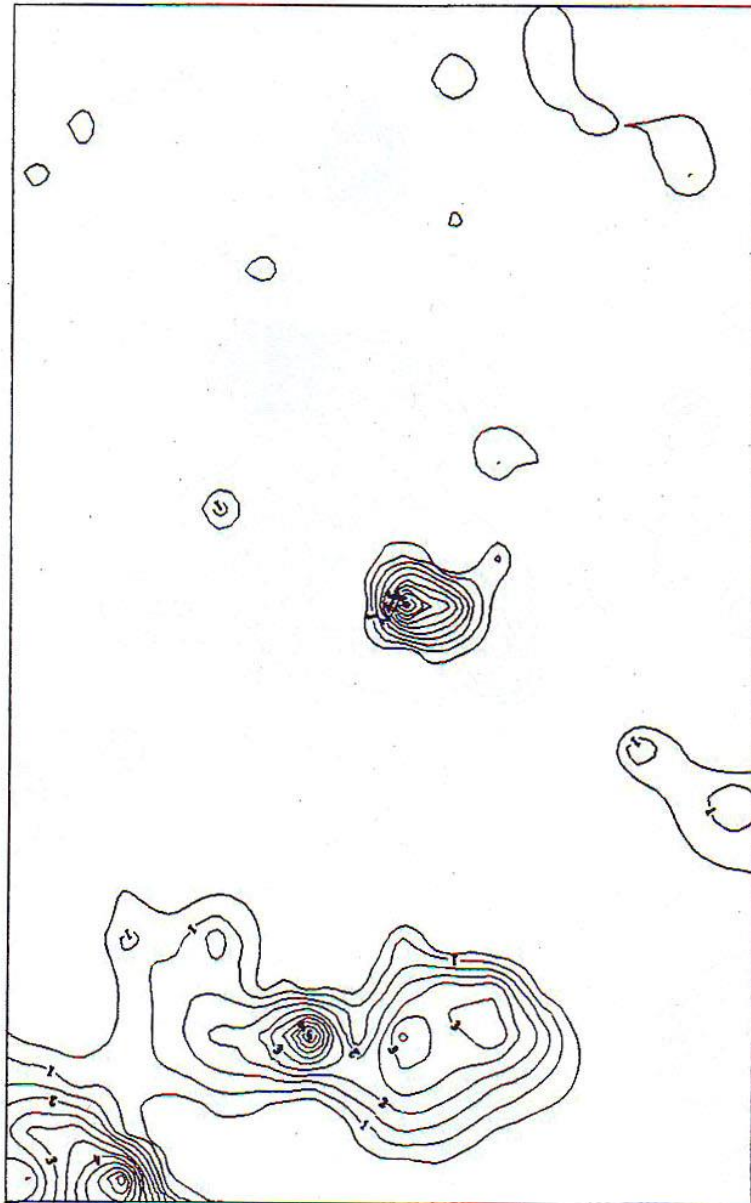


Scale : 1 / 7,500

***Contour Interval Is Equal to Half of Standard Deviation
Based on Standardized Normal Data***

2nd Rotated Factor Score Distribution Map (Fac 2)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr

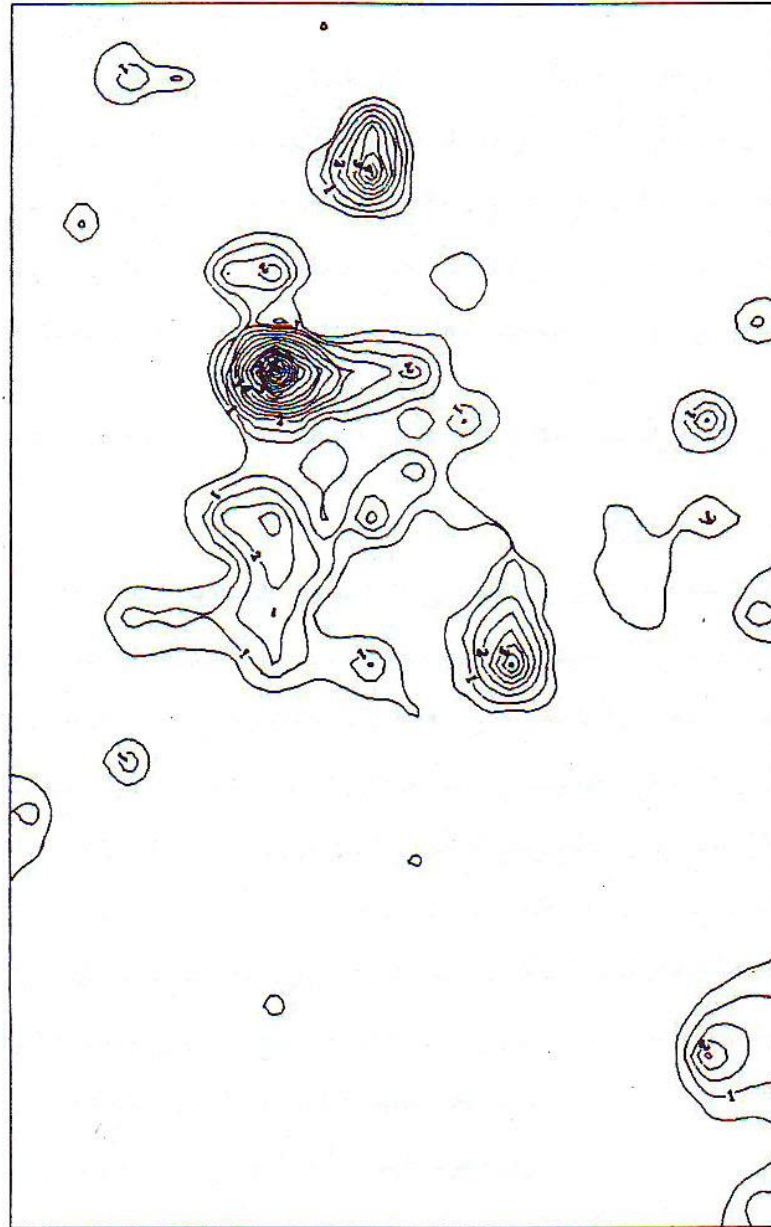


Scale : 1 / 7,500

***Contour Interval Is Equal to Half of Standard Deviation
Based on Standardized Normal Data***

3rd Rotated Factor Score Distribution Map (Fac 3)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500

***Contour Interval Is Equal to Half of Standard Deviation
Based on Standardized Normal Data***

اصلي ترين زون تمرکز در درون نقشه انتشار سومين فاکتور دوران یافته (Fac3) در بخش شمالي محدوده مطالعه مورد مطالعه واقع گردیده است. در اين محدوده که در بروز واحد سيليسي - هماتيتي قرار کنتاکت آن با واحدهاي کائولینيتي-آلونيتي و توده هاي نيمه عميق مونزوديوريت- ديوريت قرار گرفته است. زونهاي غني شده اي با دو امتداد شمالي - جنوبي و شرقي- غربي بصورت مجزا ولي درکنار يکديگر مشاهده مي شوند.

بالاخره در نقشه توزيع فاکتور چهارم يا (Fac4) شاهد بروز مناطق غني شده اصلي در بخش مياني و جنوبي هستيم که منطبق بر گستره واحدهاي آلتره سيليسي - هماتيتي و آرژيليتي- سيليسي مي باشند. البته مناطق غني شده ديگري نيز در بخش شمالي مشاهده مي شوند که در راستاي شمالي- جنوبي به دنبال هم قرار گرفته اند، و در اثر مقادير بالاي تنگستن حاصل شده اند. اين محدوده هاي غني شده به دليل عدم قابليت اتکا بر مقادير بالاي گزارش شده براي اسن عنصر مورد توجه چندان قرار نخواهد گرفت. در اين نقشه نيز کمترين مقدار در نظر گرفته شده براي خطوط هم ميزان و فواصل مياني آنها برابر ميانگين بعلاوه نصف انحراف معيار انتخاب شده است.

9-12) ارزيابي موقعيت سطح فرسايش آنومالي نسبت به سطح کاني سازي احتمالي

تعيين موقعيت سطح فرسايش يك آنومالي ژئوشيميايي نسبت به سطح کاني سازي احتمالي از اهميت خاصي برخوردار است ، زيرا مسئله اساسي در خلال عمليات اکتشافی براي يافتن کاني سازي پنهاني تشخيص امید بخش ترين آنوماليهاي ژئوشيميايي از ميان تعداد زيادي آنومالي است که از طريق هاله هاي ژئوشيميايي بخش فوقاني توده کانسار ارائه مي شوند. در مواردی که يك آنومالي ژئوشيميايي در سطح زمين کشف و ثبت مي شود، مسئله اي که باقي مي ماند تعيين وضعيت و موقعيت آن نسبت به سطح فرسايش کند.

معمولاً از طبقه بندي قائم هاله هاي اوليه براي ارزيابي موقعيت آنوماليهاي ژئوشيميايي نسبت به سطح فرسايش استفاده مي شود. ممکن است ارتفاع سطح فرسايش نسبت به توده کانساري با ارتفاع سطح فرسايش نسبت به ساير توده ها شديداً متفاوت باشد. در نتيجه آنوماليهاي خاص يعني آنوماليهاي متعلق به هر توده کانساري منفرد بايد از آنوماليهاي موجود در منطقه که در نتيجه کاني سازي در کل منطقه حاصل شده اند تشخيص داده شوند. سپس ارتفاع سطح فرسايش هريک از آنوماليهاي خاص بايد ارزيابي شود. چنين روش مرحله اي در تفسير آنوماليهاي

ژئوشیمیایی ضروری است ، زیرا هاله هایی که در زیر توده کانساری و یا در بخش ریشه ای توده های کانساری کاملاً فرسایش یافته تشکیل شوند، اغلب در نواحی اطراف اثر می گذارد.

4th Rotated Factor Score Distribution Map (Fac 4)

Doust Beiglou - Meshkin Shahr



Scale : 1 / 7,500

***Contour Interval Is Equal to Half of Standard Deviation
Based on Standardized Normal Data***

عناصری که در بالای کانسار نهشته می شوند عناصر فوق کانساری و عناصری که در ته کانسار نهشته می شوند به نام عناصر تحت کانساری شهرت دارند. واضح است که نسبت عناصر فوق کانساری به عناصر تحت کانساری در بخش فوقانی کانسار، چند برابر بزرگتر از همین نسبت در ته کانسار است. در این منطقه با توجه به نوع کانی سازی احتمالی بهترین نسبت معرف $Pb, Ag, As, Sb/Cu, Bi, Be, W$ می باشد، اما با توجه به اینکه عنصر Be تجزیه نشده است از نسبت معرف $Pb, Ag, As, Sb/Cu, Bi, Be, W$ استفاده شده است. همچنین با توجه به عدم حساسیت روش آنالیز بکار گرفته شده در ثبت مقادیر بالای تنگستن، نسبت معرف $Pb, Ag, As, Sb/Cu, Bi, Be, Zn$ نیز مورد بررسی قرار گرفته است. به همین جهت با استفاده از محدوده های آنومالی بدست آمده و نیز نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فاکتوری، سه منطقه آنومالی شامل مناطق شمالی، میانی و جنوبی تعیین گردیده اند. جهت ارزیابی موقعیت سطح فرسایش نسبت به کانی سازی احتمالی ضرائب زونالیتی به شرح زیر در مناطق آنومالی محاسبه و تعیین شده اند:

(الف) ابتدا میانگین عیار هر عنصر در محدوده آنومالی را نسبت به مقدار میانگین آن در کل محدوده اکتشاف بدست می آوریم.

(ب) سپس ضریب کانی سازی را از تقسیم تعداد نمونه هایی که عیار آنها بالاتر از میانگین بوده است نسبت به کا نمونه ها، در هر منطقه محاسبه می کنیم.

(ج) در انتها ضریب تولید از حاصل ضرب میانگین در ضریب کانی سازی بدست می آید. در جدول (9-10) ضرائب تولید محاسبه شده در هر یک از مناطق آنومالی ارائه شده و بر اساس آنها اقدام به محاسبه ضرائب زونالیتی برای نسبتهای معرف $Pb, Ag, As, Sb/Cu, Bi, Bi, Zn$ و $Pb, Ag, As, Sb/Cu, Bi, Bi, W$ گردیده است. ملاحظه می گردد که ضریب زونالیتی بدست آمده برای آنومالی ناحیه میانی، بدلیل غنی شدگی عناصر فوق کانساری به عناصر تحت کانساری در این منطقه، بیشتر از ضرائب زونالیتی مناطق دیگر است. بطوریکه برای نسبت معرف $Pb, Ag, As, Sb/Cu, Bi, Bi, Zn$ این اختلاف بیشتر است و در ناحیه شمالی به حدود 4/5 برابر و در ناحیه جنوبی به حدود 19 برابر می رسد. بنابراین با در نظر گرفتن این نکته که روش آنالیز مورد استفاده احتمالاً برای ثبت مقادیر بالای تنگستن مناسب نبوده است و با ملحوظ نمودن نتایج بدست آمده از نسبت معرف اخیر الذکر می توان چنین اظهار نظر نمود که بهترین نقاط برای حفاری گمانه های

اکتشافی جهت رسین به کانسار پنهانی مدفون به ترتیب در مناطق میانی و شمالی محدوده مورد مطالعه واقع شده اند.

همچنین با مقایسه ضرائب تولید عناصر در محدوده مذکور، توالی تشکیل عناصر یا همان منطقه بندی عرضی که انعکاسی از ساختمان هاله در جهت عمود بر امتداد فرضی توده کانسار

است، به شرح زیر مشخص می شود: Pb, Bi, (Mo, As), Ag, Au (Sb, W) , Zn, Cu

این نوع منطقه بندی که معرف نوع کانی سازی است به عوامل زیر بستگی دارد:

الف- غلظت عناصر در توده کانسار و هاله ها

ب- قابلیت تحرك عناصر

ج- مقدار زمینه برای هر عنصر در سنگهای درونگیر

نتایج مذکور کاملاً منطبق بر نتایج بدست آمده از دندروگرام آنالیز خوشه ای و نیز تجزیه و

تحلیل فاکتوری است و حکایت از ارتباط پاراژنتیک بین عناصر Cu-Zn و Au-Ag- As-Sb و

Pb-Bi دارد، بطوریکه در توالی تشکیل و تفرق عناصر در محدوده آنومالی نیز ارتباط مذکور

کاملاً حفظ شده و بچشم می خورد.

Table 9-10 . Zonality Index in Anomalous Area

		As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au	Pb.Ag.As.Sb / Cu.Bi.Bi.W	Pb.Ag.As.Sb / Cu.Bi.Bi.Zn
North Area	C	1.30	1.21	0.76	0.73	0.90	0.89	0.95	0.90	0.63	1.40	1.64	0.80
	K	0.29	0.18	0.30	0.34	0.20	0.39	0.26	0.19	0.34	0.36		
	CP	0.37	0.21	0.23	0.25	0.18	0.34	0.25	0.17	0.21	0.51		
Middle Area	C	1.40	1.43	1.64	0.92	1.86	0.63	1.42	1.23	1.44	1.34	3.33	3.59
	K	0.32	0.16	0.29	0.18	0.33	0.33	0.31	0.18	0.31	0.22		
	CP	0.45	0.23	0.47	0.17	0.62	0.21	0.44	0.23	0.45	0.29		
South Area	C	0.70	0.91	0.52	1.77	0.58	1.77	1.15	0.92	1.23	0.86	0.72	0.19
	K	0.25	0.19	0.33	0.25	0.31	0.37	0.26	0.19	0.33	0.27		
	CP	0.17	0.17	0.17	0.44	0.18	0.66	0.30	0.17	0.40	0.24		

C : Mean

K : Coefficient of Mineralization

CP : Coefficient of Productivity

فصل دهم

بررسی نتایج حاصل از حفريات معدني

10-1) مقدمه

همانگونه که قبلاً ذکر گردیده است، جهت ارزیابی هر چه بهتر آنومالیهای بدست آمده در مراحل مختلف عملیات اکتشافی در محدوده رویتای دوست بیگلو، علاوه بر نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی اقدام به حفر 7 ترانشه و یک چاهک در مناطق پربتانسیل گردیده و از آنها در فواصل و عمق مشخص با روش نمونه برداری کانالی نمونه های برداشت گردیده و جهت تعیین مقدار عناصر $Mo, W, Ag, Zn, Pb, Cu, Bi, Sb, As$ و طلا به آزمایشگاه ارسال گردیده که نتایج آن به ضمیمه گزارش ارائه شده است. نمونه های اخذ شده از ترانشه ها با کد LDT و نمونه های برداشت شده از چاهک با کد LDP مشخص شده اند. در شماره گذاری این نمونه ها اولین شماره از سمت چپ نمایانگر شماره ترانشه یا چاهک و دومین شماره گویای طول نقطه نمونه برداری از ابتدای ترانشه و در مورد چاهک عمیق نمونه برداری بر حسب متر می باشد. مجموع نمونه های برداشت شده از چاهک و ترانشه ها 70 عدد بوده است که با توجه به نتایج ارائه شده از طرف بخش آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین و عدم ارائه نتایج آنالیز شیمیایی برای نمونه شماره 5-13 LDT تعداد 69 نمونه موجود به تفکیک و جداگانه در مورد هر ترانشه مورد بررسی قرار گرفته اند. در مورد نمونه های برداشت شده از چاهک نیز، بدلیل کم بودن تعداد نمونه ها (دو نمونه) تنها اقدام به مقایسه نتایج آنها با نتایج بدست آمده از ترانشه ها و نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی گردیده است.

10-2) بررسی نحوه تغییرات عناصر در حفريات معدني

جهت بررسی نحوه تغییرات عناصر در پروفیل های در امتداد حفريات معدني (ترانشه ها و چاهک) حفر شده در محدوده مورد مطالعه و مقایسه نتایج حاصل از نمونه های برداشت شده از آنها با نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی، میانگین مقادیر متغیرهای ژئوشیمیایی اندازه گیری شده در این نمونه ها به تفکیک برای هر ترانشه و چاهک حفر شده در جدول (10-1) ارائه گردیده است. در ادامه به بحث و بررسی پیرامون نتایج مربوط به هر یک از ترانشه ها و چاهک حفر شده بصورت جداگانه می پردازیم.

از ترانشه شماره يك (Trench No.1) كه در جنوب شرقي محدوده مورد مطالعه و بطول 4 متر حفر شده است، سه نمونه برداشت گردیده كه به ترتیب از شمال غرب به نوب شرق با شماره هاي LDT-1-0 نامگذاري شده اند و هر يك در امتداد ترانشه و بصورت طولي و كانالي برداشت شده اند. در مورد As بیشترین میزان ثبت شده براي این عنصر مربوط به LDT1-2 و به میزان 108 گرم در تن مي باشد در صورتیکه میانگین بدست آمده براي As برابر 86/6 گرم در تن بوده و افزایش 12 درصدی نسبت به میانگین آن در نمونه هاي لیتوژئوشیمیایی نشان مي دهد. در مورد Sb نیز بیشترین مقدار ثبت شده مجدداً مربوط به همان نمونه و به میزان 7/35 گرم در تن است. در صورتیکه میانگین بدست آمده برابر 6/95 گرم در تن بوده و کاهش در حدود 35% رانشان مي دهد. در مورد Mo, W, Pb, Zn, Cu, Bi و طلا نیز شاهد کاهش نسبتاً چشمگیر مقدار میانگین بدست آمده در مقایسه با مقادیر میانگین در نمونه هاي لیتوژئوشیمیایی سطحی هستیم، بطوریکه میزان این کاهش در مورد مس به حدود 5 برابر مي رسد اما مجدداً شاهد افزایش مقدار میانگین Ag به میزان حدود 29 % نسبت به نمونه هاي سطحی هستیم. در اشکال (10-1 و 10-2) شاهد نمودار تغییرات عناصر مورد بررسی در نمونه هاي مربوط به این ترانشه هستیم كه در آنها جهت همسان شدن دامنه تغییرات عناصر مختلف از ضرائبی براي Ag, Bi, Sb استفاده شده است. در این اشکال شاهد تغییرات هماهنگ Sb-Bi و Pb-Mo ، Cu-Zn در نمونه هاي مذکور هستیم.

Table 10-1. Average of Geochemical Variables in Trenches & Pit

	<i>As</i>	<i>Sb</i>	<i>Bi</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Ag</i>	<i>W</i>	<i>Mo</i>	<i>Au</i>
Trench 1	86.60	6.95	0.73	22.00	113.00	42.33	0.38	14.53	45.40	20.00
Trench 2	36.89	4.91	0.72	97.07	87.87	297.33	0.31	10.05	82.00	28.33
Trench 3	289.04	3.60	0.55	193.05	93.74	280.53	0.57	13.94	222.14	106.21
Trench 4	21.64	1.18	4.23	17.54	283.56	23.89	0.07	2.79	42.26	15.78
Trench 5	57.62	15.68	2.30	43.46	86.92	57.23	0.06	1.67	3.43	4.58
Trench 6	44.90	21.85	2.28	63.50	49.50	43.50	0.05	1.43	1.90	1.14
Trench 7	52.51	15.32	1.28	417.50	95.75	61.00	0.73	6.47	25.68	172.50
Pit	58.00	20.10	0.70	75.00	116.50	41.50	0.96	17.50	99.25	277.00

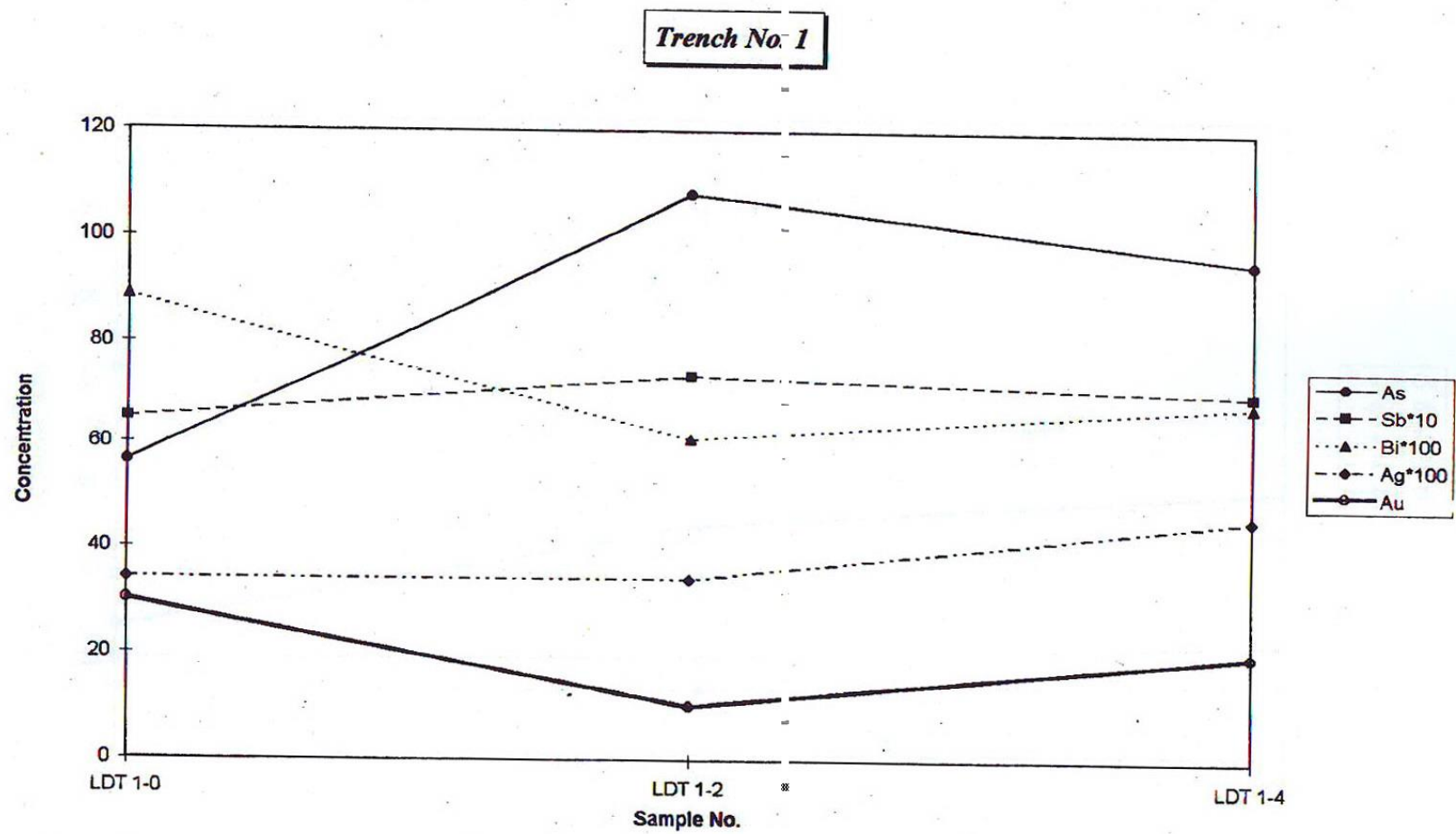


Fig10-1

Trench No. 1

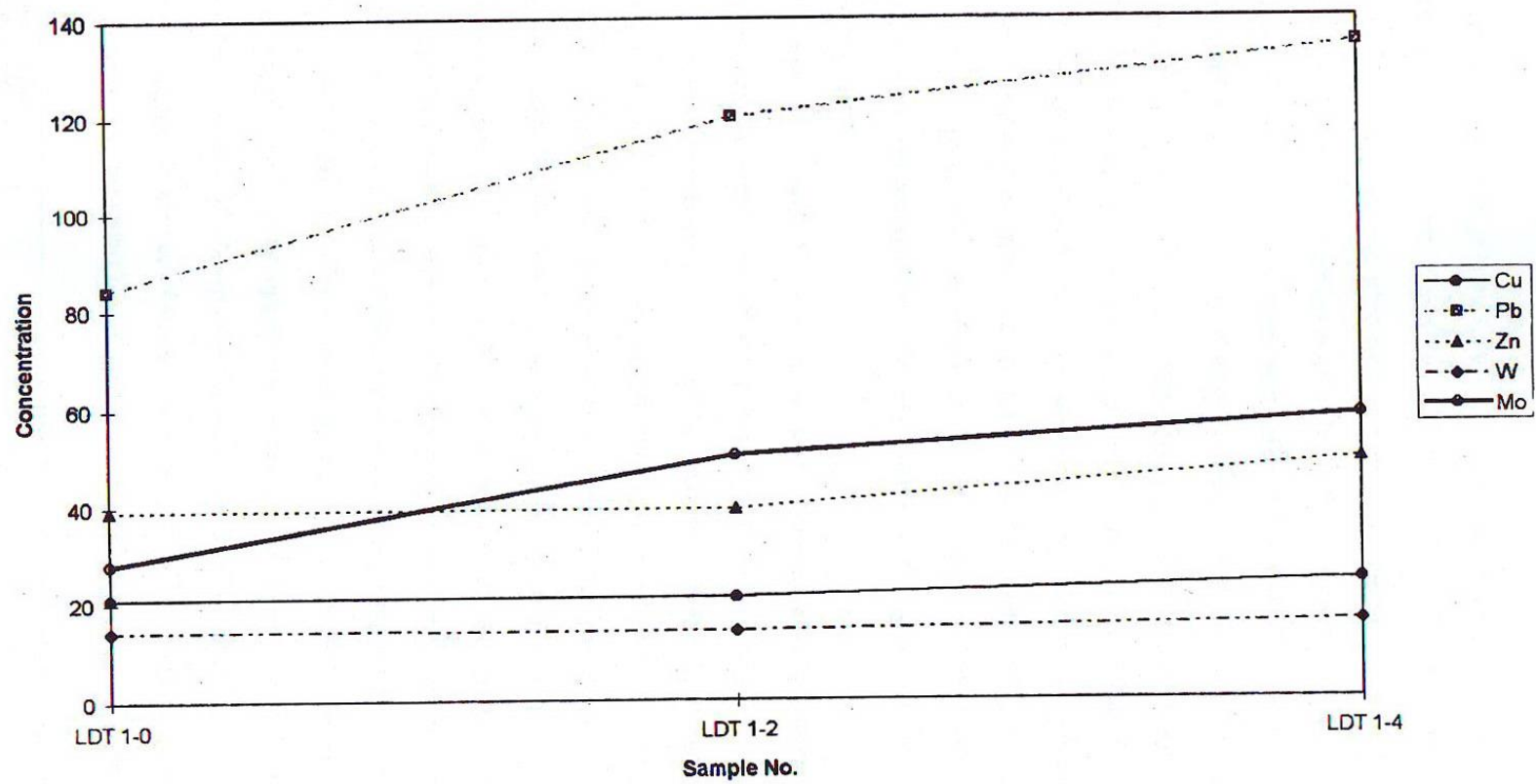


Fig.10-2

ار ترانشه شماره 2 (Tranch No.2) که در محدوده جنوب شرقی منطقه مطالعاتی و بطول 28 متر با راستای SE-NW حفر شده، 15 نمونه با شماره های LDT 2-0 الی LDT 2-28 در فواصل دو متری و به ترتیب از جنوب شرقی به شمال غرب برداشت شده است. در مورد این ترانشه شاهد افزایش مقدار میانگین Zn, Ag, Mo نسبت به نمونه های سطحی هستیم که میزان این افزایش در مورد روی به بیش از چهار برابر می رسد. حداکثر مقادیر ثبت شده برای این عنصر در ترانشه مذکور برابر 540 و 520 گرم در تن و به ترتیب مربوط به نمونه های شماره LDT 2-2 و LDT 2-18 می باشد که مقادیر قابل توجهی در مقایسه با نتایج مربوط به نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی می باشند. در مقابل شاهد کاهش مقادیر میانگین عناصر Au, W, Pb, Cu, Bi, Sb, As نسبت به نمونه های سطحی هستیم، که بیشترین میزان کاهش مربوط به آنتیمون و بیش از 4 برابر است. در اشکال (10-3 و 10-4) نیز نمودار تغییرات عناصر مورد بررسی برای نمونه های مربوط به این ترانشه ارائه گردیده، که در آنها برای عناصر W, Ag, Bi, Sb از ضرائبی جهت همسان کردن محدوده تغییرات عناصر استفاده شده است. در شکل 10-3 شاهد تغییرات نسبتاً هماهنگ Sb, As, Bi و تا حدودی Au هستیم، و نکته مهم قابل توجه در شکل 10-4 غنی شدگی چشمگیر Zn نسبت به بقیه عناصر در نمونه های این ترانشه است. هماهنگی تغییرات Cu- Zn در نمونه های مذکور نیز نسبتاً چشمگیر است.

ترانشه شماره 3 (Tranch No.3) نیز در جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه و به طول 35 متر حفر شده است، که از آن 19 نمونه در فواصل دو متری برداشت گردیده که به ترتیب از جنوب شرق به شمال غرب با شماره های LDT 3-0 الی LDT 3-35 مشخص شده اند. در این ترانشه شاهد افزایش بسیار چشمگیر میانگین As, Zn, Mo و تا حدودی نیز Au, Ag, Cu هستیم، بطوریکه مقادیر بسیار قابل توجه 1350 گرم در تن As، 1790 گرم در تن Zn، 3 گرم در تن Ag و 680 گرم در تن Mo به ترتیب در نمونه های شماره LTD3-34 و LDT3-32 و LDT 3-24 ثبت گردیده اند. در مقابل شاهد کاهش مقادیر میانگین بدست آمده برای عناصر W, Pb, Bi, Sb در نمونه های این ترانشه در مقایسه با نمونه های ژئوشیمیایی سطحی می باشیم. در اشکال (10-5 و 10-6) نیز شاهد نمودار تغییرات عناصر مورد بررسی در نمونه های مربوط به این ترانشه هستیم که در آنها جهت همسان شدن دامنه تغییرات عناصر مختلف از ضرائبی برای W, Ag, Bi, Sb استفاده شده است. در شکل (10-5) علاوه بر غنی شدگی قابل ملاحظه As در نمونه ها شاهد تغییرات هماهنگ آن با Au و Ag و تا حدودی Sb نیز هستیم. در نمودار شکل (10-6) نیز تغییرات نسبتاً همگون Cu-Zn و تا حدودی Mo نیز

قابل توجه است، بطوریکه بیشترین مقدار ثبت شده برای عناصر Zn, Cu منطبق بر یکدیگر می باشد (نمونه شماره LDT 3-32) بطور کلی می توان چنین گفت که نتایج بدست آمده در جهت شمالغرب و انتهای ترانشه ، روند رو به افزایش را نشان می دهند.

Trench No. 2

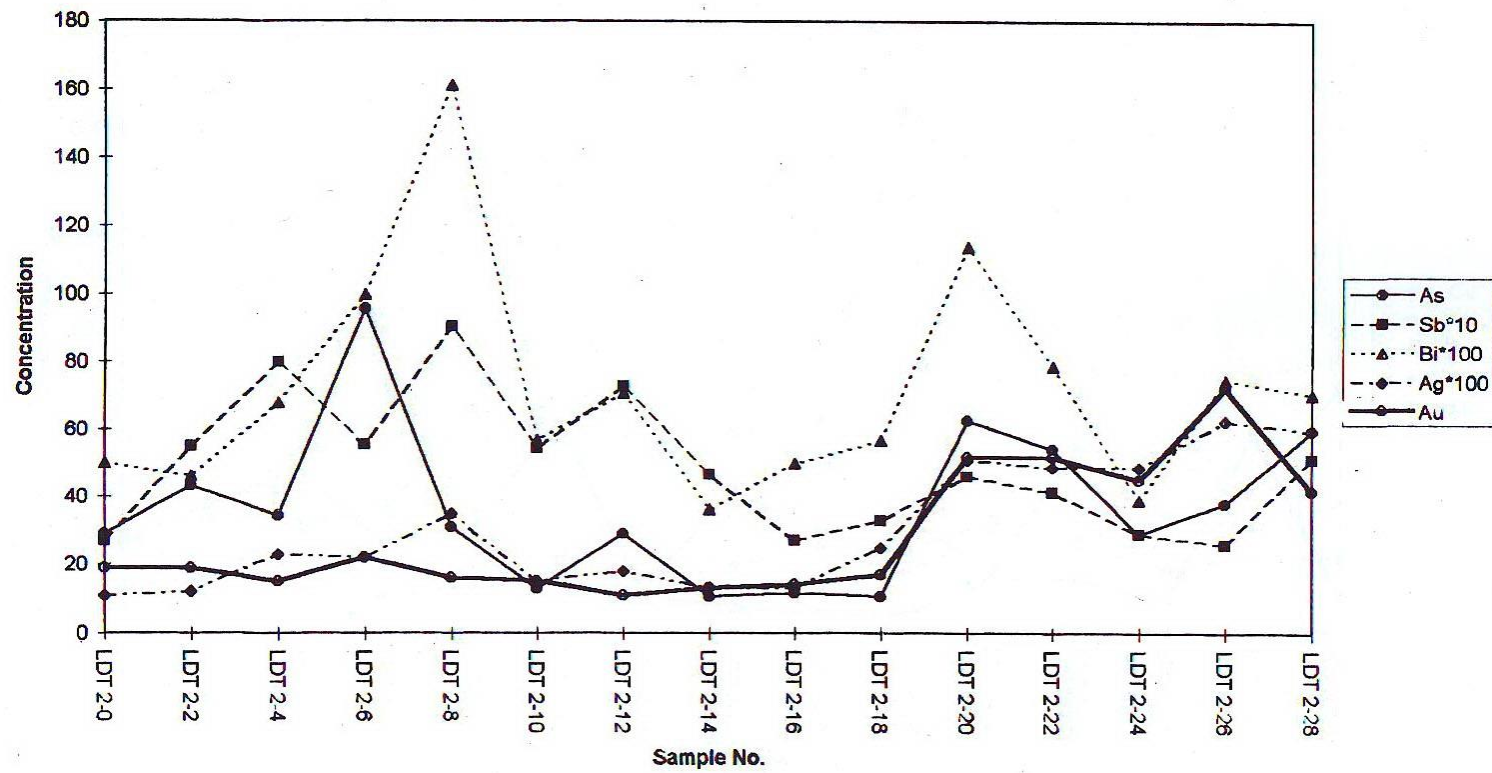


Fig. 10-3

Trench No. 2

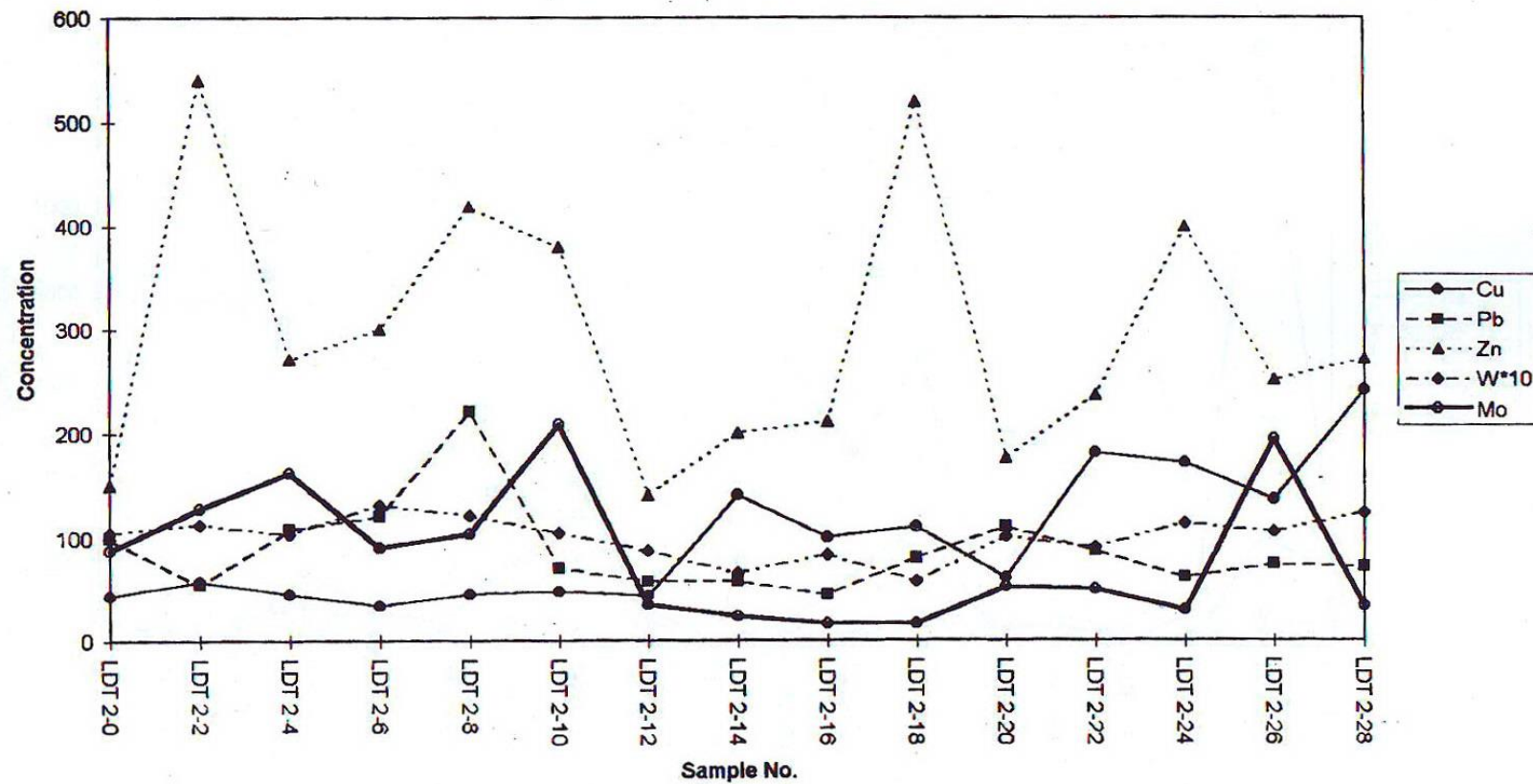


Fig. 10-4

Trench No. 3

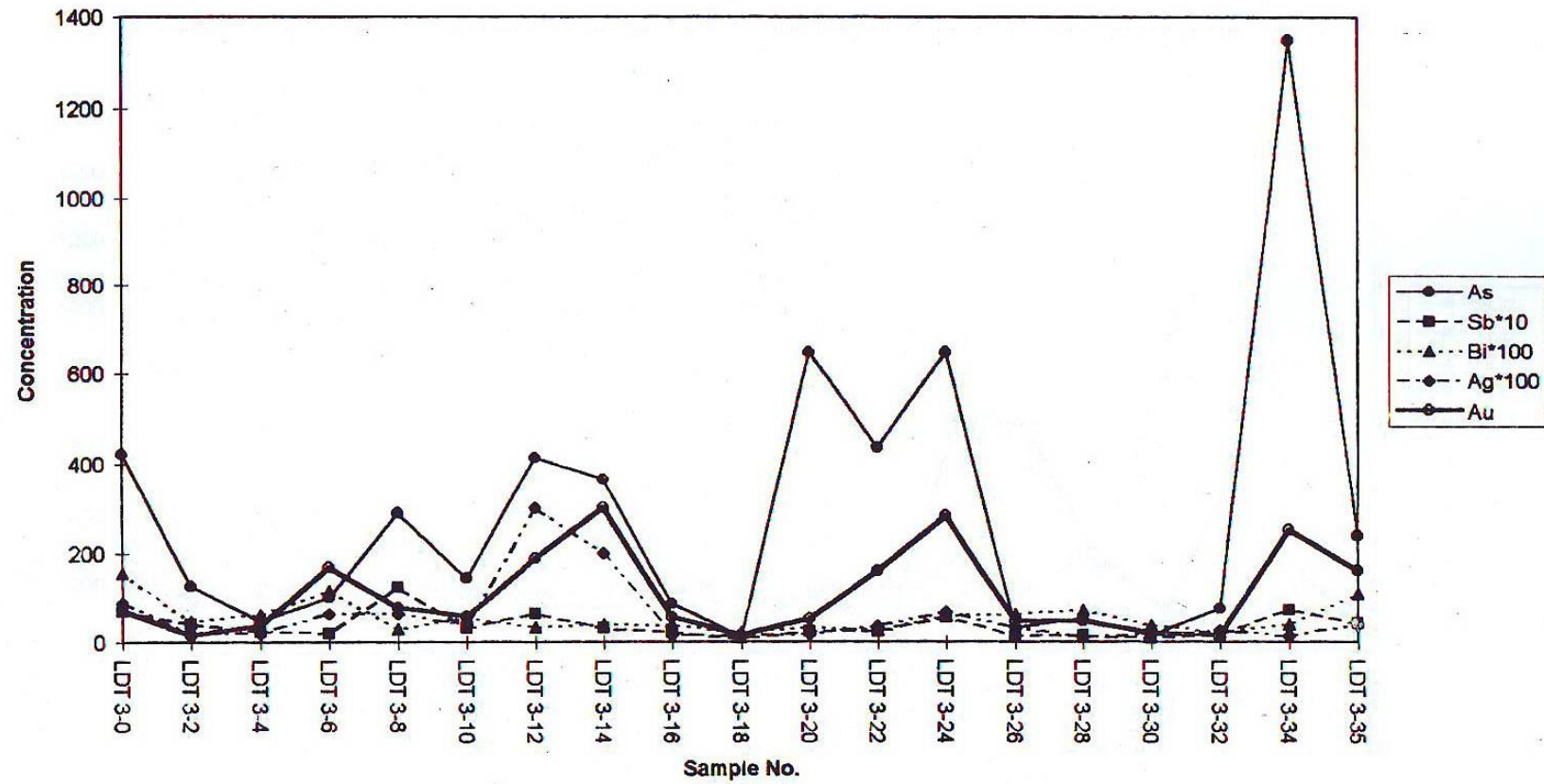


Fig.10-5

Trench No. 3

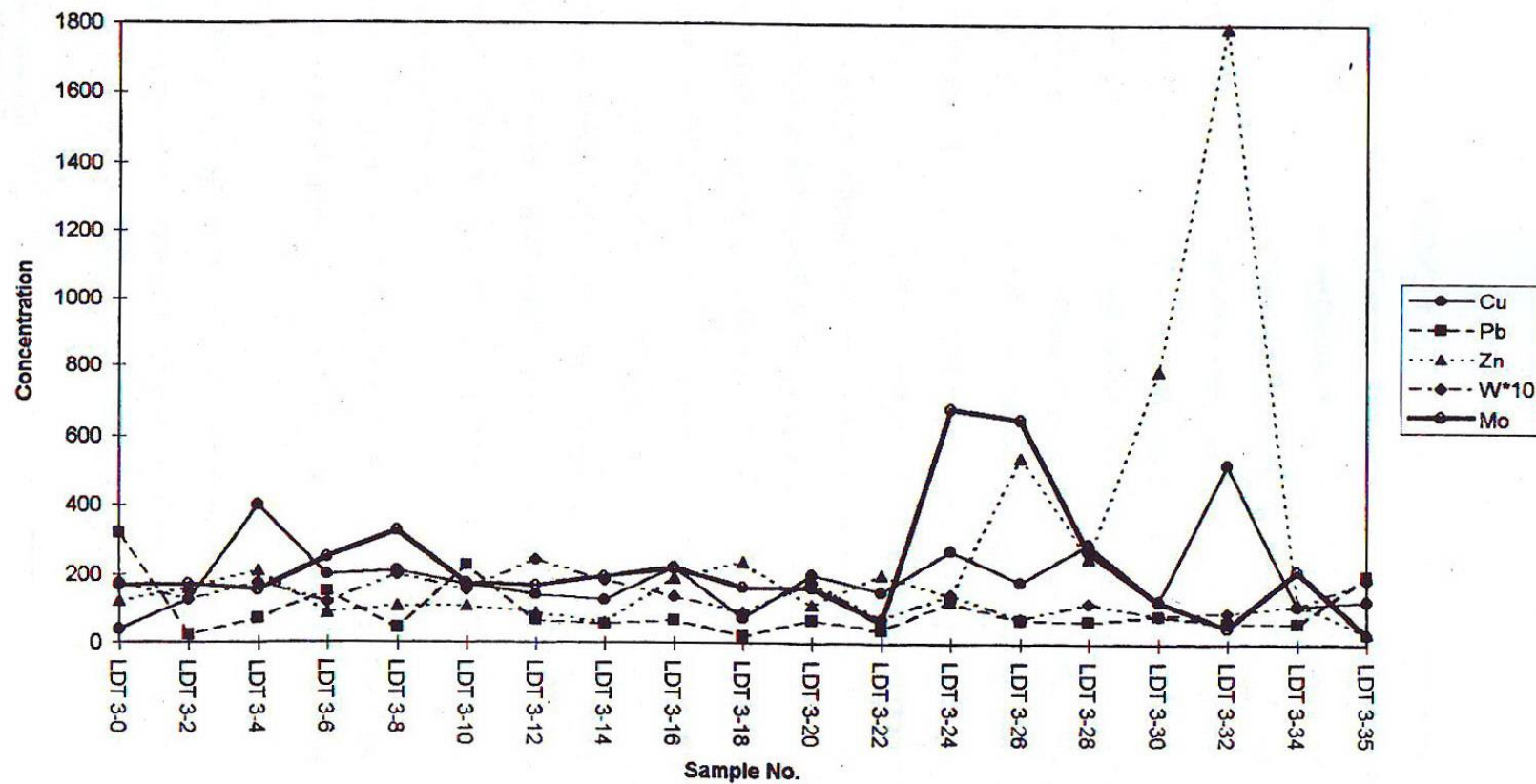


Fig. 10-6

از ترانشه شماره 4 (Tranch No.4) که در شمال محدوده مورد مطالعه و بطول 15 متر حفر شده است 9 نمونه برداشت گردیده که به ترتیب از جنوب شرق به شمال غرب با شماره های LDT 4-0 الی LDT 4-15 نامگذاری شده اند.

در نمونه های این ترانشه تنها شاهد افزایش مقدار میانگین Bi نسبت به نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی هستیم و مقادیر میانگین عناصر دیگر کاهش یافته است که میزان کاهش در عناصر W, Cu, Sb چشمگیر از دیگر عناصر می باشد. در اشکال (7-10 و 8-10) نیز نمودار تغییرات عناصر مورد بررسی برای نمونه های مربوط به این ترانشه ارائه گردیده که در آنها برای عناصر W, Zn, Cu, Ag, Bi از ضرائبی جهت همسان کردن محدوده تغییرات عناصر استفاده شده است. در شکل (7-10) تغییرات همگون Au, Ag, Bi, Sb و در شکل (8-10) نیز تغییرات هماهنگ W و تا حدودی Cu و همچنین هماهنگی بین Pb-Zn قابل توجه می باشد.

ترانشه شماره 5 (Trench No.5) نیز در شمال محدوده مورد مطالعه و بطول 26 متر حفر شده است که از آن تعداد 14 نمونه در فواصل دو متری برداشت گردیده که به ترتیب از جنوب شرقی به شمالغرب با شماره های

LDT 5-0 الی LDT 5-13 مشخص شده اند و همانگونه که قبلاً ذکر گردید بدلیل عدم ارائه نتایج آنالیز شیمیایی برای نمونه شماره LDT 5-13 تعداد نمونه های مورد بررسی به 13 نمونه تقلیل یافته است. در نمونه های این ترانشه نیز تنها شاهد افزایش مقدار میانگین Sb نسبت به نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی به میزان حدود 38% هستیم و مقادیر میانگین دیگر عناصر کاهش یافته اند، که به میزان کاهش در عناصر W, Mo, Au چشمگیرتر از عناصر دیگر است. افزایش مقدار میانگین Sb تا حد زیادی مربوط به نمونه شماره LDT 5-11 می باشد که غلظت این عنصر برای آن 121 گرم در تن گزارش شده است. نکته قابل ذکر دیگر تهی شدگی شدید Mo, Au در نمونه های این ترانشه می باشد، بطوریکه مقادیر ذکر شده حتی از حداقل مقدار ثبت شده در نمونه های سطحی ژئوشیمیایی نیز کمتر هستند در اشکال (9-10 و 10-10) نیز شاهد نمودار تغییرات عناصر مختلف در نمونه های مربوط به این ترانشه هستیم که در آنها جهت همسان شدن دامنه تغییرات مختلف از ضرائبی برای Mo, W, Au, Ag, Bi استفاده شده است. در اشکال فوق الذکر تغییرات همگون As, Bi, Au و تا حدودی نیز Mo-Pb قابل ملاحظه است.

Trench No. 4

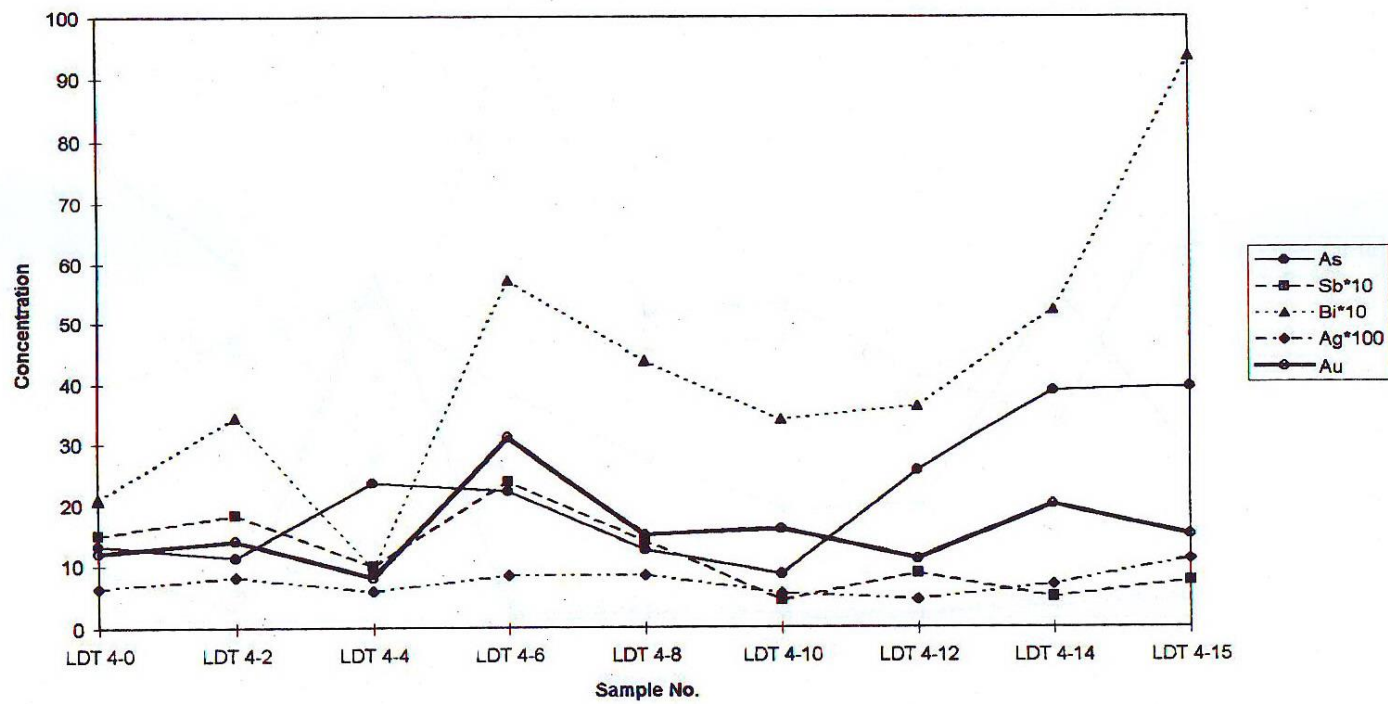


Fig. 10-7

Trench No. 4

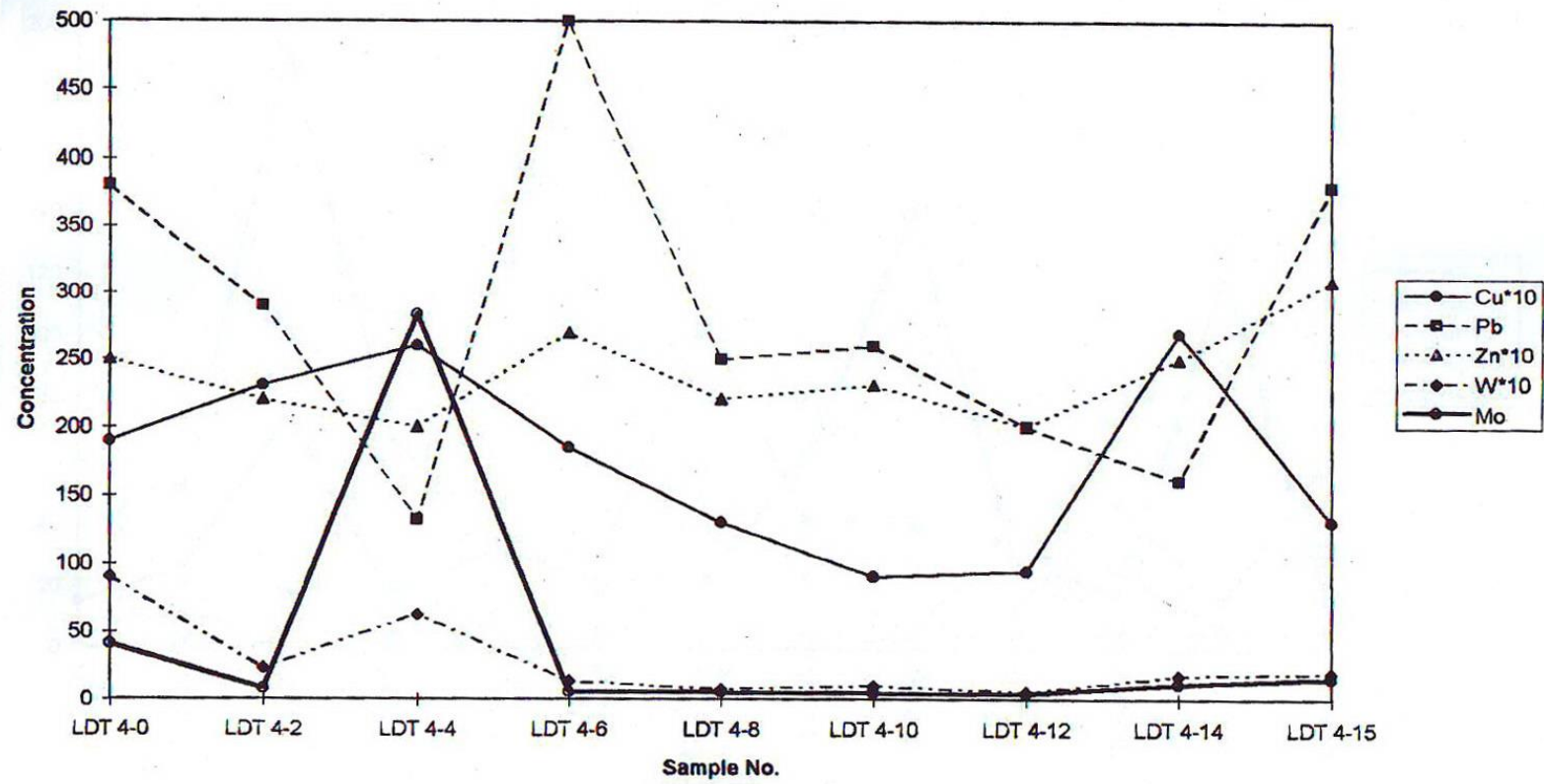


Fig.10-8

Trench No. 5

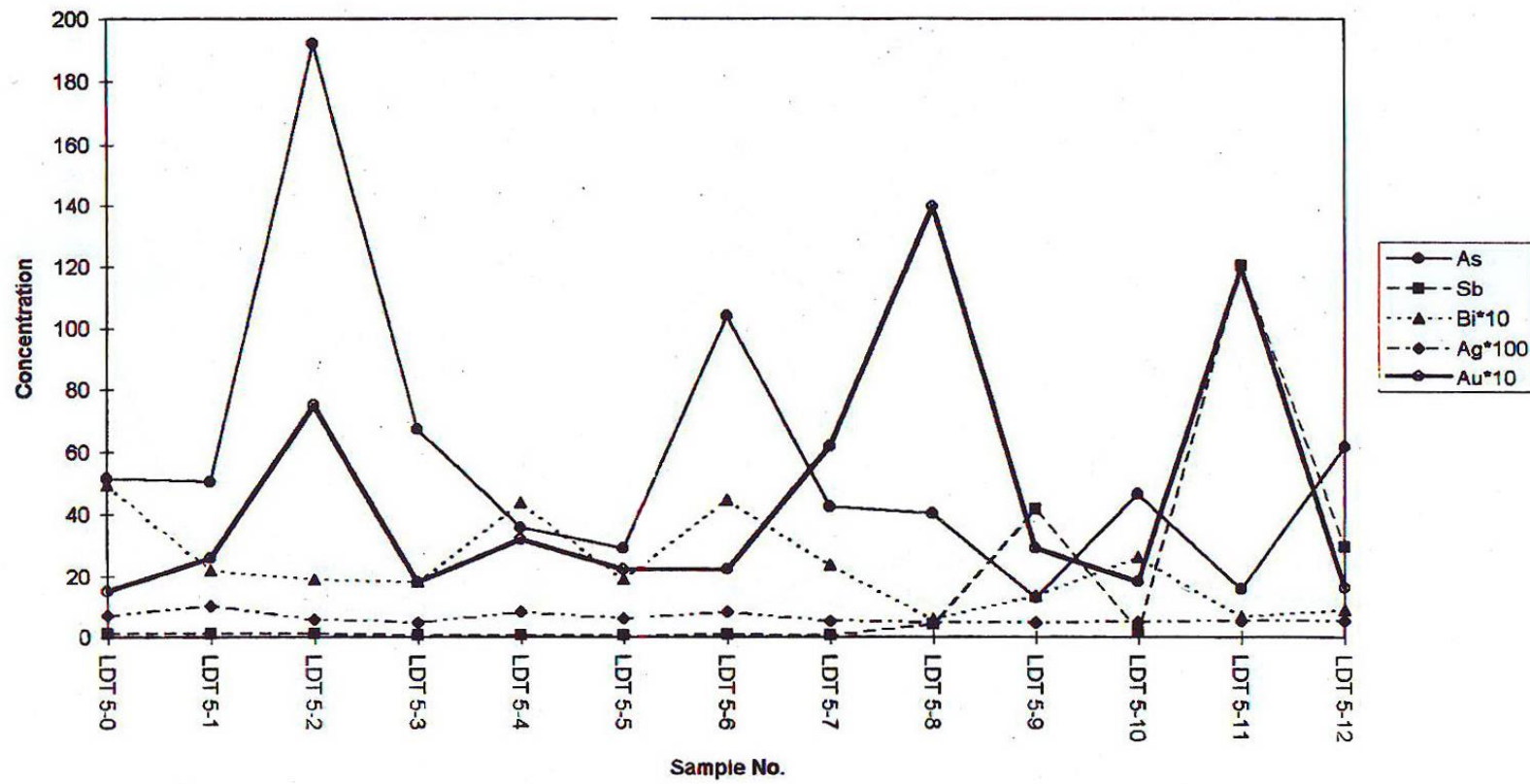


Fig.10-9

Trench No. 5

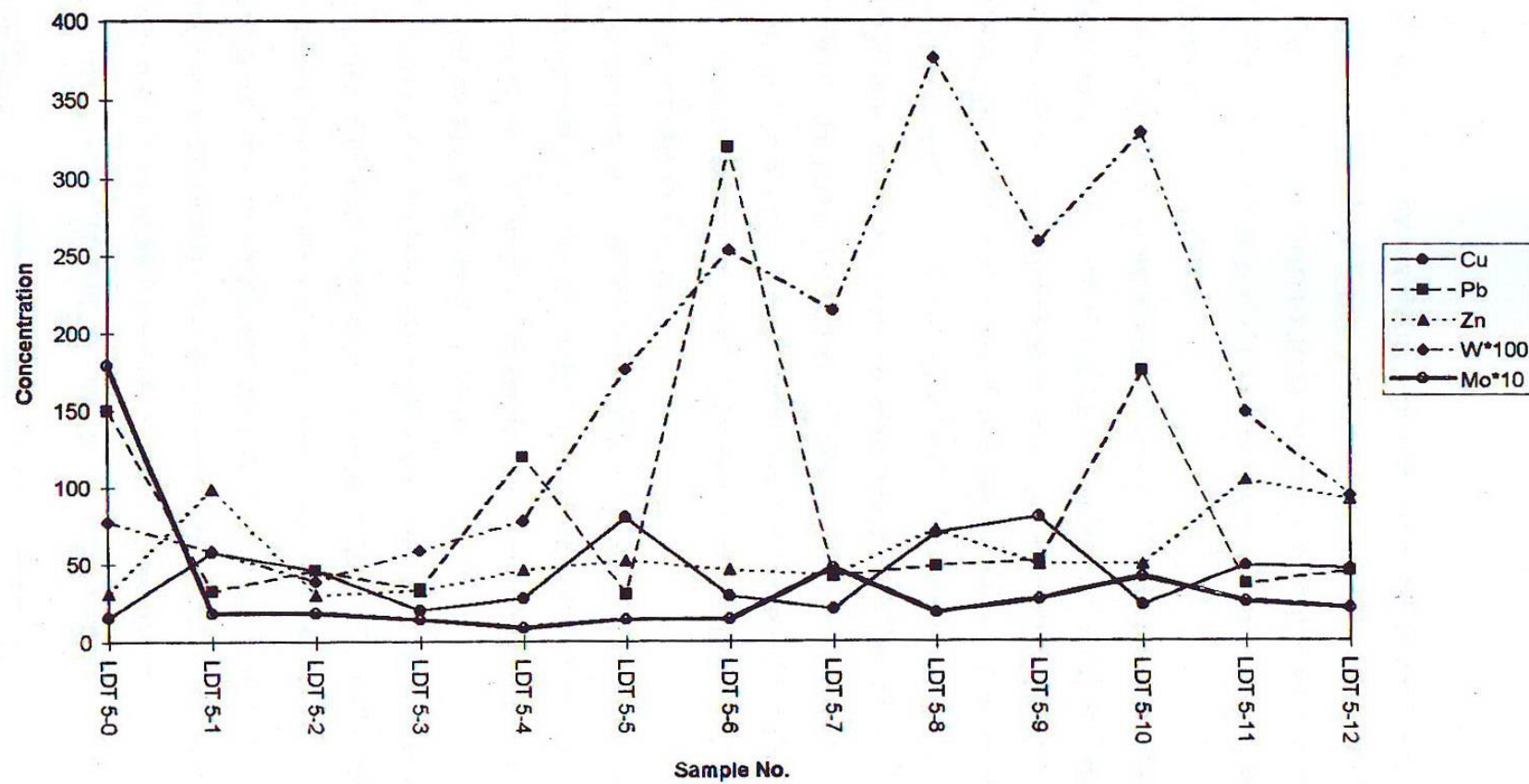


Fig.10-10

از ترانشه شماره 6 (Trench No.6) که در محدوده شمالی منطقه مطالعاتی و بطول 5/5 متر با راستای SE-NW حفر شده، 4 نمونه با شماره های LDT 6-0 الی LDT 6-5.5 در فواصل دو متری و به ترتیب از جنوب شرق به شمال غرب برداشت شده است. در مورد این ترانشه نیز همچون ترانشه شماره 5 تنها شاهد افزایش مقدار میانگین Sb نسبت به نمونه های ژئوشیمیایی سطحی هستیم که این افزایش در حدود 2 برابر می باشد و مقدار میانگین عناصر دیگر کاهش یافته اند، که میزان کاهش در عناصر Pb, W, Mo, Au چشمگیرتر از بقیه است. در این ترانشه نیز مجدداً تهی شدگی قابل ملاحظه Mo, Au مشاهده می شود. این امر با توجه به ضرائب همسان کننده ای که در نمودار تغییرات عناصر در نمونه های این ترانشه برای Mo, Au بکار گرفته شده است، نیز مشخص می شود (اشکال 10-11 و 10-12) در اشکال مذکور شاهد تغییرات نسبتاً هماهنگ W-Zn و Au, Ag هستیم.

ترانشه شماره 7 (Trench No.7) نیز در بخش مرکزی محدوده مورد مطالعه و بطول 6/5 متر حفر شده است، که از آن نیز 4 نمونه در فواصل دو متری برداشت گردیده که به ترتیب از شرق به غرب با شماره های

LDT 7-0 الی LDT 7-6 مشخص شده اند. در این ترانشه شاهد افزایش نسبتاً چشمگیر میانگین عناصر Cu, Ag, Au, Sb نسبت به نمونه های لیتوژئوشیمیایی هستیم، بطوریکه در نمونه LTD 7-2 شاهد مقدار بسیار قابل توجه 1100 گرم در تن می باشیم. در اشکال (10-13 و 10-14) نیز شاهد نمودار تغییرات عناصر مورد بررسی در نمونه های مربوط به این ترانشه هستیم، که در آنها جهت همسان شدن دامنه تغییرات عناصر مختلف از ضرائبی برای Mo, W, Ag, Bi, Sb استفاده شده است. در شکل (10-13) علاوه بر غنی شدگی قابل ملاحظه Au شاهد تغییرات همگون Ag, Bi, Au نیز هستیم. این هماهنگی در شکل (10-14) نیز بین عناصر Pb-Zn و Mo-W هم مشاهده می شود.

بالاخره نوبت به چاهک می رسد که در مرکز محدوده مطالعاتی و به عمق حدود دو متر حفر شده و از آن دو نمونه با شماره های LDT 1-1 و LDT 1-2 به ترتیب از سطح تا عمق یک متری و از این عمق تا انتهای چاهک برداشت گردیده است. در این دو نمونه نیز شاهد افزایش نسبتاً چشمگیر میانگین عناصر Au, Mo, Ag, Sb نسبت به نمونه های سطحی ژئوشیمیایی هستیم ولی در دیگر عناصر مقدار میانگین کاهش نشان می دهد. ولی بطور کلی با توجه به مقادیر غلظت ثبت شده برای عناصر در این نمونه ها، می توان چنین گفت که شاهد روند افزایش به سمت عمق هستیم.

Trench No. 6

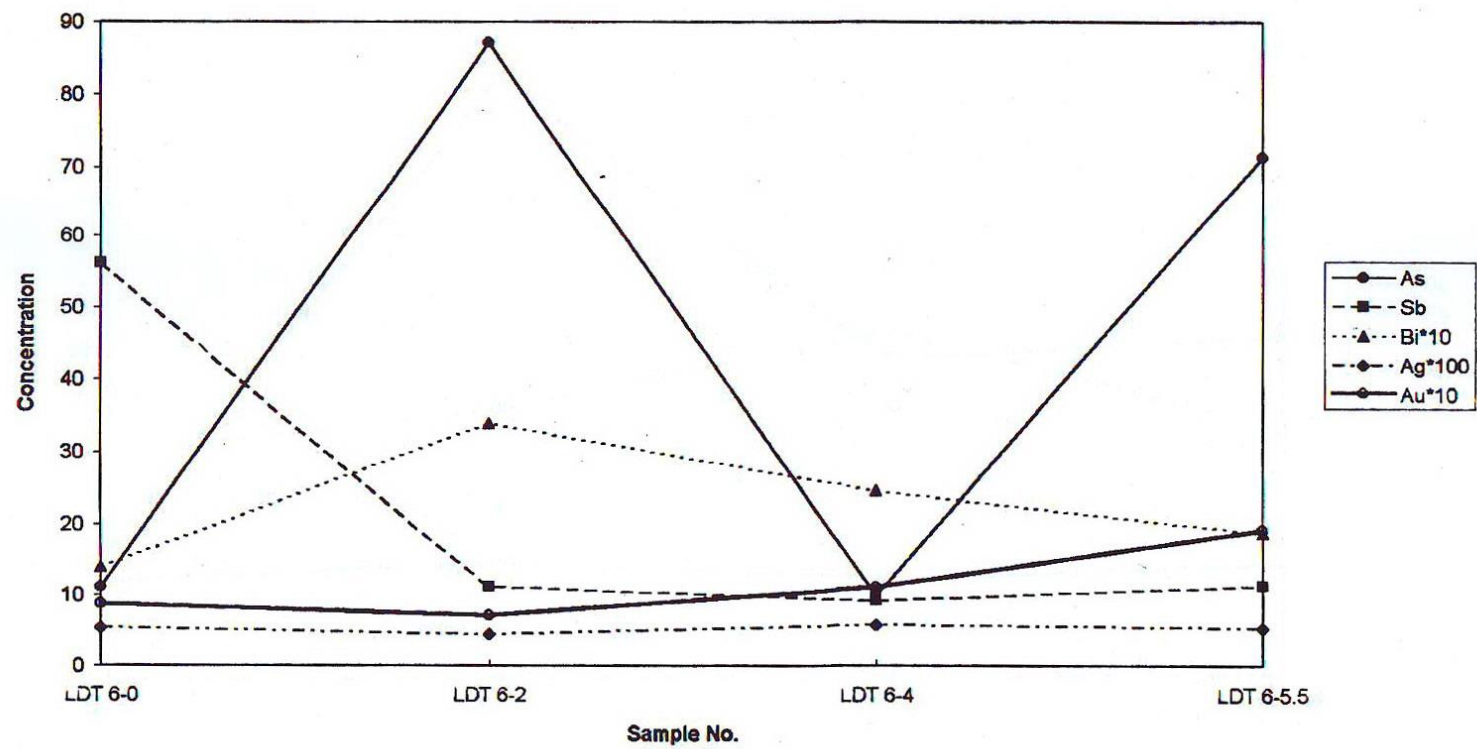


Fig. 10-11

Trench No. 6

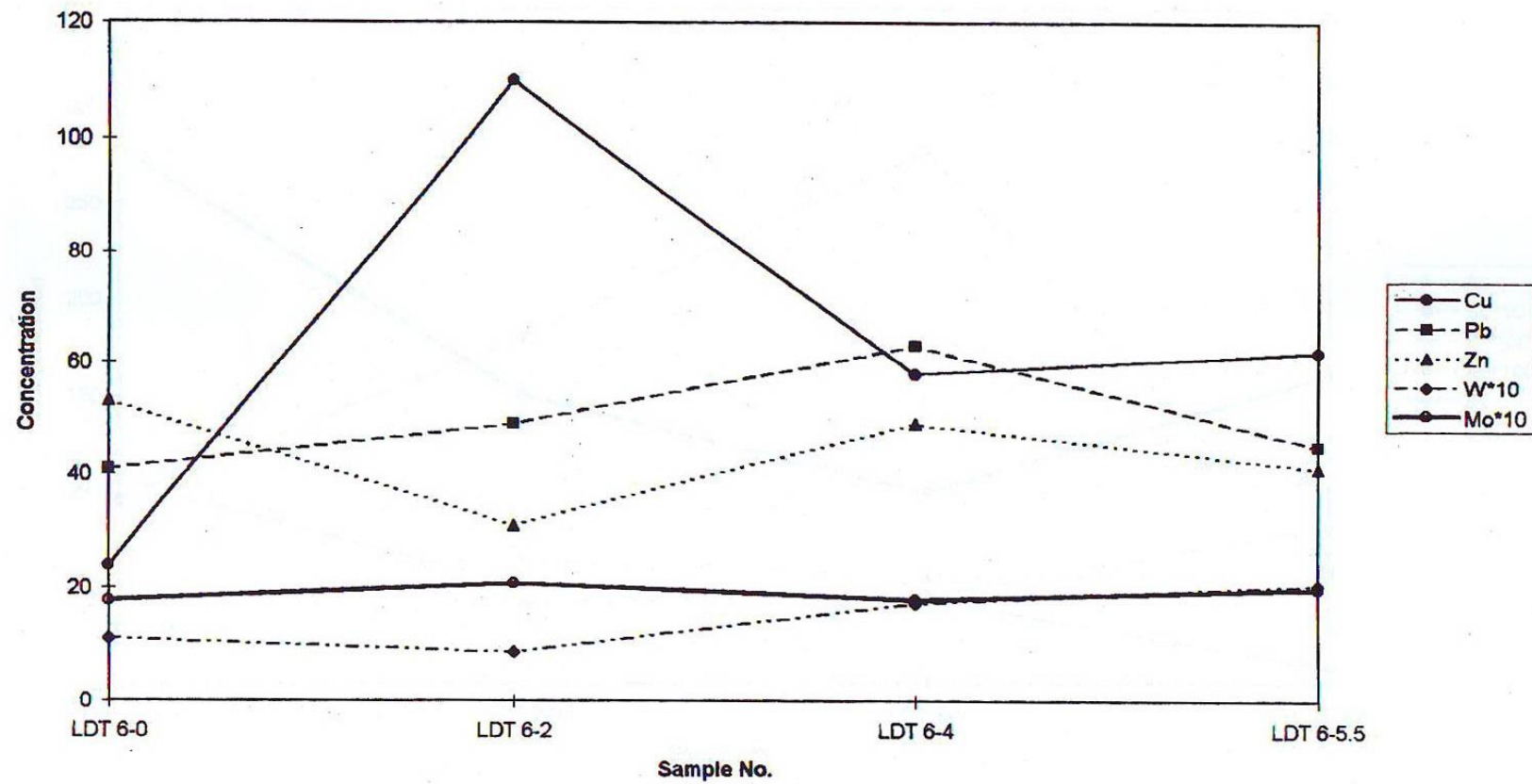


Fig. 10-12

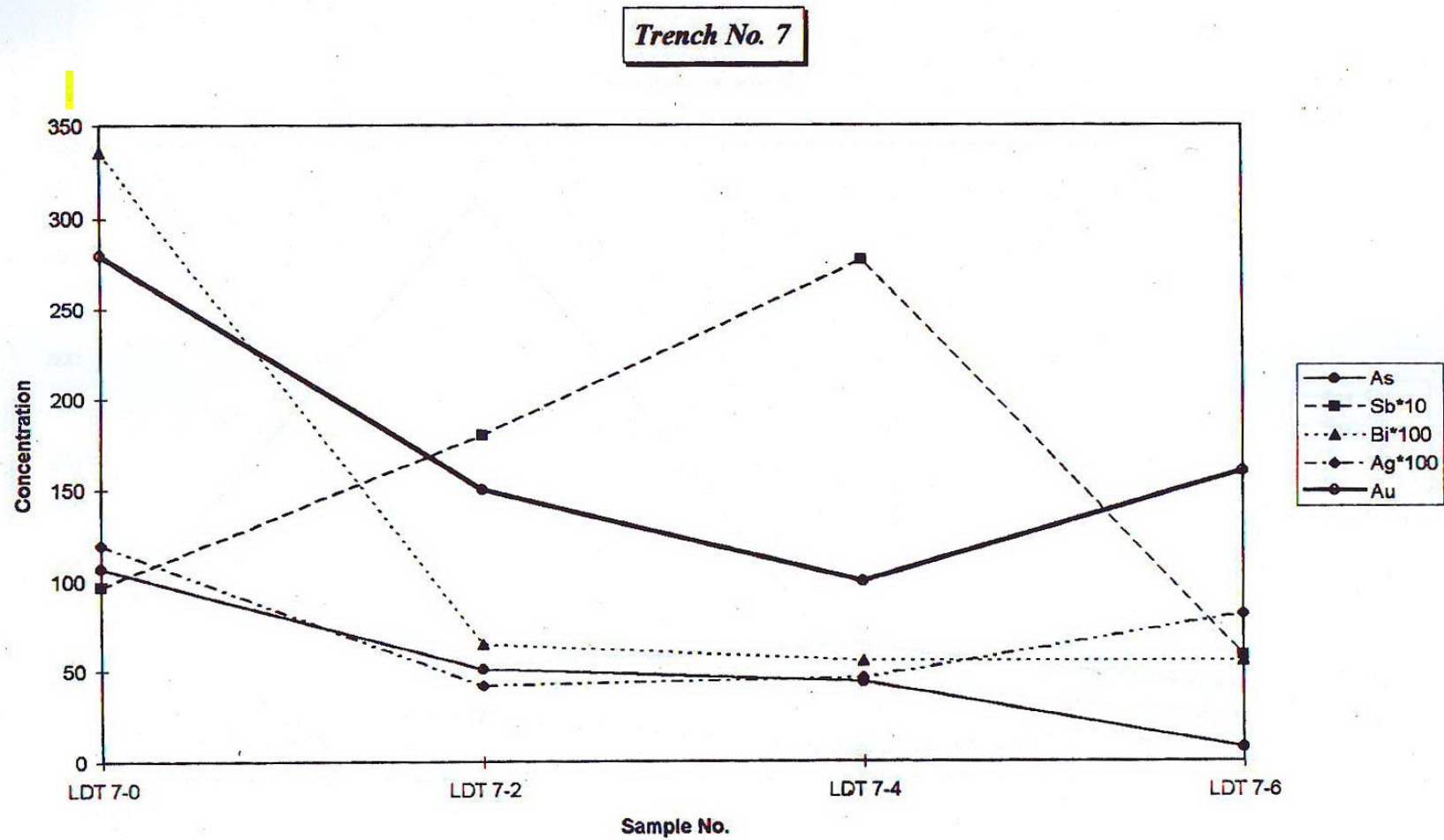


Fig. 10-13

Trench No. 7

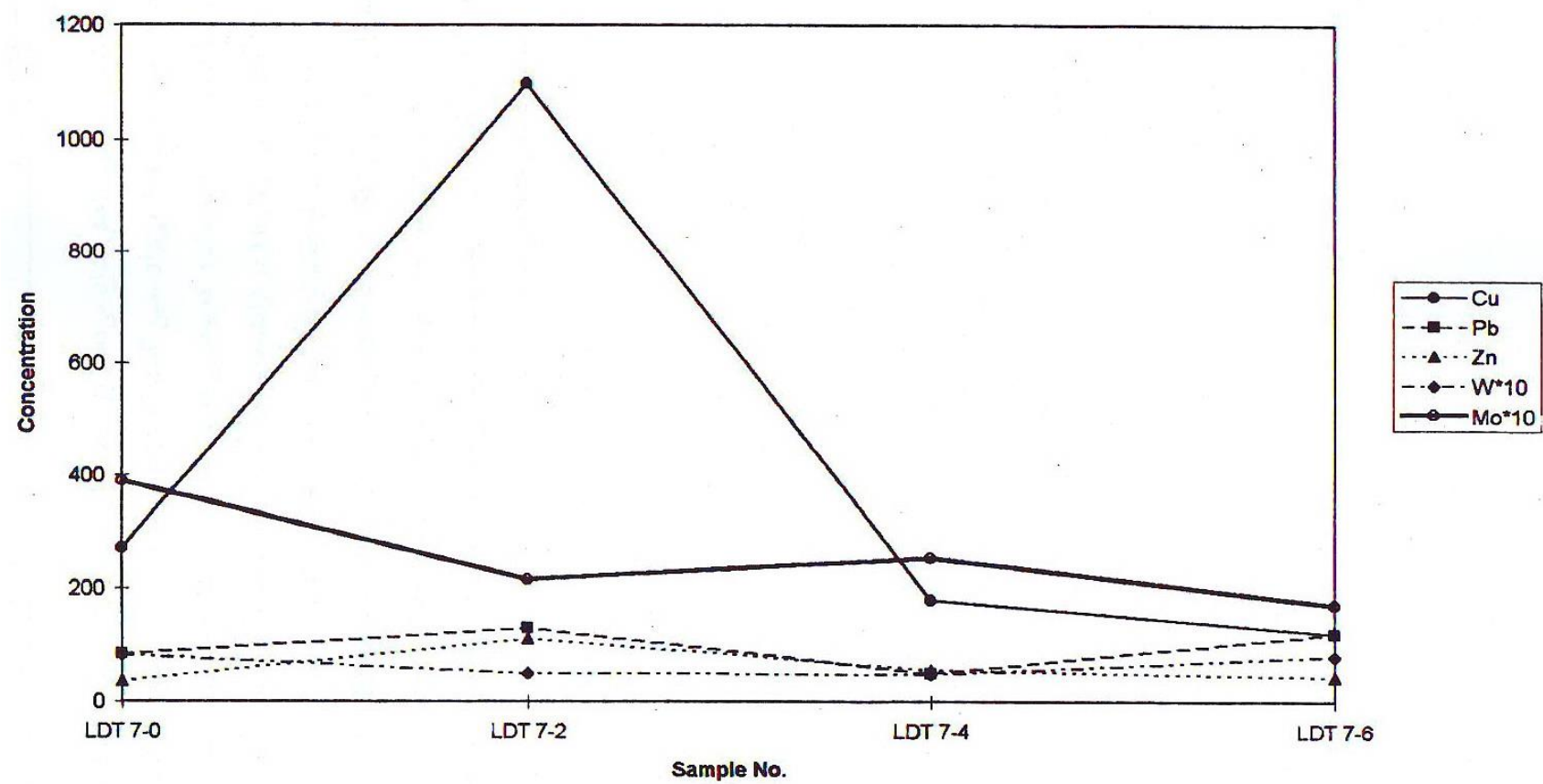


Fig. 10-14

در نهایت باید بدین نکته اشاره کرد که بیشترین مقادیر میانگین بدست آمده برای عناصر Au, Mo, W, Ag, Zn, Pb, Cu, Bi, Sb, As در ترانشه های حفر شده به ترتیب مربوط به ترانشه هایز شماره 3، 6، 4، 7، 4، 2، چاهک، چاهک، ترانشه شماره 3 و چاهک می باشد. نکته قابل ذکر دیگر اینکه در میان 10 عنصر مورد بررسی تنها دو عنصر W و Pb هستند که میانگین مقادیر آنها در تمامی نمونه های برداشت شده از حفريات معدني موجود، کمتر از میانگین مقادیر بدست آمده برای نمونه های لیتوژئوشیمیایی سطحی است و در واقع در ترانشه ها و چاهک حفر شده تهی شدگی نشان می دهند.

فصل یازدهم

نتیجه گیری و پیشنهادات

بر اساس مطالعات زمین شناسی و اکتشافات ژئوشیمیایی انجام شده در محدوده روستای دوست بیگلو، می توان چکیده ای از نتایج حاصل را بصورت زیر بیان نمود:

- 1- محدوده مورد مطالعه در 25 کیلومتر شمال غرب شهرستان مشکین شهر از استان اردبیل واقع شده است. این محدوده در ناحیه ای کوهستانی، در مشال شرق روستای دوست بیگلو و نیز در فاصله حدود 2 کیلومتری شرق- شمال شرق دهکده قشلاق زاحور قرار گرفته است.

بلندترین ارتفاع محدوده مذکور 1276 متر (شمال غرب محدوده) و پست ترین آن 900 متر (کف آبراهه اصلی در جنوب غرب محدوده) می باشد.

2- منطقه مطالعاتی در تقسیم بندی واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (م.ح.بندی 1355) در واحد البرز - آذربایجان واقع شده است. همچنین این منطقه در تقسیمات اصلی تکتونیکی ایران (اشتوکلین، 1977) در زون آتشفشانی ترسیر - کوآترنر قرار می گیرد.

3- بنا به مطالعات صحرایی و درزه نگاری سه سیستم گسل و درزه و شکاف در محدوده مورد بررسی تعیین گردیده است. قدیمی ترین این درزه و گسل ها باراستای شرقی- غربی است که بیشتر فوران گدازه های آتشفشانی را کنترل کرده است. دو دسته گسل مهم تر و جدیدتر شمال غربی- جنوب شرقی و شمال شرقی- جنوب غربی، ولکانیک های ائوسن راقطع می کنند و توده های ساب ولکانیک به صورت گنبد Dome تحت تاثیر و کنترل این گسل ها بالا آمده اند و در بعضی اوقات به سطح رسیده اند. نفوذ محلول های هیدروترمال ناشی از این توده های آذرین در محل تقاطع گسل ها بیشتر است و در نتیجه در این نواحی مواجه با آلتراسیون گسترده تر و شدیدتری هستیم. گسل های منطقه از نوع امتداد لغز با شیب سطح گسل نزدیک به قائم هستند جهت اعمال تنش از شرق به غرب می باشد.

4- با مطالعات پتروگرافی نشان داده شده است که محدوده مورد مطالعه از ولکانیک های ائوسن بالایی با جنس تراکی آندزیت و آندزیت و با بافت پورفیری پوشیده شده است. اغلب سنگهای ولکانیکی فوق تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته اند. در برخی نواحی توده های نیمه عمیق ائو- الیگوسن با جنس مونزودیوریت- دیوریتی (شمال محدوده) و میکروکوآرتز- مونزونیت پورفیری (جنوب محدوده) و با بافت پورفیری - میکروگرانولار برونزد دارند.

5- بررسیهای ژئوشیمیایی انجام پذیرفته بر روی نمونه های منطقه مطالعاتی حاکی از آن است که سری ماگمایی سنگهای ولکانیکی ائوسن منطقه مذکور ، آلكالني و از نوع پتاسيك مي باشند.

6- در خصوص خاستگاه ماگمایی و جایگاه زمین ساختی منطقه مطالعاتی می توان چنین گفت که منطقه آذربایجان بصورت پلاتفرمی بوده که کوههای البرز و طالش نقش حاشیه این پلاتفرم و ساحل نتیس را بازی می کرده است. فعالیت ماگمایی در این منطقه از اواخر کرتاسه شروع و تا اوایل دوران چهارم ادامه داشته است. این فعالیت های ماگمایی در زمان ائوسن به اوج خود رسیده و بتدریج از شدت آن کاسته شده است. جایگزینی توده های نفوذی ائو-الیگوسن را می توان تکامل نهایی ماگماتیسم ائوسن قلمداد کرد. وجود گدازه های الكالني و نبود گدازه

هاي كالك آلكالن در ولكانيك هاي ائوسن منطقه مطالعاتي دلالت بر باز شدن و تكامل يك ريفت قاره اي دارد. ريفت قاره اي فوق با ريفت هاي كراتوني مشرق آفريقا متفاوت بوده بطوريكه داراي شرايط ريفت هاي كراتوني مذكور نمي باشد. اين گدازه هاي آلكالن بيانگر بالا آمدن ماگماي بازالتي گويشته اي در اثر ايجاد گسلهاي امتداد لغز عميق و سيستم كشي - انتقال حاصل از حركت بلوك ها و ضخيم شدن پوسته در منطقه مذكور است.

7- مطالعات مينرالوگرافي انجام پذيرفته بر روي نمونه هاي كانه دار محدوده مطالعاتي بيانگر آن است كه سنگهاي اذرين اين محدوده حاوي كانه هاي منيتيت، پيروتيت، كالكوپيريت و روتيل هستند. كانه هاي فلزي ثانويه مشاهده شده در اين نمونه هاي عبارتند از: هماتيت، ساير اكسيدهاي آهن آبدار و مالاكيت. توالي كانيهائي فلزي موجود در سنگهاي منطقه از لحاظ تقدم و تاخر به ترتيب روتيل- مانيتيت- پيروتيت- پيريت و كالكوپيريت مي باشد.

8- گسترش آلتراسيون در محدوده مطالعاتي بسيار زياد مي باشد. تعيين و تفكيك زونهاي آلتراسيون در منطقه مورد مطالعه با توجه به نتايج پتروگرافي، آناليزهاي ديفركترومري پرتوايكس (X.R.D) و شيميايي صورت پذيرفته بر روي نمونه هاي اخذ شده از منطقه مذكور صورت پذيرفته است. با عنايت به نتايج فوق، زونهاي آلتراسيون محدوده مطالعاتي سريسيي، آرژيليتي، الونييتي و سيليسي تشخيص داده شده اند. نحوه قرار گيري زونهاي آلتراسيون در محدوده فوق از مدل دگرساني كانسارهاي تپ اپي ترمال طلا در سنگ هاي آتشفشاني تبعيت مي نمايند. بطوريكه زون سيليسي بصورت پوشش Cap در بالاو در زير آن زون الونييتي قرار گرفته است. زون آرژيليك فاز دگرساني الونييتي را در بر گرفته و منطقه آلتراسيون سريسيي در حاشيه، آنرا احاطه نموده است. فراينددگرساني در محدوده مزبور، حاصل تاثير محلولهاي گرمائي (احتمالاً وابسته به توده هاي نيمه عميق ائو-اليگوسن) برروي گدازه هاي غني از پتاسيم تراكي آندزيت-اندزيت ائوسن بالايي منطقه مي باشد.

9- نتايج حاصل از مدلسازي عددي اطلاعات بدست آمده بوسيله برنامه كامپيوتري ODM، بيانگر آنستكه بر اساس مجموع امتيازات بدست آمده، ما در محدوده مطالعاتي با كانسازي از نوع طلاي اپي ترمال كوارتز-آلونييتي مواجه هستيم.

10- در نمونه هاي ليتوژئوشيميايي برداشت شده، شاهد غني شدگي بسيار قابل ملاحظه عناصر مورد بررسي نسبت به مقادير متوسط آنها در پوسته زمين و ميانگين آنها در سنگ هاي اذرين حد واسط هستيم، كه به شرط صحت نتايج ارائه شده، حاكي از پتانسيل بالاي اكتشاف و اميد بخش بودن محدوده مورد مطالعه است. حداكثر مقدار ثبت شده براي As برابر

2115 گرم در تن، Sb برابر 581 گرم در تن، Ti برابر 78/9 گرم در تن، Cu برابر 2450 گرم در تن، Pb برابر 3600 گرم در تن، Zn برابر 590 گرم در تن، Ag در حدود 6 گرم در تن، W برابر 450 گرم در تن، Mo برابر 959 گرم در تن و بالاخره Au برابر 1040 میلی گرم در تن بوده است.

11- عناصر مورد بررسی همگی تمایل به پیروی از خصلت توزیع لاگ نرمال خود نشان داده و یا حداقل از توزیع نرمال پیروی نمی نمایند و همگی دارای چولگی مثبت نسبتاً قابل توجهی می باشد.

12- جهت حذف آثار مربوط به تغییرات لیتولوژیکی و همگن سازی جامعه لیتوژئوشیمیایی موحود اقدام به دسته بندی نمونه ها در گروههایی با لیتولوژی مشابه و حداقل حاوی 10 نمونه گردیده و جوامع و کوچکتر نیز با استفاده از آنالیز خوشه ای و تجزیه و تحلیل مبین دو گروه مشابه طبقه بندی گردیده اند. سپس در هر يك از جوامع فوق با نرمالایز کردن مقادیر نسبت به مقدار میانگین و انحراف معیار هر عنصر در همان جامعه، جامعه ای نرمال و استاندارد و حتی الامکان همگن و عاری از اثر تغییرات لیتولوژیکی حاصل گردیده که مبنای محاسبات بعدی قرار گرفته است.

13- بر اساس نتایج بدست آمده از ضراب همبستگی موجود، ماتریس دیاگرام پراکندگی و دندروگرام آنالیز خوشه ای ، می توان گروههای زیر را به عنوان پارائنز معرفی نمود:

الف- Au, As, Sb, Ag

ب- Cu, Zn

ج- Bi, Pb

د- w, Mo

البته در مورد گروه آخر ، با توجه به عدم حساسیت روش آنالیز بکار گرفته شده برای تنگستن در ثبت مقادیر بالای این عنصر ، ممکن است دسته بندی مذکور بر اساس مقادیر مزبور صورت گرفته باشد و از این لحاظ قابل تکیه نمی باشد.

14- پس از رسم نقشه های انومالی عناصر مورد بررسی بصورت خطوط هم میزان و بر اساس مقادیر حاصل از کریجینگ ، مشاهده شد که اصلی ترین زونهای آنومالی طلا در بخش میانی محدوده مطالعاتی و در گستره واحد آلتره سیلیسی – هماتیتی و نیز کنتاکت آن با واحد کائولینی-آلونیتی قرار گرفته اند و در این محدوده منطبق بر آنومالیهایی Ag, Pb, Cu, Sb, As و تا حدودی Mo می باشد.

15- جهت کاهش تعداد متغیرها و نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در يك مكان از تجزیه و تحلیل فاکتوري استفاده شده است و با استفاده از چهار فاکتور بدست آمده از این روش در حدود 60% از واریانس جامعه پوشش داده است. فاکتورهاي بدست آمده تطابق بسیار خوبی با گروهبندی عناصر بر اساس ضرائب همبستگی و آنالیز خوشه اي نشان مي دهند و در این میان فاکتور اول که در واقع ترکیبی خطی از عناصر و بیشتر متاثر از عناصر Au , Sb , As , Ag می باشد. خود به تنهایی حدود 20% از واریانس موجود را پوشش می دهد. در نمودار مربوط به امتیازات فاکتور ي، نمونه شماره 195 که از گستره برونزد واحد آلتره سیلیسی – هماتیتی برداشت گردیده است، بیشترین امتیاز را در فاکتوریل اول کسب نموده است.

جهت بررسی هر چه بهتر محدوده گسترش زونهای ناهنجاری فاکتورهاي انتخاب شده، نقشه هاي انتشار امتیازات فاکتوري مربوط به آنها رسم گردیده است که در نقشه فاکتور اول بیشترین میزان تمرکز و غنی شدگی آن در بخش شمالی و در محدوده برونزد آلتره هستیم که در بخش میانی و در محدوده کنتاکت واحد سیلیسی – هماتیتی با واحدهاي کائولینیتی- سیلیسی، کائولینیتی و برشهای تکتونیکی هستیم که از گسترش خوبی برخوردار است و منطبق بر آنومالیهای طلا و دیگر عناصر می باشد.

16- جهت ارزیابی موقعیت سطح فرسایش آنومالی نسبت به سطح کانی سازی احتمالی، در این منطقه با توجه به نوع کانی سازی احتمالی بهترین نسبت معرف

Pb,Ag As, Sb/ Cu,Bi,Bi,Zn و Pb.Ag.As.Ab /W,Be,Bi,Cu استفاده شده است. بنابراین پس از محاسبه ضرائب تولید برای هر يك از عناصر در محدوده هاي آنومالی بدست آمده و محاسبه ضرائب زونالیتی نسبتهای معرف مذکور، میتوان چنین اظهار نظر نمود که بهترین نقاط برای حفاری گمانه هاي اکتشافی جهت رسیدن به کانسار پنهانی مدفون به ترتیب در مناطق میانی و شمالی محدوده مورد مطالعه واقع شده اند.

همچنین توالی تشکیل دهنده عناصر یا همان منطقه بندی عرضی به شرح زیر تعیین شده است:

Pb, Bi, (Mo, As), Ag, Au(Sb, W),Zn , Cu

17- با فرض بر آلتره نبودن واحد سنگی تراکی آندریتی (ولکانیک هاي ائوسن بالایی) بر اساس دیاگرام و مقایسه میانگین مقادیر عناصر در این واحد با واحدهاي مختلف آلتره شده می توان گفت طلا بیشترین غنی شدگی را در واحد آلتره کائولینیتی- آلونیتی نشان می دهد و در مقابل در خلال آلتراسیون سریسیتی دچار تهی شدگی گردیده است. قابل ذکر است که عناصر

Sb, Ag, As نیز بیشترین میزان غنی شدگی را در خلال فرایند آلتراسیون کائولینیتی-آلونییتی از خود نشان داده اند.

با توجه به موارد فوق ادامه عملیات اکتشافی به شرح زیر در محدوده مطالعاتی پیشنهاد می گردد:

1- انجام عملیات اکتشاف ژئوفیزیکی ، شامل مطالعات پلاریزاسیون القایی وشبه مقاطع دو قطبی دابل، مطالعات الکترومغناطیسی و VLF و مطالعات پتانسیل خودزا در محدوده مورد مطالعه با مسعت حداقل يك كيلومتر مربع ، جهت تعیین دقیق عمق جایگزینی توده کانساری و نحوه گسترش آن در عمق

2- حفر حداقل سه گمانه اکتشافی با عمق تقریبی 100 متر در مراکز آنومالی ها که محل دقیق حفر آنها با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعات ژئوفیزیکی تعیین می شود. لازم است مغزه های بدست آمده از این گمانه ها در اعماق مشخص مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته و نتایج حاصل مورد بررسی و تجزیه قرار گیرند.

منابع و مأخذ

- منابع فارسی

- 1- ایزد یار، ج.(1371) مطالعه پترولوژی و پتروگرافی سنگ های آذرین ناحیه معدنی سونگون، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی- گرایش پترولوژی، دانشگاه شهید بهشتی، 373 صفحه.
- 2- حسنی پاک، ع.ا.(1370) اصول اکتشافات ژئوشیمیایی مواد معدنی، انتشارات دانشگاه تهران.
- 3- حسنی پاک، ع.ا.(1376) ژئوشیمی اکتشافی(محیط سنگی)، انتشارات دانشگاه هرمزگان.
- 4- حسنی پاک، ع.ا.(1377) زمین آمار(ژئواستاتستیک)، انتشارات دانشگاه تهران.
- 5- حسینی، و.(1375) روش تجزیه و تحلیل مؤلفه های اصلی و کاربرد آن در اکتشافات ژئوشیمیایی منطقه تکاب، پانزدهمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین شناسی کشور.
- 6- درویش زاده، ع.(1370) زمین شناسی ایران، نشر دانش امروز، 901 صفحه.
- 7- درویش زاده، ع.(1370) ماگماها و سنگ های ماگمایی(ترجمه)، انتشارات دانشگاه تهران، 515 صفحه.
- 8- طلایی دولق، ر.(1376) مطالعه زمین شناسی و پتروشییمیایی سنگ های پلوتونیک و ولکانیک توده های جنوب غرب مشکین شهر در ارتباط با ژنز مس و مولیبدن، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی- گرایش پترولوژی، دانشگاه تبریز، 279 صفحه.
- 9- عروجی، ر.(1374) ویژگیهای ژئوشیمیایی و آلتراسیون کانسارهای طلایی اپی ترمال، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
- 10- علوی، م.(1375) زمین شناسی ساختمانی(ترجمه)، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، 336 صفحه.
- 11- قادری، م.(1371) بررسی زمین شناسی اقتصادی کانسار مس سونگون اهر، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی- گرایش زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی، 283 صفحه.
- 12- کوثری، س.(1377) منشأ نوع کانی سازی و ارتباط آن با هاله های ثانویه براساس ارزیابی آنومالی های ژئوشیمیایی، هفدهمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- 13- کریم پور، م.ح.(1377) پترولوژی سنگ های آذرین و کانسارهای ماگمایی، نشر مشهد، 343 صفحه.

- 14- کریم پور، م.ح.(1368) زمین شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات جاوید، 404 صفحه.
 - 15- کسمایی، م. (1368) پهنه بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، 500 صفحه.
 - 16- معین وزیری، ح.(1375) دیباچه ای بر ماگماتیسم ایران، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، 440 صفحه.
- سایر منابع:
- 1- اطلس راههای ایران، مقیاس 1:1000000، واحد پژوهش و تألیف سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی گیتا شناسی.
 - 2- نقشه توپوگرافی مشیران، برگ 5567III سری K 735، مقیاس 1:50000، سازمان جغرافیایی کشور.
 - 3- نقشه زمین شناسی لاهرود، مقیاس 1:100000، سازمان زمین شناسی کشور.

REFERENCES

- 1 – Clarke, D. B. (1992) Granitoid rocks, Chapman and Hall, London, 283p.
- 2 – Creasey, S.C., (1966) Hydrothermal alteration, in Titley, S.R., and Hicks, C.L., eds., Geology of the porphyry copper deposits, Tucson , Univ. Ariz. press, pp. 51-74.
- 3 – Davis, J.C., (1986) Statistics and data analysis in geology, Jhon Wiley & sons, New York.
- 4 – De La Roch, H., Leterrier, J., Grandclaude, P., and Marchal, M., (1980) A classification of volcanic and plutonic rocks using R₁-R₂ diagram and major – element analyses – Its relationships with current nomenclature. Chem. Geol. 29, 183-210.
- 5 – Didon, J Gemain, Y.M., (1976) Le Sabalan, Volcan Plio-quaternaire de l'Azerbaidjan oriental (Iran); etude geologique et petrographique de l'edifice et de son environnement regional. These de 3eme cycle, Univ. Grenoble, 304p.

- 6 – Evans, M., et al., (1993) Statistical distribution, John Wiley & sons, New York.
- 7 – Faure, Gunter, (1986) Principales of isotope geology, Wiley, New York, 589p.
- 8 – Gavett, G.J.S., (1983) Rock geochemistry in exploration, Elsevier, Amesterdam.
- 9 – Howarth, R., (1982) Statistics and data analysis in geochemical prospecting, Elsevier, Amesterdam.
- 10 – Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A., (1971) Aguide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Can. J. Earth Sci., 8, 523548.
- 11 – Le Maitre, R.W., (Editor), Bateman. P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorenson, H., Streckeisen, A., Wolley, A.R. and Zanettin, B., (1989) A classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms: Recommendation of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell Scientific Publications.
- 12 – Le scuyer, J.L., Riou, R.(1976) Geologie de la region de Mineh (Azerbaidjan). Contribution a letude du volcanisme tetiaire de l'Iran. These de 3eme cycle. Grenoble. 233p.
- 13 – Lowell, J.D. and Guilbert, J.M., (1970) Lateral and vertical alteration –mineralization zoning in porphyry ore deposits, Econ. Geol., V.65, pp. 373-408.
- 14 – Maclean, W.H., and Hoy, L..D., (1991) Geochemistry of hydrothermal altered rocks at the Horn Mine, Noranda, Quebec, Econ. Geol., V.86, pp. 506-528.
- 15 – Meyer, C. and Hemley, J.Y., (1967) Wall rock alteration, in Barnes, H.L., ed. Geochemistry of Hydrothermal ore Deposits, New York, Holt, Rinehart and Winstone, pp. 166-235.

- 16 – Middlemost, E.A.K., (1975) The basalt, Can. Eart Sci., Rev. 11 pp. 337364.
- 17 - Middlemost, E.A.K., (1991) Toward a comprehensive classification of igneous rocks and magmas, Earth Sci., Rev. 31, pp. 73-87.
- 18 – Pearce, J.A., and Cann, J.R., (1973) Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis: Earth Planet, Sci, Lett 19, pp. 200-290.
- 19 – Robert, F., et al., (1997) Gold deposits and their geological classification, in "Proceeding of exploration 97", pp. 209-220.
- 20 – Rose, A.W., (1970) Zonal relations of wall rock alteration and sulfide distribution at at porphyry copper deposits, Econ. Geol., V.65, pp. 920936.

ضمائم

1- شكلها

2- جدولها

As

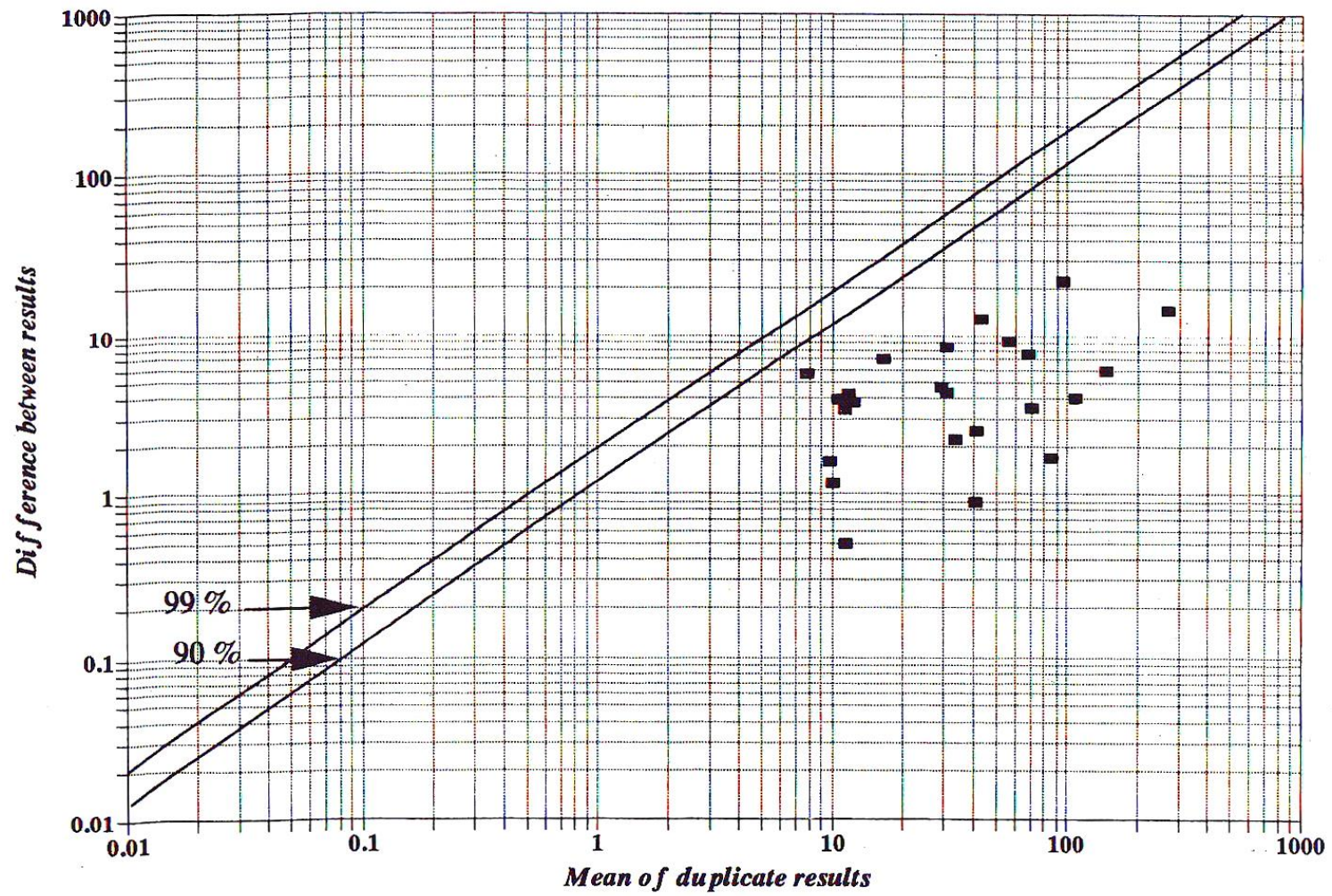


Fig. 9-1

Sb

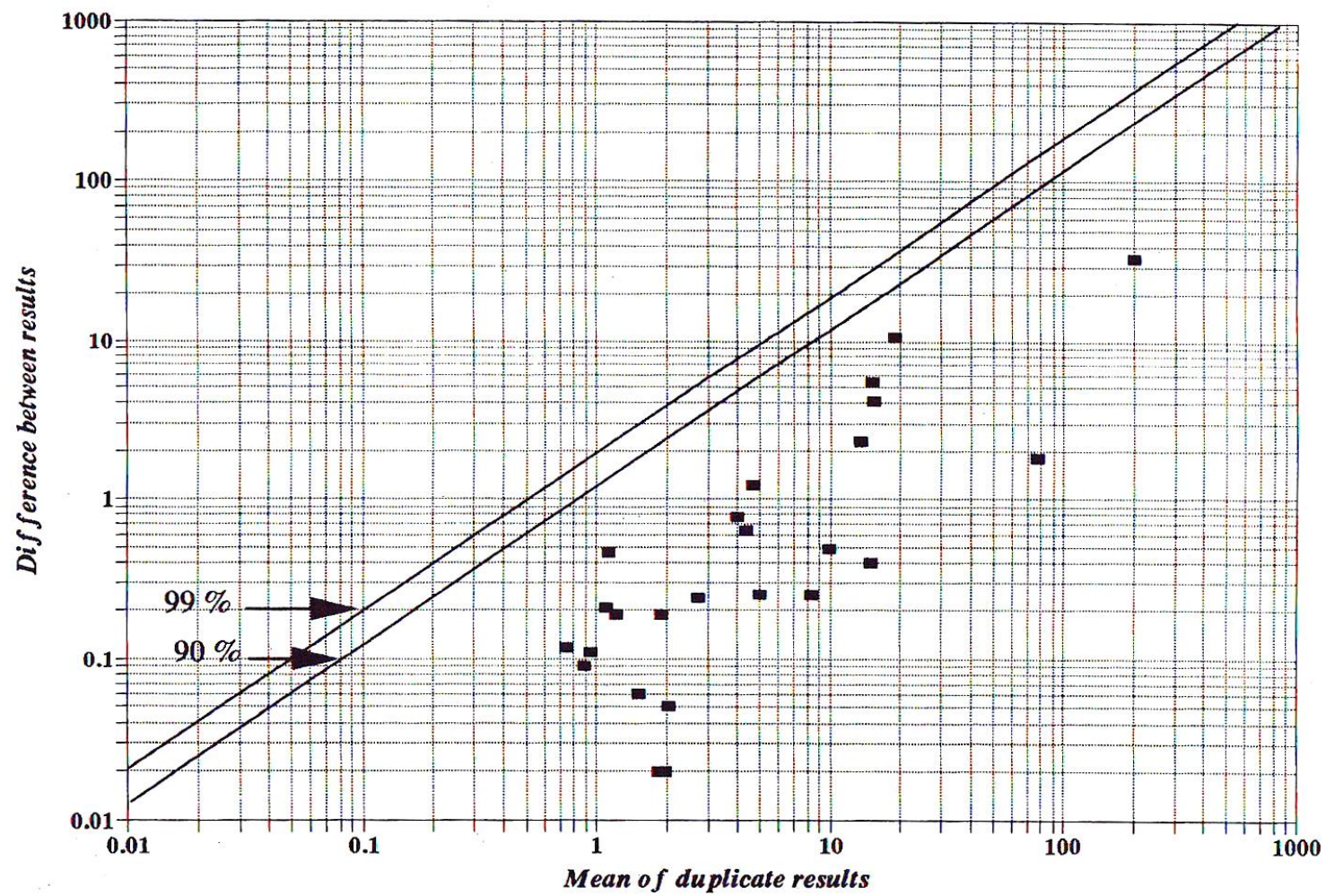
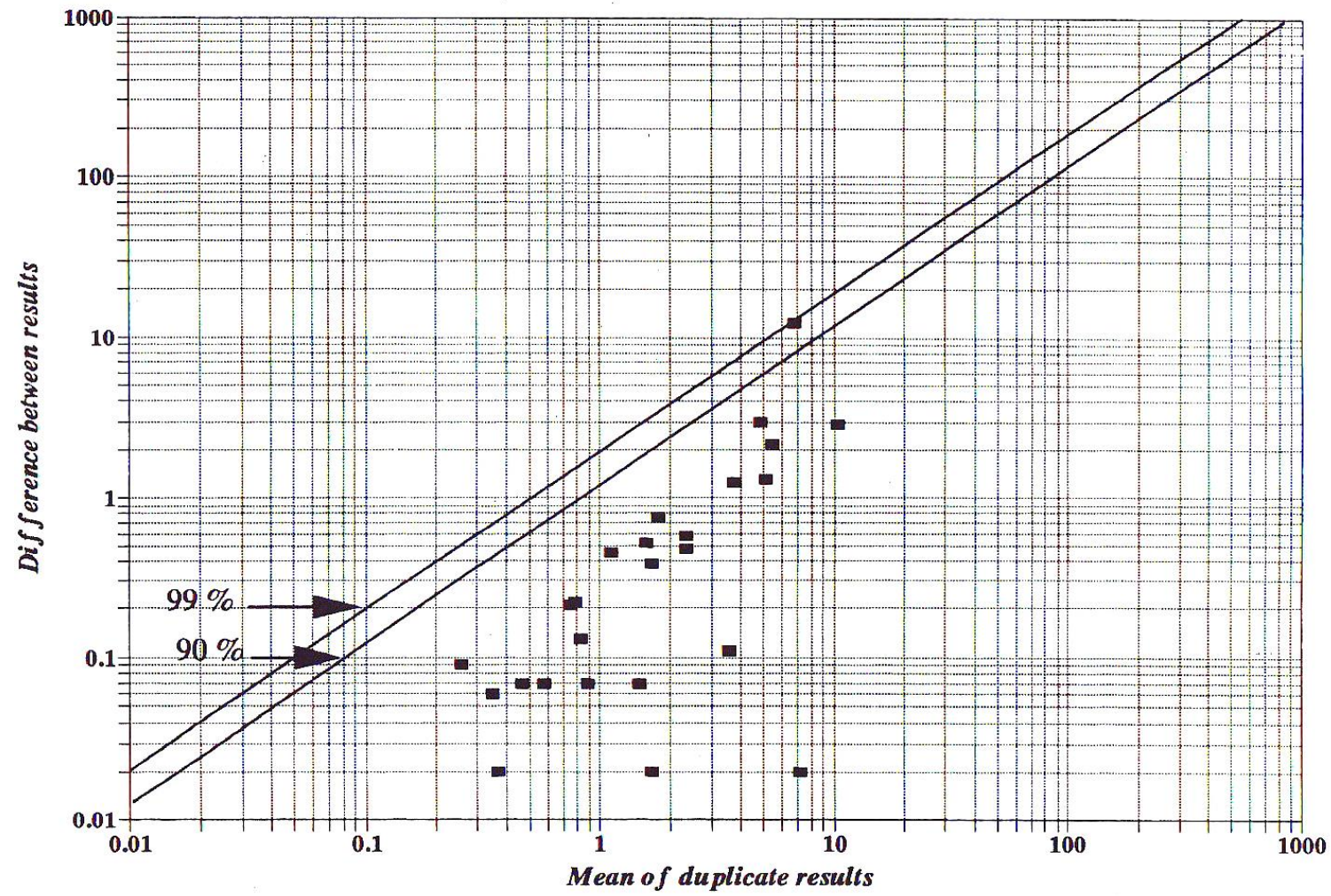


Fig. 9-2

Bi



Cu

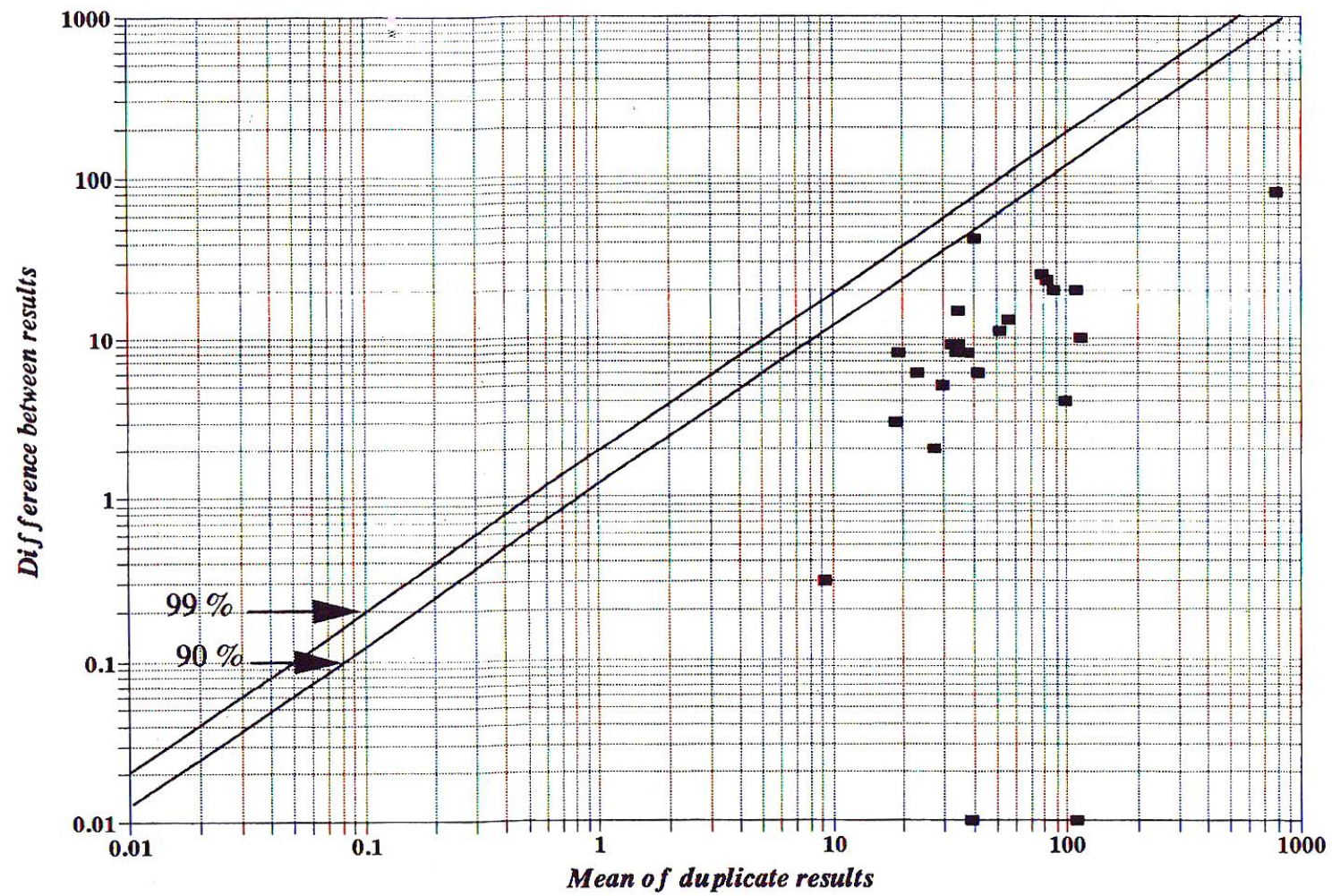


Fig. 9-4

Pb

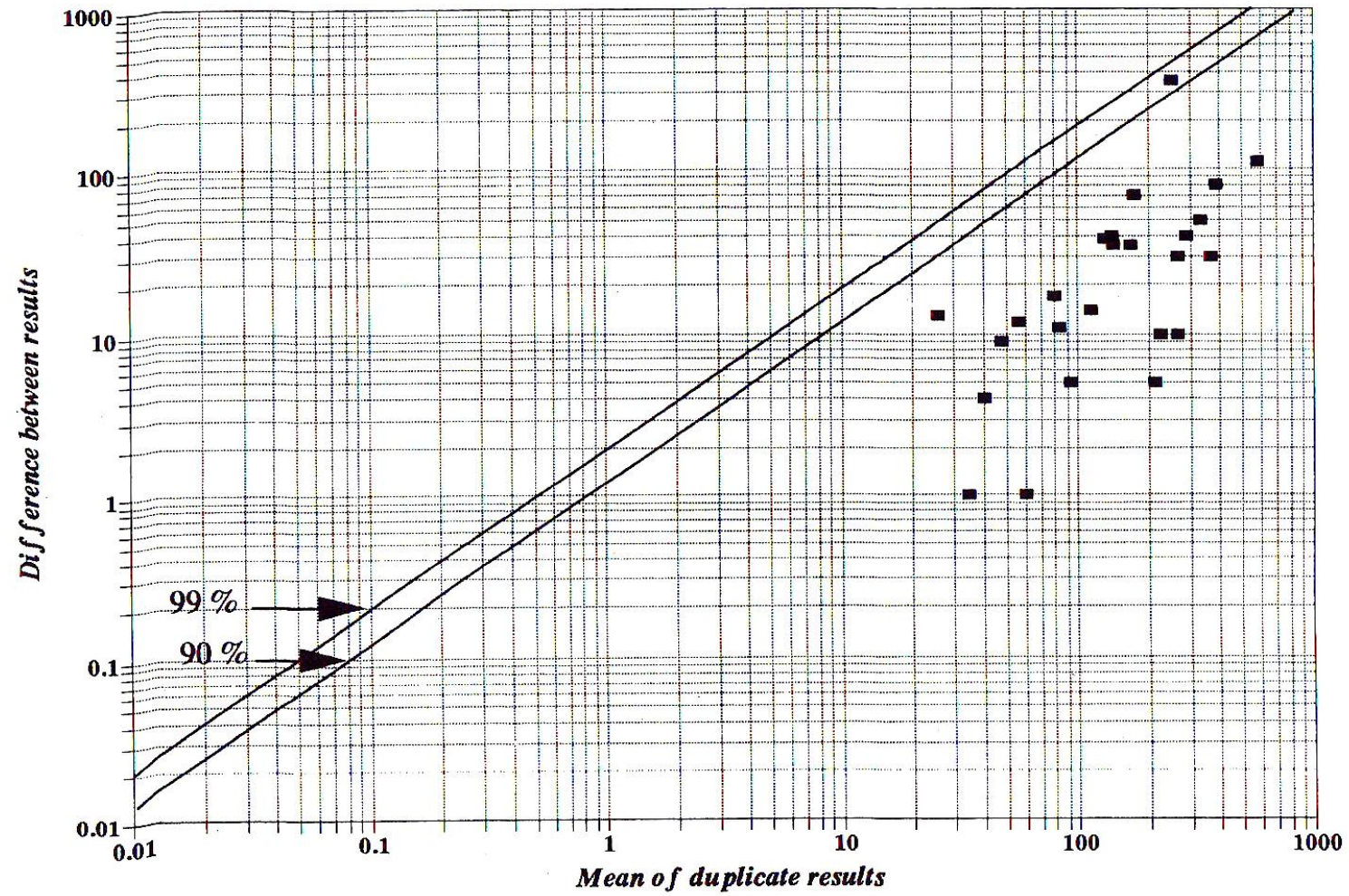
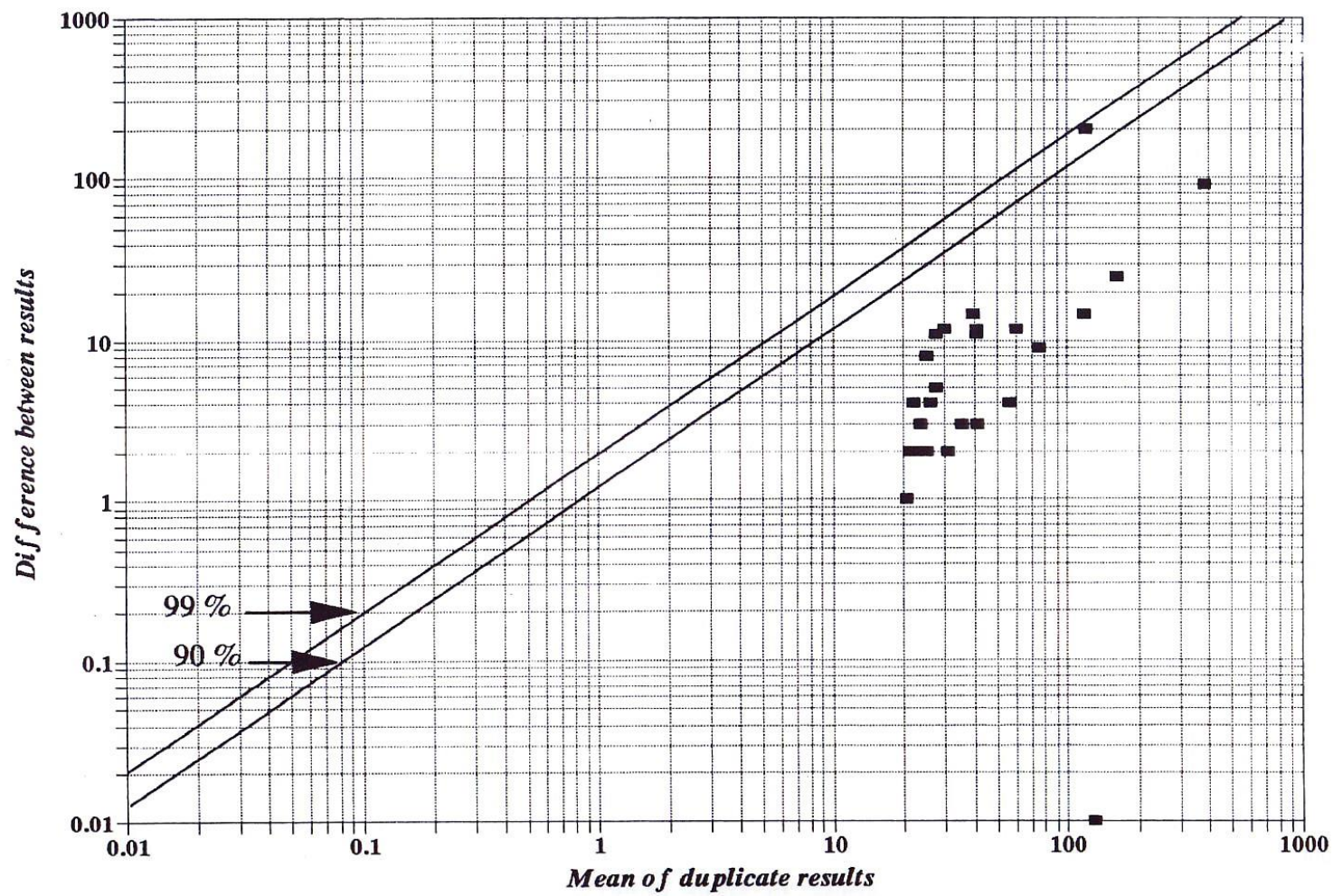


Fig. 9-5

Zn



Ag

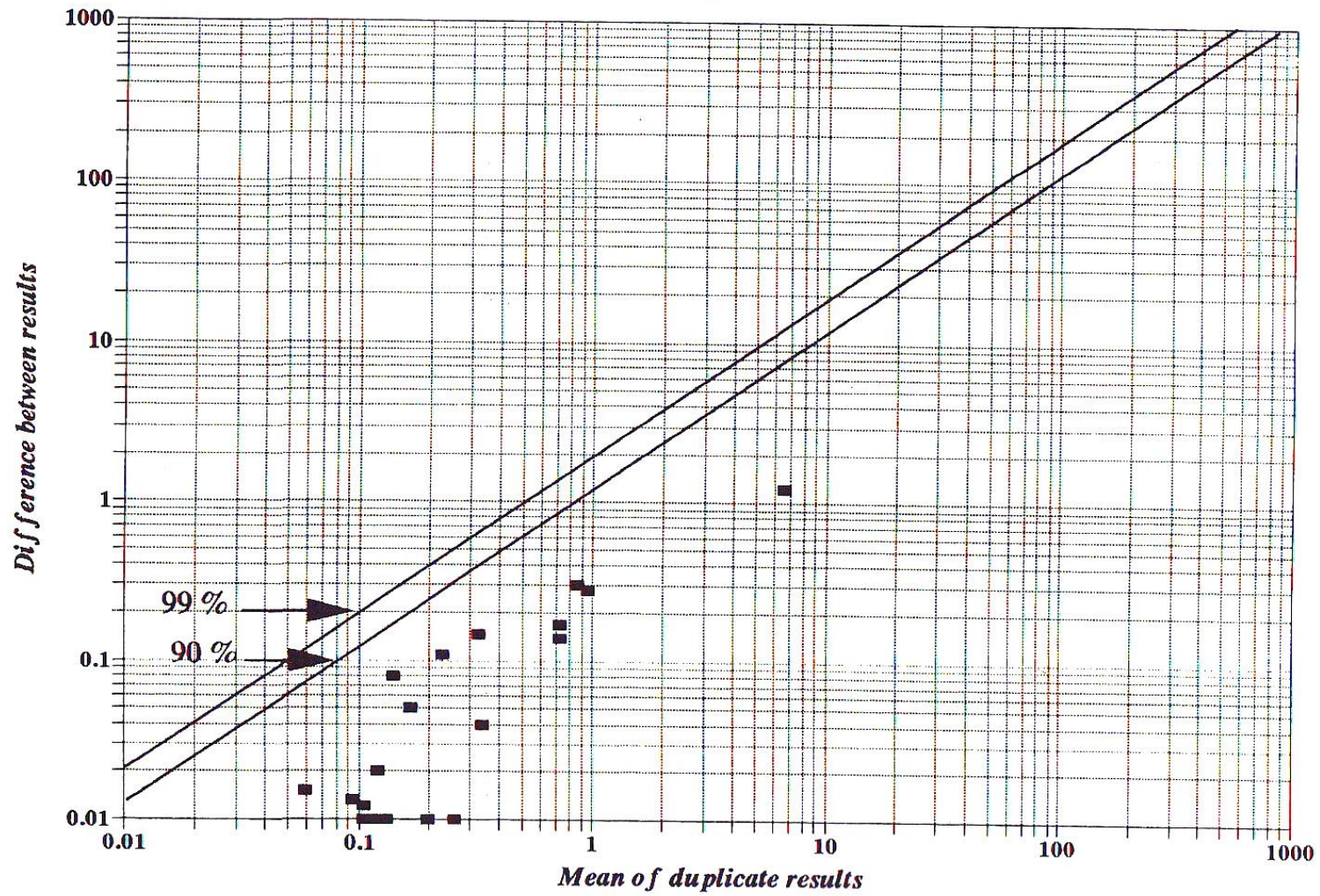


Fig. 9-7

W

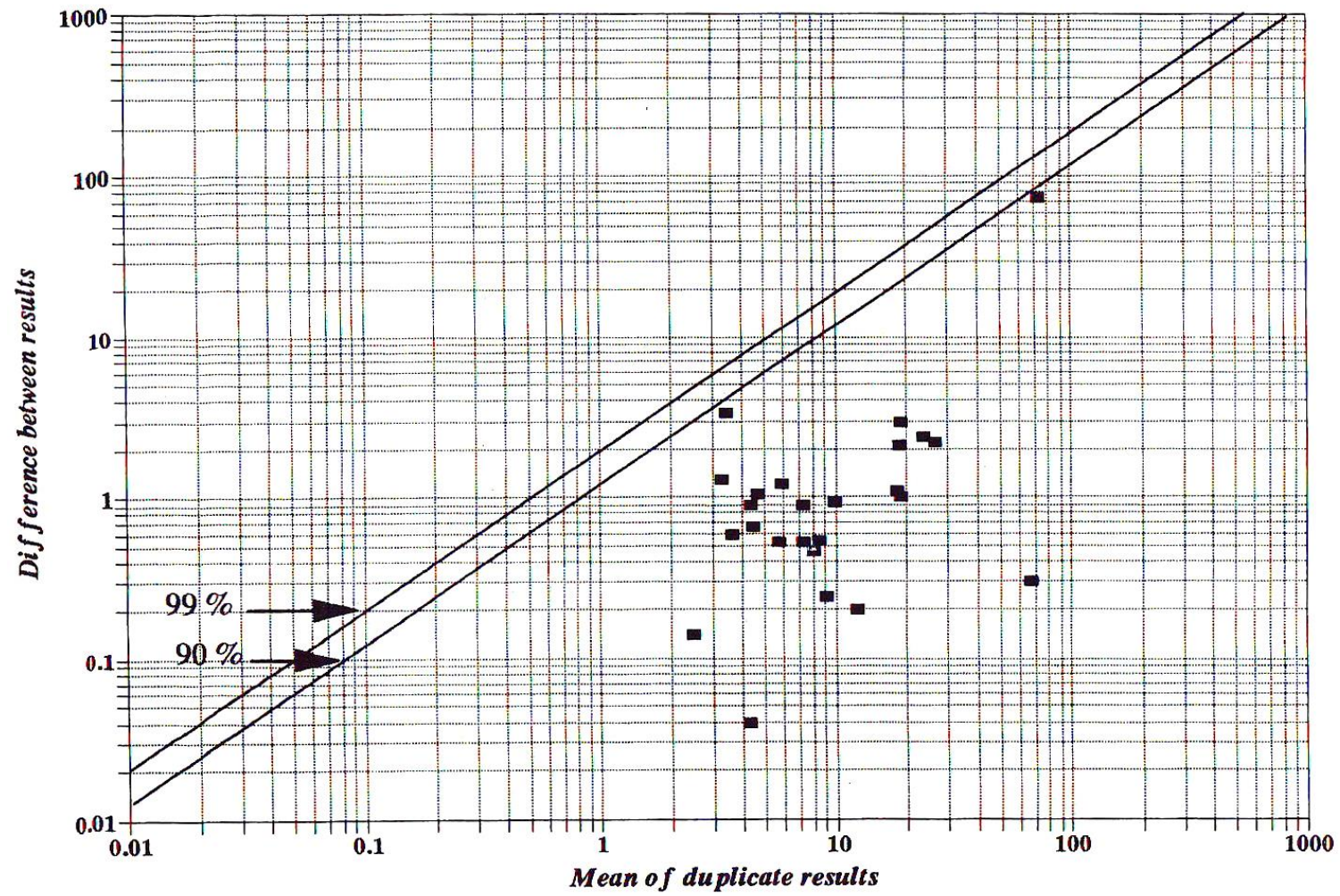


Fig.9-8

Mo

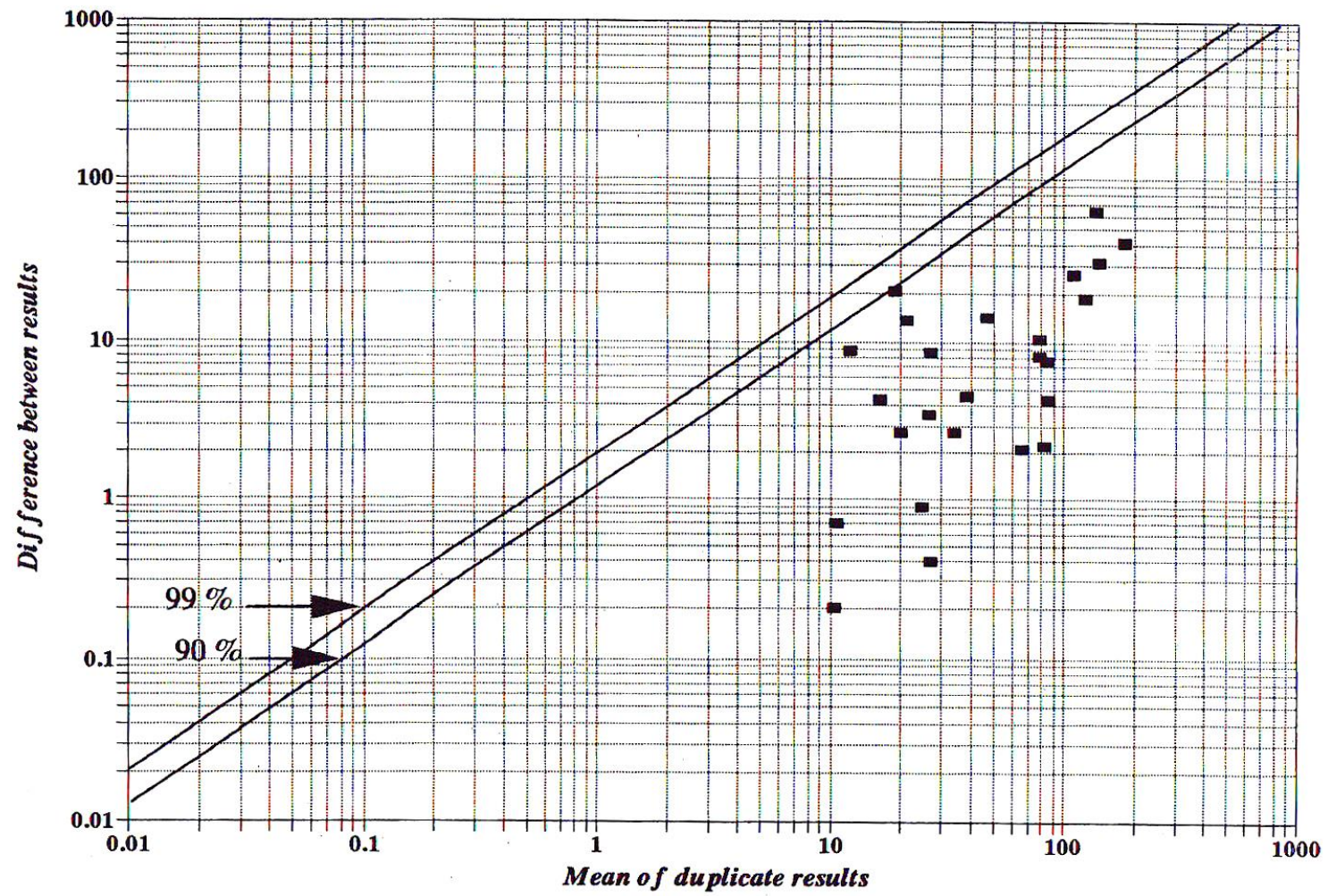


Fig. 9-9

Au

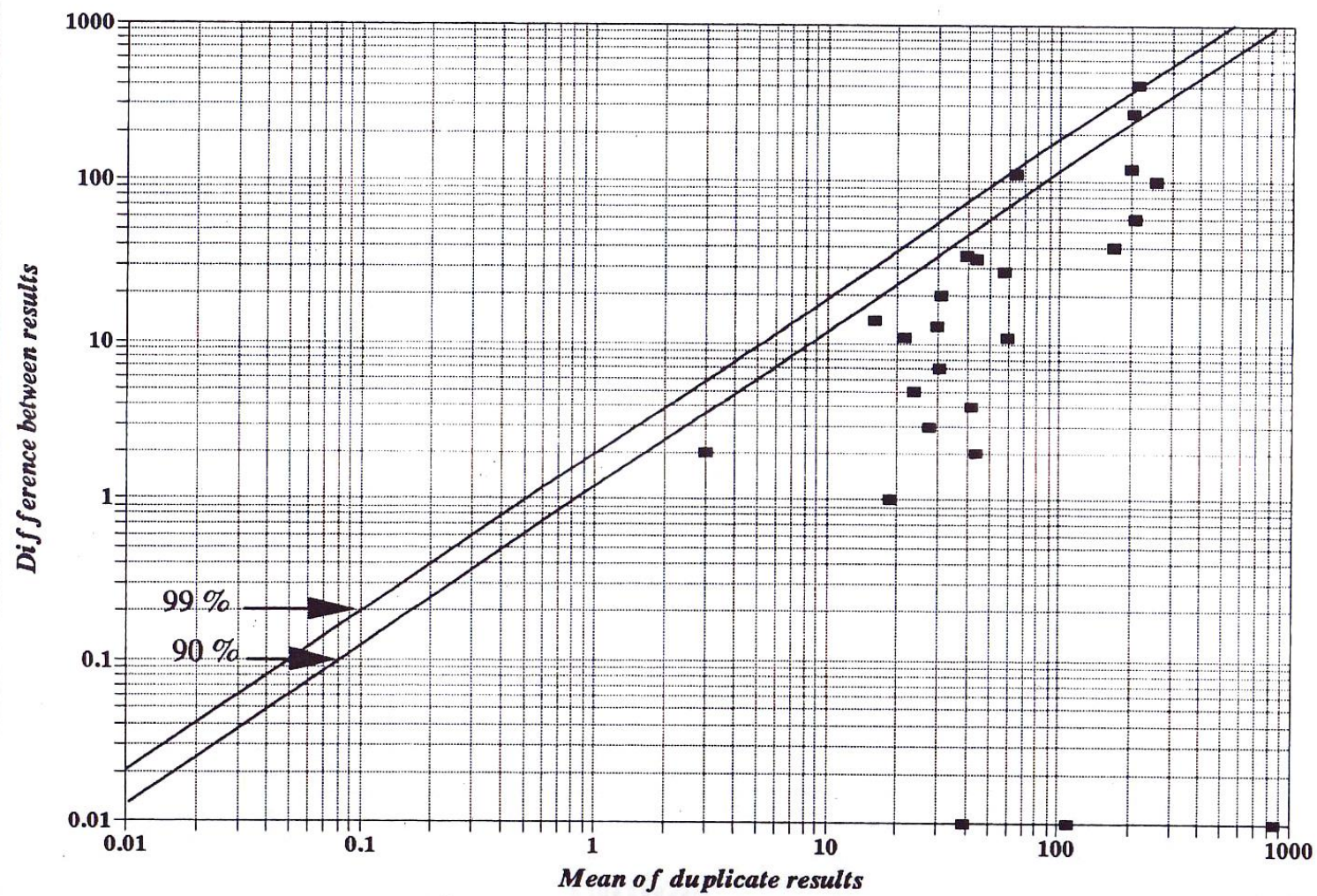


Fig. 9.10

Frequency Histogram of Arsenic
(ppm)

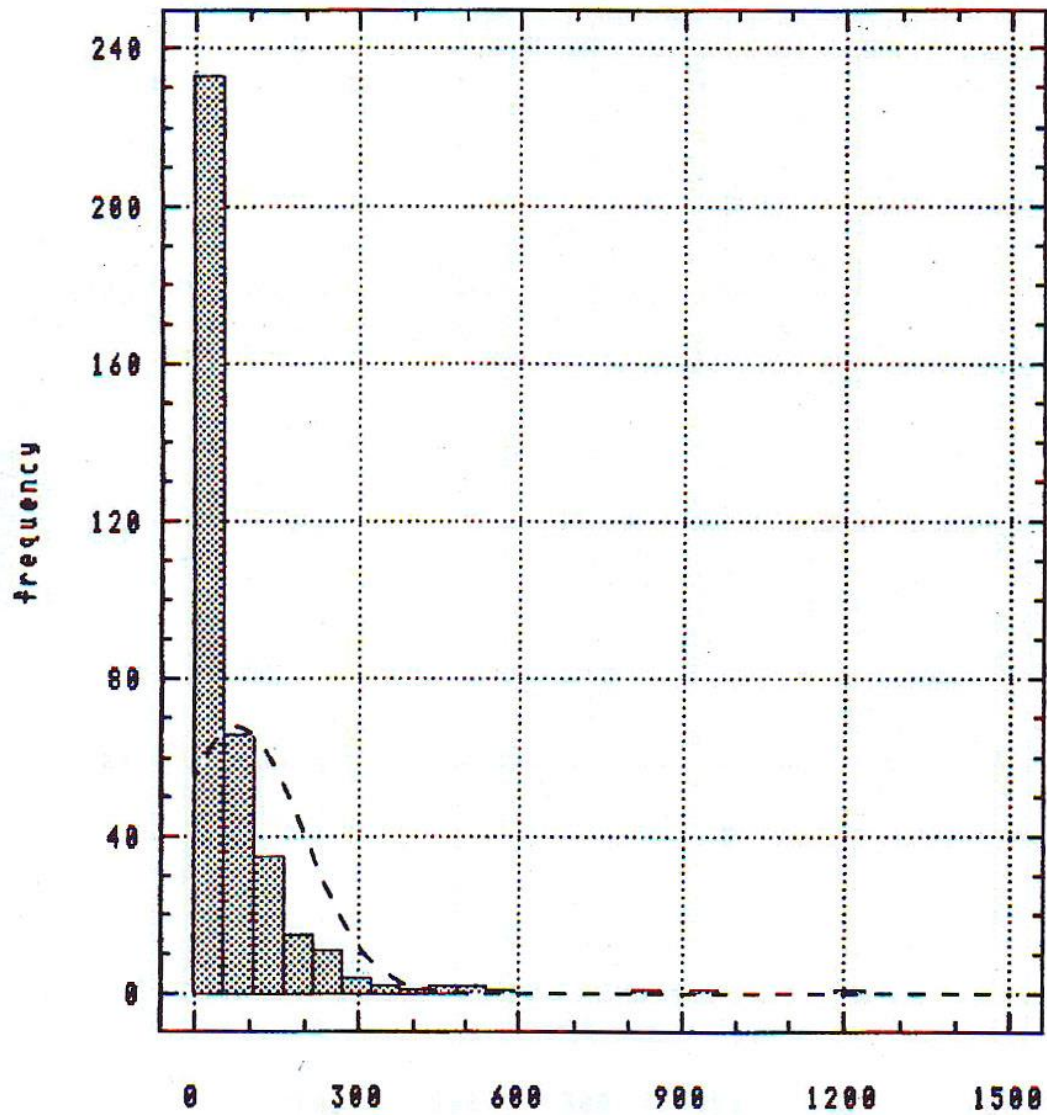


Fig.9-11

Frequency Histogram of Antimony
(ppm)

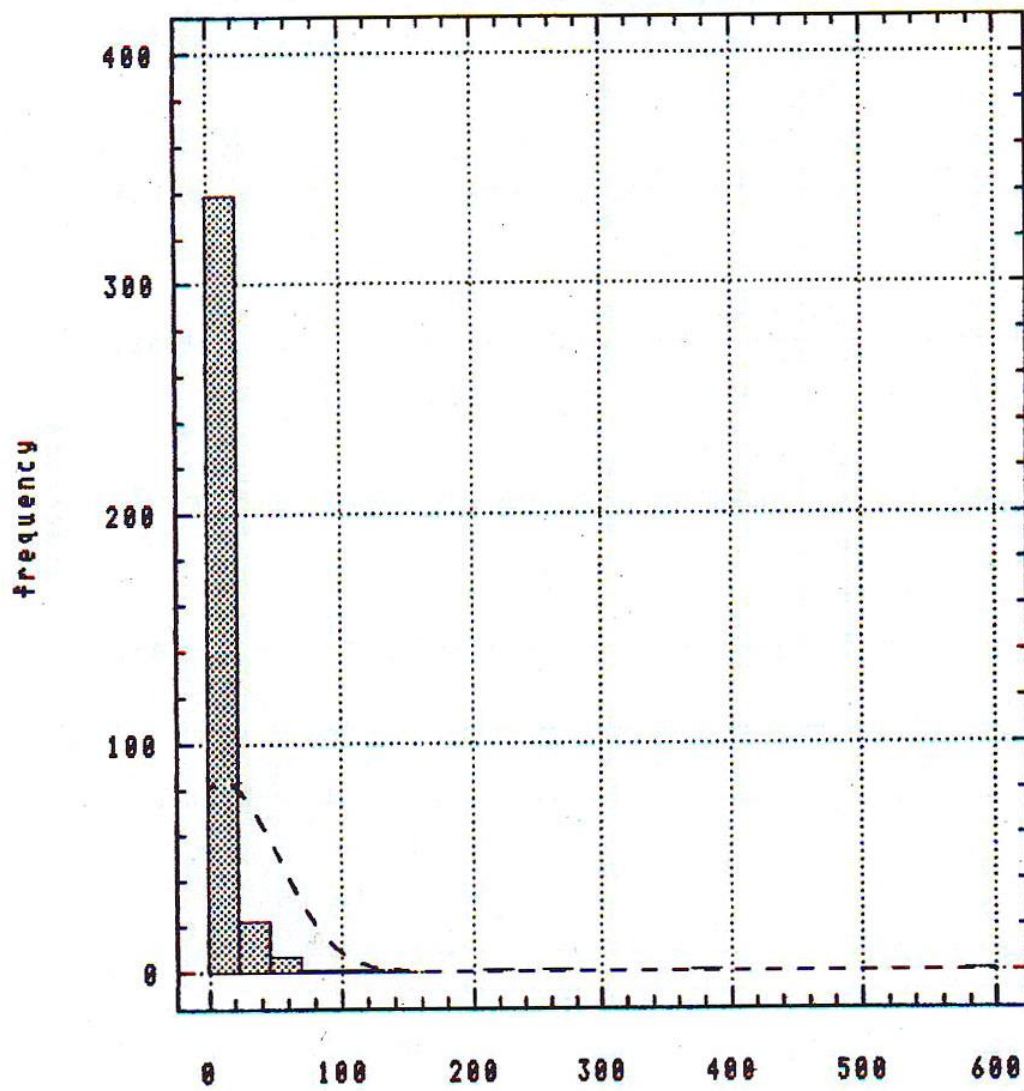


Fig. 9-12

Frequency Histogram of Bismuth
(ppm)

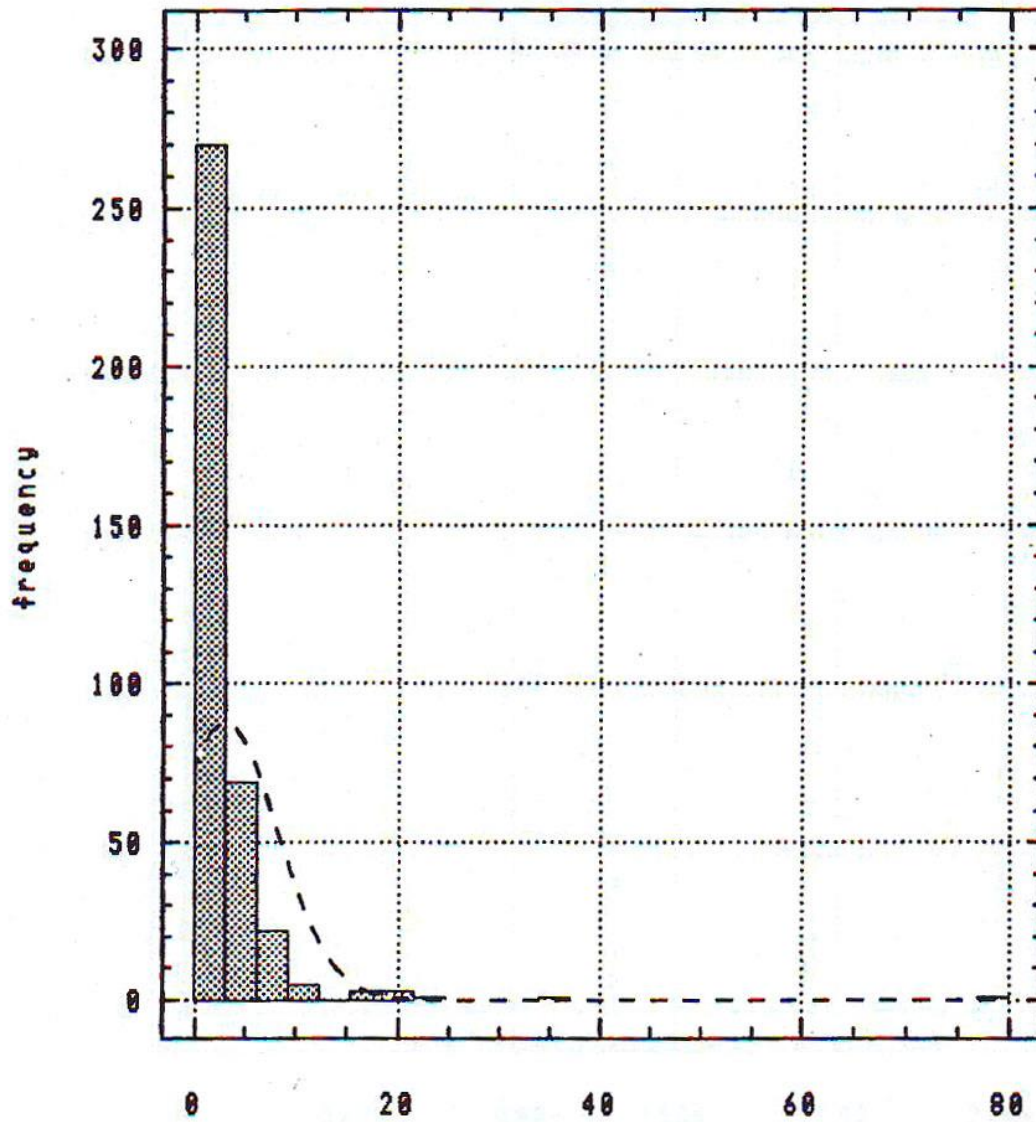


Fig.9-13

Frequency Histogram of Copper
(ppm)

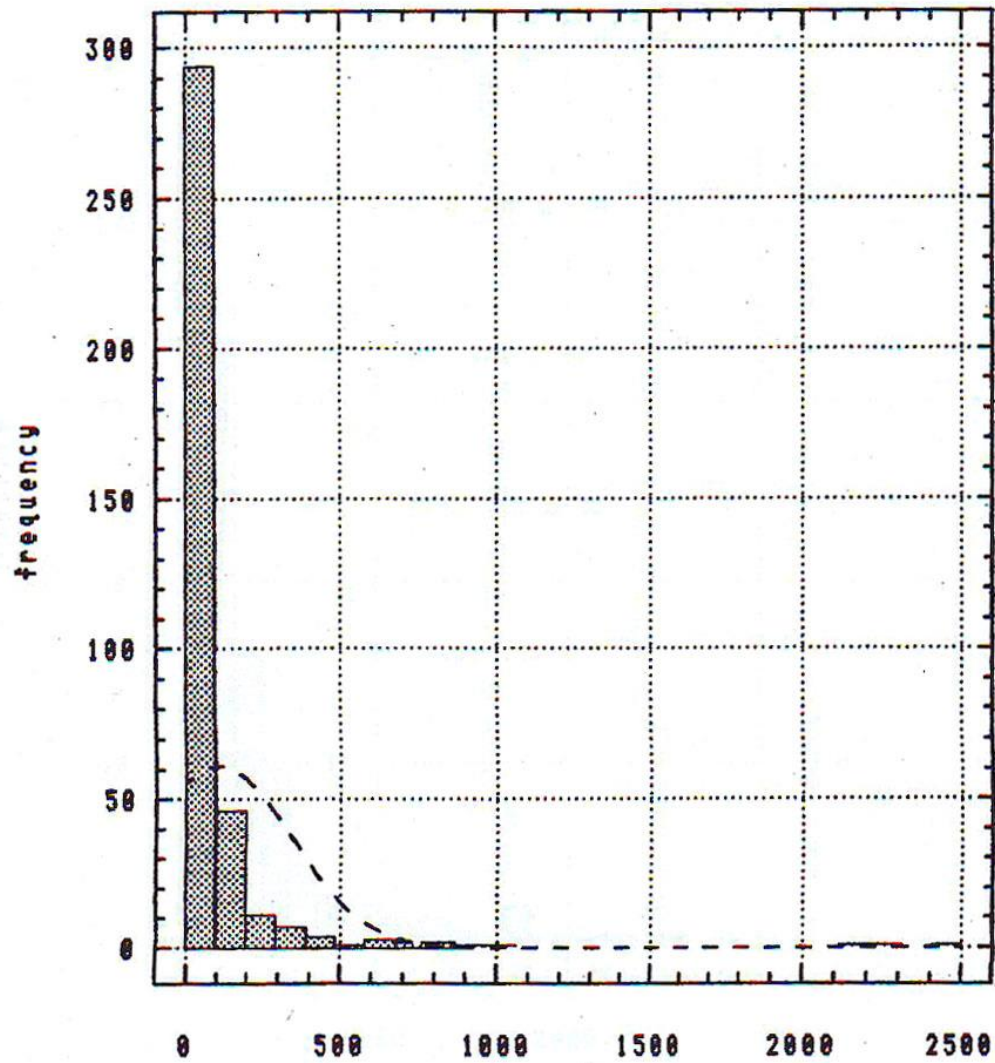


Fig.9-14

Frequency Histogram of Lead
(ppm)

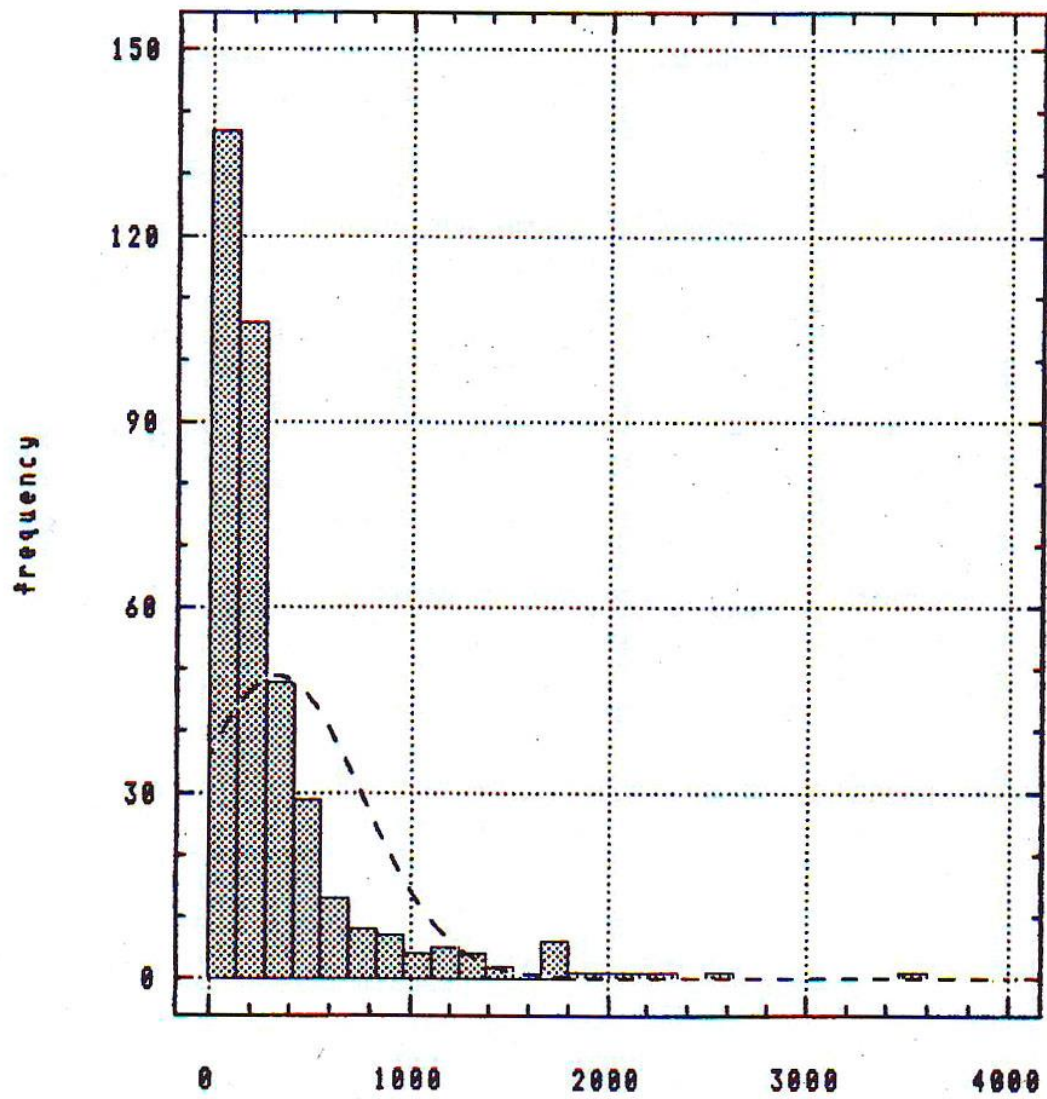


Fig.9-15

Frequency Histogram of Lead
(ppm)

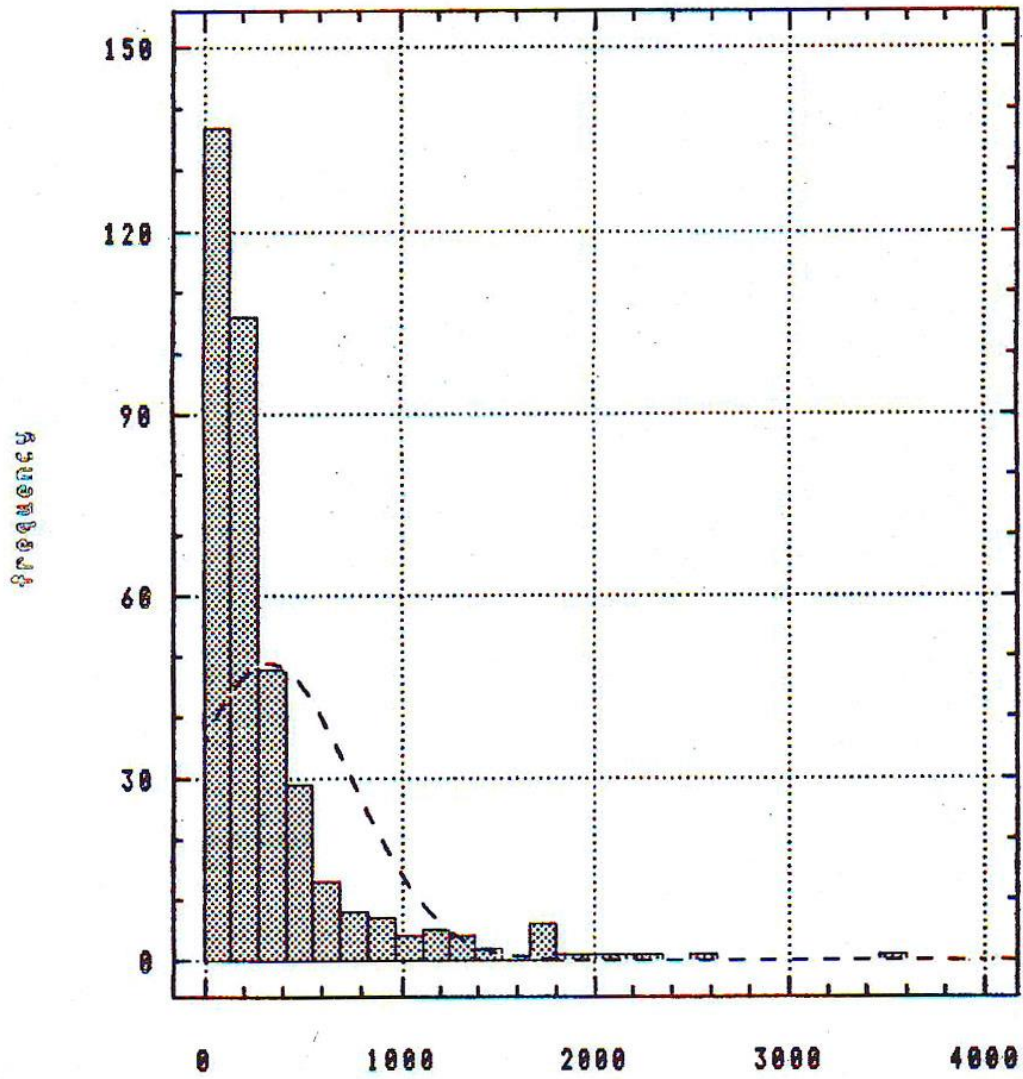


Fig.9-15

Frequency Histogram of Lead
(ppm)

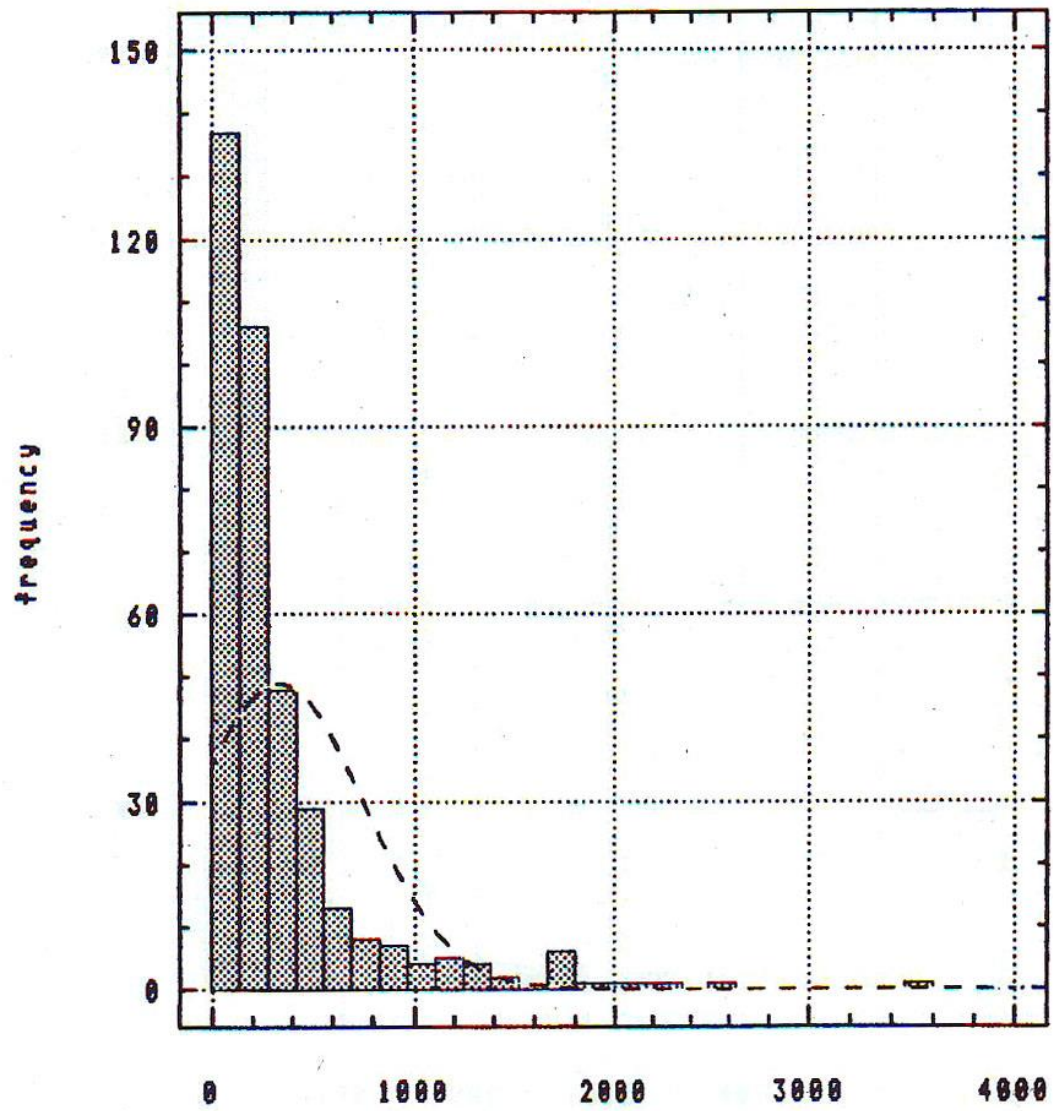


Fig.9-15

Frequency Histogram of Zinc
(ppm)

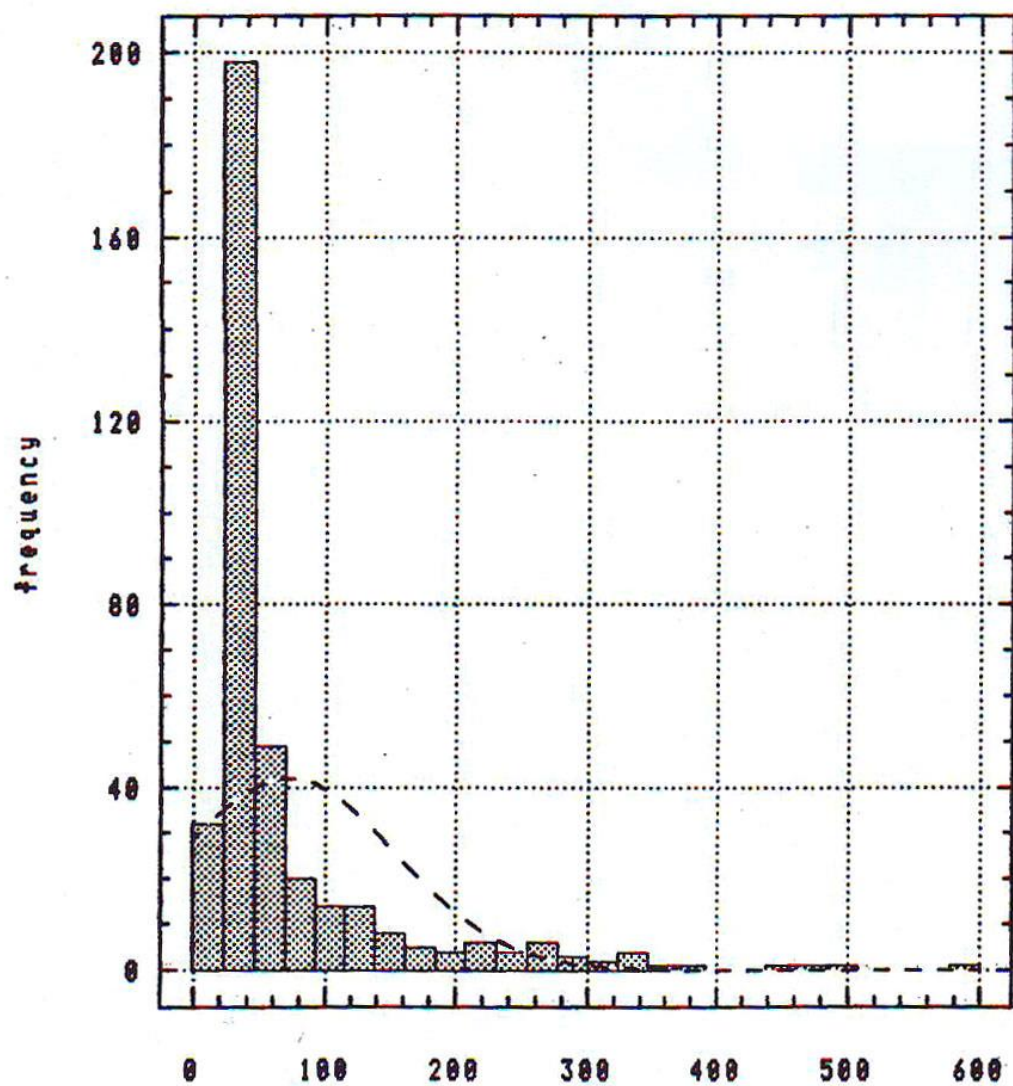


Fig.9-16

Frequency Histogram of Silver

(ppm)

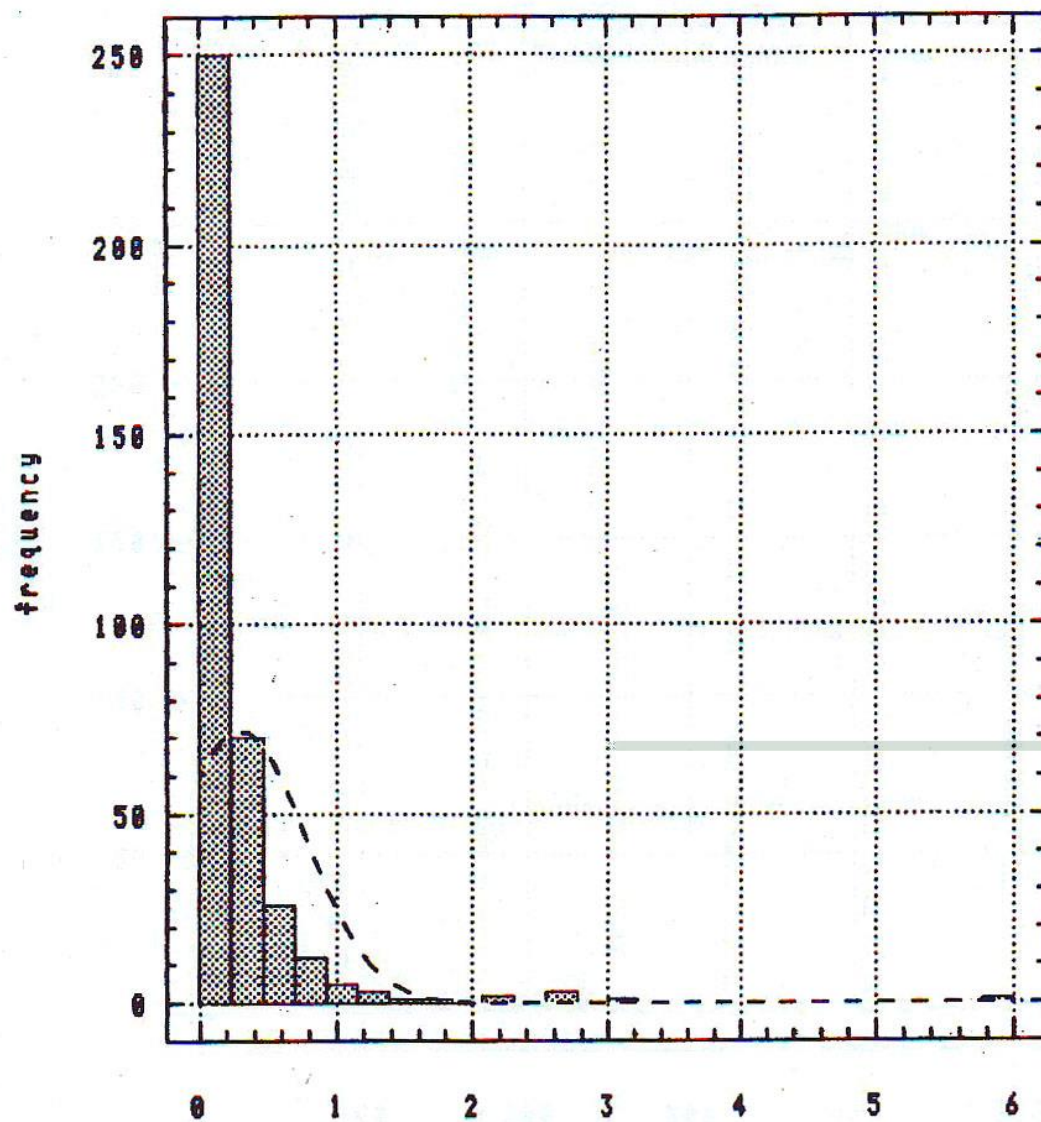


Fig.9-17

Frequency Histogram of Tungsten
(ppm)

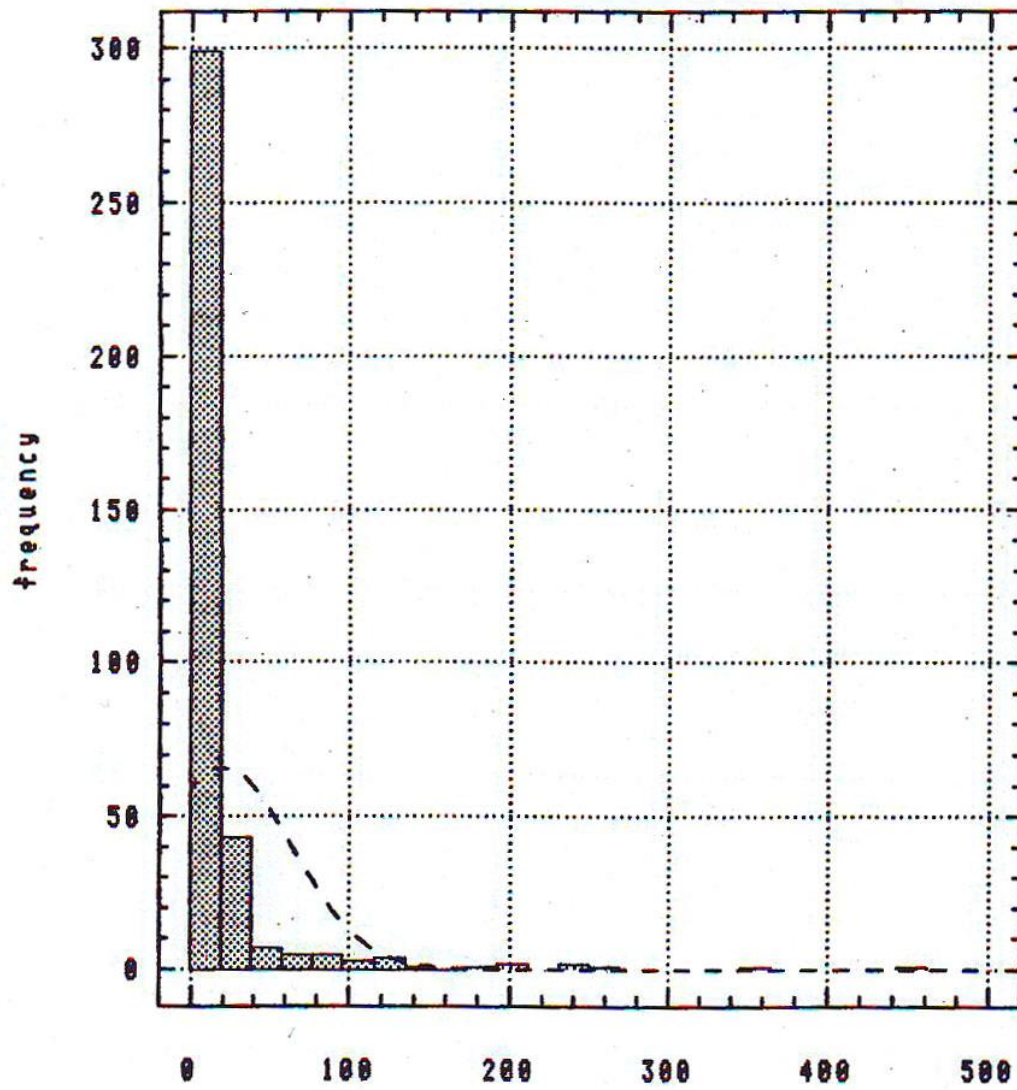


Fig.9-18

Frequency Histogram of Molybdenum
(ppm)

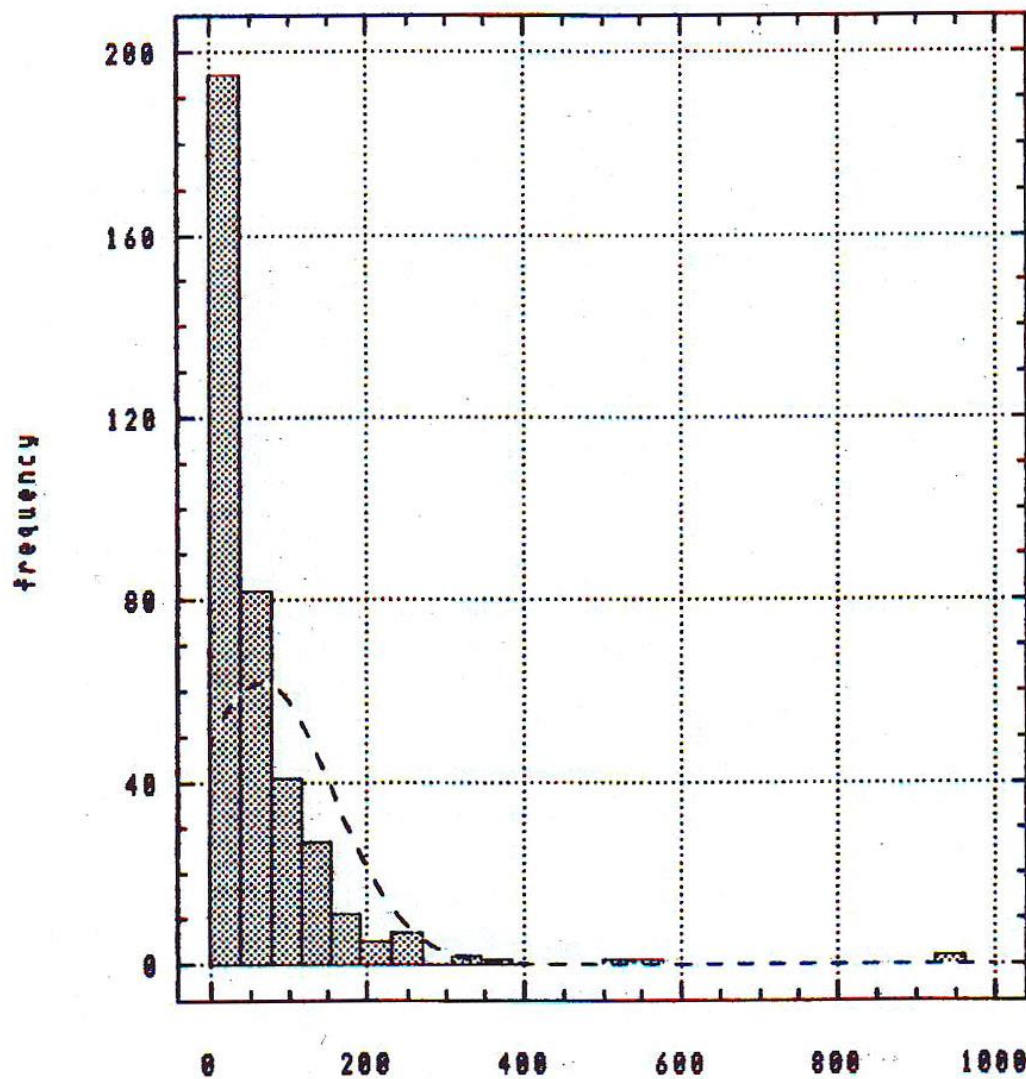


Fig.9-19

Frequency Histogram of Gold
(ppb)

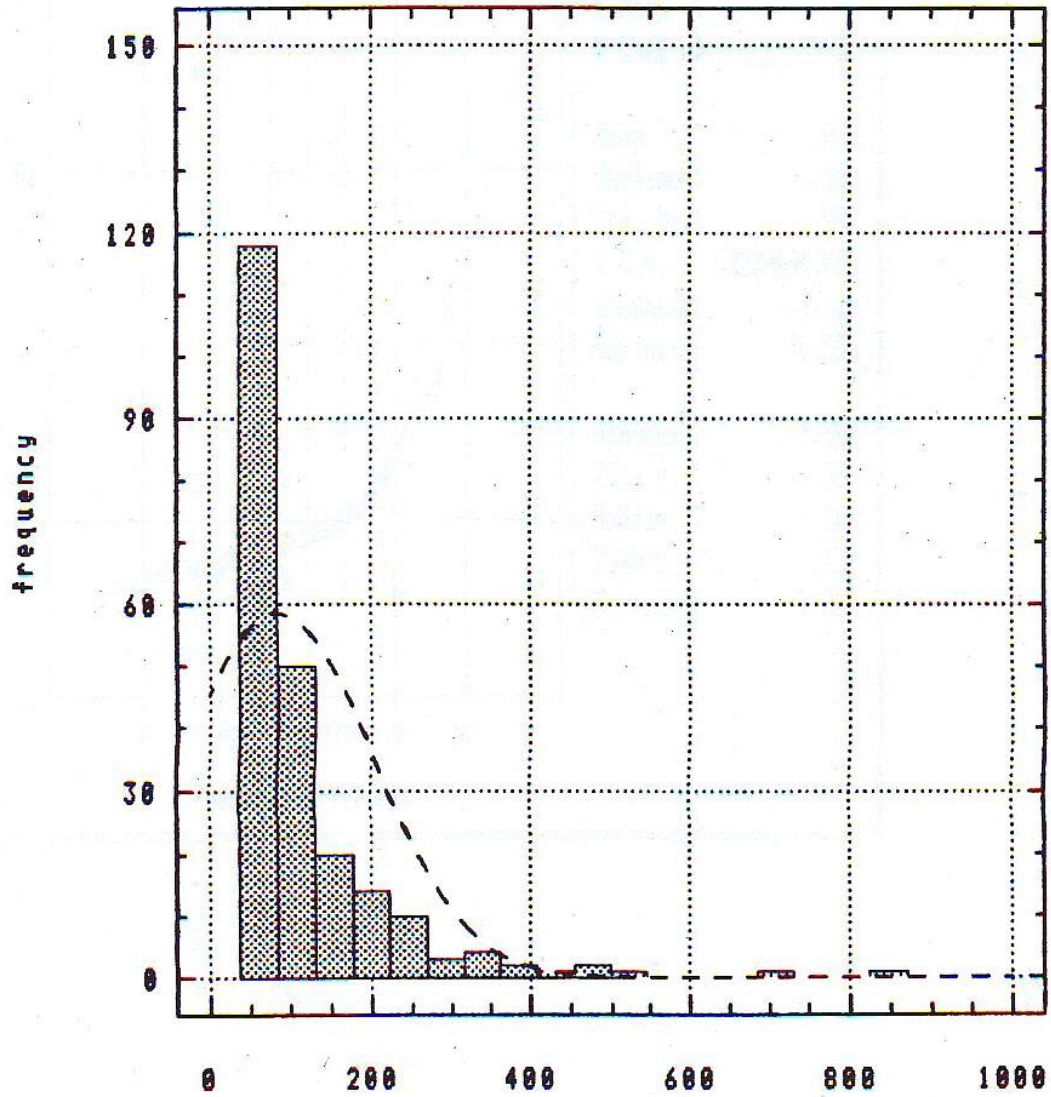


Fig.9-20

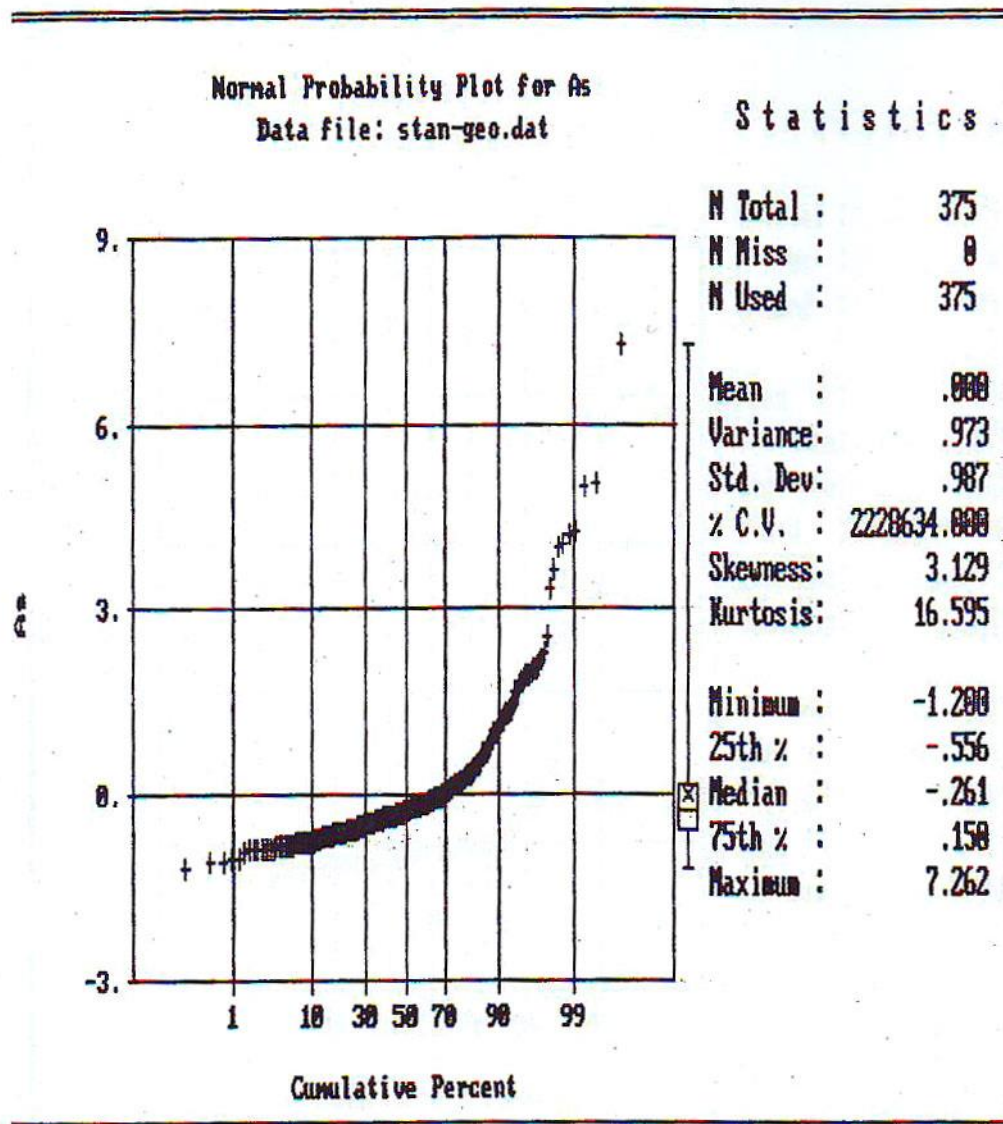


Fig. 9-21

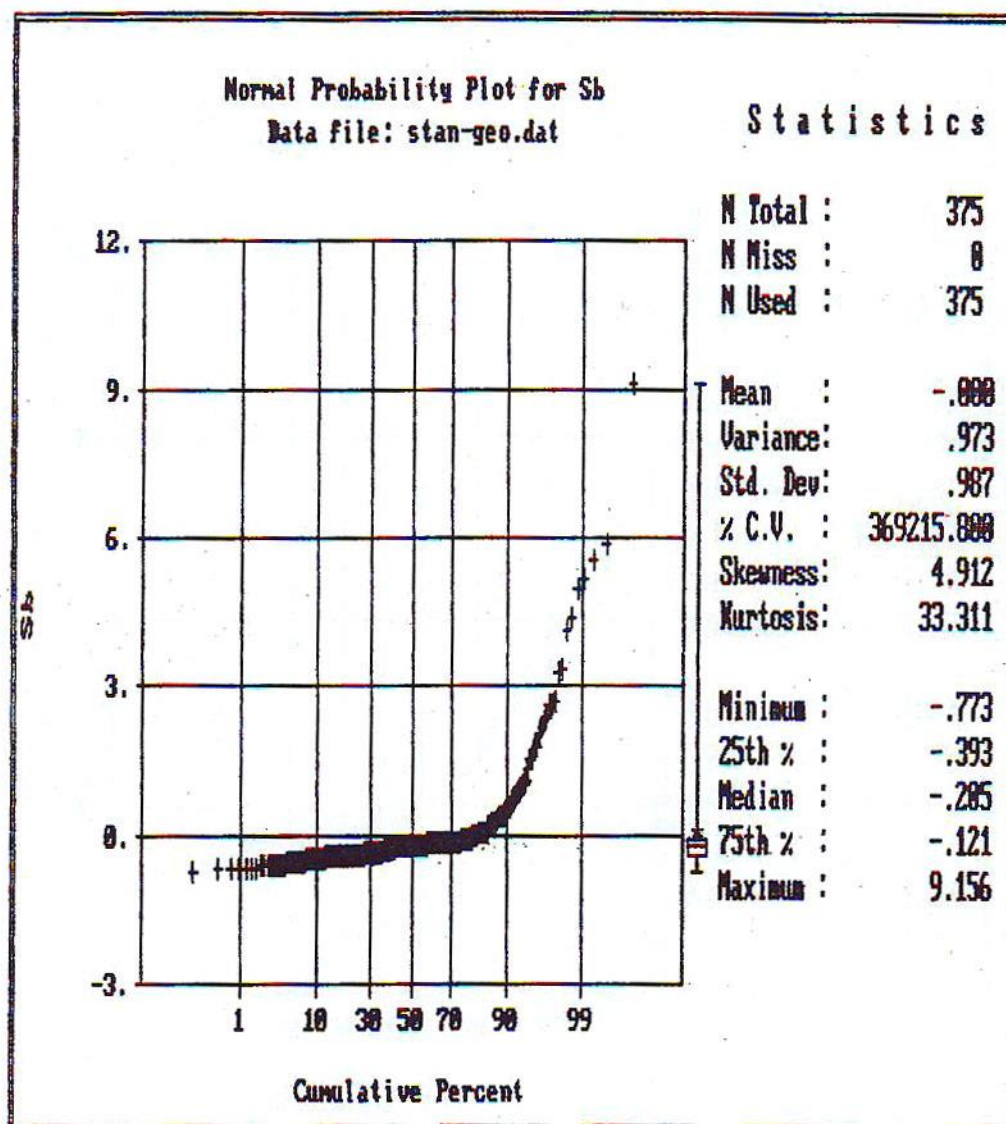


Fig. 9-22

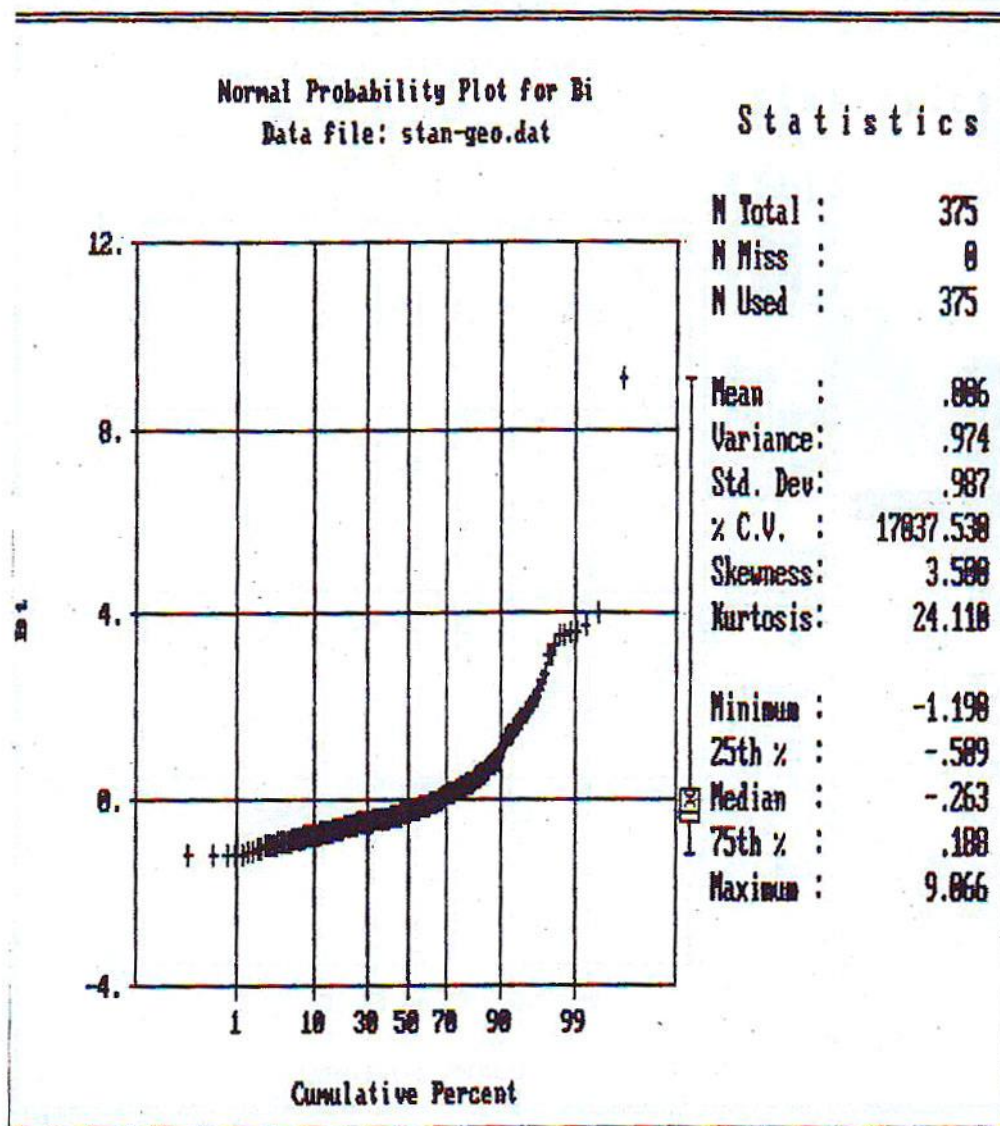


Fig. 9-23

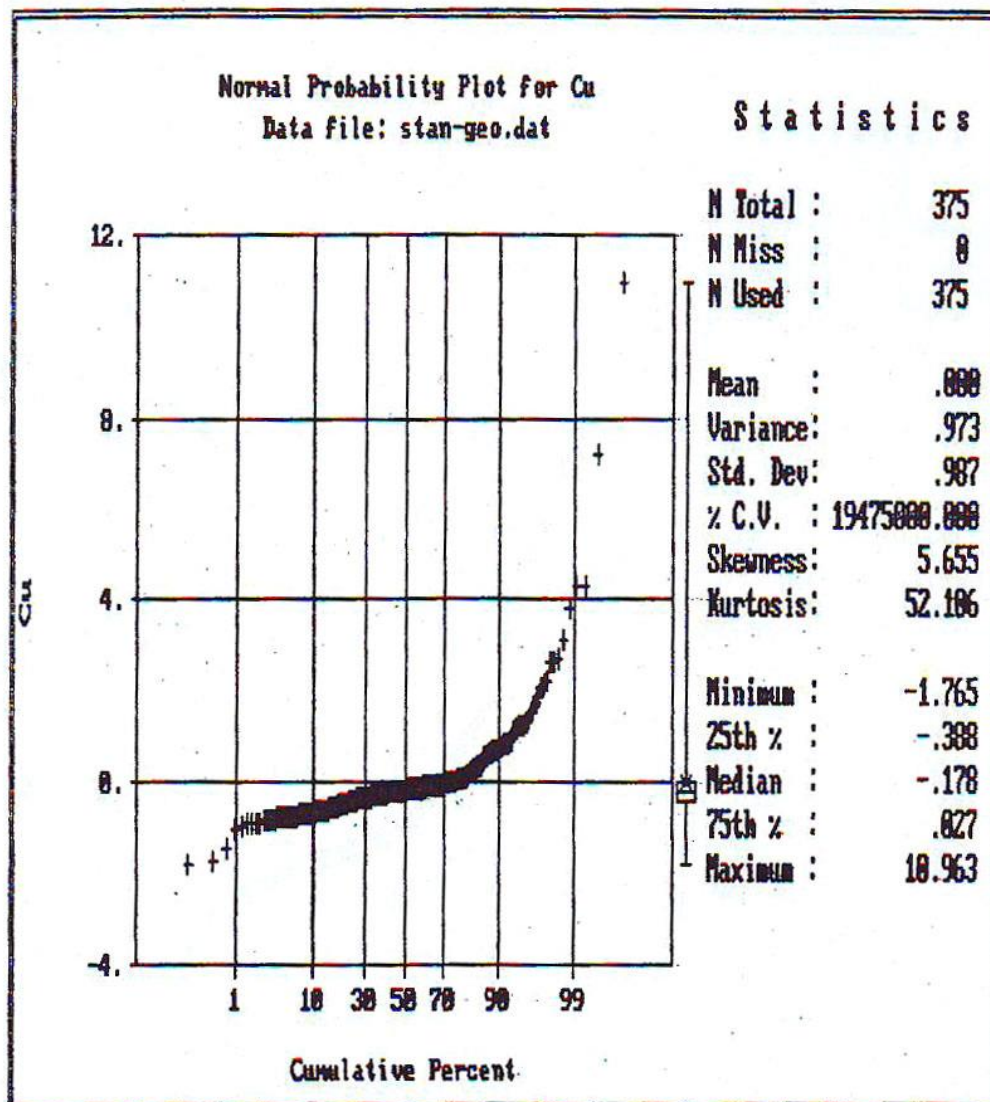


Fig. 9-24

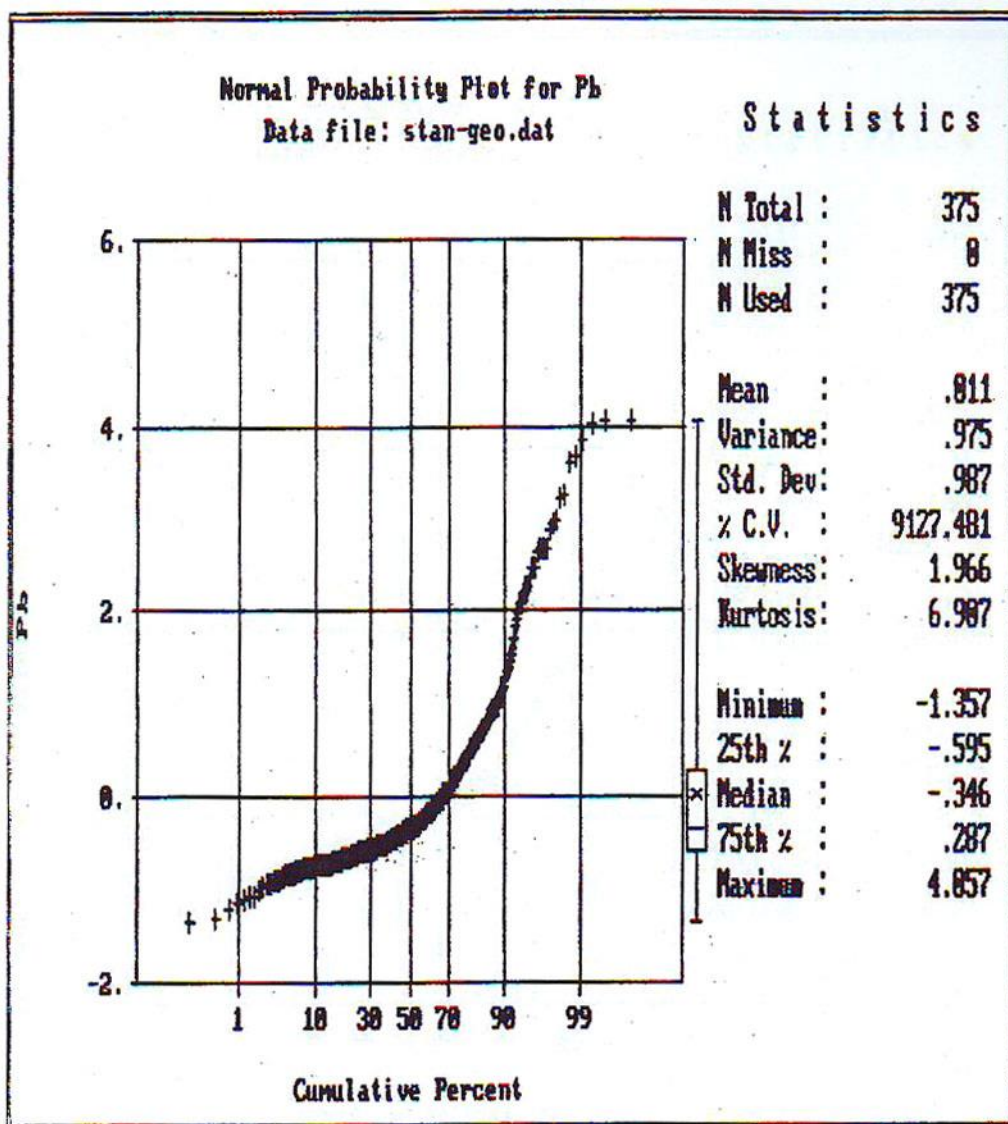


Fig. 9-25

Normal Probability Plot for Zn
Data file: stan-geo.dat

Statistics

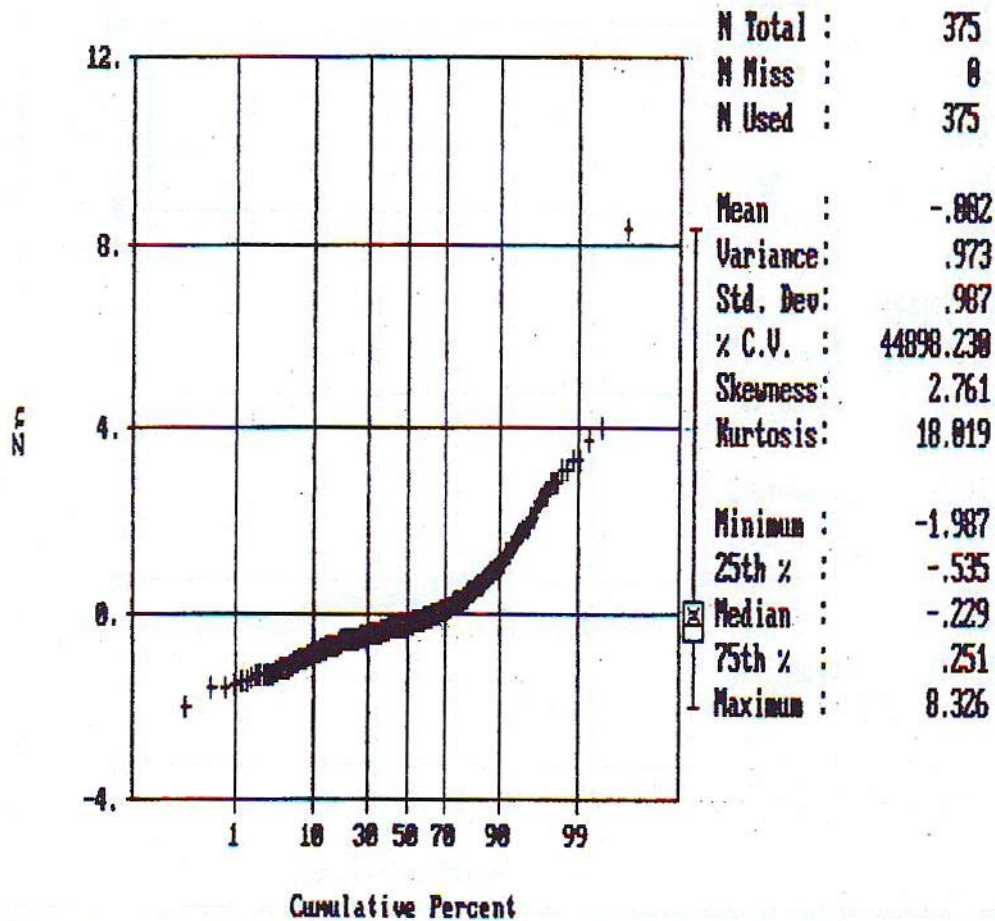


Fig. 9-26

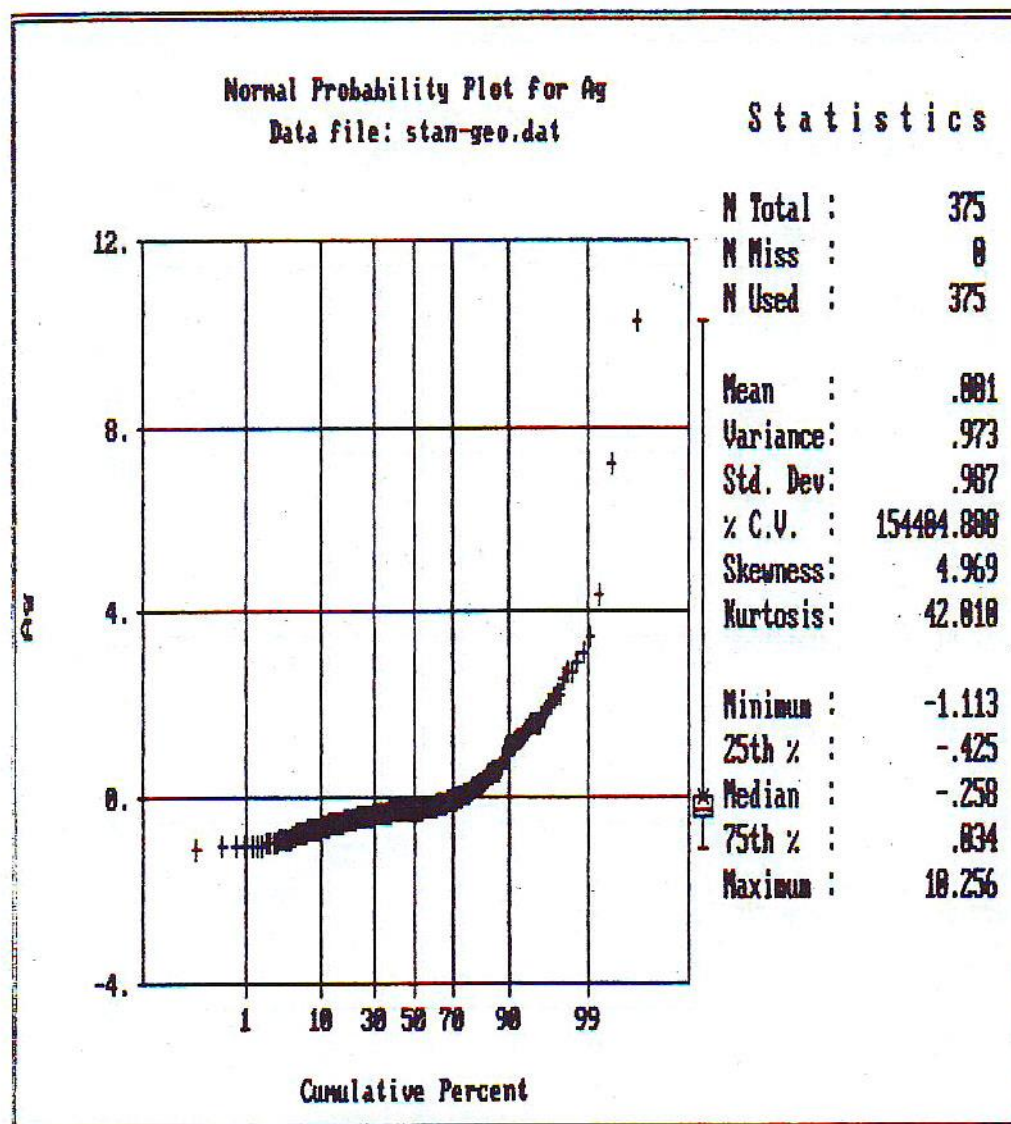


Fig. 9-27

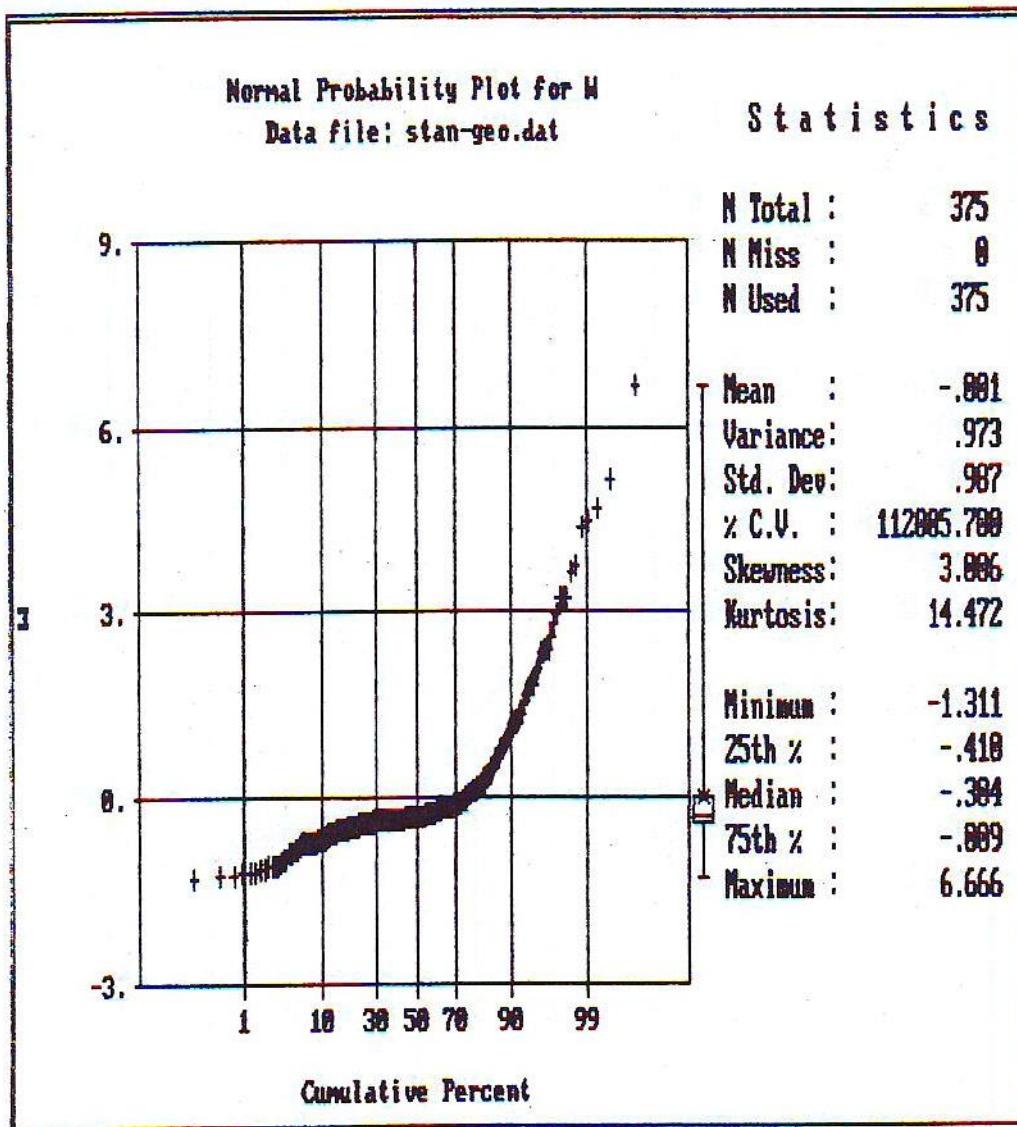
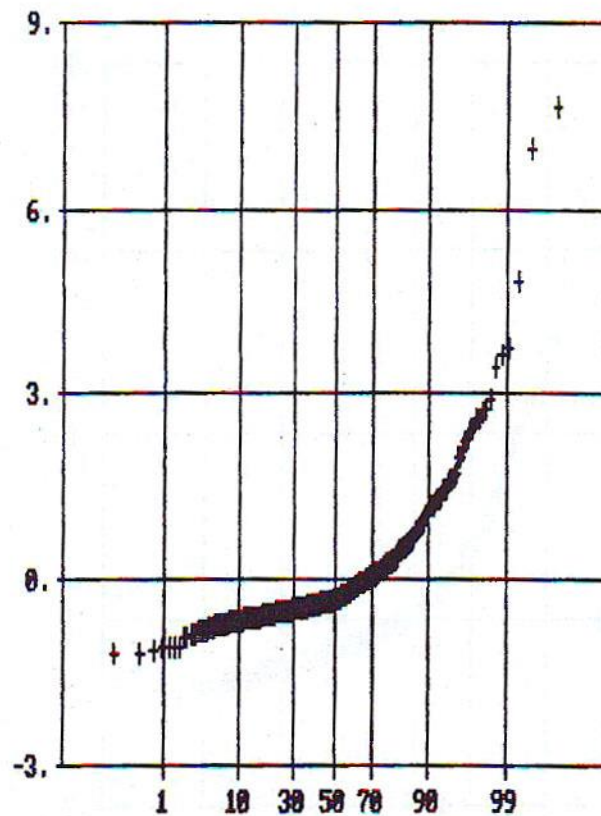


Fig. 9-28

Normal Probability Plot for Mo
Data file: stan-geo.dat

Statistics



N Total :	375
N Miss :	0
N Used :	375
Mean :	.006
Variance:	.974
Std. Dev:	.987
% C.V. :	16427.390
Skewness:	3.445
Kurtosis:	20.912
Minimum :	-1.287
25th % :	-.525
Median :	-.329
75th % :	.174
Maximum :	7.654

Fig. 9-29

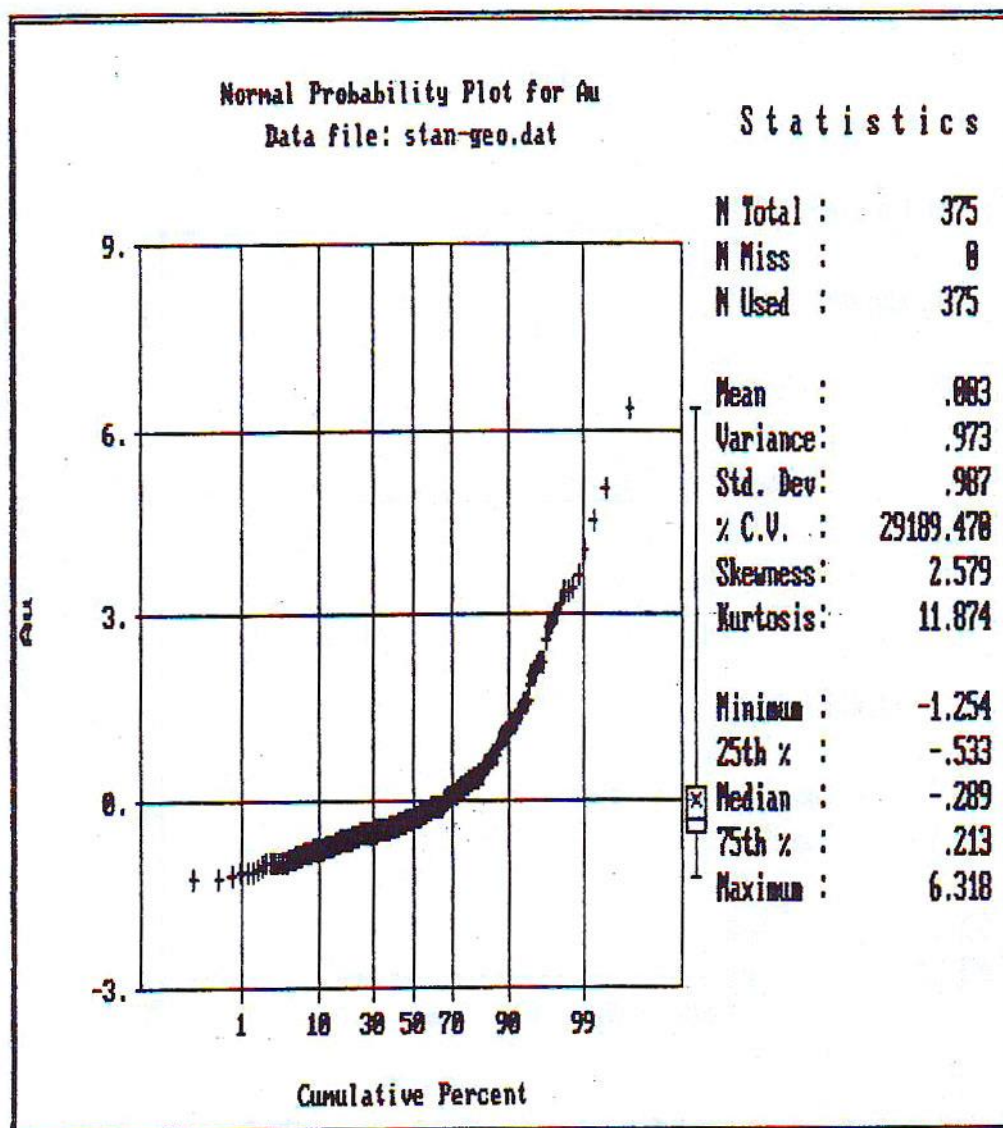


Fig. 9-30

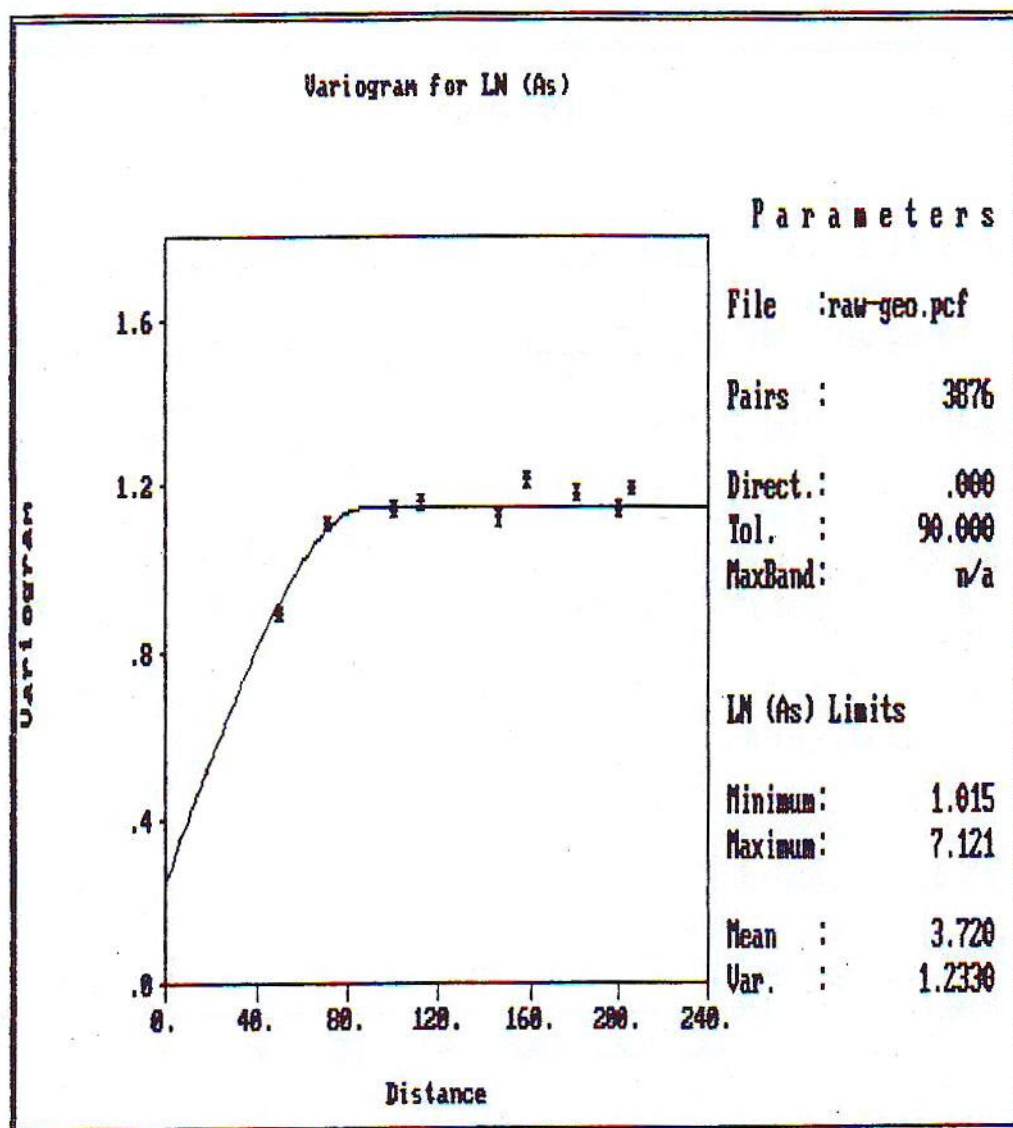


Fig. 9-33

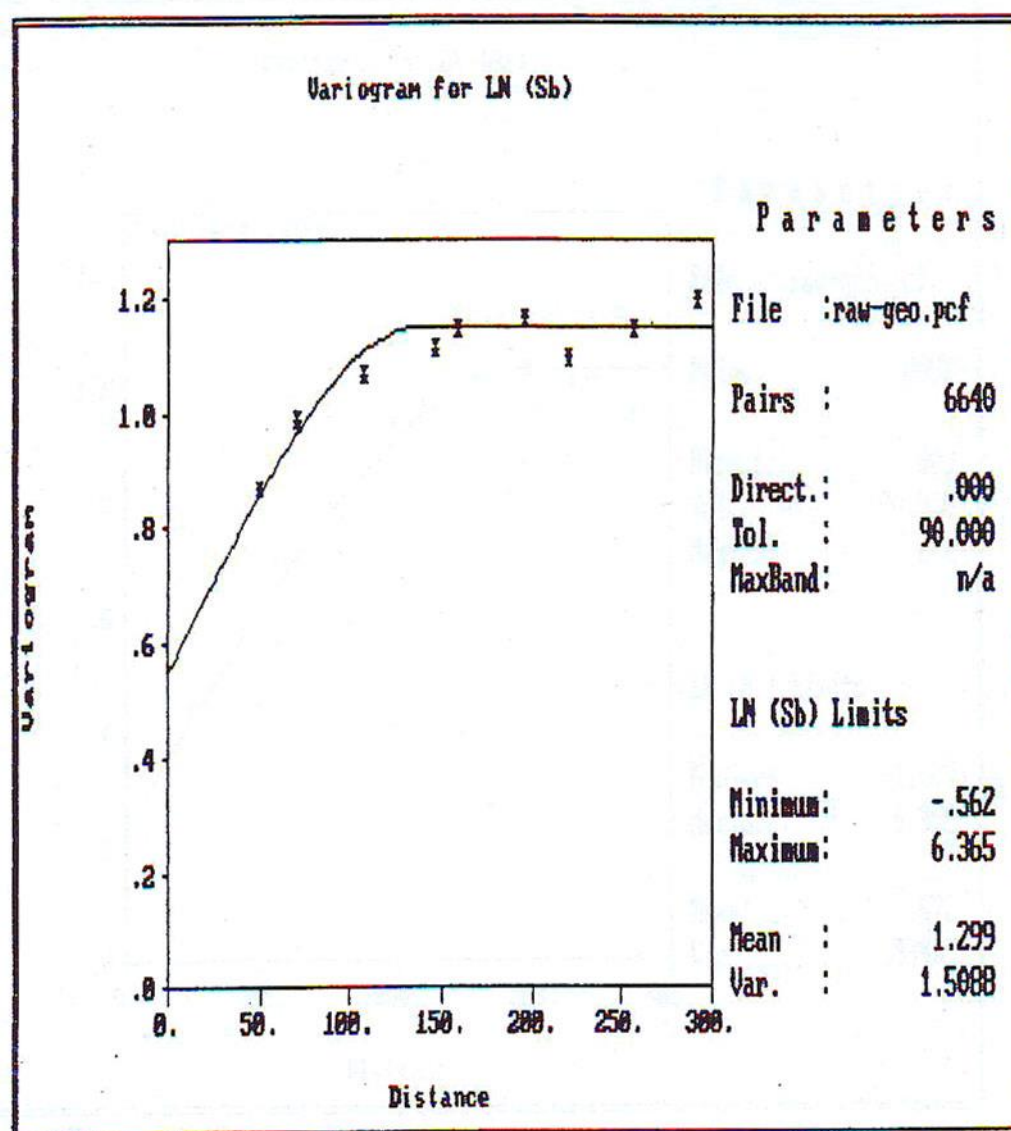


Fig. 9-34

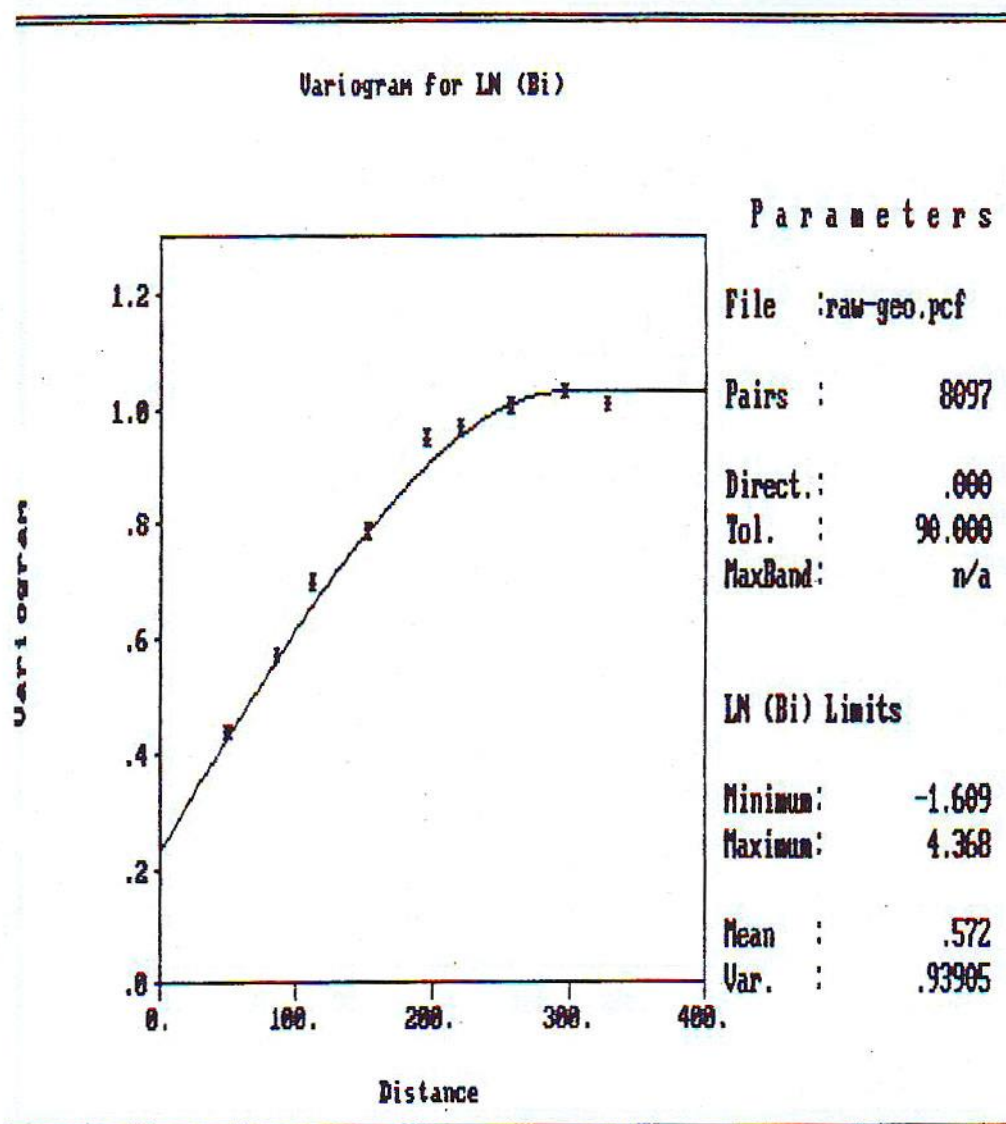


Fig. 9-35

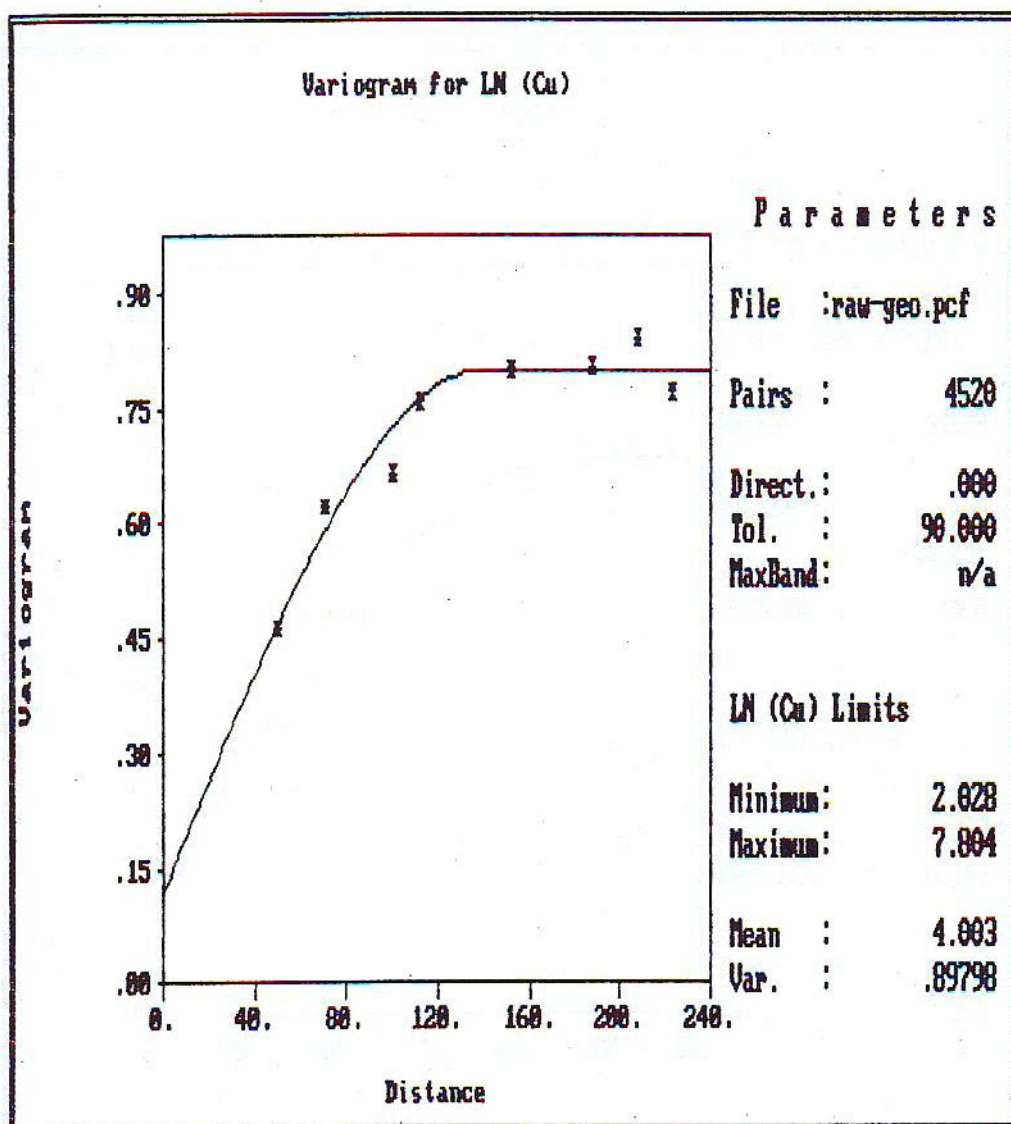


Fig. 9-36

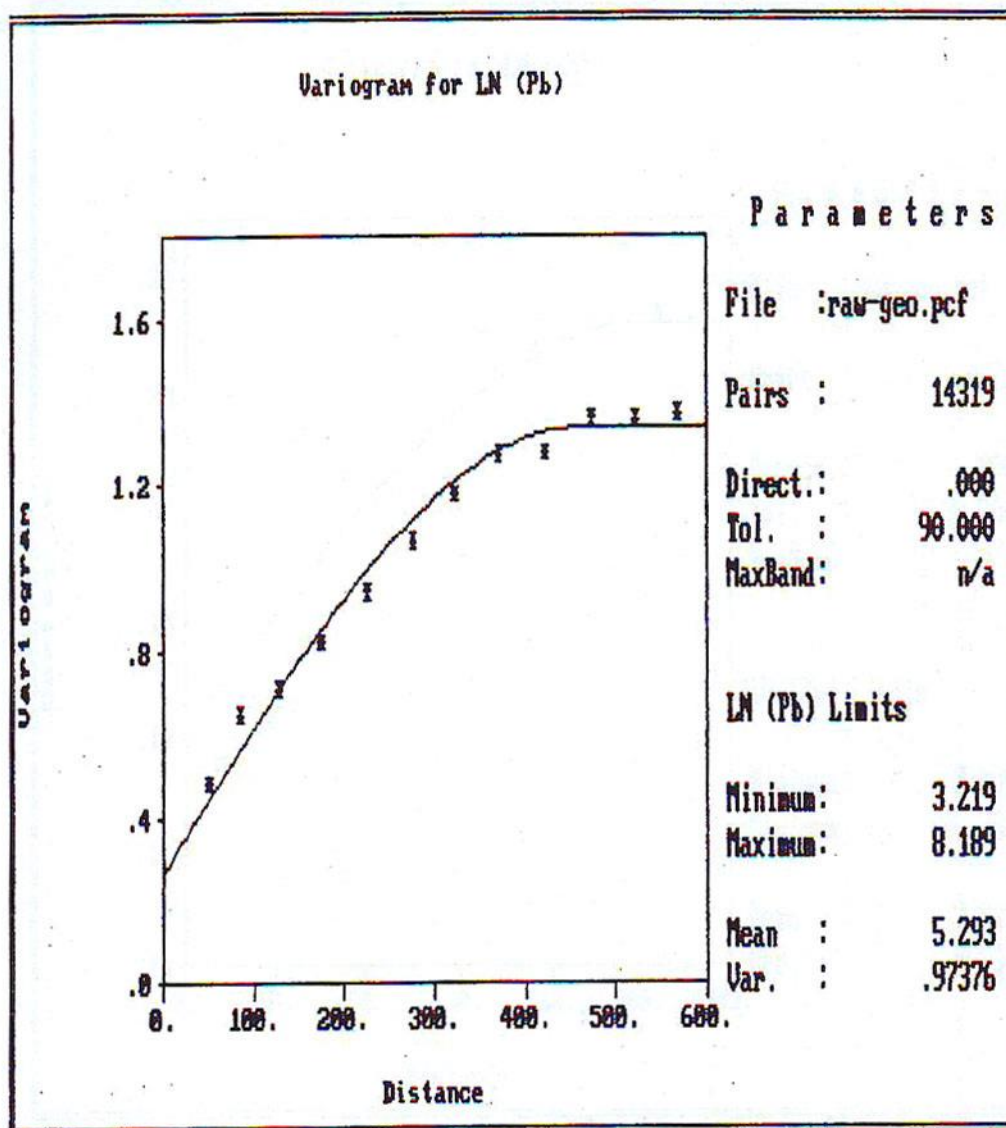


Fig. 9-37

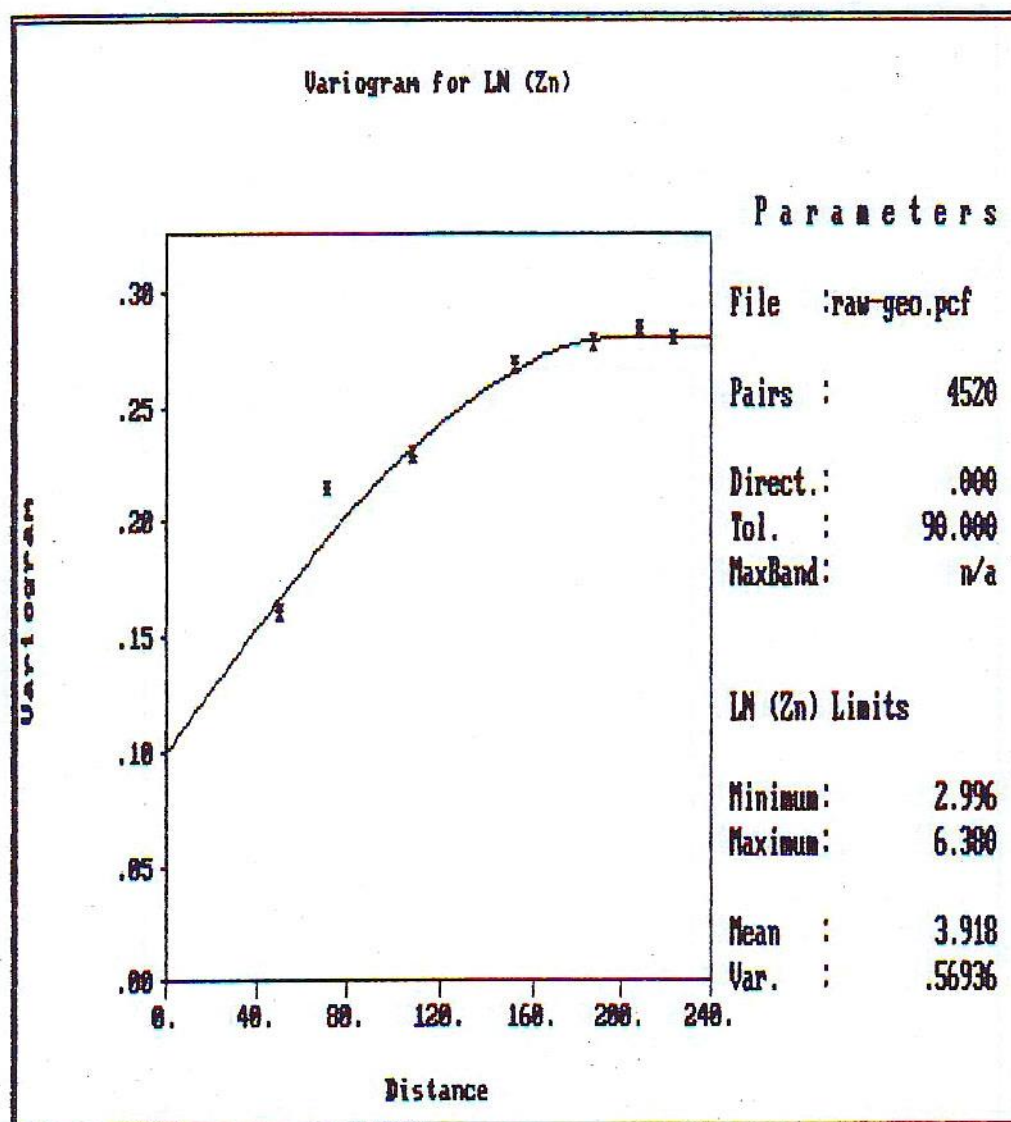


Fig. 9-38

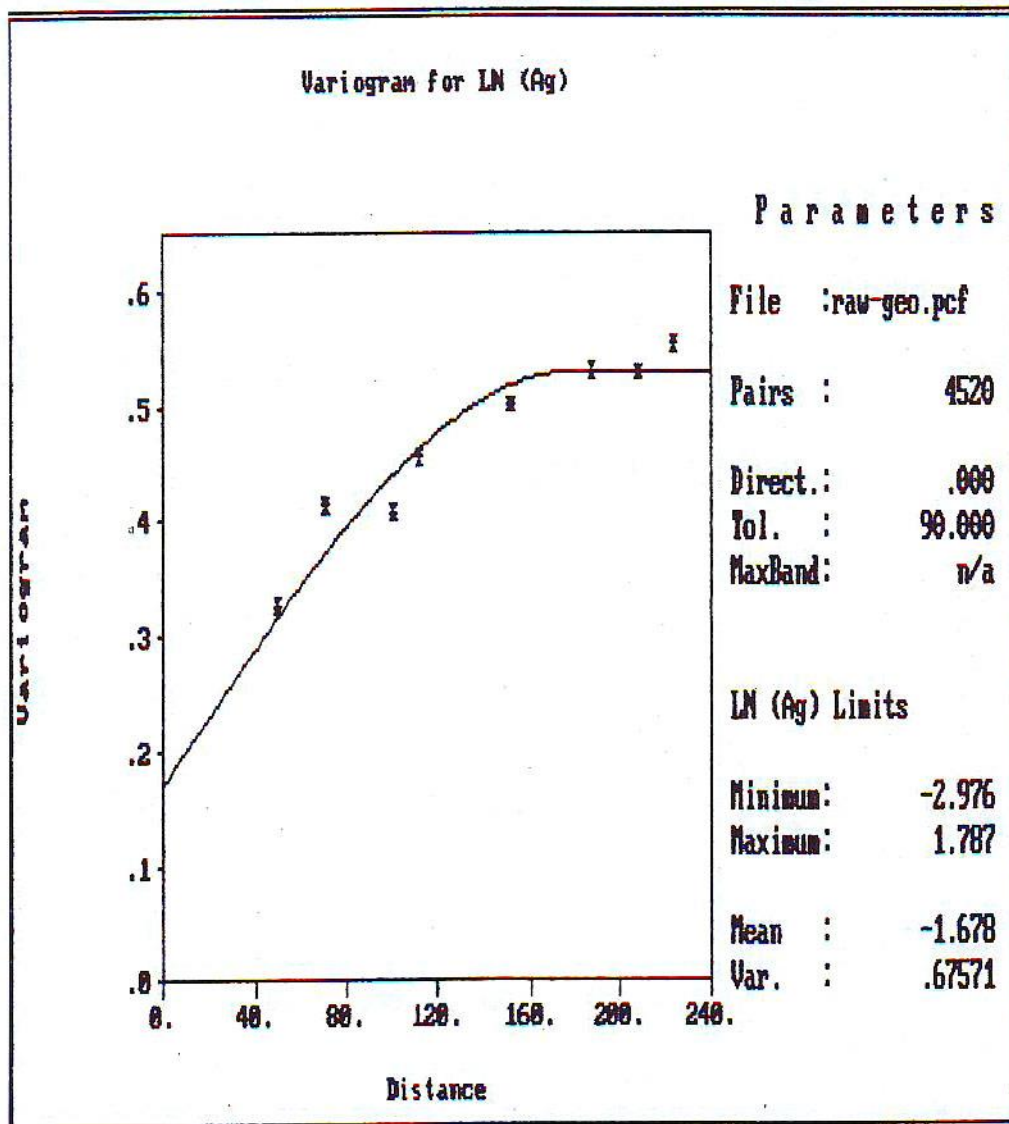


Fig. 9-39

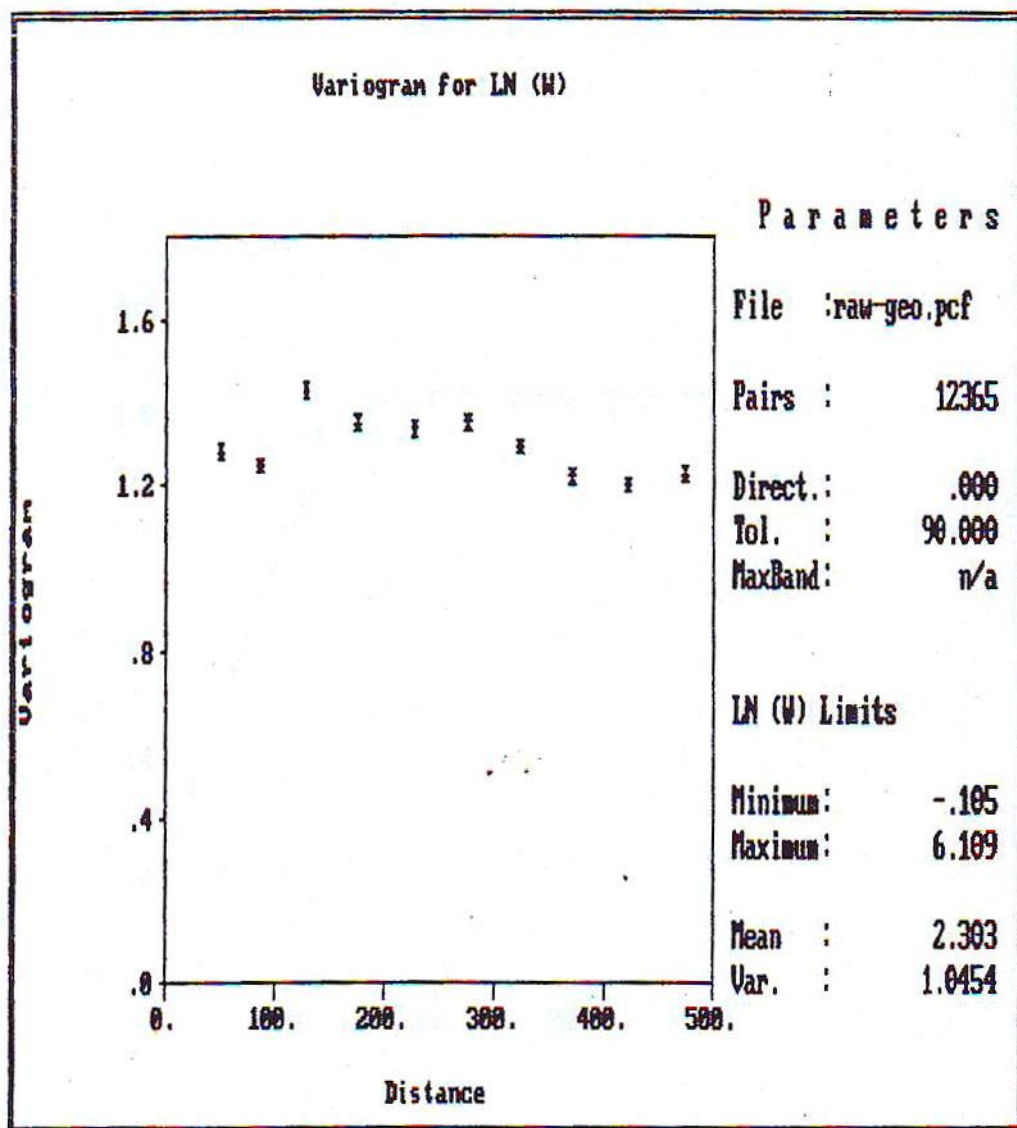


Fig. 9-40

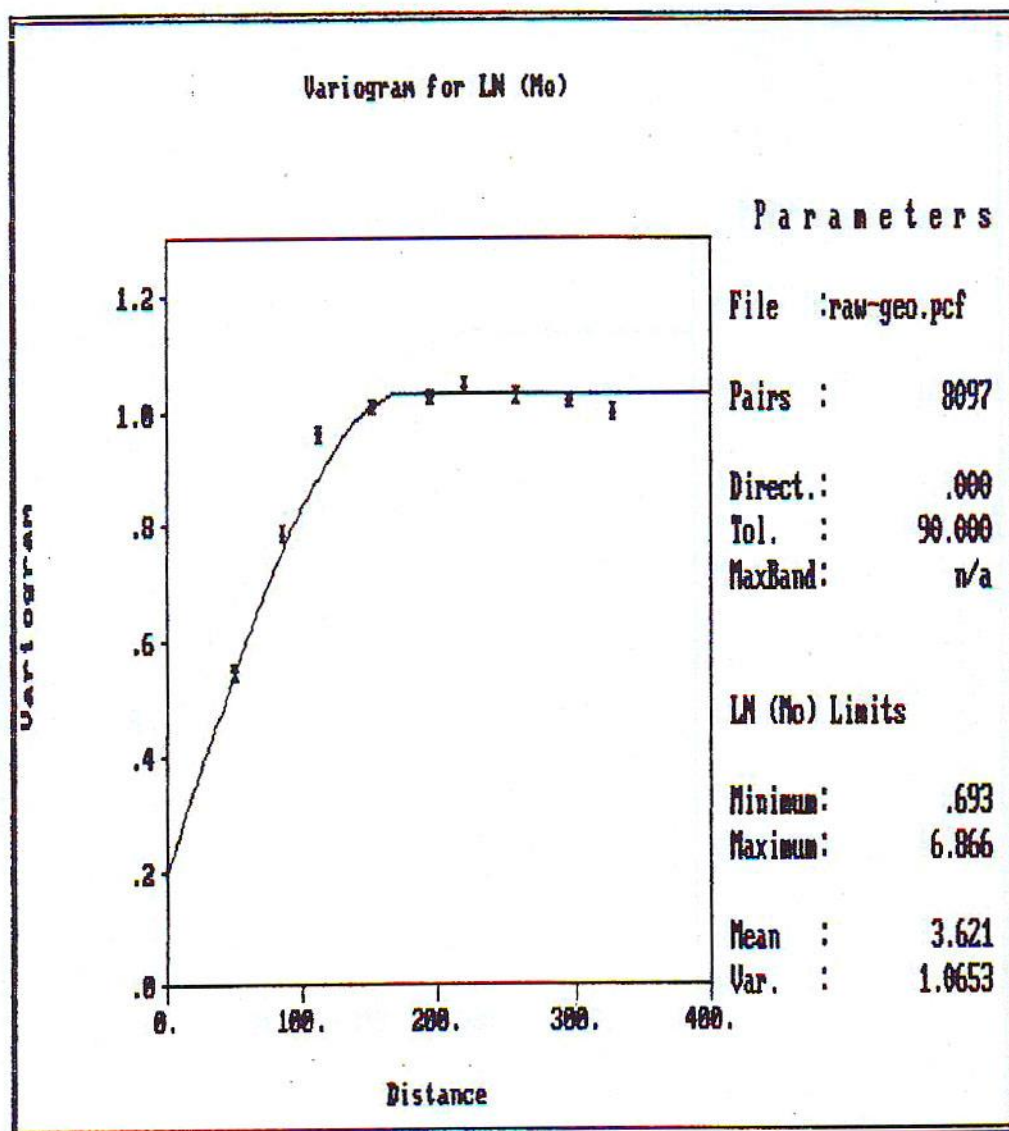


Fig. 9-41

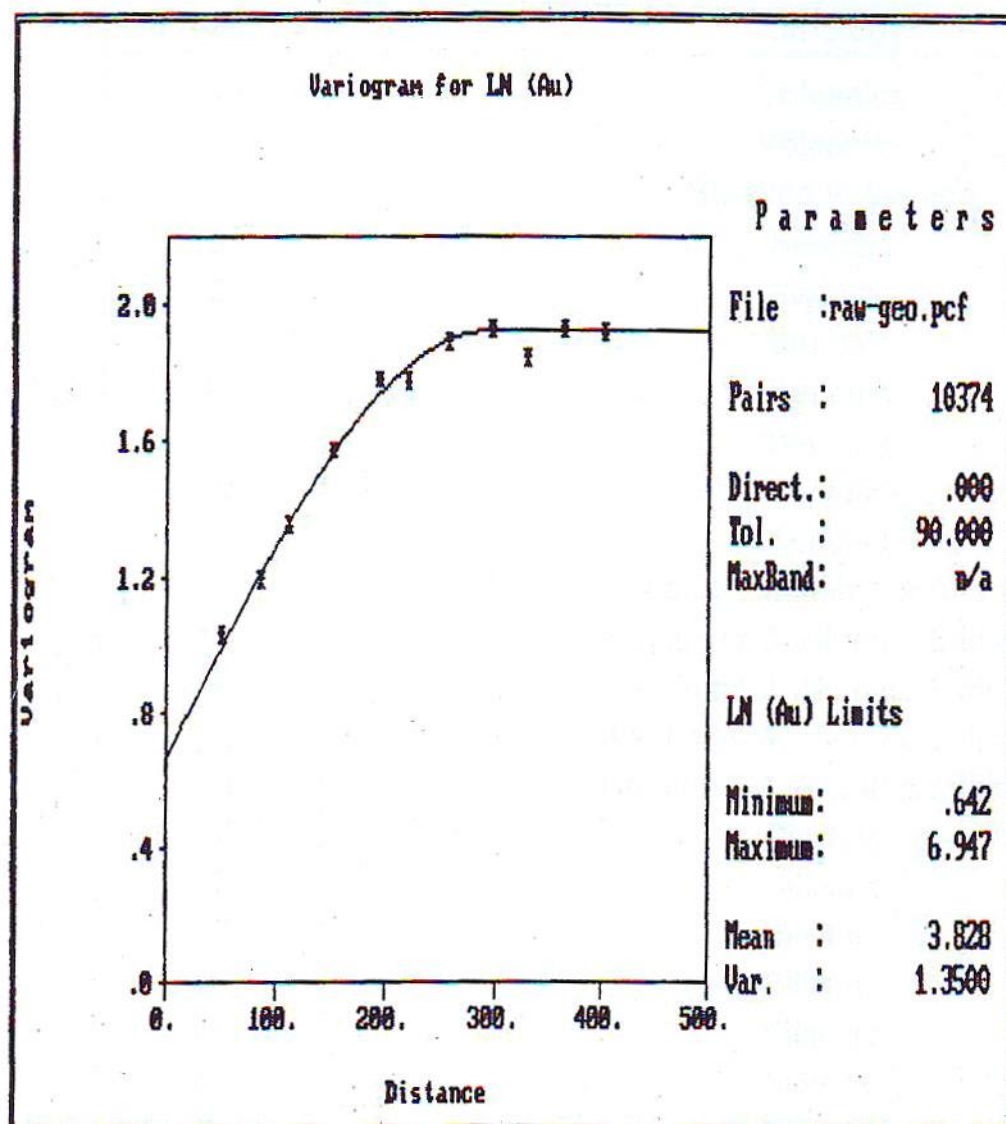


Fig. 9-42

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
112	Argillitic
113	Sillisitic
114	Sillisitic
115	Sillisitic
116	Sillisitic
117	Sillisitic
119	Sillisitic
120	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
121	Kaolinitic & Allunitic
122	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
123	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
124	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
125	Kaolinitic & Allunitic
126	Sillisitic, Volcanics
127	Volcanics
128	Volcanics
129	Volcanics
130	Sericitic, Volcanics
133	Argillitic
134	Argillitic
135	Argillitic
136	Argillitic
137	Argillitic
138	Sillisitic
139	Sillisitic
140	Sillisitic
141	Sillisitic
142	Sillisitic
143	Sillisitic
144	Sillisitic
145	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
146	Kaolinitic & Allunitic
147	Kaolinitic & Allunitic
148	Kaolinitic & Allunitic
149	Kaolinitic & Allunitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
38	Sillisitic
39	Sillisitic
40	Sillisitic
41	Sillisitic
42	Sillisitic
43	Sillisitic
44	Sillisitic
45	Sillisitic
46	Sillisitic
47	Sillisitic
48	Sillisitic
49	Sillisitic
50	Sillisitic
51	Subvolcanics, Volcanics
52	Volcanics
53	Volcanics
56	Argillitic, Volcanics
57	Argillitic
58	Argillitic
59	Argillitic
60	Argillitic
61	Argillitic, Sericitic
62	Sillisitic
63	Sillisitic
64	Sillisitic
65	Sillisitic
66	Sillisitic
67	Sillisitic
68	Sillisitic
69	Sillisitic
70	Sillisitic
71	Sillisitic
72	Sillisitic
73	Sillisitic
74	Sillisitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
75	Sillisitic
76	Volcanics
77	Volcanics
78	Volcanics
81	Volcanics
82	Argillitic, Volcanics
83	Argillitic
84	Argillitic
85	Argillitic
86	Argillitic
87	Argillitic, Sillisitic
88	Sillisitic
89	Sillisitic
90	Sillisitic
91	Sillisitic
92	Sillisitic
93	Sillisitic
94	Sillisitic
95	Sillisitic
96	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
97	Sillisitic
98	Sillisitic
99	Sillisitic
100	Sillisitic
101	Sillisitic, Volcanics
102	Volcanics
103	Volcanics
104	Volcanics
105	Volcanics
106	Volcanics
107	Argillitic
108	Argillitic
109	Argillitic
110	Argillitic
111	Argillitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
112	Argillitic
113	Sillisitic
114	Sillisitic
115	Sillisitic
116	Sillisitic
117	Sillisitic
119	Sillisitic
120	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
121	Kaolinitic & Allunitic
122	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
123	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
124	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
125	Kaolinitic & Allunitic
126	Sillisitic, Volcanics
127	Volcanics
128	Volcanics
129	Volcanics
130	Sericitic, Volcanics
133	Argillitic
134	Argillitic
135	Argillitic
136	Argillitic
137	Argillitic
138	Sillisitic
139	Sillisitic
140	Sillisitic
141	Sillisitic
142	Sillisitic
143	Sillisitic
144	Sillisitic
145	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
146	Kaolinitic & Allunitic
147	Kaolinitic & Allunitic
148	Kaolinitic & Allunitic
149	Kaolinitic & Allunitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
150	Kaolinitic & Allunitic
151	Sillisitic, Volcanics
152	Volcanics
153	Volcanics
154	Volcanics
155	Argillitic
157	Argillitic, Subvolcanics
158	Argillitic, Subvolcanics
159	Argillitic
160	Argillitic
161	Argillitic
162	Argillitic, Sillisitic
163	Sillisitic
164	Sillisitic
165	Sillisitic
166	Sillisitic
167	Sillisitic
168	Sillisitic
169	Sillisitic
170	Sillisitic
171	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
172	Kaolinitic & Allunitic
173	Kaolinitic & Allunitic
174	Subvolcanics, Kaolinitic & Allunitic
175	Subvolcanics
176	Sillisitic, Volcanics
177	Volcanics
178	Volcanics
179	Volcanics
180	Argillitic
181	Argillitic
183	Argillitic
184	Argillitic
185	Argillitic, Sericitic
186	Argillitic, Sericitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
187	Sericitic, Sillisitic
188	Sillisitic
189	Sillisitic
190	Sillisitic
191	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
192	Sillisitic
193	Sillisitic
194	Sillisitic
195	Sillisitic
196	Sillisitic
197	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
198	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
199	Subvolcanics
200	Subvolcanics
201	Argillitic, Sillisitic, Volcanics
202	Volcanics
203	Volcanics
204	Volcanics
205	Sericitic, Volcanics
206	Sericitic
207	Sericitic
208	Sericitic
209	Sericitic
210	Sericitic
211	Sericitic
212	Sericitic, Sillisitic
213	Sillisitic
214	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
215	Kaolinitic & Allunitic
216	Kaolinitic & Allunitic
217	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
218	Sillisitic
219	Sillisitic
220	Sillisitic
222	Sillisitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
223	Subvolcanics
224	Subvolcanics
225	Subvolcanics
226	Argillitic, Sillisitic, Volcanics
227	Volcanics
228	Volcanics
229	Volcanics
230	Sericitic, Volcanics
231	Sericitic
232	Sericitic
233	Sericitic
234	Sericitic
235	Sericitic, Sillisitic
236	Sericitic, Sillisitic
237	Sericitic, Sillisitic
238	Sillisitic
239	Kaolinitic & Allunitic
240	Kaolinitic & Allunitic
241	Kaolinitic & Allunitic
242	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
243	Kaolinitic & Allunitic
244	Kaolinitic & Allunitic
245	Kaolinitic & Allunitic
246	Subvolcanics
247	Subvolcanics
248	Sericitic, Subvolcanics
249	Sericitic, Subvolcanics
250	Sericitic, Subvolcanics
251	Sericitic
252	Sericitic, Volcanics
253	Volcanics
254	Volcanics
255	Sericitic, Volcanics
256	Sericitic
258	Sericitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
259	Sericitic
260	Sericitic, Sillisitic
261	Sillisitic
262	Sillisitic
263	Sillisitic
264	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
265	Kaolinitic & Allunitic
266	Kaolinitic & Allunitic
267	Kaolinitic & Allunitic
268	Kaolinitic & Allunitic
269	Kaolinitic & Allunitic
271	Subvolcanics
272	Subvolcanics
273	Sericitic
274	Sericitic
275	Sericitic
276	Sericitic, Sillisitic
277	Sericitic, Volcanics
278	Sericitic, Volcanics
279	Sericitic, Volcanics
280	Sericitic
281	Sericitic
282	Sericitic
283	Sericitic
284	Sericitic
285	Sericitic, Sillisitic
286	Sillisitic
287	Sillisitic
288	Sillisitic
289	Sillisitic
290	Sillisitic
291	Kaolinitic & Allunitic
292	Kaolinitic & Allunitic
293	Kaolinitic & Allunitic
294	Kaolinitic & Allunitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
295	Subvolcanics
296	Subvolcanics
297	Subvolcanics
298	Sericitic, Subvolcanics
299	Subvolcanics
300	Subvolcanics, Kaolinitic & Allunitic
301	Sericitic
302	Sericitic
303	Sericitic
304	Sericitic
305	Sericitic
306	Sericitic
307	Sericitic
308	Sericitic
309	Sericitic
310	Sericitic, Sillisitic
311	Sillisitic
312	Sillisitic
313	Sillisitic
314	Sillisitic
315	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
316	Kaolinitic & Allunitic
317	Kaolinitic & Allunitic
319	Sericitic
320	Sericitic
321	Subvolcanics
322	Sericitic, Subvolcanics
323	Subvolcanics
324	Subvolcanics, Kaolinitic & Allunitic
325	Kaolinitic & Allunitic
326	Sericitic
327	Sericitic
328	Sericitic
329	Sericitic
330	Sericitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
331	Sericitic
334	Sericitic, Volcanics
335	Sericitic, Sillisitic
336	Sillisitic
337	Sillisitic
338	Sillisitic
339	Sillisitic
340	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
341	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
342	Kaolinitic & Allunitic
343	Sericitic, Kaolinitic & Allunitic
344	Sericitic
345	Sericitic
346	Sericitic, Subvolcanics
347	Subvolcanics
348	Subvolcanics
349	Kaolinitic & Allunitic
350	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
351	Sericitic
352	Sericitic
353	Sericitic
354	Sericitic
356	Sericitic
361	Sillisitic
362	Sillisitic
363	Sillisitic
364	Sillisitic
365	Sillisitic
366	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
367	Kaolinitic & Allunitic, Sillisitic
368	Sillisitic
369	Sericitic
370	Sericitic, Sillisitic
371	Sillisitic
372	Subvolcanics, Sillisitic

(Table 9-5)

Sample No.	Lithology
373	Subvolcanics, Sillisitic
374	Sillisitic
375	Sillisitic
376	Sericitic
377	Sericitic
378	Sericitic
379	Sericitic, Sillisitic
380	Sericitic, Sillisitic
384	Sillisitic
385	Sillisitic
386	Sillisitic
387	Sillisitic
388	Sillisitic
389	Sillisitic
390	Sillisitic
391	Sillisitic
392	Sillisitic
393	Sillisitic
394	Sillisitic
395	Sillisitic
396	Sillisitic
397	Sillisitic
398	Sillisitic
399	Sillisitic
400	Sillisitic

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
1	37	4.71	1.04	340	200	170	0.51	10.7	218	190
2	8.5	1	0.43	815	81	260	1.1	9.99	83.5	69
4	22.2	2.28	2.58	54	130	82	0.8	4.59	119	11
5	16.8	4.44	2.33	46	150	51	0.4	7.02	65.5	17
6	9.35	4.18	2.46	33	145	54	0.15	9.99	71.8	54
7	12.6	2	6.32	20	210	36	0.19	6.48	83.5	27
8	20.9	1.5	9.39	25	200	33	0.11	6.88	65.5	13
9	20.4	2.36	2.52	48	1200	40	0.15	6.88	46.8	120
10	17	1.29	3.93	23	290	39	0.092	4.59	38	160
11	9.4	0.57	2.76	27	96	73	0.077	3.64	23	3.8
12	20.6	0.93	4.11	18.5	210	39	0.098	5	20	7.3
13	24.3	2.07	7.18	30	120	51	0.073	4.46	28.7	5.5
14	31.8	2.78	4.73	59	77	39	0.07	4.18	26.2	2.6
15	94	5.43	0.74	78	57	36	0.085	4.23	26.6	3.2
16	23.2	1.93	1.04	58	55	35	0.085	4.05	32.6	4.7
17	53.5	3.68	2.09	50	48	41	0.077	5.58	66.5	15
18	25	1.36	2.89	33	140	48	0.11	4.41	46.8	41
19	60.5	2.71	2.52	48	230	27	0.073	6.75	69.5	81
20	20	4.01	0.43	38	32	29	0.13	10.3	124	190
21	20.4	5.78	0.31	40	32	35	0.36	12.7	218	290
22	106	10.5	1.84	50	210	31	0.59	8.91	83.5	700
23	82.5	8.78	3.56	69	110	33	0.1	6.48	111	44
24	24.4	10.3	7.06	67	160	31	0.073	6.21	14.5	23
25	90.5	1.93	7.68	54	62	54	0.088	2.88	11.2	3.4
26	13.1	1.64	0.86	890	95	310	1.7	8.5	129	120
27	10.6	0.79	0.55	970	49	270	0.55	7.96	38	190
28	31.8	1.86	0.25	160	67	200	0.17	4.5	32.4	39
30	13.1	2.57	2.39	29	71	40	0.084	6.3	41	14
31	9.95	2.28	3.62	30	170	37	0.2	11.1	69.5	32
32	14.1	3.57	2.15	9.4	120	22	0.088	4.77	31	27
33	46	5.79	2.76	9.8	140	27	0.073	5.58	29.2	18
34	25	2.36	0.98	11	95	29	0.19	5.85	21.4	16
35	14.1	1.07	2.27	7.6	400	42	0.073	5.22	9.5	9.6
36	13	2.5	3.99	16	190	44	0.098	4.59	12	18
37	33.5	3.21	2.03	20	91	31	0.077	5.13	9.5	5.7
38	32	2.64	5.83	36	180	25	0.073	5.31	6.5	54
39	39.3	2.28	2.52	36	140	27	0.077	5.58	15.2	2.9

英

ش

م

 شرکت توسعه علوم زمین
 Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
 بخش آزمایشگاه
 Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
40	34	2	2.21	57	80	30	0.073	5.49	14.8	3.1
41	42	2.36	6.57	27	100	28	0.063	3.96	16.5	3.5
42	50	3.07	0.92	84	55	29	0.063	7.65	50	15
43	26.6	2.5	1.04	13	140	23	0.077	6.66	16	79
44	33.5	2	1.17	15	71	37	0.11	7.16	26.2	200
45	147	12.3	0.98	36	40	37	0.23	5.76	21	270
46	201	31.7	12.2	230	420	25	0.44	15.5	46	160
47	78	16.3	1.6	36	220	27	0.28	10.8	48.5	420
48	33.2	7.71	3.5	72	165	23	1.5	16.6	28.3	520
49	30.8	3.68	9.21	110	88	44	0.11	6.19	10	16
50	45.5	4.34	4.67	63	59	31	0.089	3.27	5.8	3.2
51	11	6.19	0.74	2450	71	240	0.62	6.54	29.8	200
52	21	1.36	0.31	170	39	240	0.23	6.54	25.9	17
53	23.9	1.14	0.25	190	46	220	0.15	12	15.3	60
56	28.5	1.78	0.55	330	82	190	0.17	4.47	30.8	69
57	37.8	1.71	0.55	190	82	140	0.14	3.78	46.3	170
58	64	4.61	1.17	28	260	37	0.089	8.26	118	59
59	44	3.68	1.35	78	165	92	0.1	4.82	125	130
60	46	3	3.68	26	1100	46	0.1	7.22	193	21
61	26.2	1.36	3.68	27	190	38	0.1	3.27	22.6	1.9
62	12.8	0.93	9.33	13	160	41	0.092	3.27	6.3	7.8
63	44	2.5	10.7	27	700	37	0.092	4.13	11	23
64	53	3.68	3.62	87	310	35	0.1	3.27	20.9	2.6
65	31.8	1.57	4.54	25	89	31	0.076	1.86	9.3	3.7
66	14	0.71	5.46	24	110	39	0.073	1.89	23.2	79
67	12.5	3.21	1.54	34	140	27	0.089	5.16	38	78
68	41.5	3	3.19	9.4	600	20	0.069	7.91	9.35	66
69	22.4	1.93	0.43	30	25	72	0.1	4.47	9.5	98
70	236	18.2	1.04	34	82	27	0.12	5.33	13.2	200
71	201	9.64	0.92	52	350	27	0.13	96	18.2	57
72	13.2	2.86	5.77	42	160	24	0.4	7.57	24.9	2.7
73	17.1	1.93	7.06	25	160	20	0.073	78.4	12	27
74	52.5	4.34	20.8	27	135	37	0.089	3.27	7	260
75	9.88	3.43	16.3	52	140	37	0.098	142	2.7	36
76	26	2.14	1.54	97	35	185	0.26	4.99	15.3	7.7
77	14.1	0.93	0.68	47	44	110	0.12	117	12.5	120
78	28.7	1.36	0.49	61	76	220	0.18	5.16	29.2	

شرکت توسعه علوم زمین
Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
بخش آزمایشگاه
Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
81	29.2	1.14	0.43	280	70	210	0.25	112	12.1	160
82	40.8	1.86	2.82	29	120	44	0.25	22.4	161	300
83	29.4	3	1.9	21	110	39	0.1	110	89.4	120
84	39	3.75	2.33	22	420	39	0.084	14.4	106	120
85	43.2	2.21	3.99	38	530	37	0.069	178	103	64
86	21.4	0.71	1.29	26	130	37	0.092	5.16	28	10
87	27.2	1.29	8.29	30	260	23	0.076	54.6	6.6	5.9
88	29.1	1.71	16	23	340	29	0.084	4.13	9.5	6.4
89	36.2	1.78	6.08	56	125	29	0.066	66	6.3	48
90	28.8	1	6.94	28	260	21	0.08	2.92	20.9	9.8
91	31.5	2.36	3.81	27	150	20	0.065	3.44	38.4	52
92	9.45	1	1.9	25	67	54	0.13	450	3.8	110
93	29.6	2.07	2.21	12	86	27	0.069	11	12.3	130
94	176	11.5	3.13	52	72	41	0.18	232	35.5	140
95	238	2.71	0.49	80	140	30	0.059	1.72	13.3	130
96	176	32.1	2.64	140	130	20	0.32	195	110	210
97	210	32.8	1.54	32	150	25	0.25	21.1	47.8	115.8
98	24	2.86	5.16	17.5	89	34	0.073	258	17.5	110
99	235	49	18.5	53	110	26	0.079	3.6	12.7	13
100	40.8	27.1	4.58	45	120	39	0.091	353	2	1.9
101	7.68	14.5	0.58	63	81	74	0.29	4.2	25.2	37
102	10.7	19	0.38	70	74	140	0.13	1.8	40.5	38
103	27	14.7	0.27	86	33	300	0.21	4.65	48.3	49
104	28.6	3.3	0.38	640	138	220	0.4	8.1	165	60
105	414	27.2	0.5	580	100	130	0.43	5.1	25.3	350
106	36	3.57	0.35	330	69	260	0.23	1.35	9.2	260
107	11.5	4.4	1.04	73	380	140	0.14	13.5	140	120
108	2.76	2.44	0.89	19	96	55	0.081	10.4	40.2	170
109	12.1	5.25	1.04	36	280	34	0.072	10.8	58.5	76
110	93	5.55	2.16	52	220	30	0.066	12.2	149	8.8
111	7.08	0.99	2.04	39	410	39	0.072	15.1	42.7	90
112	92.4	1.87	2.23	63	480	42	0.1	4.65	18.8	6.7
113	52.2	3.02	8.7	53	920	44	0.1	4.2	19.4	15
114	4.98	1.22	6.12	44	300	32	0.094	4.35	28.4	32
115	61.8	4.45	20	73	530	32	0.52	4.5	20.5	1040
116	93.6	4.07	4.89	61	260	25	0.1	2.7	53.3	23
117	82.8	3.17	4.16	62	270	29	0.1	3.15	17.3	76

شرکت توسعه علوم زمین
Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
بخش آزمایشگاه
Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (P.P.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	Hg	Mo	Au(ppb)
119	176	38.4	2.5	73	124	25	0.14	8.25	77.5	110
120	262	28.8	22.7	86	170	48	1.3	7.65	103	130
121	10.1	1.07	1.27	86	32	46	0.1	17.3	142	32
122	9.78	1.28	1.08	50	33	46	0.11	24.4	234	140
123	80.4	2.52	2.7	43	96	26	0.063	15.3	64.8	44
124	32.4	4.85	3.5	45	89	25	0.051	3.9	67.5	23
125	66	1.74	3.62	39	270	28	0.1	0.9	6.6	12
126	9.54	1.2	0.38	63	38	125	0.28	2.64	14.2	2
127	21.6	0.8	0.27	33	40	140	0.096	3.75	28	3.2
128	18.9	0.74	0.58	98	83	250	0.5	9.6	136	50
129	21.8	0.76	0.42	670	60	270	0.48	2.25	17.8	130
130	53.4	3.55	2.46	75	620	25	0.86	4.35	130	230
133	78	1.62	0.96	33	175	34	0.28	21.2	37.9	48
134	75.6	1.83	1.77	39	370	28	0.11	12.4	77.5	33
135	49.8	11.3	2.7	33	450	30	0.11	13	97.8	34
136	13	0.92	1.42	31	380	34	0.1	28.9	128	1.9
137	262	1.51	5.35	56	330	39	0.16	24.4	930	21
138	9.6	0.65	4.54	39	1700	21	0.066	6.9	24.5	17
139	27.9	1.24	6.31	50	1800	26	0.1	9.3	16	57
140	9.42	1.07	8.85	28	1950	30	0.15	9.75	11.6	52
141	31.5	1.97	7.16	78	530	21	0.13	4.8	18.3	40
142	99.6	1.51	5	56	1000	34	0.095	5.85	543	43
143	122	2.81	78.9	52	2100	26	0.09	6	43.4	43
144	4.98	4.01	8.93	26	250	32	0.09	6	26.4	26
145	49.8	5.3	5.97	19	1700	39	2.1	4.95	13.4	31
146	10.9	1.49	3.66	24	310	38	0.14	3.75	32.6	71
147	3.54	0.97	2.62	17	287	32	0.094	3.3	7	22
148	103	4.5	4.66	36	260	31	0.12	3.9	7	98
149	131	5.2	2.12	28	290	29	0.19	3.9	16.7	52
150	510	27.8	1.19	110	280	20	0.24	53.4	19.3	320
151	3.24	1.09	0.5	66	81	100	0.26	4.2	27.5	100
152	3.6	0.88	0.62	63	68	80	0.11	246	104	17
153	7.86	1.09	0.38	38	88	330	0.32	23.2	90	3.1
154	11.2	0.88	0.54	2130	62	340	0.64	73.8	21.2	74
155	8.22	13.3	2.27	110	220	41	0.95	8.85	38.5	93
157	78	2.2	1.16	100	130	62	0.095	12	65.7	46
158	8.22	1.26	0.89	170	220	110	0.43	117	30.5	68

۱۵

۱۶

۱۷

 شرکت توسعه علوم زمین
 Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
 بخش آزمایشگاه
 Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
159	6.72	5.15	0.96	280	290	37	0.15	74.7	55	48
160	7.14	3.44	3.23	19.5	440	31	0.2	12.2	38	76
161	3.78	2.5	1.3	15	400	44	0.085	89.1	65.7	17
162	4.32	1.03	0.89	57	890	64	0.16	11.9	245	17
163	4.8	0.82	1.69	24	530	120	0.16	37.8	154	110
164	4.8	1.22	2.43	23	1400	48	0.2	10.5	51.3	27
165	7.5	1.34	2.81	19	930	31	0.16	76.5	14.9	110
166	49.5	1.62	2.58	22	420	39	0.16	15.8	34.3	110
167	13.4	3.82	6.58	46	750	25	0.1	3.75	16.4	71
168	106	5.25	34.3	110	1500	24	0.1	112	26.4	62
169	71.4	2.02	4.24	25	150	31	0.11	206	27.5	7.9
170	124	15.4	3.81	22	260	37	0.24	6.3	15.1	10
171	9.42	1.83	1.66	15	160	33	0.059	2.4	10.4	39
172	134	19.6	1.5	19.5	1250	22	0.37	7.5	6.3	19
173	12.1	1.39	1.39	29	200	57	0.14	37.8	3.2	30
174	13	1.79	1.5	71	220	78	0.1	81	16.7	45
175	945	17	0.65	120	390	85	0.26	2.4	17.7	24
176	8.82	0.78	0.27	22	68	170	0.082	1.05	20.5	2.8
177	3.54	0.57	0.27	74	44	200	0.086	8.7	72.5	25
178	3.78	0.67	0.35	460	39	290	0.26	21.6	121	65
179	49.8	27.8	0.81	260	91	110	1.17	11.7	46.6	170
180	7.38	3.82	1.46	99	33	24	0.48	8.55	53.8	380
181	9	218	1.5	96	88	24	0.82	9.23	54.1	210
183	4.08	1.83	1.04	24	520	37	0.11	7.65	35.5	13
184	10.7	14.4	0.81	35	330	37	0.12	15.4	52.7	100
185	39.6	2.44	1.96	24	440	46	0.26	24.4	95.7	85
186	4.98	5.1	1.46	13	520	35	0.14	13.5	87.9	17
187	11.2	2.46	5.51	72	1200	56	0.22	16.2	165	49
188	103	1.72	1.08	120	250	29	0.14	21.4	91.5	28
189	49.8	1.3	0.38	110	35	54	0.1	17.3	87.9	43
190	35.1	4.2	3.43	21	1900	59	0.14	10.4	65.8	76
191	67.2	4.14	2.96	25	820	39	0.16	11.9	234	110
192	66	2.14	3.81	77	820	35	0.09	7.32	18.5	39
193	92.4	2.04	6.12	40	1800	41	0.14	5.4	27.5	53
194	31.8	6	3.5	16	370	43	0.1	4.95	9.6	25
195	546	581	2.46	74	150	22	0.94	11.6	39	140
196	110	3.13	1.54	13	210	25	0.12	8.24	58	180

ش

ا

م

شرکت توسعه علوم زمین
Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
بخش آزمایشگاه
Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
197	280	21.4	0.95	52	3600	20	1.3	8.24	7.3	14
198	536	11.9	3.19	44	2300	20	0.82	9.69	9.8	22
199	46	0.87	0.65	69	42	110	0.14	2.42	13.2	38
200	72.6	0.87	0.4	98	34	110	0.16	1.62	12.7	15
201	92	3.41	1.1	24	210	35	0.44	4.46	45.7	61
202	33	1.77	0.65	135	65	330	0.31	33.1	108	60
203	13.1	59.4	0.2	290	78	340	2.3	18.7	76.5	100
204	18.4	1.2	0.4	800	56	360	0.75	13.3	57.3	240
205	107	24.2	1.34	740	95	130	0.65	12.1	35.2	260
206	95.6	23.5	0.5	740	32	66	0.23	10.2	10.6	41
207	115	51.6	1.59	44	115	50	0.28	6.14	19.5	56
208	14.6	5.72	5.63	32	640	53	0.12	7.43	21.5	25
209	16.5	32.3	2.59	54	300	25	0.11	8.08	26.2	40
210	54.6	24.2	3.93	23	230	42	0.33	12.6	65.5	97
211	50.3	3.43	1.74	24	780	37	0.17	25.4	128	56
212	12.4	5.66	1.44	64	430	50	0.25	20.2	113	100
213	30.2	2.5	0.3	2270	120	170	0.98	4.2	15.4	260
214	128	2.72	1.44	390	310	76	0.91	10.2	75.2	180
215	135	4.83	1.1	61	590	48	0.16	11.8	80.3	67
216	262	3.82	8.17	61	1160	45	0.21	14.5	41.3	49
217	48.2	6.27	1.74	17	300	50	0.1	4.2	7.3	11
218	48.2	2.31	6.22	82	300	35	0.15	8.4	26.5	46
219	15.2	3.31	2.34	34	310	35	0.085	3.55	22.4	69
220	71.9	2.05	6.47	39	310	20	0.1	19.4	80.3	34
222	23.9	0.93	4.68	50	69	160	0.1	1.07	23.5	76
223	43.5	12.8	0.85	61	160	79	0.12	17.9	17.8	61
224	43.5	1.06	1.1	160	52	79	0.17	1.49	7.3	57
225	50.7	0.87	0.9	135	56	110	0.13	1.49	5.8	17
226	13.7	1.28	0.55	25	75	130	0.093	4.46	57.3	25
227	33	3.47	0.55	69	95	270	0.31	9.11	314	30
228	12.4	0.69	0.55	200	52	480	0.26	41.3	149	51
229	17.8	0.81	0.25	230	48	490	0.16	5.43	30.2	35
230	95.3	59.9	1.34	550	230	240	2.7	15	35.6	49
231	114	7.49	1.15	46	98	35	0.25	13.1	24.5	66
232	17.9	1.64	1.15	52	230	48	0.36	15.2	91.8	34
233	17.8	2.25	3.88	24	72	26	0.066	1.81	6.3	14
234	73.3	6.16	1.99	51	190	35	0.11	11	11.8	29

 شرکت توسعه علوم زمین
 Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
 بخش آزمایشگاه
 Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
235	10.9	20.1	3.98	52	310	23	0.11	9.37	42.9	24
236	135	9.99	2.44	48	400	37	0.14	16.5	33.9	51
237	103	60.5	3.24	41	720	30	2.69	3.97	39.1	26
238	262	78.3	0.3	120	310	46	5.97	4.26	126	850
239	372	264	2.14	92	320	62	0.64	24.4	142	170
240	34.5	13.4	5.58	44	680	65	0.44	17.7	160	210
241	19.4	36.7	1.15	47	300	53	0.64	17.7	126	160
242	37.5	4.22	0.9	43	1200	49	0.38	9.5	372	250
243	6.61	0.73	1.15	62	400	51	0.34	11.5	20.9	54
244	36.3	1.3	1.99	31	610	45	0.13	13	84.9	120
245	42.4	1.38	3.29	11	1050	25	0.12	25	45	96
246	18	1.02	1.25	71	380	120	0.25	4.75	48	250
247	35.2	0.85	0.9	57	61	150	0.13	1.75	7.6	11
248	69	12.1	1.05	165	77	56	0.49	5.25	9.9	59
249	55.4	4.04	1.44	270	130	120	0.49	7.5	21.3	180
250	93.5	7.05	1.34	140	250	80	0.2	5.25	25.8	140
251	42.8	2.4	0.8	26	160	42	0.11	5.75	39.4	20
252	11.6	4.22	0.55	43	56	170	0.2	4.75	87	26
253	181	1.99	0.3	140	36	370	0.23	7	34	50
254	24.6	0.81	0.25	370	39	590	0.18	6	46	50
255	47.1	2.46	0.4	450	65	450	0.32	14.5	80.5	48
256	71.9	9.71	1.84	37	140	30	0.2	8.75	10.9	26
258	134	15.8	5.23	46	360	32	0.16	7.5	22	16
259	16.6	3.8	1.79	37	185	27	0.089	7	12.7	15
260	36.7	10.4	2.09	28	210	30	0.089	9.25	10.2	23
261	150	14.6	4.33	71	350	24	0.093	7.75	36.5	18
262	475	15.2	10.8	50	2500	40	0.21	12	122	130
263	37.7	7.05	4.13	50	1700	59	0.31	26.2	226	49
264	292	6.6	4.23	120	470	59	0.32	45.6	516	980
265	270	15.1	3.54	140	390	49	0.44	15.8	55.4	140
266	105	21.9	1.05	310	280	91	0.66	16.5	38.5	350
267	110	14.6	2.64	110	350	80	0.7	17.5	169	110
268	39.5	2.38	2.74	50	490	51	0.3	29.2	110	130
269	69	1.16	2.54	24	420	53	0.16	9	113	110
271	47.5	0.83	0.6	140	34	120	0.12	4.75	29	28
272	51	1.97	1.39	94	340	77	0.14	4.5	9.5	17
273	210	4.87	1.29	110	350	74	0.6	9.5	31.6	100

م

ل

و

 شرکت توسعه علوم زمین
 Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
 بخش آزمایشگاه
 Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
274	56.8	8.94	0.9	180	97	67	0.24	5.75	32	68
275	131	3.33	1.1	120	185	84	0.18	4	20.2	160
276	33.8	2.92	1.59	57	97	47	0.1	3.75	17.6	18
277	48.2	2.11	1	54	86	110	0.18	6	63.2	36
278	66.9	7.66	1.2	54	100	260	0.34	19.8	169	50
279	14.5	1.5	0.55	410	110	290	0.22	21.5	154	54
280	92	22.1	1.69	190	89	120	0.32	21.5	65.9	48
281	132	12.5	3.24	42	86	30	0.22	17.8	46	75
282	124	23.6	1.44	48	150	36	0.32	14.5	37.7	39
283	248	3.02	1.54	85	110	42	0.14	5.5	28.2	34
284	105	1.34	2.34	110	240	51	0.14	7.5	17.4	18
285	15	3.09	0.85	32	130	38	0.1	14.5	25.5	56
286	125	7.88	2.19	48	460	27	0.15	16.8	48	81
287	72.6	14.8	2.69	54	440	23	0.14	11	54.2	20
288	115	6.27	2.34	59	410	54	0.32	131	156	44
289	270	36.3	5.13	110	510	34	0.51	90	93	79
290	268	380	1.66	80	72	36	0.51	48.1	57.5	240
291	67.1	3.31	0.68	260	175	32	0.77	12	19	140
292	91.3	47.8	0.86	340	270	69	0.73	131	95.7	84
293	42.4	17.3	0.86	42	185	54	0.32	24.7	132	180
294	86.9	17.8	0.76	27	260	34	0.25	67.6	202	54
295	20.6	0.81	0.29	130	40	150	0.14	4.94	24	47
296	24.2	1.4	1.3	164	84	120	0.31	41	12.8	56
297	44.6	4.35	1.08	99	220	46	0.2	10.9	26	79
298	49.5	1.42	0.72	200	120	102	0.16	5.2	19.2	60
299	17.3	0.57	0.65	75	56	220	0.14	5.46	38.7	31
300	95.7	1.2	0.4	150	160	230	0.14	2.08	13.6	28
301	21.4	1.31	1.48	26	250	28	0.1	2.34	16.1	13
302	38	2.3	1.12	17	110	120	0.12	11.7	129	64
303	11.1	19.9	0.47	46	46.5	110	0.6	10.9	188	45
304	73.7	14.9	0.79	108	180	110	0.3	26.9	245	22
305	126	31.3	0.76	24	160	44	0.4	17.4	323	17
306	110	103	1.26	28	45	36	2.6	11.4	75	50
307	251	135	2.84	62	370	32	0.6	10.4	79	40
308	30.2	1.75	2.95	99	200	44	0.18	7.8	18.9	92
309	220	3.13	1.12	43	260	32	0.25	9.1	98.4	44
310	156	19.5	0.83	49	240	25	0.24	15.1	45	54

英

ا

می

 شرکت توسعه علوم زمین
 Towsehe Olume Zamin Co. (TOZCO)
 بخش آزمایشگاه
 Laboratory Department

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
311	45.1	3.75	1.73	30	620	24	0.081	9.88	53.8	92
312	37.4	2.95	4.25	42	340	30	0.81	20.8	102	64
313	79.8	5.75	1.66	93	700	30	0.18	21.1	68.6	23
314	454	3.8	1.33	80	730	28	0.3	19	85.5	81
315	206	6.45	5.87	24	600	66	0.42	20.3	53.8	66
316	333	29.1	0.68	110	570	32	0.3	25.4	77	68
317	110	31.6	0.65	160	310	44	0.57	26.5	232	110
319	51.2	2.67	3.35	24	480	30	0.24	7.28	10.7	64
320	27	1.23	1.55	120	490	23	0.12	9.36	17.7	9.1
321	36.3	1.56	3.24	17	108	23	0.12	12	12.3	89
322	26.1	0.94	0.54	59	230	52	0.09	19.5	61.5	41
323	13.9	0.64	0.83	200	77	140	0.14	8.06	112	95
324	10.3	0.61	0.68	28	220	120	0.17	8.32	34.7	120
325	88	2.34	0.9	99	170	69	0.1	3.64	16	190
326	27.1	5.25	1.01	19	310	25	0.14	3.38	24	14
327	45.1	3.61	1.62	34	420	22	0.24	4.42	106	17
328	27	4.15	0.36	17.5	81	39	0.24	29.3	106	51
329	41.2	5.7	0.25	16	78	58	0.3	12.7	68.6	56
330	36.9	33.1	0.94	26	130	36	0.13	24.2	106	54
331	31.4	10	1.12	18	110	36	0.11	15.3	130	22
334	35.8	4.5	1.51	49	210	46	0.3	15.1	56.2	250
335	33.3	63.7	2.09	52	255	28	3.16	17.4	25.2	490
336	164	9.8	1.87	23	210	39	0.22	9.1	127	69
337	50	3.6	3.35	42	260	34	0.56	14.6	151	150
338	116	17.4	1.84	32	850	39	0.56	12	16.5	63
339	40.7	0.81	1.37	13	1080	23	0.21	4.16	5.6	36
340	143	35.5	0.76	44	640	41	0.76	11	25.4	92
341	185	1.86	2.52	130	260	82	0.49	11.8	25.4	81
342	86.9	1.09	2.84	44	260	45	0.42	25.5	116	47
343	24.2	5.25	1.44	26	480	92	0.42	23.5	55	100
344	70.4	1.9	2.16	41	520	29	0.13	12.5	17.3	29
345	36.8	16.8	1.3	43	280	28	0.13	6.45	10.3	32
346	49.5	1.23	1.33	66	140	79	0.46	9.89	52.5	140
347	41.2	32	1.8	58	590	105	0.32	22.6	41.5	98
348	60.5	0.79	0.58	50	95	120	0.19	12.5	123	330
349	18.7	1.21	0.79	74	250	97	0.089	4.73	50	150
350	39	1.95	1.73	38	200	54	0.073	2.58	8.8	48

英

△

WT

Analytical Raw Data of Lithogeochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
351	61.6	4.5	1.73	24	430	27	0.21	2.15	5.8	16
352	56.6	2.36	1.15	11	440	24	0.085	2.58	26.3	54
353	5.78	1.91	2.74	20	840	20	0.08	14.2	25.4	27
354	108	1.86	4.64	31	1250	26	0.085	25.5	959	40
356	82.5	4.15	1.51	22	190	32	0.13	18.7	109	53
361	121	6.1	5.54	87	440	33	0.18	10.1	31.8	60
362	73.7	7.15	1.48	56	250	21	0.22	17.2	159	50
363	77	4.6	3.64	72	126	41	0.13	4.52	20.5	13
364	60.5	8.35	0.65	66	52	47	0.12	18.7	75	36
365	139	3.04	1.12	83	1250	47	0.72	17.6	27.7	24
366	143	8.9	1.66	42	190	31	1.1	13.8	17	74
367	825	3.25	18.4	39	260	33	0.16	6.45	60.7	38
368	22.9	3.2	2.02	50	140	47	0.14	10.1	30.2	13
369	132	1.23	2.66	56	250	37	0.16	10.8	65.2	140
370	41.2	1.49	2.09	30	150	43	0.1	27.4	73	72
371	39	0.85	2.12	66	280	41	0.44	15.9	58.5	140
372	30.2	0.81	1.44	230	54	175	0.36	14.2	68	120
373	30.8	0.59	0.72	42	110	120	0.24	7.31	28	460
374	13.9	0.68	1.48	26	220	47	0.11	7.74	28	41
375	10.2	3.9	3.02	48	270	29	0.12	6.67	4.8	16
376	1238	4.4	6.48	30	250	20	0.13	3.01	12	36
377	56.6	0.96	5.4	42	230	24	0.08	9.03	8.1	19
378	67.1	1.75	8.24	18	450	20	0.066	14.2	22.3	20
379	28.9	1.69	7.24	36	900	27	0.11	40.8	260	40
380	12.5	6.3	3.96	11	1150	37	0.18	25.2	128	20
384	12.1	0.77	0.76	87	64	310	0.56	25.2	237	36
385	14.5	2.37	1.4	56	160	33	0.076	7.31	17.5	8.1
386	40.4	1.53	1.08	54	360	27	0.25	20.2	39.5	130
387	68.8	3.6	0.68	87	250	24	0.59	17.8	54	50
388	177	4.95	2.09	44	1300	20	0.13	7.74	11.2	37
389	111	7.2	1.4	25	660	21	0.19	13.8	41.7	54
390	92.4	9.05	1.76	71	580	31	0.13	8.17	90.9	20
391	144	3.3	1.69	53	220	33	0.16	21.6	71.6	17
392	194	3.95	1.15	71	64	33	0.1	3.01	37	100
393	2115	2.05	0.99	10	125	20	0.13	1.29	25.4	3.5
394	202	0.96	4	25	840	31	0.22	4.3	54.8	400
395	118	0.97	2.82	17	140	30	0.15	8.8	47.5	120

英

金

W



Analytical Raw Data of Litho-geochemical Samples in Doust Beiglou Area (p.p.m)

No.	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	W	Mo	Au(ppb)
396	90	0.9	2.43	25	160	25	0.17	25.2	136	110
397	37.2	1.99	3.32	91	64	96	0.21	7.62	22.2	17
398	15.7	0.57	6.71	17	140	66	0.14	2.93	10.9	25
399	114	1.17	1.57	26	240	20	0.084	4.69	5.4	24
400	128	2.29	3.03	41	270	20	0.069	4.89	4.8	14