


مجری طرح: منصور قلیچ لی	وزارت صنایع و معادن سازمان صنایع و معادن استان گلستان
گزارش پی جویی مواد معدنی در شیست گرگان در استان گلستان (دره توسکستان)	
شماره گزارش: AS 139-27-010	مرحله: گزارش نهائی
کنترل: سلیمان کوثری	تهیه کنندگان به ترتیب حروف الفبا: ۱. مهربان اردشیریان شریف آبادی ۲. مهدی زمردیان ۳. عبدالرضا صائبی مقدم ۴. علی عابدی ۵. شهرام فرخنده کیش ۶. فاطمه کاظمی
مدیر پروژه: مهربان اردشیریان شریف آبادی	
تایپ: سمیه کاظمی	
تاریخ: سال ۱۳۷۹	
	

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور  
تاریخ:  
شماره ثبت: ۸۰۶۱۵

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

## تشکر و قدردانی

در ابتدا لازم می‌دانیم 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 سرفرازی و سربلندی ایشان را از ایزد متعال مسئلت نماییم.

از جناب آقای مهندس قلیچ لی ریاست محترم سازمان صنایع و معادن استان گلستان به جهت همکاری های صمیمانه در تمامی مراحل انجام پروژه نهایت سپاسگزاری را داریم.

از کلیه کارشناسان محترم آن سازمان به ویژه جناب آقای مهندس فرزندگان به خاطر ارائه راهنمایی های سودمند و کمکهای بیدریغ کمال قدردانی را داریم.

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

مدیریت و کارشناسان

مهندسان مشاور معدنکاو

## فهرست مطالب

صفحه	فصل اول کلیات
۱-۱	۱-۱- مقدمه
۲-۱	۲-۱- اهداف و امکانات و روش کار
۴-۱	۳-۱- پیشینه مطالعات
۵-۱	۴-۱- ویژگی های جغرافیایی منطقه
۹-۱	۵-۱- زمین شناسی عمومی
۱۶-۱	۶-۱- طلا

## فصل دوم - زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

۲-۱	۱-۲- روش تهیه نقشه زمین شناسی
۲-۲	۲-۲- شرح نقشه زمین شناسی منطقه
۵-۲	۳-۲- شرح مقطع زمین شناسی
۹-۲	۴-۲- مطالعه تیغه های نازک
۹-۲	۱-۴-۲- نمونه شماره GAR-۱
۱۰-۲	۲-۴-۲- نمونه شماره GAR-۲

۱۱-۲	۲-۴-۳- نمونه شماره GAR-3
۱۴-۲	۲-۴-۴- نمونه شماره GAR-4
۱۶-۲	۲-۴-۵- نمونه شماره GAR-5
۱۷-۲	۲-۴-۶- نمونه شماره Pr.1-1
۱۹-۲	۲-۴-۷- نمونه شماره Pr.1-6
۲۰-۲	۲-۴-۸- نمونه شماره Pr.1-9
۲۳-۲	۲-۴-۹- نمونه شماره S23
۲۴-۲	۲-۴-۱۰- نمونه شماره GTR.1
۲۷-۲	۲-۵- نتایج XRF بروی نمونه های سنگی توسکستان

## فصل سوم - اکتشاف ژئوشیمی

۱-۳	۳-۱- اهداف اکتشاف
۲-۳	۳-۲- محیط های ژئوشیمی
۲-۳	۳-۲-۱- مقدمه
۳-۳	۳-۲-۲- عوامل موثر در ایجاد الگوهای پراکندگی لیتورژئوشیمی ثانویه
۵-۳	۳-۲-۳- طبقه بندی هاله های لیتورژئوشیمی ثانویه
۸-۳	۳-۳- روش بررسی خاکها در مطالعه هاله های لیتورژئوشیمی ثانویه

۱۰-۳	۴-۳- محیط ، روش و طراحی نمونه برداری در دره توسکستان
۱۱-۳	۵-۳- عملیات نمونه برداری
۱۳-۳	۶-۳- آماده سازی و آنالیز نمونه ها
۱۴-۳	۷-۳- نتایج آنالیز نمونه ها
۱۴-۳	۳-۷-۱- نمونه های ژئوشیمی خاک
۱۴-۳	۳-۷-۲- نمونه رسوبات آبراهه ای
۱۹-۳	۳-۸- محاسبات

### فصل چهارم - مطالعات آماری و تعبیر و تفسیر

۱-۴	۴-۱- مطالعات آماری
۱-۴	۴-۱-۱- انتشار عنصر طلا
۳-۴	۴-۱-۲- انتشار عنصر As
۵-۴	۴-۱-۳- انتشار عنصر Sb
۶-۴	۴-۱-۴- انتشار عنصر Bi
۸-۴	۴-۱-۵- انتشار عنصر Hg
۹-۴	۴-۱-۶- انتشار عنصر Cu
۱۱-۴	۴-۱-۷- انتشار عنصر Pb

۱۲-۴	۸-۱-۴- انتشار عنصر Mo
۱۴-۴	۹-۱-۴- انتشار عنصر Ag
۱۴-۴	۱۰-۱-۴- انتشار عنصر Zn
۱۵-۴	۱۱-۱-۴- انتشار عنصر Ba
۱۹-۴	۲-۴- تعبیر و تفسیر
۱۹-۴	۱-۲-۴- همبستگی ها
۲۴-۴	۲-۲-۴- محاسبات فاکتوری
۲۷-۴	۳-۲-۴- ارتباط آنومالی های با زمین شناسی منطقه
۲۸-۴	۴-۲-۴- بررسی نمونه های دامنه شرقی دره توسکستان
	- نتیجه گیری و پیشنهاد
	- ضمیمه یک - نمودارهای فراوانی تجمعی عناصر
	- پیوست نقشه های آنومالی

مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴
مطالعه سازه‌های فولادی در مقطع قائم ۴-۴-۵	۴-۴

فهرست جداول

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه ۶-۱
- شکل ۱-۳- افق های خاک و ابعاد جانبی نسبی هاله های پراکندگی ثانویه  
و مقدار فلز همراه ۹-۳
- شکل ۱-۴- هیستوگرام عنصر طلا در منطقه مورد مطالعه ۴-۴
- شکل ۲-۴- هیستوگرام عنصر As در منطقه مورد مطالعه ۴-۴
- شکل ۳-۴- هیستوگرام عنصر Sb در منطقه مورد مطالعه ۷-۴
- شکل ۴-۴- هیستوگرام عنصر Bi در منطقه مورد مطالعه ۷-۴
- شکل ۵-۴- هیستوگرام عنصر Hg در منطقه مورد مطالعه ۱۰-۴
- شکل ۶-۴- هیستوگرام عنصر Cu در منطقه مورد مطالعه ۱۰-۴
- شکل ۷-۴- هیستوگرام عنصر Pb در منطقه مورد مطالعه ۱۳-۴
- شکل ۸-۴- هیستوگرام عنصر Mo در منطقه مورد مطالعه ۱۳-۴
- شکل ۹-۴- هیستوگرام عنصر Ag در منطقه مورد مطالعه ۱۶-۴
- شکل ۱۰-۴- هیستوگرام عنصر Zn در منطقه مورد مطالعه ۱۶-۴
- شکل ۱۱-۴- هیستوگرام عنصر Ba در منطقه مورد مطالعه ۱۷-۴
- شکل ۱۲-۴- دندروگرام عناصر در کل منطقه به روش Ward ۲۲-۴
- شکل ۱۳-۴- دندروگرام عناصر در کل منطقه به روش Between groups ۲۳-۴



## فهرست عکس ها

- عکس ۱-۱- وضعیت پوشش گیاهی در محدوده ۸-۱
- عکس ۲-۱- وضعیت رخنمون و پرتگاه مشاهده شده در حاشیه جاده ۸-۱
- عکس ۱-۲- نمای عمومی از پروفیل کنار جاده توسکستان در محدوده مطالعاتی ۸-۲
- عکس ۲-۲- ماسه سنگ با سیمان کلسیتی و جورشدگی مناسب ۱۲-۲
- عکس ۳-۲- لیتارنایت با زمینه های حاوی اکسید آهن ۱۲-۲
- عکس ۴-۲- آندزیت کاملاً تجزیه شده ۱۵-۲
- عکس ۵-۲- سنگ آهک میکروکریستالین حاوی رگه سیلیسی ۱۵-۲
- عکس ۶-۲- تراکی آندزیت برشی ، عمدتاً از کلریت ۱۸-۲
- عکس ۷-۲- سنگ آهک ماسه ای بلورهای کوارتز و آهک ۱۸-۲
- عکس ۸-۲- سمی شیبست ، حاوی کوارتز کربنات ۲۲-۲
- عکس ۹-۲- سنگ آذرین اسیدی حاوی کوارتز فلدسپات با دگرگونی ضعیف ۲۲-۲
- عکس ۱۰-۲- تراکی آندزیت ، فلدسپات به همراه سریسیت ، کلریت ۲۶-۲
- عکس ۱۱-۲- سینیت با بافت گرانولار ۲۶-۲
- عکس ۱-۳- حفاری چاهک جهت برداشت نمونه از افق زیرین خاک ۱۲-۳

فصل اول

کلیات

## ۱-۱- مقدمه

براساس قرارداد فی مابین اداره کل معادن و فلزات استان گلستان و شرکت مهندسان مشاور معدن کاو به شماره ۱۲۰/۳/۳۵۶۹ مورخه ۷۹/۱۰/۲۷ و همچنین متمم قرارداد مذکور به تاریخ ۷۹/۱۲/۲۳ طرح پی جویی مواد معدنی در شیست های گرگان در دره توسکستان (توده سینیتی) در استان گلستان در دستور کار این مهندسان مشاور قرار گرفت.

طرح حاضر که در ادامه دو طرح پی جویی و پتانسیل یابی در شیست گرگان مرحله اول و دوم به انجام رسیده است ، براساس مطالعات و اکتشافات انجام شده در دره توسکستان و نتایج مقدماتی به دست آمده برای عنصر طلا در مراحل قبل می باشد.

امید است با انجام چنین طرح هایی که بر مشاهدات علمی و کارهای عملی استوار است بتوان هر چه بهتر در روند اکتشاف و شناسایی ذخایر معدنی استان و کشور قدم برداشت.

## ۱-۲- اهداف و امکانات و روش کار

هدف از انجام پی جویی و پتانسیل یابی مواد معدنی در شیست گرگان در محدوده ای به وسعت ۵ کیلومتر مربع در دره توسکستان در حد فاصل دو توده سینیتی گزارش شده در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان را می توان به طور کلی به صورت زیر خلاصه نمود:

- تهیه نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ به وسعت ۵ کیلومتر مربع

- تهیه مقاطع زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ در محدوده

- انجام اکتشافات چکشی به منظور شناسایی مناطق آلتراسیون ، روند کانی سازی های احتمالی ، وجود توده های نفوذی در محدوده
- برداشت کلیه عوارض تکتونیکی و ساختمانی اعم از برداشت شیب و امتداد لایه ها مشخص کردن رگه ها ، لایه ها و ...
- انجام اکتشافات ژئوشیمیایی اعم از برداشت نمونه های ژئوشیمیایی با توجه به موقعیت و شرایط محیط مورد بررسی ، آنالیز و تجزیه نمونه ها ، داده پردازی و تعبیر و تفسیر نتایج به منظور دستیابی به آنومالی های عناصر اصلی و پاراژنز
- تلفیق اطلاعات زمین شناسی و اکتشافات چکشی و همچنین اکتشافات ژئوشیمیایی جهت مشخص کردن نواحی امید بخش
- برای رسیدن به چنین اهدافی مواردی طی شرح خدمات قرارداد پیش بینی شده است که مهمترین آنها عبارتند از:
  - حفر ۱۰۰ متر ترانشه جهت برداشت نمونه ها
  - برداشت ۷۰ نمونه ژئوشیمیایی و آنالیز به روش جذب اتمی برای ۱۱ عنصر پاراژنز  
 $Ag$  و  $As$  ,  $Sb$  ,  $Hg$  ,  $Bi$  ,  $Cu$  ,  $Pb$  ,  $Zn$  ,  $Ba$  ,  $Mo$  ,  $Au$
  - برداشت و آنالیز ۱۰ نمونه تجزیه XRF جهت مطالعات عناصر کمیاب و همراه
  - برداشت ، تهیه و مطالعه ۱۰ نمونه سنگی جهت سنگ شناسی و کانی شناسی

از جمله موارد قابل ذکر در مطالعه اکتشافی در این ناحیه پوشش جنگلی انبوه می باشد که بعضاً کار را با مشکل روبرو می کرده است و این در حالی است که وضعیت راه‌های دسترسی تا ابتدای محدوده مناسب می باشد.

به منظور تهیه نقشه زمین شناسی منطقه پیمایش های مناسب انجام یافته است و کلیه رخنمونهای موجود سنگی برداشت و بر روی نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ انتقال یافته است علاوه بر آن نقاط و رگه های احتمالی موجود توسط GPS نقاط بر روی زمین مشخص و نمونه ها برداشت شده اند. کلیه نمونه ها بعد از برداشت نامگذاری ، آماده سازی و جهت آنالیز و مطالعه آماده شده اند. نتایج داده ها در واحد خدمات کامپیوتری شرکت مهندسان مشاور معدنکاو مورد پردازش قرار گرفتند که به همراه نتایج و نقشه های مربوط در ضمیمه گزارش موجود می باشد گزارش حاضر به تفصیل هر یک از مراحل انجام این طرح را در چهار فصل به شرح ذیل ارائه کرده است.

فصل اول - کلیات

فصل دوم - زمین شناسی عمومی

فصل سوم - اکتشاف ژئوشیمیایی

فصل چهارم - تعبیر و تفسیر

## ۱-۳- پیشینه مطالعات

استان گلستان یکی از بخشهای مورد توجه زمین شناسان بوده است ، گزارشهای فعالیت های معدنی و زمین شناسی این ناحیه وجود دارد که نشان دهنده اهمیت این منطقه می باشد. اما از آنجا که گزارش حاضر نظر خود را بر روی شیست های گرگان معطوف نموده است لذا صرفاً به منابع و فعالیت های انجام یافته بر روی شیست های گرگان اشاره می شود. این منابع عبارتند از:

- ۱- بربریان و همکاران (۱۹۷۳) به دگرشکلی و فاز های دگرگونی در شیستهای گرگان
- ۲- مجیدشاه پسندزاده ، رساله کارشناسی ارشد و طرح تحقیقاتی مطالعه زمین شناسی و بررسی روندهای تکتونیکی در سنگهای پرکامبرین (شیست های گرگان) دانشگاه تربیت معلم تهران \_ ۱۳۷۱
- ۳- طرح پی جویی و پتانسیل یابی مواد معدنی در شیست گرگان (مرحله اول) مهندسان مشاور معدنکاو ۱۳۷۸
- ۴- طرح پی جویی و پتانسیل یابی مواد معدنی در شیست گرگان (مرحله دوم) مهندسان مشاور معدنکاو ۱۳۷۸

همانگونه که قبلاً نیز ذکر شد در مرحله دوم طرح پی جویی و پتانسیل یابی مواد

معدنی در شیست گرگان ، در ناحیه دره توسکستان مهندسان مشاور معدنکاو در چند نمونه اکتشافی به مقادیر طلا در حد مناسب جهت پی جویی های اولیه اشاره نموده است طرح حاضر براساس نتایج بدست آمده از آن گزارش ارائه شده است. از آنجائیکه طلا به عنوان عنصر مورد

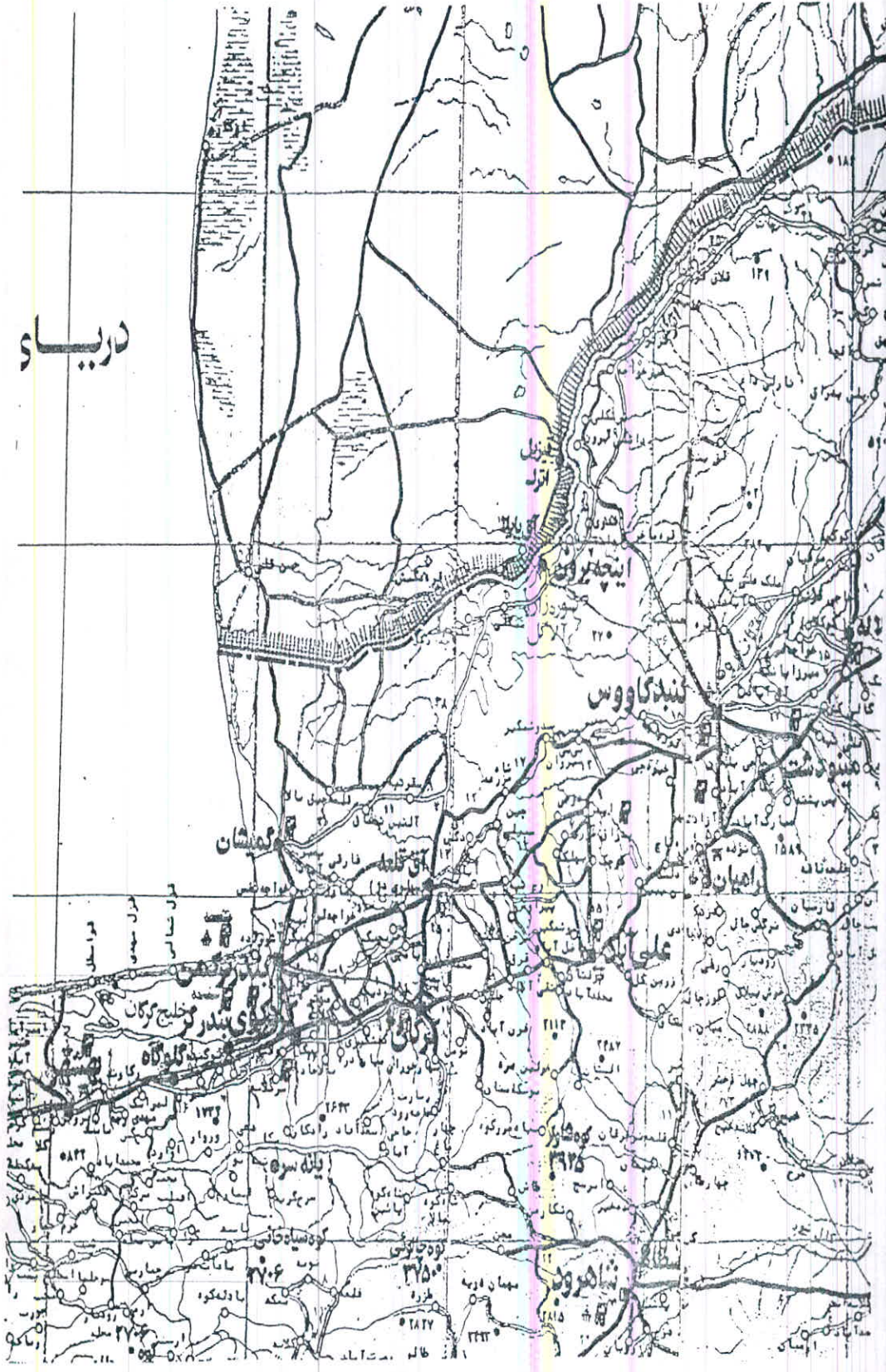
پی جویی در این طرح مطرح است یاد آور می شود در گزارش مرحله اول پی جویی و پتانسیل یابی در شیست گرگان به صورت تفصیلی در خصوص ویژگی های فیزیکی و شیمیایی همچنین تقسیم بندی کانسارها و روشهای پی جویی و اکتشاف طلا بحث شده است که از تکرار آن در این گزارش صرف نظر می گردد و تنها مختصری در این خصوص آورده می شود.

## ۱-۴- ویژگی های جغرافیایی منطقه

محدوده مورد مطالعه در ۱۵ کیلومتری شرق گرگان بین عرض های جغرافیایی  $36^{\circ}$  و  $44^{\circ}$  تا  $15^{\circ}$  و  $46^{\circ}$  و  $36^{\circ}$  و طول های جغرافیایی  $34^{\circ}$  و  $54^{\circ}$  تا  $36^{\circ}$  و  $54^{\circ}$  واقع است. به منظور دسترسی به محدوده مورد نظر از جاده اصلی گرگان - علی آبادکتول و در فاصله ۸ کیلومتری از شهر گرگان به سمت روستای توسکستان جاده ای منشعب می گردد که این جاده در امتداد رودخانه گرمابدشت ادامه دارد و سراسر آسفالتی است از روستای توسکستان به سمت جنوب پس از مسافتی در حدود ۵ کیلومتر به ابتدای غربی محدوده می توان دست یافت که ابتدای محدوده در دره گرمابدشت واقع است و در همین نقطه می توان کنتاکت سازند خوش بیلاق به شیست های گرگان را ملاحظه نمود. (شکل ۱-۱)

کل منطقه تحت پوشش جنگلی قرار دارد و خاک سطحی شامل خاکهای گیاهی در منطقه توسعه زیادی یافته است در بعضی مناطق ارتفاع خاک سطحی بسیار زیاد می باشد و عملاً از رخنمونهای شیست اثری وجود ندارد.

دریا



شکل ۱-۱- راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه



حداقل ارتفاع ۷۰۰ m و حداکثر ارتفاع به بیش از ۲۰۰۰ متر می رسد شیب توپوگرافی در کلیه مناطق زیاد است و دسترسی به مناطق میانی منطقه را دشوار می سازد. عکس (۱-۱)

وجود گسل های بزرگ سبب گشته است تا در منطقه شاهد پرتگاههای متعدد باشیم در این مناطق رخنمونهای سنگی در صورت نبود پوشش گیاهی بهتر ملاحظه می گردد. عکس (۲-۱)

از نظر آب و هوا این محدوده به دلیل نزدیکی به شهر گرگان و از آن جایی که به نسبت از ارتفاع کم برخوردار است دارای آب و هوایی مطابق با این شهر می باشد. دمای هوا در این محدوده بین ۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد در تغییر است ، رطوبت نسبی آن ۶۰ درصد می باشد و میزان بارندگی در این منطقه بیش از ۵۰۰ میلی متر در طول سال است. شبکه آبراهه ای در این محدوده از گسترش چندانی برخوردار نیست و معمولاً فاقد آب می باشند در این آبراهه ها اغلب به دلیل انبوهی پوشش جنگلی ، رسوبات و دانه بندی شامل ذرات رس و سیلت و قلوه سنگ و ... ، تشکیل نشده است.



عکس ۱-۱- وضعیت پوشش گیاهی در محدوده



عکس ۱-۲- وضعیت پوشش گیاهی در حاشیه جاده

الارضی مشخص گردیده اند تماماً در شرق دره رودخانه انجیلات تشکیل گردیده اند. این توده های نفوذی غالباً به صورت سیلهایی با گسترش و ضخامت چشمگیر تشکیل گردیده اند، که عبارتند از توده های گابرو - دیوریتی نهار خوران ، توده های سینیتی توسکستان و توده ایگنمبریت استان، هاله های دگرگونی این توده ها گسترش محدودی داشته و شدت دگرگونی مجاور آنها نیز پایین است.

در سری دگرگونی شیستهای گرگان میان لایه ای های متعدد آذرین وجود دارد که به همراه شیست ها دگرگونی ضعیفی را در حد شیست سبز تحمل نموده اند.

از جمله نکاتی که مرفولوژی و تغییرات ساختاری را در محدوده رخنمون شیست های گرگان کنترل می نماید ، میزان میان لایه ای های آذرین دگرگون شده در سکانس سری دگرگونی شیست می باشد درصد فراوانی میان لایه ای های متاولکانیک در سکانس شیست گرگان از سمت غرب به سمت شرق افزایش می یابد در بخشهای شرقی تر که درصد متاولکانیک ها افزایش می یابد ، مشخصاً شیست مرفولوژی خشن تر و پایداری بیشتری می یابد و بدین لحاظ از میزان لغزشها نیز کاسته می شود.

در سری دگرگونی گرگان توسط شاه پسند زاده سه واحد لیتولوژیک - لیتوتکتونیکی مشخص شده است ، این واحدها از قدیم به جدید به صورت زیر پیشنهاد شده اند.

الف- واحد زیرین :

شامل توالی از گدازه های متابازالتی با ساخت بالشتی به همراه فیلیت سبز تا خاکستری

تیره ای در بخش فوقانی سری تشکیل شده اند. طول این گدازه ها به بیش از ۱/۵ متر رسیده

فیلیت‌های سیاه‌رنگ در بعضی نقاط واجد دانه بندی تدریجی هستند. این دانه بندی تدریجی با سطوح فرسایشی مشخصی در قاعده و افزایش اندازه دانه ها به سمت بالا مشخص می‌گردند. در برخی موارد فیلیت‌های سیاه‌رنگ مذکور فاقد دانه بندی تدریجی بوده و توالی‌های ضخیم شونده به سمت بالا (Thickening Upward) را نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که در بعضی نقاط قطعاتی زاویه دار از سنگهای ولکانیکی به طور پراکنده و محدود در زمینه ای فیلیتی قرار گرفته اند که در اثر جریانهای گلی (Mud Flow) حاصل شده اند.

بر اساس مطالعه پالینومورف های شناخته شده از فیلیت های سیاه‌رنگ (قویدل

سیوکی ، ۱۳۷۱) سن این بخش دونین بالائی - کربنیفر - یرین تعیین شده است.

پ- واحد فوقانی :

این واحد از توالی سنگهایی نظیر متابرش ولکانیکی ، متالیگنمبریت ، گدازه های بازالتی یا بازالت آندزیتی و فیلیت های سبزرنگ تشکیل شده اند. در متابرش ولکانیکی قطعاتی عدسی شکل از سنگهای ولکانیکی شدیداً "حفره دار در زمینه ای از فیلیت های توفی سبزرنگ به موازات تورق قرار گرفته اند، این سنگها غالباً " با مرزی عادی توسط فیلیت‌های سبز رنگ پوشیده می‌شوند. متالیگنمبریت های یاد شده با ساخت جریانی خود به وضوح در مشاهدات صحرایی قابل تشخیص بوده به طوریکه قطعات عدسی شکل از پومیس (Pumice) با حفرات زیاد و فنوکریست های فلدسپار به یکدیگر جوش خورده و به موازات فولیاسیون قرار گرفته اند. در قاعده این سنگها فیلیت‌های سبزرنگ با آثار نهشته های پیروکلاستیک خزشی (Pyroclastic -surge deposit) مشاهده می‌شود.

به طور کلی تراشه هائی از سنگهای متاگابرو ، متاکوارتز مونزونیت و سیلهایی از متامیکروگابرو و میکرو دیوریت به همراه سنگهای میکروگرانیت در ناحیه مورد مطالعه یافت می شوند. حاشیه این تراشه ها اکثراً خرد و برشی شده و با تشکیل رگه ها و رگچه های فراوانی از کوارتز همراه است. ضمناً هیچگونه کانی دگرگونی فشار پائین - درجه حرارت بالا (دگرگونی مجاورتی) در حاشیه آنها دیده نشده است.

از نظر چینه شناسی سازند پادها (Padeha Formation) ، (بنابر مطالعات ژنی ۱۹۷۷) در مقطعی واقع در شمال شاهرود قرار دارد که شامل ۱۹۰ متر دولومیتی های میکریتی ماسه ای ، سنگ ماسه های گریواکی خاکستری رنگ و ارتوکوارتزیت بوده که با سازندهای سلطان میدان و خوش بیلاق دارای همبری عادی هستند. ضخامت این سازند به طرف شمال کاسته شده و ضمن افزایش نسبت ارتوکوارتزیت ها به سایر واحدهای سنگی ، بین لایه هایی از بازالتهای اولیوین دار در آنها ظاهر می شود، بنابر مطالعات فسیل شناسی توسط قویدل سیوکی (۱۳۷۰) ، سن این سازند فرا سنین زیرین (دونین فوقانی) است.

سازند پادها در دره های الازمن ، محمد آباد ، جعفر آباد و توسکستان رخنمون دارد. این سازند از نظر چینه نگاری با یک ناپیوستگی فرسایشی بر روی متاولکانیتهای محمدآباد قرار گرفته و توسط سازند خوش بیلاق با مرز عادی پوشیده می شود. سازند پادها در نواحی فوق الذکر از قاعده به سمت بالا به صورت زیر دیده می شود :

- کنگلومراهای قاعده ای به رنگ قرمز قهوه ای تا قهوه ای تیره ، لایه ضخیم تا توده ای ، متناوب با سنگ ماسه های قله ای قرمز رنگی که قطعاتی از سنگهای آتشفشانی محمداًباد به همراه کوارتز در آنها دیده می شوند.
- گدازه های بازالتی تا بازالت آندزیتی ، با فنوکریست های پلاژیوکلاز که در سطوح هوازده به رنگ قرمز قهوه ای ولی در سطح تازه شکسته به رنگ سبز تیره دیده می شوند. این سنگها شدیداً خرد و برشی شده هستند.
- سنگ ماسه های ارتوکوارتزیتی قرمز قهوه ای تا سفید متمایل به صورتی با لایه بندی ضخیم تا متوسط (۱۰-۸۰ سانتیمتر) که دارای ساختمانهای رسوبی رپیل مارک و لامینیشن متقاطع به همراه فسیلهای تتاکولیتس (هوبر، ۱۹۵۷) هستند.
- سازند خوش ییلاق (Khoshyeylagh Formation)، از دیگر سازند های موجود در منطقه است که دارای کنتاکت گسله با شیست های گرگان در دره توسکستان می باشد. بزرگ نیا (۱۹۷۳) مقطع نمونه این سازند را در گردنه خوش ییلاق واقع در مسیر جاده شاهرود به آزادشهر معرفی کرده است، مقطع مذکور با ضخامتی حدود ۱۳۵۰ متر عمدتاً از سنگهای کربناته تشکیل شده و به طور هم شیب بر روی سازند پادها و زیر سازند مبارک قرار می گیرد. سازند خوش ییلاق در سال ۱۳۷۰ توسط قویدل سیوکی از نظر پالینولوژی مطالعه گردیده است. بنابراین مطالعات ایشان ، سن سازند خوش ییلاق ، فراسنین میانی - بالایی و نیز بخش فوقانی آن فامنین زیرین تعیین شده است.

سازند خوش بیلاق در بخش های شمالی ناحیه مورد مطالعه با همبری عادی بر روی سازند پادها قرار گرفته است. مرز فوقانی این سازند با سازند مبارک در بخشهای شمالی ناحیه گرگان دیده نشده ، ولی در بخش های جنوبی ناحیه مورد مطالعه با سازند مبارک دارای همبری عادی است. بعلاوه ، در بعضی نقاط سازند مذکور با سازند پادها و متاولکانیتهای محمدآباد به صورت یک ورقه رانده بر روی بخشهای بالایی سازند خوش بیلاق و یا سازند مبارک از شمال به سمت جنوب رانده شده است.

بخشهای قاعده این سازند با کنگلومرا و سنگ ماسه های قلوه ای قرمز رنگ متمایل به قهوه ای ، لایه ضخیم ، با قلوه هایی از کوارتز ، سنگهای آتشفشانی محمدآباد و چرت به طور متناوب با ارتوکوارتزیت های قرمز تا صورتی متمایل به سفید ، متوسط تا ضخیم لایه و چند افق گدازه های بازالتی تا بازالت آندزیتی هوازده مشخص می شود. این واحدهای سنگی در زیر سنگ ماسه های آهکی تا سنگ آهک های زرد متمایل به کرمی در سطوح هوازده و خاکستری تیره تا سیاهرنگ در سطح تازه شکسته سنگ ، لایه ضخیم تا لایه متوسط (۱۰-۶۰ سانتیمتر) ، سیلیسی و خرد شده با توسعه رگچه های کلسیت قرار گرفته اند. سنگ آهکهای دولومیتی زرد رنگ لایه نازک تا متوسط برشی شده در بخش فوقانی سازند مذکور مشاهده می شوند.

## ۱-۶- طلا

طلا از فلزات قیمتی بسیار مهم است که از گذشته تا حال پشتوانه اقتصادی کشورها و تمدن‌ها بوده است. طلا عنصری است متعلق به گروه مس با سیستم تبلور کوبیک با سختی ۳ - ۲/۵ در مقیاس موس، عدد اتمی ۷۹، جرم اتمی ۱۹۷، وزن مخصوص  $19.33 \text{ g/cm}^3$  و نقطه ذوب  $1063^\circ\text{C}$  درجه سانتیگراد، طلا دارای چهارده ایزوتوپ با اعداد جرمی ۱۹۲ تا ۲۰۶ می باشد که تنها ایزوتوپ پایدار آن که در طبیعت دیده می شود  $\text{Au}^{197}$  است. اکثر ایزوتوپهای طلا دارای نیمه عمری کوتاهتر از ۱ دقیقه می باشد و فقط ایزوتوپ  $\text{Au}^{197}$  دارای نیمه عمر ۱۸۳ روز می باشد. خاطر نشان می گردد ایزوتوپی از طلا ساخته شده است ( $\text{Au}^{198}$ ) که منحصراً در معالجات به وسیله اشعه ایکس و به عنوان رادیاب در مطالعات پزشکی کاربرد دارد.

طلا یکی از شکل پذیرترین و چکش خوارترین فلزات است به گونه ای که می توان ورقه ای از طلا به ضخامت  $0.0001 \text{ mm}$  و مفتولهایی به قطر  $0.005 \text{ mm}$  ساخت، از اینرو از یک اونس طلا می توان ورقی به مساحت  $14 \text{ m}^2$  به دست آورد.

مهمترین کانی اقتصادی طلا، طلای طبیعی است. طلا حاوی مخلوطی از چهار عنصر به ویژه نقره، پلاتین، مس، آهن، سرب، بیسموت، آنتیموان و پالادیوم به صورت آلیاژ است. در جدول (۱-۱) کانیهای مهم طلا آورده شده اند.

فراوانی طلا در پوسته جامد زمین (کلارک) تقریباً  $4/5 \text{ ppb}$  می باشد که ضریب پرعیار سازی آن بین  $2000-4000$  متغیر است. حد آستانه ای اقتصادی طلا از حداقل  $1 \text{ ppm}$  بر حسب نوع سنگ و باطله، می باشد.



## جدول (۱-۱)- ترکیبات و خواص کانیهای طلا دار

سیستم تبلور	سختی		چگالی (g/cm <sup>3</sup> )	درصد عناصر	ترکیب شیمیایی	کانی
	میکروسکوپی	درمقیاس موهس				
Cubic	45-70	2.5-3	16.8-19.34	Au:65-99 Ag:1-35	Au, Ag	طلای طبیعی
Cubic	83-119	2.5-3	13.8-16.1	Au:35-65 Ag:35-65	Au <sub>(1-x)</sub> Ag <sub>x</sub>	الکتروم
Monoclinic	144-224	2.5-3	9.31	Au:34-44 Te:53-58	AuTe <sub>2</sub>	کالاوریت Calaverite
Monoclinic	120-148	1.5-2	8.11	Au:24-30 Ag:9-15 Te:60-64	(Au,Ag)Te <sub>4</sub>	سیلوانیت Sylvanite
Cubic	44-96	2.5-3	8.7	Au:35-44 Ag:23-28 Te:21-35	Ag <sub>3</sub> AuTe <sub>2</sub>	پتزیت Petzite
Tetrahedral	68-130	1-1.5	7.55	Pb:51-57 Au:7.5-10 Sb:6-8	Pb <sub>5</sub> (Te,Sb) <sub>4</sub> S <sub>3-8</sub>	ناژنازیت Nagyagite
Orthorhombic	182-217	Nd	8.62	Au:30-44 Ag:0.5-7.2 Te:56-62	(Au,Ag)Te <sub>2</sub>	کرنریت Kernnerite
Cubic	248-262	Nd	19-19.1	Au:41-46 Sb:54-59	AuSb <sub>2</sub>	آروستیبینیت Aurostibinite
Cubic	52	Nd	nd	Ag:48-50 Au:27-28.5 Se:20-24	Ag <sub>3</sub> AuSe <sub>2</sub>	فیشسریت Fischessrite
Cubic	260-370	Nd	19.6	Ag:66-67 Bi:33-34	Au <sub>2</sub> Bi	مالدونیت Maldonite

طلا به دلیل دارا بودن خاصیت سیدروفیلی و کالکوفیلی در سیالات ماگمایی باقی مانده

یعنی در فازهای سولفیدی ناشی از تفریق ماگماها بیش از مایعات سیلیکاته تجمع می یابد. این

عنصر در ذخایر ماگمایی، همراه با فلزات گروه پلاتین در ذخایر رگه ای به همراه جیوه،

بیسموت، آنتیموان، آرسنیک، سلنیوم، تلوریم، مس، نقره و تالیم مشاهده می شود.

به علاوه طلا بیشتر اوقات جانشین عناصر دارای خواص شیمیایی مشابه در کانه هایی

نظیر پیریت آرسنوپیریت ، کالکوپیریت ، استینیت و رآلگار می گردد.

فراوانی طلا در سنگهای اولترامافیک و مافیک به عنوان سنگ درونگیر نسبت به انواع

متوسط و اسیدی غنی شدگی بیشتری نشان می دهند.

کشور آفریقای جنوبی بزرگترین تولید کننده طلا در دنیا است و کشورهای روسیه ،

کانادا، آمریکا ، استرالیا و چین به ترتیب در ردیف های بعدی قرار دارند.

کانسارهای طلا در طبیعت به صورت کانسارهای رسوبی ، ماگمایی ، گرمابی و

دگرگونی وجود دارد تاکنون تقسیم بندی های زیادی برای کانسارهای طلا انجام گرفته است

که مهمترین آن عبارتند از:

۱- تقسیم بندی کانسارهای طلا براساس سن ، منشا و پتانسیل اقتصادی

که خود به دو قسمت تقسیم می شوند: کانسارهای طلای مربوط به پرکامبرین و

کانسارهای طلای فانروزوئیک جدول (۱-۲).

۲- تقسیم بندی کانسارهای طلا براساس نوع محصول

که در این تقسیم بندی نیز کانسارهای طلا به دو گروه تقسیم می شوند:

کانسارهایی که طلا در آنها به عنوان محصول اصلی است و کانسارهایی که در آنها طلا به

عنوان محصول فرعی محسوب می گردد. جدول (۱-۳) و (۱-۴).

جدول (۲-۱) - تقسیم‌بندی کانسارهای طلا بر پایه سن، منشأ و پتانسیل اقتصادی

کانسارهای طلای مربوط به پراکندگی	۱- کانسارهای طلا همراه با رسوبات شیمیایی آهن لایه‌ای	ذخیره ۸ میلیون تن با عیار ۸ p.p.m
	۲- کانسارهای طلای نوع رگه‌ای در شیبتهای سبزرکن	ذخیره عموماً کمتر از ۱ میلیون تن با عیار ۱۵/۱ p.p.m
	۳- کانسارهای ماسیوسولفاید Cu,Zn,Au	ذخیره از چند صد تن تا ۵۰ میلیون تن با عیار طلای ۵-۰/۱ p.p.m
	۴- کانسارهای نوع پلاستی طلا	
پروتروزونیک	۱- کانسارهای نوع ماسیوسولفاید Cu,Zn	
	۲- کانسارهای نوع پلاستی طلا	
	۱- نوع پراکنده در سنگهای کربناته (کارلین)	ذخیره به طور متوسط ۱۰ میلیون تن عیار Au : ۱۱-۱/۵ p.p.m Ag : ۴۰-۳۰ p.p.m
A. کانسارهای طلای ابی ترمال	۲- نوع پراکنده در سنگهای آتشفشانی	ذخیره ۱۰۰-۲۰۰ میلیون تن عیار ۵-۱/۵ p.p.m
	۳- نوع رگه‌ای (بیشتر سولفیدها و آرسنیدها و به ندرت بصورت خالص)	ذخیره کمتر از ۱ میلیون تن عیار بیش از ۵ p.p.m
	B. نوع پلاستی	
C. کانسارهای ماسیوسولفاید	۱- نوع کروکو	ذخیره ۱-۵۰ میلیون تن عیار ۲/۳-۰/۱ p.p.m
	۲- نوع فیبرس	ذخیره ۲/۵-۰/۱ میلیون تن عیار ۵-۱/۵ p.p.m
D. مس پرفبری		ذخیره ۵۰-۲۰۰ میلیون تن عیار ۵/۵-۰/۲ p.p.m
E. اسکارنهای مس دار		ذخیره ۱۰-۳۰۰ میلیون تن عیار ۸۵-۰/۸ p.p.m

کانسارهای طلای مربوط به پراکندگی

کانسارهای طلای مربوط به پروتروزونیک

جدول (۳-۱)- مشخصات تعدادی از کانسارهای با محصول اصلی طلا

تیپ کانسار	محیط پیدایش	تیپ هاله های ژئوشیمیایی اولیه
Te-Ag-Au رگهای	توده های نفوذی پرفیروآفایتیک	Au-Ag-Te-Cu-Pb-Sb-Hg-F
Ag-Au چشمه های آبگرم	توده های خروجی فلسبیک تا مافیک (خشکی)	Au-As-Sb-Hg-Ti-Ag
رگهای ایبی ترمال تیپ کربد	توده های خروجی فلسبیک تا مافیک (خشکی)	Au-As-Sb-Hg-Cu-Zn-Pb
رگهای ایبی ترمال تیپ کومستک	توده های خروجی فلسبیک تا مافیک (خشکی)	Au-As-Sb-Hg-Cu-Zn-Pb
رگهای ایبی ترمال تیپ سادو	توده های خروجی فلسبیک تا مافیک (خشکی)	Au-Ag-Cu
رگهای ایبی ترمال کوارتز-آلونیت	توده های خروجی فلسبیک تا مافیک (خشکی)	Au-As-Cu-Te-W
Ag-Au با میزان کربناتی	توده های خروجی فلسبیک تا مافیک (خشکی)	Au-Ag-As-Hg-Sb-C-NH3-W-Ti
Au کوارتز رگهای کم سولفید	رخساره های دگرگونی ناحیه ای	Au-As-Hg-Te-Pb-Zn
Au هومستیک	رخساره های دگرگونی ناحیه ای	Au-As-B-Sb-Bi-Hg-Fe-PGE
Au مرتبط به گسلهای کم شیب	رخساره های دگرگونی ناحیه ای	Au-Cu-Fe-F-Ba
U-Au کنگلومرای کوارتز-کز (دانه درشت)	سنگهای رسوبی تخریبی دانه درشت	Au-U-PGE-REE*-Ag-Zr
PGE-Au پلاسری	محیطهای پلاسری سخت شده و سخت نشده مرتبط با سنگهای منشأ غیر مافیک (سطوح دگرشیمی)	Au-Ag-As-Hg-Sb-Fe-Cu-S

\* Ree : Rare Earth Element

جدول (۴-۱) - مشخصات تعدادی از کانسارهای با محصول فرعی طلا

تیپ کانسار	محیط پیدایش	تیپ هاله های زئوشیمیایی اولیه
Cu-Co پلاک برد	توده های خروجی مافیک زیر دریایی	Fe-As-Co-Cu-Ag-Au-Mn-B
Zn-Pb اسکارنی	همبری توده های نفوذی پرفیرو آفانتیک	Zn-Pb-Mn-Cu-Au-Ag-As
Zn-Cu ماسیوسولفید قبرسی	توده های بازیک پرفیرو آفانتیک مرتبط با اوفیولیت ها	Mn-Fe-Cu-Zn-S-Ag-Au-Co-Ni
Cu پرفیری (اسکارنی)	توده های نفوذی پرفیرو آفانتیک	Cu-Mo-Au-Ag-Pb-Zn-Se
Cu پرفیری	توده های نفوذی پرفیرو آفانتیک	Cu-Mo-Ag-Te-Zn-Pb-Mn-Au
Au-U-Cu المپیک دم	سنگ های رسوبی تخریبی	Cu-U-Ag-Au-Co-Fe-REE-F-Ba
Au-U دگرشیبی	رخساره های دگرگونی ناحیه ای	U-Mg-P
Au-PGE پلاسری	محیط های پلاسری سخت شده و سخت نشده، مرتبط با سنگ های منشأ مافیک و اولترامافیک (سطوح دگرشیبی)	PGE-Au-Ag-Cr-As-Hg-Cu-Fe-Sb-S

همانطوری که از جداول فوق مشخص می گردد تیپ کانساری طلا بر اساس

تقسیم بندی آن با توجه به اصلی یا فرعی بودن و همچنین محیط پیدایش هر یک مشخص

شده است که برای اطلاعات بیشتر می توان به گزارش مرحله اول پی جوئی و پتانسیل یابی

در نسیست گرگان مراجعه نمود.

## فصل دوم

زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

## ۱-۲- روش تهیه نقشه زمین شناسی

باتوجه به شرح خدمات قرارداد منعقد، تهیه نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ به وسعت ۵ کیلومتر مربع یکی از مراحل این طرح بوده است که این محدوده با در نظر گرفتن شرایط و محل نمونه برداری های ژئوشیمیایی و همچنین با تایید کارفرمای محترم در دره توسکستان حد فاصل دره گرمادشت به سمت شمال تا محله وسیع قربان انتخاب گردید .

به منظور تهیه نقشه زمین شناسی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ جنگلانی و همچنین عکس های هوایی از منطقه تهیه گردید . از آن جایی که وضعیت پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه انبوه و از نوع جنگلی بوده است عکس های هوایی تنها وضعیت پوشش گیاهی را نمایان ساخته است و در تهیه نقشه قابل استفاده نبوده است . بنابراین نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ جنگلانی پس از تبدیل مقیاس به ۱:۱۰۰۰۰ و تهیه آن به صورت رقمی به عنوان نقشه مبنا (Base Map) مورد استفاده قرار گرفت . همانگونه که قبلاً نیز ذکر شد منطقه مورد مطالعه کاملاً جنگلی با پوشش گیاهی انبوه است و خاک سطحی اعم از خاک گیاهی ولسپا گسترش چشمگیری دارد که این امر باعث کاهش درصد رخنمون های سنگی شده است بنابراین در تهیه نقشه با توجه به شواهد موجود اقدام به برداشت و پیاده کردن عوارض زمین شناسی به صورت مستقیم با کمک GPS و همچنین بهره گیری از شبکه نمونه برداری طراحی شده در مرحله نمونه برداری ژئوشیمیایی شده است ، براین اساس و با توجه به وسعت منطقه پیمایش های استاندارد در منطقه صورت پذیرفته است و محل های دارای رخنمون در نقشه مبنا مشخص گردیده است . از پیوستگی نقاط برداشت شده و مطالعه نمونه های برداشت شده در این مرحله نقشه زمین شناسی تهیه گردید.

از لایه پرریز می شوند. شیب های سنو در بعضی نقاط مانند حاشیه شرقی رشته کوه های شمال شرقی خراسان که به خاطر نزدیکی مشخص پرچوردار است و در نقاط دیگر لایه بندی ضعیفی از خود نشان می دهند که به خاطر افزایش درصد درون میان لایه های آذرین در این محدوده است. روند عمومی جهات شیب در ۳۵ درجه در فصل دوم (زمین شناسی منطقه موزه علمیه)

با توجه به شیب و افتاد در جهات موازی با دره های نوسان است. بزرگه های متعددی در این واحد، به چشم می خورد که در امتداد و موازی با دره های منطقه گسترش دارند.

همانطور که قبلاً نیز ذکر شده شیبه آبراهه ای در منطقه گسترش جنوبی رشته کوه های آبراهه ای در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است.

محدوده در نقاط مختلف قابل مشاهده می باشد. علاوه بر آن از نظر میکروسکوپی نیز می توان گواریز را در دوره های مختلف مشاهده کرد. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است.

در حاشیه شرقی رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است.

نامگذاری کرد.

(An واحد) شیب های آذرین است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است. کلاه که در این حوزه ها و آبراهه های مشاهده شده در رشته کوه های شمال شرقی است.



واحد آهک ماسه ای که با علامت  $D_{5151}$  بر روی نقشه مشخص است ، در حاشیه جاده اصلی و دره گرمابدشت گسترش دارد این سنگ متراکم و به رنگ زرد - قهوه ای روشن دیده می شود . از نظر میکروسکوپی این سنگ شامل کربنات از نوع کلسیت است که اندکی به کانی های اکسید آهن آغشتگی نشان می دهند و همچنین حاوی کوارتز به صورت بلورهای مستقل و بلورهای ری کریستالیزه با منشأ آواری است . نمونه شماره PFI-1 از این محل برداشت شده است .

در شمال شرق محدوده رخنمون کوچکی از توده نفوذی سینیتی با علامت Sy مشخص شده است . این رخنمون کوچک که می بایستی تا اعماق گسترش داشته باشد در کنتاکت باشیست های گرگان است و شاید به دلیل پوشش خاک سطحی در منطقه تنها قسمتهایی از آن نمایان شده است . این سنگ با رنگ روشن سفید متمایل به صورتی و دانه بندی درشت به همراه کانی های اکسید آهن به رنگ قهوه ای مشخص می باشد . از نظر میکروسکوپی این سنگ حاوی فلدسپات ها که به مقدار ناچیز نیز دگرسانی پذیرفته اند و کوارتز که به صورت ثانویه در شکستگی های حاصل از اثرات تکتونیکی رشد نموده است می باشد . کانی های اکسید آهن نیز در این سنگ به چشم می خورد و دانه های ریز سریسیت و مسکویت نیز به صورت جهت یافته در سنگ که نشان دهنده آثار کمی از دگرگونی است یافت می شود . نمونه شماره GTR-1 از این محدوده برداشت شده است .

## ۲-۳- شرح مقطع زمین شناسی

یکی از مناسب ترین رخنمون های سنگی موجود در منطقه ، برونزدهای ابتدای جنوبی محدوده مورد مطالعه در حاشیه شرقی دره رودجزولی ( گرمابدشت ) می باشد .

به منظور بررسی های بیشتر در منطقه و برداشت نمونه های برجای سنگی ، مقطع این رخنمون از ابتدای دره به صورت کامل و بامتروکمپاس به همراه نمونه برداشت گردید .

در ابتدای این پروفیل که اولین رخنمون سنگی کامل در منطقه است ، یک واحد تقریباً ضخیم کرم - نخودی رنگ با یک سری لکه ها و آغشنگی های تیره رنگ ( از جنس اکسید آهن ) در متن سنگ مشاهده می شود . این سنگها بسیار فشرده و متراکم (compact) بوده و با اسید به مقداری اندک جوشش نشان می دهد . با توجه به مشاهدات و خواص ظاهری مشاهده شده در نمونه دستی نام این سنگ آهک ماسه ای ( درصد آهک بیش از بخش دانه ای و ماسه ای ) است . در مطالعه تیغه نازک این نام مورد تائید قرار گرفته است . شیب و امتداد خاصی در این واحد مشخص نمی باشد ولی درزه و شکافهای غالب آن در امتداد تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی است . ضخامت ظاهری این واحد در امتداد جاده آسفالت توسکستان در حدود ۵۲ متر می باشد . نمونه Pr1-1 از این واحد است .

پس از واحد آهکی - ماسه ای بلافاصله در کنتاکت با آن واحد خاکستری رنگ با لکه های اکسید شده آهن دار ( احتمالاً از گروه کانپهای دگرگونی خانواده سیلیمانیت ) دیده می شود . شیبستویته در این سنگ قابل تشخیص است ، ولی به صورت کامل و به وضوح مشاهده نمی شود . این مطلب نشان می دهد که دگرگونی در این منطقه از درجات ضعیف و پائین می باشد . امتداد این واحد دگرگونی در حدود ۶۰ درجه ( شمال شرقی - جنوب غربی ) و شیب آن تند ( حدود ۷۰ درجه ) به سمت شمال می باشد . ضخامت ظاهری آن نیز در حدود ۹ متر است . بعد از این واحد دگرگونی ، واحدی از جنس ماسه سنگ دگرگون شده ( کوارتزیتی ) با میان لایه های فیلیت سبزرنگ با لمس چرب به صورت هم شیب قرار گرفته است . ضخامت ظاهری این واحد تقریباً زیاد و در حدود ۲۷ متر است . نمونه (Pr1-3) از این واحد می باشد.

پس از این واحدها یک بخش دگرگونی از جنس شیست به رنگ ظاهری ارغوانی - بنفش به ضخامت ظاهری ۴/۵ متر تشکیل شده است . از مشخصات بارز این واحد وجود میان لایه های سیلیسی در بین تورق ( شسیتزیده ) سنگها می باشد . نمونه این واحد (Pr1-4) برای انجام آزمایش XRF ارسال گردیده است که در آن مقدار عناصر Zr ، Ti که پارائنز یکدیگر می باشند، مقداری بالا گزارش شده است . ولی از نظر اقتصادی قابل اعتماد و اطمینان نمی باشد .

بعد از این واحد ، بخش شیستی دیگری در رنگهای روشن ( سبزروشن ) تشکیل شده است که ضخامت ظاهری آن در حدود ۸ متر می باشد . نمونه Pr1-5 از این واحد است .

سپس یک واحد شیستی دیگر قرار گرفته است که از نظر مشخصات ظاهری از جمله رنگ با سنگهای اطراف متفاوت است . رنگ این واحد بنفش بوده و بسیار سخت، محکم و فشرده می باشد . تورق این سنگ ناچیز است که نشان می دهد از درجه دگرگونی ضعیفی برخوردار است . ضخامت آن نیز تقریباً قابل ملاحظه است (در حدود ۴۰ متر) . نمونه Pr1-6 از این قسمت برداشت شده است که با توجه به مطالعات تیغه نازک نام این واحد سمی شیست (Semi Schist) تعیین شده است .

بعد از این بخش واحد سبز رنگ شیستی با تورق قابل ملاحظه قرار گرفته است که در آن ریزچین هایی در ورقه های شیستی تشخیص داده شده است . وجود این ریزچین ها (Microfold) در ورقه های شیست حاکی از این مطلب است که حداقل دو مرحله رویداد مهم تکتونیکی منطقه را تحت تاثیر قرار داده است . در مرحله اول تشکیل شیست ها و در مرحله دوم به وجود آمدن ریزچین ها تحت تاثیر فشار ناشی از عملکرد لایه ها می باشد . ضخامت ظاهری این واحد در حدود ۲۰ متر است بعد از آن واحد دگرگونی دیگری به رنگ بنفش شبیه به لایه قبلی مجدداً رخنمون نشان می دهد که

می تواند این تکرار واحد ، دلیل بر عملکرد گسل می باشد . ولی آثاری از گسل مشاهده نمی شود . ضخامت ظاهری این واحد در حدود ۱۹ متر است . در انتهای مقطع یک واحد سبزرنگ با ضخامت ظاهری ۶۷ متر بسیار فشرده و با شیستوزیته اندک تشکیل یافته است . سنگ منشا این واحد از نوع آذرین بوده که به علت اثر عوامل دگرگونی اندک تورق یافته و دگرگون شده اند . نمونه (Pr1-9) که برای مطالعات تیغه نازک و پتروگرافی ارسال شده است این گفته را تایید می کند.

در تهیه نقشه منطقه این بخش تحت عنوان واحد آذرینی معرفی شده است . آثار دگرگونی آن به علت چشمگیر نبودن مدنظر قرار نگرفته است . مقاطع زمین شناسی مقطع توضیح داده شده در پیوست گزارش می باشد. عکس ۱-۲ نمای ذکر شده را نشان می دهد.



عکس ۱-۲- نمای عمومی از پروفیل کنار جاده توسکستان در محدوده مطالعاتی

## ۲-۴- مطالعه تیغه های نازک

۲-۴-۱- شماره نمونه: GAR. 1

نام سنگ: ماسه سنگ (مقادیری آهکی) - ساب آركوز

۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

سنگی است رسوبی به رنگ خاکستری متمایل به قهوه ای کم رنگ ، دارای لکه های سبز رنگ در بعضی از سطوح (از این بخش مقطع نازک تهیه نشده است، ولی احتمالاً کلریت هستند)

این سنگ رسوبی از نوع ماسه سنگ و دارای کمی کربنات (کلسیت) است زیرا در بخشهایی از سنگ جوشش ضعیفی با اسید مشاهده می شود.

۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

این نمونه عمدتاً از کوارتز تشکیل شده است که در اندازه های ریز بطرف متوسط هستند (غالباً در اندازه های تقریبی  $0/3$  تا  $0/5$  میلیمتری می باشند) و دارای جورشدگی (Sorting) خوب می باشند. زمینه در این نمونه بسیار کم و در بسیاری از موارد دانه های کوارتز بهم اتصال موزائیکی دارند.

بخشهایی از سنگ دارای سیمان کلسیتی گاهی دارای آغشتگی به اکسید آهن ، و در بخشهای دیگر زمینه شامل رشته های بسیار ریز و ظریف و غالباً جهت یافته فیلوسیلیکات (عمدتاً میکائی شامل سرسیت ، مسکویت) گاه به همراه کوارتز کریپتوکریستالین می باشد (سیلیس بیشتر بصورت دی کریستالیزه است).

همانطور که در بالا ذکر شد دانه های سنگ عمدتاً کوارتز است و گاهی بندرت تعداد کمی فلدسپات دیده می شود.

بندرت گاهی دولومیت (یک مورد در پلاک مورد مطالعه) نیز دیده شده است قطعه سنگی بسیار نادر است. عکس (۲-۲)

### ۲-۴-۲- شماره نمونه: GAR. 2

نام سنگ: فروژینوس لیتارنایت (ماسه سنگ دانه متوسط متمایل به دانه درشت حاوی مقادیر زیاد اکسید آهن)

#### ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

سنگی است رسوبی متمایل به رنگ قهوه ای ، دارای لکه ها و رگه های پهن و باریک سفید رنگ متبلور (این قسمت با اسید می جوشد و حاوی کلسیت متبلور است). همچنین قسمتی از سنگ کاملاً به رنگ سفید و متبلور و کریستالین است که با توجه به جوشش این قسمت با اسید حاوی کلسیت متبلور اسپاری می باشد. (از این قسمت مقطع نازکی تهیه نشده است).

#### ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

این سنگ نسبتاً دانه درشت بوده و عمدتاً شامل دانه های کوارتز است که در اندازه های حدوداً (۰/۳ تا ۱/۵ میلیمتر) دیده می شوند و اغلب آنها نیمه گرد و بندرت بصورت شکسته گوشه دار (بلورهای ریز) می باشند.

قطعات سنگی غالباً کوارتزیتی (متشکل از کوارتز های غالباً جهت یافته) و گاهی آذرینی متشکل از فلدسپات و رشته های ریز سربیسیت - مسکویت می باشند.

ماتریکس غالباً شامل اکسید آهن ، رشته های ریز و ظریف کانیه های فیلوسیلیکات (عمدتاً میکائی) و گاه سیلیس میکروکریستالین است (بعلت غلظت و تجمع زیاد اکسید آهن ، بیشتر فضای بین دانه های کوارتز و قطعات سنگ بصورت خمیره قهوه ای رنگ و تیره دیده می شود) گاهی رگه های نسبتاً پهن کربناتی حاوی کلسیت اسپاری نیز دیده می شود.

لازم به ذکر است که کانیه های میکایی زمینه شامل سربیسیت ، مسکویت است که غالباً بصورت رشته های بسیار ریز و ظریف و جهت یافته دیده می شوند.

از قسمت سفید و متبلور نمونه ، مقطع تهیه شده ولی مسلماً حاوی کلسیت اسپاری

می باشد (همانند رگه های موجود در قسمت ماسه ای سنگ). عکس (۲-۳)

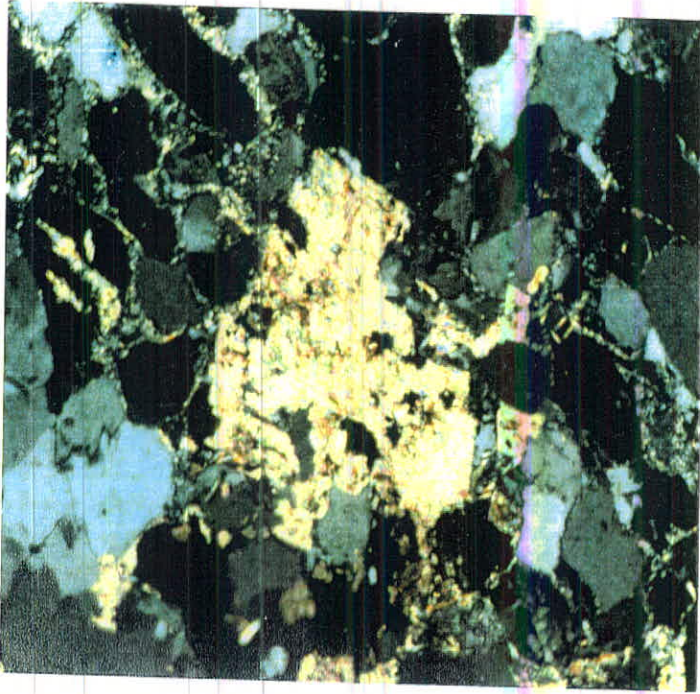
## ۲-۴-۳- شماره نمونه: GAR. 3

نام سنگ: سنگ ولکانیک بشدت و تماماً تجزیه شده با ترکیب احتمالی حدود آندزیت (این ترکیب مربوط به سنگ اولیه می باشد)

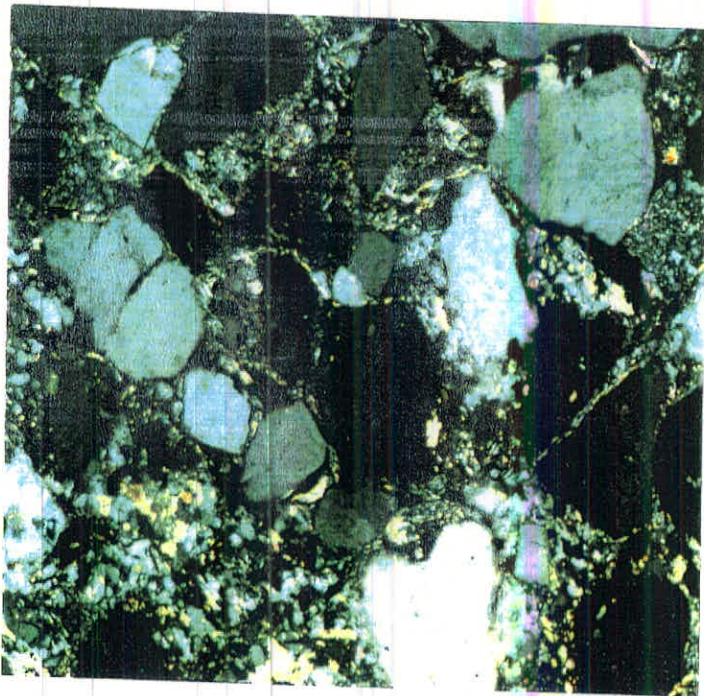
### ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

سنگی است آذرین (ولکانیک) به رنگ خاکستری متمایل به سبز ، دارای لکه های

تیره و روشن (آثار فنوکریست های سنگ) ، دارای ترکیب متوسط.



عکس (۲-۲) - ماسه سنگ با سیمان کلسیتی و جور شدگی مناسب بزرگنمایی X33



عکس (۳-۲) - لیتارنایت بازینه حاوی اکسید آهن



## ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

بافت سنگ: آثاری از بافت پورفیریتیک (بعلت شدت تجزیه ، فقط آثاری از بافت اولیه

به جای مانده است)

این سنگ بشدت و تماماً تجزیه شده است بطوریکه کانیهای اولیه آن از بین رفته و

کانیهای ثانویه جایگزین شده اند. آلتراسیون سنگ عمدتاً به کانیهای میکائی

(سریسیت - مسکویت) ، پرهنیت ، کلریت ، اپیدوت ، اکسید آهن و مقادیر کمی کربنات

می باشد.

در حال حاضر حدود و قالب های بلوری به جای مانده که گاه به طول ۸ میلیمتر نیز

می باشند (مگاپورفیر) و از فرم بلوری آنها می توان حدس زد که کانی اولیه عمدتاً پلاژیوکلاز

بوده اند، ولی در حال حاضر تماماً تجزیه شده به کانیهای ثانویه (میکا ، پرهنیت ، اپیدوت ،

اکسید آهن ، کربنات) می باشند.

تشخیص کانیهای مافیک احتمالی در بین این فنوکریست های تماماً تجزیه شده

ممکن نیست.

زمینه نیز همانند فنوکریست ها تماماً تجزیه شده است و حاصل آلتراسیون کانیهای

ثانویه فیلوسیلیکات (عمدتاً میکا ، کلریت) که غالباً بصورت رشته های ریز و ظریف و غالباً

جهت یافته دیده می شوند. دانه هائی از اکسید آهن ، اپیدوت و همچنین سوزنهای بسیار ریز و

ظریف (احتمالاً ترمولیت - اکتینولیت) نیز دیده می شود.

کانیهای فرعی: دانه های اپک و همچنین کمی دانه های ریز اسفن لکوکسن عکس (۲-۴).

## ۴-۴-۲- شماره نمونه: GAR. 4

نام سنگ: سنگ آهک میکروکریستالین (میکرایتی) حاوی رگه های سیلیسی

## ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

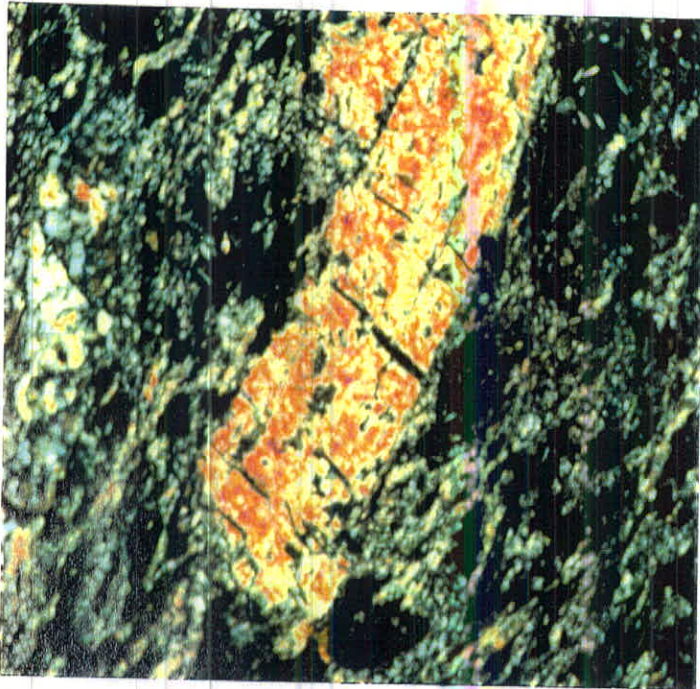
سنگی است کربناتی به رنگ خاکستری دارای لکه های سفید رنگ و حاوی رگه های سیلیس با اسید کلریدریک رقیق می جوشد (حاوی کلسیت) یکی از سطوح خارجی سنگ سبز رنگ است.

## ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

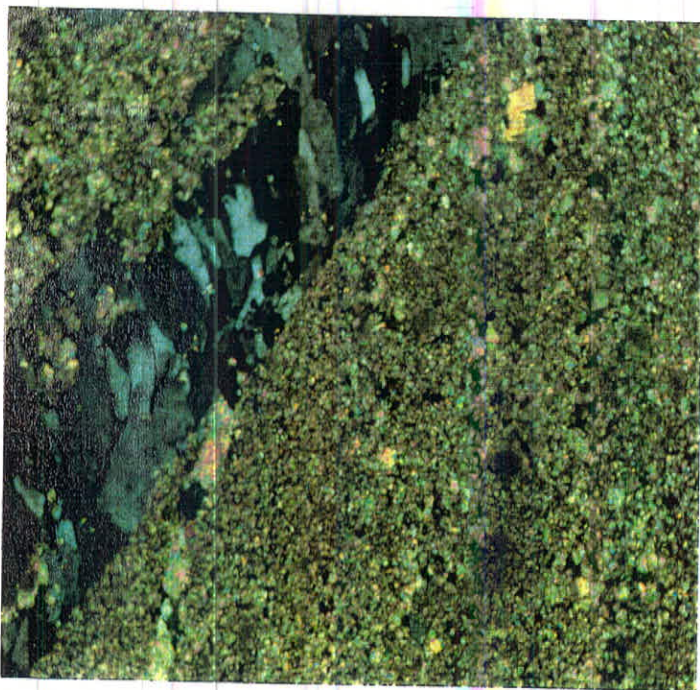
بافت سنگ: کریپتوکریستالین - میکروکریستالین (عمدتاً)

این سنگ از کلسیت تشکیل شده که غالباً بصورت ریز دانه میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین دیده می شود. فضاهای خالی بواسطه وجود کلسیت شفاف می جوشد. رگه ها و رگچه هایی حاوی کلسیت میکرواسپار تا اسپاری نیز دیده می شود. همچنین دانه های پراکنده کوارتز و رگه های سیلیس از ناخالصی سنگ می باشند. دانه های کوارتز غالباً نیمه گوشه دار و در اندازه های تقریبی تا  $0.3$  میلیمتر بطور پراکنده دیده می شوند (ذرات تخریبی). رگه های سیلیسی نیز غالباً به ضخامت حدود  $0.5$  میلیمتر بوده و حاوی کوارتز می باشند. گاهی نیز فضای خالی موجود در سنگ اولیه بوسیله سیلیس (کوارتز) و کلسیت (اسپاری) مشترکاً اشغال شده است. بندرت گاهی فضاهای کوچک خالی دیده می شود. آثار و بقایای قطعات فسیلی در این نمونه دیده نمی شود و فاقد آلوکم است. گاهی دانه های

ریز اپک نیز دیده می شود. عکس (۲-۵).



عکس (۲-۴) آندزیت کاملاً تجزیه شده بزرگنمایی X33



عکس (۲-۵) سنگ آهک میکروکریستالین حاوی رگه سیلیسی بزرگنمایی X33

## ۲-۴-۵- شماره نمونه: GAR. 5

نام سنگ: تراکی آندزیت مقادیری تکتونیزه (و برشی)

### ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

این نمونه سنگی است آذرین (آذرین بیرونی)، به رنگ خاکستری متمایل به سبز، دارای رگه های قهوه ای اکسید آهن (بخصوص در یکی از سطوح خارجی)

### ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

بافت سنگ: پورفیریتیک با زمینه میکرولیتی (اینترسرتال)- در بخشهایی کلاستیک

این سنگ شامل فنوکرسیت های فلدسپات (عمدتاً پلاژیوکلاز با ترکیب شیمیایی حدود اولیگوکلاز تا آندزین) است که در اندازه های مختلف (تا حدود ۳ میلیمتر) است که تقریباً بدون آلتراسیون بوده و بلورهای بزرگ دارای ترک و شکاف می باشند بعضی نیز بحالت شکسته و خورد شده دیده می شوند، تعداد کمی از بلورهای فلدسپات دارای ترکیب پتاسیک هستند.

کانی مافیک دیده نمی شود، بندرت دانه هائی از ایدنگزیت دیده می شود که ممکن است حاصل آلتراسیون معدود اولیوین موجود در سنگ اولیه باشند.

زمینه شامل میکرولیت های فلدسپات (عمدتاً پلاژیوکلاز سدیک در حد اولیگوکلاز تا آلبیت و مقادیری با ترکیب پتاسیک) است. فضای بین فلدسپاتها عمدتاً با کلریت و اکسید آهن اشغال شده است. در بخشی از مقطع کانیهای ثانویه میکائی آهن دار دیده می شود که بصورت

رشته های باریک می باشند. گاه دانه های ریز و بی شکل کوارتز ثانویه نیز دیده می شود (در این بخش بنظر می رسد مقادیری استیلپنوملان «از کانیهای میکائی» نیز وجود داشته باشد) کانیهای فرعی: دانه های اپک و تعدادی اسفن - لکوکسن. عکس (۲-۶)

## ۲-۴-۶- شماره نمونه: Pr.1-1

نام سنگ: سنگ آهک ناخالص (حاوی کوارتز) - آهک ماسه ای

### ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

این سنگ متراکم و به رنگ زرد - قهوه ای روشن دیده می شود. این سنگ با

اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال می جوشد.

### ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

بافت: میکرواسپاری

کانیها:

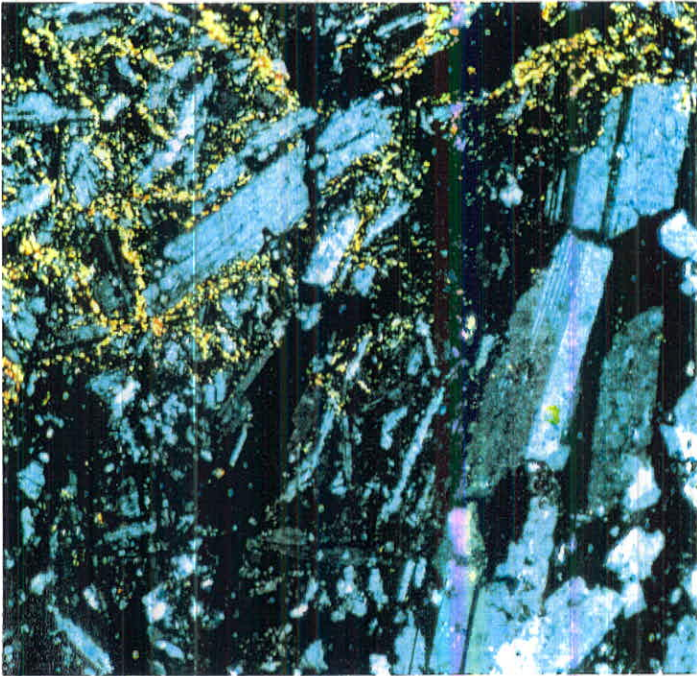
۱) کربنات از نوع کلسیت ( $CaCO_3$ ) با بافت میکرواسپاری بیش از نیمی از سنگ را تشکیل

داده است. کربناتها گاه به کانیهای اکسید آهن آغشتهگی دارند. کربنات شفاف بصورت

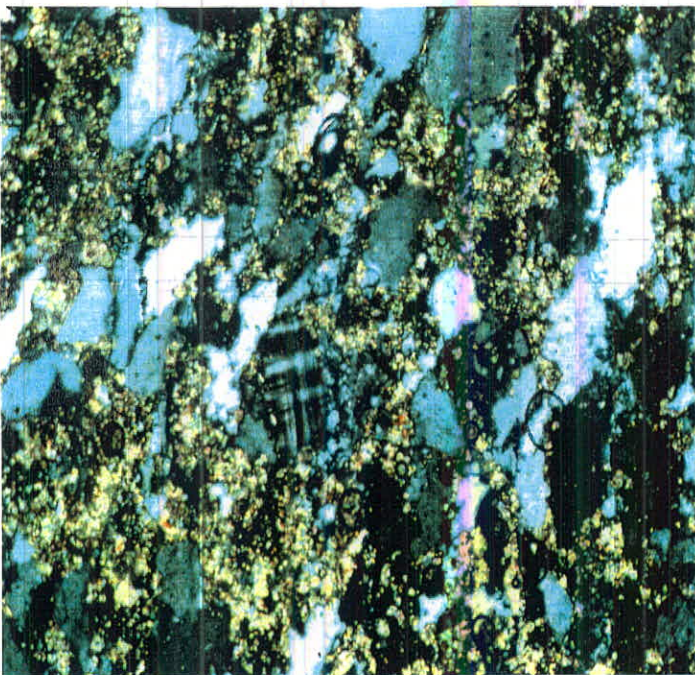
رگه هایی سنگ را قطع کرده است.

۲) کوارتز (Quartz)، بصورت بلورهای مستقل و نیز ری کریستالیزه و عمدتاً با منشاء آواری

موجود است. عکس (۲-۷)



عکس (۶-۲) تراکی آندزیتی برشی ، عمدتاً از کلریت در فضای بین کریستالی بزرگنمایی X33



عکس (۷-۲) سنگ آهک - ماسه ای- بلورهای کوارتز و آهک بزرگنمایی X33

## ۲-۴-۷- شماره نمونه: Pr. 1-6

نام سنگ: سمی شیست "Semi Schist" کوارتز، کربنات، کلریت شیست این سنگ در درجات پائین دگرگونی و رخساره های حد پائین شیست سبز، دگرگون شده است.

### ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

این سنگ دانه ریز به رنگ سبز تیره گاه با سایه های قهوه ای رنگ (بخاصر کانیهای اکسید آهن) دیده می شود، این سنگ در بخشهایی دارای لایه بندی ظریفی می باشد که می تواند آن را در ردیف سنگهای رسوبی و یا دگرگونی درجات ضعیف قرار دهد که طبق شواهد مطالعات میکروسکوپی بنظر می رسد فرض دوم بیشتر حاکم باشد.

### ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

بافت: پورفیروکلاستیک با زمینه شیستوز و جهت یافته

پورفیروکلاستها:

(۱) کوارتز: فراوان ترین پورفیروکلاست موجود می باشد که گاهی مشخصاً در امتداد شیستوزیته سنگ و دارای کشیدگی می باشند. گاهی بر اثر فشارهای تکتونیکی وارد بر سنگ، کوارتزها ری کریستالیزه شده اند.

(۲) فلدسپات بندرت و به نحوی وسیع سرسیتیزه و دارای کشیدگی در جهت کلی سنگ موجود است.

کانیهای زمینه:

- کلریت بصورت تجمعاتی رشته ای و ممتد ملاحظه می شود.

- سریسیت - مسکویت بصورت تیغک های ظریف و جهت یافته

- کربنات (کلسیت) غالباً بصورت بلورهایی با کشیدگی در جهت شیسستوزیته سنگ ملاحظه

می شود.

- رشد توأم کوارتز - آلیت بندرت دیده می شود.

کانیهای فرعی و کانیهای اپک:

توجه: بخشی از سنگ با فراوانی کربنات به همراه دانه های تخریبی کوارتز حالت سنگ

Pr. 1-1 را تداعی می کند. در این بخش نیز کلریت منتهی به مراتب کمتر از سایر بخش ها

مشاهده می شود در ضمن تراکم کانیهای اپک عمدتاً بصورت غبار در این بخش کربناته بیشتر

مشهود است. عکس (۲-۸)

۲-۴-۸- شماره نمونه: Pr. 1-9

نام سنگ: سنگ آذرین و احتمالاً اسیدی دگرسان و دگرگون شده احتمالاً به طرف

(کوارتز - آلیت) سریسیت - مسکویت شیسیت

۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

این سنگ دانه ریز با رنگ خاکستری روشن با مایه هایی از رنگ سبز، دارای لایه

بندی ظریف (شیستوزیته) می باشد که آنرا در ردیف سنگهای دگرگونی درجات پائین قرار

می دهد.

۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

بافت: پورفیروکلاستیک با زمینه در کریستالیزه و تقریباً جهت یافته



### قطعات متشکله:

۱) فلدسپات: با ترکیبی سدیک و گاه پتاسیک با تجزیه و جانشینی با کانیهای رسی و سریسیت برخی از فلدسپاتها با کوارتز بافت گرافیکی نشان می دهند ( رشد توأم: کوارتز با فلدسپات آلکالی) بنظر می رسد تعدادی از فلدسپاتها آلبیت شطرنجی باشند.

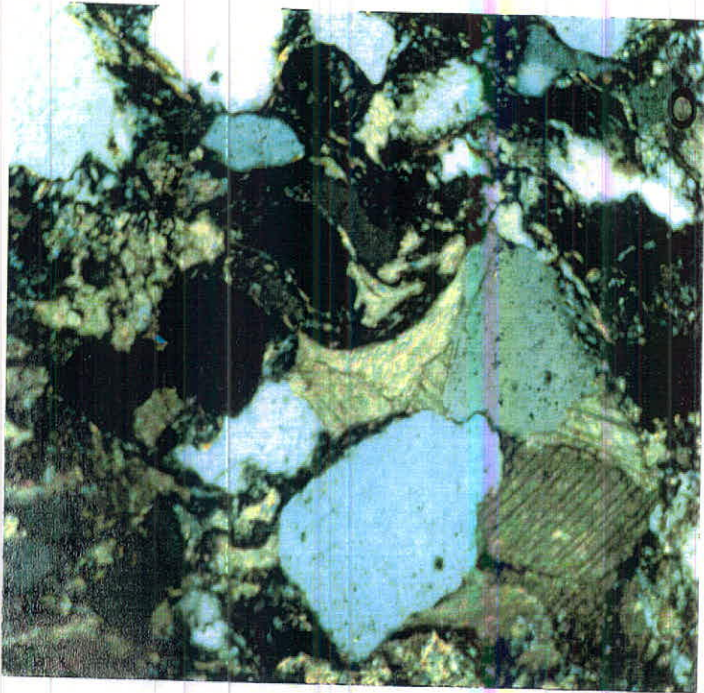
۲) کوارتز: بصورت بلورهای مستقل و نیز ری کریستالیزه دیده می شود.

کانیهای زمینه: زمینه عمدتاً بافت میکروولیدوپلاستیک و گاه جهت یافته دارد که با رشد تیغک های سریسیت - مسکویت مشخص می شود. کوارتز ، آلبیت نوظهور گاه با رشد توأم دیده می شود.

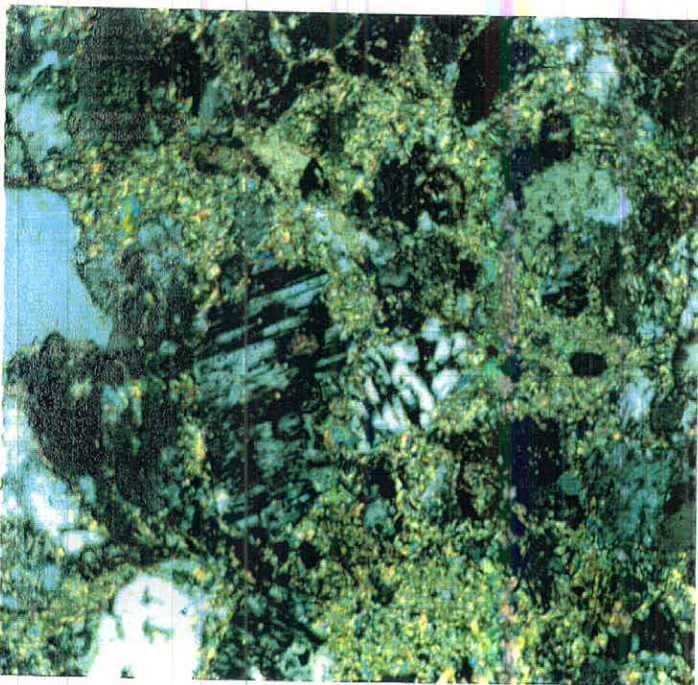
کانیهای ثانوی: کانیهای فیلسیلیکات (عمدتاً میکائی)

کانیهای فرعی: کانیهای اپک - زیرکن

رخساره دگرگونی این سنگ در درجات پائین شیبست سبز قرار می گیرد. عکس (۲-۹)



عکس (۸-۲) سمی شیست ، حاوی کوارتز ، کربنات بزرگنمایی X33



عکس (۹-۲) سنگ آذرین اسیدی حاوی کوارتز فلدسپات با دگرگونی ضعیف بزرگنمایی X33

## ۲-۴-۹- شماره نمونه: S.23

نام سنگ: تراکی آندزیت (تا تراکی آندزی بازالت) کلریتیزه

## ۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

این سنگ دانه ریز، کمپاکت، با رنگ سبز تیره و ولکانیکی می باشد لکه های سفید، به خاطر فلدسپاتها و رنگ سبز بخاطر وجود کلریت می باشد.

## ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

بافت: پورفیریتیک با زمینه میکروولیتی، جریان، گاه جهت یافته و گاه اینتر - سرتال  
فوکریست ها:

۱) فلدسپات از نوع پلاژیوکلاز با ترکیب در حد اولیگوکلاز و گاه آندزین با تجزیه و جانشینی توسط سریسیت و مقادیری کم کلریتی به ندرت بعضی از بلورها کربناتیزه.

دسته های کانیه های میکائی (به احتمال زیاد استیلپنوملان (Stilpnomelane) در بعضی از بلورها دیده می شود. بندرت فلدسپات ها از حواشی دارای بافت غربالی می باشند. حواشی فلدسپات ها دارای خوردگی و گاه گردشگی می باشد. بعضی از بلورها دارای ترکیب پتاسیک می باشند.

۲) کلینوپیروکسن بصورت بقایائی از بلور اولیه و بندرت ملاحظه می شود.

۳) کانی فرومنیزین، بندرت موجود است که ظاهراً توسط مجموعه کانیه های ثانوی تجزیه و یا جانشین شده است.

کانیهای زمینه: فلدسپات در حد آلبیت - اولیگوکلاز و اغلب با تجزیه و جانشینی همانند پورفیرها و عمدتاً بصورت میکروولیت های اغلب جهت یافته ملاحظه می شود، کلریت بصورت رشته های غالباً جهت یافته موجود است. لکوکسن - اسفن به مقدار فراوان و بصورت لکه های بی شکل ملاحظه می شود. اپیدوت در برخی نقاط دیده می شود. کانیهای اپیک بصورت نوارهایی کوتاه و اغلب جهت یافته ملاحظه می شود.

کانیهای ثانویه: سریسیت، کلریت، اپیدوت

کانیهای فرعی: کانیهای اپیک، اسفن، لکوکسن

توجه: استیلینوملان (به احتمال زیاد) بصورت تیغک های ظریف و غالباً شعاعی و بطوریکه جهت یافته در قسمت های مختلف مقطع مشاهده می شود.

شایان ذکر است وجود ممتد کلریت و نیز لکه های لکوکسن - اسفن و وجود استیلینوملان حاکی از پدیده دگرگونی درجات ضعیف است. عکس (۲-۱۰)

۲-۴-۱۰- شماره نمونه: GTR. 1

نام سنگ: سینیت (سینیت حاوی کوارتز) سریسیتیزه، (احتمالاً تکتونیزه، سیلیسیفیه و آلبیتیزه)

۱- توصیف نمونه ماکروسکوپی:

سنگی است آذرین با رنگ روشن (سفید و صورتی) و دانه بندی درشت که از نوع آذرین درونی می باشد. لکه های صورتی مربوط به فلدسپات آلکالیک و لکه های سیاه قهوه ای در ارتباط با کانیه های اپک (کرنه های اکسید آهن) می باشد.

## ۲- توصیف نمونه میکروسکوپی:

یافت سنگ: گرانولار (دانه ای)

کانیها:

(۱) فلدسپات: شامل البیت و فلدسپات آلکالی (پرتیت و ارتوز) کم و بیش سیرستیزه آرژبله ، بعضی از فلدسپات های آلکالی به نحوی که سیرستیزه شده اند.

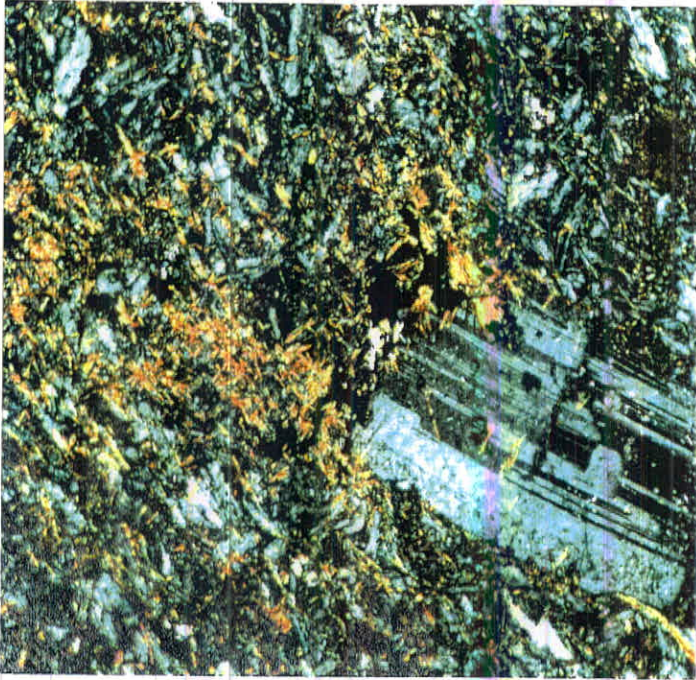
(۲) بنظر می رسد در شکستگی های موجود در سنگ (بر اثر نیروهای تکتونیکی) کوارتز (غالباً موجی) در فلدسپات (البیت) رشد کرده است (اطلاعات روی زمینی در این مورد مهم است).

(۳) تراکم کانیه های اکسید آهن غالباً به صورت استیلولیت دیده می شود که حاکی از فشارهای تکتونیکی وارد بر سنگ است.

(۴) در حفرات موجود گاهی سودالیت - آنالسیم دیده می شود.

(۵) دانه های ریز سیرسیت - مسکویت به همراه اکسید آهن غالباً بصورت رشته های ممتد و گاه جهت یافته بین فلدسپاتها دیده می شود.

کانیه های فرعی: کانیه های اپک (کانیه های اکسید آهن آبدار) عکس (۲-۱۱)



عکس (۱۰-۲) تراکی آندزیت ، فلدسپات به همراه سرپسیت ، کلریت بزرگنمایی X33



عکس (۱۱-۲) سینیت با بافت گرانولار حاوی فنوکریست های کوارتز و فلدسپات

بزرگنمایی X33

## ۲-۵- نتایج XRF بر روی نمونه های سنگی توسکستان

همانگونه که قبلاً ذکر شد تعداد ۵ نمونه سنگ جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه

ارسال گردید . ۳ نمونه از این ۵ نمونه از پروفیل حاشیه جاده یک نمونه مربوط به توده سینیتی

و نمونه دیگر از ایستگاه S1-08 برداشت شده است که حاصل آن در جدول ۲-۱ آمده است .

## جدول ۲-۱- نتایج آنالیز XRF بر روی نمونه های سنگی توسکستان

مقادیر برحسب درصد

Sample	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
PR2-1	57.07	3.48	8.03	14.64	0.30	0.86	0.47	0.816	0.708	0.710
PR1-4	61.55	12.80	7.96	2.73	0.11	1.90	7.94	3.985	0.041	0.120
PR1-8	36.13	8.55	32.53	9.79	0.05	4.75	3.84	1.720	0.191	0.300
GTR-1	68.84	13.78	3.83	0.45	4.69	0.11	3.33	0.166	0.094	0.021
S1-08	45.05	12.85	14.64	11.99	5.34	4.56	0.26	2.343	0.249	0.314

مقادیر برحسب Ppm

Sample	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Nb	Ni	Pb	Cl	S
PR2-1	190	3	3	218	4	21	31	8	35	8
PR1-4	189	73	21	646	74	77	55	13	64	9
PR1-8	533	32	40	12	3	23	2	17	37	52
GTP-1	469	122	5	166	3	271	31	10	35	6
S1-08	219	11	18	93	10	29	67	8	34	7

مقادیر برحسب Ppm

Sample	Rb	Sr	V	W	Y	Zr	Zn	Mo	U	Th
PR2-1	25	159	60	0	17	104	364	7	4	1
PR1-4	88	36	235	0	50	3985	73	2	9	10
PR1-8	29	94	155	0	14	119	33	9	1	1
GTP-1	100	26	22	5	57	1006	119	1	3	12
S1-08	11	121	173	4	14	167	101	3	1	2

نمونه PR2-1 آهک ماسه ای است که در ابتدای دره گرمادشت قرار دارد. نمونه های PR1-4 و PR1-8 دو نمونه از پروفیل کنار جاده توسکستان است که به ترتیب همانگونه که در شرح مقطع زمین شناسی توضیح داده شد شیست ارغوانی به ضخامت ۴/۵ متر و شیست به رنگ بنفش به ضخامت ۱۹ متر بوده است. نمونه GTR-1 از توده سینیتی واقع در شمال منطقه برداشت شده است و نمونه S1-8 از پروفیل شماره یک ایستگاه 8 از شبکه نمونه برداری شیست های گرگان برداشت شده است. همانطور که از نتایج مشخص است درصد Ti و Zr در نمونه PR1-4 در حد مطلوب و مقادیر عناصر فلزی پایه نظیر Cu, Pb, Zn, Mo, Co و Ni در حد زمینه می باشد و عناصری نظیر Sr, Ba و S نیز هیچ گونه غنی شدگی نشان نمی دهد. در هر صورت نتایج بدست آمده با توجه به نوع آزمایش از نظر صحت مورد توجه نمی باشد.



فصل سوم

اکتشاف ژئوشیمیایی

### ۳-۱- اهداف اکتشاف

براساس شواهد و اطلاعات موجود در منطقه دره توسکستان و با هماهنگی کارفرمای محترم محدوده ای به وسعت ۵ کیلومتر مربع جهت انجام اکتشافات ژئوشیمیایی انتخاب گردید.

از آنجائیکه طلا به عنوان عنصر اصلی مورد پی جویی در این مجموعه موردنظر بوده است سعی گردید تا با توجه به ویژگیهای ژئوشیمیایی این عنصر و همچنین مدل های کانساری منطبق با این سیستم عناصر پاراژنز که رابطه زایشی قوی دارند انتخاب گردند بنابراین ۱۱ عنصر زیر جهت آنالیز انتخاب گردیدند.

Au , As , Ag , Sb , Hg , Bi , Cu , Pb , Zn , Ba , Mo

براین اساس اکتشافات ژئوشیمیایی در این مرحله برای یافتن تمرکز زون های کانی سازی محتمل به اجرا در آمده است. با استفاده از داده های موجود می توان روابط پاراژنری بین عناصر را استخراج و در نتیجه از این روابط در ارزیابی آنومالی های مرتبط با کانی سازی استفاده نمود.

با توجه به مطالعات زمین شناسی انجام شده در این منطقه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ ، ارتباط بین لیتولوژی و توزیع عناصر در محدوده مورد بررسی آشکار می گردد. این کار به همراه برداشت و بررسی نمونه ها از مناطق آلتراسیون و همچنین مینرالیزه در این محدوده با هدف شناخت بهتر تیپ کانی زایی و آنومالی های مرتبط انجام شده است.

در مجموع در روند اکتشاف ژئوشیمیایی در این مرحله اهداف زیر مدنظر بوده است:

۱- محاسبه پارامترهای آماری هر یک از عناصر

۲- شناخت مناطق آنومالی ژئوشیمیایی عناصر

۳- استحصال روابط پارائزتری بین عناصر با استفاده از تحلیل همبستگی ها و تعیین نوع کانی

سازی احتمالی

۴- بررسی شاخص های غنی شدگی در مقیاس محلی

۵- تعیین روابط زون های آنومالی با واحدهای سنگی و زون های آلتراسیون

۶- تعیین منطقه امید بخش

## ۳-۲- محیط های ژئوشیمیایی

### ۳-۲-۱- مقدمه

در مطالعه میدانهای ژئوشیمیایی روشهای مختلف پی جوی ژئوشیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند. با استفاده از این روشها می توان به وجود کانسارهای مختلف پی برد و محل و موقعیت آنها را تعیین نمود. استفاده از این روشها بستگی به شرایط و عوامل مختلفی دارد که در منطقه مورد اکتشاف حکم فرما می باشد. با در نظر گرفتن این شرایط می توان به انتخاب روش بررسی مطلوب پرداخت و از متدهای جا افتاده متداول استفاده کرد.

متدهای جا افتاده در کشورهای مختلف دارای اولویت های متفاوت می باشد این متدها براساس بررسی هاله های لیتورژئوشیمیایی اولیه یا ثانویه یا دیگر موارد نظیر هاله های هیدروژئوشیمیایی، ژئوبوتانی و... می باشد.

به عنوان مثال در ایالات متحده استفاده از سنگها و بررسی هاله های لیتوزئوشیمیایی اولیه متداول تر از بررسی رسوبات رودخانه ای و خاکها می باشد و این در حالی است که در کانادا استفاده از خاک و سپس رسوبات رودخانه ای متداول ترین روش در پی جویبی های ژئوشیمیایی بوده است و سنگها، آب و گیاهان در اولویت های بعدی قرار دارند.

در حال حاضر کاربرد هاله های ثانویه برای اکتشاف ژئوشیمیایی توده های کانساری یکی از مهم ترین تکنیک های اکتشافی می باشد اساس این تکنیک بر مطالعه هاله های پراکندگی ثانویه عناصر در مواد سطحی مانند خاک ها، ابرفت شیبرفت ها، بادرفت ها، یخرفت ها، رسوبات رودخانه ای و غیره که ضمن هوازدگی سوپرژن نهشته های کانساری تشکیل می شوند استوار است: در این جا لازم است تا به بررسی الگوهای پراکندگی لیتوزئوشیمیایی ثانویه و همچنین روش بررسی در خاکها که روش پیشنهادی این مهندسان مشاور در پروژه اکتشاف ژئوشیمیایی در سیست های گرگان دره توسکستان می باشد پرداخته شود.

### ۳-۲-۲- عوامل مؤثر در ایجاد الگوهای پراکندگی لیتوزئوشیمیایی

#### ثانویه

چهار گروه از عوامل ایجاد کننده الگوهای پراکندگی لیتوزئوشیمیایی که دارای نقش

اصلی می باشند را می توان به قرار زیر تقسیم نمود:

۱- گروه عوامل شیمیایی: در عملکرد این گروه عوامل فرعی زیر نقش مؤثر را بازی می

کنند:

الف- چگونگی ترکیب و پراکندگی اولیه عناصر در سنگ بستر و کانسار

ب- ویژگی‌های کانی‌شناسی مواد اولیه موجود در سنگ بستر و کانسار

ب- شرایط  $EH$  و  $PH$  محیطی که مسئول تغییرات ترکیب کانی‌شناسی سنگها و کانسارها است

ت- ویژگی قابلیت تحرک یک عنصر با ترکیبات آن در محیط‌های آبی و سایر محیط‌ها در

حضور و یا غیاب مواد آلی

ث- حضور سدهای ژئوشیمیایی که قادر به رسوب دادن فلزات مهاجر باشند و بدین صورت

توسعه الگوهای پراکندگی را محدود نمایند.

۲- گروه عوامل بیولوژیکی: از جمله عوامل فرعی در این گروه که نقش عمده را ایفا می

کنند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

الف- عوامل گیاهی، شامل گسترش، نوع و عمق نفوذ ریشه گیاهان در مواد سخت نشده

ب- عوامل میکروارگانیسمی: شامل تولید مواد هموموسی، اکسیداسیون - احیاء هضم و تمرکز

دادن فلزات

۳- گروه عوامل مکانیکی: شامل موارد زیر می‌باشد

الف- جابه‌جایی‌های نقلی نظیر لغزش خاک‌ها، زاویه شیب، حضور گیاهان در تثبیت شیب‌ها

ب- پراکندگی در آبنمای سطح الارضی و رودخانه‌ها

پ- پراکندگی در آب‌های زیرزمینی، حرکت آب باران به طرف پایین در اثر نیروی ثقل و

حرکت به طرف بالا در اثر نیروهای موئینه‌ای

ت- پراکندگی یخچالی

ث- حمل و نقل سطحی مواد

۴- گروه عوامل محیطی: شامل

الف- عامل آب و هوایی از قبیل میزان و توزیع بارندگی که در توسعه گیاهان و هم چنین در تشکیل خاک موثر است.

ب- عامل توپوگرافی، که در نوع فرسایش (مکانیکی و شیمیایی) اثر دارد.

پ- عامل زمین شناسی، مانند ضخامت و منشاء مواد سخت نشده سطحی، محیط هیدرولوژیکی، توسعه رخنمون های سنگ بستر کانساردار و اندازه و بزرگی توده کانسار.

ت- عامل زمان، به طور کلی هرچه دوره هوازدگی و تشکیل خاک بیشتر باشد وسعت الگوی پراکندگی ثانویه عناصر بیشتر خواهد بود.

### ۳-۲-۳- طبقه بندی هاله های لیتوزئوشیمیایی ثانویه

معیارهای متفاوتی به منظور طبقه بندی هاله های لیتوزئوشیمیایی ثانویه وجود دارد که

عبارتند از:

۱- طبقه بندی براساس زمان تشکیل نسبت به محیط درونگیر

اصطلاح سزنتیک و ایی ژنتیک در مورد الگوهای پراکندگی ثانویه نیز به کار می رود

ولی تفکیک هاله های ثانویه این دو نوع، به آن درجه اهمیتی که برای حالت پراکندگی اولیه

منظور می شود ضروری به نظر نمی رسد و به این دلیل است که الگوهای پراکندگی ثانویه

اکثراً در نتیجه فرآیندهای متعددی تشکیل می شوند. معهداً تعیین زمان نسبی تشکیل الگوهای

ثانویه با اهمیت تلقی می شود. در اینجا مبنای زمان سن مواد میزبان خواهد بود.

الگوهای سترتیک در محیط ثانویه ، عموماً به طور مکانیکی تشکیل می شوند نظیر تمرکز کانی های سنگین بادانه های سولفوری در آبرفت ها ، عموماً الگوهای پراکندگی عناصر در خاک های برجا مانده ، به عنوان نوع سترتیک طبقه بندی می شوند. مثالهای فوق مواد سازنده زمینه (Matrix) و مواردی که فراوانیشان در حد آنومالی است همزمان و یا تقریباً همزمان ته نشین شده اند. بدین ترتیب الگوهای پراکندگی ثانویه ای را به وجود آورده اند که تفسیر آنها نسبتاً آسان است. الگوهای پراکندگی از منشا بیوسترتیک موجود در خاک ، از قبیل آنچه که در لایه هوموس توسعه می یابند ، اگر همزمان با خاک تشکیل شده باشند سترتیک خواهند بود الگوهای اپی ژنتیک ثانویه شامل انواعی است که در نتیجه حمل و نقل مواد در رسوبات رودخانه ای خاک ها ، زهشته های یخچالی ، باتلاق ها و غیره تشکیل می شوند. عناصری که تشکیل هاله های هیدرومورفیک اپی ژنتیک را می دهند ممکن است .

الف- با پیوند سستی در سطح مواد آلی، کانی ها، یا هیدروکسیدهای  $Mn$  ،  $Fe$  جذب شده باشند.

ب- به صورت ترکیبات نامحلول در محیط ثانویه رسوب کرده باشند (مانند  $Pb,CO$ )

پ- همراه کانیهای دیگر به علت فعال بودن پدیده هم رسوبی ته نشست شده باشند.

۲- طبقه بندی براساس مکانیزم تشکیل

براساس مکانیزم تشکیل دو نوع هاله ثانویه قابل تشخیص است

الف- پراکندگی های مکانیکی:

غلظت غیر عادی فلزات در محیط های ثانویه می تواند از منطقه کانی سازی شده یا

حتی از منطقه کانی سازی نشده موجود در ناحیه منشا گرفته باشد. این تمرکز یا از طریق

حرکت مکانیکی (حالت جامد) یا هیدرومورفیکی (در حالت محلول) صورت می گیرد که ویژگی آنومالی های حاصل از این دو نوع فرآیند به طور بارزی متفاوت است. به طور ژنتیک فلزاتی که بیشتر به طریق مکانیکی حرکت می کنند به صورت کانی های اولیه مقام در محیط ثانویه یافت می شوند برای مثال می توان از بعضی کانی های سولفوروی اولیه (در بعضی محیط های ثانویه) و کانی های سیلیکاته فرعی که دارای فلزات پایه است نام برد.

ب- پراکندگی هیدرومورفیک:

الگوهای پراکندگی هیدرومورفیکی ممکن است در اعماق خیلی زیاد در خاکها، تیل های یخچالی و آبهای زیرزمینی یا حتی در دریاچه ها تشکیل و توسعه یا بند آنومالی های هیدرومورفیکی معمولاً فازهای مختلفی که از محلولها رسوب کرده اند تشکیل می دهد و عموماً پراکندگی های هیدرومورفیک نسبت به پراکندگی های مکانیکی، همگن تر تشکیل می شوند.

۳- طبقه بندی براساس ویژگی سنگهای درونگیر و محیط رسوبی

براساس این تقسیم بندی هاله های پراکندگی ثانویه می توانند به انواع برج (Residual) و حمل و نقل یافته (Superimposed) طبقه بندی می شوند. در نوع برج مواد حاصل از هوازدگی در بخش فوقانی توده کانسار قبلی در هاله های اولیه آنها متمرکز می شود. از ویژگی هاله های حمل و نقل یافته این است که هیچ گونه کانی سازی کانساری، قبل از توسعه این نوع هاله، در آن مکان وجود نداشته است.



۴- طبقه بندی براساس موقعیت پیدایش نسبت به سطح فرسایش کنونی

نسبت به موقعیت سطح فرسایش کنونی ، هاله های ثانویه به انواع نمایان (exposed)

که در سطح فرسایش کنونی قابل رویت است و پنهان (Buried) که در زیر سطح کنونی تشکیل شده اند، و یا امروز در آنجا یافت می شوند، طبقه بندی می شوند. هاله های نمایان می توانند از طریق نمونه برداری از افق های فوق خاک مطالعه و کشف شوند.

### ۳-۳- روش بررسی خاکها در مطالعه هاله های لیتوژئوشیمیایی

#### ثانویه

بررسی خاکها ، بیشتر در مواردی انجام می شود که رخنمون های سنگ بستر ناچیز می باشد ، بررسی خاک ها ، به ویژه خاک های برجها از نظر اکتشافی بسیار مفید است. به طور ایده آل در بررسی خاک ها ، برای انواعی که انتقال یافته اند متناسب با فاصله پیموده شده کمترین ارزش در نظر گرفته می شود. اهمیت روش بررسی خاکها بر این اصل است که در خلال فرآیندهای هوازدگی و شستشوی شیمیایی اسیدی عناصر می توانند از بخش کانی سازی شده سنگ بستر ، وارد آب و خاک شده و تشکیل آنومالی هایی دهند که از نظر مساحت به مراتب وسیعتر از آنومالی های سنگ بستر باشد. این پراکندگی ثانویه که منجر به افزایش سطح آنومالی می گردد احتمال یافتن کانی سازی را بالا می برد.

از آنجائیکه پروفیل های مختلف خاک و افق های خاص آن از نظر کانی شناسی و

ترکیب عناصر کمیاب با یکدیگر متفاوت اند نتایج حاصل از بررسی های ژئوشیمیایی آنها هم

مختلف خواهد بود، به طوری که در مقایسه با وسعت آنومالی ها در افق C خاک و سنگ بستر،

در هر دو افق A و B مساحت منطقه آنومالی بیشتر است. شکل (۳-۱)

میزان تمرکز عناصر در افق B بیشتر از افق A است و بدین جهت نمونه برداری از افق

B در بیشتر بررسی هایی که روی خاکها انجام می گیرد ترجیح داده می شود. این افق را افق

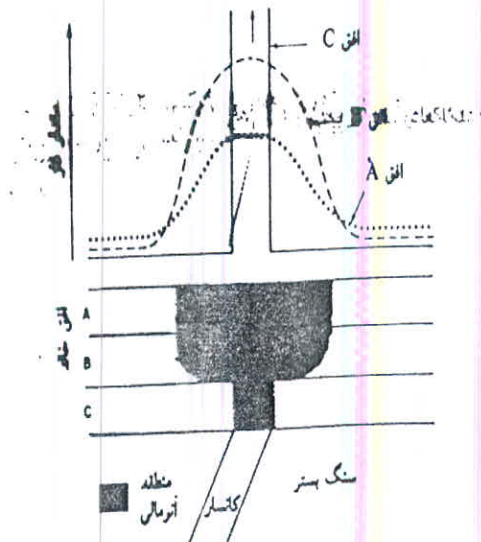
تجمع می نامند و در شرایطی که چنین افقی موجود نباشد می توان از یک افق ثابت دیگر

نمونه برداری کرد.

خاکها را می توان براساس معیارهای مختلفی بر شرح زیر طبقه بندی نمود.

الف: برجا حمل و نقل یافته ب: بالغ - نابالغ پ: افق دار - بی افق که در همه آنها انواع

حدواسط وجود دارد.



شکل ۳-۱- افق های خاک و ابعاد جانبی نسبی هاله های پراکندگی ثانویه و مقدار فلز همراه

### ۳-۴- محیط، روش و طراحی نمونه برداری در دره توسکستان

همانطور که گفته شد محدوده ای به وسعت ۵ کیلومترمربع در دره توسکستان به

عنوان منطقه مطالعاتی جهت اکتشاف ژئوشیمیایی موردنظر بوده است. بدین منظور و براساس پیشینه مطالعات انجام شده در منطقه بازدید مقدماتی از این محدوده صورت گرفت که مشخصات حاکم بر آن، روش نمونه برداری از خاکها و بررسی هاله های لیتوژئوشیمیایی ثانویه را ممکن می سازد.

از آنجائیکه در اکتشافات ژئوشیمیایی معمولاً محیطی ثابت به عنوان معرف جهت نمونه برداری پیشنهاد می شود. لذا انتخاب این محیط با توجه به اهداف اکتشاف، بسیار مهم می باشد اما بایستی امکانات منطقه را نیز در این خصوص در نظر داشت. محدوده مورد مطالعه از جمله مناطق جنگلی و غالباً پوشیده از خاکهای جنگلی و گیاهی است و رخنمون های سنگی در آن کمتر به چشم می خورد. در این منطقه میزان بارندگی زیاد و تشکیل خاک و توسعه گیاهان با آن نسبت مستقیم دارد. با توجه به ابعاد کوچک این منطقه شبکه آبراهه ای گسترده نیز در آن توسعه نیافته است و عملاً استفاده از روش رسوبات آبراهه ای به منظور مطالعه هاله های لیتوژئوشیمیایی ثانویه منتفی تلقی می شود. همانطور که قبلاً نیز ذکر شد الگوی پراکندگی عناصر در هاله های ثانویه گسترش بیشتری دارد و امکان شناسایی بهتر را ممکن می سازد. این موضوع با تعداد نمونه های پیش بینی شده نیز ارتباط مستقیم دارد یعنی محیط هایی که در آن پراکندگی عناصر بیشتر است (مانند خاک ها و رسوبات آبراهه ای) تعداد نمونه های کمتری نسبت به محیط هایی با پراکندگی کمتر (مانند محیط های سنگی)

لازم می باشد. با توجه به اینکه در این مرحله از اکتشاف تعداد ۷۰ نمونه برای ۵ کیلومترمربع (یعنی با ازاء هر کیلومترمربع ۱۴ نمونه) در نظر گرفته شده است لذا با توجه به توسعه کافی پروفیل های خاک و عدم وجود رخنمون سنگی و همچنین عدم وجود شبکه گسترده آبراهه ای، نمونه برداری از خاک به دیگر روش ها رجحان پیدا می کند.

براین اساس و با توجه به تعداد نمونه های در نظر گرفته شده در این مرحله شبکه ای منظم شامل ۶ پروفیل طولی موازی که هر کدام از پروفیل ها حاوی ۱۱ ایستگاه می باشد طراحی گشت که فواصل هر ایستگاه در پروفیل ۲۹۰ متر و فواصل جانبی پروفیل ها از یکدیگر ۳۷۰ متر بوده است. (نقشه شبکه نمونه برداری پیوست)

خاطر نشان می سازد یک پروفیل دیگر نیز براساس جایگاه توده سینیتی مشخص شده بر روی نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی در دامنه شرقی دره توسکستان که شامل ۵ ایستگاه بوده است نیز به این مجموعه اضافه گشته است اما از آنجائیکه محدوده پیش بینی شده در گزارشات قبل دامنه غربی دره توسکستان بوده است لذا تمرکز نمونه برداری به این قسمت اختصاص یافته است.

### ۳-۵- عملیات نمونه برداری

پس از مشخص شدن محل برداشت نمونه ها و تهیه نقشه موقعیت نمونه ها مختصات هر یک از نقاط بدست آمده این امر سبب گشت تا با کمک GPS و متر و کمپاس بتوان محل هر یک از نقاط را به راحتی بر روی زمین مشخص نمود این امر با توجه به جنگلی بودن منطقه حائز اهمیت بوده است. پس از توجه هر یک از نقاط برای برداشت نمونه و با استفاده

از کارگران محلی در هر ایستگاه و به صورت چلیپایی در چهار جهت و به فاصله یی در حدود ۱۰۰ متری آن مبادرت به حفر چاهک جهت دسترسی به افق خاک مورد نظر شد که نمونه های برداشت شده از چهار چاهک فرعی با نمونه چاهک اصلی مخلوط و با نام آن ایستگاه شماره گذاری گردید. عمق چاهک های حفر شده با توجه به ضخامت خاک سطحی و گیاهی در هر منطقه متفاوت و بین ۵۰ تا ۹۰ سانتی متر بوده است عکس (۳-۱).



عکس شماره ۳-۱- حفاری چاهک جهت برداشت نمونه از افق زیرین خاک

### ۳-۶- آماده سازی و آنالیز نمونه ها

نمونه های خاک برداشت شده وزنی بین ۱/۵ تا ۳ کیلوگرم داشته است که در مرحله آماده سازی و در ابتدا تمامی نمونه ها در بخش نمونه کوبی تا حد ۲۰۰ مش خرد شده اند. کل نمونه خرد شده به دو قسمت با استفاده از روش Conning quartering تقسیم شد که یک قسمت به عنوان نمونه شاهد و قسمت دیگر جهت آنالیز با همان شماره نام گذاری و جهت ارسال به آزمایشگاه بسته بندی گردید.

در مجموع ۷۰ نمونه حاصل جهت آنالیز عناصر Ba, Zn, Pb, Cu, Bi, Hg, Sb, As, Ag, Au و Mo به کشور چین ارسال گردید. حد حساسیت و روش تجزیه ای نمونه های مورد بررسی در جدول ۳-۱ آورده شده است.

جدول ۳-۱- حد حساسیت و روش تجزیه عناصر مورد آزمایش

عنصر	روش آزمایش	حد آشکارسازی
Au	جذب اتمی	۳ ppm
Ag	جذب اتمی	۰/۰۵ ppm
As	جذب اتمی	۱ ppm
Sb	جذب اتمی	۰/۵ ppm
Hg	جذب اتمی	۰/۰۵ ppm
Bi	جذب اتمی	۰/۱ ppm
Cu	جذب اتمی	۵ ppm
Pb	جذب اتمی	۲ ppm
Zn	جذب اتمی	۲۰ ppm
Ba	جذب اتمی	۵۰ ppm
Mo	جذب اتمی	۱ ppm

### ۷-۳- نتایج آنالیز نمونه ها

#### ۱-۷-۳- نمونه های ژئوشیمی خاک

نتایج ۷۰ نمونه ارسالی به کشور چین برای عناصر یاد شده در جدول ۳-۲ آمده است لازم به ذکر است که در این تعداد هیچ نمونه تکراری وجود ندارد و این به خاطر از دست ندادن نقاط و نمونه های محدوده مورد نظر و همچنین به دلیل دقت نسبی مورد قبول آزمایشگاههای کشور چین بوده است بنابراین کلیه محاسبات بر روی همین نتایج صورت گرفته است.

#### ۲-۷-۳- نمونه رسوبات آبراهه یی

همانگونه که گفته شد آبراهه ها در منطقه توسعه چندان نیافته اند و همچنین رسوبات در حد سیلت و رس در این آبراهه ها به طور گسترده تشکیل نشده است اما به خاطر اینکه بتوان از کل منطقه دیدی عمومی پیدا کرد، از ۵ آبراهه واقع در طول شرقی منطقه که به نسبت دارای رسوبات مناسب بوده است پنج نمونه جهت آنالیز XRF انتخاب و برداشت گردید که پس از آماده سازی و آنالیز، نتایج آن در جدول ۳-۳ آمده است.

جدول ۳-۲- نتایج ۷۰ نمونه آزمایش شده در کشور چین (Au برحسب ppb و بقیه ppm)

no	sample	Au	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Mo	Ag	Zn	Ba
1	S0-01	0.7	6.2	0.28	0.29	0.024	22.5	37.8	0.98	0.052	137	548
2	S0-02	1.7	12	0.63	0.48	0.024	30.2	25.4	0.87	0.057	99	523
3	S0-03	1.7	11	0.73	0.41	0.013	35.8	33.7	0.88	0.063	119	483
4	S0-04	1.6	13	0.56	0.44	0.039	36.1	33.4	1.01	0.084	109	512
5	S0-05	1.3	11	0.51	0.34	0.026	36.1	27.7	1.09	0.06	131	442
6	S0-06	1.1	12	0.73	0.41	0.013	30.6	27.3	1	0.057	105	562
7	S0-07	1	12	0.51	0.39	0.034	34.4	38.6	0.97	0.065	126	483
8	S0-08	1.6	11	0.51	0.39	0.034	28.9	33.5	0.82	0.075	110	487
9	S0-09	1.6	12	0.72	0.44	0.021	33.6	29.9	0.93	0.073	102	489
10	S1-01	1.4	12	0.69	0.42	0.024	34.7	36	0.81	0.074	106	515
11	S1-02	1.5	11	0.6	0.37	0.029	31.3	38.6	0.99	0.091	101	485
12	S1-03	2	14	0.76	0.42	0.024	36.4	35.9	0.84	0.085	98	484
13	S1-04	1.6	13	0.7	0.41	0.018	39.6	40.5	1	0.105	105	493
14	S1-05	1.5	11	0.4	0.46	0.031	36.9	43.3	0.97	0.064	127	511
15	S1-06	1.5	12	0.6	0.3	0.029	29.9	28.5	0.9	0.06	114	578
16	S1-07	1	13	0.51	0.42	0.05	32.9	40.1	0.97	0.067	116	561
17	S1-08	1.4	12	0.63	0.39	0.031	32.7	33.5	1.2	0.083	106	507
18	S1-09	2	12	0.66	0.39	0.026	30.3	32	0.93	0.086	113	502
19	S1-10	2.3	4.2	0.25	0.1	0.018	20.2	10.1	0.54	0.032	90	541
20	S1-11	1.6	9.7	0.66	0.3	0.026	39.3	28.1	0.99	0.081	113	662
21	S2-01	1.5	12	0.57	0.37	0.029	28.8	36.7	0.88	0.069	111	506
22	S2-02	2.4	14	0.78	0.44	0.029	41.5	38.6	1	0.093	109	490
23	S2-03	1.8	14	0.7	0.41	0.026	40.3	39.6	1.06	0.093	112	481
24	S2-04	1.4	12	0.76	0.41	0.036	32	32.9	0.86	0.08	92	433
25	S2-05	1	5.4	0.34	0.19	0.029	25.6	19.7	1.04	0.079	120	541



## ادامه جدول ۳-۲- نتایج ۷۰ نمونه آزمایش شده در کشور چین

no	sample	Au	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Mo	Ag	Zn	Ba
26	S2-06	2.1	14	0.65	0.42	0.026	36.8	38.6	0.97	0.083	120	526
27	S2-07	1.5	13	0.73	0.36	0.029	33.4	34.4	1.09	0.089	104	548
28	S2-08	2.1	14	0.72	0.41	0.029	33.8	35.5	1.03	0.085	106	510
29	S2-09	1.2	8.5	0.53	0.24	0.026	28.4	24.3	0.88	0.053	101	576
30	S2-10	1.5	13	0.66	0.36	0.018	36	34.8	1.04	0.088	115	619
31	S2-11	1.7	12	0.69	0.36	0.028	35	33.6	1.04	0.072	113	569
32	S3-01	1.1	13	0.6	0.36	0.024	41.9	42.4	1.14	0.088	111	496
33	S3-02	1.3	12	0.65	0.34	0.021	39.5	44.6	1.2	0.098	110	450
34	S3-03	1.4	11	0.53	0.36	0.044	32.7	40.5	0.93	0.104	119	518
35	S3-04	1.8	8.9	0.44	0.25	0.024	24.3	25.2	1.16	0.071	107	723
36	S3-05	1.3	6.4	0.4	0.2	0.021	23.4	17	1.3	0.073	99	452
37	S3-06	2.2	9.6	0.59	0.27	0.021	23.1	23.5	0.77	0.056	99	349
38	S3-07	2	13	0.68	0.42	0.026	30.4	38.9	0.82	0.085	89	436
39	S3-08	1.6	12	0.68	0.37	0.026	32.1	36.7	0.95	0.089	111	554
40	S3-09	0.9	7	0.41	0.2	0.034	22.4	27.6	0.84	0.086	119	492
41	S3-10	2.2	14	0.84	0.45	0.036	39.3	36.9	1.05	0.074	92	434
42	S3-11	1.6	12	0.75	0.42	0.036	34.8	34.8	1	0.072	91	466
43	S4-01	0.8	8.8	0.43	0.24	0.018	31.5	34.1	0.79	0.074	108	473
44	S4-02	1.2	4.6	0.24	0.1	0.036	28.1	13.4	0.99	0.054	109	579
45	S4-03	0.8	6	0.29	0.12	0.034	24.2	20	1.2	0.058	122	522
46	S4-04	1.3	11	0.53	0.36	0.036	31.5	33.5	0.97	0.094	107	470
47	S4-05	2.9	11	0.57	0.34	0.034	41.7	34	1.17	0.153	112	473
48	S4-06	2.4	12	0.68	0.39	0.026	36.2	33.7	1.34	0.089	117	471
49	S4-07	2.3	14	0.79	0.42	0.024	39.2	33.1	1.08	0.077	94	466
50	S4-08	2.4	14	0.91	0.46	0.026	37	35	1.05	0.088	102	501

ادامه جدول ۳-۲- نتایج ۷۰ نمونه آزمایش شده در کشور چین

no	sample	Au	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Mo	Ag	Zn	Ba
51	S4-09	0.9	12	0.68	0.39	0.035	30.4	39.9	1.32	0.093	103	460
52	S4-10	0.9	10	0.5	0.31	0.031	24	37.5	0.79	0.077	94	447
53	S4-11	1.6	9.3	0.43	0.25	0.047	24.2	24.9	0.93	0.076	110	525
54	S5-01	1.9	9.4	0.43	0.24	0.024	31	24	0.83	0.071	108	528
55	S5-02	1.6	11	0.6	0.34	0.036	27.3	29.3	1.04	0.071	97	544
56	S5-03	0.8	5.6	0.34	0.12	0.053	28.6	26.2	0.93	0.091	126	714
57	S5-04	0.7	5.2	0.28	0.12	0.044	24.5	22.7	0.84	0.083	117	633
58	S5-05	1.2	9.4	0.48	0.29	0.031	28.9	37.2	0.59	0.068	113	629
59	S5-06	1.2	12	0.69	0.37	0.024	35.6	33.7	1.2	0.08	109	459
60	S5-07	0.7	4	0.29	0.1	0.035	21.6	18.6	0.75	0.063	122	527
61	S5-08	0.8	11	0.66	0.36	0.036	38.7	37.1	0.95	0.081	98	451
62	S5-09	1.6	12	0.73	0.32	0.044	35.1	31.5	1.09	0.073	111	499
63	S5-10	2	15	0.82	0.44	0.024	31.8	39.7	1.34	0.103	102	487
64	S5-11	1	12	0.56	0.32	0.036	33.8	42.3	0.98	0.09	94	518
65	S5-12	1.1	10	0.44	0.25	0.026	30.6	25.2	0.85	0.061	117	584
66	SL-1	2	13	0.73	0.41	0.018	37.4	34.2	1.12	0.054	103	540
67	SL-2	0.9	12	0.73	0.44	0.018	34	40.1	0.91	0.086	93	458
68	SL-3	1.1	12	0.69	0.34	0.016	31.1	28.8	0.82	0.06	97	528
69	SL-4	1.5	12	0.54	0.36	0.026	29.6	39	0.81	0.089	87	457
70	SL-5	1.6	12	0.63	0.41	0.021	31.1	38	0.8	0.068	90	433

## جدول ۳-۳- نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمی رسوبات آبراهه ای

Sample	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3G-1T	38.15	11.14	5.74	0.79	1.84	1.50	0.830	0.107	22.06	0.209
3G-2T	40.62	12.16	9.46	1.07	2.15	1.72	1.507	0.139	16.94	0.261
3G- <del>4</del> T	52.51	13.51	9.43	1.28	2.96	2.20	1.609	0.151	6.98	0.304
3G-5T	39.50	10.96	6.31	1.00	1.82	1.39	1.047	0.137	20.84	0.253
3G-6T	51.74	14.21	8.16	1.03	2.04	2.37	1.147	0.135	10.58	0.214

Sample	Ba	Ce	Co	Cr	Cl	S	Cu	Nb	Ni	Pb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
3G-1T	305	25	11	37	50	448	19	16	37	15
3G-2T	343	81	14	44	34	401	28	31	42	13
3G- <del>4</del> T	451	125	21	46	22	315	45	35	25	13
3G-5T	315	69	5	37	57	660	23	25	26	18
3G-6T	447	87	15	64	38	246	21	24	46	13

Sample	Rb	Sr	V	W	Y	Zr	Zn	Mo	U	Th
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
3G-1T	57	249	70	6	17	151	72	2	1	5
3G-2T	55	166	119	1	19	211	112	1	3	5
3G- <del>4</del> T	57	244	151	1	22	243	120	1	1	5
3G-5T	52	380	80	1	17	170	84	1	1	1
3G-6T	80	260	115	1	22	193	105	1	4	8

### ۳-۸- محاسبات

پس از به دست آمدن نتایج آنالیزها کلیه داده ها در نرم افزارهای Excel ، Geoeas ، Spss مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته اند.

برای مشخص کردن روند تغییرات و ماهیت توزیع عناصر ، هیستوگرامهای هر عنصر ترسیم و آماره های مربوطه محاسبه شده است.

همبستگی بین متغیرهای مختلف چه در حالت دو متغیره یا در حالت چند متغیره آنالیز خوشه ای (Clustes analysis) مورد بررسی قرار گرفته اند و روابط پاراژنری موجود بین عناصر از طریق تحلیل فاکتوری (Factor analysis) مورد بررسی قرار گرفته است.

نقشه های مرتبط با پروژه با نرم افزارهای Auto Cad و Surfer تهیه و ترسیم شده اند.

فصل چهارم  
مطالعات آماری و  
تعبیر و تفسیر

جدول ۴-۱- پارامترهای آماری عناصر مورد آزمایش در محدوده مطالعاتی

Statistics

	AU	AS	SB	BI	HG	CU	PB	MO	AG	ZN	BA
N	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	1.5109	10.85	.5823	.3372	3.E-02	32.1	32.3766	.9830	8.E-02	108.63	514.27
Median	1.5125 <sup>a</sup>	11.55 <sup>a</sup>	.6100 <sup>a</sup>	.3645 <sup>a</sup>	3.E-02 <sup>a</sup>	32.3 <sup>a</sup>	33.7750 <sup>a</sup>	.9800 <sup>a</sup>	8.E-02 <sup>a</sup>	109.00 <sup>a</sup>	504.00 <sup>a</sup>
Mode	1.60	12.00	.51 <sup>b</sup>	.36 <sup>b</sup>	.024 <sup>b</sup>	24.20 <sup>b</sup>	38.60	.93 <sup>b</sup>	.071 <sup>b</sup>	109.00 <sup>b</sup>	466.00 <sup>b</sup>
Std. Deviation	.5002	2.752	.1594	.1005	8.E-03	5.55	7.4249	.1594	2.E-02	10.396	64.937
Variance	.2502	7.575	.0254	.0101	7.E-05	30.8	55.1285	2.54E-02	3.E-04	108.08	4216.8
Skewness	.377	-1.041	-.465	-1.034	.603	-.257	-.906	.025	.967	.253	1.039
Std. Error of Skewness	.299	.299	.299	.299	.299	.299	.299	.299	.299	.299	.299
Kurtosis	-.234	.293	-.477	.240	.549	-.695	.544	.716	5.071	-.034	2.298
Std. Error of Kurtosis	.590	.590	.590	.590	.590	.590	.590	.590	.590	.590	.590
Range	2.20	11.00	.67	.38	.040	21.70	34.50	.80	.121	48.00	374.00
Minimum	.70	4.00	.24	.10	.013	20.20	10.10	.54	.032	89.00	349.00
Maximum	2.90	15.00	.91	.48	.053	41.90	44.60	1.34	.153	137.00	723.00
Sum	96.70	694.2	37.27	21.58	1.886	2053	2072.10	62.91	5.001	6952.0	32913

a. Calculated from grouped data.

b. Multiple modes exist. The smallest value is shown

S45، S46، S47، S48، S36، S28 می باشد . البته در شمال شرق و جنوب محدوده نیز دو محدوده آنومالی درجه سوم از این عنصر دیده می شود ولی در هر حال نکته حائز اهمیت پایین بودن مقدار متوسط و حداکثر مقدار طلا بوده است که بسیار پایین تر از حد پیش بینی شده گزارش شده است . براین اساس حتی اگر در این محدوده آنومالی درجه یک نیز داشتیم با توجه به پایین بودن مقدار متوسط نمی توان امیدي نسبت به این منطقه از نظر غنی شدگی طلا داشت .

#### ۴-۱-۲- انتشار عنصر As

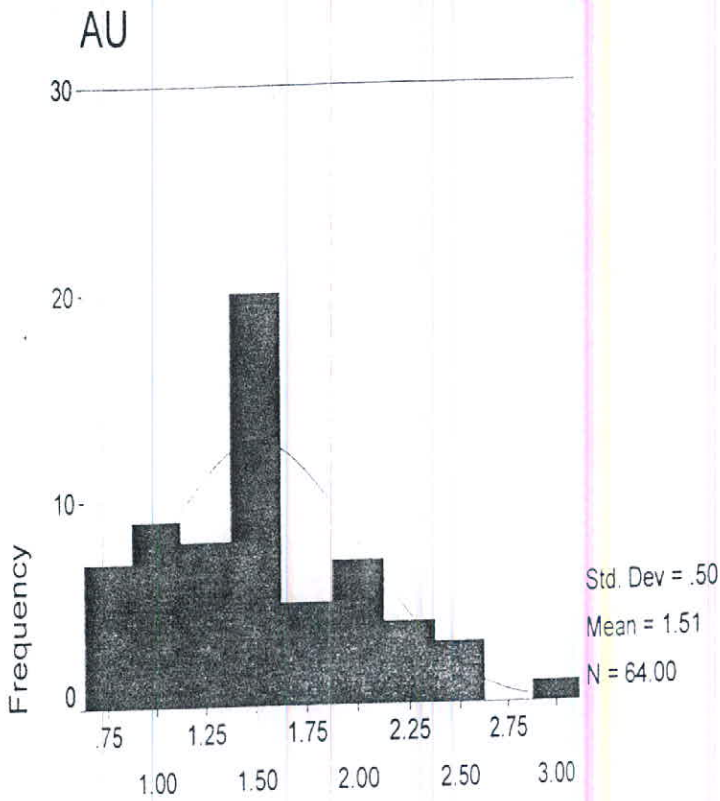
عنصر آرسنیک معمولاً به عنوان یکی از مهمترین عناصر ردیاب طلا مطرح است ، توزیع این عنصر با توجه به هیستوگرام شکل ۴-۲ به صورت لاگ نرمال است که در آن شاهد گسستگی هستیم چولگی این توزیع به سمت مقادیر منفی است و این عناصر دارای حداقلی برابر 4 ppm و حداکثری برابر 15ppm است . مقدار میانگین این عنصر برای 10.85 ppm و انحراف معیار آن برابر 2.75 می باشد که براساس روابط لیلیته مقادیر آنومالی توزیع این عنصر (جدول ۴-۲) به شرح زیر است :

آنومالی درجه یک  $x > 19.1 \text{ ppm}$

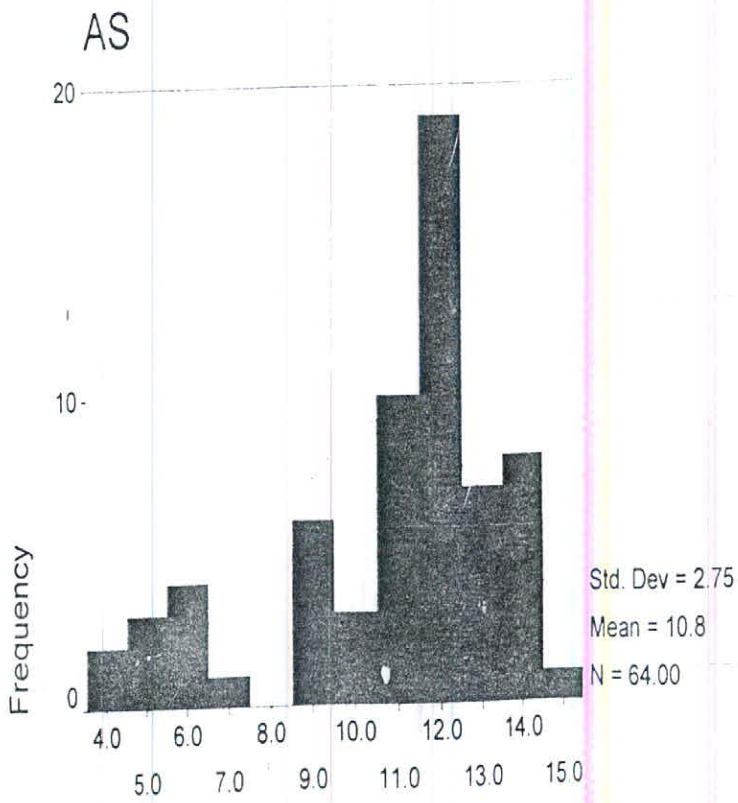
آنومالی درجه دو  $16.4 < x < 19.1 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سه  $13.6 < x < 16.4 \text{ ppm}$

براین اساس و همانطور که از نقشه شماره دو پیوست مشاهده می شود کلیه آنومالی های این عنصر از درجه سوم است . این آنومالی ها از نظر جغرافیایی همبستگی مناسبی نشان نمی دهند و به طور پراکنده در قسمت شمال ، مرکز و جنوب وجود دارند . ولی می توان نمونه های S47، S48، S28، S26،



شکل ۴-۱- هیستوگرام عنصر طلا در منطقه مورد مطالعه



شکل ۴-۲- هیستوگرام عنصر As در منطقه مورد مطالعه



S22 را بر آنومالی های طلا منطبق دانست که از نظر همبستگی این دو عنصر با یکدیگر حائز اهمیت می باشد .

#### ۴-۱-۳- انتشار عنصر Sb

عنصر آنتیموان با حداکثر مقدار 0.91 ppm و حداقل مقدار 0.24 ppm دارای توزیعی تقریباً نرمال است (هیستوگرام شکل ۴-۳). منحنی توزیع فراوانی تجمعی این عنصر نیز تقریباً پیوسته و به شکل خط راست می باشد که تاییدی بر این مطلب است (ضمیمه شماره یک). مقدار متوسط آن در منطقه 0.58 ppm و انحراف معیار آن 0.16 می باشد بنابراین با توجه به روابط می توان مقادیر آنومالی برای این عنصر را (جدول ۴-۲) به شرح زیر محاسبه نمود :

آنومالی درجه یک  $x > 1.05 \text{ ppm}$

آنومالی درجه دو  $0.9 < x < 1.05 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سه  $0.75 < x < 0.9 \text{ ppm}$

با مقایسه نمونه های مورد مطالعه با مقادیر آنومالی بدست آمده ملاحظه می گردد که کلیه آنومالی های موجود در منطقه مربوط به عنصر St نیز از نوع درجه سه است . این آنومالی ها در قسمت شمال محدوده پیوستگی جغرافیایی خوبی دارند که چنانچه مقادیر شروع آنومالی را کمی پایین تر در نظر بگیریم این پیوستگی ها نیز بیشتر می شود. در هر حال نقشه شماره ۳ پیوست این موارد را به خوبی نشان می دهد . خاطر نشان می سازد آنومالی های درجه سوم در نقاط S23، S47 و S48 برای این عنصر با آنومالی درجه سوم طلا و آرسنیک در همین نقاط منطبق می باشد .

## ۴-۱-۴- انتشار عنصر Bi

به طور کلی عنصر بسموت به عنوان یکی از عناصر پارائنز طلا به همراه آنتیموان در اکتشاف از اهمیت زیادی برخوردار است این عنصر در منطقه دارای حداقل 0.1 ppm و حداکثر 0.48 ppm می باشد .  
 منحنی توزیع فراوانی این عنصر (شکل ۴-۴) نشان دهنده توزیعی تقریباً نرمال است . این در حالی است که منحنی توزیع فراوانی تجمعی آن (ضمیمه یک) از بیوستگی نسبتاً خوبی برخوردار است .  
 مقدار متوسط این عنصر در محدوده مورد مطالعه برابر 0.34 ppm است و انحراف معیاری برابر 0.1 دارد .  
 بنابراین با توجه به روابط می توان آنومالی های این عنصر را (جدول ۴-۲) به صورت زیر مشخص کرد:

آنومالی درجه اول  $X > 0.4 \text{ Ppm}$

آنومالی درجه دوم  $0.54 < X < 0.64 \text{ Ppm}$

آنومالی درجه سوم  $0.44 < X < 0.54 \text{ Ppm}$

با مقایسه این مقادیر با مقادیر در دسترس از نمونه ها و همانطور که در نقشه شماره ۴ بیوست

ملاحظه می گردد آنومالی های این عنصر نیز همگی از نوع درجه سه می باشد . از نظر جغرافیایی

مکان این آنومالی ها بر مکان آنومالی های Sb تا حد زیادی انطباق نشان می دهد به عنوان مثال

می توان به نمونه های S10 ، S31 ، S48 و S22 اشاره کرد که چنانچه با کمی تقریب شروع آنومالی های

عنصر Bi را از 0.42 ppm در نظر بگیریم این انطباق ها بیشتر می شود این در حالی است که با در نظر

گرفتن این تقریب هیچ گونه آنومالی درجه دو یا یک هویدا نخواهد شد و تنها بیوستگی جغرافیایی

آنومالی های درجه ۳ وضوح بهتری می یابد.

#### ۴-۱-۵- انتشار عنصر Hg

عنصر جیوه با حداقل مقدار 0.013 ppm و حداکثر مقدار 0.053 ppm با مقدار متوسط 0.029 ppm

در محدوده مورد مطالعه دارای توزیعی نرمال است ( شکل ۴-۵ ). منحنی فراوانی توزیع تجمعی این عنصر (ضمیمه یک) دارای شکلی تقریباً پیوسته است. مقدار انحراف معیار آن برابر 0.08 است که به وسیله آن می توان مقادیر آنومالی های آن را محاسبه نمود. بنابراین و با توجه به جدول (۴-۲) این مقادیر به صورت زیر می باشد:

آنومالی درجه یک  $X > 0.054 \text{ ppm}$

آنومالی درجه دو  $0.046 < X < 0.054 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سه  $0.037 < X < 0.046 \text{ ppm}$

با مقایسه مقادیر بدست آمده برای آنومالی های Hg و نمونه ها ملاحظه می گردد که آنومالی های درجه دوم و سوم برای این عنصر در منطقه موجود است. این آنومالی ها بیشتر در راستای غربی شبکه نمونه برداری قرار دارند. آنومالی درجه دوم Hg به ازای نمونه S53 و S17 رخ داده است و بقیه از درجه سوم هستند. نقشه شماره ۵ این وضعیت را نشان میدهد. چنانچه در خصوص این آنومالی نیز در حدود 0.001 تقریباً قائل شویم می توان با اضافه شدن نمونه های S310، S311، S24، S58، S44، S52، S11 و S42 گسترش بیشتری از آنومالی های درجه سوم ملاحظه کرد. البته در نقشه مذکور این وضعیت اعمال نشده است. نکته حائز اهمیت درباره این عنصر و نقشه موقعیت آنومالی های این عنصر با عناصر طلا، Sb، Bi و As منطبق نبودن و آنومالی های عنصر Hg از نظر جغرافیایی با این گروه از عناصر است.

#### ۴-۱-۶- انتشار عنصر Cu

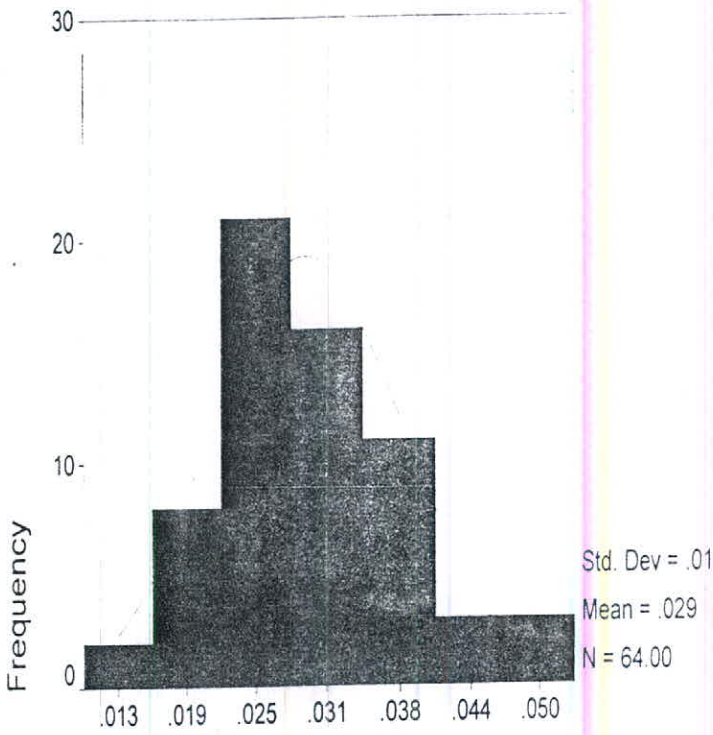
این عنصر با کمترین مقدار 20.2 ppm و بیشترین مقدار 41.9 ppm دارای توزیعی تقریباً نرمال در محدوده مورد مطالعه می باشد. شکل ۴-۶- هیستوگرام این عنصر را نشان می دهد. منحنی توزیع فراوانی تجمعی این عنصر (ضمیمه یک) نشان دهنده یک توزیع به صورت خط راست و پیوستگی مناسب می باشد. ضریب تغییرات این عنصر ۱۷٪ است و مقدار میانگین و انحراف معیار آن به ترتیب برابر 32 ppm و 52 می باشد. براین اساس می توان مقادیر آنومالی های سه گانه این عنصر را در منطقه به صورت زیر بدست آورد:

آنومالی درجه یک  $X > 48.7 \text{ ppm}$

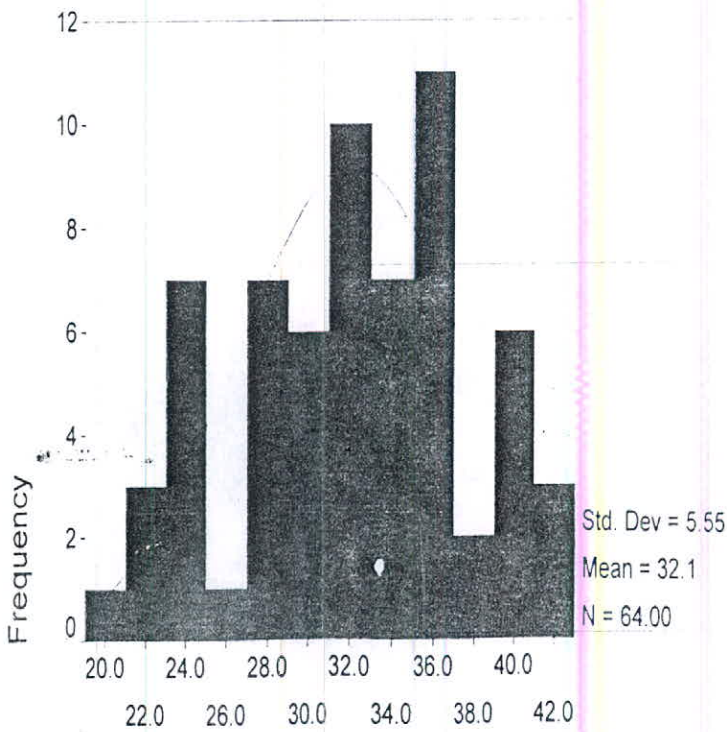
آنومالی درجه دو  $43.2 < X < 48.7 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سه  $37 < X < 43.2 \text{ ppm}$

با مقایسه مقادیر بدست آمده از آنومالی های این عنصر و نمونه های مورد مطالعه و همچنین نقشه آنومالی شمار ۶ پیوست ملاحظه می گردد. کلیه آنومالی های این عنصر نیز از نوع سوم است و از لحاظ پراکندگی علاوه بر جنوب محدوده شمال غرب نیز گسترش دارند. آنومالی های این عنصر در قسمت شمال غرب بر آنومالی های گروه طلا و آرسنیک منطبق است که به عنوان مثال می توان نمونه های S47 و S48 را ذکر کرد. ولی در قسمت جنوب به جز نمونه S22، آنومالی های مس از گسترش چشمگیری برخوردار است و انطباق کمتر دیده می شود. خاطر نشان می سازد در تهیه نقشه های آنومالی این عنصر مقداری تقریبی به جهت وضوح بیشتر اعمال شده است.



شکل - ۴-۵- هیستوگرام عنصر Hg در محدوده مورد مطالعه



شکل - ۴-۶- هیستوگرام عنصر Cu در منطقه مورد مطالعه

### ۴-۱-۷- انتشار عنصر Pb

عنصر Pb دارای مقادیر متوسط 32.3 ppm و انحراف معیار 7.4 می باشد. کمترین مقدار و بیشترین مقدار آن به ترتیب برابر 10.1 ppm و 44.6 ppm می باشد. هیستوگرام شکل ۴-۷- نمودار توزیع فراوانی این عنصر را نشان می دهد که دارای توزیعی تقریباً نرمال است. نمودار توزیع فراوانی تجمعی آن تقریباً با یک شکستگی به صورت خط راست و پیوسته است (ضمیمه یک). ضریب تغییرات این عنصر در این توزیع برابر ۲۲٪ می باشد.

با توجه به موارد فوق می توان مقادیر آنومالی های این عنصر را به شرح زیر ملاحظه نمود:

آنومالی درجه اول  $X > 54.6 \text{ ppm}$

آنومالی درجه دو  $47.3 < X < 54.6 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سه  $39.8 < X < 47.3 \text{ ppm}$

همانگونه که از نقشه شماره ۷ پیوست مشاهده می گردد و با توجه به محاسبات انجام شده،

تمامی آنومالی های دیده شده در منطقه برای عنصر Pb از درجه سوم می باشد. چنانچه این مقادیر را

با کمی تقریب به عنوان مثال تا حد 38 ppm در شروع آنومالی ها در نظر بگیریم باز هم آنومالی های

درجه دوم نیز هویدا نخواهد شد. در هر صورت آنومالی های این عنصر یک قسمت در جنوب و قسمت

دیگر در شمال منطقه واقع است. آنومالی هایی که در جنوب محدوده تمرکز دارند به خوبی با

آنومالی های مس از نظر جغرافیایی همپوشانی دارد. ولی آنومالی های این عنصر به طور کلی با بقیه

عناصر مورد بحث تاکنون هیچگونه همبستگی جغرافیایی ندارد.

## ۴-۱-۸- انتشار عنصر Mo

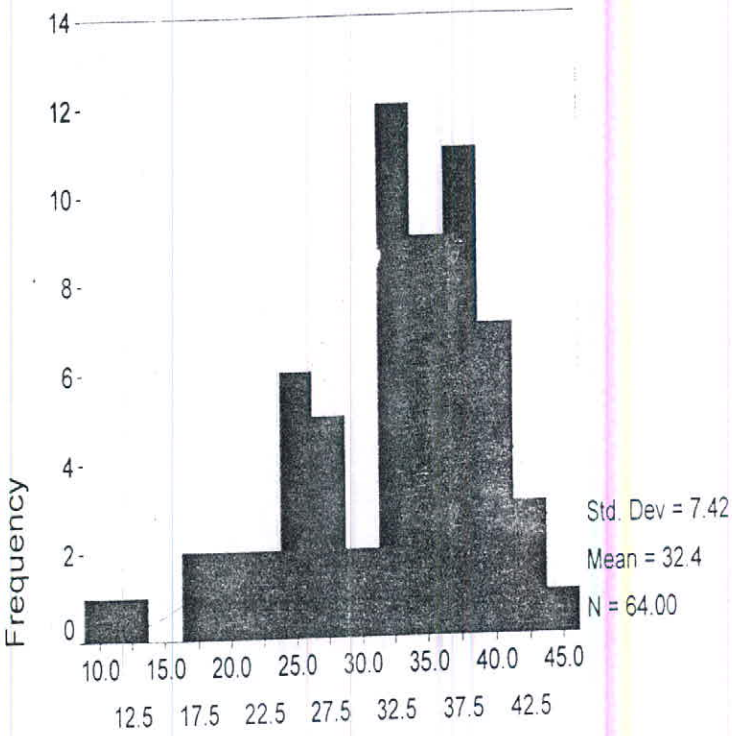
انتشار عنصر Mo در محدوده مورد مطالعه به صورت نرمال است (شکل ۴-۸). این امر با توجه به منحنی توزیع فراوانی تجمعی آن که به صورت پیوسته و یک خط راست است کاملاً مشاهده می گردد (ضمیمه یک). مقدار میانگین، کمترین و بیشترین به ترتیب برابر 0.98 ppm ، 0.54 ppm ، 1.34 ppm می باشد. با توجه به مقدار انحراف معیار (0.16) این عنصر می توان مقادیر آنومالی های سه گانه را به ترتیب زیر حساب کرد:

آنومالی درجه اول  $X > 1.45 \text{ ppm}$

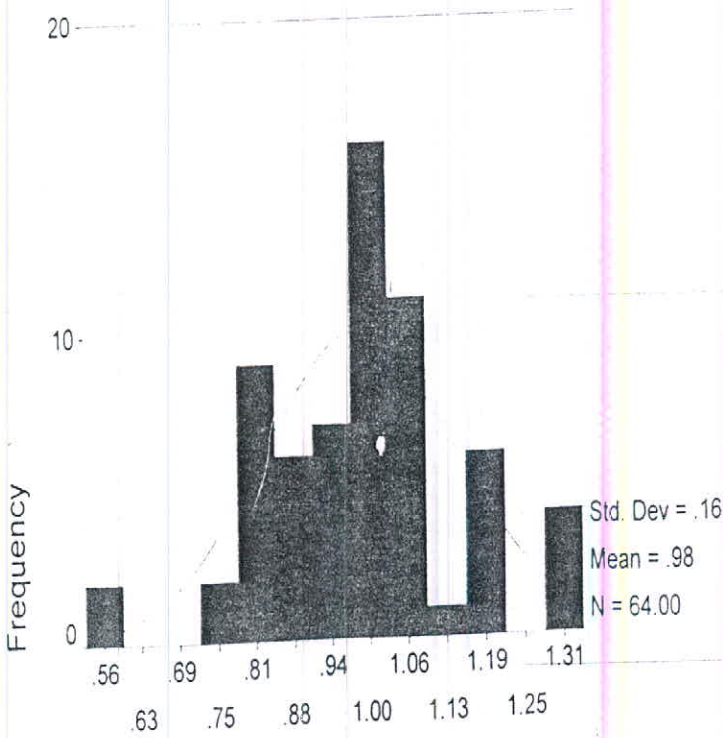
آنومالی درجه دوم  $1.3 < X < 1.45 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سوم  $1.15 < X < 1.3 \text{ ppm}$

با توجه به نقشه آنومالی مربوط به عنصر Mo (نقشه شماره ۸) در پیوست شماره یک ملاحظه می گردد که آنومالی های این عنصر هم از نوع درجه سه و هم از نوع درجه دوم می باشد. آنومالی های درجه دوم این عنصر مربوط به نمونه های S35 ، S49 و S510 است که بیشتر در غرب محدوده متمرکز می باشند. بقیه آنومالی های درجه سوم همبستگی جغرافیایی خوبی را با این نمونه ها نشان می دهند. محل آنومالی های نمونه های S45 و S46 این عنصر با آنومالی طلا همبستگی جغرافیایی نشان می دهد و در بقیه موارد این همبستگی های آنومالی ها با دیگر عناصر زیاد نیست.



شکل ۴-۷- هیستوگرام عنصر Pb در محدوده مورد مطالعه



شکل ۴-۸- هیستوگرام عنصر Mo در محدوده مورد مطالعه



#### ۴-۱-۹- انتشار عنصر Ag

ماهیت توزیع عنصر Ag در محدوده مورد مطالعه به صورت نرمال است . شکل (۴-۹) نحوه توزیع این عنصر را نشان می دهد . همانطور که از شکل مشخص می شود چنانچه نمونه Outlier آن را حذف نماییم ، این توزیع ماهیت نرمال خود را بهتر نشان می دهد . در هر صورت این عنصر دارای مقدار حداقلی برابر 0.032 ppm و حداکثر مقداری برابر 0.53 ppm است . مقدار متوسط این عنصر برابر 0.078 ppm و انحراف معیار آن برابر 0.017 با ضریب تغییرات ۲۱٪ می باشد . منحنی توزیع فراوانی تجمعی این عنصر به صورت پیوسته و خط راست می باشد که نشان دهنده نرمال بودن آن است . با توجه به مطالب فوق می توان آنومالی های این عنصر را به صورت زیر نشان داد .

آنومالی درجه اول  $X > 0.6 \text{ ppm}$

آنومالی درجه دوم  $0.112 < X < 0.13 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سوم  $0.45 < X < 0.112 \text{ ppm}$

نقشه آنومالی شماره ۹ پیوست تمرکز آنومالی های این عنصر را در مرکز جنوب و شمال محدوده نشان می دهد که همانگونه که مشخص است این عنصر دارای آنومالی درجه یک می باشد که مربوط به نمونه S45 است . این نمونه بر آنومالی درجه دوم طالا منطبق است و همچنین آنومالی های درجه سوم این عنصر با آنومالی درجه سوم مولیدن و مس در دو نقطه انطباق دارد .

#### ۴-۱-۱۰- انتشار عنصر Zn

انتشار عنصر روی در منطقه نرمال است شکل (۴-۱۰) . منحنی فراوانی تجمعی این عنصر در محدوده نیز این امر را تایید می کند (ضمیمه شماره یک) . این عنصر در محدوده دارای حداقل و

حداکثر و میانگینی برابر با 89 ppm، 37 ppm و 108 ppm می باشد. ضریب تغییرات ۹/۵٪ و انحراف معیار آن برابر 10.39 می باشد. با توجه به موارد فوق می توان مقادیر آنومالی را به شرح زیر بیان کرد:

آنومالی درجه اول  $X > 140 \text{ ppm}$

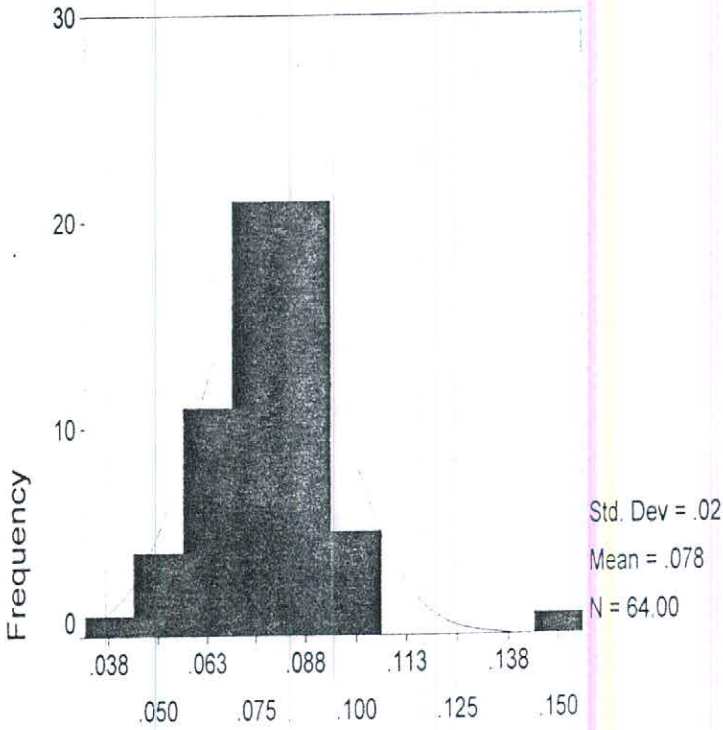
آنومالی درجه دوم  $120 < X < 140 \text{ ppm}$

آنومالی درجه سوم  $119 < X < 129 \text{ ppm}$

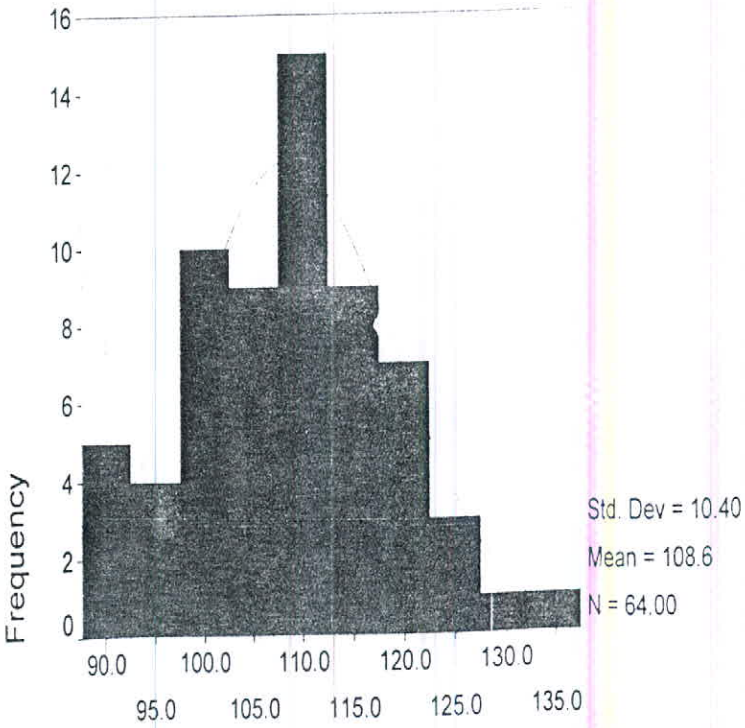
نقشه آنومالی شماره ۱۰ پیوست وضعیت آنومالی های این عنصر را نشان می دهد، همانطور که ملاحظه می گردد این عنصر دارای آنومالی های درجه دوم و سوم است. آنومالی های درجه دوم این عنصر در سمت شرق محدوده واقع شده است. در حالی که گسترش آنومالی های درجه سوم در شرق و غرب محدوده دیده می شود. آنومالی های این عنصر در شرق محدوده با هیچ یک از عناصر انطباق ندارد در حالیکه در غرب محدوده، آنومالی های این عنصر با آنومالی های درجه دوم Hg و درجه اول Ba انطباق نشان داده است.

#### ۴-۱-۱۱- انتشار عنصر Ba

آخرین عنصری که در محدوده مورد بررسی قرار می گیرد عنصر Ba می باشد که توزیع این عنصر با توجه به اینکه خارج از نمونه های outliez نرمال می باشد، منحنی توزیع فراوانی آن یک خط راست و پیوستگی خوب نشان می دهد (شکل ۴-۱۱). حداقل مقدار این عنصر برابر 394 ppm و حداکثر مقدار آن 723 ppm است. مقدار متوسط آن 514 ppm و انحراف معیار آن 64.9 است. آنومالی این عنصر به شرح زیر است:



شکل ۴-۹- هیستوگرام عنصر Ag در محدوده مورد مطالعه



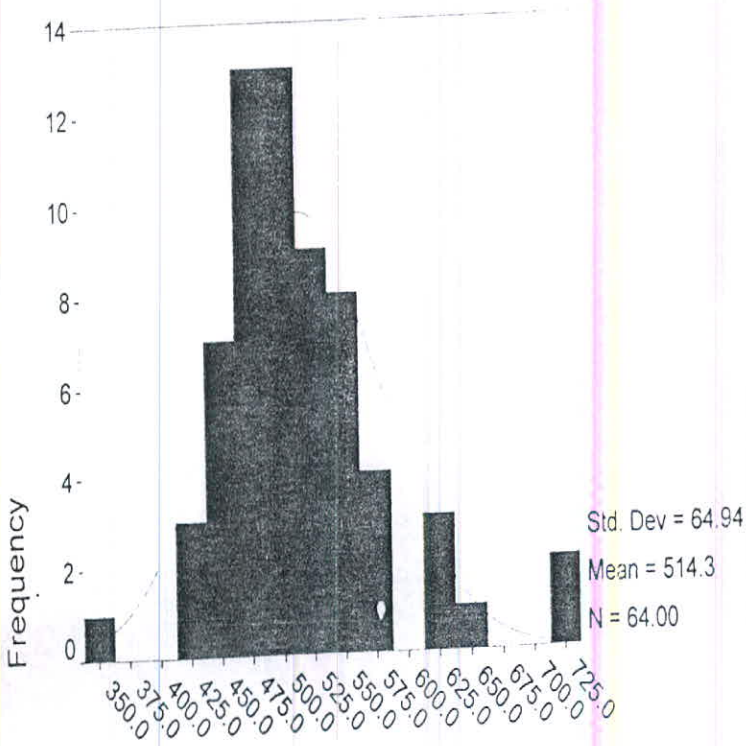
شکل ۴-۱۰- هیستوگرام عنصر Zn در محدوده مورد مطالعه

$X > 710$  ppm      آنومالی درجه اول

$645 < X < 710$  ppm      آنومالی درجه دوم

$580 < X < 645$  ppm      آنومالی درجه سوم

همانگونه که از نقشه شماره ۱۱ آنومالی مشخص است این عنصر دارای آنومالی درجه اول و دوم و سوم می باشد . آنومالی های درجه اول مربوط به نمونه های S53 و S39 می باشد و در قسمت غرب محدوده گسترش دارد . همانطور که گفته است آنومالی های عنصر Ba با آنومالی های Hg و Zn انطباق نشان داده است .



شکل ۴-۱۱- هیستوگرام عنصر Ba در محدوده مورد مطالعه

جدول ۴-۲- طبقه بندی درجات سه گانه آنومالی های عنصر

عناصر	ANOMALY	ANOMALY	ANOMALY	شماره نقشه آنومالی
	I	II	III	
Au(ppb)	> 3	2.5-3	2-2.5	1
As(ppm)	> 19.1	16.4 - 19.1	13.6 - 16.4	2
Sb(ppm)	> 1.05	0.9 - 1.05	0.75 - 0.9	3
Bi(ppm)	> 0.64	0.54 - 0.64	0.42 - 0.54	4
Hg(ppm)	> 0.054	0.046-0.054	0.037-0.046	5
Cu(ppm)	> 48.7	43.2 - 48.7	37 - 43.2	6
Pb(ppm)	> 54.6	47.3 - 54.6	39.8 - 47.3	7
Mo(ppm)	> 1.45	1.3 - 1.45	1.15 - 1.3	8
Ag(ppm)	> 0.13	0.112 - 0.13	0.095 - 0.112	9
Hg(ppm)	> 140	129-140	119-129	10
Ba(ppm)	> 710	645 - 710	580 - 645	11

## ۴-۲- تعبیر و تفسیر

یکی از پارامترهای تعیین روابط ژنتیکی بین عناصر کانسار ساز و سنگ ساز محاسبات تعیین ضرایب همبستگی بین عناصر و یا گروه های مختلف از عناصر می باشد . براساس اصول تفریق ماگمایی و به ویژه تفریق عناصر کانسارساز از محلول هیدروترمال و یا توده اصلی ماگمایی ، مجموعه عناصری که از نقطه نظر خواص شیمیایی و فیزیکی وجه مشترک دارند در موقع جدایش و تفریق با یکدیگر به صورت گروهی عمل کرده و از محلول هیدروترمال اشتقاق پیدا می نمایند . این گروه از عناصر را عناصر هم خانواده می نامند . علاوه بر همبستگی های ژنتیکی ، در محیط های ثانویه می تواند اختلاط هایی از عوامل مکانیکی نیز در همبستگی عناصر دخیل شود که تحلیل همبستگی های عنصری در این محیط ها را مشکل می سازد . بنابراین بایستی دقت لازم در این خصوص به عمل آید.

در منطقه مورد مطالعه دونوع محاسبات همبستگی به عمل آمده است . محاسبات همبستگی خطی و خوشه ای و به علاوه به منظور تایید نتایج و تفاسیر اخذ شده محاسبات فاکتوری نیز به منظور مشخص شدن روندهای پارائزنی عناصر بدست آمده اند که درباره آن توضیح داده می شود.

### ۴-۲-۱- همبستگی ها

براساس محاسبات همبستگی خطی همانگونه که در جدول (۴-۳) ملاحظه می گردد ، همبستگی بین عناصر از نوع مثبت و منفی می باشد. اگر چنانچه از ابتدای ماتریس همبستگی به عناصر دقت نمائیم ملاحظه می شود که گروه عناصر Au, As, Sb, Bi و Cu با تمامی عناصر به جز در سه عنصر Hg, Zn و Ba همبستگی مثبت و تقریباً قوی دارند که این خود نشان دهنده وجود حداقل دو گروه از عناصر در منطقه می باشد عنصر Pb را نیز با توجه به

جدول ۴-۳- ماتریس همبستگی عناصر مورد مطالعه در کل منطقه

Correlations

	AU	AS	SB	BI	HG	GU	PB	MO	AG	ZN	BA
AU	1.000	.482*	.519*	.428*	-.281*	.384*	.076	.101	.275*	-.334*	-.228
AS	.482*	1.000	.885*	.920*	-.168	.742*	.747*	.305*	.401*	-.292*	-.348*
SB	.519*	.885*	1.000	.821*	-.269*	.684*	.560*	.298*	.363*	-.439*	-.357*
BI	.428*	.920*	.821*	1.000	-.201	.679*	.741*	.235	.302*	-.234	-.391*
HG	-.281*	-.168	-.269*	-.201	1.000	-.126	.008	-.011	.166	.158	.186
GU	.384*	.742*	.684*	.679*	-.126	1.000	.641*	.358*	.505*	-.044	-.215
PB	.076	.747*	.560*	.741*	.008	.641*	1.000	.213	.506*	.003	-.276*
MO	.101	.305*	.298*	.235	-.011	.358*	.213	1.000	.413*	.092	-.114
AG	.275*	.401*	.363*	.302*	.166	.505*	.506*	.413*	1.000	-.036	-.133
ZN	-.334*	-.292*	-.439*	-.234	.158	-.044	.003	.092	-.036	1.000	.337*
BA	-.228	-.348*	-.357*	-.391*	.186	-.215	-.276*	-.114	-.133	.337*	1.000

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

همبستگی صفر نسبت به Hg و Zn و همبستگی منفی با Ba سی توان جز گروه اول این عناصر قرار داد. عنصر طلا که از جمله مهمترین عناصر مورد مطالعه در این طرح بوده است با عناصر پارازنز خود نظیر As ، Sb ، Bi دارای همبستگی های مثبت و متوسط است .

در حالی که عنصر As قویترین همبستگی های مثبت را با عناصر Sb ( $r = 0.88$ ) و Bi ( $r = 0.920$ ) و پس از آن با Cu ( $r = 0.742$ ) و Pb ( $r = 0.747$ ) می سازد . عنصر Ag که یکی دیگر از عناصر مهم در محدوده بوده است، تنها با Zn و Ba همبستگی منفی دارد قویترین همبستگی مثبت این عنصر با دو عنصر Pb ( $r = 0.506$ ) و Cu ( $r = 0.505$ ) می باشد.

عنصر Mo در محدوده با هیچ یک از عناصر همبستگی قوی نشان نمی دهد این عنصر در حالی که با دو عنصر Hg و Ba همبستگی منفی دارد با عنصر Zn همبستگی اش در حد صفر است . قویترین همبستگی آن مربوط به عنصر Ag ( $r = 0.4$ ) است .

با توجه به همبستگی های بدست آمده و نقشه های آنومالی پیوست ملاحظه می گردد که برای سه عنصر Ba ، Zn و Hg نقشه های آنومالی در غرب منطقه این انطباق و همبستگی را نشان می دهد. همچنین برای عناصر Bi ، Sb ، As و Au نیز نقشه های آنومالی در قسمت شمال و در یک قسمت کوچک در جنوب محدوده انطباقی مطابق با این همبستگی نشان می دهد .

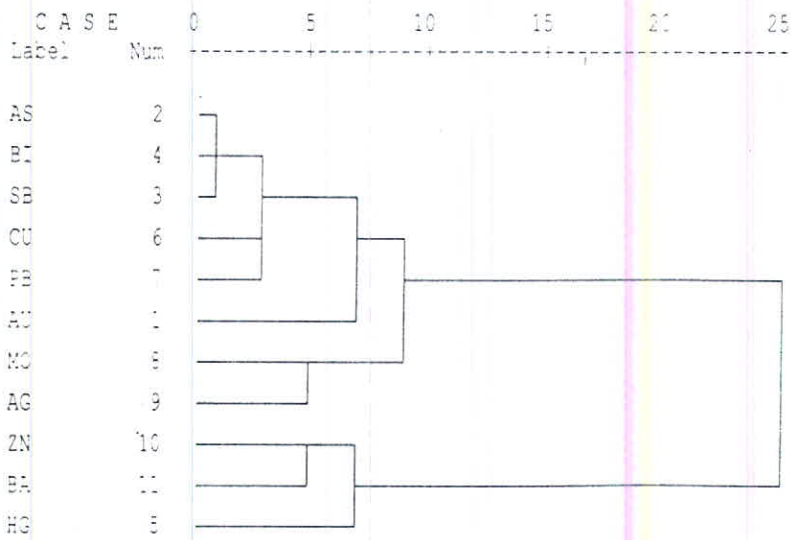
همبستگی های عناصر در منطقه به وسیله آنالیز خوشه ای نیز محاسبه شده است که شکل های (۴-۱۲) و (۴-۱۳) نشان دهنده نمودارهای کلاستر این محاسبات است . همانطور که ملاحظه می شود در هر دو این نمودارها شاهد دو گروه از عناصر هستیم . گروه اول شامل عناصر As ، Bi ، Sb ، Cu ، Pb و Au است که دو عنصر Mo و Ag نیز به آن اضافه می گردد . سه عنصر اول این



\*\*\*\*\* HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS \*\*\*\*\*

Dendrogram using Ward Method

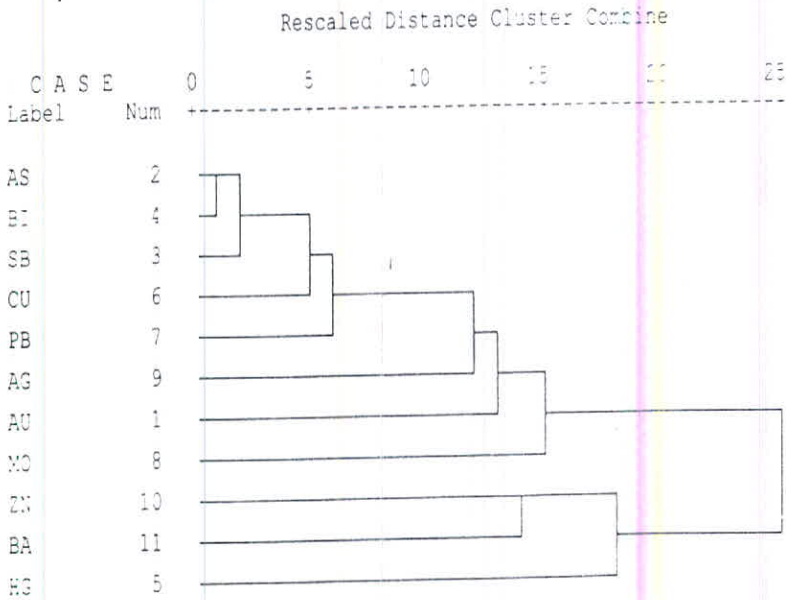
Rescaled Distance Cluster Combine



شکل ۴-۱۲- دندروگرام عناصر در کل منطقه به روش Ward

\*\*\*\*\* HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS \*\*\*\*\*

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



شکل ۴-۱۳- دندروگرام عناصر در کل منطقه به روش Between groups

گروه شامل As ، Bi و Sb قویترین همبستگی ها را نشان می دهد و در گروه دوم شامل Zn ، Ba, Bi و Hg است همانطوری که ملاحظه می گردد این نمودارها و دسته های عناصر پارائنز تشکیل شده دقیقاً با همبستگی های خطی هماهنگی دارند.

به نظر می رسد گروه ازل شامل عناصر پارائنز مربوط به تیپ کانی زایی اپی ترمال طلا - نقره باشد . خاطر نشان می سازد نمودار شکل (۴-۱۲) دندروگرام عناصر را به روش Ward و نرمال شده به وسیله مقدار میانگین را نشان می دهد و نمودار شکل (۴-۱۳) دندروگرام عناصر را به روش Between groups و نرمال شده به وسیله مقدار میانگین را نشان می دهد.

#### ۴-۲-۲- محاسبات فاکتوری

با انجام محاسبات فاکتوری می توان بین مجموع، ای فراوان از متغیرهایی که به ظاهر بی ارتباط هستند ، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار نمود بدین صورت می توان روندهای پارائنز مختلف موجود در منطقه را از این طریق نیز مورد بررسی قرار داد.

در این محاسبات از روش تحلیل مولفه های اصلی استفاده شده و جهت ماکزیمم کردن ضرایب در فاکتور از تبدیل واریماکس استفاده شده است که در مجموع با انتخاب سه فاکتور می توان در حدود ۶۸٪ از تغییرات را در منطقه نشان داد. چنانچه دو فاکتور در محاسبات انتخاب گردد می توان گروه های عنصری را به طور عمده که ۶۰٪ تغییرات را در بردارد بدست آورد ولی همانطور که گفته شد و از جدول (۴-۴) مشخص است سه ترکیب حاصل شده است که ترکیب اول شامل عناصر Au, As, Sb, Bi, Cu, Pb, Ag ترکیب دوم شامل Hg, Zn, Ba و ترکیب سوم تنها شامل Mo می باشد.

## جدول ۴-۴- ترکیب های حاصل از محاسبات فاکتوری

عناصر	Component		
	1	2	3
AU	.552	-.395	.454
AS	.949	-1.553E-03	-.142
SB	.906	-.177	2.157E-03
BI	.904	-3.903E-02	-.250
HG	-.227	.570	-.211
CU	.818	.245	3.823E-02
PB	.753	.372	-.418
MO	.393	.422	.587
AG	.545	.490	.313
ZN	-.328	.651	-1.734E-02
BA	-.458	.338	.138

چنانچه دورانی به روش واریمکس به این ترکیب داده شود می توان به سه ترکیب جدید رسید که در

جدول (۴-۵) ملاحظه می گردد.

ترکیب های حاصل از این تبدیل عبارتند از گروه اول شامل As، Sb، Bi، Cu، Pb و گروه دوم شامل

Hg، Zn و Ba و گروه سوم شامل Au، Mo، Ag.

همانطور که مشاهده می گردد سه ترکیب حاصل با آنچه از آنالیز خوشه ای به دست آمده

تطابق و هماهنگی دارد، بدین شرط که ترکیب گروه اول و سوم را می توان به عنوان یک گروه

معرفی نمود این گروه بیشتر به کانی زایی نوع اپی ترمال رگه ای طلا- نقره مربوط دانست.

جدول ۴-۵- ترکیب های بدست آمده حاصل از محاسبات فاکتوری پس از تبدیل واریماکس

عناصر	Component		
	1	2	3
AU	.170	-.709	.370
AS	.873	-.308	.252
SB	.735	-.493	.261
BI	.885	-.285	.132
HG	6.087E - 03	-.648	3.084E - 02
CU	.708	-.113	.465
PB	.908	.184	.147
MO	9.508E - 02	.2.592E - 03	.817
AG	.375	.101	.696
ZN	-.166	.686	.183
BA	-.405	.412	9.908E - 02

در هر صورت با توجه به مدل های بدست آمده از کانی زایی های احتمالی و همچنین با

مقایسه ترکیب ها و همبستگی ها با نقشه های آنومالی ملاحظه می گردد که هرچند احتمال وجود

کانسارهایی از طلا، نقره و عناصر همراه وجود دارد ولی پایین بودن متوسط مقدار این عناصر در

محدوده و همچنین درجات آنومالی نشان داده شده در منطقه که همگی از درجه سه می باشد این

احتمال را تضعیف می نماید.

## ۴-۲-۳- ارتباط آنومالی ها با زمین شناسی منطقه

همانطوریکه از نقشه زمین شناسی و شرح نقشه مشخص گردید عمده ترین واحد زمین شناسی تشکیل دهنده ، واحد شیست گرگان می باشد و پس از آن واحد آندزیتی (An) در مرکز کمتر از یک چهارم آن را پوشش می دهد . از مقایسه نقشه زمین شناسی و نقشه شبکه نمونه برداری ملاحظه می گردد که از مجموع ۶۴ نمونه برداشت شده در قسمت غربی دره توسکستان ۱۰ نمونه در واحد آندزیتی قرار دارد و بقیه مربوط به واحد شیست می باشد . با توجه به نقشه های آنومالی پیوست ملاحظه می گردد که عمده ترین آنومالی های یافت شده در منطقه مربوط به واحد شیست می باشد . البته نباید از وجود نمونه های دارای حد بالاتر از آستانه در واحد آندزیتی چشم پوشی کرد . این مقادیر آنومالی بیشتر برای عناصر Cu ، Bi ، Sb ، As و Ba در این واحد دیده شده است .

حال برای بررسی اثر واحدهای سنگ شناسی بر آنومالی ها مقادیر متوسط برای هر یک از عناصر را برای دو گروه سنگی می توان با یکدیگر مقایسه نمود ( جدول ۴-۶ ) .

جدول ۴-۶- مقادیر متوسط عناصر برای دو گروه سنگی منطقه

عناصر	مقدار متوسط عناصر در واحد آندزیت	مقادیر متوسط عناصر در واحد شیست
Au	۱/۵۷	۱/۵
As	۱۰/۸۷	۱۰/۸۴
Sb	۰/۵۷۹	۰/۵۸۲
Bi	۰/۳۶	۰/۳۳
Hg	۰/۰۲۶	۰/۰۳۰
Cu	۳۳/۰۴	۳۱/۸۹
Pb	۳۲/۱۲	۳۲/۴۲
Mo	۱/۰۱۲	۰/۹۷
Ag	۰/۰۷۹	۰/۰۷۷
Zn	۱۰۵/۸	۱۰۸/۶
Ba	۵۱۱	۵۱۴/۸

چنانچه از جدول (۴-۶) مشخص است اختلاف مقادیر متوسط عناصر بین دو گروه سنگی شیبست و آندزیت چندان زیاد نیست. مقادیر متوسط عناصر Au, As, Bi, Cu, Mo, Ag و Zn برای واحد آندزیتی کمی بیشتر از شیبست می باشد و مقادیر متوسط عناصر Pb, Hg, Sb و Ba برای واحد شیبست از آندزیت بیشتر می باشد در هر حال اختلاف این مقادیر متوسط برای این دو واحد سنگی زیاد نمی باشد که می تواند نشان دهنده بی تاثیر بودن اثر واحد سنگی بر آنومالی های ژئوشیمیایی باشد.

#### ۴-۲-۴- بررسی نمونه های دامنه شرقی دره توسکستان

همانطور که از جدول ۳-۲ مشخص است پنج نمونه برداشت شده از پروفیل دامنه شرقی دره توسکستان به شماره های SL1 تا SL5 نیز مانند نمونه های دامنه غربی از حد متوسطی برخوردار است. از آنجائیکه این نمونه ها با نمونه های دامنه غربی از نظر جغرافیایی پیوستگی ندارند لذا در تهیه نقشه های آنومالی از این ناحیه این نمونه ها مورد استفاده قرار نگرفته است لذا تنها از نظر ژئوشیمیایی مقادیر این نمونه ها با نتایج حاصل از مطالعات آماری دامنه غربی قابل مقایسه است براین اساس چنانچه از جدول ۴-۷ ملاحظه می گردد، برای عنصر طلا ماکزیمم مقدار برابر 2ppb مربوط به نمونه SL1 است.

جدول ۴-۷- مقادیر ماکزیمم عناصر در پروفیل شرقی نمونه برداری

عناصر	Au	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Mo	Ag	Zn	BA
مامزیمم مقدار	2	13	0.44	0.026	37.4	40.1	1.12	0.089	103	540
شماره نمونه	SL1	SL1	SL2	SL4	SL1	SL2	SL1	SL4	SL1	SL1

که در حد آنومالی درجه سوم است برای عناصر Ag و Sb مقدار ماکزیمم مربوط به نمونه SL1 است که پایین تر از حد آنومالی درجه سوم در ناحیه است . ماکزیمم مقدار عنصر Bi برابر 0.44ppm است که به نمونه SL2 مربوط است و در حد آنومالی درجه سوم می باشد . عنصر Hg در زیر حد زمینه می باشد و نمونه های Cu و Pb در حد آنومالی درجه سوم است . نمونه های Mo ، Ag ، Zn و Ba نیز در حد زمینه قرار گرفته اند و بدین ترتیب این مقادیر نشان دهنده غنی شدگی ضعیف در این ناحیه می باشد .



نتیجه گیری و پیشنهاد

## نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به گزارش حاضر و نتایج حاصل از بررسی های اکتشاف چکشی و ژئوشیمیایی در منطقه توسکستان ملاحظه می گردد که نتایج انواع آزمایش ها و روشهای اکتشافی علاوه بر تایید یکدیگر، اساساً غنی شدگی قابل توجهی از عناصر فلزی و غیرفلزی در محدوده مورد مطالعه را نشان نمی دهد . مهمترین برنامه اکتشافی انجام شده در محدوده یعنی بررسی هاله های لیتوزئوشیمیایی ثانویه و روش بررسی خاکها در منطقه با ۶۴ نمونه در غرب دره توسکستان و همچنین پروفیل نمونه برداری شده از خاک در شرق دره توسکستان و نتایج حاصل از آن و در نهایت مطالعات آماری انجام شده بر روی این نمونه ها حاکی از وجود مناطق آنومالی ضعیفی می باشد که از لحاظ پاراژنز و عنصری از دقت مناسبی برخوردار بوده و مشخص کننده حضور نوعی حد زمینه بالایی برای عناصر باشد که در نهایت به حد عیار های اقتصادی نرسیده است .

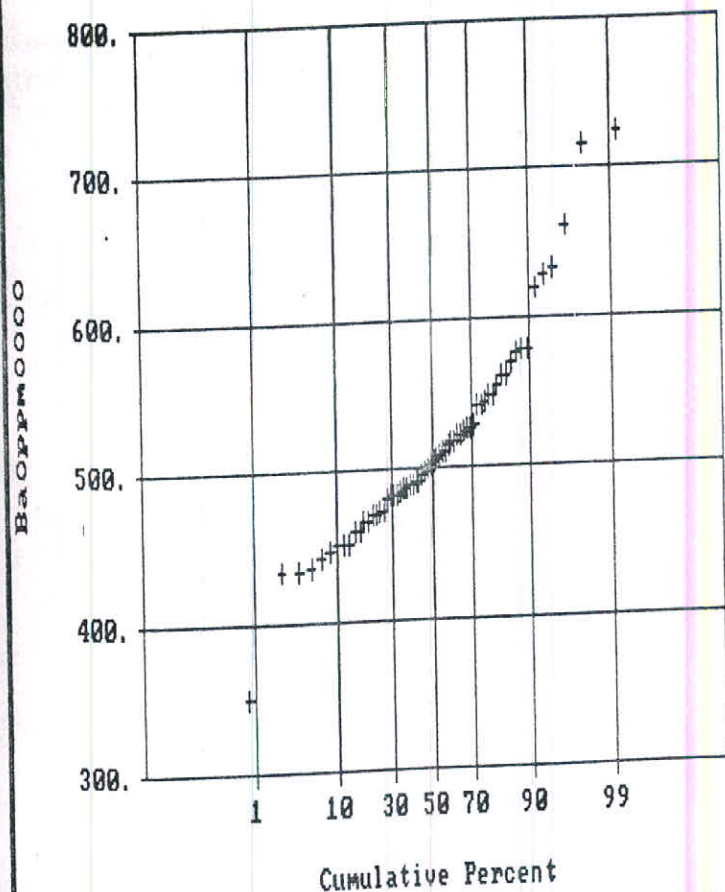
به علاوه در کنار این مطالعات ۱۰ نمونه سنگی جهت مطالعات پتروگرافی و ۵ نمونه از رسوبات آبراهه ای و ۵ نمونه آنالیز از نمونه های سنگی نیز صورت پذیرفته است که هیچ یک در بردارنده نتیجه مناسبی نبوده است. بنابراین می توان گفت این محدوده از نظر وجود عناصر با ارزش نظیر طلا و دیگر عناصر فلزی فاقد ارزش اقتصادی می باشد.

# ضمیمه یک

نمودارهای فراوانی تجمعی عناصر

Normal Probability Plot for BaOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics



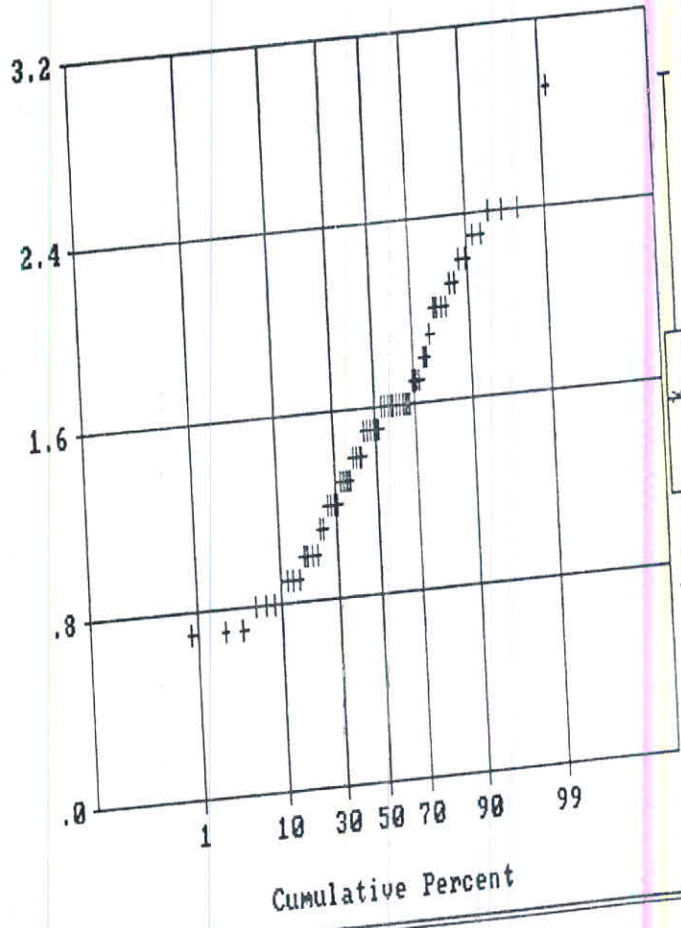
N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	514.266
Variance:	4216.833
Std. Dev:	64.937
% C.V. :	12.627
Skewness:	1.015
Kurtosis:	5.030
Minimum :	349.000
25th % :	473.000
Median :	504.000
75th % :	541.000
Maximum :	723.000

Normal Probability Plot for AuOppb0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

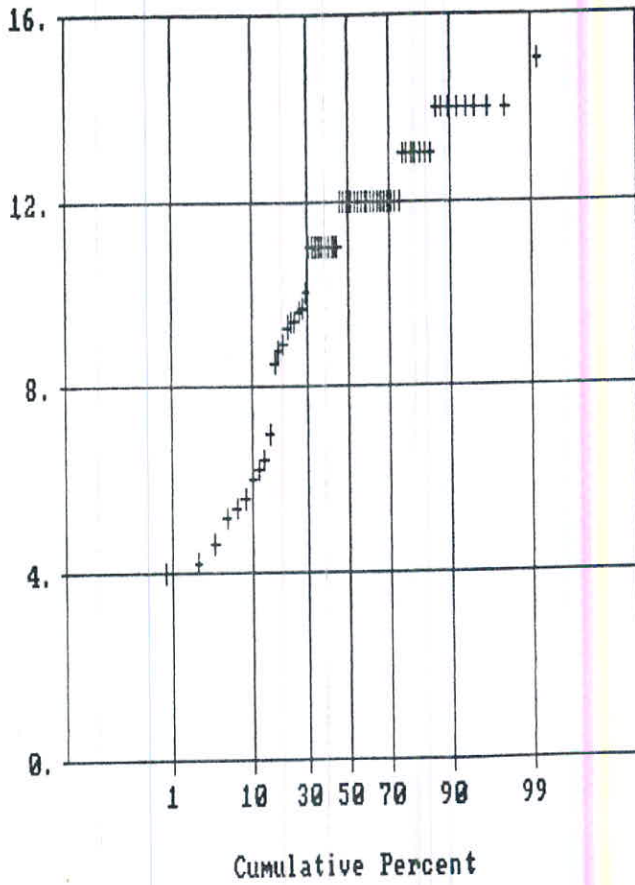
N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	1.511
Variance:	.250
Std. Dev:	.500
% C.V. :	33.105
Skewness:	.368
Kurtosis:	2.691
Minimum :	.700
25th % :	1.100
Median :	1.500
75th % :	1.800
Maximum :	2.900

AuOppb0000



Normal Probability Plot for A5Oppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

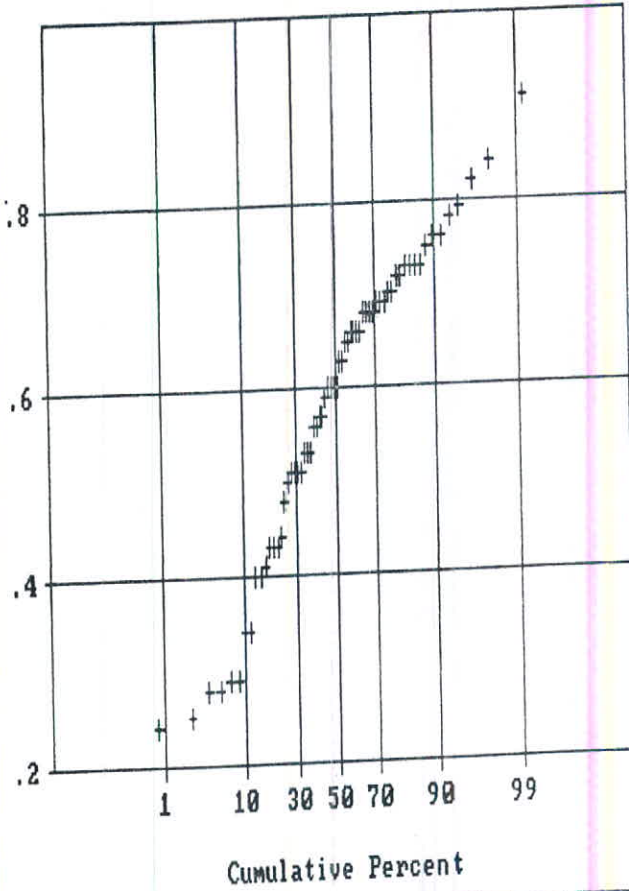


N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	10.847
Variance :	7.575
Std. Dev :	2.752
% C.V. :	25.374
Skewness :	-1.017
Kurtosis :	3.178
Minimum :	4.000
25th % :	9.400
Median :	12.000
75th % :	12.000
Maximum :	15.000

Normal Probability Plot for SbOppm0000  
Data file: geo-tosk.geo

Statistics

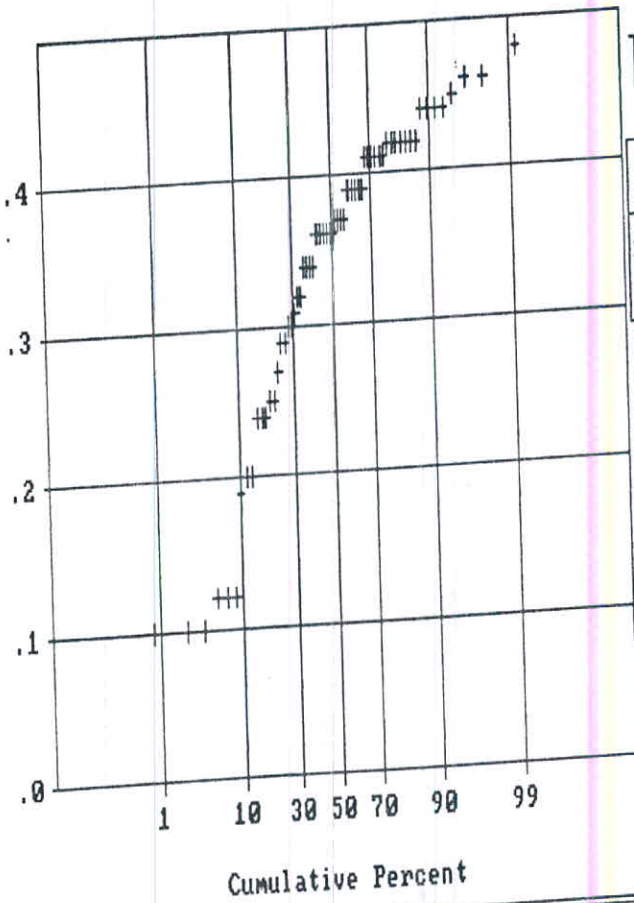
SbOppm0000



N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	.582
Variance:	.025
Std. Dev:	.159
% C.V. :	27.376
Skewness:	-.454
Kurtosis:	2.467
Minimum :	.240
25th % :	.480
Median :	.600
75th % :	.690
Maximum :	.910

Normal Probability Plot for BiOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

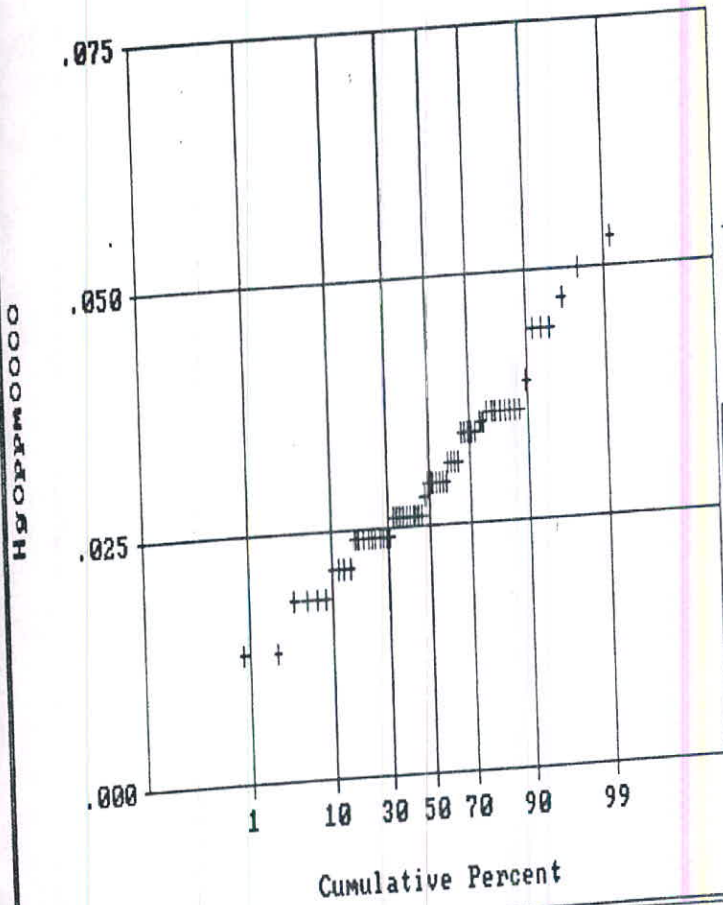


N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	.337
Variance:	.010
Std. Dev:	.100
% C.V. :	29.805
Skewness:	-1.009
Kurtosis:	3.129
Minimum :	.100
25th % :	.290
Median :	.360
75th % :	.410
Maximum :	.480



Normal Probability Plot for HgOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics



N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	.029
Variance:	.000
Std. Dev:	.008
% C.V. :	28.035
Skewness:	.588
Kurtosis:	3.415
Minimum :	.013
25th % :	.024
Median :	.029
75th % :	.035
Maximum :	.053

Normal Probability Plot for CuOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

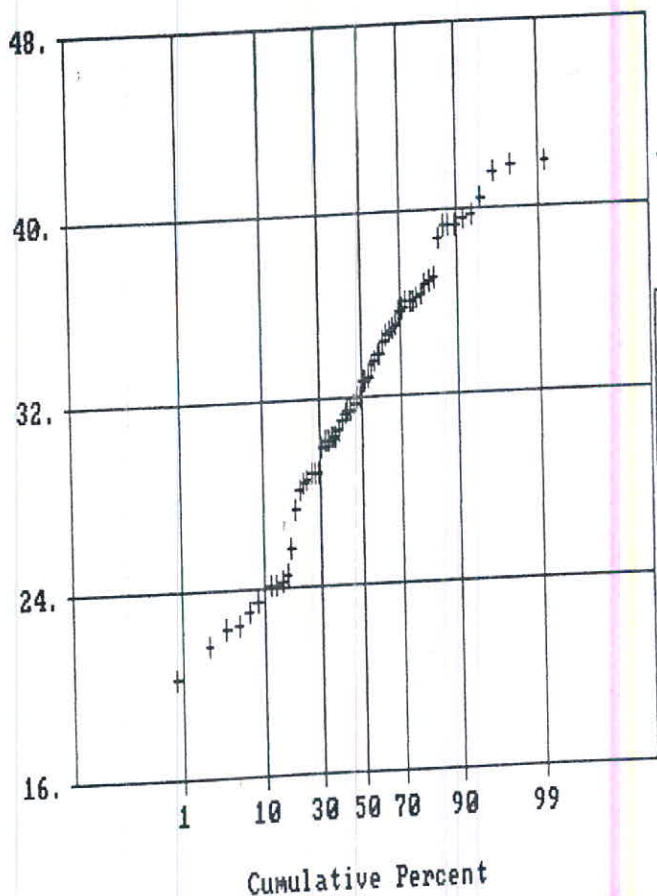
Statistics

N Total : 64  
 N Miss : 0  
 N Used : 64

Mean : 32.075  
 Variance: 30.836  
 Std. Dev: 5.553  
 % C.V. : 17.313  
 Skewness: -.251  
 Kurtosis: 2.266

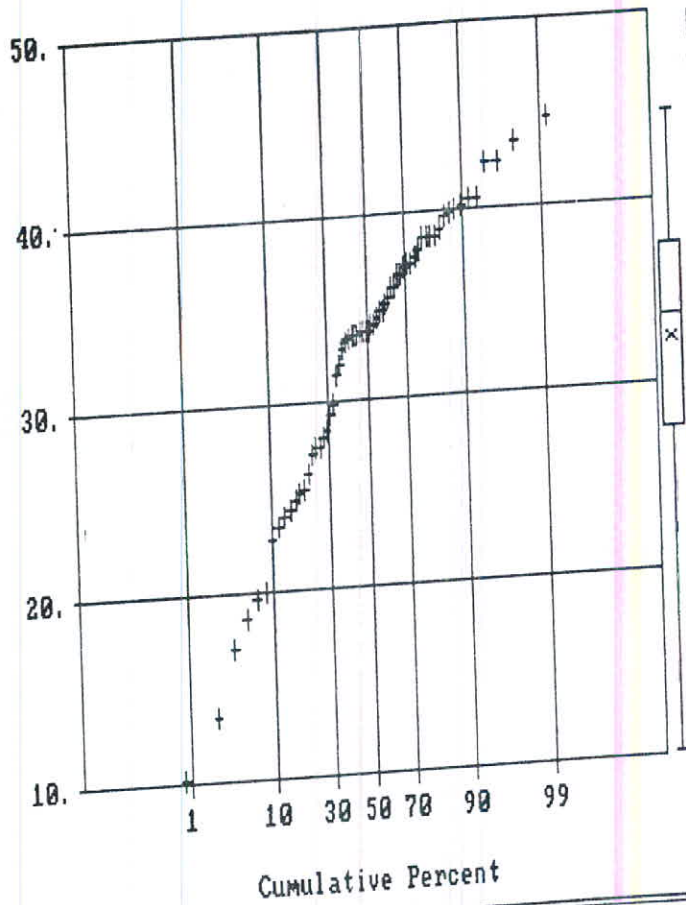
Minimum : 20.200  
 25th % : 28.600  
 Median : 32.400  
 75th % : 36.100  
 Maximum : 41.900

CuOppm0000



Normal Probability Plot for PbOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

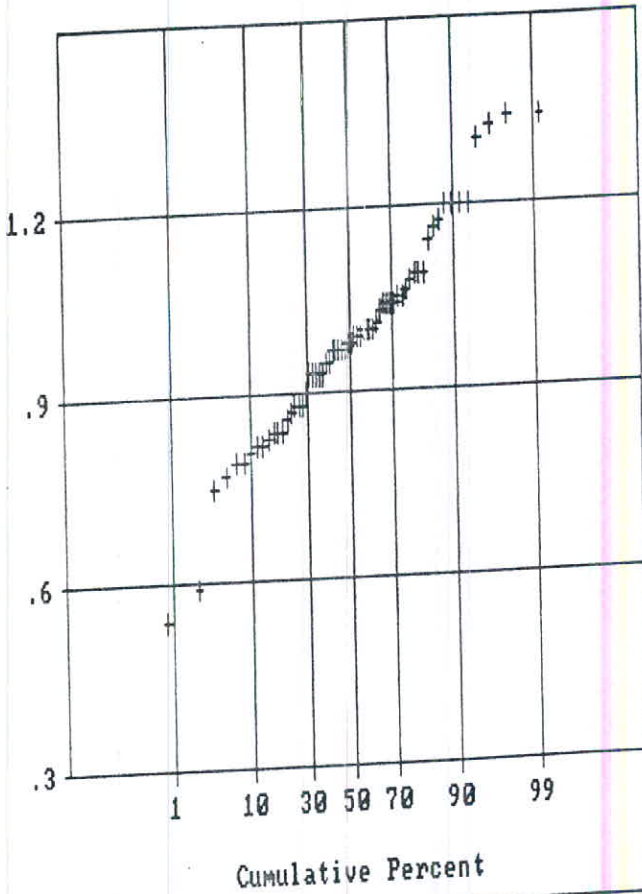


N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	32.377
Variance:	55.128
Std. Dev:	7.425
% C.V. :	22.933
Skewness:	-.884
Kurtosis:	3.410
Minimum :	10.100
25th % :	27.600
Median :	33.700
75th % :	37.500
Maximum :	44.600

Normal Probability Plot for MoOppw0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

MoOppw0000

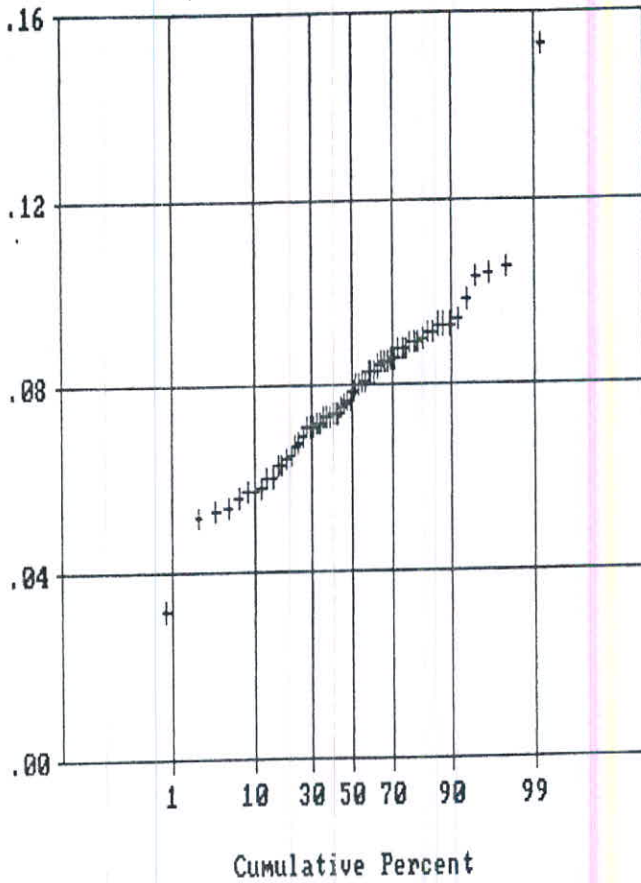


N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	.983
Variance:	.025
Std. Dev:	.159
% C.V. :	16.215
Skewness:	.024
Kurtosis:	3.569
Minimum :	.540
25th % :	.880
Median :	.980
75th % :	1.050
Maximum :	1.340

Normal Probability Plot for AgOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

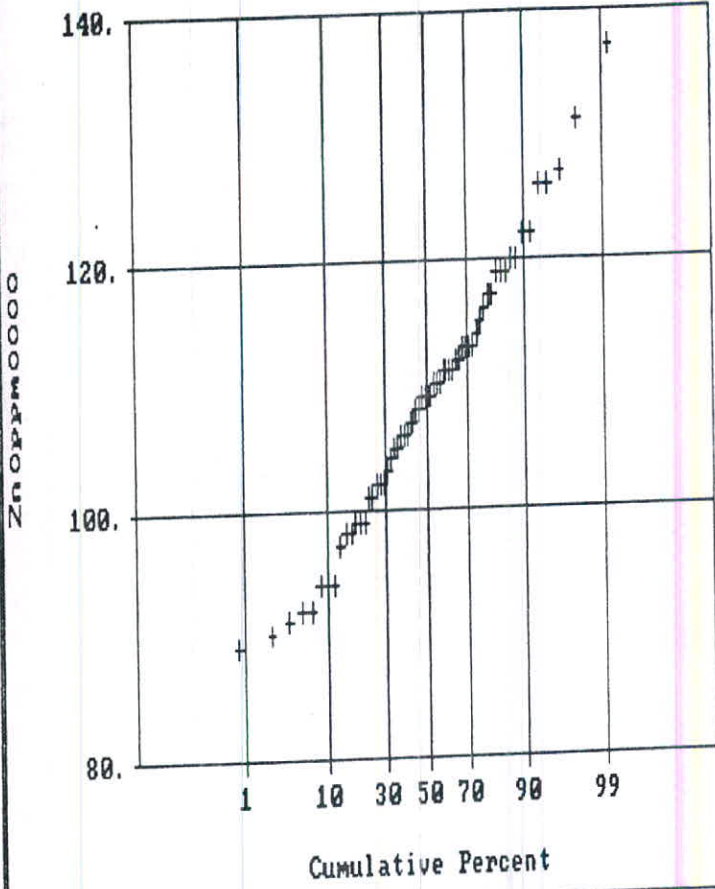
AgOppm0000



N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	.078
Variance:	.000
Std. Dev:	.017
% C.V. :	21.885
Skewness:	.944
Kurtosis:	7.591
Minimum :	.032
25th % :	.068
Median :	.078
75th % :	.088
Maximum :	.153

Normal Probability Plot for ZnOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

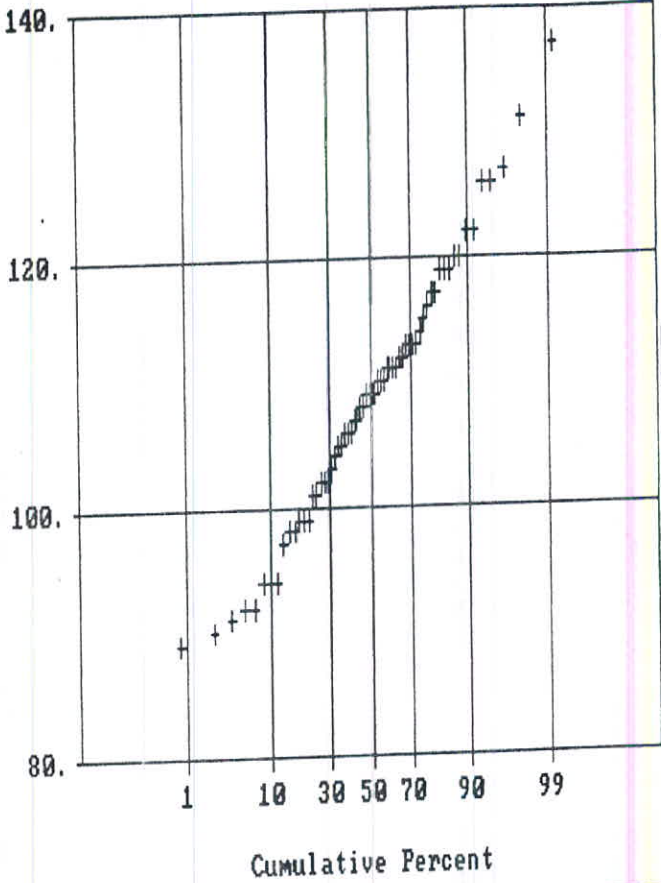


N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	108.625
Variance:	108.079
Std. Dev:	10.396
% C.V. :	9.571
Skewness:	.247
Kurtosis:	2.876
Minimum :	89.000
25th % :	101.000
Median :	109.000
75th % :	114.000
Maximum :	137.000

Normal Probability Plot for ZnOppm0000  
 Data file: geo-tosk.geo

Statistics

ZnOppm0000



N Total :	64
N Miss :	0
N Used :	64
Mean :	108.625
Variance:	108.079
Std. Dev:	10.396
% C.V. :	9.571
Skewness:	.247
Kurtosis:	2.876
Minimum :	89.000
25th % :	101.000
Median :	109.000
75th % :	114.000
Maximum :	137.000

پیوست  
نقشه های آنومالی





GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

ANOMALIES

	2-2.5 PPb	THIRD CLASS
	2.5-3 PPb	SECOND CLASS
	>3 PPb	FIRST CLASS

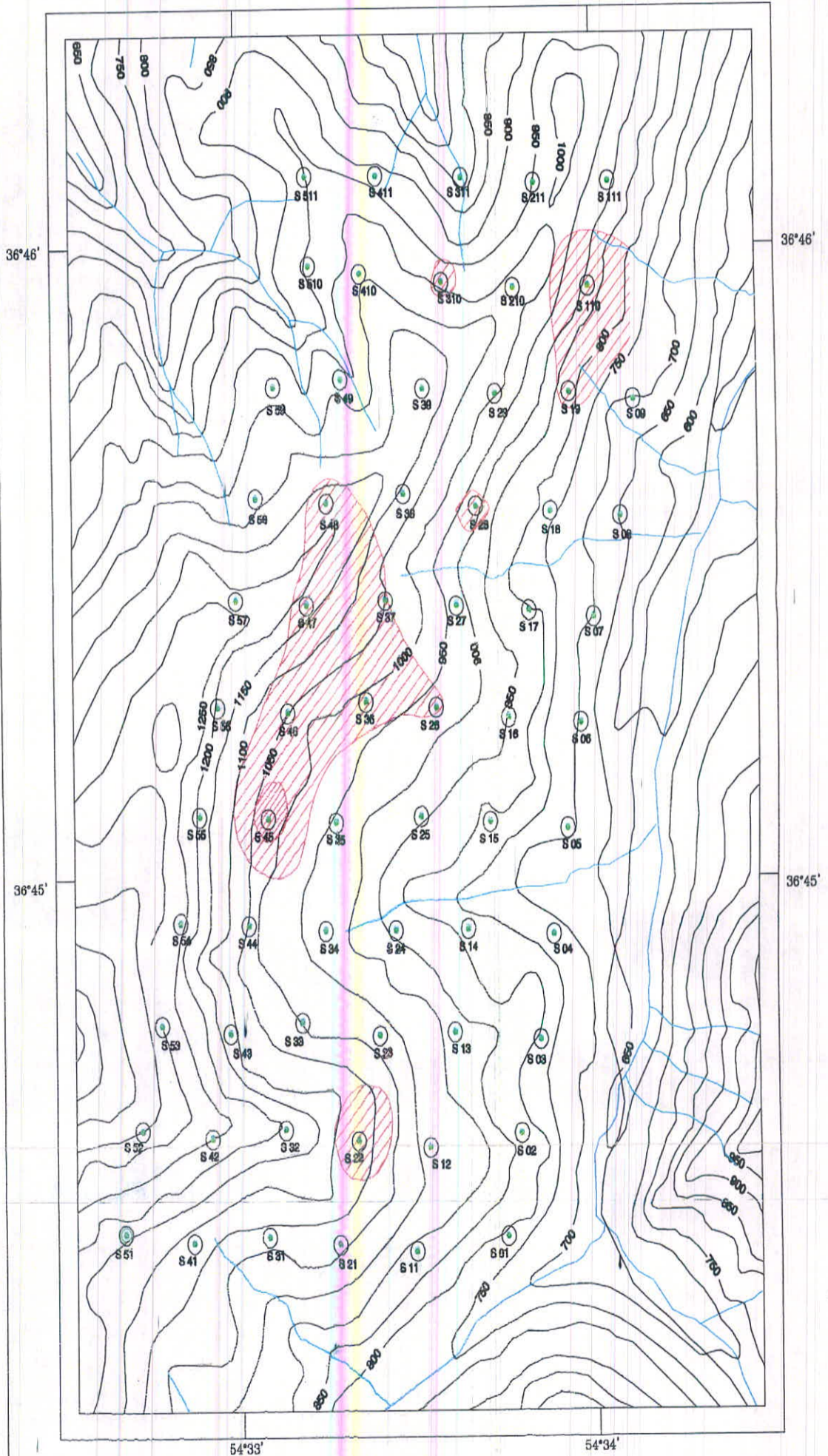
SYMBOLS

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILLAGE
	SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO: 1



ANOMALIES CLASSIFICATION OF Au





GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

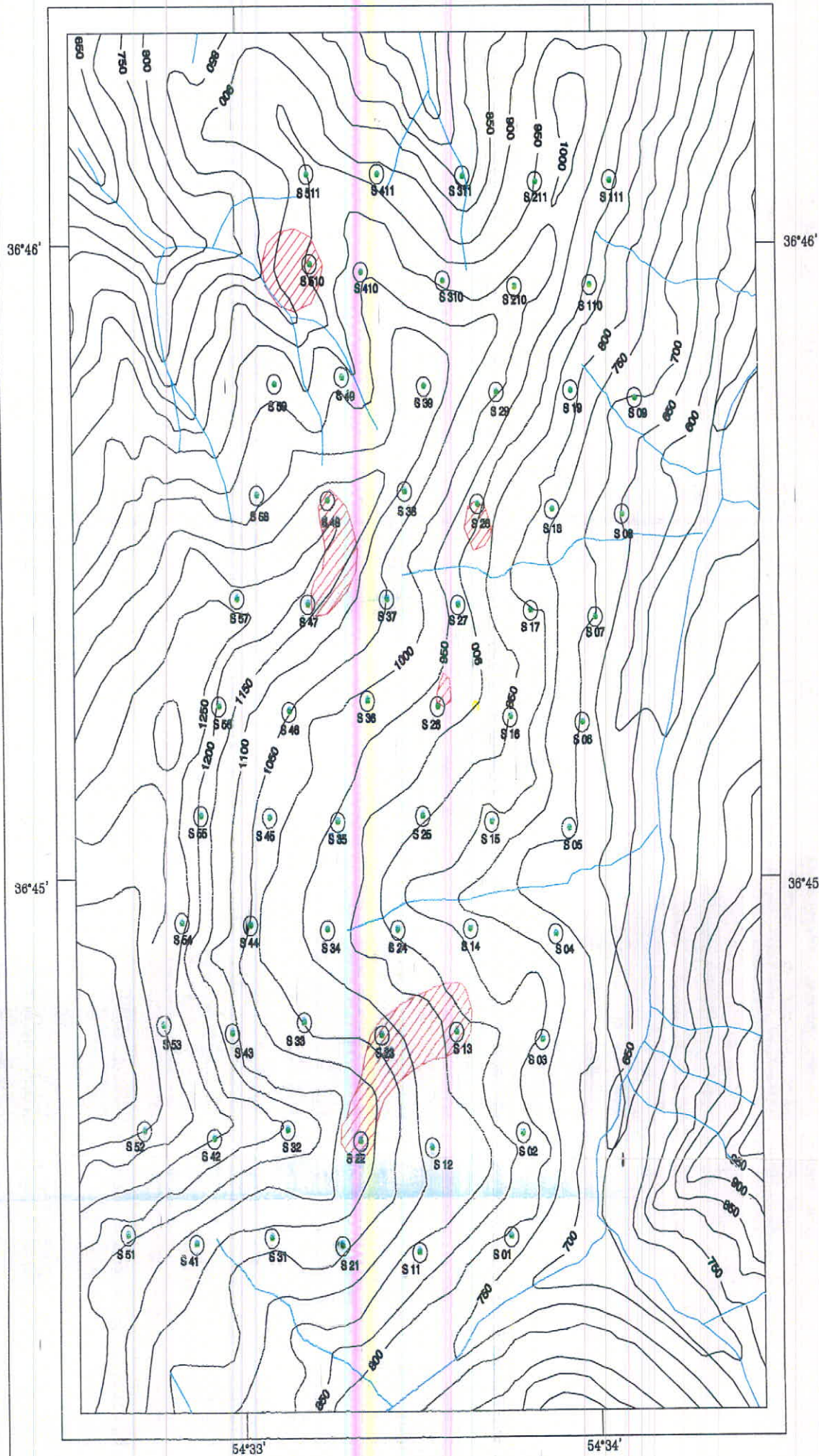
ANOMALIES

	13.6-16.4 PPb	THIRD CLASS
	16.4-19.1 PPb	SECOND CLASS
	>19.1 PPb	FIRST CLASS

SYMBOLS

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILAGE
	SAMPLE LOCATION

# ANOMALIES CLASSIFICATION OF As



NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO: 2





# ANOMALIES CLASSIFICATION OF Sb

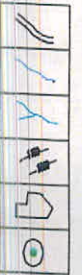
GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

## ANOMALIES



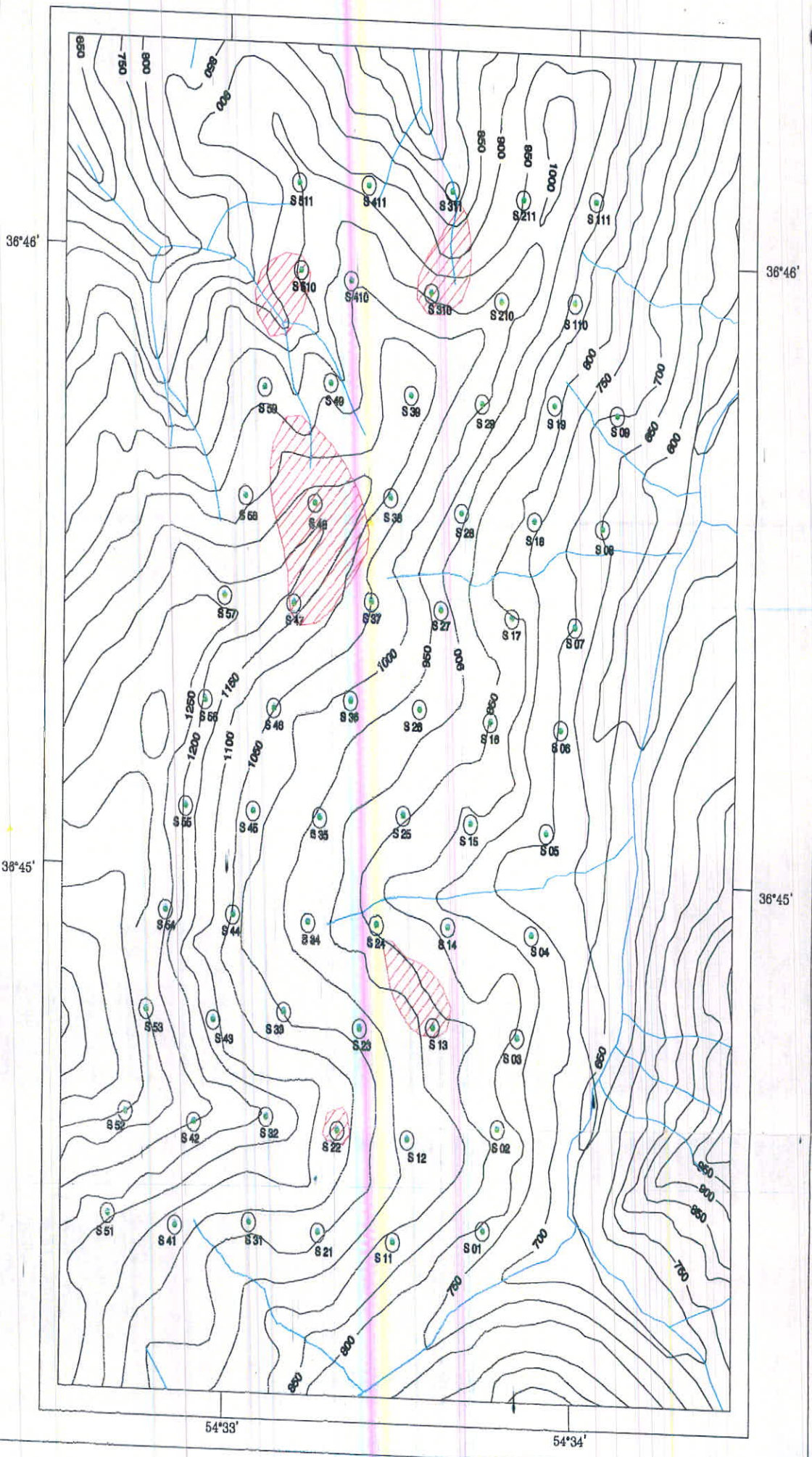
0.75-0.90 Ppm THIRD CLASS  
0.90-1.06 Ppm SECOND CLASS  
>1.05 Ppm FIRST CLASS

## SYMBOLS



ROAD  
MAIN RIVER  
DRAINAGE  
TOPOGRAPHY LINE  
VILAGE  
SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 3





GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

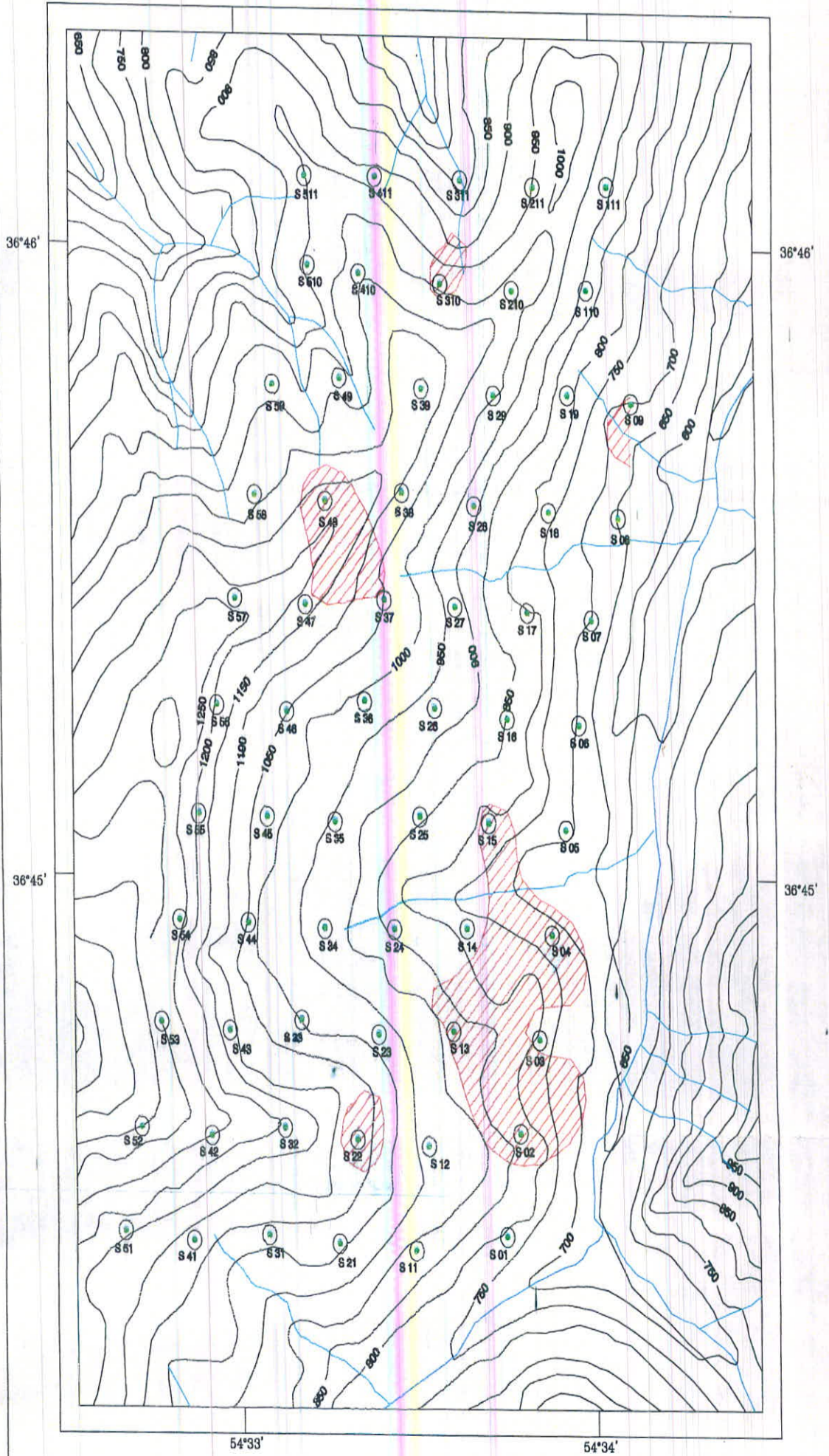
ANOMALIES

	0.42-0.54 Ppm	THIRD CLASS
	0.54-0.84 Ppm	SECOND CLASS
	>0.84 Ppm	FIRST CLASS

SYMBOLS

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILLAGE
	SAMPLE LOCATION

# ANOMALIES CLASSIFICATION OF Bi



NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 4





# GEOCHEMICAL EXPLORATION TOSKESTAN AREA

## ANOMALIES

	0.037-0.048 Ppm	THIRD CLASS
	0.048-0.054 Ppm	SECOND CLASS
	>0.054 Ppm	FIRST CLASS

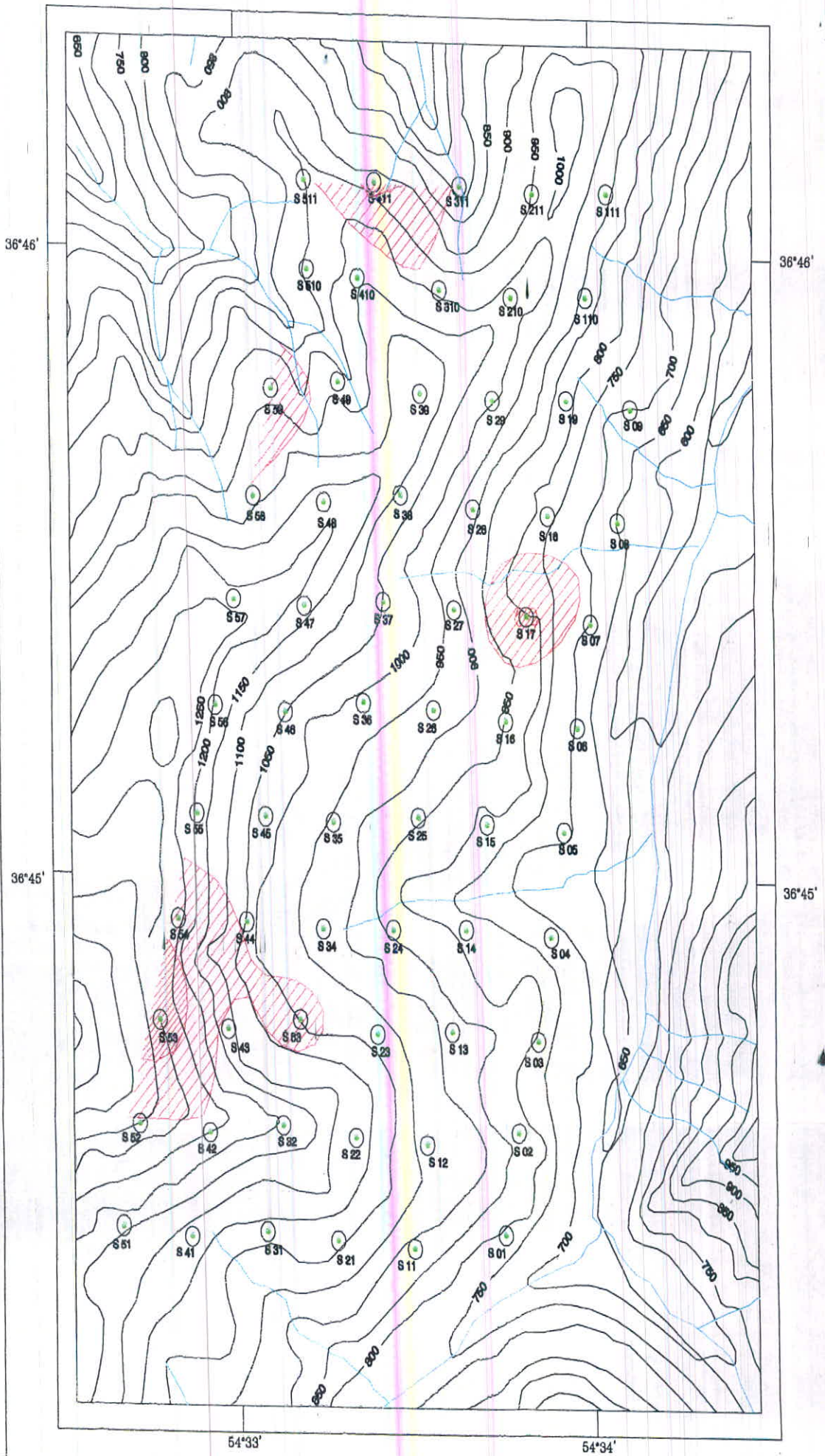
## SYMBOLS

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILAGE
	SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE:OCT 2001  
MAP NO.: 5



# ANOMALIES CLASSIFICATION OF Hg





GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

**ANOMALIES**

	39.8-47.3 PPm	THIRD CLASS
	47.3-54.6 PPm	SECOND CLASS
	>54.6 PPm	FIRST CLASS

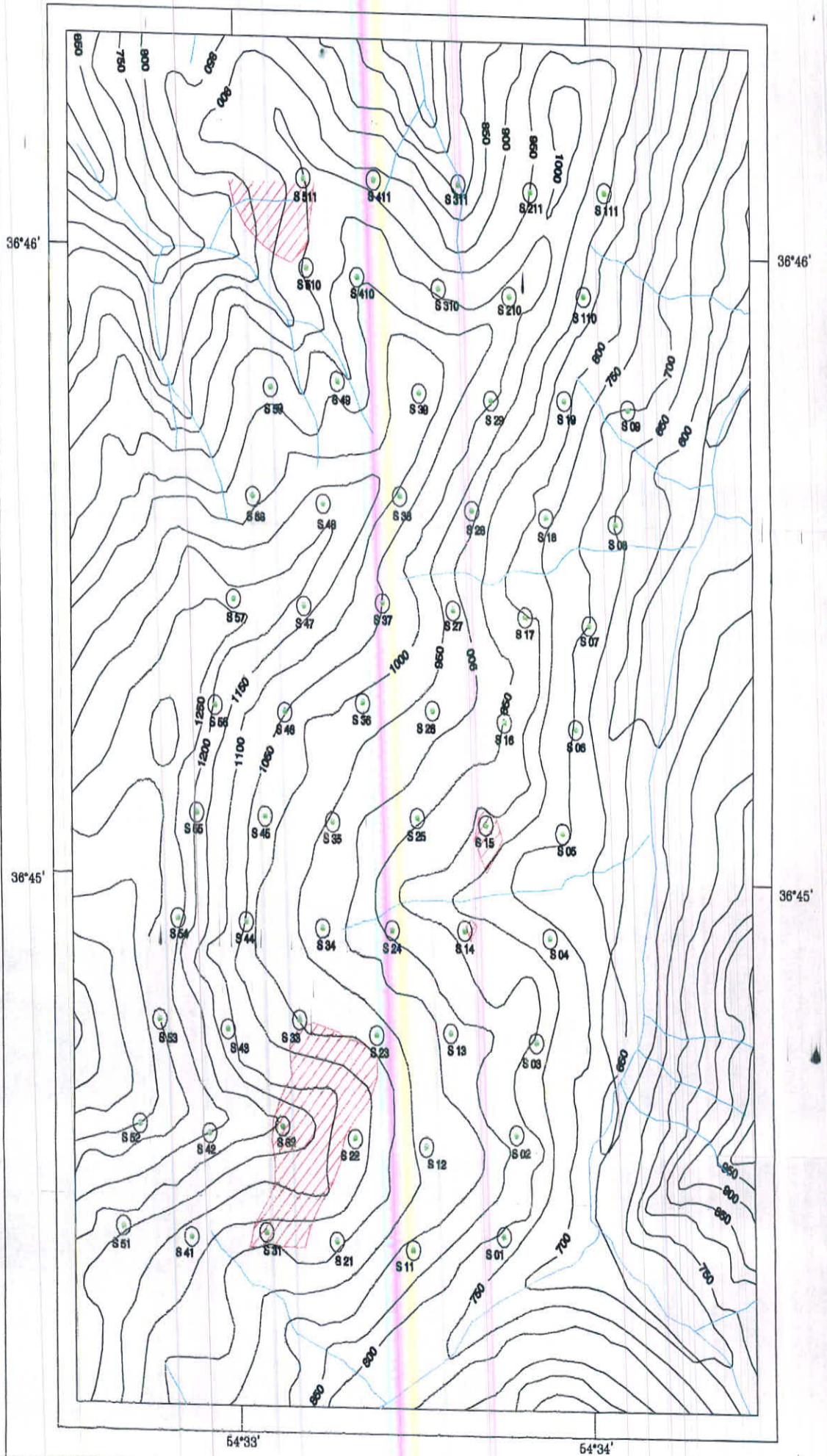
**SYMBOLS**

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILAGE
	SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 7



**ANOMALIES CLASSIFICATION OF Pb**





# ANOMALIES CLASSIFICATION OF Cu

GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

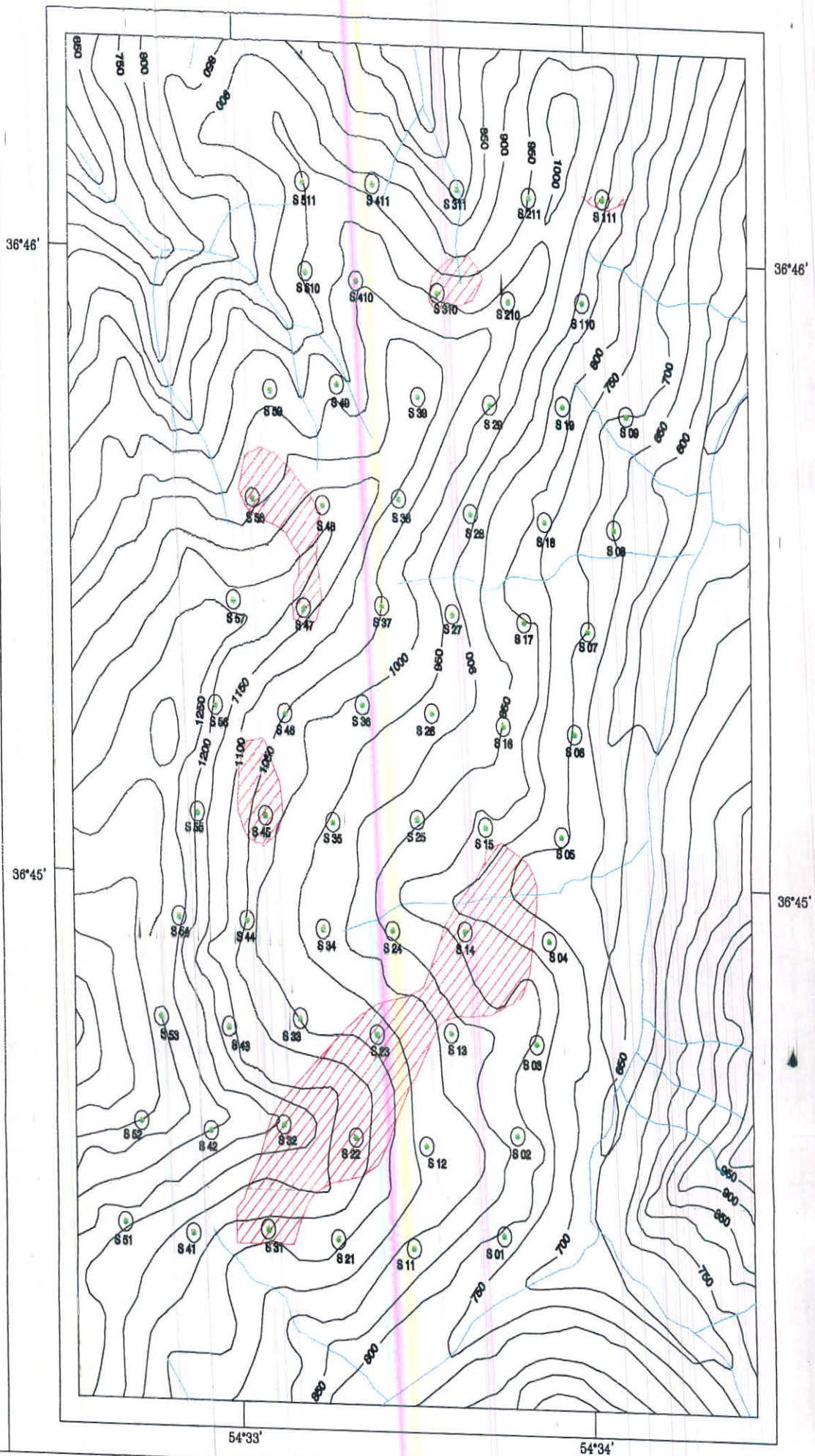
## ANOMALIES

	37.0-43.3 Ppm	THIRD CLASS
	43.3-48.7 Ppm	SECOND CLASS
	>48.7 Ppm	FIRST CLASS

## SYMBOLS

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILLAGE
	SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 6









# GEOCHEMICAL EXPLORATION TOSKESTAN AREA

## ANOMALIES



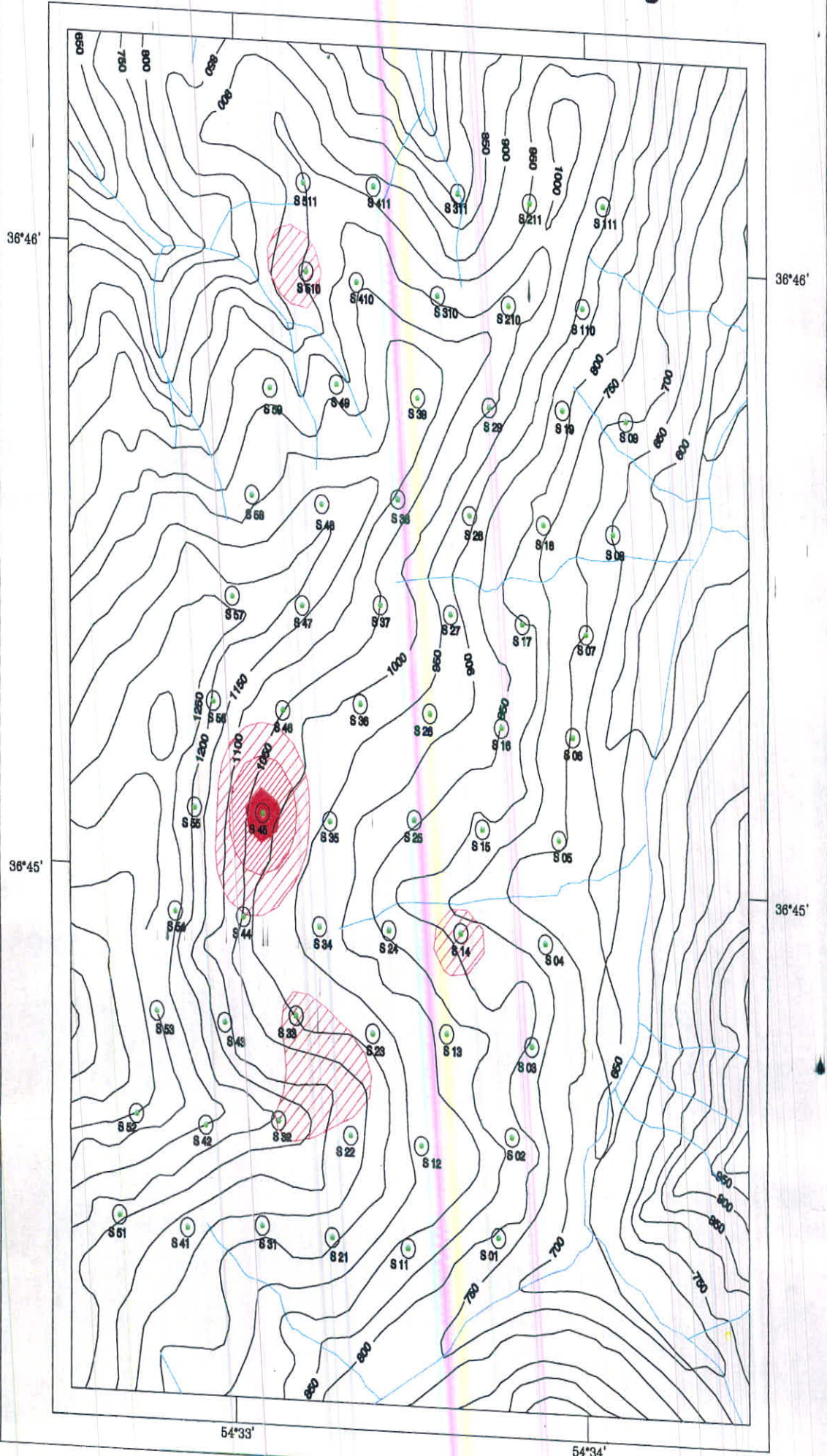
- 0.085-0.112 PPM THIRD CLASS
- 0.112-0.130 PPM SECOND CLASS
- >0.130 PPM FIRST CLASS

## SYMBOLS



- ROAD
- MAIN RIVER
- DRAINAGE
- TOPOGRAPHY LINE
- VILAGE
- SAMPLE LOCATION

# ANOMALIES CLASSIFICATION OF Ag



NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 9





GEOCHEMICAL EXPLORATION  
TOSKESTAN AREA

**ANOMALIES**

	118-128 PPM	THIRD CLASS
	128-140 PPM	SECOND CLASS
	>140 PPM	FIRST CLASS

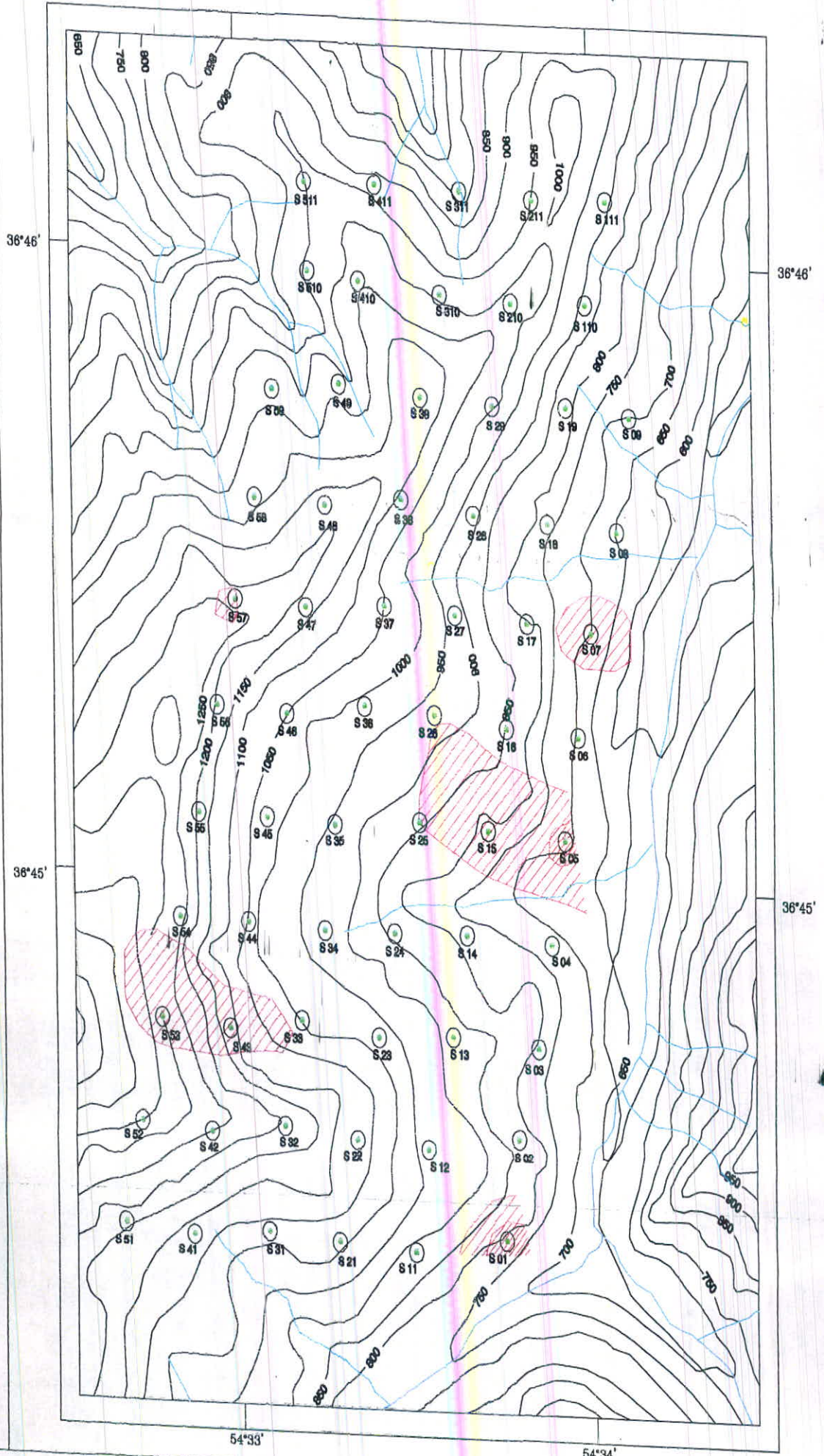
**SYMBOLS**

	ROAD
	MAIN RIVER
	DRAINAGE
	TOPOGRAPHY LINE
	VILAGE
	SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 10



**ANOMALIES CLASSIFICATION OF Zn**





# GEOCHEMICAL EXPLORATION TOSKESTAN AREA

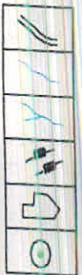
## ANOMALIES CLASSIFICATION OF Ba

### ANOMALIES



580-845 PPm	THIRD CLASS
845-710 PPm	SECOND CLASS
>710 PPm	FIRST CLASS

### SYMBOLS



ROAD
MAIN RIVER
DRAINAGE
TOPOGRAPHY LINE
VILAGE
SAMPLE LOCATION

NON SCALE  
DATE: OCT 2001  
MAP NO.: 11

