وزارت معادن و فلـــــــزات

اداره کل معادن و فلزات سیستان و بلوچستـــــان

گزارش فازاول پی جوئی کانیهای پلی متال منطقـــه تفتـــــان

تهیه کننده : بهرام آقا ابـــراهیمی سامانـــی

مجـــــری : اداره کل معادن و فلزات سیستان وبلوچستان

ســـــال ۱۳۶۹

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
تاریخ:
شماره ثبت: ۸۰۹۲۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱ـ مقدمه	۱
۲ـ موقعیت جغرافیائی	۲
۳ـ ژئو مورفولوژی وآب هوای منطقه	۲
۴ـ روش مطالعه	۵
۵ـ زمین شناسی منطقه	۷
۵ـ۱ موقعیت زمین شناسی ناحیه ای	۷
۵ـ۲ زمین شناسی منطقه	۱۱
۵ـ۲ـ۱ چینه شناسی منطقه	۱۱
۵ـ۲ـ۲ زمین شناسی ساختمانی منطقه	۱۵
۵ـ۲ـ۳ سنگ شناسی و رخساره های آذرین	۱۶
الف) سنگهای آذرین مرتبط بامجموعه فلیش ـ افیولیت	۱۶
ب) مجموعه ولکانو ـ پلوتونی آلتره و مینرالیزه	۱۹
۶ـ آثار کانی سازی و معدنی	۳۰
۶ـ۱ کانی سازی در منطقه تیلوئی	۳۰
۶ـ۲ کانی سازی در محل بیدستر	۳۲
۶ـ۳ کانی سازی در ناحیه خارستان	۳۷
۶ـ۴ کانی سازی در ناحیه امرودک	۴۱
۶ـ۵ کانی شناسی کانسنگ (Ore Microscopy)	۴۴
۷ـ مطالعه ژئوشیمی منطقه	۵۰
۸ـ مدل کانی سازی واهداف اکتشافی قابل پیش بینی	۹۷
الف) موقعیت ژئوتکتونیکی و خاستگاه زمین	۹۷
ب) ویژگیهای ولکانو ـ پلوتونیسم و ایالت پترولوژی	۹۷
ج) نوع دگر سانی و گسترش آن	۹۷
د) وضعیت کانی سازی و انتشار عناصرفلزی	۱۰۵
نتیجه گیری و پیشنهاد	۱۰۸
فهرست منابع	۱۱۱

بسم ا . . . . الرحمن الرحیم

سبحانک لا علم لنا الا ما علمتنا

۱ـ مقدمه : منطقه عمومی خارستان واقع در شمال غربی کوه آتشفشان تفتان یکی از مناطق بشدت میترالیزه استان سیستان و بلوچستان است . وجود آثاروعلائم کارهای قدیمی معدنی در منطقه و مطالعات مقدماتی مهندسین مشاور ایتال کنسولت، سازمان زمین شناسی ، اداره کل معادن و فلزات استان و مطالعات پراکنده محققین و اساتید دانشگاهها آثاری از کانسارهای مس ، سرب ، روی ، کبالت ، نیکل مولیبدن و طلا و نقره را در این منطقه باثبات میرساند با توجه به گسترش وسیع زون میترالیزه ووجود آثار و شواهد فراوان معدنی و اهمیت اقتصادی کانه های موجود در این مجموعه بررسی جامع ذخایر موجود در سال ۱۳۶۸ بطور جدی در دستور کار اداره کل معادن و فلزات استان قرارگرفت ، بازدیدهای اولیه از منطقه وآنالیز نمونه های معدنی برداشت شده ووضعیت زمین شناسی و زمین ساختی این ناحیه درستی انتخاب این منطقه را برای انجام عملیات اکتشافی باثبات رسانید و بهمین دلیل انجام این مهم بعنوان یکی از طرحهای معدنی استان در برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی کشور به سازمان برنامه و بودجه پیشنهاد و پس از تائید در سال ۱۳۶۹ فاز اول مطالعات طرح در منطقه ای بوسعت ۱۴۰ کیلومترمربع به اجرا درآمده است .

این عملیات تهیه نقشه زمین شناسی ۲۰۰۰۰ : ۱ منطقه و برداشت و آنالیز بیش از ۳۰۰ نمونه ژئو شیمی و ۹۰ نمونه لیتولوژی و بررسی و تحلیل نتایج حاصل با استفاده از کامپیوتر را شامل میگردد . اجرای مجموعه این عملیات را برادر دانشمند و متعهد جناب آقای مهندس بهرام آقا ابراهیمی سامانی در تمام مراحل هدایت ورهبری نموده اند که اطلاعات وسیع و جامع نامبرده همراه با دقت نظر و علاقه و فداکاری ایشان پشتوانه مطمئنی برای جامعیت و اعتبار گزارش موجود میباشد .

دراین راستا گروه کارشناسان سخت کوش و متعهد اداره اکتشاف معادن و فلزات سیستان و بلوچستان بخصوص برادران عزیز ابوالقاسم باقری ، فریدون مالکی و کاردانان این اداره آقایان شهاب شفیعی بافتی ، ناصرسراوانی و غلامرضا مظلوم در انجام عملیات صحرائی و برداشت نمونه ها مشارکت جدی و فعال داشته اند

وبجاست که از زحمات فرد فرد این برادران صمیمانه تشکر و قدردانی بعمل آید . خانم ها فرشته وطن خواه و مهناز آقائی تایپ این گزارش را عهده دار بوده اند که بدینوسیله از زحمات آنها قدردانی میگردد . امیداست که بیاری خداوند عالم و توانا ادامه عملیات اجرائی این طرح در سالجاری و سالهای باقیمانده ازبرنامه با جدیت و علاقه مندی پی گیری و نتایج حاصله در رفع محرومیت از این منطقه وسیع و مستعد استان بیش از پیش موثر و مفید واقع گردد .

ومن ا . . .التوفیق

اسدا . . . تخشا

مجری طرح و مدیرکل معادن وفلزات سیستان و بلوچستان

۲ـ موقعیت جغرافیـــائی :

موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه درشکل ۲ ـ ۱ نشان داده شده است . این منطقه در شمال غرب کوه آتشفشان تفتان قرارگرفته و شامل ارتفاعات زردان نقره ای خارستان، مادوفتی ، شمال کوه گنج و دامنه ارتفاعات غرب سردریا است . ناحیـــه مورد بررسی ناحیه کوهستانی است که دره های امرودك ، خارستان ، فلوپته، سنیـــب بیدستر (گله چاهون) و تیلوئی را شامل میشود .

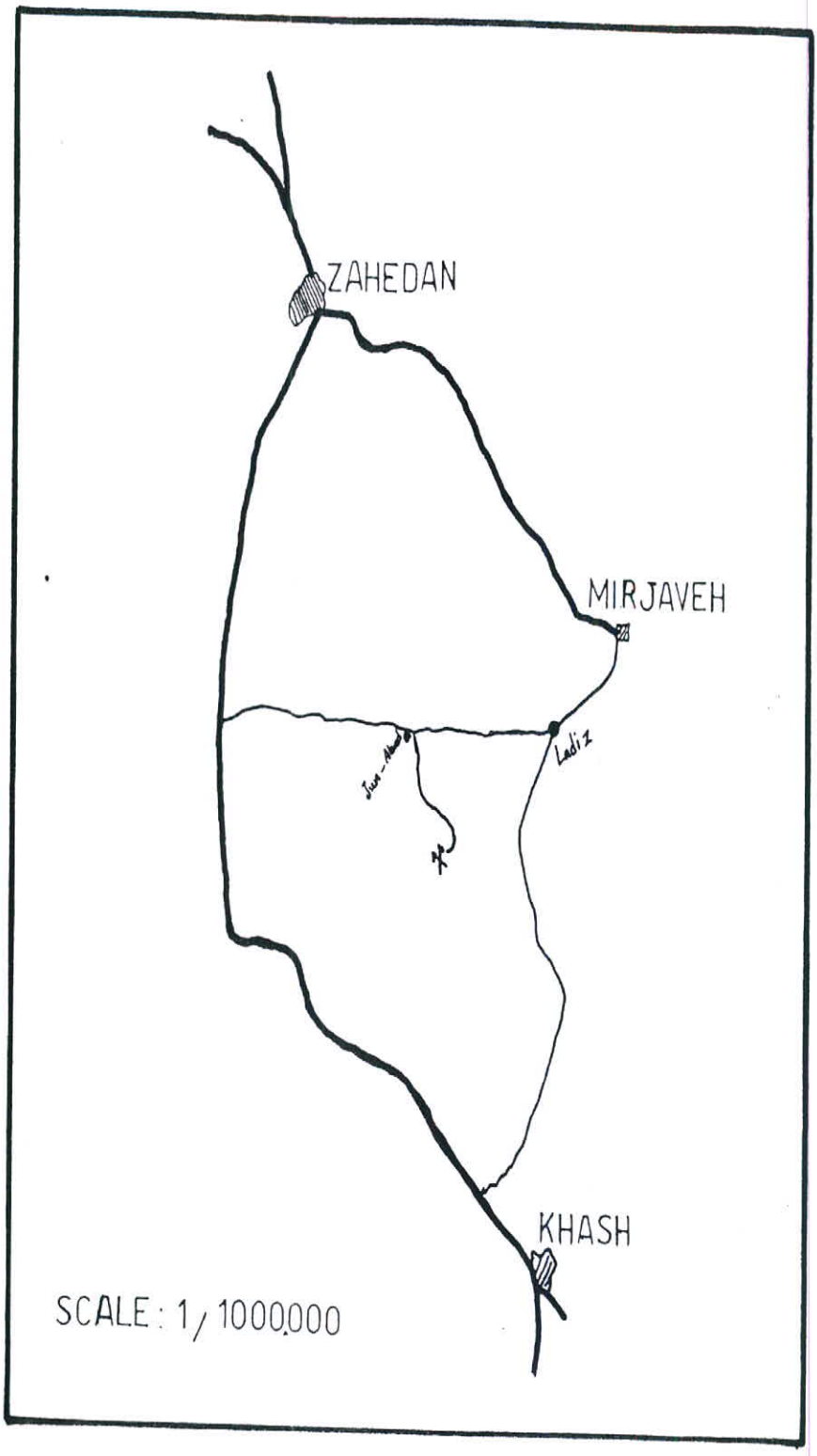
ارتباط به این منطقه از طریق زاهدان ـ جون آباد ـ خارستان ، میرجـــاوه ـ لادیز ـ خارستان ، اسکل آباد ـ سنیب ـ خارستان انجام میگیرد و هرسه طریـــق از راههای روستائی است که در فصول بارندگی و سیلابی شدن دره ها مشکل و درفصـــول خشك امکان پذیر است .

مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۱۴۰ کیلومترمربع میباشد که بطور کلی به شبکـــه آبراهه ای شمال شرق (مسیل خارستان) و جنوب غرب (بیدستر) مربوط میشـــود مرتفع ترین محل منطقه ، قله مادوفتی میباشد که حدود ۳۰۱۲ متر ازسطح دریا بلنـــدی دارد و محدوده ارتفاعی منطقه بین ۱۹۰۰ متر تا ۲۶۰۰ متر واقع است . محـــــدوده جغرافیائی منطقه شامل ۶۰ درجه و۵۵ دقیقه تا تقریبا" ۶۱ درجه طول شرقی و ۲۸ درجـــه ۳۹ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی است .

۳ـ ژئومورفولوژی و آب و هوای منطقه :

منطقه مورد مطالعه ناحیه ای است کوهستانی با سیستم آبراهه ای جوان کـــه از شیب نسبتا" بالائی برخوردار بوده و شبکه آبراهه ای آن به تبع از لیتولوژی وجنس بستر شکل گرفته است . شبکه واقع درسریهای فلیشی عموما" مضـــر س ، کوچـــك و کم عمق و پرشیب میباشد حال آنکه شبکه واقع درسری آتشفشانی و ولکانو ـ پلوتونی عمیق ، طویل و کم انشعاب میباشد .

بلندترین ارتفاعات منطقه قلل زردان نقره ای ، مادوفتی ، کوه گنج و باچن اســـت که کنترل کننده شبکه آبراهه ای ، توزیع جغرافیائی جمعیت و سکنه محلی میباشـــد .



شکل ۲ ـ ۱ : موقعیت جغرافیائی منطقه مورد مطالعه

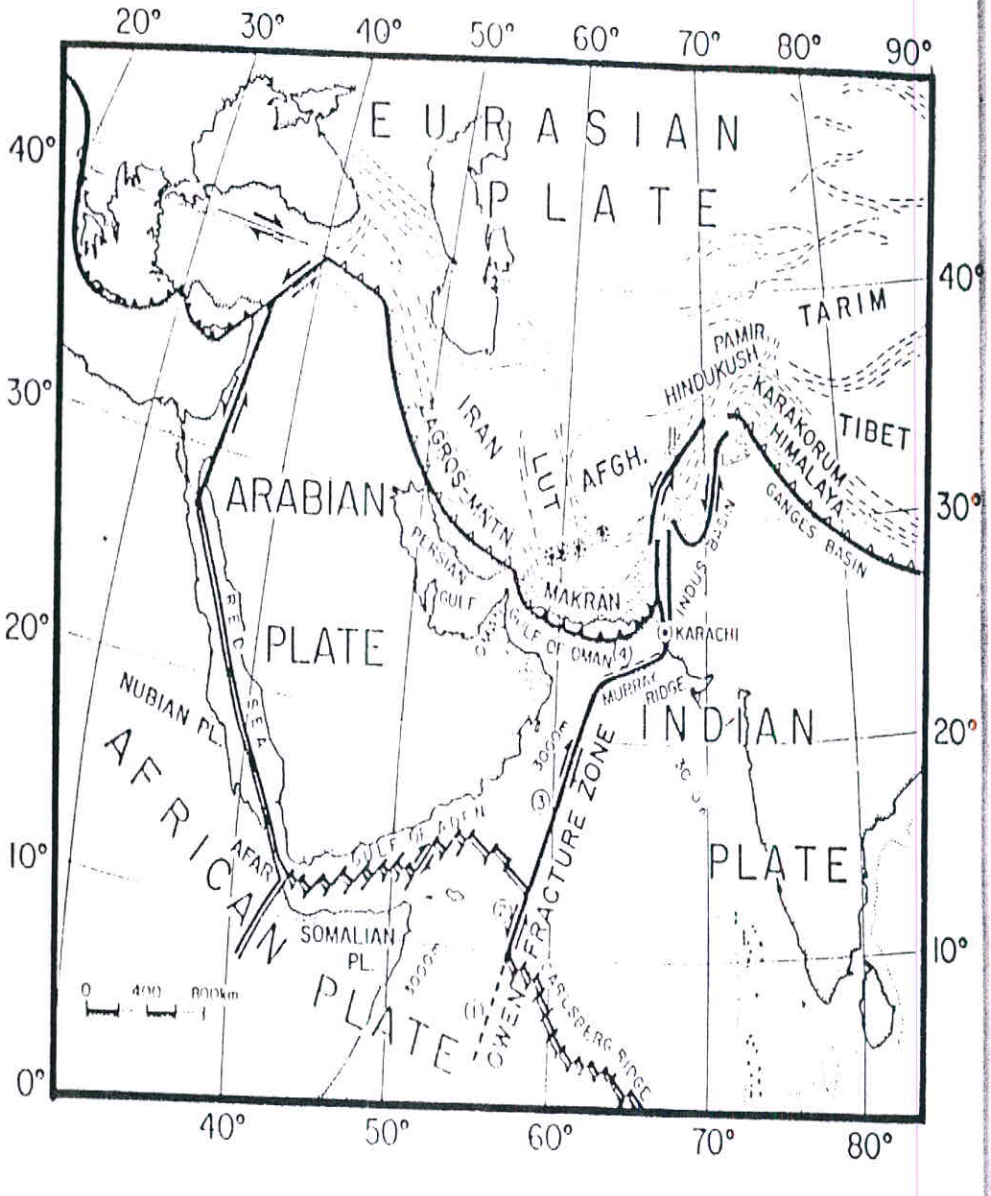
ساکنین این منطقه عموما" بلوچ و قبیله ریگی و بارمحمد زائی و عبداله زهی(عبداله زائی) میباشند . عموما" به شغل دامپروری و کشاورزی اشتغال داشته و به علت شرایط خاص آب و هوائی تمرکز جمعیت در این منطقه نسبت به سایر نواحی از نسبت بالائی برخوردار است . آب و هوای منطقه کوهستانی و معتدل بوده و در مقایسه با سایرنواحی بلوچستان ، از آب وهوای مناسبی برخوردار است . به علت توسعه سیل ها و شبکه آبراهه ها که عموما" در فصول زمستان و بهارسیلابی و پرآب میباشند ، زمین زراعتی سطح خیلی محدود بوده و علیرغم و فورآب های سطحی در منطقه ، زمینه رشد و توسعه کشاورزی وجود ندارد .

از لحاظ تامین نیروی انسانی ، به علت تمرکز بالنسبه بالای جمعیت در این منطقه نیروی کار بسیار مناسب و توانمندی درمحل وجود دارد و درصورت ادامه طرحهای اکتشافی و معدنی مشکلی وجود نخواهد داشت .

به تبع از شرایط زمین شناسی ، آبهای زیرزمینی فاقد پتانسیل بوده و به همین لحاظ درفصول تابستان و پائیز میزان آب کاهش یافته و منابع تامین آب بسیارمحدود میگردد . استفاده از سیل بند و سدهای موضعی که شرایط احداث مناسبی برای آنها وجود دارد از جمله روشهائی است که میتواند آبهای زمستانی و بهاره را ذخیره نماید . بواسطه وضعیت خاص توپوگرافی توزیع جمعیت پراکنده بوده و فاقد روستاهای متمرکز است . ابنیه دولتی در منطقه طرح منحصر به دو باب دبستان درخارستان و سنیب و یك مرکز خدمات درمانی در خارستان میباشد . کشاورزی در منطقه محدود به کشت گندم ، جو ، یونجه و گوجه فرنگی بوده و باغهای کوچکی ازانگور وزردآلو نیز وجود دارد . از گیاهان وحشی در این منطقه درختان بنه ، بادام کوهی ، گزوطاق میباشد که از تمرکز نسبتا" بالائی برخوردار است .

۴ـ روش مطالعه :

مطالعه اکتشافی انجام شده درمنطقه شامل تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰۰،مطالعه ژئوشیمی با جمع آوری رسوبات آبراهه ای (Stream Sediments)وجستجوی آثار مینرالیزه و معدنی درطول عملیات صحرائی بوده است که با انجام بررسی های آزمایشگاهی شامل آنالیز نمونه ها برای عناصر مس ، سرب ، روی ، کبالت ، ارسنیك نیکل ، مولیبدن ، طلا و نقره ، مطالعه پتروگرافی و کانه شناسی (are Microscopy



شکل ۵ ـ ۱ ـ ۱ : خاستگاه ناحیه‌ایی منطقه سیستان وبلوچستان

تکمیل گشته است . نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمیائی مورد تجزیه و تحلیل آمـــاری با استفاده از کامپیوتر مهندسین مشاور کاوشگران قرار گرفته که نتایج آن دراین گزارش آورده شده است . مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۱۴۰ کیلومترمربع بوده که حدود ۲۰۲ نمونه ژئوشیمی و ۹۰ نمونه لیتوژئوشیمی و سنگ آنالیز گردیده که نتایـــج آن در فصول مربوطه توضیح داده خواهد شد .

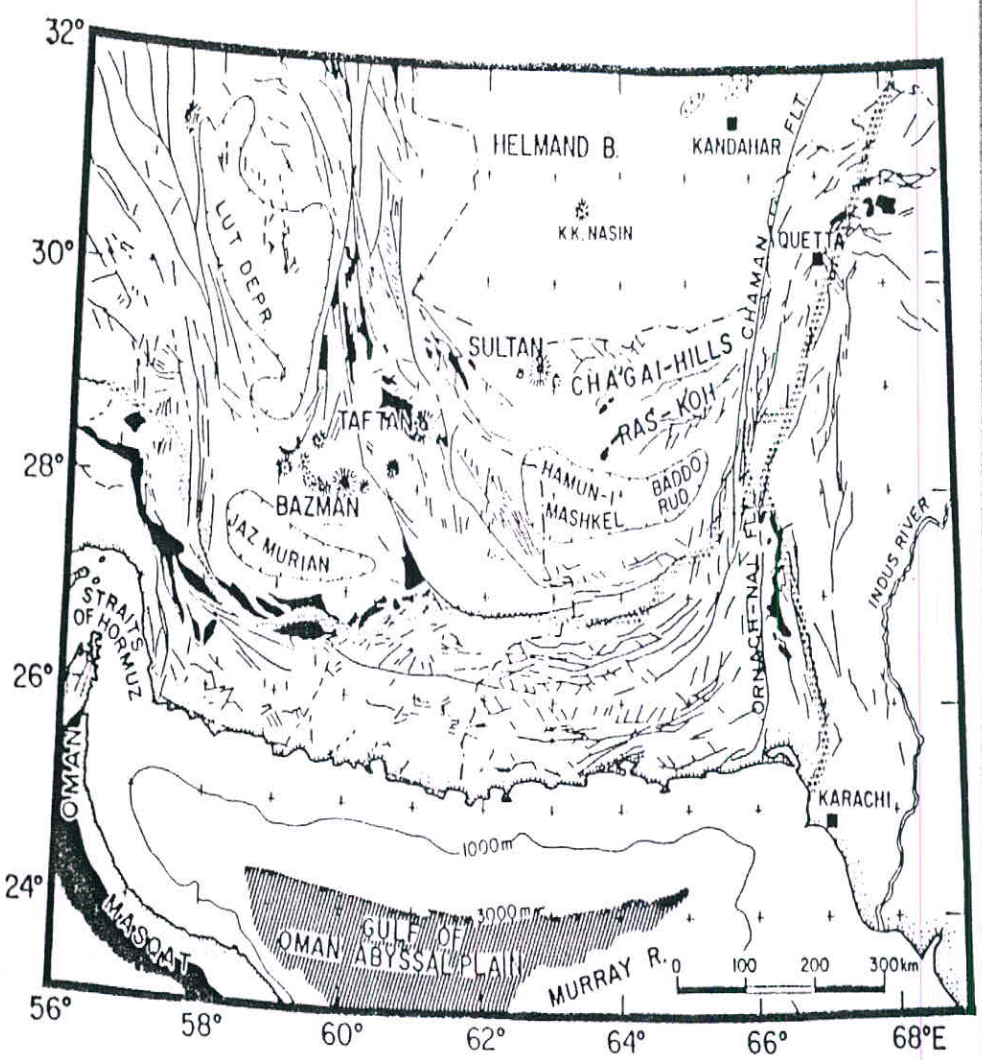
۵ـ زمین شناسی منطقـــه :

* ۵ـ۱ـ موقعیت زمین شناسی ناحیه ای

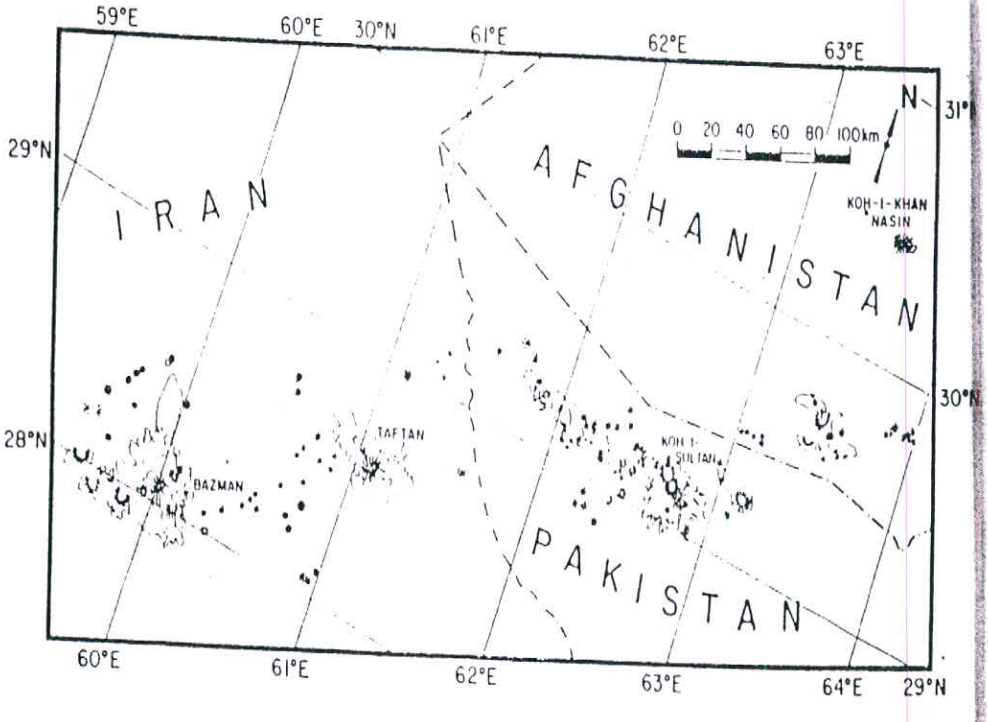
ازدیدگاه تکتونیک صفحه ای ناحیه مورد مطالعه بخشی از سیستم Arc Trench واقع در ایران و پاکستان به حساب می آید که در شمال دریای عمان و شرق کوههای زاگرس و جنوب بلوکهای لوت و هیلمند (هیرمند) واقع است .(شکل ۵ ـ ۱ـ ۱)موقعیت عمومی منطقه را نشان میدهد .

یکی از عوارض و ویژگیهای شاخص این منطقه تعلق آن به کمان آتشفشانـــی (Volcanic Arc) حاشیه قاره ای (Continental Margin) اســـت که محصول فرورانش (Subduction) لیتوسفر اقیانوسی پنداشته میشـــود وماهیت آتشفشانی کالك آلکالن (Calc - Alkaline)رادارا است . کمان آتشفشانی بلوچستان دربرگیرنده منطقه ای است که از جنوب بلوك لوت آغاز وبه پشته هـــای چغائی (ChaghaiHills) در مرزپاکستان ـ افغانستان ختم میگردد .

سه مرکز آتشفشانی عمده شامل کوه سلطان (۲۵۱۰ متر) ، تفتان (۴۱۰۰متر) وبزمـــان (۳۴۹۰متر) رادربرمیگیرد که حدود ۱۵کیلومتر از یکدیگر فاصله داشته و درمیان آنها چندین مخروط آتش فشانی کوچکتر نیز قراردارد . طول کامل این زون حدود ۴۵۰کیلو- متر میباشد و فاصله آن تا بستر ۲۰۰۰ متر گودال مکران (Makran Trench)بیـــن ۴۰۰ کیلومتر در غرب تا ۶۰۰ کیلومتر در شرق متغیر میباشد(Jacob et . al . 1979). کوه خان نشین در افغانستان ترکیب و ماهیت کربناتیت داشته و متفاوت ازآتشفشانیهای این کمربند به حساب می آید . (Abdullah et.al. 1975) درمرزبلافصل این کمربند آتش فشانی و درجنوب کوههای بزمان و سلطان درحوضه جازموریان وهامون مشکل (مشکید) واقع است(شکل ۵ـ۱ـ۲)که به عنوان حوضه پیش کمانی(Forearc Basin) تفسیرشده است . (Farhoudi et.al 1977).



شکل ـ ۵ ـ ۱ ـ ۲ : عارضه های اصلی تکتونو- ماگمائی سیستان و بلوچستان (Jacob 1979)



شکل ـ ۵ ـ ۱ ـ ۳ : روندماگمایی قوس آتش فشانی بزمان - چغائی (Jacob 1979)

ولمن (Wellman 1966) با استفاده از عکسهای هوائی ۱۶ مرکز آتشفشانی کواترنر متعلق به این کمان آتشفشانی مشخص نموده و بررسی عکسهای ماهواره ای (LANDSAT) عوارض ولکانوژنی متعددی شامل نفوذیها (Plugs) گدازه های جریانی (Folw) دهانه ها (Craters) ومخروطها را معرفی نموده که بعضی از آنها محتملا" کهن تر از کواترنربوده و با فرسایش رسوبات جوان تر رخنمون یافته است (شکل ۵ـ ۱ ـ ۳). گانسر (۱۹۷۱) روندی WSW به ENE ، رطول حدود ۳۰۰ کیلومتر را برای این کمربند آتشفشانی قائل شده و ترکیب آنها را آندزیتی از تیپ پاسیفیک معرفی می نماید . مراکز فعالیت آتشفشانی نسبت به هم فاصله (Offset) داشته وگویا با روندهای تکتونیکی عمود بر این کمان آتشفشانی کنترل و محدود گشته است . این روند ها را به بلوکی شدن پوسته فرورانش و تفاوت در شیب فروراندگی برای کمانهای آتشفشانی توجیه می نمایند . شاید تفاوت در فاصله کمان تا بستر اقیانوس و فاصله یافتگی در روند این کمربند معلول قطعات مجزای پوسته اقیانوسی وتفاوت شیب فروراندگی باشد .

اگرچه فعالیت آتشفشانی این کمربند در نوشته ها فقط به کواترنر نسبت داده شده است اماواقعیت ها و عوارض شناخته شده در این ناحیه مبین آن است که دراین ناحیه حوادث متعدد و عوارض حاصل از آنها متفاوت میباشد . در منطقه موردمطالعه کهن تراز فعالیت آتشفشانی تفتان ، عملکرد ولکانوپلوتونی بعدازسری فلیش کرتاسه ـ پالئوسن دیده میشود که در بخش های وسیعی منطبق با روند تفتان ، توسط گدازه های تفتان پوشیده شده است . این فعالیت ها میتواند محدود به زمان الیگوسن تاپلیوسن و بالاخص قدیمی تر از کواترنر باشد . این مرحله از فعالیت برخلاف تفتان که ماهیت آندزیتی دارد عموما" از نوع ریوداسیت ، ریولیتی و ماگماتیسم گرانودیوریتی است که در بخشهای فرسایش یافته رخساره عمیق تر یعنی گرانودیوریت ، رخنمون یافته است .

در منطقه چغائی (Jacob et.al. 1979) باتولیت های گرانودیوریتی احتمالا" پالئوسن پسین تاائوسن آغازی گزارش شده است و ادامه آنها باتولیت ناحیه قندهار ـ کابل میباشد . بربریان و همکاران (1982) توده گرانیتی بزمان را منسوب به کرتاسه فوقانی میشناسد و آن را محصول فرورانش پوسته اقیانوسی وماگماتیسم نوع آندی معرفی می نماید . بدین ترتیب پدیده ماگماتیسم و روندتقریبا"

خطی وانطباق آن با این کمربند آتش فشانی محدود به یك مرحله و احتمالا" یـــك فرآیند نبوده و محصول تکرار حوادث در ادوار مختلف حداقل از کرتاســـــه ببعد است .

۵ـ ۲ـ زمین شناسی منطقه

* ۵ـ ۲ـ ۱ـ چینه شناسی منطقه

ازنظر چینه شناسی واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه دربر گیرنده سه واحد اصلی است که هریك به ترتیب سنی قدیمی به جدید (نقشه زمین شناسی ضمیمه شماره ۱) و با حوادث عمده سه واحد اصلی از یکدیگر قابل تفکیك است . دردقشه زمین شناسی برگه نوك آباد که توسط سازمان زمین شناسی تهیه و تکثیر شده است ، بخش بزرگی از منطقه تحت عنوان کتاره های دامنه سنی تفکیك شده است ، حال انکه بررسی های دقیق نشان میدهد که فعالیت ولکانو رادیولری منطقه منحصر به ائوسن که در آن نقشه آمده نیست و بلکه دربرگیرنده واحدهای بزرگتری از سنگهای آتش فشانی و نفوذی مختلف است .

۱ـ سری پالئوژن : قدیمی ترین سنی رخنمون دار در منطقه مجموعه آمیزه رنگینی از شیل ، فلیش ، اهك ، ماسه سنگ ، پریدوتیت و رادیولاریت است که توزیع آنها در نقشه زمین شناسی نشان داده شده است . این مجموعه بخش زیرین سری فلیش پالئوژن میباشد که در بخش های جنوبی تر توده های ماتمانوژن شامل پریدوتیت ودیگر سنگهای اولترابازی ، کتاره های ماسه سنگی ، بارانکی فراوان تر بوده و در سمت بالا سری های تخریبی ، کنگلومرا ، شیل ، اهك و رادیولاریت فزونی می یابد و به سمت شمال منطقه به سری فلیش تکدست (Wild Flysch) تبدیل میگردد . توده های اولترابازی و دیابازی به داخل سطوح فرسایش بخش قبر و ارتفاع بیشترنسبت به سازندهای همجوار عوارض مشخص را در منطقه میسازد (مانند کوه سیاه بره خوارو غیره) .

۲ـ مجموعه ولکانو ـ رادیولری دربرگیرنده و دگرسان شده : این مجموعه که اولین و قدیمی ترین بخش آن شامل توف ، آگلومرا ، کتاره های ماسه سنگی است بادگرشیبی زاویه دار سری فلیش را می پوشاند (شیل سبز ـ) رخنمونهای مشخص این واحد در شرق دره خارستان بالا ، در اطراف تیلوئی ، خارستان پائین دیده میشود . مجموعه فوق الذکر بصورت تقریبا" افقی قرار گرفته و به تناوب از فعالیت ماتمانوژن ـ آتشفشانی متعاقب فاز آتش فشانی دگرسان شده است .

بسترمنطقه مورد مطالعه مجموعه فلیش ـ اوفیولیتی (آمیزه رنگین) است که از نوع

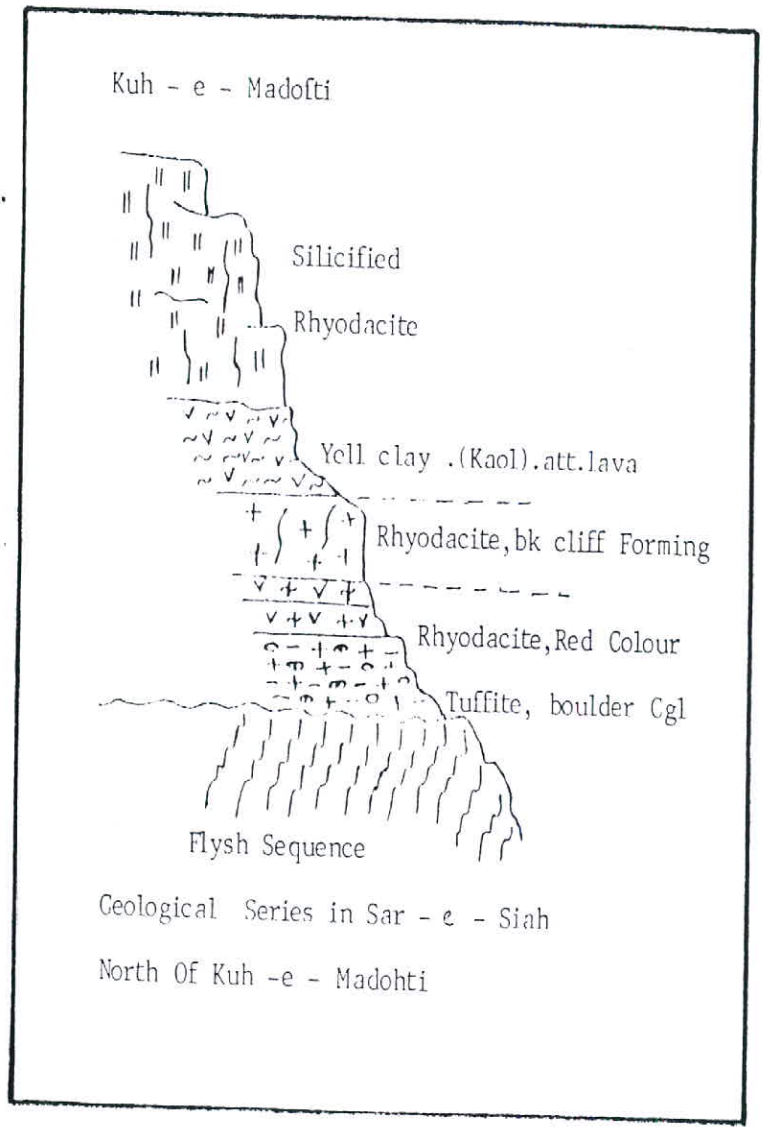
Accretionary Prism به حساب آمده و درحقیقت ادامه روند جنوبی رخساره درزه سیستان (Camp et . al .1982) (Sistan Suture Zone) و ارتباط آن با زون افیولیتی مکران میباشد . رخساره فلیش ضخامت بسیاری داشته و حاصل پرشدگی ترافی است که از باتولیتهای لوت و هیلمند تغذیه میشده است .

مجموعه فلیش ـ افیولیت مورد شرح گسترش بسیاری در این بخش از بلوچستان داشته و توجیه تغییر روند (شمالی ـ جنوبی بودن) نسبت به مکران و پدیده های ماگمائی حادث بر خط درزه سیستان با مدل فرورانش پوسته اقیانوسی دریای عمان مشکل بمنظر میرسد . براین اساس تکوین زمین شناسی منطقه حاصل مجموعه پدیده هائی است که از دوران میان زیستی (Mesozoic) تا کواترنر رخ داده وصور متفاوتی از فرآیندهای آن در ناحیه دیده میشود . کمر بند ماگماتیسم گرانیتی سراوان ـ زاهدان نسبت به کمربند ماگماتیسم بزمان ـ چغائی مایل بوده و حوادث موثر منطقه طرح نیز انطباق کامل با روند بزمان ـ تفتان نداشته و بلکه با آن زاویه کوچکی را تشکیل میدهد .

تعدد حوادث تکتونو ـ ماگمائی و گسترش جغرافیائی و زمانی پدیده ها منجر به توسعه زونهای آلتره و دگرسان شده وسیعی گشته و آثارمتعددی از کانی سازی های فلزی را همراه داشته است . درکمربند ماگمائی بزمان ـ تفتان چغائی آثارمتعددی از منابع معدنی یافت شده و در بخش باتولیتی این زون سیلیتو (Sillitoe 1979) کانسارهای نوع Mointo - Type Copper , Porphyry Copper contact Metasomatic Copper , Hein Copper , Kuroko-Type Massive Sulphide آهن ، و آهن ولکانوژنی را معرفی می نماید که سن آن از کرتاسه تاترسیر پسین میباشد . متالوژنی این زون را از نوع اندی (Andean Type) قلمداد می کند که در لبه جنوبی بخش افغانستانی ـ ایرانی صفحه اوراسیا رخ داده است .

درنقشه زمین شناسی تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی کشور (1984) (ورق نوک آباد) مجموعه مورد مطالعه منطبق به گدازه های تفتان ترسیم گردیده و مجموعه سازندهای منطقه طرح فلیش های پالئوژن و گدازه های تفتان منظور شده است . بررسی های انجام شده در این طرح و نقشه تهیه شده نشان میدهد که بخش های وسیعی ازآنچه که تحت عنوان مواد آتش فشانی تفتان در نقشه درآمده ، ماهیت ، ترکیب ورخساره متفاوت از تفتان داشته و مجموعه ولکانو ـ پلوتونی کهن تراز آن است .

ویژگیهای سنگ شناسی وخصاره پترولوژی آنها در فصل سنگ شناسی توضیح داده شده است .



شکل ـ ۵ ـ ۲ ـ ۱ : مقطع زمین شناسی شمال کوه مادوفتـــــی (محل ســـر سیـــاه)

مجموعه دگرسان شده و آذرین نفوذی درسری مذکور که ارتفاعات زردان نقـــره ای خارستان و مادوفتی را میسازد در بخش های عمیق تر پروفیریت با ترکیـــــــب گرانودیوریتی است که به تفاوت متاثر از آلتراسیون گرمابی شده است . نفوذتود ه آذرین ، خروج محلولهای غنی ازسیلیس و آبهای مینرالیزه سبب شده است که علاوه بر توده نفوذی سنگهای آذرآواری و گدازه های سقف نیز شدیدا" برشی و دگرسان گـردد که بقایای پایداروباقیمانده آن بصورت قله مرتفع کوه مادوفتی دیده میشود .

علاوه برسیلیسیفیکاسیون سنگهای سقف این مجموعه ، فرآیند آلتراسیون بصـــــورت رگه های مینرالیزه و کوارتزی متعددی دیده میشود که روندی کنترل شده باموقعیـت عمومی تکتونیکی داشته و از شکستگی ها تبعیت می نماید .

علاوه برتوده پورفیری نفوذ بزرگ که رخنمون آنها در دره فلوتپه دیده میشودخروجی هائی بصورت دایك در شمال غرب سرسیاه دیده میشود که بصورت انشعابی ازتوده اصلـــی بوده و آلتراسیون گرمابی اسیدی را در اطراف خود نشان میدهد .

علاوه برصورمشخص از فعالیت ماگمائی نفوذی ، درمحل خارستان (غرب شرکت تعاونی) و نزدیك معدن شیخ احمد قله مخروطی کوچکی دیده میشود که محتملا" فازی مؤخرنسبت به مجموعه فوق الذکر دارد .

۳ـ گدازه های تفتان : گسترش گدازه های تفتان از جنس آگلومراوگدا زه بخش های مختلف وافق های متفاوتی را از نظر توپوگرافی می پوشاند که بجز کـــوه مادوفتی ، تقریبا" بقیه ارتفاعات حاشیه منطقه طرح از آن جمله است . گدازه هـــای کوه گنج ، قله پاچین و اطراف سنیب متعلق به گدازه های با ترکیب آندزیتی تفتـان دارد که در مقاطع مختلف و اشکال این گزارش معرفی شده است . قاعده این ســری عموما" قرمز رنگ بوده و حاکی از لاتریتی شدن مجموعه ولکانو- پلوتونی مینرالیـــزه و آلتره قبل از آتش فشان تفتان است . از آنجا که شیب های اطراف کوه مادوفتـی (کوه گنج) از گدازه های تفتان پوشیده شده است بـنظر میرسد که گدازه هـــا در زمان تشکیل از سطوح پست توپوگرافی تبعیت و درآنها انباشته شده است . براین اساس احتمالا" منطقه زردان نقره ای و خارستان توپوگرافی مرتفعی همانند کـــوه مادوفتی باپوشـــش سنگ سیلیسی داشته است .

۵ـ۲ـ۲ زمین شناسی ساختمانی منطقه

زمین شناسی منطقه به تبع از تکوین ساختمانی ناحیه شکل گرفته است و در مقیاس محلی متاثر از فعالیت آتش فشانی تفتان گشته است .

مجموعه فلیش ـ افیولیت واقع در میان بلوکهای هیلمند ـ لوت قراردارد که رخساره ترافی داشته و با به هم آوردن (Collision) دو بلوک لوت ـ هیلمند درائوسن پسین شکل گرفته است . منطقه مورد بررسی درمنتها الیه جنوبی درزه سیستان (Suture Zone) واقع است (مهندسین مشاورکاوشگران ۱۳۶۹) و همانند ساختار عمده ناحیه روند شمالی ـ جنوبی دارد . سری فلیش ساختاری منطبق باروند کلی دارد . در این مجموعه فعالیت ماگمائی گرانیت زاهدان رخ داده است که روندی شمال شمالغرب دارد و شکستگی های اصلی ناحیه نیز با آن هماهنگ است . دیگر روند مهم و اصلی منطقه امتداد مغرب ـ شمالغربی است که فعالیت تکتونو ـ ماگمائی مجموعه ولکانو ـ پلوتونی از آن تبعیت نموده است . شکستگی های اصلی که کنترل کننده فعالیت ماگمائی و آلتراسیون متعاقب آن است با این عارضه منطبق میباشد و روندهای ساختمانی نیز مغرب ، شمالغربی ـ شرق ، جنوب شرقی است . روندآخیر بصورت بخشی از کمربند ماگمائی است که بسمت شرق (پاکستان) ادامه می یابد روند ماگمائی تفتان ـ بزمان منطبق با این کمر بند نبوده و جهت شرق شمال شرقی دارد . این اختلاف روند بین فعالیت تفتان و مجموعه ولکانو ـ پلوتونی خارستان معلول اختلاف زمان ومامیت متفاوت پتروژنز ی است که حاصل فرورانش با شیب متفاوت و احتمالا" پروسه های مختلف میباشد . حاصل رخداد آتش فشانی تفتان و بازفعالی (Reactivation) گسله های کهن سبب ایجاد فعالیت چشمه های گرمابی(خارستان وبیدستر) گشته است که رسوبات چشمه ای ـ تراورتن کواترنر را برجای میگذارد . این روندها میتواند باعث ایجاد دوشکستگی عمده درشمال و جنوب این منطقه مینرالیزه باشد که مرز گسترش مجموعه ولکانو ـ پلوتونی را کنترل می نماید . درامتداد همین شکستگی ها خروجی های کوچکی از مواد آتش فشانی دیده میشود که نقش عمده ای در منطقه ندارد .

۵ـ۲ـ۳ـ سنگ شناسی و رخساره های آذرین

بررسی های انجام شده در منطقه طرح نشان میدهد که بطورکلی ، سه گروه اصلی از سنگهای آذرینی اعم از درونی ، بیرونی و نیمه عمیق درمنطقه وجود دارد که از قدیم به جدید عبارتنداز :

الف ـ سنگهای آذرین مرتبط با مجموعه فلیش ـ افیولیت

ب ـ مجموعه ولکانو ـ پلوتونی آلتره و مینرالیزه

ج ـ گدازه ها و خروجی های جوان تفتان

الف ـ سنگهای آذرین مرتبط با مجموعه فلیش ـ افیولیت

این مجموعه که بخش های وسیعی از شمال و مرکز منطقه طرح رادربرمیگیرد شامل توده های نابرجای اولترابازی (پریدوتیت) است که درشمالشرق منطقه طرح با کانی سازی تالك ، میزان کانسار تالك سیاه بره خوار میباشد . علاوه براین توده پریدوتیتی ، رخنمونهای بزرگی از جنس دیاباز اسپیلیتی (نوع سیاه بره خوار)وتوفهای بازی و گدازه های زیردریائی بازالتی درمنطقه دیده میشود که یا توسط گدازه های تفتان پوشیده شده و یا بوسیله مجموعه ولکانو ـ پلوتونی گروه " ب " قطع شده است بخش بزرگی از فلیش های منطقه از نوع گری واك و سیلیستون است که ذرات سازنده آنها را مواد آذر آواری و آتش فشانی زیردریائی تشکیل میدهد .

این رخساره نمونه بارزی از مجموعه فلیشی درزه سیستان است که رخساره پوسته اقیانوسی دارد و به تفاوت متاثر از دگرسانی و هوازدگی شده است . علیرغم ظاهر کم و بیش مشابه رخساره دیابازی با رخساره پریدوتیتی ، نوع اخیر در منطقه محدود و منحصر به میزبان کانسار تالك سیاه بره خوار است ولی توده های دیاباز اسپیلیتی بافرسایش خشن که عوارضی مانند قلل (قله سیاه بره خوار) و دیواره ها وپرتگاهها را بوجود می آورد از گسترش و حجم بالنسبه بالائی برخوردار میباشد . توده های پریدوتیتی در ابعاد کوچکتر بصورت نابرجا در داخل سری فلیش پراکنده است و تقریبا" در کلیه رخنمونها کانی سازی شدید تالك رانشان میدهد . بررسی های پتروگرافی محدودی از نمونه ها مشخصات ذیل را دارا است :

ا ـ رخساره سنگی :

نام سنگ : 69.KH . 0 73 Spillitized Diabase # Basalt

بافت سنگ : Porphyritic With Ophitic Groundmass

کانیها : ۱) پلاژیوکلاز : پلاژیوکلازها دارای ترکیبی بین الیگوکلاز تا اوائل آندزین بوده و مقدار کمی از آن به سریسیت تبدیل شده است . باورهای اولیه نسبتا" درشت (تا ۲ میلیمتر) نسبتا" کم بوده و عمده باورها در زمینه Ophitic تشکیل شده است بلورهای اولیه Phenocryste باریک و باند بوده و کمتر بصورت Tabular میباشد . دربعضی از نقاط سنگ چند باور اولیه با هم مجتمع شده وسیمای Glomeroporphyrtic به سنگ داده اند .

۲) پیروکسن : از نوع کلینوپیروکسن و احتمالا" از نوع Pigonite میباشند مقدار آن نسبت به پلاژیوکلازها کمتر میباشد . اغلب باورها نسبتا" سالم میباشند مقدارکمی از آن به کلریت و Pumpellyite تبدیل شده است .

۳) کانی های رگه ای : دربعضی رگه ها مجموعه : Quartz + Albite + Pumpellyite + Calcite تشکیل شده است .

این رگه ها در سر راه خود مجموعه پلاژیوکلاز + پیروکسن تبدیل به کوارتز وکلسیت و کلریت و پومپلی ایت شده است بنظر میرسد که سنگ حاوی چند باور اولیوین بوده که تماما" به کلریت و کلسیت تبدیل شده است . از این اولیوین ها چیزی چیزی بجا نمانده است . کانیهای اوپاک سنگ که احتمالا" Ilmenite Titanomagnetite بوده اند به مجموعه ای از اسفن + کانی های اوپاک و لوکوکسن تبدیل شده اند .

۲ـ شماره سنگ : 69EH34 , 69.BS. 002

این سنگ بسیار دانه ریز بوده و اثر لایه بندی رسوبی هنوز قابل رویت است .بنظر میرسد که این سنگ دراصل نوعی Siltstone یا Tuff دانه ریزبوده است که دراثر یک واقعه دگرگونی به مجموعه ای از کانیهای : Quartz + Prehnite ? + Pumpellyite + Sphene + Opaque Minerals + Zircon + Alkali Feldspar + Albite . تبدیل شده است .

بنظر میرسدکه سنگ شماره ۲۱ در اصل یک سنگ آواری مانند Graywacke یا Tuff بوده که بشدت دگرسان شده است .

ازنمونه شماره 69PS001 تهیه لام نازک شماره 69PS001 تجزیه شیمیائی بعمل آمده که نتایج زیر را نشان میدهد

نوع اکسید	Si02	AL203	Fe203	Feo	Tio2	Cao	Mgo	Na2o	K2o.
درصد	66.88	16.67	1.89	1.38	0.61	1.06	3.13	0.81	0.17
نوع اکسید	Mno	L.O.I							
درصد	0.02	2.07							

۳ـ شماره سنگ : 69.KH.0.74

نام سنگ : Graywacke

این سنگ یك گری واك است که بیشتر اجزا آن از بلندیهای آذرین سرچشمه گرفته است اغلب اجزا زاویه دار بود و درجه جورشدگی آن نسبتا" خوب است . سیمان بین اجزا آواری را کلریت ، سرسیت و سایر کانیهای رسی تشکیل میدهند . مقدارسیمان بسیارکم است .

اجزا آواری عبارتند از :

۱) کوارتز

۲) پلاژیوکلاز

۳) فلدسپاتهای قلیائی

۴) دانه های چرت

۵) دانه هائی ا ز Siltstone

۶) دانه هائی از سنگهای آذرین خروجی مانند آندزیت و داسیت

۷) کانیهای سنگین مانند زیرکن ، اسفن

۸) دانه هائی از سنگهای آهکی

۹) دانه هائی ا ز Shale

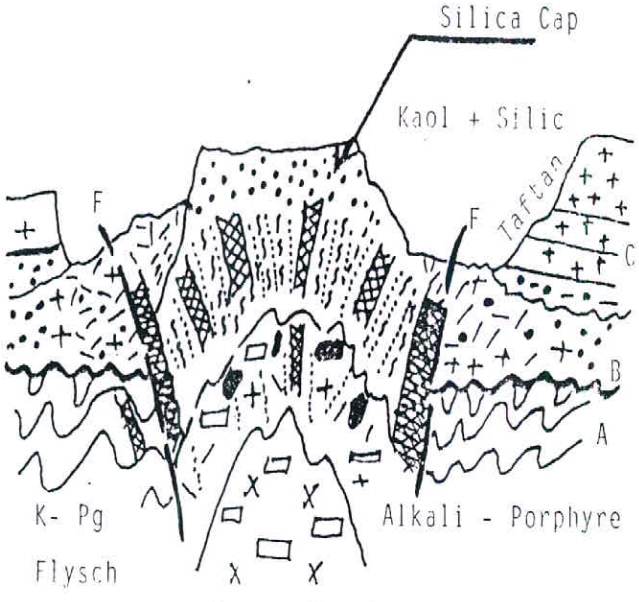
۱۰) دانه هائی از کوارتزیت های دگرگونی

(۱) مسکویت

۴ـ شمار ه سنگ : 69.BS.003

این سنگ در اصل یك توف بسیار ریزدانه یا یك Siltstone با منشا آذرین خروجی بوده است که شدیدا" توسط محلولهای هیدروترمال مورد هجوم قرارگرفته است شبکه ای از شکافها محلولهای هیدروترمال را به درون این سنگ آورده و زمینه دانه ریز سنگ را از نوتبلور نموده است . درزگه ها مجموعه ای از کانیهای زیر :

از رخنمونهای مختلف منطقه نمونه های متفاوتی برداشت و مطالعه شده است که شـــرح میکروسکوپی آنها در ذیل آورده شده است .



Pb-Zn (Ag_1 Au) ——— Cu ——— Pb- Zn (Ag_1 Au)

A- Cretaceous (ophiolitic Complexes)

B- Volcano - Plutonic Complex (Oligocene - Miocene)

C- Taftan lava and Volcano - Clastics

1- Cu -Pb - Zn (Vein Type)

2- Pb - Zn ($Ag_1 Au^{?}$)- Cu

Vein Type

3- Cu - Mo (?)- Au (?)

disseminated porphyry Type

4- Cu, Ag , Au, As

Disseminated Hydrothermal Type

شکل ۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۱ ـ ویژگی کلی زمین شناسی ناحیه خارستان ـ مادوفتی

۱ـ شماره سنگ : 69 . BS . 008 ، محل نمونه امرودك

نام سنگ : Porphyritic Rhyodacite # Porphyritic Granodiorite

بافت سنگ : Porphyritic

کانیها : ۱) پلاژیوکلاز : پلاژیوکلازهای اولیه (Phenocrysts) نسبتا" سالم بوده و ترکیب آنها درحدود آندزین تا لابرادوریت است . شکل آنهااغلب (Tabular صفحه ای) بوده وتوسط زمینه‌خوردگی پیدا کرده اند . کمی ازآنها به سرسیت و کلسیت تبدیل شده است . اندازه آنها بحدود ۲ میلیمتر نیزمیرسد .

۲) کوارتز : کوارتزها نسبتا" شکل دار بصورت بلورهای اولیه دیده میشود اطراف این بلورها توسط زمینه خوردگی پیدا کرده و گرد شده اند .

۳) بیوتیت : تقریبا" تمامی بلورهای بیوتیت بکلی دگرسان شده و تبدیل به مجموعه ای از : Chlorite + Carbonates (Calcite + Dolomite ?) Sphene + Opaque Minerals + Muscuvite

تجزیه شیمیائی این رخساره با نمونه شماره 69 KH 013 درجدول ۵ـ ۲ ـ ۱ ، آورده شده است .

زمینه این سنگ از کوارتز ، پلاژیوکلاز و فلدسپاتهای الکالن (پتاسیك سدیك)وکلریت و کانی های اوپاك و آپاتیت و کلسیت تشکیل شده است . توصیه میشود برای تعیین اسم دقیق این سنگ یك تجزیه شیمیائی کامل روی آن صورت گیرد . باحتمال بسیار زیاد ترکیب این سنگ در حدود گرانودیوریت است .

۲ـ شماره سنگ : 69 . BS 004 محل خارستان مدخل دره فلوتپه ازخارستان

نام سنگ : Altered Porphyritic Rhyodacite # Altered Granodiorite

بافت سنگ : Porphyritic porphyry

این سنگ عینا" مانند BS 008 است با این تفاوت که تمامی پلاژیوکلازهابشدت دگرسان شده و تقریبا" از پلاژیوکلازهای اولیه اثری بجا نمانده و کلا" تبدیل به مجموعه ای از : Clay Minerals + Sericite + Alunite ? + Amarantite شده است .

نمونه 69KH005 متعلق به این لیتولوژی است که نتایج تجزیه شیمیائی آن در جدول شماره ۵ـ ۲ـ ۲ـ ۱ آورده شده است .

۳ـ شماره سنگ : BS 005 . 69 محل نمونه ، دره فلوتپه

این سنگ نیز مانند BS 008 است با تفاوتهای زیر :

۱) پلاژیوکلازها نه مانند BS 008 سالم و نه مانند BS 004 کلا" دگرسان شده اند بلکه تقریبا" حد واسط این دو میباشند .

۲) کانی های اوپاک (احتمالا" سولفورها) مقدارشان بیشتر از BS 008 است .

۳) بنظر میرسد که در این سنگ همانند سنگ KH . 0. 58 مقداری بلورهای آمفیبل اولیه نیز وجود داشته که فقط شبحی از آن بجا مانده است . آنالیزشیمیائی این نمونه با شماره 69KH006 درجدول شماره ۵ ـ ۲ـ ۲ـ ۱ آورده شده است .

۴ـ شماره سنگ : 69.KH.0.56 سرراه تیلوئی

نام سنگ : Hornblende - Biotite Rhyodacite

بافت سنگ : Porphyritic With Semifluidal Groundmass

کانیها : ۱) پلاژیوکلازها : نسبتا" سالم بوده و ترکیب آنها درحدود آندزین تا لابرادوریت است . اغلب آنها زونه بوده و بعضی از آنها در اثر واکنش با زمینه از اطراف تبدیل به فلدسپاتهای قلیائی شده اند اندازه آنها تا ۲ میلیمترنیزمیرسد بعضی رگه های کلسیتی این بلورها را قطع می نمایند . حاشیه بعضی از بلورهاتبدیل به کلسیت + آلبیت شده است .

۲) کوارتز : این کانی بصورت بلورهای اولیه با حاشیه گردشده دیده میشود .

۳) بیوتیت : بیوتیت بسیارغنی از آهن بوده و از دگرسانی آن مقدار زیادی کانی اوپاک بوجود آمده است . علیرغم تاثیر زمینه هنوز بسیاری از بلورهای بیوتیت سالم بجا مانده است از دگرسانی بیوتیت مجموعه زیر تشکیل شده است :

Opaque Minerals + Quartz + Alkali Feldspar + Chlorite

۴) هورن بلند : از هورن بلند ها جز شبحی چیزی بجا نمانده است وتبدیل به مجموعه ای از : Opaque Minerals + Calcite + Alkali Feldspar + Chlorite . شده است .

زمینه سنگ ازپلاژیوکلاز وفلدسپاتهای آلکالن وکانی های اوپاک تشکیل شده است .

۵ـ شماره سنگ : BS 007 . 69 محل نقطه S15 امرودک ،نمونه تجزیه شده 69KH0017 این سنگ عینا" مانند BS 008 است با این تفاوت که :

۱) بسیاری از بلورهای بیوتیت سالم بجا مانده است .

۲) زمینه سنگ دانه درشت تر از BS 008 است .

۳) بلورهای اولیه پلاژیوکلاز بسیار سالم تراز BS 008 است واندازه آنها نیز از BS 008 بزرگتر است .

۴) حاوی شبح هائی از آمفیبل های قدیمی است که تماما" به :

Calcite + Opaque Minerals تبدیل شده اند .

۹ شماره سنگ :55 . 0 . KH . 69 ، محل تیلوئی

نام سنگ : Devitrified Vitric Rhyodacite ? # Rhyolite ?

سنگ : Porphyritic With Vitric Groundmass

کانیها : پلاژیوکلازها : فراوانترین فلدسپاتهای اولیه (Phenocrysts) را تشکیل میدهند . اغلب آنها سالم و فقط بخش کمی از آن تبدیل به کلسیت و سرسیت شده است . ترکیب آنها حداکثر تا اوائل اندزین میرسد . اندازه آنها به ۳میلیمتر نیز میرسد تقریبا" تمامی آنها توسط زمینه خوردگی پیدا کرده اند . دارای انکلوزیونهای از بیوتیت ، آپاتیت ، کانی های اوپاك میباشند خیلی از پلاژیوکلازها در یك فاز تبلور مجدد و براثر واکنش با محلولهای سیلیس دار تبدیل به مجموعه ای از کوارتز و کلسیت شده اند .

فلدسپاتهای قلیائی : فلدسپاتهای الکالن محدود به اطراف پلاژیوکلازها و چند بلور نامشخص و مشکوك میشود . بنظر میرسد که چند بلور سایندین در متن تشکیل شده بوده است و لی بعدها دگرسان شده و از بین رفته و فقط بخش کمی از آن بجا مانده است .

کوارتز : چند بلور کوارتز اولیه درمتن دیده میشود که اندازه آنها حداکثر به نیم میلیمتر میرسد . اغلب آنها توسط زمینه خوردگی پیداکرده اند .

کانی های مافیك : در این سنگ چند بلور ، بیوتیت و هورن بلند وجود داشته که تماما" به مجموعه ای از :

Chlorite + Quartz + Opaque Minerals + Alkli Feldspar

تبدیل شده اند و تنها بخش کمی از بیوتیت ها هنوز قابل رویت است . زمینه این سنگ دارای ویژگیهای متعددی است :

۱) بسیاردانه ریز و شیشه ای میباشد .

۲) دارای ترك هائی است که شبیه به Perlitic Crack میباشد .

۳) بخش هائی از آن دارای ساخت Spherulitic ناشی از تبلورمجدد شیشه

میباشد که آمیزه ای است از کوارتز وفلدسپاتهای قلیائی .

۴) زمینه شیشه ای تحت تاثیرهجوم محلولهـــای هیدروترمـــال غنـــی از سیلیس Devitrified شده است و بنظر میرسد که سنگ تحت تاثیر نیروهـای تکتونیکی شکسته شده و برشی شده است و درامتداد شکستگی ها محلولهـــای هیدروترمال نفوذ نموده و شیشه متن را از نومتبلور نموده است . کانی های فرعـی عبارتنداز آپاتیت ، زیرکن ،کانی های اوپاك توصیه میشود که روی این سنگ یك تجزیه شیمیائی کامل انجام تا با محاسبه نرم Clpw بتوان درمورد ماهیت سنگ اظهار نظر دقیقی بعمل آورد . با این مطالعات میتوان فقط حدس زد که ترکیـب این سنگ بین ریولیت و ریوداسیت است .

شماره سنگ : 69 . BS . 0.006 محل نمونه خارستان وسط

نام سنگ : Porphyritic Hornblende Biotite Rhyodacite

بافت سنگ : Porphyritic With Felsitic Groundmass

این سنگ بسیارشبیه به سنگهای BS 008 و BS 004 است اماویژگی هائی نیز بشرح زیر دارد :

۱) بسیار از بیوتیت ها سالم میباشند .

۲) محصولات دگرسانی بیوتیت ها عبارتنداز :

Calcite + Chlorite + Opaque Minerals .

۳) زمینه دانه ریز تراز BS 008 و BS 004 میباشد .

نمونه شماره 69 KH 007 از این رخساره میباشد که آنالیز شیمیائی آن درجدول شماره ۵ـ۲ـ۲ـ۱ نشان داده شده است .

شماره سنگ : 69 . KH . 0 . 58

نام سنگ : Altered Porphyrite

بافت سنگ : Porphyritic With Felsitic Groundmass .

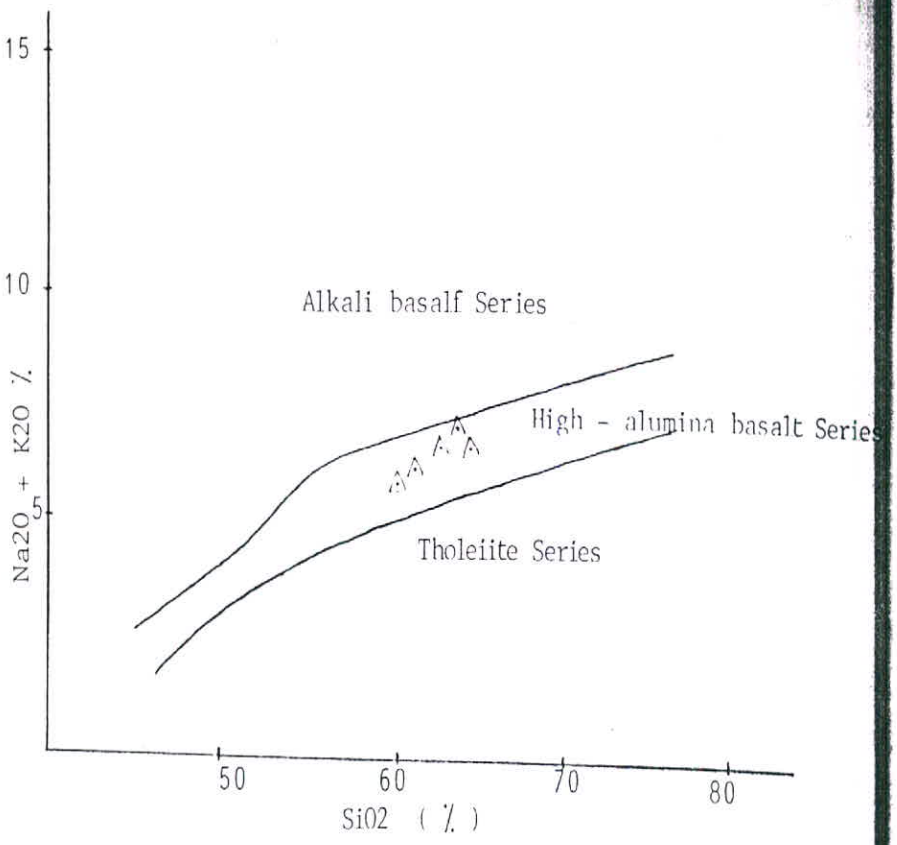
این سنگ دارای بافت پرفیری میباشد . بلورهای اولیه Phenocrysts تماما" بشدت دگرسان شده اند :

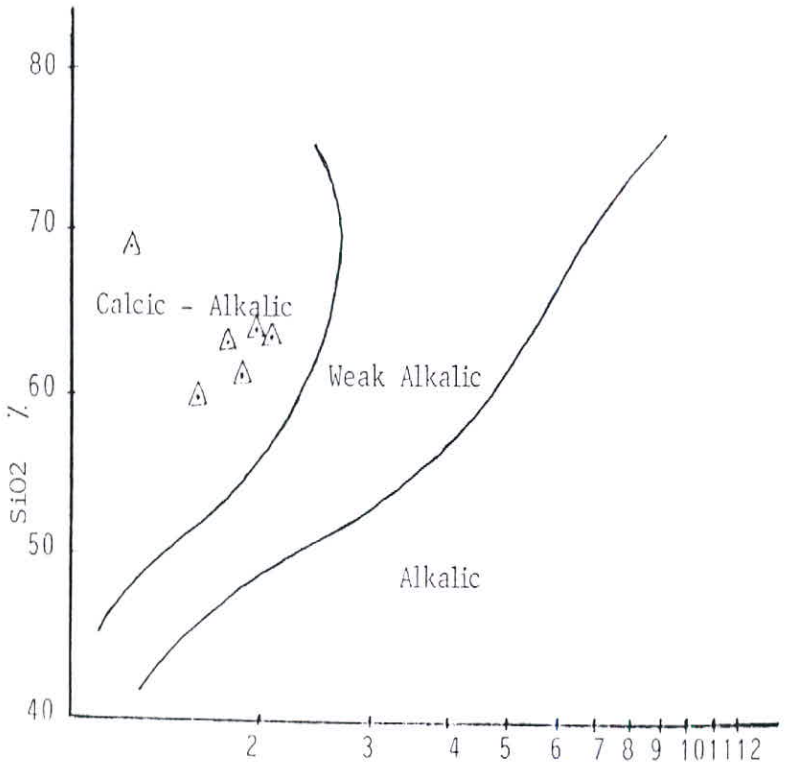
Plagioclase -- To -- Calcite + Chlorite + + Quartz + + Sericite + Albite

Hornblende To ---Calcite + Quartz + Opaque Minerals + Alkali .

Feldspar + Sphene + Leucoxene.

Biotite To --- Chlorite + Anatase + Calcite + Opaque Minerals



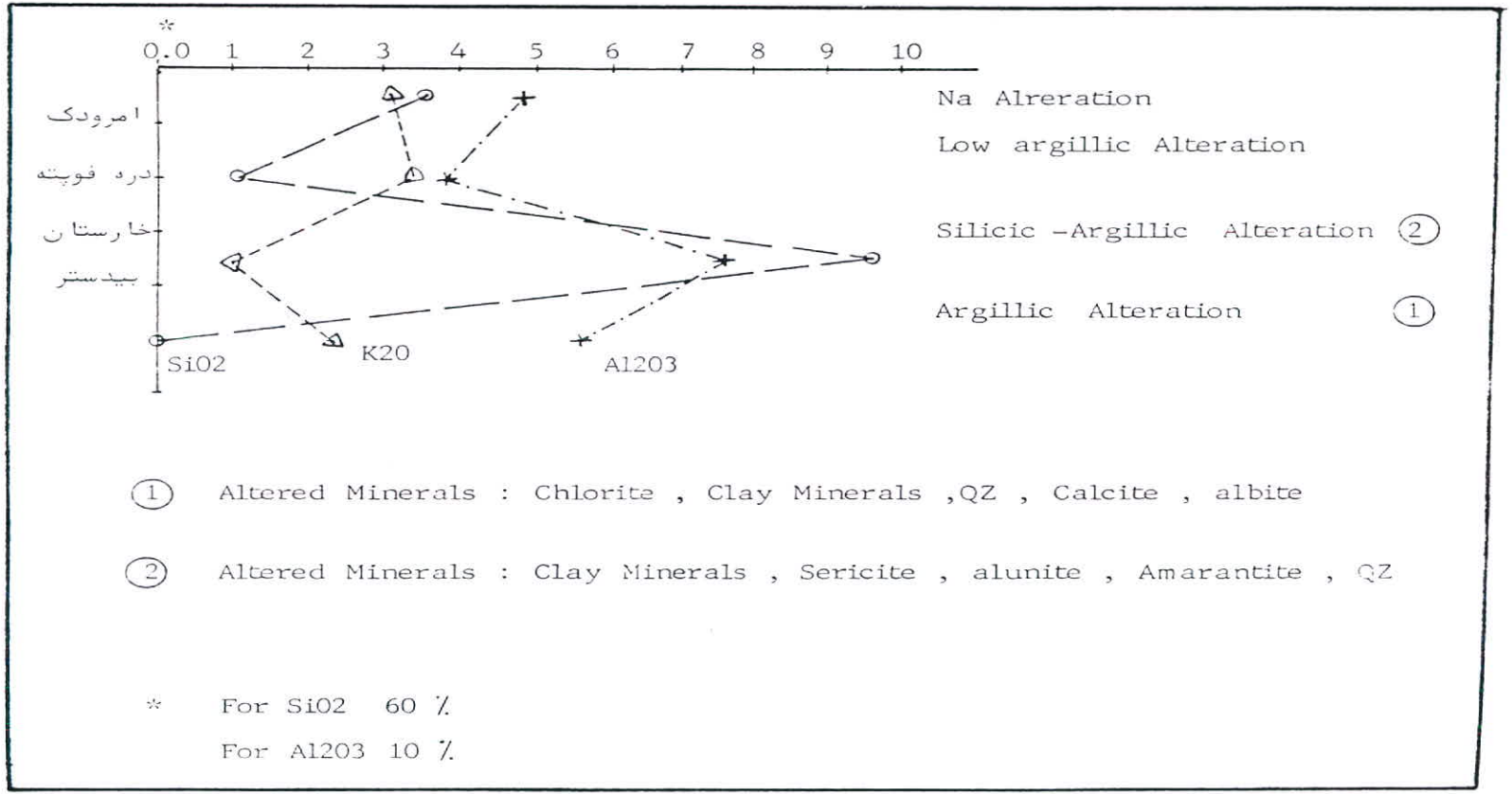


$$\text{Log}\ \frac{Al_2O_3 + CaO + (K_2O + Na_2O)}{Al_2O_3 + CaO - (K_2O + Na_2O)}$$

شکل ۵ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۲ : رخساره پترولوژی مجموعه ولکانو ـ پلوتونی آلتره ومینرالیـــــــزه

آلتراسیون منطقه میتواند عموما" به نوع مس پورفیری و اسید ـ سولفات نسبت داده شود نوع پورفیری در رابطه با ماگماتیسم این مجموعه بوده حال آنکه آلتراسیون اسید ـ سولفات میتواند منسوب به ولکانیسم جوانتر و تفتان باشد .

شکل ۵ ـ ۲ ـ ۲ ـ ۳ : وضعیت التراسیـــــــون ونوع ان در زون های مختلـــــــــــــــــــــــــــف



۶ـ آثار کانی سازی و معدنی :

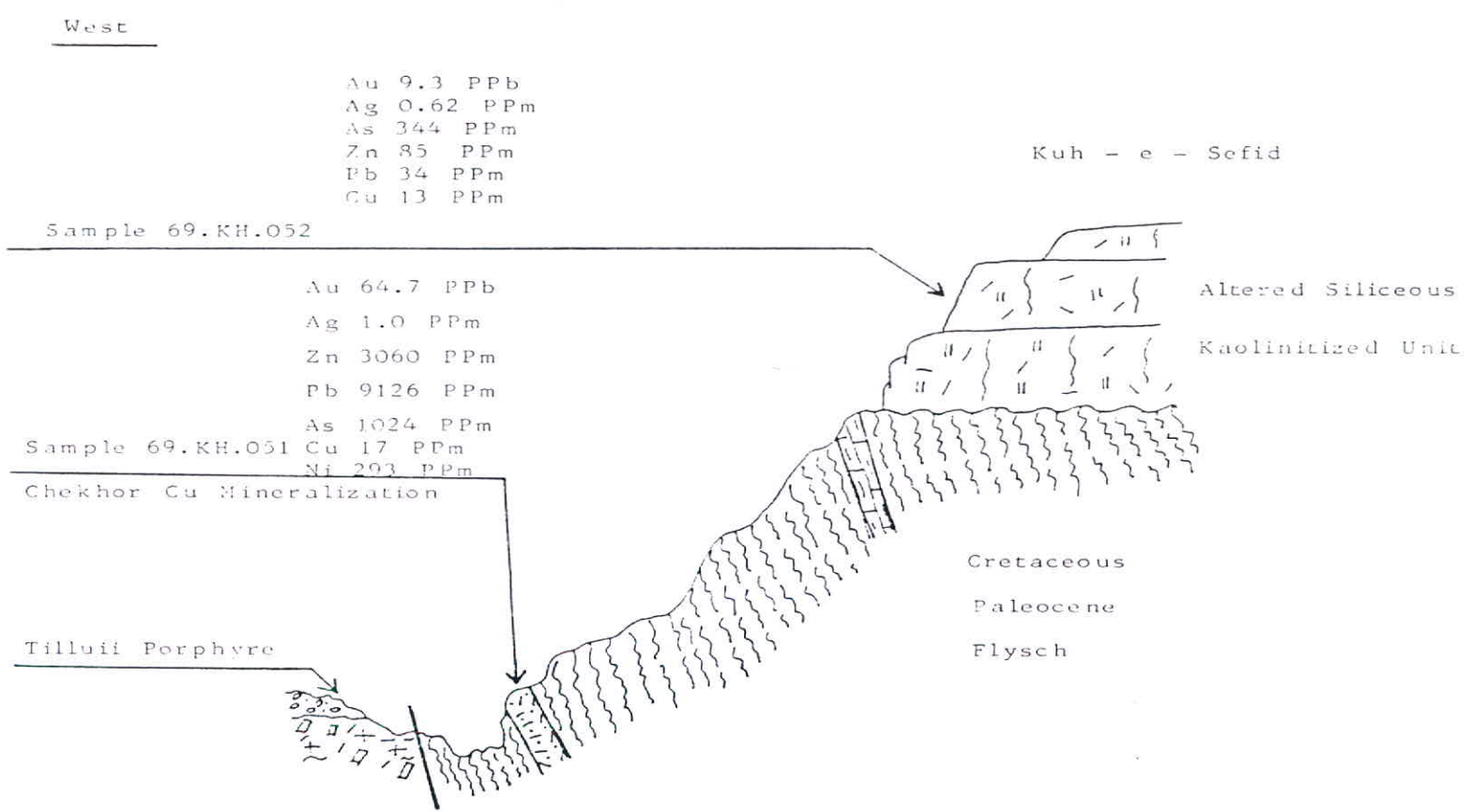
درمنطقه مورد مطالعه آثار کارهای قدیمی و کهن و سرباره ذوبهای مختلفی از دیرباز شناسائی شده است . که مهمترین مکانهای آنها را میتوان خارستان زردان نقره ای ، بیدستر (گله چاهون) نام برد . کانی سازی های عمده کارشده عبارت از سرب بوده که درخارستان (کانسارشیخ احمد) وگله چاهون میباشد که آثار سرباره های ذوب آنها هنوز دیده میشود . زمان کاراین کانسارها نامشخص است ولی احتمالا" میتواند منسوب به زمانهای حدود ۱۰۰۰ سال قبل باشد زیرا از سرباره ذوبهائی که در جنوب شرق تفتان وجود داشته به روش ایزوتوپ کربن تعیین سن بعمل آمده و حدود ۱۱۶۰ سال قبل را نشان میدهد .

آثار متعددی از کانی سازی در دره امرودك ، خارستان ، غرب مادوفتی ، بیدستر وتیلوئی شناسائی شده که محل آنها درنقشه شماره ۲ ضمیمه نشان داده شده است .

۶ـ ۱ ـ کانی سازی در منطقه تیلوئی

ناحیه تیلوئی در غرب و شمالغرب سردریا و دردامنه قله پاچین قراردارد . اولین آثار کانی سازی به هنگام حفر قناتی به نام قنات بارخان یافت شده است که شامل کانی سازی از نوع سولفور ، شامل پیریت واسفالریت است . شرح Ore Microscopy نمونه های برداشت شده از این محل درجدول ۶ ـ ۱ ـ۱ آورده شده است . علاوه برکانی سازی مشروح در قبل ، آلتراسیون کائولینی خیلی شدیدی در منطقه توسعه دارد که آثار پراکنده و متفاوتی از سولفور درآن دیده میشود همانگونه که از جدول استنباط میشود مهمترین عناصر تعیین شده شامل روی، ارسنیك سرب است که با ناهنجاری ضعیف ژئوشیمیائی مولیبدن و کبالت همراهی میشود .بعلت پوشش منطقه ، ابعاد کانی سازی قنات بارخان نامشخص است اما کانسنگ خروجی از قنات درصد بالائی ازپیریت و سولفورهای همراه را نشان میدهد .

درفرودست دره تیلوئی در سری فلیش متاثر از آلتراسیون مرتبط با کوه مادوفتی کانی سازی ثانوی مس ، روی ، سرب و ارسنیك دیده میشود (شکل ۶ ـ ۱ـ ۱) که ازشکستگی تبعیت نموده و درحدود دو متر ضخامت ، آزیموت ۱۰۰ درجه و شیب۶۵درجه به NNW دارد .



شکـــــل ۶ ـ ۱ ـ ۱ : مقطع شماتیک ازکانی سازی در دره تیلوئی (چخـــــــــــــــــــــــــــار)

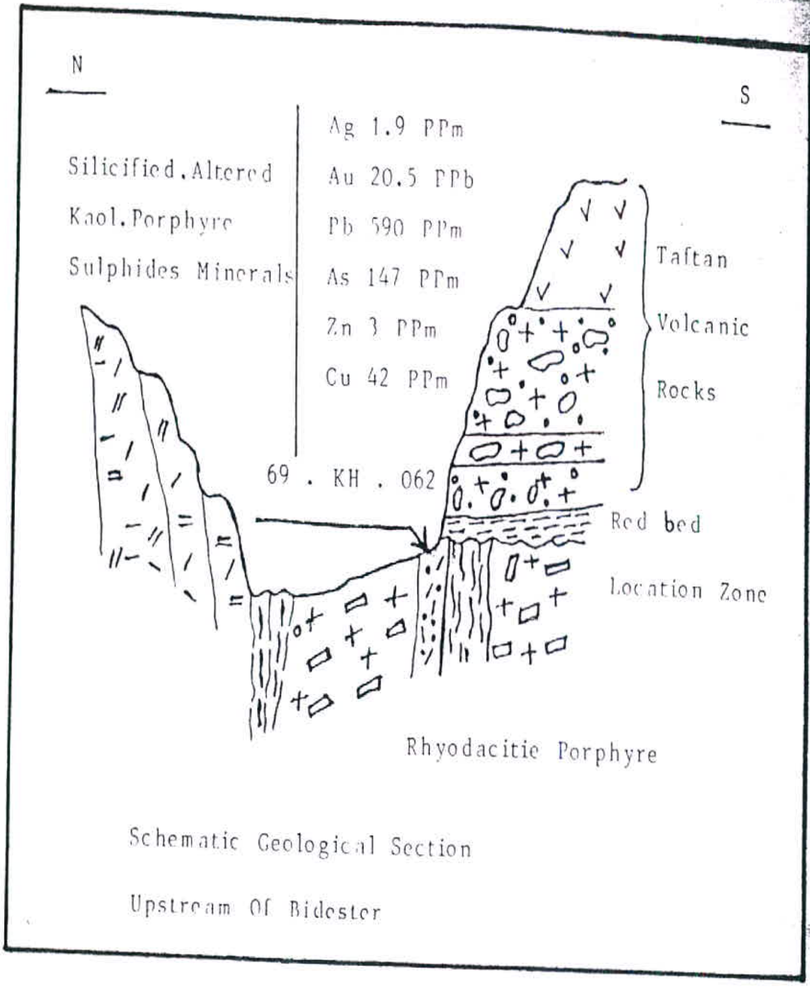
۶ـ ۲ ـ کانی سازی درمحل بیدستر

این محل که شامل دره ای بین کوه مادوفتی و کوه گنج قراردارد به واسطه حفر ووجود تعدادی چاه معدنی قدیمی بنام گله چاهون نامیده میشود . دراین محل آثـــــار و سرباره های ذوب فراوانی بچشم میخورد . منطقه به علت آلتراسیون شدید عمدتـــــا" آرژیلی شدن با نفوذ رگه های کوارتزی و دایکهای سیلیسی شده (Silicified Veins) از فرسایش نسبتا" وسیعی برخورداراست . دامنه جنوبی دره وارتفاعات آنـــــرا گدازه های تفتان تشکیل میدهد و کوه مادوفتی دامنه جنوبی آن را ساخته است .

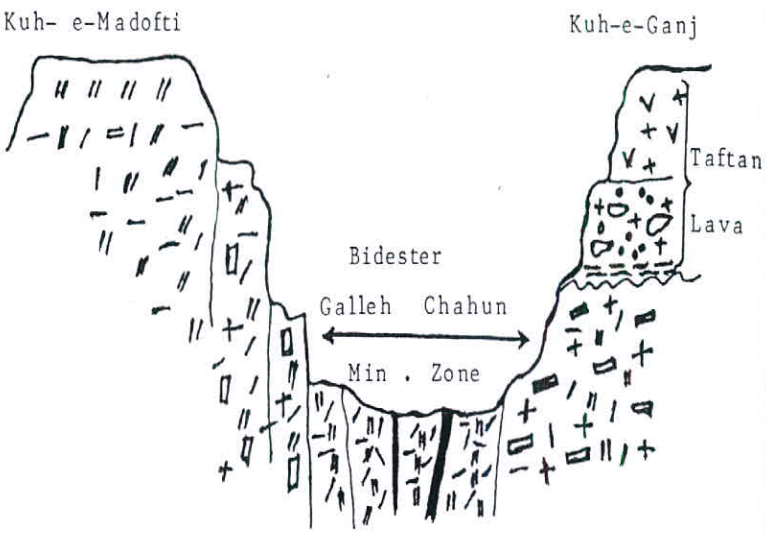
کانی سازی اولیه شناخته شده درمنطقه شامل گالن به همراه کوارتز بوده که درسنگهای استخراجی دیده میشود وسرب خالص نیز در سرباره های ذوب مشاهده شده اســـت آثار و ابعاد رگه های مینرالیزه درسطح دیده نمیشود و اما آنچه مسلم است کانی‌سازی همراه با رگه های کوارتز نوعی کنترل تکتونیکی دارد . شکلهای ۶ ـ ۲ـ ۱ و ۶ ـ ۲ـ ۲ وضعیت زمین شناسی و موقعیت کانی سازیها را نشان میدهد ودرجدول ۶ ـ۲ ـ۱ نتایج آنالیز نمونه ها آورده شده است . درنقطه S34 (نقشه ضمیمه شماره ۲) آثـــار کانی سازی از مس بصورت مالاکیت ، آزوریت وکالکوزین دیده میشود که درحـــدود ۷۰ متر رخنمون داشته وزون آلوده نزدیک به ۱۵ متر پهنا دارد . کانی سازی از روندی تقریبا" WNW ـ ESE تبعیت نموده و نمونه ای مشابه این کانی سازی نیـــز دردره غرب کوه مادوفتی یافت شده است که ترکیب مینرالوژی همسان بااین کانـــی سازی داشته و میتواند مربوط به امتداد شمال غربی اثـر کانی سازی یادشده درفـــوق باشد . نمونه شماره ۶۸ مندرج در جدول ۶ ـ ۲ـ ۱ مربوط به این اثر کانی ســـــازی میباشد که بطور کلی شامل مس (حدود ۱۴ درصد) و اندکی ارسنیک میباشد .

علاوه بردو کانی سازی فوق الذکر ، کانی سازی پیریت به نسبت متغیر تا حدود۵ـ ۳ درصد درپورفیرآلتره این بخش دیده میشود که فاز کانی سازی متفاوتی از سرب ومس را نشان میدهد و ابعاد گسترده تری نسبت به آنها دارد و از مقیاس منطقـــــــه ای برخوردار میباشد . این کانی سازی سولفوره همانند سولفورزائی یاد شده دربخشهای آلتره دره تیلوئی و دامنه شرقی کوه مادوفتی است .

بنظر میرسد که در این محل کانی سازی مس درسمت کوه مادوفتی ، کانی سازی گالن دردره بیدستر (محل گله چاهون) و سولفور درمجموع سنگ میزبان روی داده باشد .



شکل ۶ ـ ۲ ـ ۲ : مقطع شماتیک ابتدای دره بید ستر



Geological Position Of Galleh chahun Old Works .

شکل ۶ ـ ۲ ـ ۱ : مقطع شماتیک دره بیدستر (گلـــه چاهـــــــون)

صورت تجزیه نمونه های سنگی ازمنطقه گلـــه چاهـــــون

Elements / Sample.no	Pb	As	Zn	Cu	Au	Ag
69.KH.061	8321	301	57	23	12.7	10.2
69.KH.060	23047	269	168	98	7.7	44.4
69.KH.063	10	15	112	20	3.6	0.85
69.KH.064	37	16	18	9	3.4	1.0
69.KH.072	63050	1025	207	146	1123	65.2
69.KH.068	18	1612	197	141773	100	14.0

جدول شماره ۶ ـ ۱ ـ ۱ صورت تجزیه نمونه های مینرالیزه ازناحیه تیلویـــــــــــــــــــــــی

Elements / Sample No.	Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb	Mo	Ag	Au *
69. KH . 041	51	5	30	176	142	73	10	1.6	1.3
69. KH . 042	42	11	17	118	136	46	3	1.6	1.7
69. KH . 043	18	11	10	13	57	254	7	0.74	2.8
69. KH . 044	30	17	43	60	<10	16	6	0.84	3.7
69. KH . 045	109	61	99	4169	5597	917	22	2.3	1.3
69. KH . 047	137	22	5	9572	6315	1061	45	3.2	1.9
69. KH . 049	159	15	7	14095	10461	2715	54	2.7	1.8
69. KH . 051	40	293	17	3060	1024	9126	7	1.0	64.7
69. KH . 052	16	17	13	85	344	34	3	0.62	9.3
69. KH . 053	46	3	99	51	87	10	10	1.6	2.5
69. KH . 054	9	17	15	10	<10	14	21	1.0	2.6

۶ـ۳ـ کانی سازی درناحیه خارستان

درناحیه خارستان چندین اثرکانی سازی ازسرب ومس شناخته شده است که عبارتنداز: کانی سازی سرب شیخ احمد، کانی سازی سولفوره دراطراف شرکت تعاونی و جاده خارستان وسط ، کانی سازی مس درقله خارستان ، کارقدیمی دیوچاه وکارهای قدیمی آب ترش .

کانی سازی شیخ احمد از نوع کوارتز و گالن است که حالت رگه ای داشته وسری فلیش راقطع می نماید . این دو رگه به صورت شعاعی درحاشیه کوه زردان نقره ای قرارگرفته و آثار سرباره ذوب نیز درجوارهمین زون واقع است . دراطراف شرکت تعاونی و در پته های بین رودخانه خارستان و دره فلوپته (نقشه شماره۲ ضمیمه) آثارکانی سازی از پیریت ، مالاکیت ، کریزوکلا، هماتیت و دیگرکانیهای ثانوی مس و آهن دیده میشود که ابعاد قابل توجهی داشته و زون نسبتا" جالبی رابوجود می آورد . نمونه های گرفته شده از این منطقه آنالیز ونتایج آنها درجدول ۶ـ۳ـ۱ آورده شده است . در این محل کانی سازی از مس، نیکل ، کبالت وروی دیده میشود . بمنظور شناخت بیشتر از وضعیت کانی سازی و تغییرات مینرالیزاسیون ازپروفیلی نمونه برداری لیتوژئوشیمی شده است . محل پروفیل درنقشه ضمیمه شماره۲ نشان داده شده و نتایج آنالیز نمونه های آن درجدول ۶ـ۳ـ۲ ذکرگردیده است .

شکل ۶ـ۳ـ۱ تغییرات زمین شناسی و ژئوشیمیائی را نشان میدهد و همانگونه که ملاحظه میشود کانی سازی مس ، سرب و روی و نیکل از مهمترین عناصر فلزی شناخته شده در این محدوده است .

شدت آلتراسیون ، آثارکانی سازی ، موقیت تکتونو- ماگمائی مین کانی سازی جالب توجه در این زون بوده که خود در دو میزبان یعنی سنگهای فلیشی و مجموعه ولکانو - پلوتونی جای دارد . در قله کوه خارستان و در سنگهای از جنس پورفیرشدیدا"آلتره کانی سازی از مس ثانوی (مالاکیت ، آزوریت وکریزوکل) دیده میشود همانندمنطقه بیدستر کانی سازی از سرب و روی به سمت داخل توده به مس تغییر می یابدوهمانند هاله ای پیرامون پورفیر نفوذی را در بخش شمالغربی و شمالی قله خارستان احاطه می کند .

جدول ۶ـ۳ـ۱ : صورت تجزیه نمونه های سنگ ازناحیه خارستان (طلا برحسب PPb بقیه عناصر برحسب PPm)

Location	Sample No	MO	Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb	Au	Ag
Kharestan S1	69.KH.01	2	28	38	75	96	35	500	15.8	2.8
Kharestan S2	69.KH.02	2	41	85	84	606	43	407	6.2	2.2
Kharestan S3	69.KH.03	4	52	25	78	112	30	75	402	1.7
Kharestan S4	69.KH.04	4	49	113	103	176	58	779	5.2	3.9
Kharestan S7	96.KH.08	1	41	83	99	223	10	14	4.7	2.3
Dirchan	69.KH.011	41	32	20	56	669	606	8948	113	13.6
Kharestan	69.KH.055	32	30	123	61	298	76	609	n.d	n.d
(Sheikh Ahmad)	69.GB.056	18	85	262	122	1190	532	12023	n.d	n.d
Kharestan	69.GB.057	18	90	61	172	624	10	8	n.d	n.d
Kharestan	69.GB.058	19	64	137	1200	228	54	122	n.d	n.d
(Close to Boad)	69. GB.059	23	202	2123	42	1130	6	10	n.d	n.d

جدول شماره ۶-۱-۱ صورت تجزیه وعیارسنجی نمونه های لیتوژئوشیمی ریک پروفیل در خارستان

Sample No.	Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb	Mo	Ag	Au *
69.KH .022	28	41	16	89	10	49	10	1.8	2.8
69.KH .023	37	21	71	104	70	234	5	2.0	5.4
69.KH .024	113	135	188	3250	157	4225	3	5.5	6.3
69.KH .025	44	319	51	478	67	208	1	1.7	2.4
69.KH .026	42	37	213	299	53	768	6	4.8	4.7
69.KH .027	29	36	134	231	80	690	5	2.7	8.3
69.KH .028	61	315	124	470	40	418	2	3.2	35.6
69.KH .029	54	344	405	292	43	345	6	1.5	11.4
69.KH .030	61	302	94	383	<10	206	2	2.0	10.7
69.KH .031	86	1214	459	1118	<10	286	2	1.5	10.3
69.KH .032	26	5	332	84	252	864	6	3.4	18.1
69.KH .033	43	73	270	158	63	200	1	3.3	10.3
69.KH .034	40	86	581	175	40	208	3	4.2	6.8
69.KH .036	28	26	691	34	40	375	15	1.8	6.1
69.KH .037	20	5	137	18	206	855	6	3.3	2.6
69.KH .038	18	33	87	33	360	867	14	1.4	1.3
69.KH .039	21	29	86	39	502	865	13	1.2	72

* Au برحسب PPb وبقیه عناصر برحسب PPm اندازه گیری شده است .

۶ ـ ۴ ـ کانی سازی در ناحیه امرودك

دره امرودك غربی ترن زون منطقه طرح را در برمی گیرد و تقریبا" شامل دره امرودك یعنی از امرودك پائین تاچادرهای حاجی گلزاراست که دامنه غربی کوه زردان نقره ای را تشکیل میدهد . دره امرودك درزون حدفاصل وهمبری توده پورفیرزردان نقره ای با سری فلیش واقع است و کانی سازی هم در سنگ پورفیر آلتره و هم در زون دگرسان سری فلیش دیده میشود . کانی سازیهای عمده شامل پیریت ، کالکوپیریت ، گالن و انواع متفاوتی ازکانی های ثانوی است . کانی سازی به دو صورت عمده انتشاری (Impregnated) رگچه ای و رگه ای است که ابعاد متفاوت از چند سانتی متر تا چند متر تغییر می نماید . مهمترین محلهای کانی سازی در نقشه ضمیمه شماره ۲ آورده شده است . نمونه های مختلف ومتفاوتی از کانی سازیها برداشت و آنالیز شده است که صورت تجزیه آنها درجدول ۶ـ ۴ـ ۱ آورده شده است .

کانی سازی سرب ، مس ، روی و ارسنیك از مهمترین مینرالیزاسیون منطقه محسوب میشود که درمحل S14 با ۱/۵۲۰ گرم درتن طلا همراهی میشود . کانی سازی پراکنده ای از پیریت نیز دیده میشود که ناهنجاری ژئوشیمیائی از روی ، مس ، ارسنیك را دارا است .

در انتهای دره امرودك و در اطراف چادرهای حاجی گلزار آثار کانی سازی از مس و آهن ثانوی دیده میشود (نقشه ضمیمه شماره ۲) که موقعیت و آنالیز نتایج آن درشکل ۶ ـ ۴ ـ ۱ نشان داده شده است . در این محل نیز همانند امرودك وسط، کانی سازی مس ، سرب ، روی و ارسنیك دیده میشود .

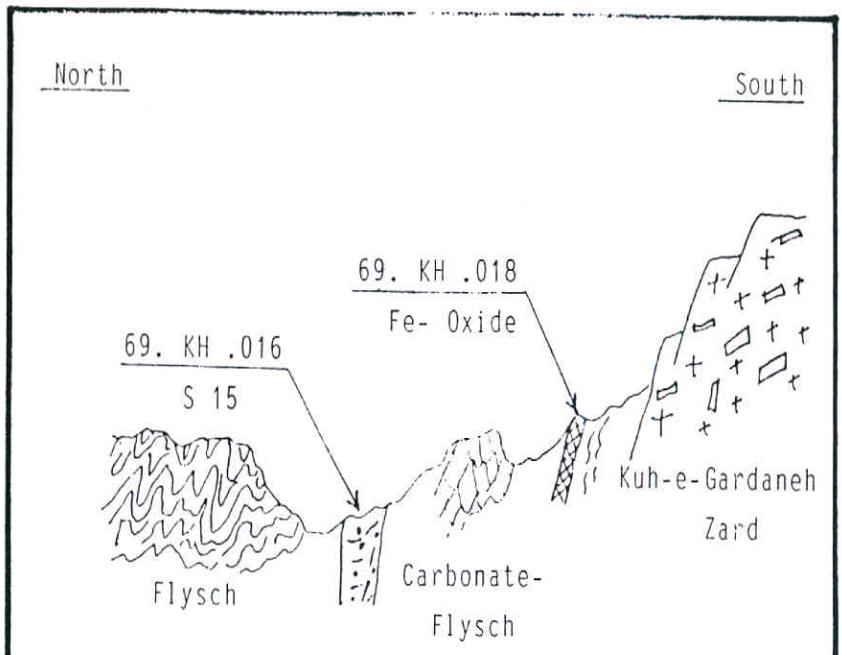
منطقه امرودك و کوه زردان نقره ای از جمله زونهای مینرالیزه و آلتره ای است که از ابعاد و گسترش قابل توجهی برخوردار بوده و میتواند میزبان بالقوه ای از مس روی ، سرب و احتمالا" طلا باشد .

جدول شماره ۶-۴-۱ صورت تجزیه نمونه های مینرالیزه ازناحیه امـــــــــــرودک

Elements / Sample NO	CO	Ni	CU	Zn	As	pb	Mo	Ag**	Au**
69 . KH . 014	76	63	62	515	32	<10	n.d	1.6	6.2
69 . KH . 015	7	140	108	4842	3404	749	3	2.3	1520
69 . KH . 016	51	331	17	916	340	320	2	1.7	33.2
69 . KH . 018	106	948	52	2649	1114	173	1	2.4	49.7
69 . KH . 019	27	9	10	49	<10	<10	3	1.2	3.2
69 . GB . 051	59	124	41	623	<10	186	9	n.d	n.d
69 . GB . 052	45	55	76	216	<10	248	16	n.d	n.d
69 . GB . 053	92	54	2528	10836	1089	13720	5	n.d	n.d
69 . GB . 054	85	32	59	155	257	140	12	n.d	n.d
69 . GB . 032	–	–	5272	3658	2435	83947	–	130*	8000*

* Analyzed by Kavoshyar Co . , AEOI .

* * Analyzed by BRIUG , Kanpazhouh .



PPb

Elements / Sample.No	Cu	Pb	Zn	As	Au	Ag	Co
69. KH . 016	17	320	916	340	33.2	1.7	51
69. KH . 018	52	173	2649	1144	46.7	2.4	106

شکل ۶ ـ ۴ ـ ۱ کانی سازی درنزدیک چادرهای حاجی گلزار (بالای دره امردوک)

۶ـ۵ کانی شناسی کانسنگ (Ore Microscopy)

تعداد سه نمونه از کانسنگ قنات بارخان تیلوئی ، یك نمونه از امـــرودك و یك نمونه از خارستان بمنظور شناسائی کانی های فلزی و توالی تشکیل آنهابرداشت و در سازمان زمین شناسی مطالعه گردیده که نتایج آن بشرح ذیل میباشد :

نمونه های منطقه تیلوئی :

نمونه شماره 69 . KH . 046 معادل نمونه 69 KH 045

پیریت در این کانی سازی بدو صورت دیده میشود .

۱ـ کریستالهای درشت و ایدیومورف

۲ـ دانه های ریز

باحتمال بسیار زیاد کریستالهای ایدیومورف نخست تشکیل شده اند سپس به این بافت یك جریان پیریت ایدیومورف حمله ور میشود و آنها را دربرمیگیرد . به این مجموعه فازمارکاسیتی حمله میکند و همه را دربرمیگیرد . کریستالهای رشـــد یافته در مرحله آخر دانه های درشت مارکاسیت است . این وضع همیشگی نیست گـاه نیز دیده میشود که توده های پیریتی ریز و حتی گاه درشت دانه از رشد دانه هـــای ایدیومورت مارکاسیت شکل گرفته اند بطوری که همیشه درمرکزاین توده ها یك دانه درشت مارکاسیت بچشم میخورد .

برداشت ما از این وضع این بودکه وضع یادشده گرچه ثابت است ولی میتواند تناوبی هم باشد . آنچه از مجموع برداشت میشود این است که کانی سازی در یك فاز نبوده است . حداقل تشکیل پیریت درفازهای گوناگونی دنبال گردیده است .

گاه این مجموعه دارای پیریت های دارای بافت فرامبوئیدال هستند . این نوع بافـت اکنون با بافت های سرد رسوبی حاصل ازکریستالیزاسیون یك لجن رسوبی نسبـــت داده میشود ولی مطالعات مادرایران نشان داده است که این بافت درشرایط دمائـــی پائین ولی در هرمحیطی میتواند پدید آید و بویژه این بافت را در محیط هائـــــی دیده ایم که یك محیط آهن دار آمورف تحت تاثیربخارگوگردقرارگیرد . تمـــاس همه جانبه گوگرد به اکسیدآهن آمورف میتواند منجر به تشکیل این بافت گردد .درهر حال دراین مقطع چنین شرایط دیده نمیشود .

اسفالـــــــــریت

آنچه مسلم است بعدازبافت پیریت ریزدانه تشکیل شده است زیرکریستالهای آن رادربرمیگیرد گاه شکل گل کلم رادارد و ساختمانی آمورف رابخودمیگیرد . در این مقطع چنین برداشت میشود که درشرایط دمائی پائینی تشکیل شده باشد. درآنالیز شیمیائی مقادیرکمی Si , P, Y, Sb ومقدارناچیزی آهن دارد . باتوجه بـــه همراهی آن با آهن چنین بنظر میرسد که کم بودن مقدارآهن درون آن فرع وجـــود شرایط دمائی پائین آن باشد .

این کانی سازی باتشکیل باریت بمقدارکم همراه است . درآنالیز شیمیائی باریـــت مقدارکمی U و Th نشان میدهد . بنابراین اکتیوبودن آن باید فرع ایـــن مطلب باشد . گالن نیز بمقدار کم وجود دارد گاه بصورت انکلوزیون درون اسفالریت است . درهرحال بصورت مستقل هم دیده میشود . سیرتسلسل کانی سازی بشرح زیراست درموردابن دیاگرام بایدتوجه داشت پیریت و مارکاسیت درچندفازپیاپی هم تکـــرار گردیده اند .

Galena .

Marcarite II .

Sphalerite .

Pyrite II .

Marcarite I .

Pyite I .

نمونه شماره 69 KH 048 معادل نمونه 69 KH 047

پیریت فراوان ترین کانی است انواع گوناگون از آن وجود دارد ودرعیـن - حال دانه بندی آن متفاوت است گاه کریستالهای درشتی از آن دیده میشود بـــا شکل های منظم هندسی ولی درمجموع شکل های آن تمایل به ایدیومورفی دارند . گـاه دانه های منشوری کشیده ای از مارکاسیت دروسط یك لکه پیریتی مشاهده میشـــود که بدور آن پیریت با تناوب رشد تناوبی دارد و بنابراین کاملا" زونه است .

باحتمال بسیار زیاد این فازکانی سازی سرد بوده است . این فاز بصورت پیریـت ریزدانه بوده است که از درون کریستالهای ایدیومورف مارکاسیت رشد کـــرده

وزونهای متحدالمرکزی از پیریت بدور آن رشد کرده است .

اگر این کانی سازی درارتباط با کانی بوده و مجموعه ای را تشکیل دهد بنظرمیرسد که این نمونه کلید معما باشد . زیرا در این کانی سازی از دیگر سولفورها بویژه سولفور سرب اثری نیست تنها آثار مشکوکی از کانی اسفالوریت دیده میشود آنهم بمقدار ناچیز . درهرحال چنانچه بخواهیم این ارتباط را برقرارکنیم باید این فاز را فاز مهاجم به کانی سازی نسبتا" گرم پیریت ـ گالن ـ اسفالریت بحساب آوریم .

نمونه شماره 69 KH 050 معادل نمونه 69 KH 049

گالن ـ مارکاسیت ـ پیریت

پیریت فراوان ترین کانی است . بافت آن ماسیف است و دانه بندی آن کاملا" متفاوت است . از ریز تا درشت دانه گاه شکل هندسی منظم داردو آن زمانی است که درگانگ غوطه وراست و بهنگامی که با کریستالهای همجنس خود چسبیده باشد شکل هندسی منظم ندارد . کریستالهای ایدیومورف آن گاه زونه هستند که این میتواند دلیل تغییرات متناوب محیط تشکیل کانی باشد . در توده های درشت پیریت ، در وسط کریستالهای ایدیومورف مارکاسیت مشاهده میگردد که بدور آن هاله هائی با همان روند کریستال ایدیومورف مارکاسیت از جنس پیریت شکل میگیرد و سپس پیریت های ایدیومورف رشد یافته درجهت های گوناگون این مجموعه را در برمیگیرد . بنظر میرسد که پیریت نسلهای مختلفی داشته باشد . دربرخی موارد منظره پیریت های فرامبوئیدال بسیار مهمی را بخویش می گیرد .

مارکاسیت نیز وضع تناوبی را نشان میدهد گاه درمرکز توده های پیریت است و گاه رگ هائی درشت را درون توده پیریت پر میکند و منظره تاخیری دا رد . بنظر میرسد که تشکیل پیریت و مارکاسیت بصورت تناوبی بوده و درتکامل کانی‌سازی بارها این منظره عوض شده است . درهرحال پیریت های درون رگ ها بوسیله پیریت های درون ژئودها درشت دانه هستند و گاه رشد شعاعی دارند .

گالن رنگ بسیار تیره ای دارد . ترکیب آن باید بسیار بالا باشد کریستالهای آن ایدیومورف است و گاه بوسیله گانگ ، کانی زائی پیریت بشدت خورده شده است در این صورت درحالیکه یك لبه یا یال آن بسیار تیز و منظم است لبه دیگر درتماس با نوع دیگری از کانی زائی است بشدت کنگره دار است،درسطح

نمونه 020 . KH. 69 از منطقه خارستان

شماره صحرائی

پیریت ـ گالن ـ اسفالـــریت

پیریت فراوان ترین کانی است دانه های آن درشت و ایدیومورف است بـــر سطح آن انکلوزیون های نسبتا" فراوانی از گالن مشاهده میگردد . این انکلوزیون ها بنظر میرسد در فواصل بین دانه های پیریت و یا در ژئودهای حاصل بین دانه ها پدیـد آمده باشند . گاه درمرکز دانه های پیروتیت مشاهده میگردد . وجود این دانه هـــا اصولا" نشان از شرایط دمای بالا بهنگام تشکیل است . اصولا" در کانسارهای وابسته به سنگهای ماگمائی نخست فشار گوگرد پائین و دما بالاست . این شرایط مساعـــد برای تشکیل کانی پیروتیت است از آن فشارگوگرد بالامیرود و دما افت میکنـــد بنابراین نه تنها بجای پیروتیت ، پیریت تشکیل میگردد بلکه ممکن است پیروتیـت اولیه نیز به پیریت تبدیل شود بنا براین لکه تشکیل شده به تحلیل خواهد رفت .

گالن و اسفالریت با هم رشد کرده اند مقدار اسفالریت بیشتر از گالن اسـت برسطح اسفالریت دانه های ریز و گاه ایدیومورفی از پیریت دیده میشود که منظـره محلول های جامد جدا شده را دارد اما وجود این محلول های جامد تاکنون گـــزارش نشده است وانگهی رشد ایدیومورفی پیریت نشان از آن دارد که رشد آزادی داشته و تحت کنترل کریستال میزبان نبوده است . اسفالریت گاه محلول های جامد جـدا شده کالکوپیریت را نیز در برگرفته است . اسفالریت درترکیب خود مقدارکمـی In و Cd دارد وگالن مقدارکمی نقره دارد .

درآنالیز های شیمیائی مقدار کمی Au , Ca , Pd , Na مشاهده گردید .

نمونه شماره 073 . KH. 69 ازکانی سازی امرودک

کانی های تشکیل دهنده پیریت ـ اسفالریت ـ گالن ـ لولنژیت ـ کالکوپیریت

بسبب وضع خاص و پاراژنتیکی این نمونه ، ماآنرا با دیگر نمونه هـــــای ارسالی درارتباط نمی بینیم .

کانی اصلی پیریت است . تمایل به ایدیومورفی دارد . برسطح آن دانه های

ریزفراوانی ازپیروتیت بصورت انکلوزیون مشاهده میگردد . پیریت درمجموع درشت دانه است اما پیریت های ریزدانه مدوری نیز دیده میشود که باحتمال بسیار فراوان این دانه ها بر روی یك کانی آهندار اولیه رشد کرده اند .

اسفالریت درشت دانه است . بر روی آن محلول های جامد جدا شده کالکوپیریت بچشم میخورد . این محلول ها بیشتر در حاشیه کانی اسفالریت است . ویژگیهای نوری آن کانی گرمی را تداعی میکند . درمحل مجاورت آن باپیریت اغلب خوردگی هائی بر روی پیریت پدید می آورد برسطح آن گاه نیز دانه های ایدیومورف پیریت دیده میشود .

گالن ـ مقدار آن کم است .

لولنژیت ، بر روی دانه های درشت و ایدیومورف پیریت ، بویژه درمرکز آنها دانه های ایدیومورفی از یك کانی سفید مایل به گلی با ایزوتروپی خفیف ودانه بندی ریز مشاهده میگردد . چون شناسائی آن دشوار بود با میکروسوند این کانی آنالیز شد و درترکیب آن As و Fe ردیابی شد . بنابراین ، این کانی میتواند لولنژیت باشد . سیرتسلسل کانی سازی را چنین دریافتیم .

Galena .

Chalcopyrite .

Pyrite II .

Sphalerite .

Pyrite .

Lollingite .

بنظر میرسد که این کانی سازی دردمای بالائی تشکیل گردیده است ووضع پاراژنتیکی آن نشان درواپستگی آن به یك ماگمای اسیدی دارد .

۷ـ مطالعـــه ژئوشیمی منطقه

بواسطه گسترش جغرافیائی ، آثار کانی سازی پراکنده ، توسعه آلتراسیـــون و لزوم محدود ساختن منطقه و انتخاب زونهای جالب توجه ، نمونه برداری رسوبـــات آبراهه ای (Stream Sedimenty) انجام و جمعا" ۳۰۶ نمونه برای آنالیز انتخاب شده است . نمونه ها باغربال یك میلیمتری الك و مقادیر کمتر ازیك میلیمتر پودر وبرای آنالیزعناصرمس ، سرب ، روی ، نیکل ، کبالت ، ارسنیك به آزمایشگاه شرکت کانپژوه ارسال و عیارسنجی شده است . لیست آنالیز نمونه ها درپیوســـت شماره یك آورده شده و محل نمونه ها و عیاراندازه گیری شده برای هرعنصر درنقشه‌های ضمیمه شماره ۳تا ۸ آورده ترسیم‌وگردیده است . ذکر این نکته ضروری است که تمرکز نمونه حدود ۲ نمونه برای هرکیلومترمربع بوده که بهیچ نحو نمی تواند درمقیاس ۱:۲۰۰۰۰ کانی باشد امابه لحاظ گران بودن قیمت آنالیز درکشور ومحدودیت مالی به این مقدار نمونه بسنده گردیده و تصویرکلی ازوضعیت کانی سازی و ناهنجاریهای ژئوشیمیائـــی حاصل شده است . علاوه برمحدودیت نوع نمونه ، اندازه ذرات نمونه ها نیز مطـــرح بوده که درمش های مختلف به عنوان مثال ۸۰ـمش و ۲۰۰ ـ مش ویا مش های دیگـــر تجربه و عیارسنجی صورت میگرفت تا برای عناصر مختلف اندازه بهینه ذرات تعییـــن میگردید . این مورد نیز متاثر از محدودیت های مشروح در فوق گشته و به ذرات کمتر از یك میلیمتر اکتفا گردیده است .

حاصل نتایج بااستفاده از کامپیوترمهندسین مشاور کاوشگران مورد تجزیـــه و تحلیل قرارگرفته است . حاصل این بررسی ها تعیین ویژگیهای آماری ازنظرتوزیع (نرمال و لاگ نرمال بودن) ، منحنی تجمعی و معیارهای آماری مربوطه میباشـــد بررسی های انجام شده نشان میدهد که نحوه توزیع عموما" لاگ نرمال بوده و ارقـــام Skewness و Kurtosis نیز موید همین مدل توزیع میباشد .

ویژگیهای توزیع آماری عناصر مختلف در نمودارها و گرافهائی که تهیه گردیده بشرح زیرمیباشد :

درنمودارهای شماره ۷ ـ ۱ تا ۷ ـ ۳ ویژگیهای توزیع آماری کبالت آورده شده وهمانگونه که ملاحظه میشود تنها درتوزیع لاگ نرمال مقدار چولگی حدود۲/ ۰ ومقـــدار کورتیس برابر ۴/۳ است که نزدیك به ارقام صفرو ۳ بوده و مشخص آن است کـــه

کبالت توزیع لاگ نرمال دارد .

درنمودارهای شماره ۷ ـ ۴ تا ۷ ـ ۶ ویژگی های توزیع آماری سرب نشان داده شـــده و لاگ نرمال بودن نحوه توزیع بخوبی مشهود است . تغییرات شدید ناهنجاریهای ســـرب معلول آلودگی های ناشی از معدنکاری قدیمی درخارستان و بیدستر است که بـــــرای محاسبه ناهنجاریها ارقام خارج از رده حذف گردیده است .

درنمودارهای شکلهای ۷ ـ ۷ تا ۷ ـ ۹ وضعیت توزیع ومشخصه های آماری مس درج گردیده است ، کانی سازی مس از ناهنجاری بالائی برخوردار است اما به لحاظ قابلیت انحلال وانتقال بالاترنسبت به سرب و روی ناهنجاریهاارقام پائین تری را نشان میدهنـــــد این ضعف عیارها میتواند ناشی از درشتی نمونه ها وذرات آنالیز شده باشد .

درنمودارهای اشکال ۷ ـ ۱۰ تا ۷ ـ ۱۲ نحوه توزیع آماری برای روی نشان داده شـــده است و همانگونه که نمودارها و ارقام ویژگیهای آماری نشان میدهند ازوضعیـــــــت لاگ نرمال تبعیت نموده و حالتی همانند سرب را ازخود نشان میدهد .

درنمودارهای اشکال ۷ ـ ۱۳ تا ۷ ـ ۱۵ نحوه توزیع ارسنیك به نمایش درآمده وهمانگونه که از نمودارها وارقام مربوط به مشخصه های آماری استنباط میشود حالتی نزدیك بـــــه لاگ نرمال دارد ولی به هیچ نحو ازوضعیت نرمال تبعیت نمی نماید . ناهنجاری عمـــده ارسنیك درمنطقه امرودك دیده میشود .

درنمودارهای اشکال ۷ ـ ۱۶ تا ۷ ـ ۱۸ نحوه توزیع و مشخصات آماری نیکل رانشـــــان میدهد که از توزیع لاگ نرمال تبعیت نموده و ناهنجاریهای عمده رادرمنطقه خارستـــان نشان میدهد .

در نمودارهای اشکال ۷ ـ ۱۹ تا ۷ ـ ۲۱ وضعیت توزیع مولیبدن و مشخصات آماری آنـــــرا نشان میدهد . علیرغم محدود بودن کانی سازی مولیبدن و عدم وجود ناهنجاری عمـــــده توزیع آماری مولیبدن از وضعیت لاگ نرمال تبعیت می نماید .

براساس مشخصات آماری تعیین شده و قبول توزیع لاگ نرمال برای عناصرمختـــــــلف ازفرمولهای $\mu = e^{\alpha + \beta^2/2}$ ، $\sigma^2 = \mu^2\left[e^{\beta^2} - 1\right]$ ، میانگین تخمینی پراش و انحراف از معیار محاسبه شده است که دراین فرمولها α میانگین و β پراش محاسبه شده از توزیع لاگ نرمال بوده و μ میانگین تخمینی (Estimated Mean) و S^2 پراش تخمینی (Estimated Variance) و $S = \sqrt{S^2}$ انحـــراف از معیار (standard Deriation) میباشد و e لگاریتم نپرین است .

ارقام حاصل از مداکرات فوق الذکر درجدول شماره ۷ ـ ۱ نشان داده شده است بواسطه آلودگی های ناشی از استخراج کانسنگ سرب ، نمونه های خارج از رده وآلوده از محاسبات آماری حذف و براساس ارقام آماری تصحیح شده میانگین و انحراف از معیار تعیین و ملاك محاسبات و ارزیابی قرار گرفته است .

نقشه های ضمیمه شماره ۳ تا ۹ ، نمونه های ناهنجاروناهنجاریهای ژئوشیمیائی عناصر مختلف رانشان میدهد و در نقشه ضمیمه شماره ۲ مناطق ناهنجاروآثارمعدنی یافت شده ترسیم گشته است . همانگونه که از نقشه های مورد اشاره استنباط میگردد ناهنجاریهای عمده محدود به نواحی امرودك ـ زردان نقره ای وناحیه بیدستر مادوفتی میباشد . ناهنجاری عمده نیکل منحصر به خارستان وسط بوده وکبالت و مولیبدن ناهنجاری بارزی را نشان نمیدهند .

ضرایب همبستگی بین عناصر براساس معادله رگرسیون خطی $Y = aX + b$ بوسیله کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار مشروح در قبال محاسبه گردیده که نتایج آن در جدول شماره ۷ ـ ۲ خلاصه گردیده و نمودارآنها (Scatter Diagram) دراشکال ۷ ـ ۲۲ تا ۷ ـ ۴۲ نشان داده شده است . همانگونه که ملاحظه میشود همبستگی عمده بین عناصر مس ، سرب ، روی وارسنیك میباشد . از آنجا که مجموعه نمونه ها باهم مقایسه شده است ضرایب همبستگی وضعیت بارزی رانشان نمیدهد و احتمالا" اگر درزونهای ناهنجار محاسبات به تفکیك انجام میشد جواب مناسب تری بدست می آمد .

جدول شماره ۷ ـ ۱ ـ پارامترهای آماری محاسبه شده برای نمونه های ژئوشیمی **

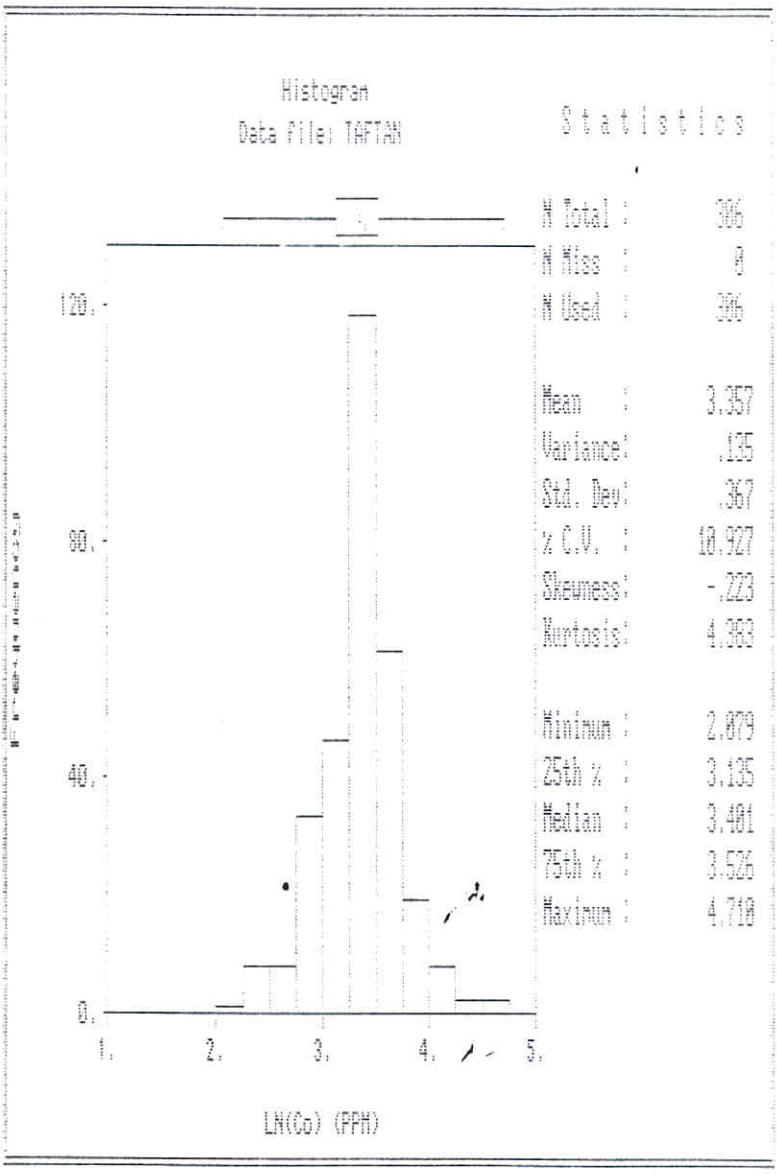
Element / Statistic Parameter	Gu	Pb	ZN	AS	MO	Ni	Co
Estimated Mean « μ »	30 . 70	341 . 70	131 . 43	22 . 70	5 . 26	79 . 32	30 . 70
Estimated Variance	136 . 22	1100348	27437	504 . 8	17 . 58	12553	136 . 28
Standard Deviation « σ »	11 . 67	1049	156 . 6	22 . 47	4 . 19	112	11 . 67
$\mu + \sigma$	42 . 37	1390 * 855	297	45 . 17	9 . 45	191	42 . 37
$\mu + 2\sigma$	54 . 04	2439 * 1460	462 . 6	67 . 64	13 . 64	303	54 . 04
$\mu + 3\sigma$	67 . 51	3488 * 2065	628 . 2	90 . 11	17 . 83	415	65 . 71

* ارقام تخمینی بعدازحذف نمونه های آلوده با معدنکاری قدیمی

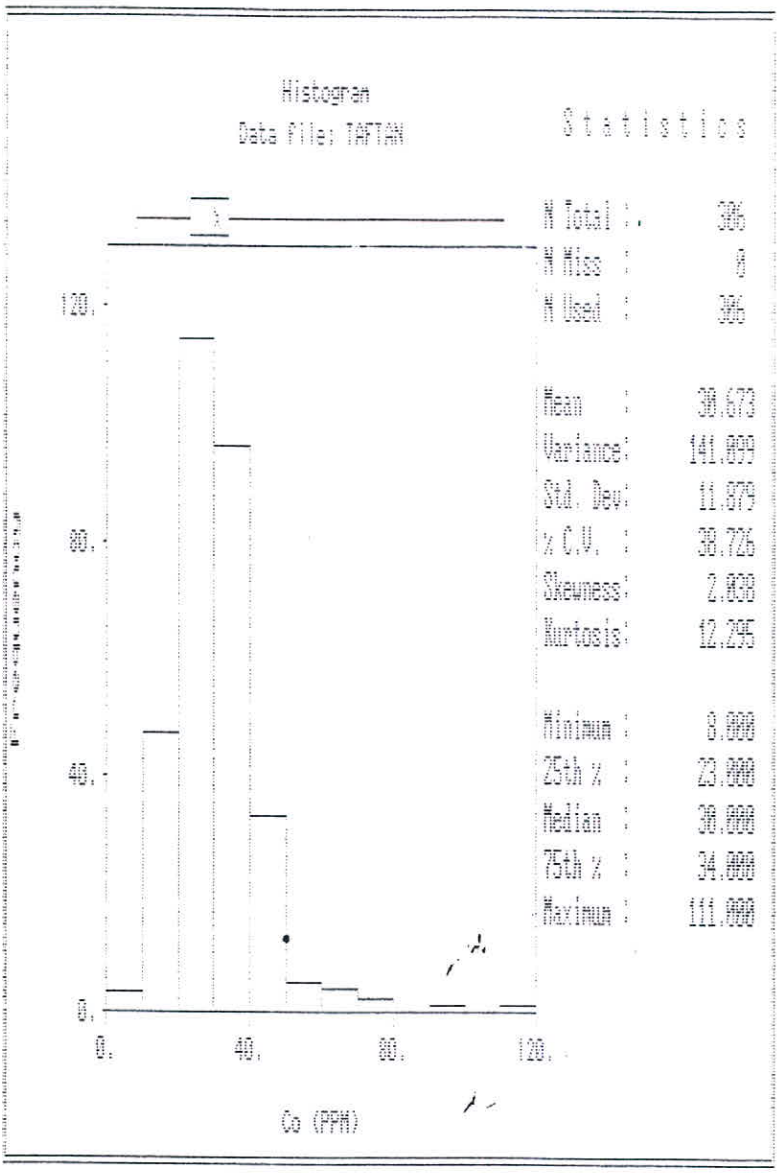
** پارامتری های آماری نمونه ها درجداول مربوطه آورده شده و توزیع لاگ نرمال معیارمحاسبه قرارگرفته است .

جدول شماره ۷ ـ ۲ ـ ضرایب همبستگی بین عناصر مختلف

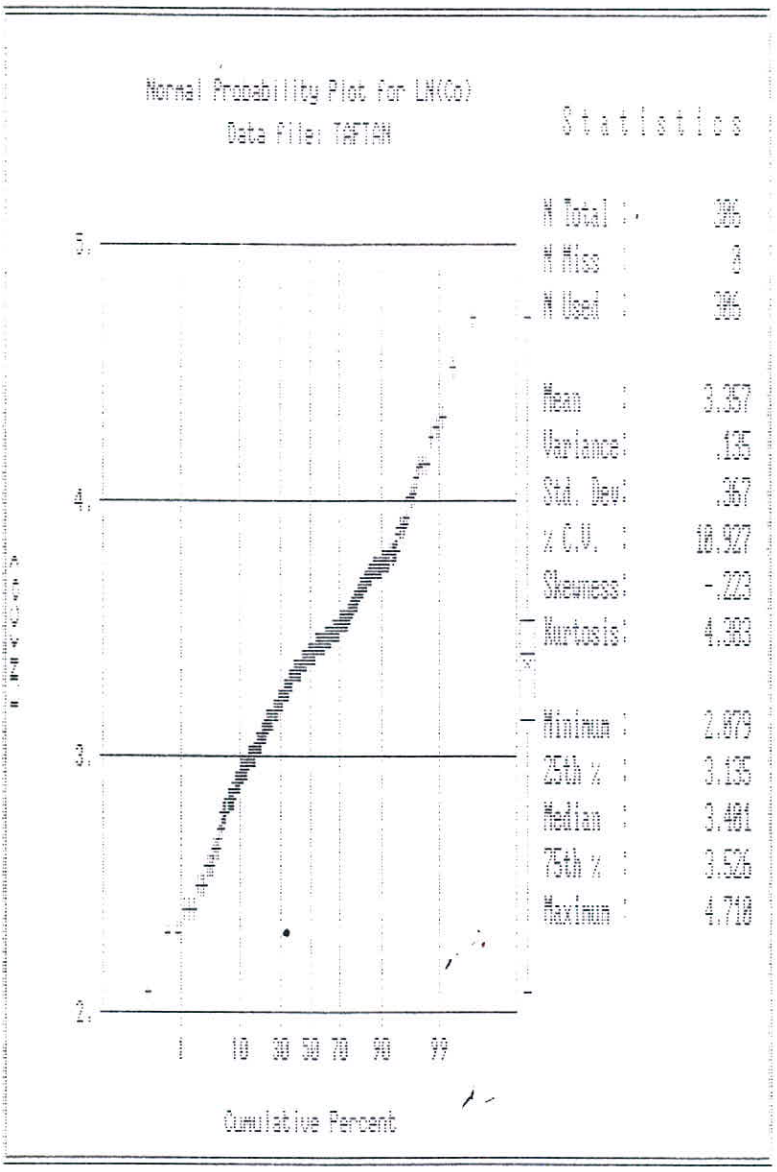
عناصر	ضریب همبستگی
Ni - Co	0 . 41
Cu - Co	0 . 29
Zn - Co	0 . 329
As - Co	0 . 143
Pb - Co	0 . 08
Mo - Co	0 . 03
Cu - Ni	0 . 08
Zn - Ni	0 . 155
As - Ni	0 . 098
Pb - Ni	0 . 083
Mo - Ni	0 . 01
Zn - Cu	0 . 171
As - Cu	0 . 534
Pb - Cu	0 . 517
Mo - Cu	0 . 138
As - Tn	0 . 313
Pb - Tn	0 . 555
Mo - Tn	0 . 074
Pb - As	0 . 491
Mo - As	0 . 066
Mo - Pb	0 . 176



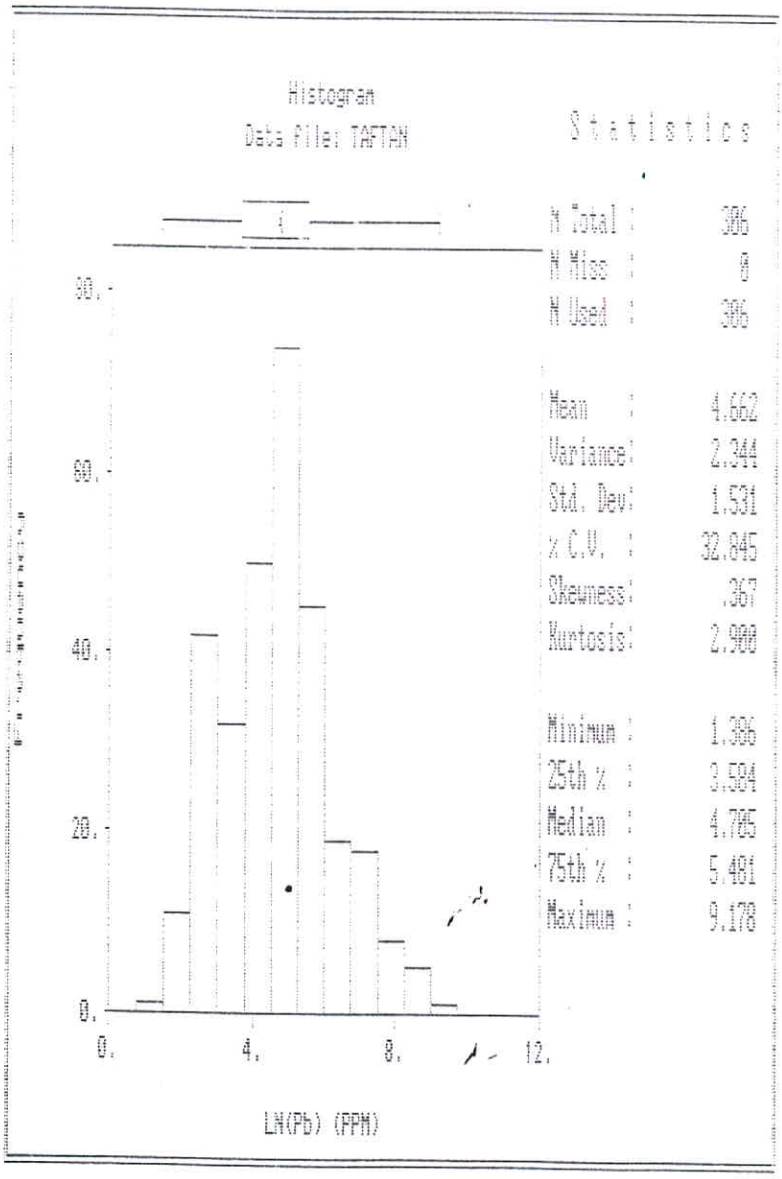
نمودارشماره ۶ ـ ۱،توزیع آماری لاگ نرمال کبالـــــــت



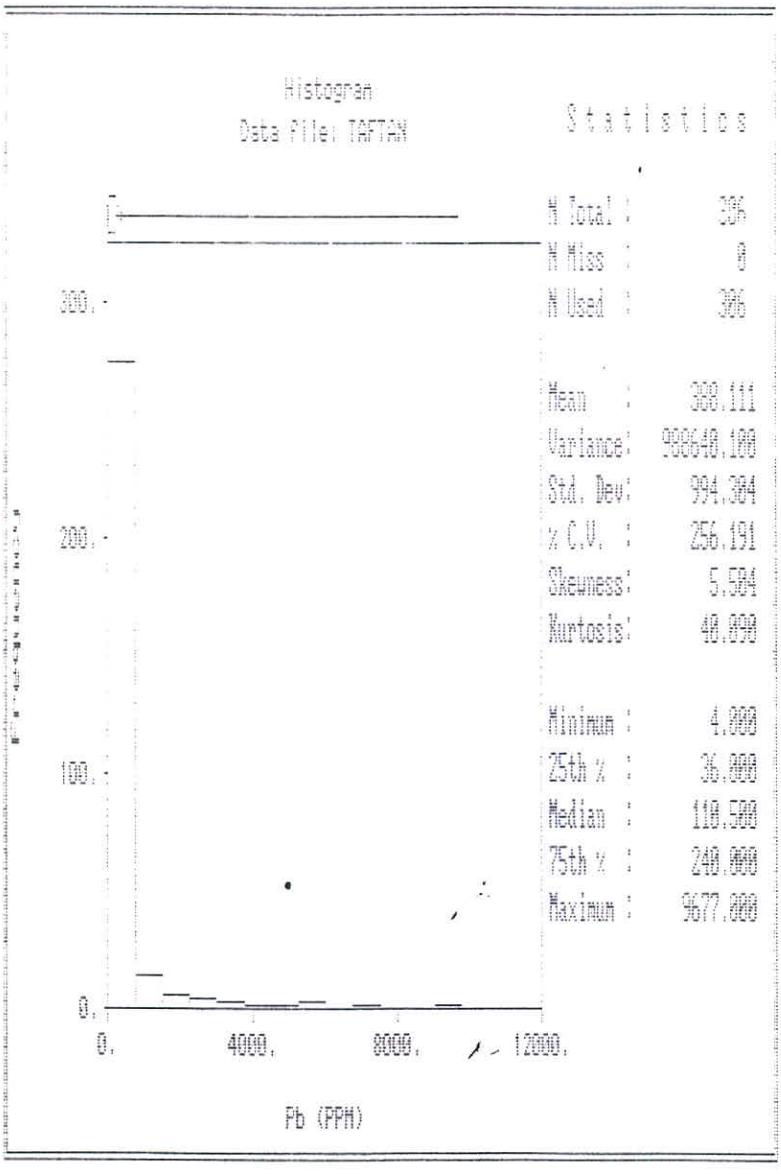
نمودارشماره ۶ ـ ۲، توزیع آماری نرمال کبـــــالـــت



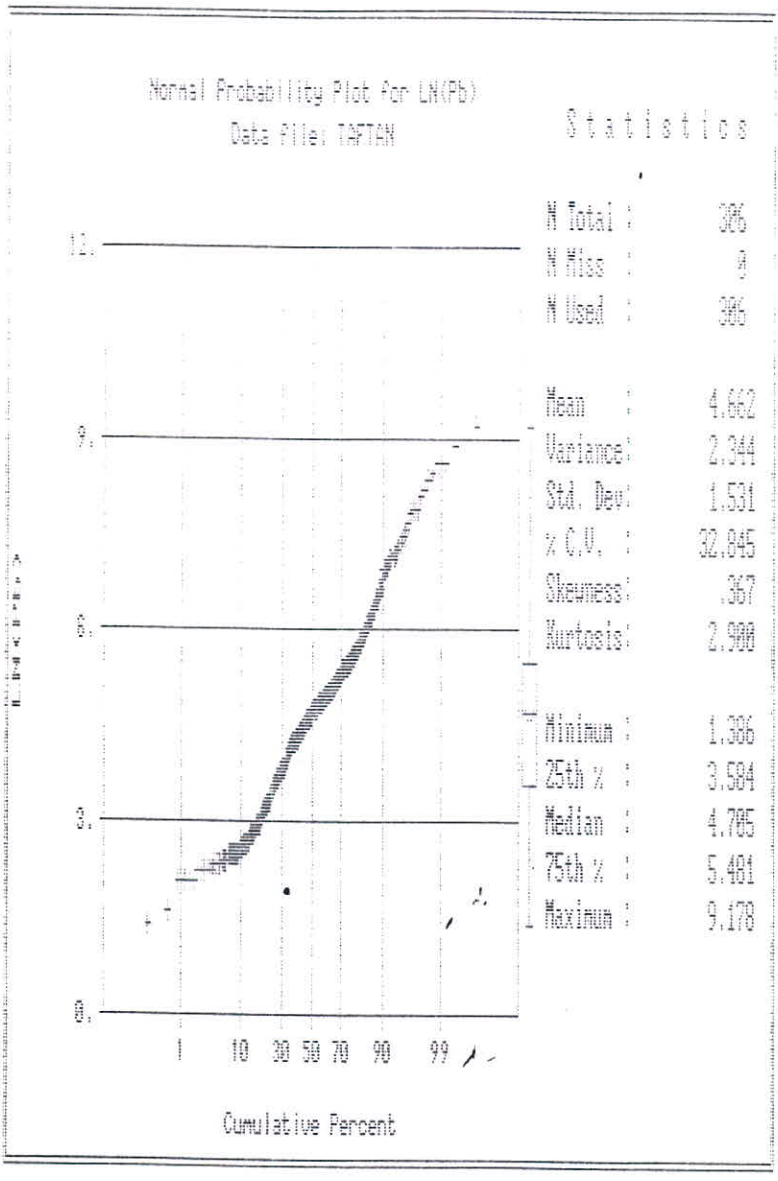
شکل ۶ ـ ۳ ، منحنی‌تجمعی و معیارهای آماری کبالـــــت



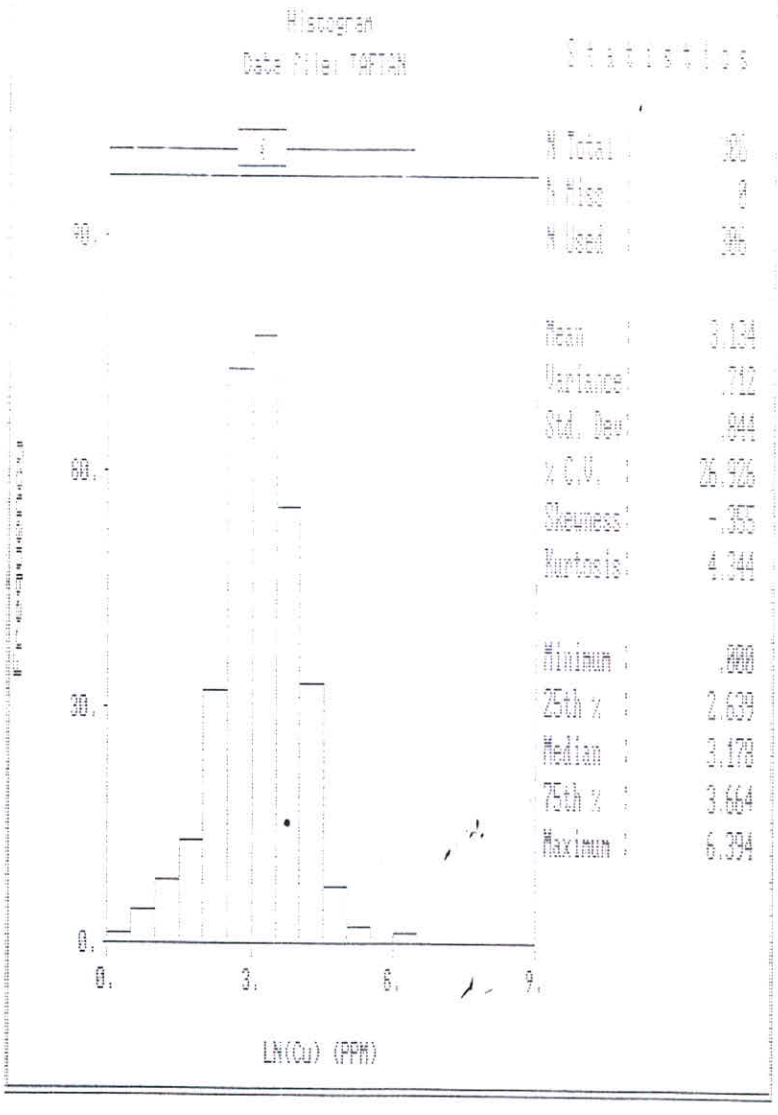
شکل ۶ ـ ۴ ، توزیع آماری لاگ نرمال سرب



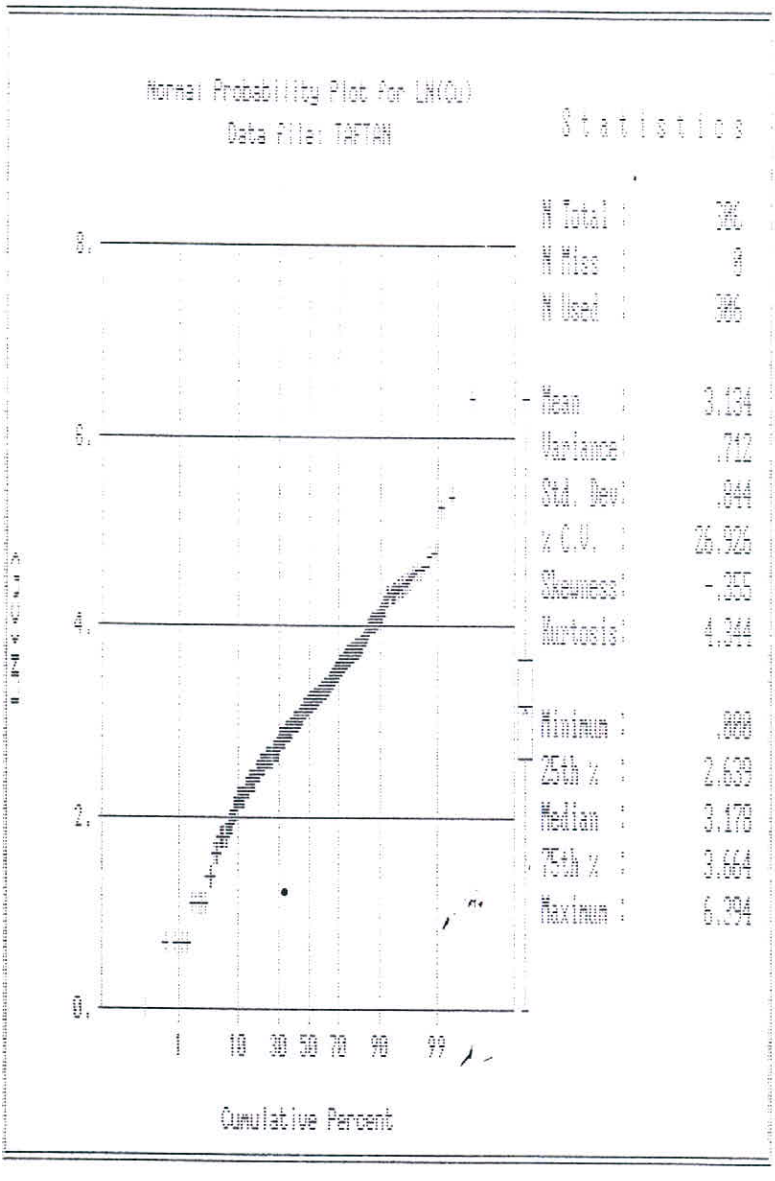
شکل ۶ ـ ۵ ، نمودار آماری برای توزیع نرمال سرب



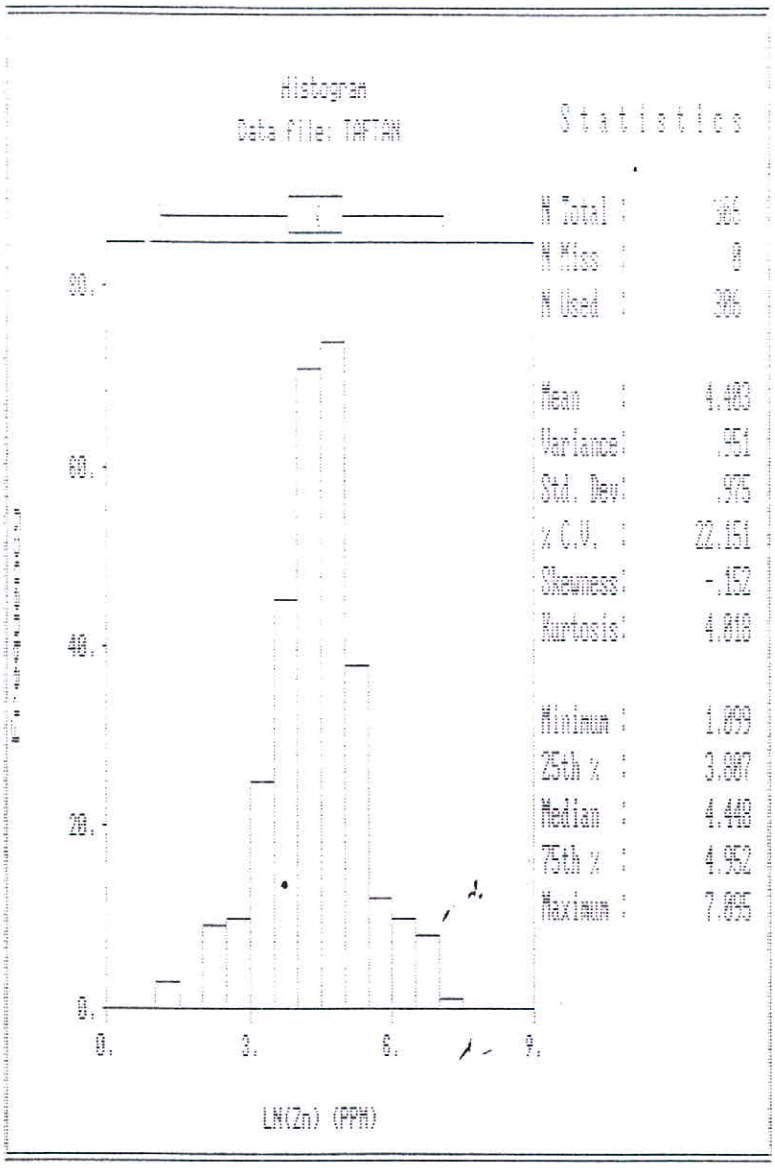
شکل ۶ـ۶ ، منحنی تجمعی و مشخصه های آماری ســـــرب



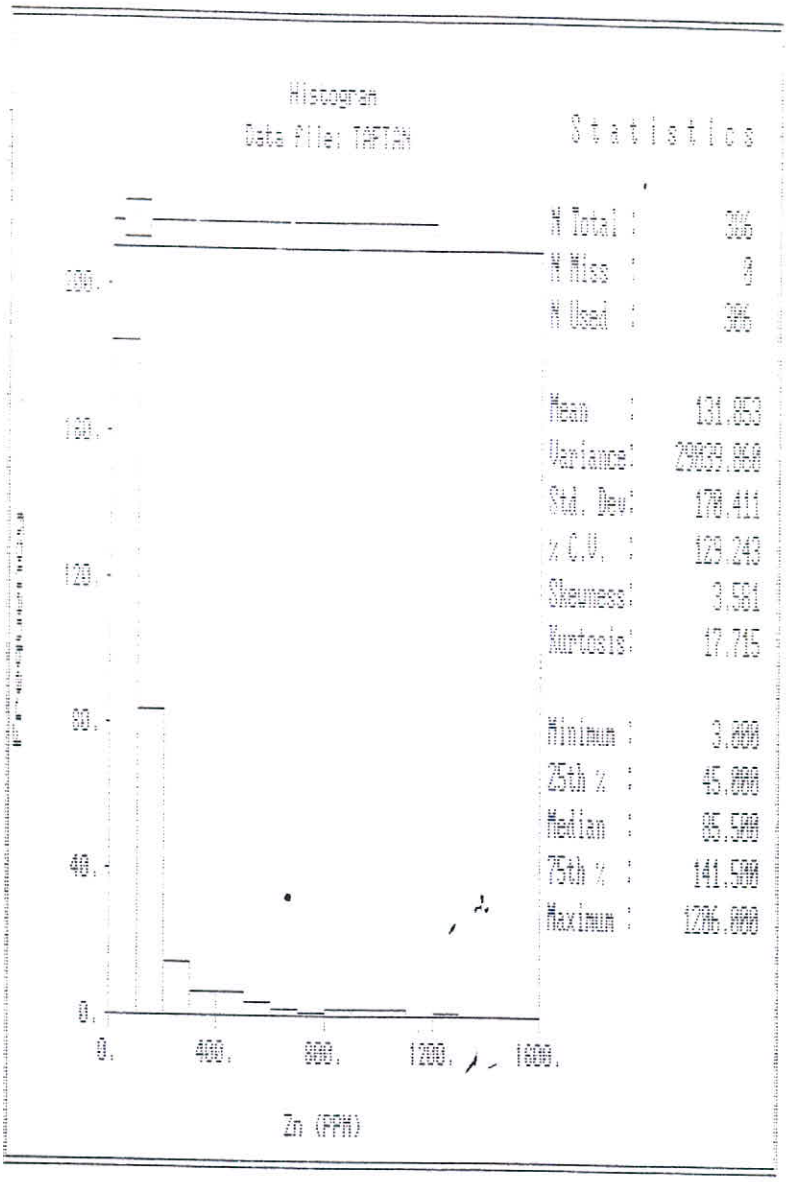
شکل ۶ـ۷، توزیع آماری لاگ نرما ل مس



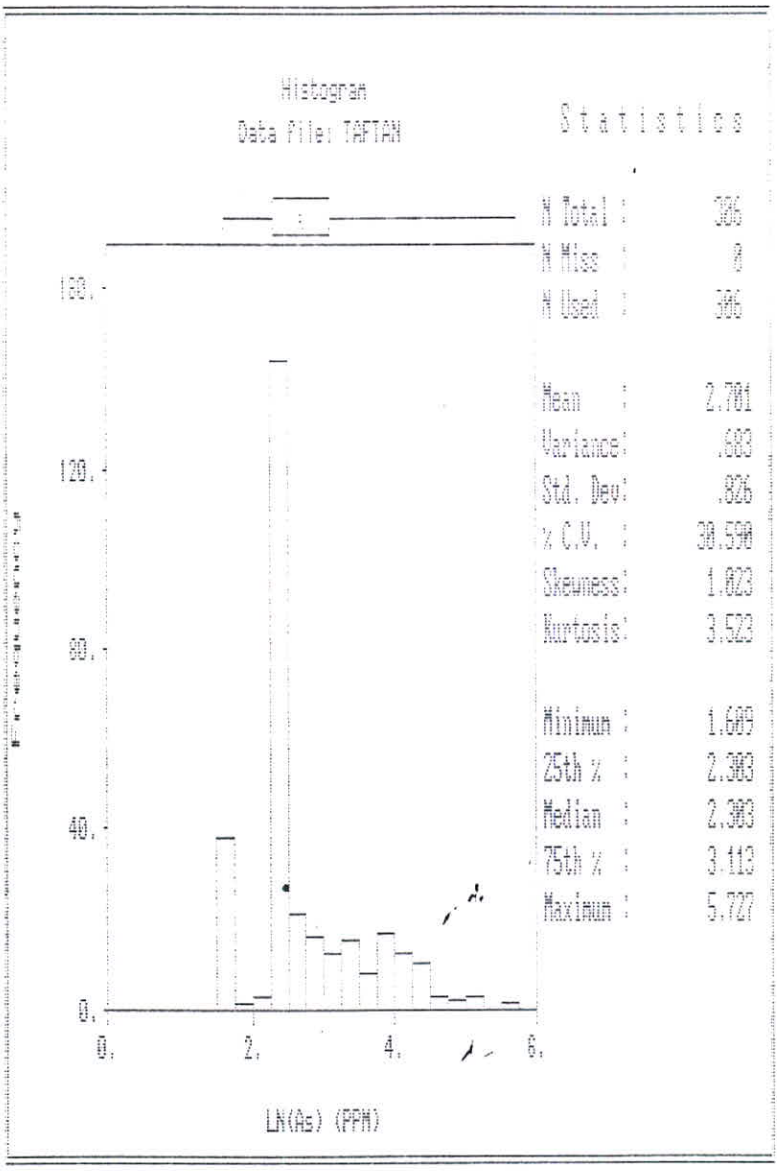
شکل ۶ ـ ۹ ، منحنی تجمعی و مشخصه های آماری مـــــس



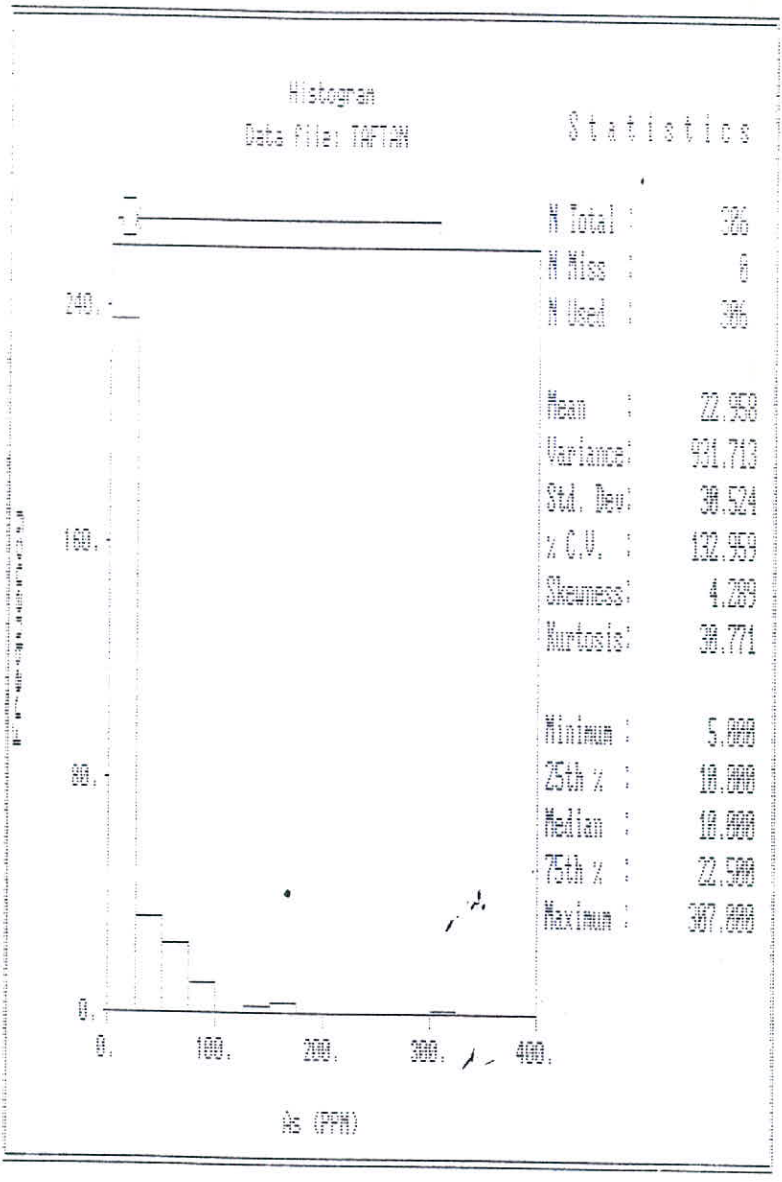
شکل ۶ ـ ۱۰ ، توزیع لاگ نرمال روی



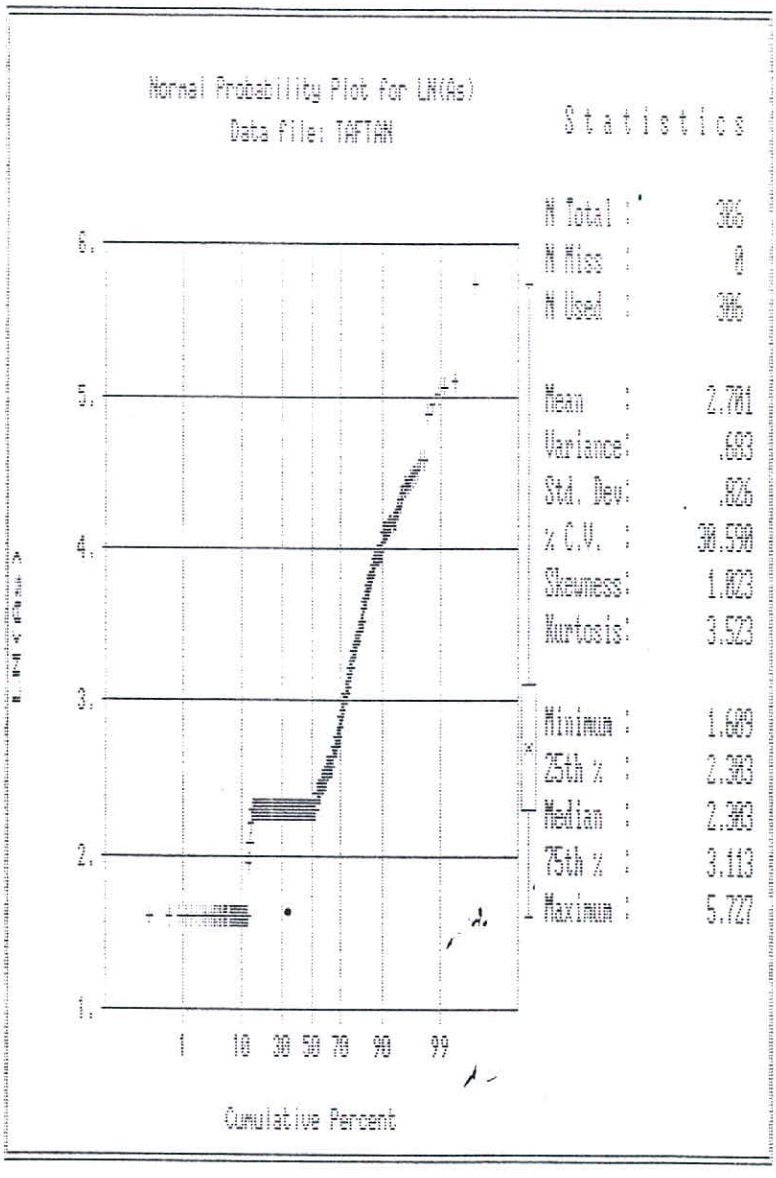
شکل ۶ ـ ۱۱ ـ توزیع با فرض نرمال برای روی



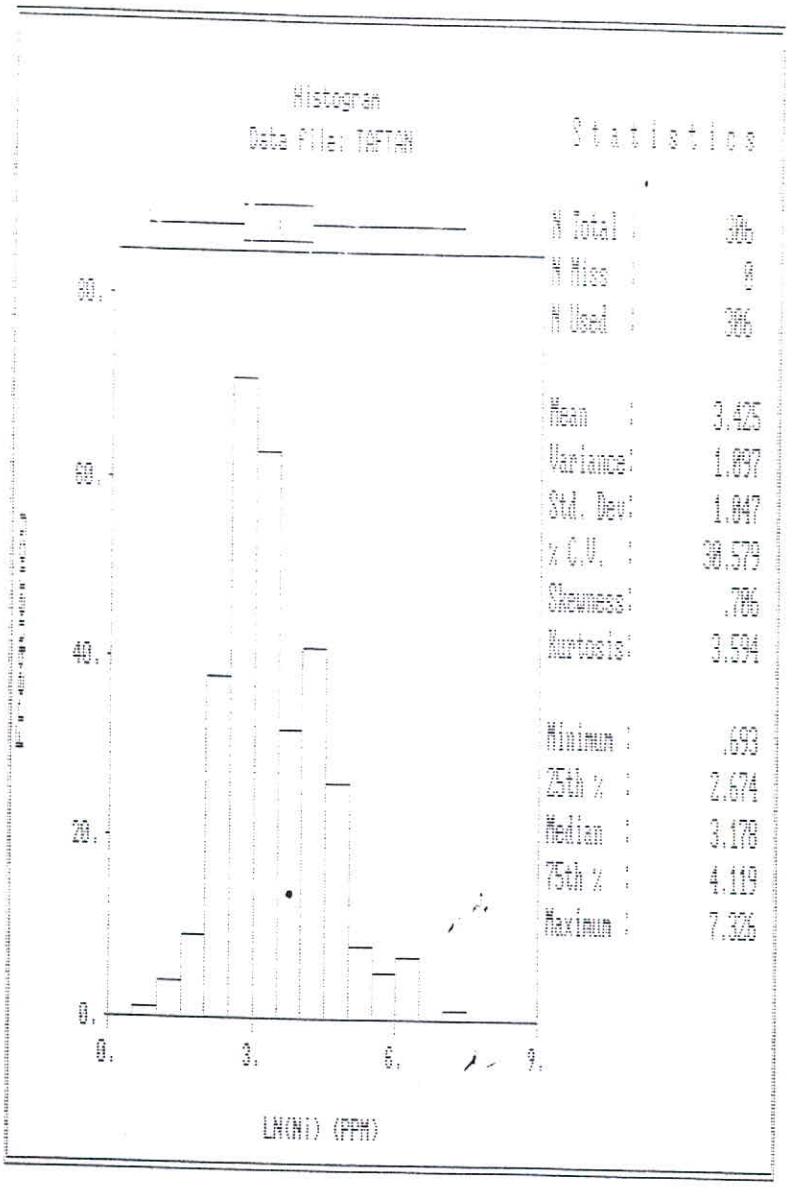
شکل ۶ ـ ۱۲ ، توزیع لاگ نرمال برای ارسنیـــــک



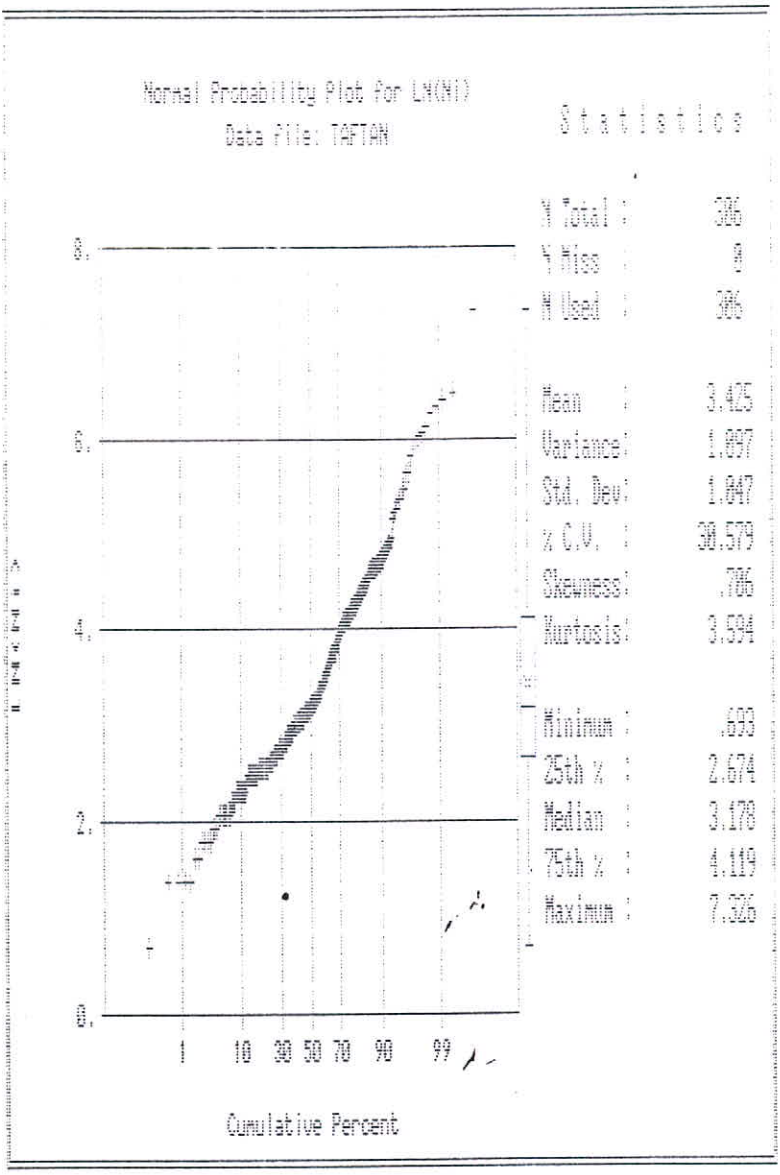
شکل ۶ ـ ۱۴ ، توزیع بافرض نرمال برای ارسنیك



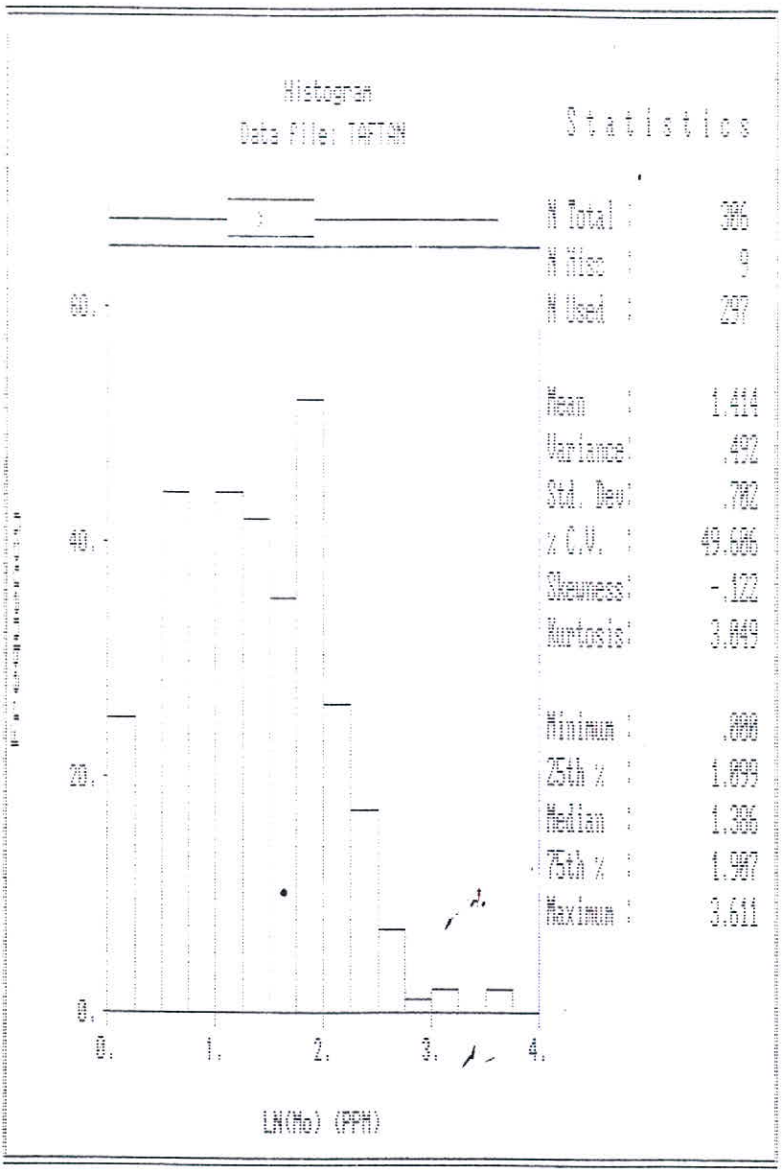
شکل ۶ ـ ۱۵ ، منحنی تجمعی و مشخصه های آماری ارسنیك



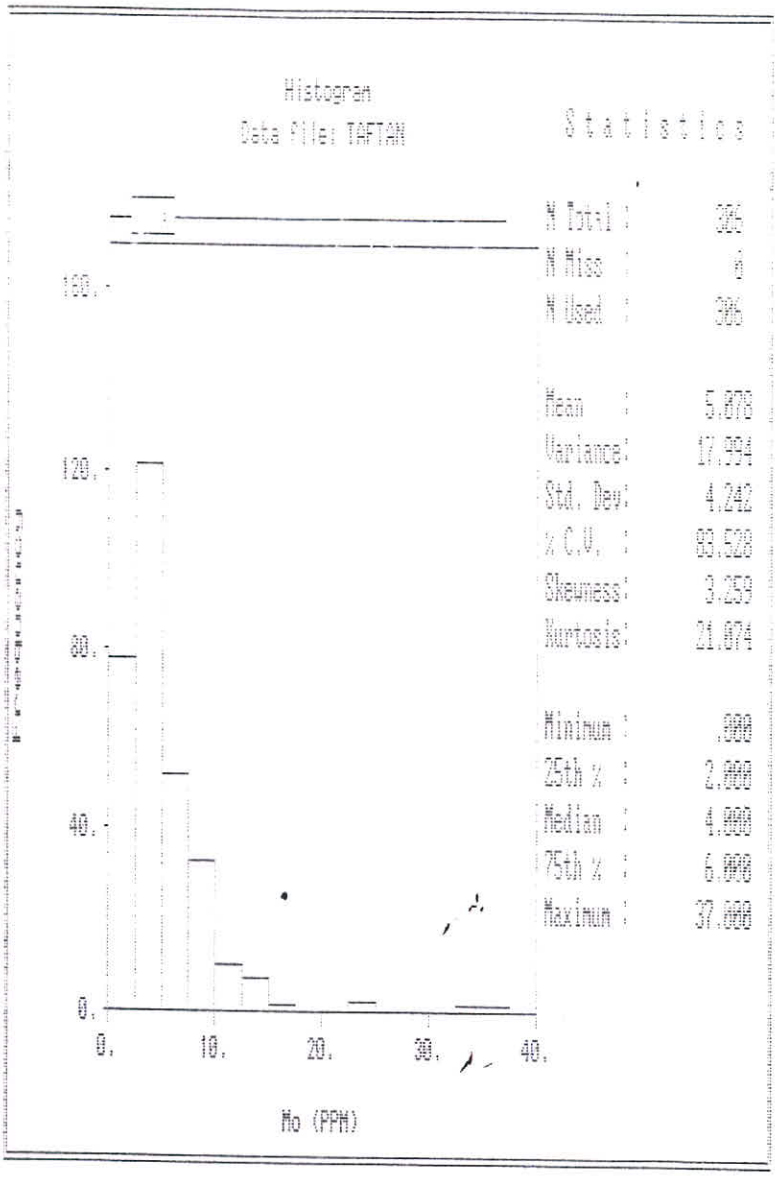
شکل ۶ـ۱۶ ، توزیع لاگ نرمال برای نیکل



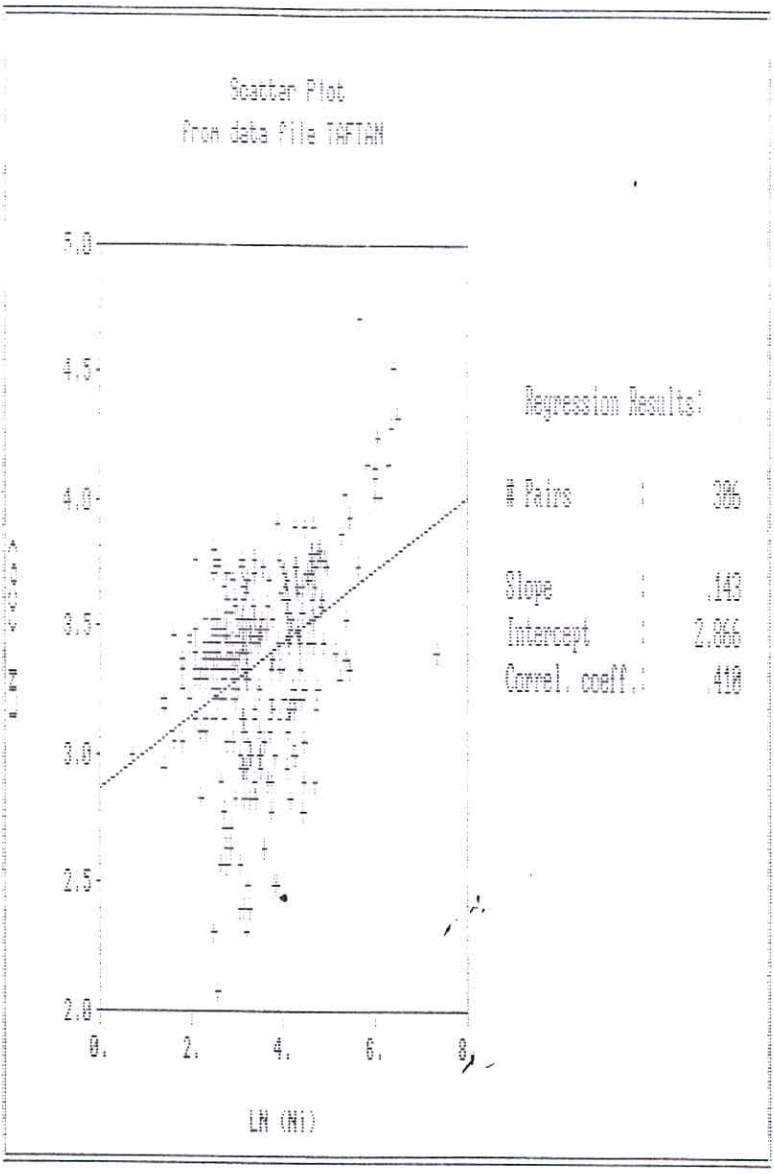
شکل ۶ـ۱۸ ، منحنی تجمعی و مشخصات آماری توزیع نیکل



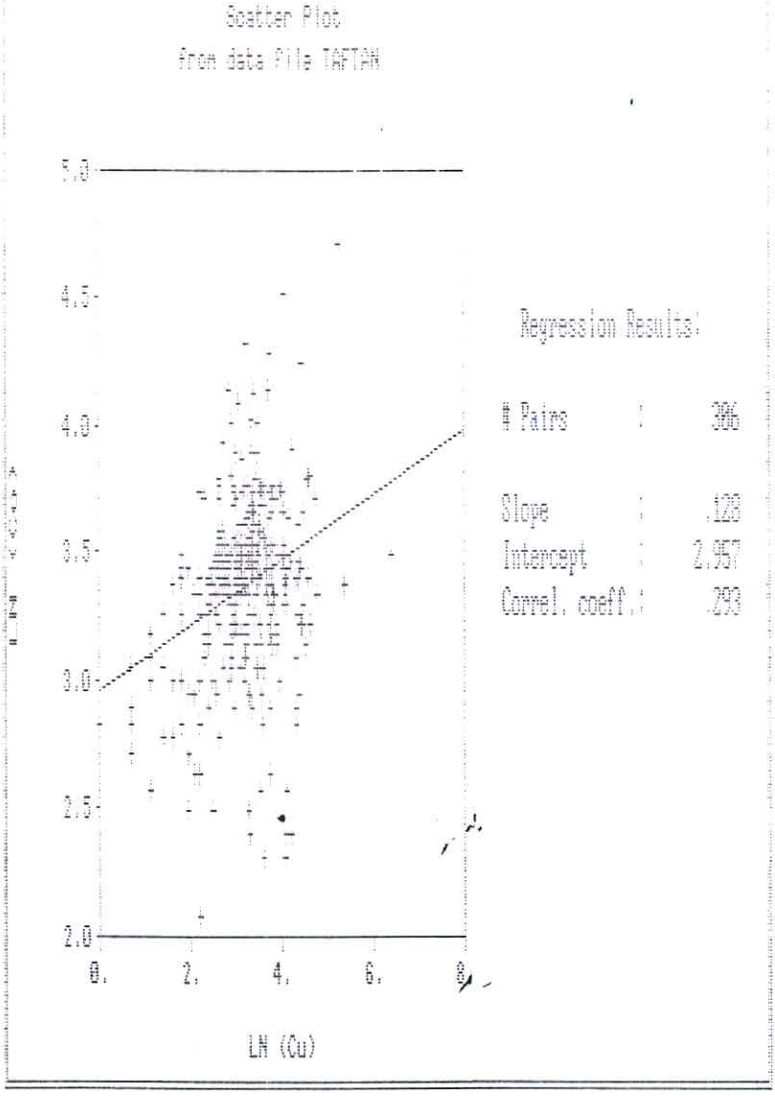
شکل ۶ ـ ۱۹ ، توزیع لاگ نرمال برای مولیبـــــدن



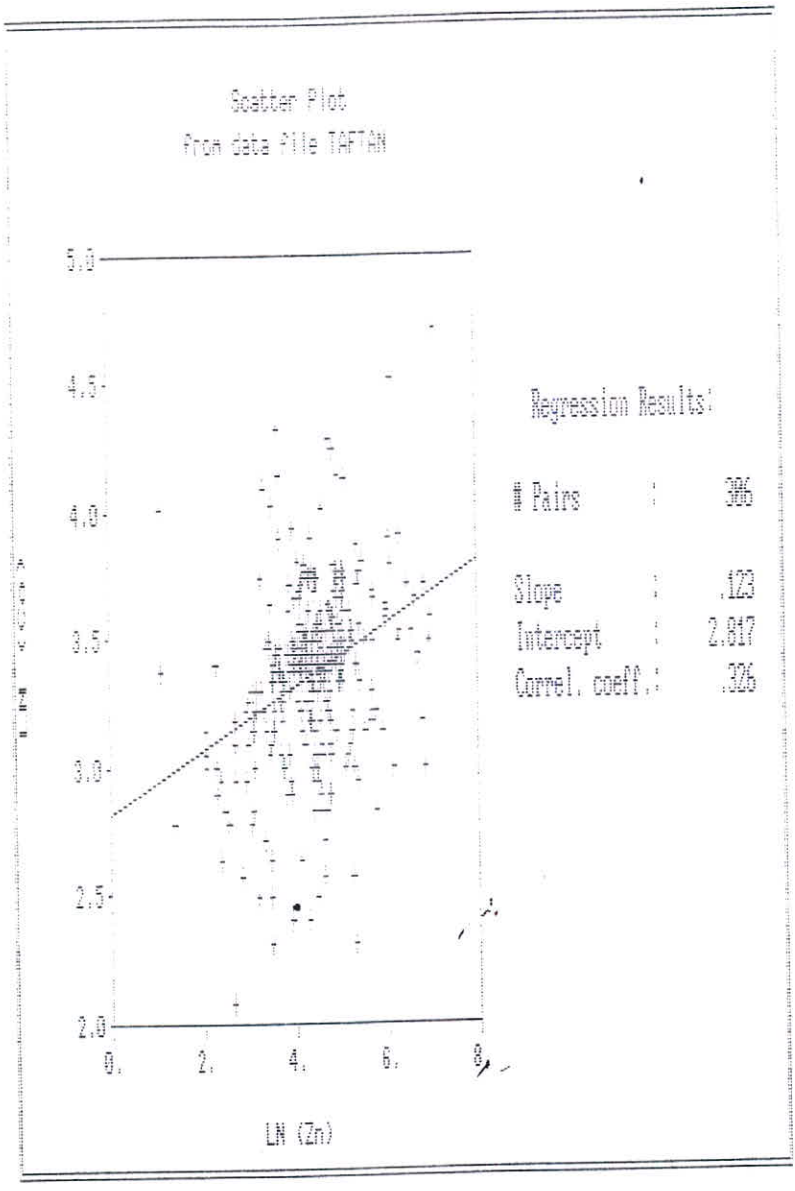
شکل ۶ ـ ۲۰، توزیع آماری مولیبدن با فرض نرمال بودن


Scatter Plot
From data file TAFTAN
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
0.
2.
4.
6.
8.
LN (Ni)
Regression Results:
Pairs : 386
Slope : .143
Intercept : 2.866
Correl. coeff.: 410

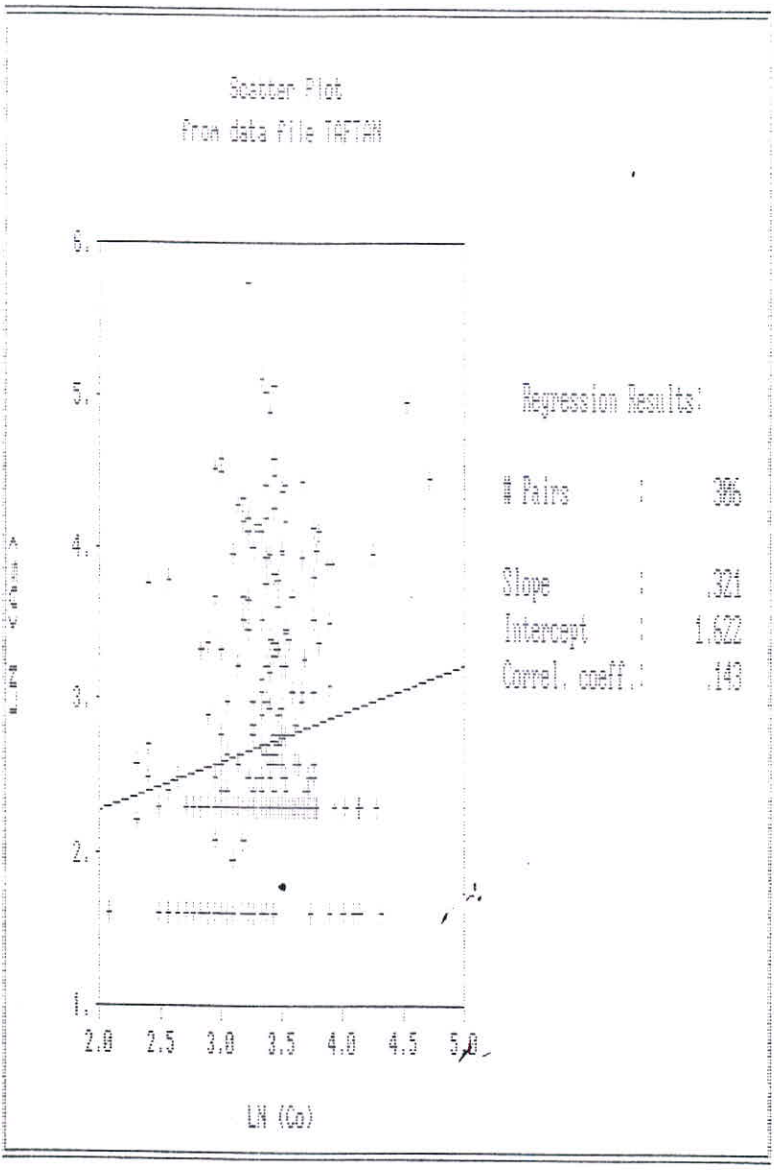
شکـل ـ ۷ ـ ۲۲


Scatter Plot
From data file TARTAN
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
0.
2.
4.
6.
LH (Cu)
Regression Results:
Pairs : 386
Slope : .128
Intercept : 2.957
Correl. coeff.: .293

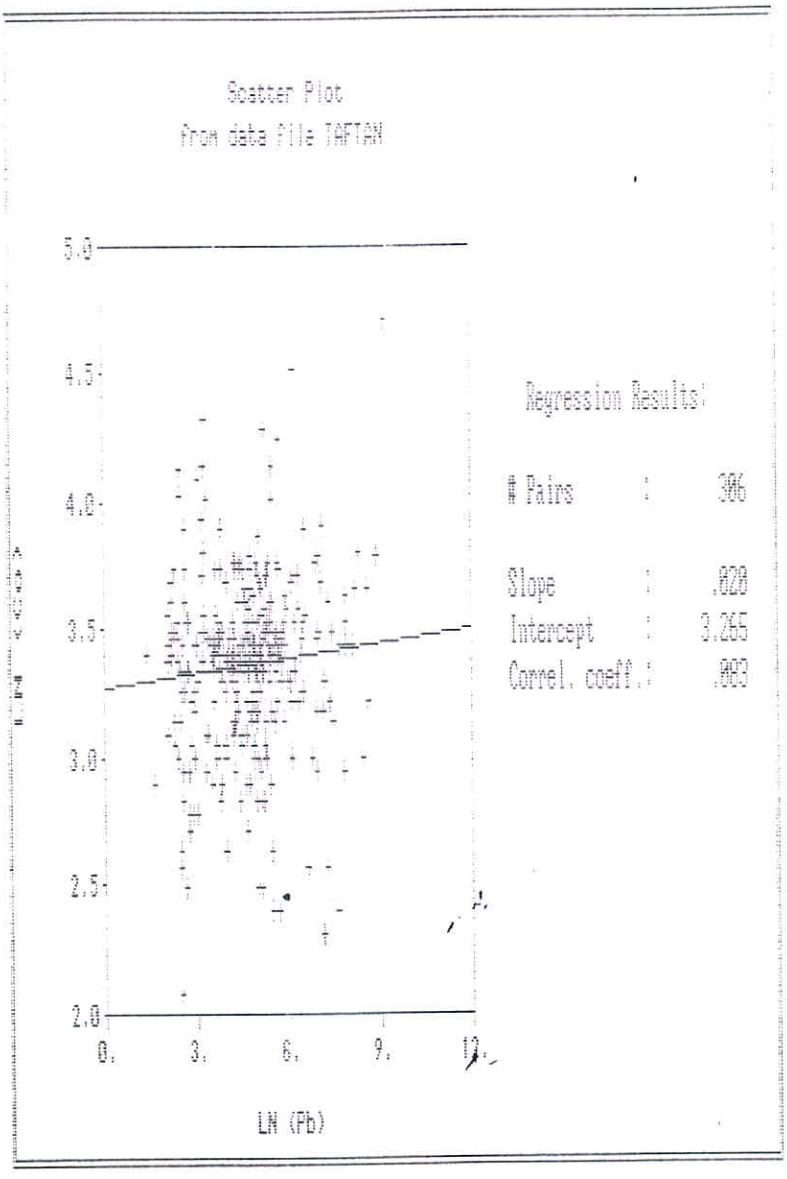
شكل ـ ٧ ـ ٢٣


Scatter Plot
From data file TAFTAN
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
0.
2.
4.
6.
8.
LN (Zn)
Regression Results:
Pairs : 366
Slope : .123
Intercept : 2.817
Correl. coeff.: .326

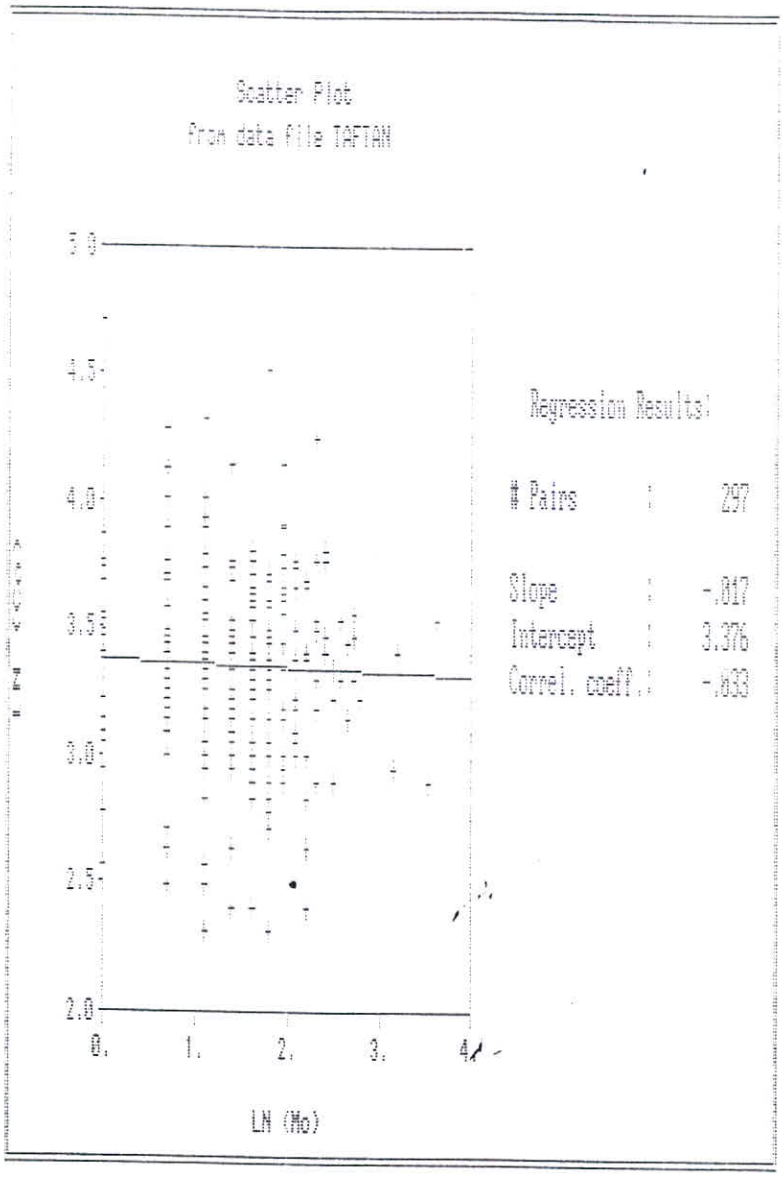
شکل ـ ۷ ـ ۲۴


Scatter Plot
From data file TARTAN
6.
5.
4.
3.
2.
1.
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
LN (Co)
Regression Results:
Pairs : 366
Slope : .321
Intercept : 1.622
Correl. coeff.: .143

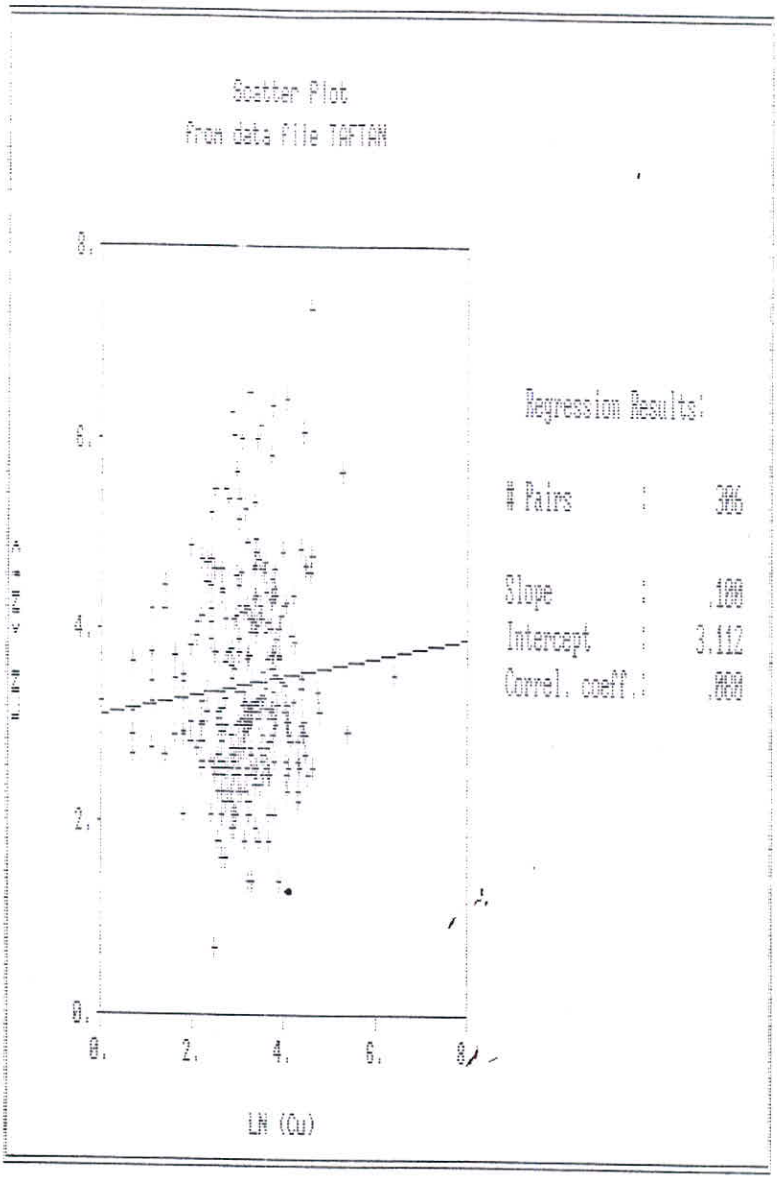
شکل ـ ۷ ـ۲۵


Scatter Plot
From data file TAFTAN
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
0.
3.
6.
9.
12.
LN (Fb)
Regression Results
Pairs : 386
Slope : .028
Intercept : 3.265
Correl. coeff. : .069

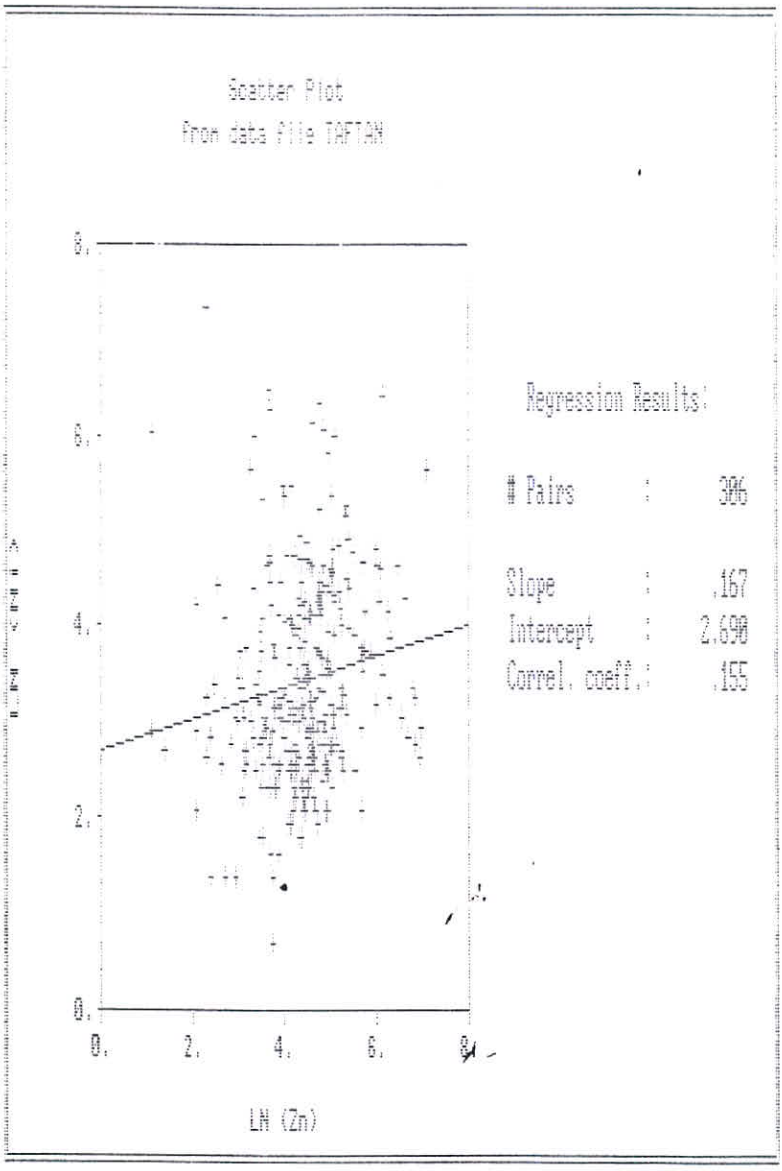
شکل ـ ۷ ـ ۲۶



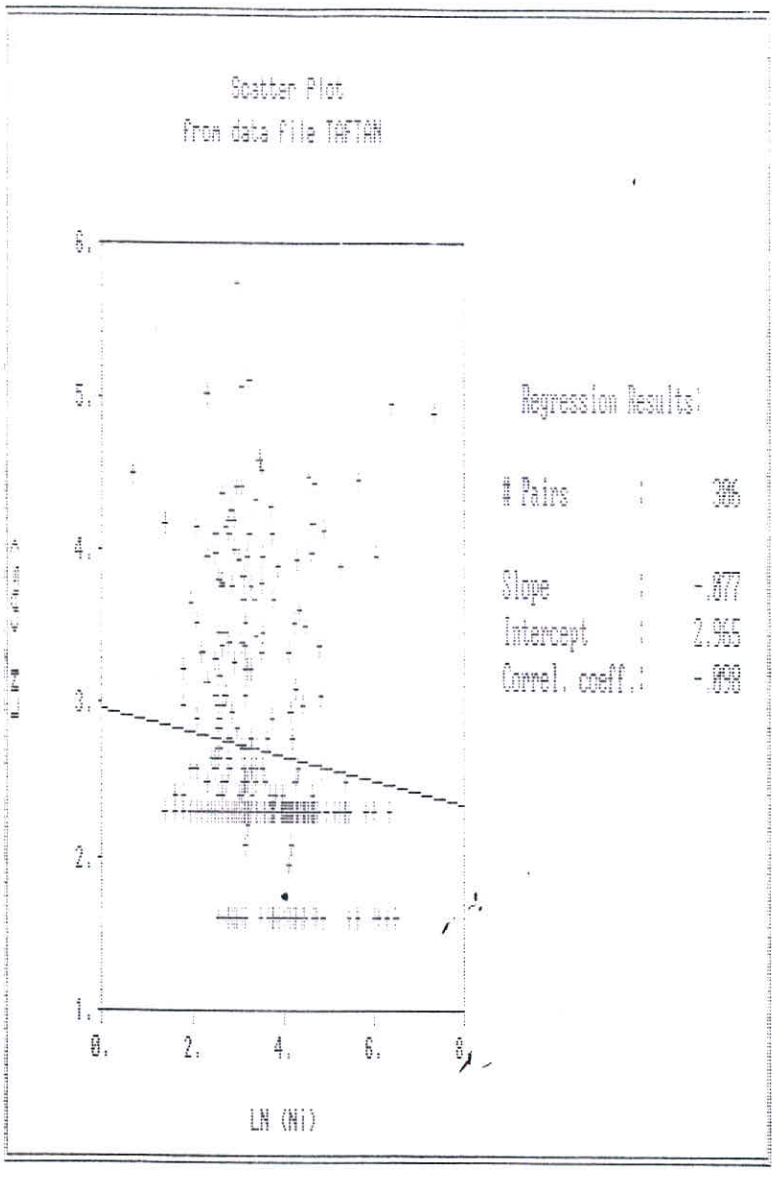
شکـــل ـ ۷ ـ ۲۷


Scatter Plot
From data file TAFTAN
8.
6.
4.
2.
0.
0.
2.
4.
6.
8.
LN (Cu)
Regression Results:
Pairs : 306
Slope : .188
Intercept : 3.112
Correl. coeff.: .868

شكل ـ ٧ ـ ٢٨


Scatter Plot
From data file TAFTAN
8.
6.
4.
2.
0.
0.
2.
4.
6.
LN (Zn)
Regression Results:
Pairs : 306
Slope : .167
Intercept : 2.690
Correl. coeff.: .155

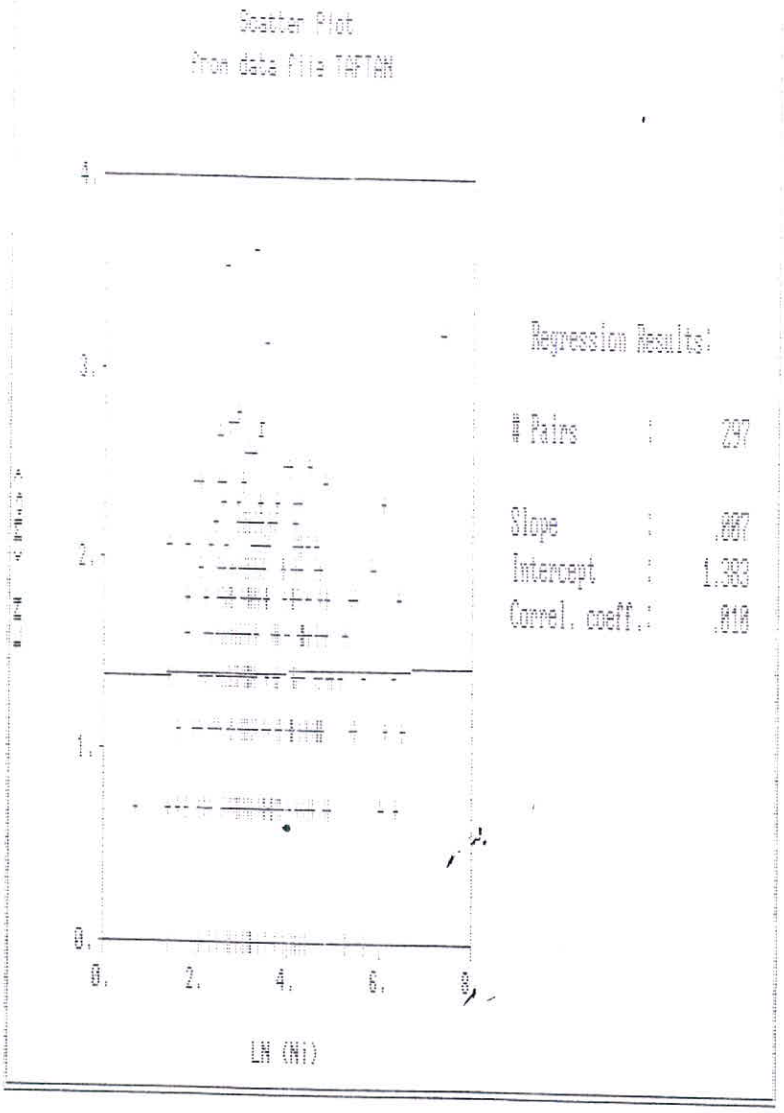
شکـــل ۷ ـ ۲۹


Scatter Plot
From data file TAFTAN
6.
5.
4.
3.
2.
1.
0.
2.
4.
6.
8.
LN (Ni)
Regression Results:
N Pairs : 306
Slope : -.877
Intercept : 2.965
Correl. coeff.: -.898

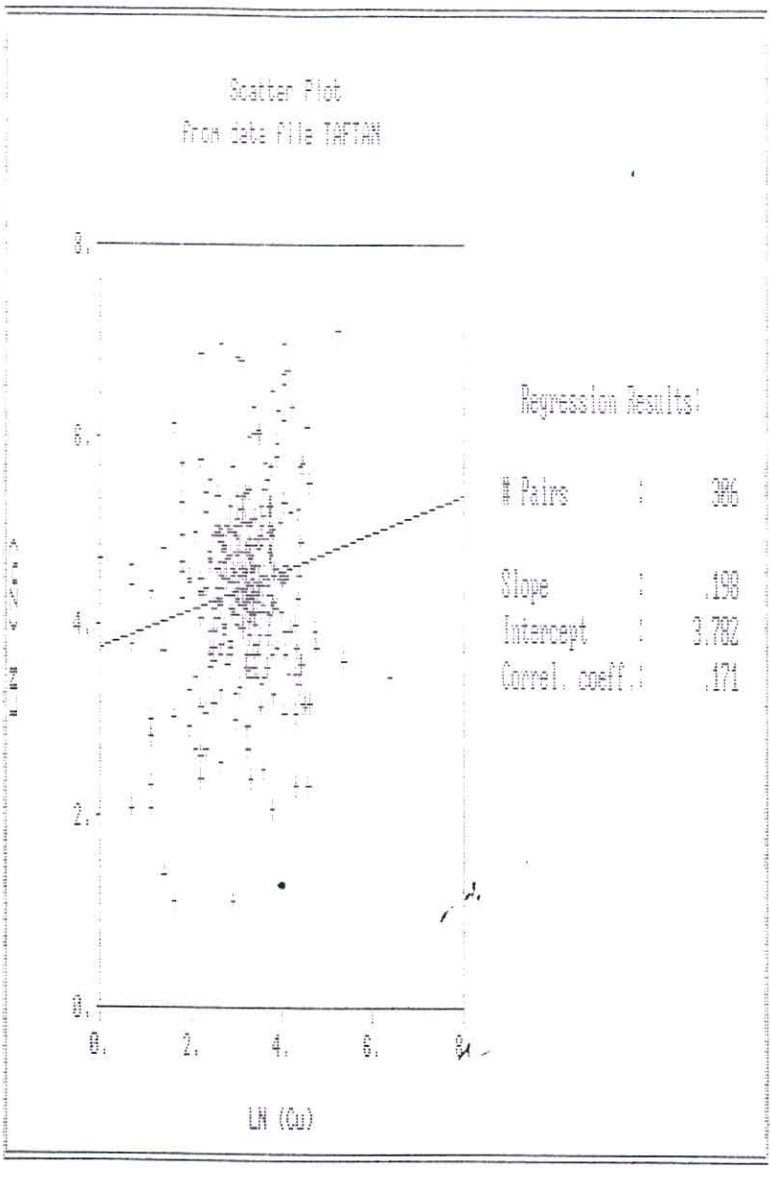
شکل ـ ۷ـ ۳۰

Scatter Plot
From data file TAFTAN
8.
6.
4.
2.
0.
0.
3.
6.
9.
12.
LN (Pb)
Regression Results:
Pairs : 306
Slope : .057
Intercept : 3.161
Correl. coeff.: .983

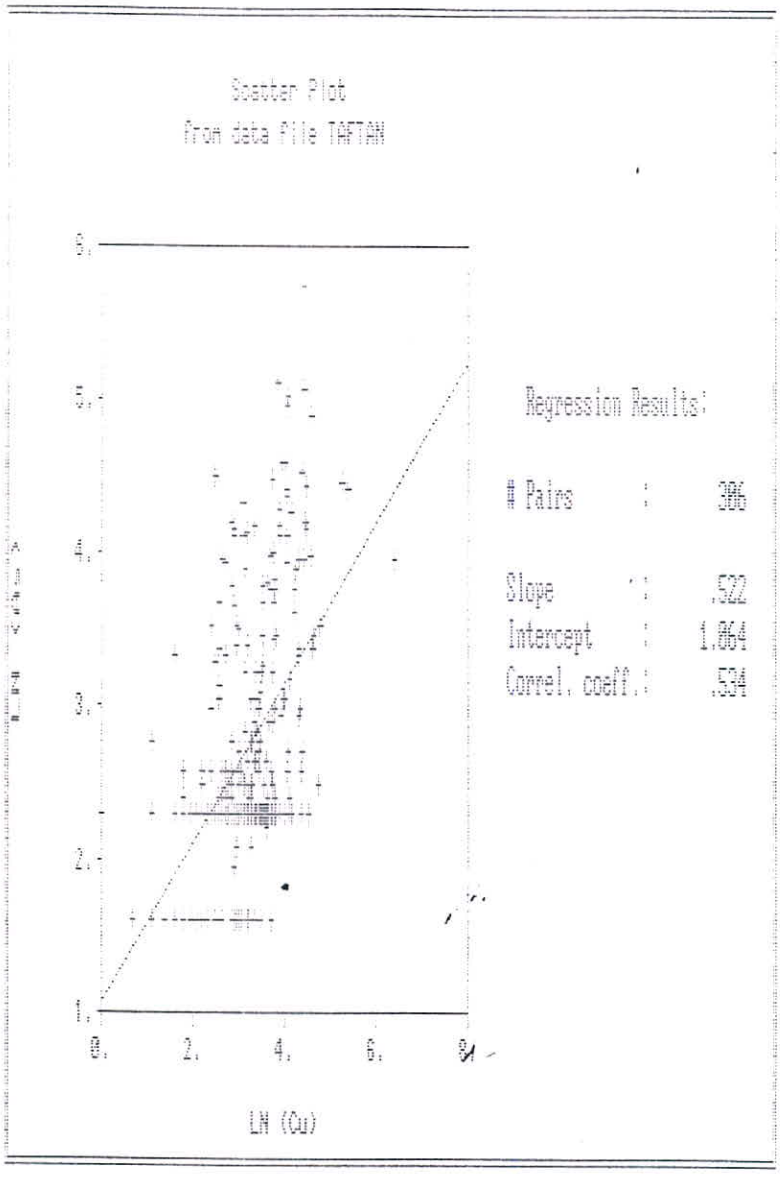
شکـــل ۷ ـ ۳۱


Scatter Plot
From data file TAPTAN
4.
3.
2.
1.
0.
0.
2.
4.
6.
LN (N1)
Regression Results:
Pairs : 297
Slope : .887
Intercept : 1.383
Correl. coeff.: .818

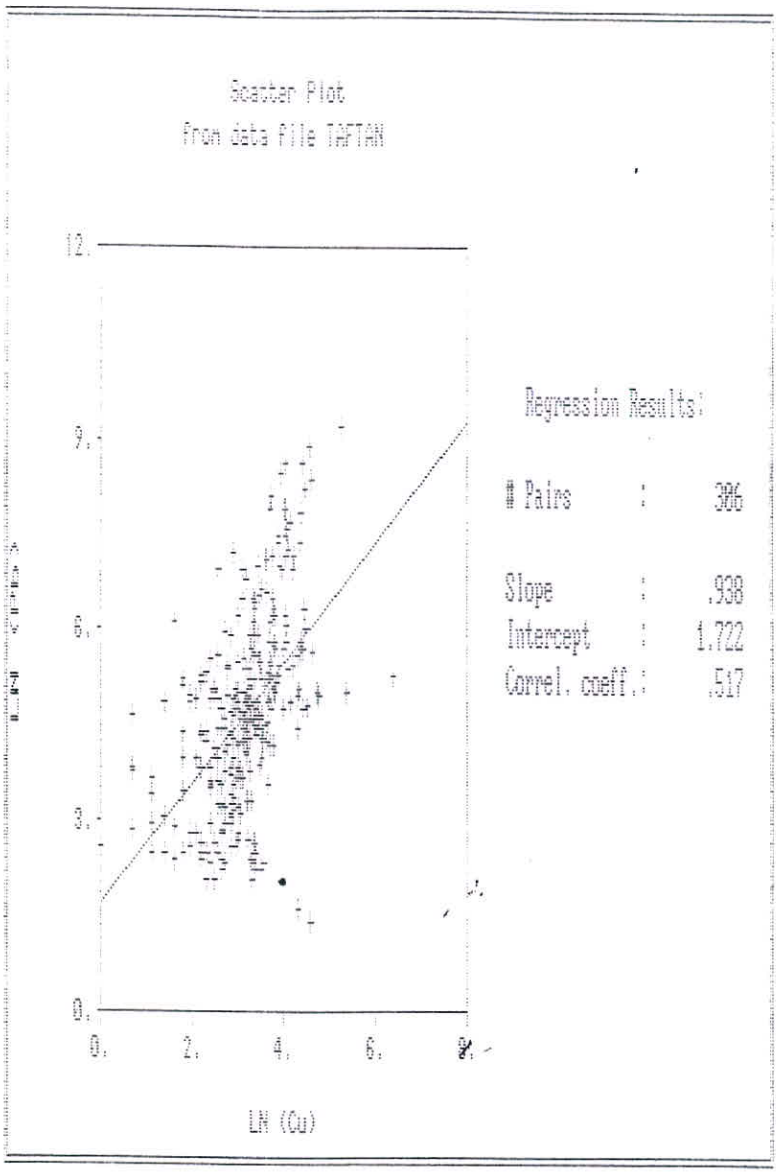
شکل ـ ۷ ـ ۳۳


Scatter Plot
From data file TAFTAN
8.
6.
4.
2.
0.
0.
2.
4.
6.
LN (Q1)
Regression Results:
N Pairs : 386
Slope : .198
Intercept : 3.782
Correl. coeff.: .171

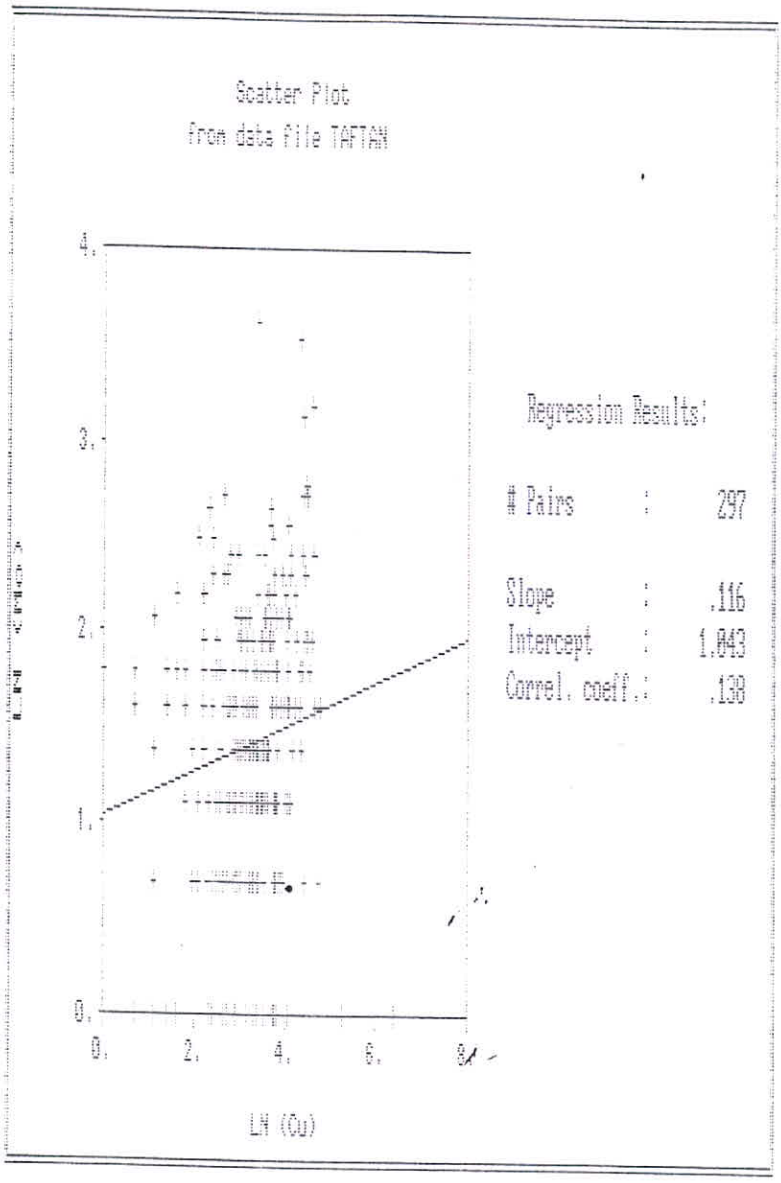
شکل ـ ۷ ـ ۳۳


Scatter Plot
From data file TAHTAN
6.
5.
4.
3.
2.
1.
0.
2.
4.
6.
LN (Qs)
Regression Results:
N Pairs : 386
Slope : .522
Intercept : 1.864
Correl. coeff.: .534

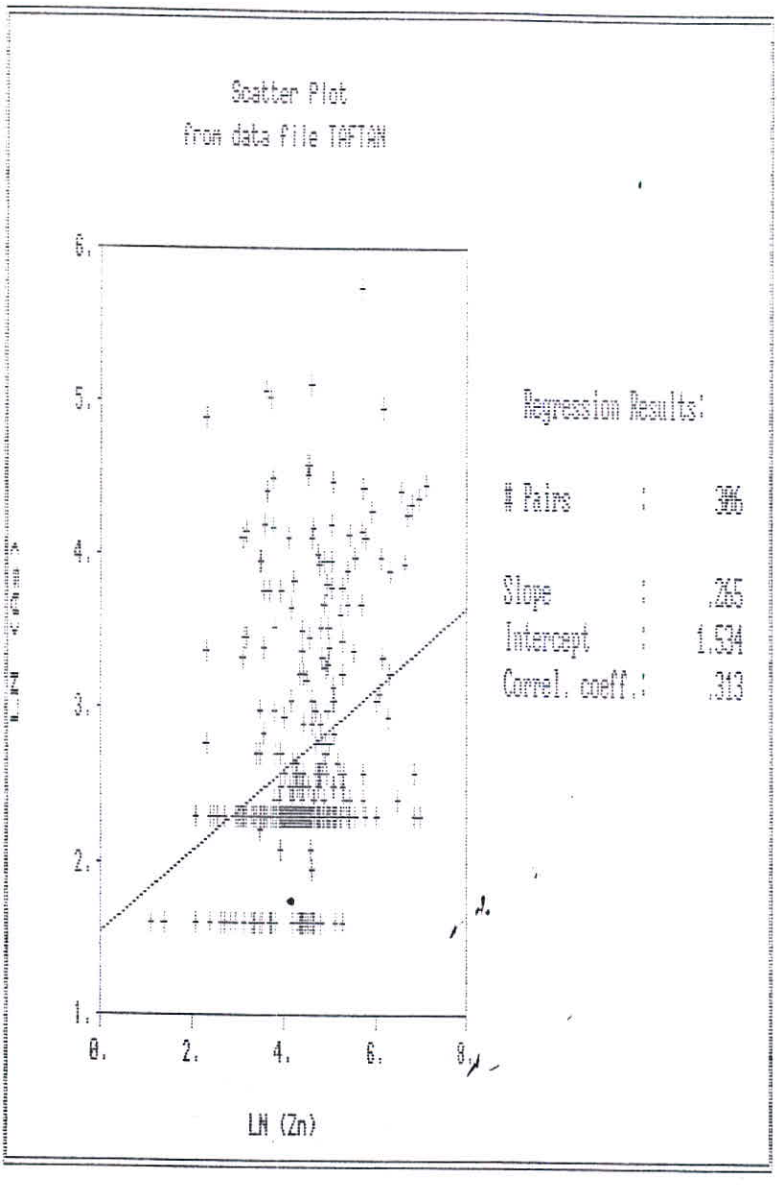
شکـــل ۷ ـ ۳۴



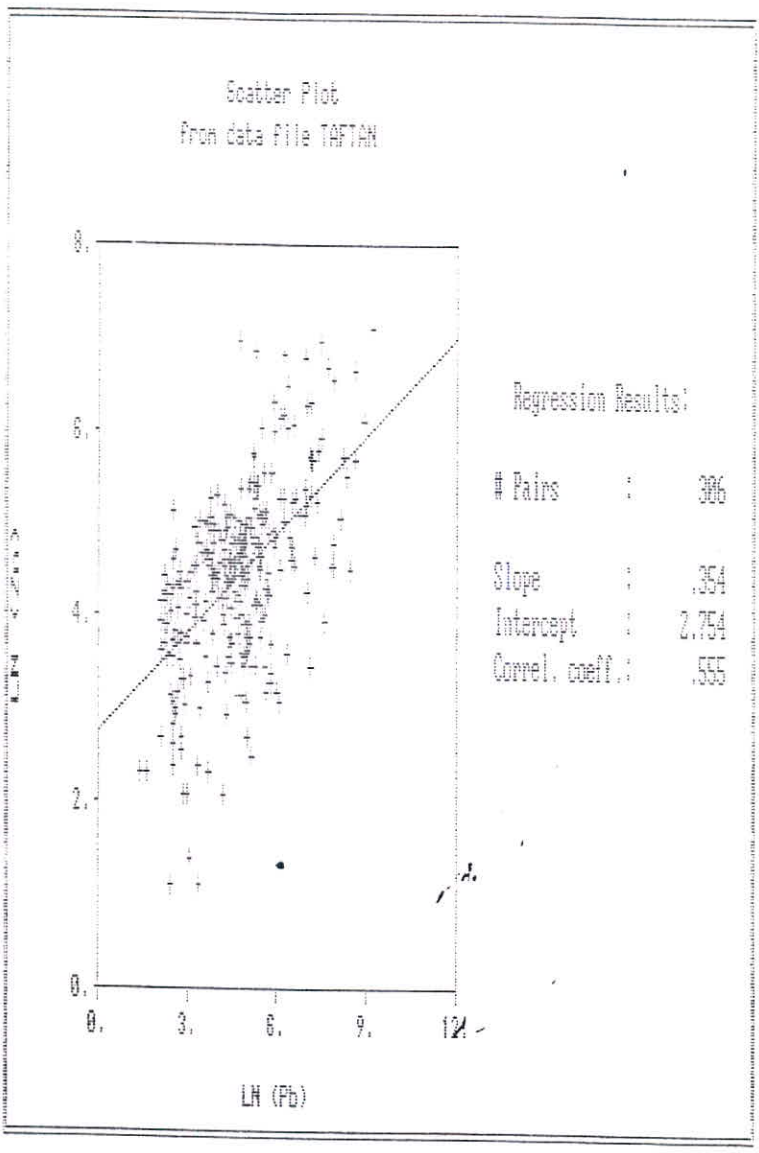
شکـــــل ۷ ـ ۳۵



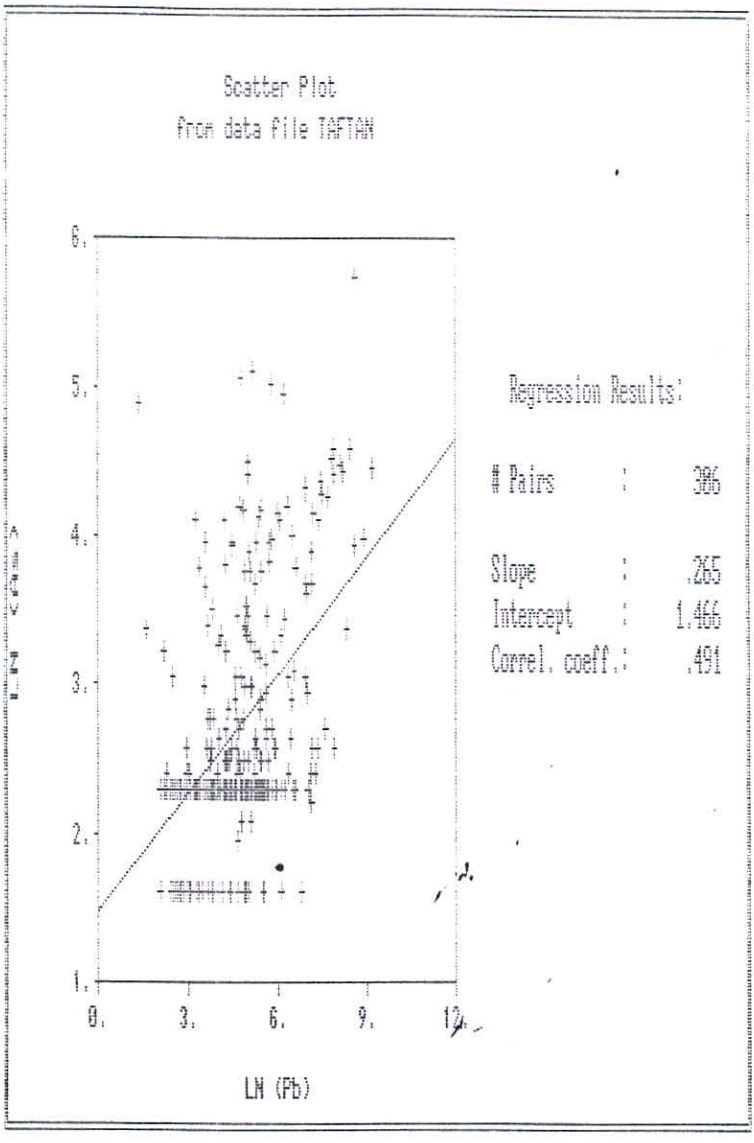
شكـــل ـ ٧ ـ ٣٦


Scatter Plot
From data file TAFTAN
6.
5.
4.
3.
2.
1.
0.
2.
4.
6.
8.
LH (Zn)
Regression Results:
Pairs : 366
Slope : .265
Intercept : 1.534
Correl. coeff.: .313

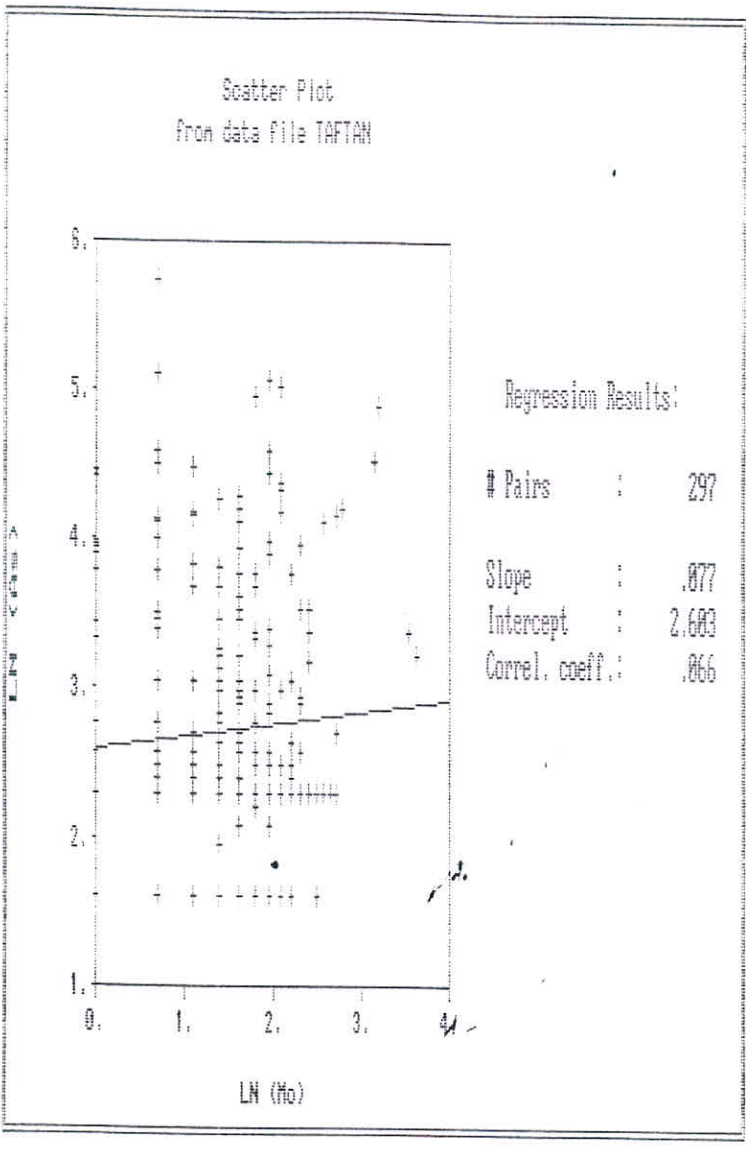
شکل ـ ۷ ـ ۳۷


Scatter Plot
From data File TAFTAN
8.
6.
4.
2.
0.
0.
3.
6.
9.
12.
LH (Pb)
Regression Results:
Pairs : 386
Slope : .354
Intercept : 2.754
Correl. coeff.: .555

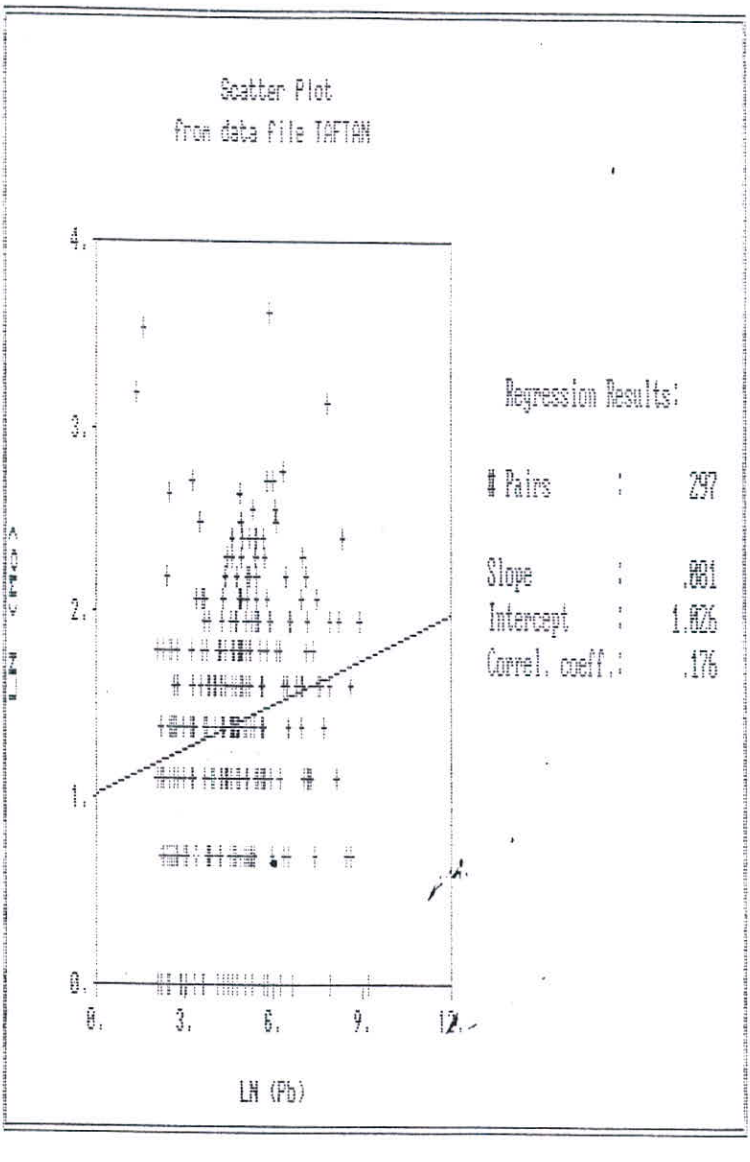
شکل ـ ۷ ـ ۳۸


Scatter Plot
From data file TAFTAN
6.
5.
4.
3.
2.
1.
0.
3.
6.
9.
12.
LN (Pb)
Regression Results:
Pairs : 386
Slope : .265
Intercept : 1.466
Correl. coeff.: .491

شکل ـ ۷ ـ ۴۰


Scatter Plot
From data file TAFTAN
6.
5.
4.
3.
2.
1.
0.
1.
2.
3.
LN (Ho)
Regression Results:
Pairs : 297
Slope : .877
Intercept : 2.663
Correl. coeff.: .866

شکـل ۷ ـ ۴۱



شکـــل ـ ۷ ـ ۴۲

۸ـ مدل کانی سازی و اهداف اکتشافی قابل پیش بینی

براساس اطلاعات حاصل از مطالعات زمین شناسی شامل خاستگاه وموقعیت ژئوتکتونیك ، ویژگی های ولکانو- پلوتونیسم ، ترکیب شیمیائی ، مشخصه های آلتراسیون ، توزیع عناصر فلزی و پاراژنزکانی سازی ، شکل ونحوه پراکندگی رخساره های متفاوت آلتراسیون و قیاس مجموعه این مشخصات با مدل های شناخته شده میتواند تاحدودی وضعیت متالوژنی و کانی سازی را روشن وتصویری از پتانسیل های احتمالی را بدست دهد .

الف ـ موقعیت ژئوتکتونیکی و خاستگاه زمین شناسی

باتوجه به مشخصات زمین شناسی منطقه مورد بحث از نوع کمربندهای ولکانو- پلوتونی مرتبط با فرورانش پوسته اقیانوسی قلمداد میشود که از بزمان تابلندیهای چغائی ادامه دارد . بستر وپی سنگ این کمربند رخساره فلیشی ـ پوسته اقیانوسی دارد و قابل قیاس با جزایرقوسی جنوب غرب پاسیفیك است . مرکز فعالیت ماگمائی در بخش قاره ای حاشیه جنوبی بلوکهای افغانستان (هیلمند) ولوت است اما ترکیب و ماهیت سیالی (Sialic) نداشته بلکه جنس پی سنگ ترکیب پوسته اقیانوسی دارد .

ب ـ ویژگیهای ولکانو ـ پلوتونیسم و ایالت پترولوژی

مجموعه سازندهای آتش فشانی ـ نفوذی (Volcano - Plutonism) شامل دو بخش آتش فشانی و نفوذی است که تقدم با فاز آتش فشانی بوده و نفوذ توده آذرین با مشخصات پورفیری بصورت استوك و دایك دیده میشود معرف آن است که منطقه مورد بحث روی سقف توده باتولیتی قراردارد که خروجیهای استوك مانندآن درکوه زردان نقره ای ، خارستان و مادوفتی دیده میشود . ایالت پترولوژی این مجموعه در قطب کالکوآلکالن قراردارد وباویژگیهای قوس آتش فشانی (Volcanic Arc) تطبیق دارد .

ج ـ نوع دگرسانی و گسترش آن

دگرسانی موثردرمنطقه به دو گروه اصلی درونزاد (Hypogene) وبرونزاد (Supergene) تقسیم میشود . آلتراسیون نوع هیپوژن در سه گروه سنگهای سازنده منطقه دیده میشود که عبارتنداز :

۱) درسری فلیش ، ۲) درسری آذرآواری و ۳) توده پورفیری . دگرسانی عمده از نوع آرژیلی شدن (Argillization) ، سیلیسی شدن (Silicification) پروپیلیزاسیون (Propylitzation) وسولفاته شدن (آلونیتیزاسیون) است که زونهای مختلفی را تشکیل میدهد . سیلیسیفیکاسیون به دو صورت عمده شامل پوش سنگ سیلیسی (Silicic Cap) ورگه های کوارتزی (Quartzveins) دیده میشود . پوش سنگ سیلیسی در بلندترین نقطه آلتراسیون یعنی کوه مادوفتی توسعه دارد و رگه های کوارتز در دره بیدستر از وفورنسبی برخوردار است آلتراسیون پروپیلیتی در تیلوئی ، خارستان وبیدستر دیده میشود ولی آلتراسیون پتاسیك رخنمون عمده ای ندارد و بصورت کلریتیزاسیون دیده میشود . بررسی آلتراسیون و انواع آن نیاز به نمونه برداری و مطالعات دقیقتر و بیشتر دارد تا زون بندی مناسب تهیه و ترسیم گردد و در این مبحث به مظاهر عمده آن اشاره میشود . محدود نمونه های برداشت شده از این منطقه نشان میدهد که فرآیندهای زیر رخ داده است :

پلاژیوکلاز ⟵ سیریسیت + کلریت

بیوتیت ⟵ کلریت + کربنات + اسفن + کانیهای تیره + سکویت

پلاژیوکلاز ⟵ کلسیت + کلریت + کوارتز+ سریسیت + آلبیت

هورنبلند ⟵ کلسیت + کوارتز + کانی تیره+ فلدسپارقلیائی+ اسفن + لوکوکسن

بیوتیت ⟵ کلریت + آناتاز + کلسیت + کانی تیره

سنگ پورفیر ⟵ کانی های رسی + سیریسیت + آلونیت + آمارانتیت

پلاژیوکلاز + محلول سیلیسی ⟵ کوارتز + کلسیت

ریوداسیت + محلول سیلیسی ⟵ ریوداسیت سیلیسی شده + زاج (آلونیت)

ملاحظه پدیده های فوق معرف آلتراسیون از نوع هیپوژن است که عموما" درکمربندهای آتش فشانی قوسی و میزبانهای کانسارهای مس پورفیری روی میدهد . درمنطقه مورد مطالعه و بخصوص در بخش بیدستر آلتراسیون از برون به درون عبارتست از :

۱) زون پروپیلی (گله چاهون)

۲) زون آرژیلی

۳) زون فیلی (Phyllic Zone) ، (دامنه کوه مادوفتی)

دربخش خارستان و درنزدیك شركت تعاونی

۱) فلیش با آلتراسیون پروپیلی

۲) زون آرژیلی (دامنه كم ارتفاع كوه خارستان)

۳) زون فیلـی (Phyllic Zone) كوه خارستان

مقایسه انواع آلتراسیون مشروح در فوق با انواع آلتراسیون شناخته شده برای كانسارهای مس پورفیری (مدل Lowell and Guillbert 1970) ، مـدل دیوریتی ، مدل سیلیتو (1973)همسانی هائی رانشان میدهد كه در این مبحث بـه آن اشاره میشود .

درمدل Lowell and Guillbert كه براساس مطالعه روی كانسارها ی متعدد مس پورفیری صورت گرفته انواع آلتراسیون مشروح درذیل از درون به بـرون معرفی شده است (شكل ۸ ـ ۱) :

۱) زون پتاسی (Potassic Zone)

این زون در اغلب كانسارها دیده نمیشود و با داشتن ارتوكلاز ثانوی وبیوتیت یا ارتوكلاز و كلریت مشخص میشود . سیرسیت نیز ممكن است دیده شود . ایـن كانی ها ، كانی های ثانوی جایگزین شده ارتوكلاز اولیه ، پلاژیوكلاز و كانیهـای مافیك (Mafic) توده نفوذی است . ارتوكلاز ثانوی عموما" با تركیب پتاسیـك بیشتر نسبت به سدیك میباشد و ممكن است در رگه ها همراه كوارتز نیز دیده شـود ممكن است انیدریت نیز بصورت قابلی دیده شود . كانسنگ كم عیار معمولا" در این زون وجود دارد و بیشتر در جائی تمركز دارد كه مقدار كلریت غالب برسایر كانیها است .

۲) زون فیلـی (Phyllic Zone)

این زون تحت عنوان سیریسیتیزاسیون و آرژیلیزاسیون پیشرفته در سایـر كانسارها شرح داده میشود و به داشتن كوارتز ـ سیریسیت ـ پیریت و اغلب مقـدار كمی كلریت ، ایلیت و روتیل همراهی میگردد . پروپیلیت هم ممكن است وجود داشته باشد . كربنات و ایندریت كمیاب است . به سمت داخل این زون سیریسیتی و بـه سمت بیرون عموما" رسی است . سیریسیتیزاسیون در فلدسپار و بیوتیت اولیـه رخ میدهد و از آلتراسیون بیوتیت روتیل بوجود می آید . این آلتراسیون باعث واكنشهای سیلیس زا بوده و كوارتز ثانوی تولید میشود (سیلیسیفیكاسیون) . مرز این زون بـا

زون پتاسی تدریجی و بالغ بر چندین ده متر است . در این زون پیریت بصورت انتشاری و رگچه ای توسعه دارد .

۳) زون آرژیلی (Argillic Zone)

این زون همیشه دیده نمیشود و معادل آنچه است که بنام دگرسانی آرژیلی متوسط نامیده شده است . کانیهای رسی غالب بوده و کائولن درنزدیکی توده معدنی توسعه دارد ، در صورتی که مونتموریونیت از آن فاصله میگردد . پیریت کانی معمولی این زون است ولی مقدار آن کمتر از زون فیلی میباشد و اغلب به صورت رگچه دیده میشود و توزیع انتشاری ندارد . بیوتیت ممکن است به کلریت تبدیل نشده باشد و فلدسپارپتاسیك بدون تغییر می ماند .

۴) زون پروپیلیتی (Prophylitic Zone)

خارجی ترین زونی است که همیشه وجود دارد . کلریت مهمترین کانی آلتره است و پیریت ، کلسیت و اپیدوت با آن همراهی میشود . کانی های مافیك اولیه (بیوتیت و هورنبلند) اغلب بصورت بخشی یا کلی به کلریت و کربنات تبدیل میشود . پلاژیوکلاز ممکن است دگرسان نشده باقیمانده باشد . ابعاد این زون به چندین صد متر میرسد .

سیلیتو ولکانیسم کالکوآلکالن را با مدل شکل ۸ ـ ۲ برای کانی سازی نوع پورفیری معرفی نموده است و عقیده دارد که زون پروپیلیتی تا زیرگدازه های بالائی Stratovolcano که حاوی گوگرد خالص است ادامه می یابد . کانی سازی اقتصادی در زون آلتره سیریسیتی و رسی که مرز فوقانی آن را میسازد دیده میشود به سمت داخل بافت توده آذرین از نوع پورفیری به همسان (Equigranular) تغییر می کند ولی ترکیب شیمیائی آن بدون تغییر باقی می ماند . با تغییر بافت کانی سازی درعمق ناپدید میشود . در مدل دیوریتی (Evans 1980) که نسبت $\frac{SiO2}{Alkali}$ پائین است توده آذرین عموما" از جنس سینیت ، مونزونیت دیوریت یا دیگر نفوذیهای قلیائی میباشد . این مدل به داشتن مقدار کمتری ازگوگرد درمحلول کانی ساز مشخص است . به همین علت تمام اکسیدهای آهن به پیریت تبدیل نمیگردد بلکه بصورت کلریت و بیوتیت درمی آید و مازاد آن به حالت منیتیت درزون آلتره دیده میشود . در مدل دیوریتی زونهای فیلی و آرژیلی عموما" دیده نمیشود وبنابراین زون پتاسی با زون پروپیلیتی محاصره میگردد . این گونه زون بندی در

کانسارهای مس پورفیری جزایرقوسی و قاره ای دیده میشود . درزون پتاسی ودرنبود ارتوکلاز بیوتیت مهمترین کانی پتاسیم داراست و پلاژیوکلاز مهمترین فلدسپـــــار بشمار می آید. اختلاف کانی سازی دراین مدل بامدل (Lowell - Guilbert) داشتن مقادیرقابل ملاحظه ازطلاوپائین بودن نسبت $\frac{MO}{CU}$ است .

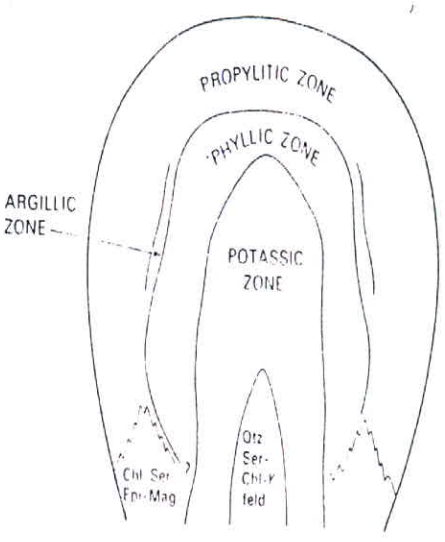
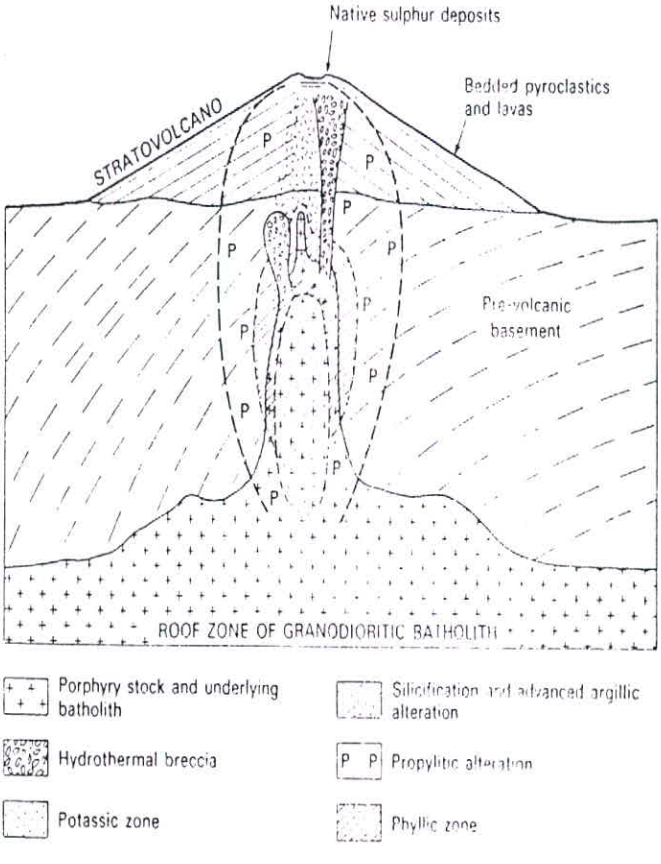


Fig. 12.4. Hydrothermal alteration zoning pattern in the Lowell-Guilbert model of porphyry copper deposits (After Lowell & Guilbert 1970.)

شکل ۸ ـ ۱ منطقه بندی دگر سانی در کانسارهای مس پور فیـــری (Lowell andGuillbert 1970)



شکل ۸ ـ ۲ زون بندی دگر سانی درکانسارهای مس پور فیری (Sillitoe 1973)

شکستگی های‌دارای کانیهای سیلیکاته باطله عاری ازکوارتز است وازطرف دیگـــر کانی های کلریت ، اپیدوت وآلبیت نسبتا" فراوان میباشد . جدول ۸ـ۱ مقایســه کانی سازی مدل دیوریتی و مدل Lowell - Guilbert رانشان میدهد

جدول ۸ـ۱ مقایسه کانی شناسی و کانی سازی مدل دیوریتی Iowell - Guillbert

نقل از Evans (1980)

عارضه	مدل Lowell - Guilbert	مدل دیوریت
توده آذرین	آداملیت ،گرانودیوریت،تونالیت	سینیت ،مونزونیت
انواع سنگهای معمولی		
سنگهای کمیاب تر	کوارتزدیوریت	دیوریت
دگرسانـــــی		
بخش مرکزی	پتاسی	پتاسی
حاشیه بخش مرکزی	فیلی آرژیلی پروپیلیتی	پروپیلیتی
کانی ســـازی		
کوارتزدرشکستگی ها	معمولی	ناچیز
ارتوکلازدرشکستگی ها	معمولی	ناچیز
آلبیت درشکستگی ها	جزئی	معمولی
منیتیت	کمتر	معمولی
پیریت درشکستگی ها	معمولی	معمولی
مولیبدنیت	معمولی	کمیاب
کالکوپیریت به بورنیت	۳ یا بیشتر	۳ یا کمتر
کالکوپیریت انتشاری	وجوددارد	مهـــم
طـــــلا	کمیاب	مهم
ساختـــــار		
برش	ممکن است وجودداشته باشد	کمیاب
استوك ورك	مهم	مهم

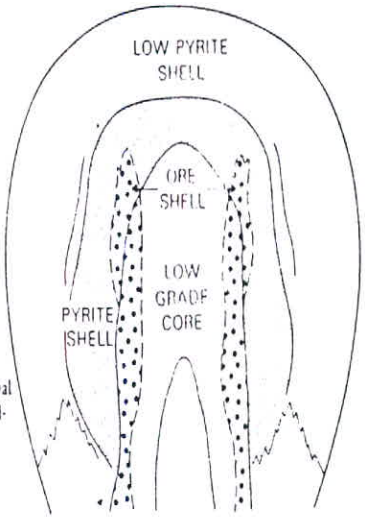
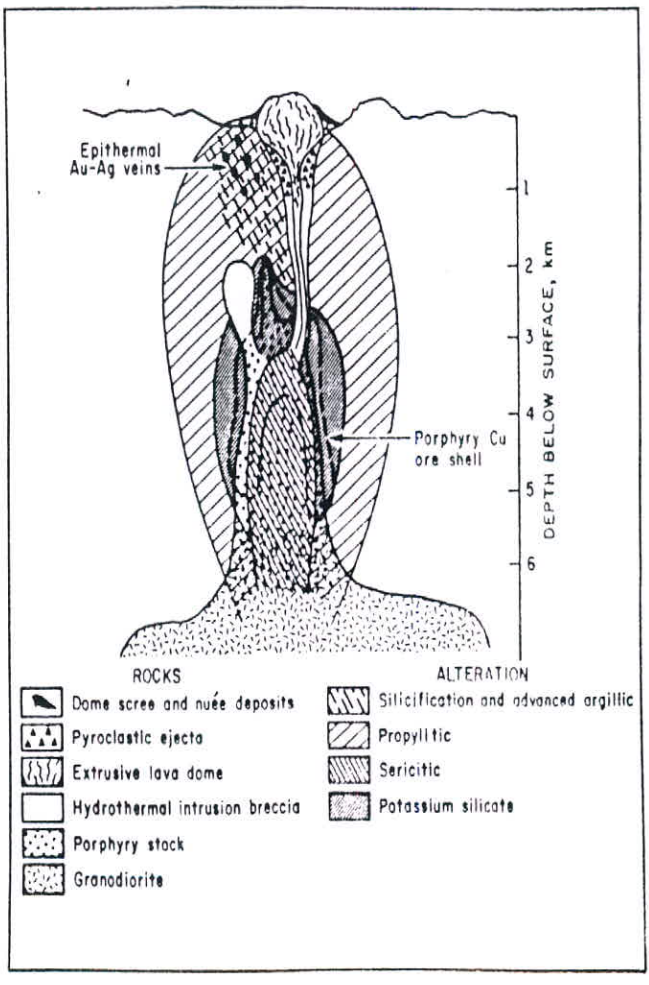


Fig. 12.5. Schematic diagram of the principal areas of sulphide mineralization in the Lowell-Guilbert model of porphyry copper deposits. Solid lines represent the boundaries of the alteration zones shown in Fig. 12.4. (After Lowell & Guilbert 1970.)

شکل ۸ـ۳ زون بندی تمرکز کانی سازی درکانسارهای مس پور فیری (Lowell etal . 1970)



شکل ۸ ـ ۴ مدل آلتراسیون در توده های ولکانو ـ پلوتونی (Nielsen . 1984)

د) وضعیت کانی سازی و انتشار عناصرفلزی

کانی سازی درونزا (hypogene) درکانسارهای مس پورفیری دنیادرسه موقعیت و جایگاه متفاوت دیده میشود که عبارتنداز :

۱)تماما" دراستوك پورفیری

۲) بخشی دراستوك و بخشی در سنگهای پیرامون ومیزبان

۳) درسنگ میزبان (سنگ محیطی)

درشکل ۸ ـ ۳ انواع موقعیت متمرکز جای گیری موادمعدنی دیده میشود. کانسنگ اغلب با پوسته پیریتی (Pyritic Shell) محاط شده و همانندآلتراسیون زونهای کانه دار بصورت متمرکز با مجموعه سولفور ـ اکسید نمود می یابد . مس و مولیبدن هیپوژن در دو زون فیلی و پتاسی و جود دارد .

مس بطور عمده درمرز این دوزون تمرکزدارد و درزون آرژیلی اغلب کانی سازی دیده نمیشود . کانی سازی سوپرژن درهرسه زون وجود دارد

کانی سازی به ۴ زون میتواند تقسیم گردد (Evans 1980) :

۱) داخلی ترین منطقه آلتره در بخش داخلی (Innermost Alteration Zone)

ازنظر فضائی عموما" منطبق با زون دگرسان پتاسی بوده و پهنای متغیر داردکه معمولا" بالغ برچندصدمتر است . معمولا" اندکی سولفور با پیریت جمعا" حدود ۱ درصد مجموعه را تشکیل میدهد و نسبت پیریت به کالکوپیریت حدود ۳ به یك است . این زون میتواند عیار معدنی داشته باشد و عموما" حامل اصلی کانسنگ است . دربعضی از کانسارها بخش کم عیار مرکزی را میسازد . کانی سازی عموما" از نوع انتشاری میباشد تا رگچه ای . کانی های اصلی عبارتنداز کالکوپیریت ، پیریت ومولیبدنیت

۲) منطقه دگرسان داخلی (Inner Alteration Zone)

این منطقه عموما" منطبق با زون فیلی (Phylic Zone) بوده و پوسته کانسنگ (Ore Shell) رامیسازد . مقدار پیریت به ۱۰ تا ۱۵ درصدسنگ میرسد و نسبت پیریت به کالکوپیریت حدود ۱۲/۵ به یك میباشد . مس میتواند عیار معدنی داشته باشد و کانی سازی بصورت رگچه دیده میشود . کانی های سازنده عبارتند از : پیریت ، کالکوپیریت ، مولیبدنیت ، بورنیت ، کالکوسیت ، اسفالریت،منیتیت وانارژیت .

۳) منطقه دگرسان میانی (Intermediate Alteratione Zone)

این زون تقریبا" منطبق با زون آرژیلی بوده و میتواند زونهای قبلی رادربر بگیرد . این زون خارج از منطقه معدنی قراردارد . پیریت کانی اصلی بوده ونسبت پیریت به کالکوپیریت حدود ۲۳ به یك میباشد . کانی سازی سولفوره بصورت رگچه ها (Veinlets) دیده میشود .

مجموعه کانی های این منطقه عبارتنداز : پیریت ، کالکوپیریت ، بورنیت وآثار کالکوزین ، گالن،انارژیت ، اسفالریت ، مولیبدنیت ، تنانتیت وولفرامیت .

۴) بخش دگرسان خارجی (Outer Alteration Zone)

این منطقه منطبق با منطقه دگرسان پروپیلیتی است و کانی سازی سولفوره اصلی ، از نوع پیریت است . کالکوپیریت بصورت پراکنده میتواند مقادیرمتغیری ازبورنیت ، مولیبدنیت ، منیتیت ، اسپکولاریت ، رودوکروزیت ، اسفالریت ، گالن

ورودونیت دیده شود . در این سه منطقه اخیر فوق الذکر توزیع کانه سازی از نوع رگچه ای برکانی سازی نوع انتشاری (Disseminated) رجحان دارد .

جمع بندی مشاهدات صحرائی از کانی سازیهای فلزی در منطقه طرح وارزیابی نتایج نمونه های ژئوشیمی نشان میدهد که کانی سازی در منطقه مورد بحث بصورت سولفور سرب و روی ، پیریت ، مس و روی و سرب وجود دارد وشکل کانی سازی از انتشاری تا رگه ای و رگچه ای متغیر است . از نظر توزیع فضائی در حواشی زون آلتره کانی سازی سرب و روی و ارسنیك (امرودك ،گله چاهون) بصورت رگه ای گسترش دارد و در منطقه تیلوئی که احتمالا" بخش دگرسان خارجی (زون پروپیلیتی) است ، پیریت برسایرکانی ها غالب میباشد . آنالیز کانسنگ وعیارسنجی نمونه های ژئوشیمیائی عیارقابل ملاحظه ای از مولیبدن راکه شاخص کانسارهای نوع پورفیری است نشان نمیدهد که به علت آن توضیح داده خواهدشد ، اماناهنجاری ضعیفژئوشیمی همانند نوعی گرایش به تمرکز مولیبدن درکانسارهای مس پورفیری دربخش داخلی دیده میشود .

براساس وقیاس موارد فوق الذکر، چنین میتوان گفت که کانی سازی سولفوره سرب و روی و پیریت درحاشیه توده های آلتره بوده و به سمت درون ناهنجاری مس و کانی سازی ثانوی مس وفور نسبی دارد و نوعی زونالیته درتوزیع کانی سازی فلزی دیده میشود که قابل انطباق با منطقه بندی دگر سانی و قابل مقایسه با انواع مشابه درکانسارهای مس پورفیری است .

بررسی های انجام شده روی میزان طلا درنمونه های مینرالیزه نشان میدهد که مقادیر طلا از عیار بالائی بجز ناحیه امرودك وجود ندارد و براین اساس بطورکلی میتوان گفت که بخش مس پورفیری کانسار فاقد عیار بیش از یك گرم درتن است . اما در بخش حاشیه ای بخصوص در زونهای مینرالیزه سرب ، روی ، مس وارسنیك امکان دارد که میزان طلا تا چند گرم درتن یافت شود (منطقه امرودك وگله چاهون) علت زایشی این امرناشی از آن است که برای کانی سازی این منطقه مدل (Lowell - Guilbert) بیشتر قابل انطباق است تامدل دیوریتی .

اما علیرغم نبود طلا درنمونه های گرفته شده ، دربخش سیلیسی و سقفی (کوه مادوفتی) زون آلتره احتمالا" تمرکزی ازکانی سازی رگچه ای طلا و نقره میتواند یافت شود زیرااین بخش قابل مقایسه با زون سیلیسی اپی ترمال است . (Nielsen 1980)

براساس آنچه که دراین مبحث ذکرآن رفت ویژگی های مختلف منطقه طرح نشان میدهد که کانی سازی فلزی از نوع مس پورفیری بوده ومشخصاتی قابل تطبیق بامدلهائی دارد که برای این نوع کانی سازیها ذکر میشود واز آن میان با مدل (Lowell- Guilbert) هم نوائی دارد و بامدل ارائه شده توسط نیلسن (Nielsen 1984) قابل تطبیق است .

دراین منطقه کانسارهای رگه ای سرب و روی و ارسنیك (احتمالا" همراه با طلا و نقره) مشابه کانسارهای Borzsony , Valence وبالکان ـ کارپات میتواند درجوار کانسار نوع مس پورفیری یافت گردد .

دریك بررسی کلی ترفرآیند تشکیل و ایجاد این بخش مینرالیزه همانند تاریخچه ومکانیسمی است که کانسارمزرعه تشکیل شده است و تفاوت آنها درعدم وجود مولیبدن دراین منطقه است که میتواند با نبود پوسته قاره ای (Cantinental Crust) و وجود پوسته اقیانوسی (Cceanic Crust) دراین منطقه توجیه شود.

این منطقه میتواند ادامه غربی کمربند متالوژنی چغائی باکانسارهای پورفیری Saidak ، Robak , Kacha وغیره باشد که از گسترش قابل ملاحظه ای برخورداراست . از بین ایالت های معروف مس و مولیبدن معروف دنیا (امریکای شمالی ، امریکای جنوبی ، شوروی و چین) قابل مقایسه با کانسارهای جزایرقوسی پاسیفیك جنوب غرب است که درخاستگاهی با پوسته اقیانوسی واقع است و فاقد مولیبدن میباشد .

نتیجه گیری و پیشنهاد :

بررسی زمین شناسی ، نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمی و گسترش آثار وکانی سازیهای فلزی ، آلتراسیون و منطقه بندی دگرسانی ومدل متالوژنی تعیین شده مبین ویژگیهای کلی است که در ذیل نقل میشود :

۱ـ خاستگاه زمین شناسی مجموعه ولکانوـ پلوتونی زردان نقره ای ، خارستان ومادوفتی توده های منشعب ازباتولیتی کالکوآلکالن درعمق است که حاصل فرورانش پوسته اقیانوسی دریای عمان درزیرکرانه قاره ای جنوب هیلمندولوت میباشد .

۲ـ زون ولکانوـ پلوتونی که سن آن از الیگوسن جوانترمیباشد بخشی از تکوین

زمین شناسی منطقه است که از کرتاسه فوقانی آغاز میگردد و فرآیند نهائی آن قلل و مراکز آتش فشانی بزمان ، تفتان و کوه سلطان است . این زون ولکانو-پلوتونی به عنوان آتش فشانی قوسی (Volcanic Arc) قلمداد میگردد .

۳ـ مجموعه مورد بحث در منطقه طرح متشکل از فلیش های پالئوژن وتوده ها ی پریدوتیتی است که کهن ترین بخش و بستر منطقه را با مشخصه پوسته اقیانوسی تشکیل میدهد . واحدهای سنگ آلتره و مینرالیزه دربرگیرنده توده های آتش فشانی (توف و آگلومرا) با ترکیب ریوداسیتی و گدازه هائی از این نوع است که با دگرشیبی زاویه دار زیرگدازه های تفتان قرارمیگیرد و توسط توده های (استوکهای) گرانودیوریتی پورفیری قطع میشود .

۴ـ دگرسانی گرمابی هیپوژن موثردرمنطقه که از گستره و مقیاس قابل توجهی برخوردار است از نوع اسیدی غنی از گوگرد میباشد که فرآیند آن بصورت آلتراسیون های متعدد از نوع آرژیلی شدن ، سیلیفیکاسیون ، آلونتیی شدن پروپیلیزاسیون درسطح دیده میشود و بامشخصه های کانسارهای نوع مس پورفیری قابل تطبیق است .

۵ـ کانی سازی های فلزی از نوع سولفورهای مس ، سرب ، روی و ارسنیک در منطقه توسعه دارد و برحسب موقعیت جغرافیائی نسبت به مرکز توده نفوذی (استوک) ، سطح فرسایش و توپوگرافی ، ویژگیهای متفاوت داردکه عمده آن ازنوع کانی سازی سرب وروی رگه ای (شیخ احمد ، گله چاهون و خارستان) کانی سازی سولفوره مس و سرب و روی (خارستان ، امرودك ، مادوفتی) کانی سازی پیریت با روی و سرب (تیلوئی) و کانی سازی مس پورفیری (مادوفتی ، خارستان وزردان نقره ای) دیده میشود . کانی سازی طلا احتمالا" منحصر به زونهائی است که ناهنجاری کانی سازی از ارسنیك دارد و نقره میتواند همراه گالن باشد .

۶ـ مدل متالوژنی منطقه ، ازنوع مس پورفیری تیپ Lowell - Guilbert میتواند باشد که به علت وجود پوسته از جنس اقیانوسی پی سنگ ، فاقد کانی سازی قابل توجه ازمولیبدن میباشد وازانواع کانسارهای مس پورفیری فاقد مولیبدن بحساب می آید .

۷ـ گستردگی و شدت آلتراسیون ووجود حداقل سه توده مس پورفیری وهمجواری کانسارهای رگه ای سرب و روی سولفوره درمجاورآنها و ابعاد قابل ملاحظه منطقه

مینرالیزه وقرارداشتن این کمربند درادامه غربی کمربند متالوژنی چغائی حکایت از پتانسیل وتوان معدنی بالقوه این بخش است که میتواند به عنوان منطقه اکتشافی قابل توجه زیرپوشش عملیات وبررسی های اکتشافی قرارگیرد .

بمنظوردستیابی به توان معدنی وشکل یااشکال کانسارهای احتمالی ومختلف دراین منطقه عملیات اکتشافی زیردرمناطقی که درنقشه ضمیمه شماره ۲ مشخص شده است پیشنهاد میگردد :

I ـتهیه نقشه آلتراسیون وکانی سازی درمقیاس ۵۰۰۰ : ۱ وتوجه به وضعیت دگرسانی ، تغییرات سنگ شناسی ، تعیین پاراژنز کانی های فلزی وغیرفلزی وتعیین زون بندی دگرسانی وتعیین وضعیت ساختمانی وارتباط عوارض تکتونیکی بادگرسانی وکانی سازی .

II ـ تهیه نقشه متالومتری برای عناصر مس ، سرب ، روی ، نقره، طلا ، باریوم ارسنیك وانتیموان درپروفیلهای ۲۰۰ متری ونمونه برداری سیستماتیك ۲۰ متری وتعیین هاله های لیتوژئوشیمی ، مشخص نمودن رگه های مینرالیزه وکانه دار وتعیین برش زمین شناسی وآلتراسیون ازهرپروفیل .

III ـ حفرترانشه ، آشکارسازی آثارمعدنی، برداشت نمونه وتعیین ابعادآثار کانی سازی وزونهای مینرالیزه ، مطالعه وعیارسنجی نمونه های مختلف ، تعیین فرم ساختمانی ، دگرسانی وعوارض وعوامل کنترل کننده کانی سازی وتخمین ذخیره آثار تحت بررسی .

IV ـتلفیق اطلاعات متالومتری ، زمین شناسی ونتایج حاصل ازعملیات مهندسی اکتشاف ومحدودنمودن اهداف اکتشافی تحت الارضی .

V ـ اجرای عملیات ژئوفیزیکی اکتشافی IP ومقاومت سنجی روی زونها ومناطق تعیین شده ازعملیات فوق الذکر .

VI ـ حفرگمانه اکتشافی ومغزه گیری ، حفرتونل وچاه اکتشافی درمناطق مناسب نمونه برداری سیستماتیك برای عیارسنجی وتعیین ذخیره ازاهداف انتخاب شده .

VII ـ محاسبه ذخیره برحسب اولویت های اکتشافی وپیشرفت عملیات وتهیه گزارش مربوطه متناسب با اتمام هریك ازمراحل .

* فهـــرست منابـــــع *

۱) مهندسین مشاور کاوشگران (۱۳۶۹) : گزارش پتانسیل یابی ومناطق مناسب اکتشاف دراستان سیستان وبلوچستان ۹۶ صفحه .

2) Abdnllah J . Bordet P . Carbonnel J . P . and Piasty . , 1975 : Sur Léxisten dúm dome de Carbonatite dams Le Registan , Afghanistan du Sud : C . R . Acad Sci . Paris , Vol 281 . PP . 1801 - 1804

3) Beus A . A . and S . V . Grigoriani 1977 : Geochemical Exploration Methods For Mineral Deposits , Applied Publishing . U S A , 287 P .

4) Berberian F . Muir I . D . Pankhurst R . J . and Berberian M . 1982 : Late Cretaceous and Early Miocene Andean - Type Plutonic actiuity in Northern Makran and Central Iran, J .Ceol Soc . London , Vol . 139 , PP . 605 - 614

5) Camp V . E . and R . J . Griffis , 1982 : Character , genesis and Tetonic Setting of igneous rocks in The Sistan Suture Zone eastern Iran , Lithos , PP . 222 - 238

6) Evans A . M . 1980 : An Introduction to Ore Geology , Blackwell Sci. Pub . london , 231 P .

7) Farhoudi G . , and Karig D . E . , 1977 : Makran Of Iran and Pakistan as an active arc System , Geology , Vol . 5 PP . 664 - 668

8) Gansser A . , 1971 , The Taftan Volcano (SE . Iran) Eclog . Geol . Helv , Vol . 64 , PP . 319 - 334

9) Geological Survey Of Iran , 1984 : Geological Map Of Nukabad Sheet 1/100/000 Tehran , Iran .

10) Lowell J . D . and Guilbert J . M . 1970 : Lateral and Vertical Zoning in Porphyry Ore Deposits Eco . Geol . Vol . 65 , PP . 374 - 408

11) Jacob K . H . and Quittmeyer K . L . 1974 : The Makran Region Of Pakistan and Iran : Trench - Arc System With Active Plate Subduction ,in Geodynamic Of Pakistan , PP. 305 - 317 .

12) Nielsen R . L . 1984 : Evolwtion Of Porphyry Copper Ore Diposit Models , Mining Eng . , PP . 1637 - 1641

13) Sillitoe R . H . 1973 : The Tops and Bottoms Of Porphyry Copper Deposits , Eco . Geol Vol . 68 , PP . 799 - 815

14) Sillitoe R . H . 1979 : Specn Lations On Himalayan Metallogeny Based On Evidence From Pakistan in „ Geodynamic Of Pakistan " PP . 168 - 178

15) Wellman H . W . 1966 : Active Wrench Faults Of Iran , Afghanistan and Pakistan , Geol . Rund . Vol .55, PP.85 - 91