

وزارت معادن و فلزات

اداره کل معادن و فلزات استان یزد

طرح اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق

گزارش نهائی

زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت

میشدوان بافق در استان یزد

مجری طرح:

رجب صدوق

مشاور:

مهندسان مساور معدنکاو

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
تاریخ:
شماره ثبت: ۸۰۹۲۵

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

اسفند ۱۳۷۸

<p>مجری طرح: مهندس رجب صدوق</p>	<p>وزارت معادن و فلزات اداره کل معادن و فلزات استان یزد طرح اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق</p>
<p>گزارش نهائی زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق</p>	
<p>شماره گزارش: CH-Y-A2</p>	<p>مرحله: گزارش نهائی</p>
<p>کنترل: مهندس منصور صمیمی نمین</p>	<p>تهیه کنندگان به ترتیب حروف الفبا:</p>
<p>مدیر پروژه: دکتر مهربان اردشیریان شریف آبادی</p>	<p>۱- مهربان اردشیریان</p>
<p>مدیر فنی پروژه: مهندس کیامرت شیرخانی</p>	<p>۲- مهدی زمردیان</p>
<p>تایپ: خانمها اسکندری، البرزی</p>	<p>۳- مریم سالاری</p>
	<p>۴- کیامرت شیرخانی</p>
	<p>۵- عبدالرضا صائبی مقدم</p>
<p>تاریخ: اسفند ۱۳۷۸</p>	<p> مهندسان مشاور Madankav Consulting Engineers Co.</p>

تشکر و قدردانی

شکر و سپاس بیکران به درگاه خداوند یکتا که انسان را آفرید و او را هدایت نمود و علم و اندیشه را چراغ افروخته ای در پیش روی او قرار داد .

اکنون که با یاری خداوند این کار به پایان رسید لازم می دانیم از کلیه افرادی که ما را یاری کرده اند تشکر کنیم در ابتدا از جناب آقای مهندس صدوق مجری محترم طرح به خاطر زحمات و مساعدتهای بیدریغشان تشکر می کنیم . همچنین از کارشناسان اداره کل معادن و فلزات استان یزد ، آقایان مهندس رزاقیان ، مهندس برزگر ، مهندس طیبی و همچنین آقای رکنیان که همکاریهای صمیمانه ای با این مشاور داشته اند ، قدردانی می گردد.

در پایان از زحمات کلیه افراد و سازمانهایی که ما را در تهیه این گزارش یاری دادند ،

تشکر و قدردانی می نمایم.

خلاصه

در ادامه طرح پی جوئی آندالوزیت در منطقه میشدوان بافق در استان یزد ، چهار منطقه امید بخش به عنوان آنومالی مواد معدنی گروه سیلیمانیت جهت اکتشاف نیمه تفصیلی معرفی گردید. از این چهار منطقه ، دو منطقه در اولویت قرار گرفتند.

جهت انجام اکتشافات نیمه تفصیلی اداره کل معادن و فلزات استان یزد طی دو قرارداد در سال ۱۳۷۸ با شرکت مهندسان مشاور معدنکاو ادامه عملیات در مناطق یک و دو را به این مشاور واگذار نمود . منطقه اول تحت عنوان ذخیره میشدوان به وسعت ۳ کیلومتر مربع و منطقه دوم در قرارداد تحت عنوان ذخیره زیر پروژه میشدوان به نام چادرنفون به وسعت یک و نیم کیلومتر مربع در مرحله نیمه تفصیلی مورد اکتشاف قرار گرفتند که طی دوگزارش جداگانه به اداره کل معادن و فلزات استان ارائه گردید.

قرارداد منطقه دوم (زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی میشدوان بافق) در دو مرحله تنظیم گردید که در صورت امید بخش بودن نتایج مرحله اول قرارداد، مرحله دوم قرارداد به انجام می رسید.

در راستای انجام این قرارداد در مرحله اول آن تعداد ۵ نمونه از بلورهای موجود در منطقه و ۵ نمونه سنگی دیگر از ترانسه های قدیمی جهت مطالعات آزمایشگاهی X.R.D ، شیمیایی و سنگ شناسی به آزمایشگاههای مربوطه ارسال شدند. نتایجی که از این مرحله از قرارداد به دست آمد، انجام عملیات صحرایی و برداشت های زمین شناسی در مرحله دوم قرارداد را توجیه می کردند.

لایه کانه دار قرار گرفته است که ضخامت آن بیش از ۲۰ متر است. تیپ دوم گنیس که جوانترین واحد شناسایی شده در محدوده است به رنگ خاکستری دیده می شود که تفکیک نوارهای سیاه و سفید در آن به وضوح قابل رویت است. اکثر تپه های انتهایی غربی محدوده از این سنگ تشکیل شده اند. در زیر این واحد آمفیبولیتها، سیستهای متورق خاکستری و ... قرار گرفته اند که هیچگونه کانی سازی در آنها دیده نمی شود. به دلیل تغییرات دما در شبانه روز اکثر این سنگها خرد و شکسته شده اند.

علاوه بر رخنمونهای سنگی پرکامبرین در منطقه رسوبات کواترنری نیز در انواع مختلف وجود دارند. این رسوبات به صورت Q_{11} , Q_{12} و Q_{a1} مشاهده شده اند.

از نظر تکتونیکی و زمین شناسی ساختمانی نیز می توان به این نکته اشاره کرد که به دلیل قرار گرفتن منطقه در پی سنگ زون ایران مرکزی گسل و شکستگی های زیادی رخ داده است که موجب تغییرات شدید سنگهای مادر قدیمی شده اند.

به طور خلاصه می توان گفت که دو سیستم دگرگونی جداگانه، در منطقه اتفاق افتاده است. اولین سیستم باعث دگرگونی ناحیه ای سنگهای منطقه شده است و پس از آن به دلیل نفوذ توده های آذرین از تیپ اسیدی، سنگهای دگرگونی همبری تشکیل شده اند. کانیهای گروه سیلیمانیت نیز اکثراً" در این فاز به وجود آمده اند.


در طی مراحل عملیات صحرایی تعداد ۳ حلقه چاهک در مجموع به عمق ۲۰ متر و ۵ رشته ترانشه در جهت عمود بر امتداد لایه بندی ماده معدنی حفاری شد و علاوه بر نمونه برداری سطحی، نمونه های از ترانشه ها و از درون چاهک ها جهت مطالعات آزمایشگاهی مختلف برداشت گردید.

از تعداد ۲۵ نمونه ای که در این مرحله ، از رخنمونهای سطحی و عمقی برداشت شده، تعداد ۱۱ نمونه جهت تعیین نوع کانی به آزمایشگاه X.R.D ، ۱۴ نمونه جهت مطالعات سنگ شناسی (پتروگرافی) و ۱۲ نمونه جهت تعیین مقدار اکسیدهای اصلی (شیمیایی) به آزمایشگاه ارسال شدند.

بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات X.R.D و برداشت های صحرایی، ذخیره منطقه به بلوک هایی تقسیم بندی شده است . به طور کلی منطقه به ذخیره های شمالی و جنوبی تفکیک شده است. کانی شاخص گروه سیلیمانیت در ذخیره جنوبی ، سیلیمانیت و در ذخیره شمالی کیانیت و به مقدار کمتر آندالوزیت و سیلیمانیت می باشند. ذخیره شمالی خود بر اثر عملکرد گسلها و شکستگیها، مجزا و تفکیک و بر اساس همین گسل ها، بلوک بندی صورت گرفته است . جهت تخمین ذخیره از بلوک بندی فوق کمک گرفته شده است.

در ذخیره شمالی عمدتاً " بلورهای کیانیت تحت تاثیر عوامل فرسایش از متن سنگ جدا شده اند و در سطح زمین تجمع یافته اند در حالی که هر چه به عمق می رویم بلورها درگیر در متن سنگ هستند و در امتدادهای متقاطع دیده می شوند . ولی در ذخیره جنوبی بلورهای سیلیمانیت ریزدانه و به موازات شیبستویته تشکیل شده اند و فرسایش چندانی بر روی سنگهای این منطقه تاثیر نگذاشته و بلورها در متن سنگ درگیر می باشند.

ذخیره این کانسار از کیانیت (در حدود ۳۵هزار تن) و سیلیمانیت (در حدود ۲۰هزار تن) تشکیل شده است. تقریباً ۱۵هزار تن از کانی سازی کیانیت با مقدار کانی سازی کمتر از ۱۰ درصد است که بهره برداری از آن غیر اقتصادی می باشد. در حال حاضر بهره برداری بقیه ذخیره با کمی بیش از ۱۰ درصد کانی سازی (سیلیمانیت و کیانیت مجموعاً ۴۰هزار

۵	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق	
---	---	---

تن) در شرایط موجود، اعم از دور بودن از کارخانه فراوری، کم بودن مقدار ذخیره و...
اقتصادی به نظر نمی رسد و ادامه عملیات اکتشاف توجیه اقتصادی نخواهد داشت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱-۱	فصل اول : کلیات
۲-۱	۱-۱- مقدمه
۴-۱	۲-۱- شرایط جغرافیایی و اقلیمی
۸-۱	۳-۱- کارهای انجام شده قبلی
۱۰-۱	۴-۱- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه
۱۲-۱	۵-۱- کانیه‌های گروه سیلیمانیت و کاربرد آنها در صنعت نسوز
۱۲-۱	۱-۵-۱- مقدمه
۱۶-۱	۲-۵-۱- بالا بردن عیار کانه آندالوزیت
۱۸-۱	۳-۵-۱- تغلیظ کیانیت
۱۹-۱	۴-۵-۱- کلسیناسیون کانی های گروه سیلیمانیت
۲۰-۱	۵-۵-۱- موارد استفاده از کانیه‌های گروه سیلیمانیت و مولیت
۲۲-۱	۶-۵-۱- قیمت کانی های گروه سیلیمانیت در بازار بین المللی
۲-۱	فصل دوم : زمین شناسی منطقه مورد مطالعه
۲-۲	۱-۲- مقدمه
۵-۲	۲-۲- نقشه زمین شناسی
۶-۲	۱-۲-۲- کمپلکس سرکوه (PCS)
۹-۲	۲-۲-۲- کمپلکس و (PCb)

فهرست عکسها

صفحه	عنوان
	فصل اول
۵-۱	عکس شماره (۱-۱)- نمای عمومی منطقه مورد مطالعه چادرنگون
	فصل دوم
	عکس شماره (۱-۲)- تپه منفردی که ستون چینه شناسی آن با منطقه میشدوان یکی
۹-۲	است در جنوب رودخانه چادرنگون
	عکس شماره (۲-۲)- نمای عمومی منطقه مورد مطالعه در شمال رودخانه چادرنگون
۱۱-۲	(دید از جنوب به شمال)
	عکس شماره (۳-۲)- نمای عمومی منطقه مورد مطالعه در جنوب رودخانه چادرنگون
۱۱-۲	(دید از شمال به جنوب)
۱۶-۲	عکس شماره (۴-۲)- واحد میکا شیست و شیست کانه دار در غرب منطقه
	عکس شماره (۵-۲)- واحد کیانیت گارنت شیست ، پراکندگی بلورهای گروه کیانیت
۱۸-۲	و ضخامت آن در بلوک II
	عکس شماره (۶-۲)- واحد شیستهای کانه دار و بدون کانه رگه ها و بیج ها کوارتزیتی
۱۸-۲	در محدود چاهک II
	عکس شماره (۷-۲)- سنگهای بدست آمده از چاهک III و II و از نوع میکا شیست
۲۱-۲	متورق خاکستری
	عکس شماره (۸-۲)- واحد شیست کانه دار و میکا شیست متورق خاکستری در بالا

- ۲۵-۳ با بزرگنمایی $\times 33$
عکس شماره (۲۰-۳) - قسمتی از مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-17 در نور پلاریزه
- ۲۵-۳ با بزرگنمایی $\times 33$
عکس شماره (۲۱-۳) - قسمتی از مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-19 در نور پلاریزه
- ۲۷-۳ با بزرگنمایی $\times 33$
عکس شماره (۲۲-۳) - قسمتی از مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-21 در نور پلاریزه
- ۲۷-۳ با بزرگنمایی $\times 33$
عکس شماره (۲۳-۳) - قسمتی از مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-23 در نور پلاریزه
- ۳۹-۳ با بزرگنمایی $\times 33$
عکس شماره (۲۴-۳) - قسمتی از مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-25 در نور پلاریزه
- ۳۹-۳ با بزرگنمایی $\times 33$

فصل چهارم

- ۹-۴ عکس شماره (۱-۴) - پراکندگی کانیها در سطح زمین در اطراف چاهک شماره I
- عکس شماره (۲-۴) - پراکندگی بلورهای گروه سیلیمانیت در سطح زمین در اطراف
- ۹-۴ چاهک شماره II

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
	فصل اول
۷-۱	شکل (۱-۱) - راهپای دسترسی به منطقه مورد مطالعه چادرنتون
۹-۱	شکل (۲-۱) - توپوگرافی و موقعیت منطقه مورد مطالعه
	فصل چهارم
۴-۴	شکل (۱-۴) - شمایی از نحوه تخمین ذخیره بلوکهای منطقه

فهرست جداول

صفحه	عنوان
	فصل اول
۱۵-۱	جدول شماره (۱-۱)- آنالیز شیمیایی بلور کیانیت
۲۲-۱	جدول شماره (۲-۱)- لیست قیمت و نوع کانیهای سیلیمانیت در بازارهای بین المللی
	فصل سوم
۳-۳	جدول شماره (۱-۳)- نتایج آنالیز نمونه های مرحله اول از ترانسه حفاری شده قبلی
۴-۳	جدول شماره (۲-۳)- نتایج آزمایش X.R.D نمونه های مرحله اول قرارداد
۹-۳	جدول شماره (۳-۳)- مشخصات ترانسه های قدیمی و جدید
	جدول شماره (۴-۳)- لیست نمونه های برداشت شده نوبت اول از مرحله دوم و آزمایشات
۳-۲۱	انجام گرفته بر روی آنها
۲۲-۳	جدول شماره (۵-۳)- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ها نوبت اول از مرحله دوم
۲۲-۳	جدول شماره (۶-۳)- نتایج سری اول از مرحله دوم
۳۱-۳	جدول شماره (۷-۳)- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ها نوبت دوم از مرحله دوم
۳۲-۳	جدول شماره (۸-۳)- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ها نوبت دوم از مرحله دوم
۳۲-۳	جدول شماره (۹-۳)- نتایج آزمایش X.R.D نمونه های نوبت دوم از مرحله دوم
	فصل چهارم
۱۳-۴	جدول (۱-۴)- مقدار ذخیره هر بلوک به تفکیک مقدار کانی سازی

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

در راستای تکمیل اکتشافات نیمه تفصیلی کانی های گروه سیلیمانیت در منطقه میشدوان بافق و همچنین در ادامه کارهای مقدماتی انجام شده در منطقه توسط شرکت تهیه و تولید مواد اولیه فولاد ایران (اکتشاف واحد جنوب) ، در سال ۱۳۷۸ طرح اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت بافق (منطقه معدنی شماره ۱) و در ادامه ، طرح منطقه معدنی شماره (۲) در شمال غربی منطقه معدنی تحت عنوان زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی میشدوان بافق، از سوی اداره کل معادن و فلزات استان یزد ارائه گردید.

این طرح در مورخه ۷۸/۹/۲۰ طی حکمی به شماره ۵۲۲۱ جهت اجرا به این مشاور واگذار گردید تا با استفاده از تلفیق اطلاعات و نتایج به دست آمده از منطقه معدنی آندالوزیت (۱) با اطلاعات حاصل از منطقه جدید ، نوع کانیهای این گروه و مقدار ذخیره برآورد گردد.

گزارش زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق (منطقه معدنی شماره (۲)) بر اساس شرح خدمات پیوست شماره یک منضم بر قرارداد ، در چند بخش تنظیم گردید.

در فصل اول به طور خلاصه ، کلیاتی از منطقه و کارهای پیشین انجام شده و ... آورده شده است. جهت تکمیل این بخش از گزارش ، روشهای تغلیظ این گروه از کانیها آورده شده و تا حدودی سعی شده است اطلاعات تکمیلی در مورد کیانیت به دلیل اینکه مقدار قابل توجهی از کانی سازی مربوط به این کانی است ، آورده شود . در انتها دورنمایی از تولید، کاربرد و قیمت این کانیها آورده شد.

فصل دوم تحت عنوان بررسیهای انجام شده در منطقه اکتشافی چادرنتون در شمال

باقی آورده شده است.

در این بخش ابتدا روش های اکتشاف و مراحل آن و سپس ویژگیهای زمین شناسی

و معدنی این محدوده و مقایسه آن با منطقه معدنی شماره (۱) آمده است. در ادامه ستون

چینه شناسی منطقه و سپس واحدهای لیتولوژی منطقه به تفکیک آمده و گزارش نقشه

زمین شناسی در مقیاس ۱: ۵۰۰۰ آورده شده است. در ادامه، ساختار تکتونیکی این ناحیه

بررسی گردیده است.

فصل سوم گزارش، تحت عنوان حفاری، نمونه برداری و انجام آزمایشات، مراحل

مختلف نمونه برداری، طراحی شبکه حفاری و عملیات حفاری آورده شده است. همچنین

موقعیت و مشخصات ترانشه و چاهکهای حفاری شده و سپس نمونه برداری سیستماتیک از

طول ترانشه ها و چاهک ها آمده است. سپس آزمایشات انجام گرفته بر روی نمونه های اخذ

شده در مراحل مختلف شرح خدمات این طرح ذکر گردیده در فصل چهارم این گزارش بر

اساس عملکرد تکتونیک در منطقه، ذخیره دوجود بلوک بندی گردیده و ذخیره هر بلوک مورد

ارزیابی و تخمین قرار گرفته است. در نهایت در فصل پنجم تحت عنوان نتیجه گیری و

پیشنهادات، کل فعالیتهای صورت گرفته در منطقه تجزیه و تحلیل گردید و پیشنهاداتی برای

ادامه کار در مناطق مستعد ارائه گردیده است.

به دلیل ناکافی بودن نتایج اکتشافات مقدماتی انجام گرفته بر روی این ذخیره، این

قرارداد در دو مرحله تنظیم شده بود. پس از حصول نتایج مثبت در مراحل ابتدایی این

قرارداد، بقیه کارها به صورت سیستماتیک، بر روی این ذخیره صورت گرفته است.

۱-۲- شرایط جغرافیایی و اقلیمی منطقه

منطقه مورد مطالعه در استان یزد ، در شمال شهرستان بافق در محلی بنام چادرنگون

واقع شده است. این منطقه در مختصات "۴۲ و '۲۴ و °۵۵ تا "۵۰ و '۲۵ و °۵۵

طول شرقی و "۱ و '۵۲ و °۳۱ تا "۸ و '۵۳ و °۳۱ عرض شمالی در جنوب شرق برکه

۵۰،۰۰۰ : ۱ حسن آباد و در بخش مرکزی بافق و دهستان مبارکه با وسعتی حدود ۱/۵

کیلومترمربع قرار گرفته است. در عکس شماره (۱-۱) نمای عمومی منطقه آندالوزیت

چادرنگون دیده می شود.

راه دسترسی به منطقه مورد مطالعه از طریق جاده آسفالته یزد - بافق - چنارت و

پس از آن ، از طریق جاده خاکی چنارت - چادرملو پس از طی ۲۲ کیلومتر صورت

می گیرد که بعد از طی مسافت فوق بایستی حدود ۱۲ کیلومتر به سمت کویر طی مسیر

نمود. در این بین جاده ای وجود ندارد و برای دسترسی به منطقه باید از مسیر بیابانی

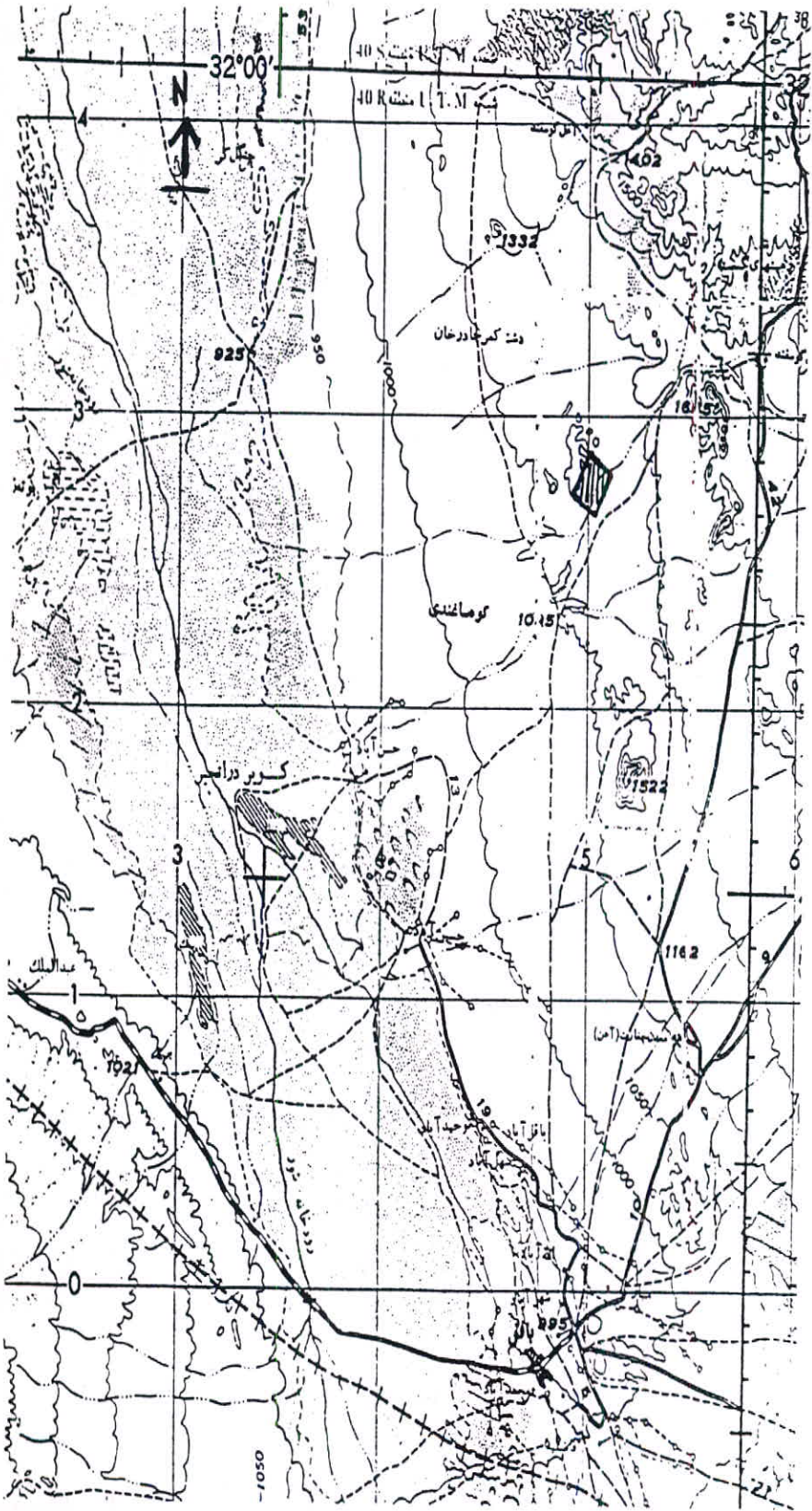
گذشت. این منطقه در ۱۲ کیلومتری شمال غربی منطقه معدنی آندالوزیت (۱) واقع شده

است.

علاوه بر مسیر ذکر شده در فوق ، راه دسترسی آسانتری نیز در جنوب شهرستان بافق وجود دارد . این راه پس از عبور از بافق تا روستای باقرآباد جاده آسفالته درجه ۲ به طول ۱۰ کیلومتر دارد ، که پس از ۱۰ کیلومتر راه شنی به روستای صادق آباد و ۶ کیلومتر راه خاکی خوب به روستای حسن آباد می رسد. از روستای حسن آباد تا منطقه معدنی شماره ۲ حدود ۱۱ کیلومتر راه بیابانی هموار و بدون مشخصه های جاده ای وجود دارد که نسبتا بهتر از مسیر اولی می باشد ولی به دلیل عدم وجود نشانه های راه ، احتمال گمراه شدن در مسیر بسیار زیاد می باشد. در شکل شماره (۱-۱) به طور شماتیک راههای دسترسی به منطقه معدنی آندالوزیت (۲) از شهرستان بافق نشان داده شده است.

محدوده مورد مطالعه به دلیل قرار گرفتن در قسمت مرکزی فلات ایران دارای آب و هوای کویری و بیابانی می باشد. از آنجائیکه این ناحیه خیلی نزدیک تر به کویر درانجیر بوده، بسیار گرم و گاهی درجه حرارت تا ۵۰ درجه در فصل گرما می رسد. مقدار بارندگی در این منطقه بسیار کم و کمتر از ۳۰ میلیمتر بوده و طبق آخرین آمار اخذ شده از شهرستان بافق حداکثر رطوبت نسبی در این ناحیه ۴۰ درصد و حداقل آن ۱۶ درصد می باشد. در فصول زمستان درجه حرارت این ناحیه به دلیل قرار گرفتن در ناحیه کویری به ۷ درجه زیر صفر می رسد.

این منطقه بیشتر از زمینهای پست و هموار پوشیده شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۱۱۵۰ متر و حداکثر و حداقل ارتفاع به ترتیب، ۱۱۰۵ متر و ۱۲۵۴ متر می باشد.



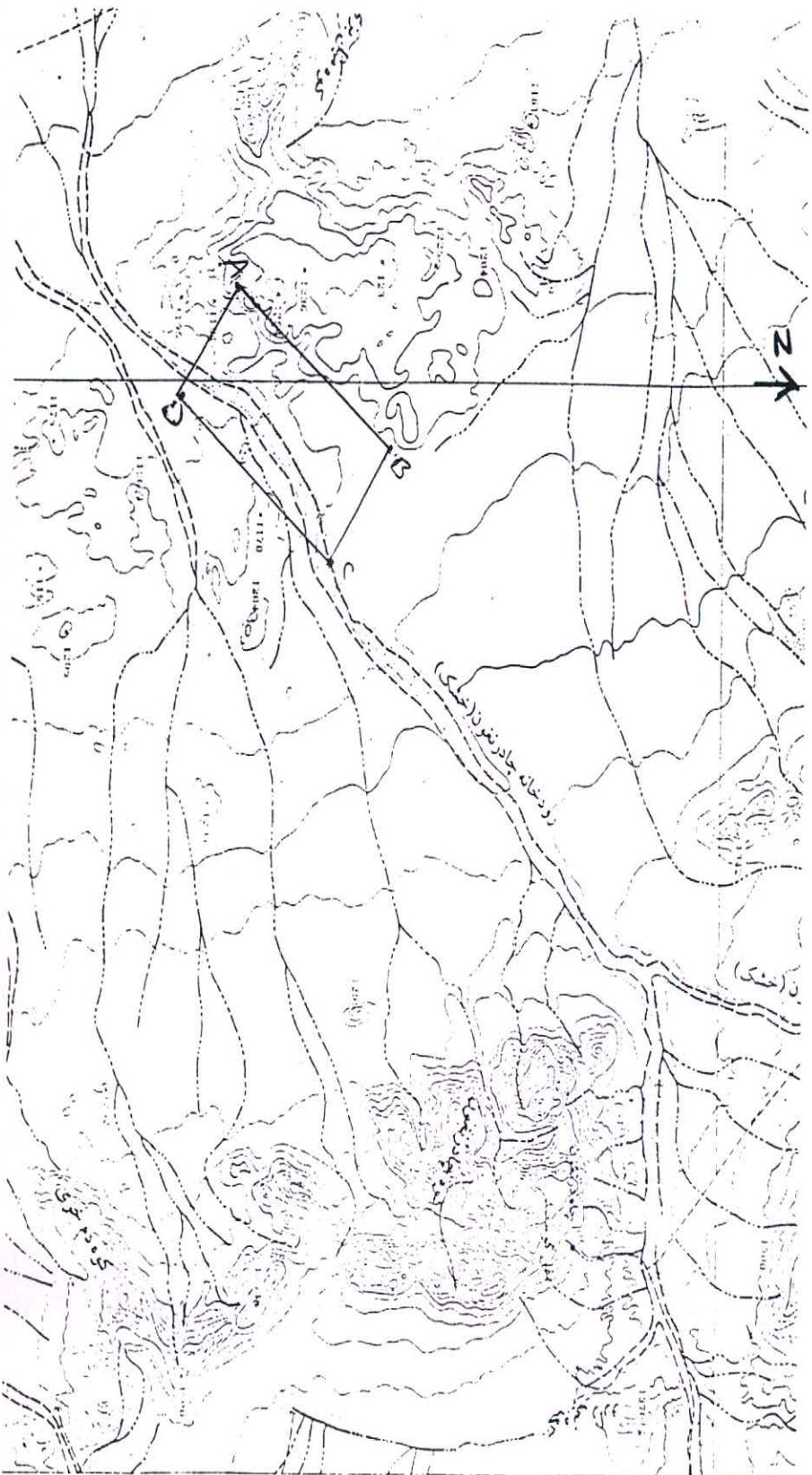
شکل (۱-۱) - راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه چادرنگون

از مهمترین ارتفاعات موجود در منطقه می توان به کوههای میل بزی ، چادرنگون و دم خری اشاره نمود که تپه ماهورهایی میان این ارتفاعات را پر کرده اند. در بین این تپه ماهورها، دشت های فرسایش یافته قرار گرفته اند. در شکل شماره (۱-۲) توپوگرافی منطقه مورد مطالعه و چهارگوش محدوده اکتشافی نشان داده شده است.

با توجه به نقشه های توپوگرافی و همچنین نقشه های زمین شناسی ، روند کلی ارتفاعات موجود در منطقه ، شمال غربی - جنوب شرقی می باشد. رودخانه خشک چادرنگون از مرکز محدوده مورد مطالعه می گذرد. روند کلی جهت آبراهه ها در این محدوده ، شمال شرقی - جنوب غربی می باشد.

۱-۳- کارهای انجام شده قبلی

تنها کار انجام شده در منطقه آندالوزیت چادرنگون علاوه بر تهیه چهارگوش زمین شناسی ۱: ۲۵۰,۰۰۰ یزد ، مطالعات پیجویی ذخایر آندالوزیت بافق در چهارچوب عملیاتی مشتمل بر تهیه نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ ، حفر ترانشه ، انجام آزمایشات شیمیایی و دیفراکتومتری ، تهیه مقاطع نازک و مطالعات سنگ شناسی و تهیه گزارش مربوط طی قراردادی فیما بین اداره کل معادن و فلزات استان یزد و شرکت تهیه و تولید مواد اولیه فولاد انجام گردیده که نتیجه آن مشخص شدن چهار منطقه به عنوان آنومالی کانیهای گروه سیلیمانیت بوده است. آنومالی شماره (۲) (منطقه مورد مطالعه) از نظر مقدار کانی سازی و کیفیت ماده معدنی پس از آنومالی شماره (۱) مناسب ترین منطقه معرفی شده است که ادامه عملیات اکتشافی (نیمه تفصیلی) در این مرحله از کار انجام گردیده است.



شکل ۱-۱ - تریپ گرافی و موقعیت منطقه مورد مطالعه

بر اساس کارهای انجام شده قبلی ساختمان زمین شناسی این قسمت ، شیست های
متامورف متعلق به کمپلکس بنه شور و مشتمل بر میکاشیست های تیره تا خاکستری رنگ
نازک لایه به همراه گنیس های صورتی رنگ و تیره می باشد و کانی سازی در داخل شیستها
و به صورت باندهای تشکیل شده است.

برای اکتشاف و شناسایی مقدماتی این محل تعداد ۵ ترانسه جمعا" به طول ۲۳۰ متر
به منظور تشخیص ابعاد رگه های معدنی حفر گردید و بعدا ۷ نمونه ، ۵ عدد سنگی و ۲ عدد
بلور ، جهت تعیین کیفیت سنگهای کانه دار و کانیهای موجود برداشت و مورد آنالیز قرار
گرفت. بر طبق اطلاعات و پی جوئی های مقدماتی صورت گرفته ، گسترش طولی ماده
معدنی در حدود ۶۵۰ الی ۷۰۰ متر و ضخامت عرض رگه معدنی حدود ۳۰ الی ۵۰ متر و
مقدار کانی سازی از ۱۰ تا ۲۵ درصد متغیر است. با همین اطلاعات مقدار ذخیره این منطقه
۵۹۶۷۰۰ تن به صورت ذخیره احتمالی برآورد شده است . با توجه به نتایج اخذ شده از
اکتشاف مقدماتی ، طرح نیمه تفصیلی آندالوزیت (۲) چادرنگون ارائه و توسط این مشاور
تکمیل گردید.

۱-۴- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه چادرنگون در استان یزد و در زون ایران مرکزی (از
تقسیم بندیهای زمین شناسی نبوی ۱۳۵۵) واقع شده است که جزء بزرگترین و پیچیده ترین
واحدهای زمین شناسی ایران به شمار می رود. در این زون قدیمی ترین سنگهای
دگرگون شده تا آتشفشان فعال و نیمه فعال دوران سنوزوئیک وجود دارد (زمین شناسی

ایران ، ع. درویش زاده ، صفحه ۲۱۳ ، ۱۳۷۰) که در بیشتر جاها مرزهای واحدها با یکدیگر گسلی می باشد.

ضخامت رخنمونهای سنگهای پرکامبرین در ایران مرکزی زیاد و خود از فرسایش سنگهای آذرین قدیمی تر به وجود می آیند. دگرگونی شدید این سنگها بر اثر حرکات کوهزایی کاتانگایی بوده است که این عامل باعث تغییرات رخساره ای و دگرشیبی زیادی گردیده است.

در دوران های مزوزوئیک و سنوزوئیک ، از نظر تکتونیکی زون ایران مرکزی منطقه پرتحرکی بوده و فعالیت ماگمایی به صورت سنگهای آتشفشانی و توده های گرانیتی نفوذی نیز در آن دیده می شود. رسوبات دوران پالئوزوئیک تا سنوزوئیک ایران مرکزی بیشتر از رسوبات کم عمق می باشند. سنگهای آهکی ، شیلی و ماسه سنگی ، لیتولوژی اصلی کامبرین را تشکیل می دهند. به عقیده نبوی سنگهای پرکامبرین بیشتر در شرق ایران مرکزی گسترش داشته و شامل گنیس ، آمفیبولیت شیست های مختلف و مرمر می باشند. در پرکامبرین منطقه مورد مطالعه دو فاز ماگمایی اسیدی قابل تشخیص است و در ائوسن آن شدیدترین و مهمترین آتشفشانی به وقوع پیوسته که خصوصا " منجر به تشکیل گدازه و توف آندزیتی و داسیتی گردیده است. در الیگوسن سنگهای گرانیتی و دیوریتی در سنگهای قدیمی تر نفوذ نموده اند، که موجب دگرگونی هایی در این سنگها شده اند.

اکثر سنگهای پی سنگ پرکامبرین در ایران از نوع میکاشیست و گنیس می باشند که بیشتر آنها از کوهزایی هارلین ناشی شده اند. در ناحیه مورد مطالعه ، قدیمی ترین فاز

کوهزایی چاپدونین است که انواع آمفیبولیت ، گنیس ، میکاشیست ، متاگرایواک و میکاشیست را به وجود آورده است.

بر اثر کوهزایی بایکالین سنگهای پیش از اینفراکامبرین ایران دچار گسل خوردگی ، چین خوردگی و دگرگونی شده و همزمان با آن فعالیت ماگمایی نیز آغاز گردیده است.

درجه دگرگونی سنگهای مناطق فوق الذکر متفاوت و بین رخساره های آمفیبولیت و شیست سبز (Green Schist) در تغییر است.

پس از تشکیل رسوبات تخریبی کامبرین زیرین ، نهشته های تخریبی و سپس آهکی با پیشروی دریا، تا پایان پالئوزوئیک برجا گذاشته شده است و در سیلورین پسین و دونین پیشین رسوبات ماسه سنگی قرمز و ژیس تشکیل گردیده است.

در اواخر کرتاسه - پالئوسن مناطقی از ایران از جمله ایران مرکزی ، چین خوردگی شدیدی پیدا کرده و لایه های ترسیری به حالت دگرشیب بر روی لایه های قدیمی تر قرار گرفته اند.

۱-۵- کانیهای گروه سیلیمانیت و کاربرد آنها در صنعت نسوز

۱-۵-۱- مقدمه

کانیهای گروه سیلیمانیت ، سیلیکات های آلومینیوم با فرمول $Al_2O_3SiO_2$ می باشند. این مواد از سیلیکاتهای جزیره ای (Sorosilicate) با یونهای اضافی آلومینیوم می باشند ، که شامل کانیهای آندالوزیت ، کیانیت (دیستن) و سیلیمانیت است. از نظر ترکیب شیمیایی مشابه ولی از نظر ساختمان بلوری با یکدیگر متفاوت هستند. این کانیها در اثر حرارت بسیار


بالا به مولیت و سیلیس تبدیل می شوند. مصرف عمده این کانیها در تولید فرآورده های نسوز است که مورد نیاز صنایع آهن و فولاد می باشد.

فرآورده های نسوز سیلیمانیتی شامل آجرها و مواد نسوز ویژه است. برای ساخت آجر اندازه ذرات کانیها باید درشت باشد درحالی که ذرات ریز را می توان در مواد دیگر استفاده کرد. از نظر زمین شناسی این کانیها در مناطق دگرگونی یافت می شوند. همچنین در بیشتر موارد پس از استخراج کانی، عملیات فرآوری لازم می باشد تا موادی با درجه خلوص بالاتر تهیه شود.

از تولیدکنندگان عمده این مواد می توان آفریقای جنوبی، هند و امریکا را نام برد. در کشورهای صنعتی با توجه به کمبود ذخایر طبیعی کانیهای گروه سیلیمانیت، ماده ای به نام مولیت به صورت مصنوعی تولید می شود، که توانسته است جایگزین مناسبی برای این گروه از کانی های طبیعی باشد. این ماده از کلسیناسیون بوکسیت - رس، آلومینا - سیلیس در کوره های تونلی یا دوار به دست می آید.

کانیهای سیلیمانیت به آلومینوسیلیکاتهای تری مورف با فرمول Al_2SiO_5 ($Al_2O_3SiO_2$) گفته می شود که شامل سه کانی آندالوزیت، کیانیت و سیلیمانیت است. تمام این کانیها از نظر شیمیایی مشابه اند اما هر یک خواص کانی شناسی جداگانه ای دارند و به طور تئوریک دارای ۶۲/۹ درصد Al_2O_3 و ۳۷/۱ درصد SiO_2 هستند.

هر سه کانی گروه سیلیمانیت ناشی از دگرگونی در رسوبات پرآلومین هستند و بیشتر در سنگهای رسوبی که بر اثر حرارت به طور ناحیه ای دگرگونی شده اند، دیده می شوند. در ادامه ویژگیهای کانیهای کیانیت، سیلیمانیت و آندالوزیت به طور مختصر آورده شده است.

۱۴-۱	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل اول- کلیات	
------	---	--

الف - کیانیت

کیانیت یا دیستن با فرمول شیمیایی $Al_2(SiO_4)O$ در سیستم ارتورومبیک و به صورت بلورهای طولیل و نازک و یا تیغه ای در شیست ها و گنیس ها تشکیل می شود. رنگ آن آبی و گاهی سبز، خاکستری و به ندرت سیاه رنگ است. سختی آن در یک جهت زیر ۵ و در جهت دیگر بالای ۵ و وزن مخصوص آن $3/7 - 3/6$ گرم بر سانتی متر مکعب است. کیانیت به عنوان یک کانی فشاری شناخته شده است زیرا در پیدایش و تشکیل آن فشار حائز اهمیت است. کیانیت در سنگهای دگرگونی ناحیه ای در اثر افزایش تدریجی شدت دگرگونی قبل از سیلیمانیت تشکیل می شود. در صورت آلتراسیون به مسکویت، پیروفیلیت و در صورت تغییر درجه حرارت و فشار به سیلیمانیت و آندالوزیت تبدیل می شود. کانسارهای کیانیت به سه دسته به شرح زیر تقسیم می شوند:

- کوارتزیت های کیانیت دار

- شیست و گنیس های کیانیت دار

- کانسارهای توده ای کیانیت

کوارتزیت های کیانیت دار، سنگهایی حاوی ۱۵ تا ۴۰ درصد کیانیت هستند و آلومینای موجود در این تیپ کانی سازی ۱۰ تا ۲۵ درصد و به طور متوسط ۱۸ درصد است که مشابه ترکیب سنگهای با شیستوزیته حاوی لایه های کیانیت دار می باشد.

نوع دیگر کانسارهای کیانیت دار، شیست ها و گنیس ها می باشند. مقدار کیانیت در این کانسارها از ۱ تا بیش از ۲۵ درصد تغییر می کند. جهت استخراج این کانسار لازم است بلورهای کیانیت به گونه ای در سطح تجمع یابند.

کانسارهای توده ای کیانیت به گونه ای هستند که کیانیت به طور محلی به صورت نودول و قطعات سنگی در سنگهای رسوبی پرآلومین دگرگون شده یافت می شود. این نوع کانسارها حاوی کزندوم و مقدار کمی روتیل می باشند. آنالیز شیمیایی بلور کیانیت به شرح جدول شماره (۱-۱) می باشد.

جدول شماره (۱-۱) - آنالیز شیمیایی بلور کیانیت

بلور	آنالیز	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	مواد قلیائی
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
کیانیت		> ۴۲	> ۵۶	> ۱	< ۱/۲	< ۰/۱	< ۰/۱	< ۰/۳

ب - سیلیمانیت

سیلیمانیت با فرمول $Al(SiAlO_5)$ در سیستم تریکلینیک به رنگهای سفید، زرد، قهوه ای و با وزن مخصوص ۳/۲۵ گرم بر سانتی متر مکعب و با سختی ۶/۵ مشخص می شود.

کانیهای حاصل از تجزیه این کانی شامل مسکویت، سریسیت، پیروفیلیت، کائولینیت و مونت موریلونیت می باشند. سیلیمانیت هم در درجات بالای دگرگونی مجاورتی و هم در درجات بالای دگرگونی ناحیه ای تشکیل می شود. به این ترتیب کانی سیلیمانیت به عنوان گونه حرارتی - فشاری معرفی شده است. کانسارهای سیلیمانیت دو دسته اند:

- شیست های سیلیمانیتی

- کانسارهای توده ای *

مهمترین منبع تولید سیلیمانیت در دنیا کانسارهای توده ای آن می باشند و سیلیمانیت درون شیست ها به ندرت قابل استخراج در محل معدن می باشند و فرآوری آن در شرایط خاصی امکان پذیر است.

پ - آندالوزیت

آندالوزیت با فرمول $SiAl_2O_5$ در سیستم ارتورومبیک متبلور می شود. سختی آن $6\frac{7}{5}$ و با وزن مخصوص $3\frac{1}{16}$ - $3\frac{1}{13}$ در رنگهای سفید، قرمز و به ندرت زرد دیده می شود. این کانی معمولاً در دگرگونی مجاورتی از شیل‌های آلومینیوم دار در اثر توده های گرانیتی و گابرویی به وجود می آید. وجود آندالوزیت معرف رخساره دگرگونی مجاورتی و وجود کانیهای کیانیت و سیلیمانیت بیشتر نمایانگر دگرگونی ناحیه ای است.

محصول عمده دگرسانی آندالوزیت، کانی سربیسیت است. در شرایط حرارت و فشار بالا آندالوزیت ناپایدار بوده و به پلی مورف‌های سیلیمانیت و کیانیت تبدیل می شود. فراوانی آندالوزیت در سنگهای دگرگونی به اندازه سیلیمانیت و یا کیانیت نمی باشد. ولی به هر حال تشکیل دهنده عمومی این گونه سنگها محسوب می شود.

کانسارهای ماسه آبرفتی آندالوزیت در آفریقای جنوبی به فراوانی یافت می شوند. این ماسه آندالوزیتی حاوی ۵۰ درصد آندالوزیت قابل بازیابی است.

۱-۵-۲- بالابردن عیار کانه آندالوزیت

عمومیت یافتنی حصول آندالوزیت به عنوان مواد اولیه صنایع نسوز سبب شده که معادن زیادی در برخی از کشورها راه اندازی شده و تغییراتی در تکنیک های مطلوب سازی

این کانه ها انجام شود. قبلاً" مقدار استخراج آندالوزیت کم و متدهای ساده تغلیظ به کار می رفت . ولی در حال حاضر با استفاده از تکنیک جدا کننده های با مایعات سنگین (HMS) ، توانسته اند آندالوزیت را با کیفیت بالایی تولید کنند. جهت بالا بردن عیار آندالوزیت ابتدا آندالوزیتی را که در شیل وجود دارد توسط آسیاب میله ای خرد کرده و پس از آن از سرندهای مرطوب گذرانده و به قسمت دستگاه مالش می رسانند. مواد دانه ریز از قسمت عقب شستشو کننده به سیکلون وارد و مواد با اندازه ۶۰۰- میکرون در حوضچه لجن ریخته می شود. مواد با اندازه ۲۵- میلیمتر از قسمت جلو شستشو دهنده به آسیاب می روند و مواد ۲۵ + میلیمتر به عنوان باطله خارج می شود. آندالوزیت در مدت کوتاهی پس از آسیاب از شیل جدا شده ، سپس به سرند مرطوب می رسد و به این ترتیب آندالوزیت تغلیظ شده با خلوص ۴۰-۵۰ درصد تهیه می شود. این ماده تغلیظ شده به اولین سری HMS می رسد. بعد از سرند مرطوب ، عمل خشک کردن و جدا کردن مغناطیسی بر روی مواد سخت تر انجام می گیرد و اولین درجه خلوص آندالوزیت با مقدار آلومین بیش از ۵۷ درصد و کمتر از یک درصد اکسید آهن تولید می شود. مواد با جرم مخصوص پایین حاصل از اولین سیکل ، به دومین HMS می رسد و در نتیجه آندالوزیتی با ۵۴ درصد آلومین و کمتر از ۱/۸ درصد اکسید آهن تولید می شود.

در برخی از موارد آندالوزیت تغلیظ شده به رنگ قهوه ای تیره تا سیاه و با اندازه های

۸- تا ۳۵+ مش که حاوی ۵۹/۲ درصد Al_2O_3 و ۱ درصد Fe_2O_3 است از شست

آندالوزیتهای سیاه رنگ حاوی ۲۰ درصد آندالوزیت به دست می آید.

۱-۵-۳- تغلیظ کیانیت

پس از معدنکاری و استخراج کیانیت، کانه‌ها را تا $1/5$ - اینچ خرد کرده و سپس به آسیاب میله‌ای برای خرد کردن به ۲۸- مش می‌برند. دوغاب حاصل شده را از نظر اندازه ذرات جدا می‌کنند. این عمل مهم جهت فلوتاسیون اهمیت بسزایی دارد اما این امر باعث از بین رفتن مقدار زیادی کیانیت دانه ریز می‌شود. سپس دوغاب را با موادی برای فلوتاسیون نمکهای اسید اگزالیک اثر داده و از یک سری سلولهای فلوتاسیون عبور می‌دهند تا پیریت و مواد میکایی از دوغاب جدا شود. مواد تغلیظ شده درشت تر به سیکل پاک کننده دو مرحله‌ای می‌رسد. (مواد باقیمانده این سیکل به عنوان باطله محسوب می‌شود). مواد تغلیظ شده حاصل از فلوتاسیون شامل ۹۱ درصد کیانیت، ۲ تا ۵ درصد اکسیدهای آهن و همین مقدار هم کوارتز است. برای رساندن رطوبت از ۶ تا ۸ درصد به صفر درصد آبیگری از مواد تغلیظ شده انجام می‌شود. مواد تغلیظ شده پس از خشک شدن به جدا کننده های مغناطیسی جهت رساندن آهن به زیر ۱ درصد فرستاده می‌شوند. مواد به دست آمده به نام کیانیت خام ۳۵ مش خوانده می‌شود و آماده مصرف است.

به طور کلی ذخایر با ابعاد بزرگ که حاوی ۲۰ تا ۳۰ درصد سیلیکات آلومینیوم است، توسط اعمال و وسائل مخصوصی تغلیظ می‌شود. اما ذخایر تیپ سگریگاسیون و کیانیت های توده ای هند و سگریگاسیون های سلیمانیت - کوندوم آفریقای جنوبی به علت ارزانی نیروی انسانی توسط کارگران تغلیظ می‌شود.

۱-۵-۴- کلسیناسیون کانی های گروه سیلیمانیت

کیانیت ، آندالوزیت ، سیلیمانیت ، دومورتیریت و توپاز که سیلیکات طبیعی می باشند ، می توانند به مولیت که ماده خام نسوز است ، تبدیل شوند. دومورتیریت حاوی بر و توپاز حاوی فلوتور است که هر دو در طول تبدیل به مولیت بحار می شوند. فقط سه کانی طبیعی کیانیت ، سیلیمانیت و آندالوزیت در مقیاس صنعتی استفاده می شود.

کانیهای گروه سیلیمانیت در اثر کلسیناسیون به مخلوط مولیت ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) و سیلیس تبدیل می شوند. تشکیل آلومینوسیلیکات ها به هنگام دگرگونی و از بین رفتن آب در ترکیب کائولن ، پیروفیلیت ، مسکویت انجام می شود.

تبدیل به مولیت در حرارت های مختلف به همراه مقداری تغییر حجم ، انجام می پذیرد که این تغییر بستگی به مشخصات بلوری کانیها در طبیعت دارد.

برای دگرگون شدن ساختمان بلورین این کانیها ، حرارت بالا و زمان زیاد مورد نیاز است ، تا کانیها تجزیه شوند. با این حرارت کانی سیلیمانیت می تواند به مخلوطی که شامل ۸۸ درصد مولیت و ۱۲ درصد سیلیس آزاد است ، تبدیل شود. با توجه به جدول فوق تبدیل آندالوزیت به مولیت بر سایر کانیها برتری دارد و دلیل آن مقدار انرژی حرارتی کم می باشد . ضمناً مقدار انبساط آن نیز در حین حرارت دادن زیاد نمی باشد ، تا باعث خرابی آجر نسوز شود. آندالوزیت را می توان به صورت کلسینه نشده نیز استفاده کرد ، تا محصول آجرهای حرارت دیده و حرارت ندیده تولید شود .

* این محصولات انرژی کمتری لازم دارد و مزیت دیگر آن سادگی تبدیل آن به مولیت

است. مقدار دیرگداز به مقدار Al_2O_3 بستگی دارد. حداکثر مقدار Al_2O_3 در سیلیمانیت ۶۳

درصد است (در سنگ خالص) و ناخالصی هایی از قبیل آهن، تیتان و مواد قلیایی که در پایین آوردن درجه نسوزندگی اثر دارد، باید مقدار آن به حداقل برسد. کانسنگ باید کمتر از ۱ درصد Fe_2O_3 داشته باشد و حداکثر مقدار TiO_2 باید ۲ درصد و مقدار مواد قلیایی نیز باید خیلی کم باشد.


۱-۵-۵- موارد استفاده از کانیهای گروه سیلیمانیت و مولیت

کانیهای گروه سیلیمانیت بیشتر در صنایع نسوز مورد استفاده قرار می گیرند (بیشتر به صورت مولیت). استفاده اصلی از کیانیت (به صورت خام و کلسینه شده) در صنایع تهیه ملات های نسوز، سیمان و مخلوطهای کوبیدنی است. در این مصارف مقدار کیانیت، ۱۰ تا ۴۰ درصد مخلوط را تشکیل می دهد و باقیمانده مخلوط شامل رس های نسوز و مواد درشت تر است. کیانیت خام برای کاهش انقباض رس جهت اتصال به کار رفته، مصرف می شود. شکلهای نسوز درجه بالا معمولاً شامل کیانیت کلسینه شده است، که اتصال آن توسط مقداری بال کلی انجام شده است. بعضی از صنایع ساخت آجر مولیتی، از کیانیت به عنوان جزء دانه ریز آجر استفاده می کنند، اما ندرتاً مقدار آن به ۱۰ درصد (وزنی) می رسد. کیانیت در صنایع سرامیک و کاشی های کف و دیوار استفاده می شود (برای کاهش انقباض و جلوگیری از ترک خوردگی پس از حرارت). مخلوط کیانیت و سیلیمانیت دانه ریز و کم آهن برای صنایع ماسه ریخته گری استفاده می شود. موارد استفاده از کانیهای گروه سیلیمانیت در صنایع غیر از فرآورده های نسوز در صنایع تهیه آلیاژهای سیلیکون آلومینیوم می باشد.

تهیه محصولات نسوز (آجر یا شکلهای دیگر) از کانیهای سیلیمانیت ساده است، اما برای تهیه محصول مقاوم تحت بار باید ۶۰ درصد کانیها دانه درشت باشد. جهت تهیه

آجرهای درجه بالا باید کانی های سیلیمانیت به صورت کلوخه و قلوبه باشند. مواد دانه ریز با ترکیب شیمیایی مشابه ذرات دانه درشت را می توان جهت اتصال مواد درشت کانی های سیلیمانیت به کار برد که این امر باعث می شود تعادل مناسبی بین ذرات درشت و ریز در آجر سخت ایجاد شود. مواد دانه ریز در محصولات یک پارچه ، ملاتهای درجه بالا و مخلوط های کوپدنی استفاده می شود. مخلوط مواد دانه ریز و رس را می توان جهت آجرهای عایق و آجرهای دانه ریز استفاده کرد. فرآیندهای ساخت پس از دانه بندی شامل : شکل دادن (در پرس های هیدرولیکی با حداقل آب)، خشک کردن و پختن (درجه حرارت پخت بستگی به کاربرد آجر و ترکیب آن دارد) می باشند.

به دلیل انبساط زیاد کیانیت باید اول آن را پخت. معمولاً برای خرد کردن این سنگها (بلوک های کیانیت) ابتدا آن را گرم کرده و سپس بر روی آن آب می پاشند. این عمل باعث خرد شدن آنها می شود. سپس مواد خرد شده باید در درجه حرارت ۱۴۶۰-۱۵۰۰ درجه سانتیگراد پخته شود. آندالوزیت احتیاج به پخت اولیه ندارد ، اما مانند کانیهای دیگر این گروه ، در طبیعت فراوان نیست. درجه حرارت پخت نهایی آجرهای کیانیتی حدود ۱۴۰۰-۱۳۸۰ درجه سانتیگراد و سیلیمانیتی ۱۶۰۰-۱۵۰۰ درجه سانتیگراد می باشد . آجرهای آندالوزیتی دارای مقاومت خزشی بالایی هستند (در مقایسه با آجرهای نسوز رسی حاوی مقدار کمتری کمک ذوب است) همچنین در حرارت های بالا مقاوم می باشند ، حجم نسبتاً پایداری دارند (مقدار آندالوزیتی که به مولیت تبدیل نشده کم است) ، نسبت به شوکهای حرارتی مقاوم می باشند. ضمناً به دلیل مقدار کم کمک ذوب در برابر اثرات فاز

۲۲-۱	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل اول- کلیات	 Madankav Consulting Engineers Co.
------	---	--

شیشه سرباره و به علت تخلخل آنها در مقابل نفوذ سرباره و گازها و غبار مقاوم تر می باشند.
مورد مصرف آجرهای آندالوزیتی در کوره بلند و پاتیل های فولاد است.

تخلخل آجرهای سیلیمانیتی معمولاً "پایین بوده و تخلخل ظاهری آنها بین ۹ تا ۲۵٪
تغییر می کند. وزن مخصوص این آجرها بالاتر از خاک نسوز است.

ملات نسوز دارای آلومین بالا و کارایی جالبی است. همچنین پوشش درزها با این
ملات باعث مقاومت آنها نسبت به عبور گازها و مقاومت خوبی نسبت به سرباره و خوردگی
کمک ذوب های مختلف دارد. در شرایط کوره ، ملاتهای مذکور بدون هیچگونه تغییر حجمی
به سرعت به مولیت تبدیل می شود ضمن آنکه دارای درجه نسوزندگی بالایی است.

۱-۵-۶- قیمت کانی های گروه سیلیمانیت در بازار بین المللی

در جدول شماره (۱-۲) لیست قیمت و نوع آن در بازارهای بین المللی را آمده است.


جدول شماره (۱-۲)- لیست قیمت و نوع کانیهای سیلیمانیت در بازارهای بین المللی

نام	مشخصات	قیمت	واحد
کانی های سیلیمانیت (Sillimanite minerals)	آندالوزیت، ترانسوال ، ۵۷/۵٪ Al ₂ O ₃ ، ۲۰۰۰ تن فله ، فوب (F.O.B)	۱۸۰-۲۰۰	دلار / تن
	آندالوزیت، ترانسوال ، ۵۹/۵٪ Al ₂ O ₃ ، ۲۰۰۰ تن فله ، فوب (F.O.B)	۲۲-۲۴۰	دلار / تن
	کیانیت ، امریکا ، ۶۰-۵۴٪ Al ₂ O ₃ ، ۳۵-۳۲۵ مش تایلر ، محموله های هجده تنی ، فوب کارخانه: (F.O.B)		
- خام		۱۴۰-۱۶۸	دلار / تن
- کلسینه		۲۴۸-۲۷۶	دلار / تن
سیلیمانیت ، افریقای جنوبی ، ۷۰٪ Al ₂ O ₃ ، یسه ، سف (CIF)		۱۹۰-۲۰۰	دلار / تن

فصل دوم

زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه

۲-۲	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل دوم- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه	 مهندسان مشاور Madankay Consulting Engineers Co.
-----	--	---

۲-۱- مقدمه

در راستای اجرای خدمات فنی قرارداد آندالوزیت (۲) در منطقه میشدوان ، کار برداشت زمین شناسی ، حفاری و نمونه برداری توسط کارشناسان این شرکت در چند نوبت صورت گرفت.

الف - مرحله اول

در مرحله اول ، اکیبی از ۲ نفر کارشناس ارشد این مشاور به همراه یک نفر تکنسین برای انجام شرح خدمات مندرج در قرارداد جهت بازدید به منطقه که وسعت آن ۱/۵ کیلومتر مربع مشخص گردید ، اعزام شدند. در اجرای عملیات ه بوط به مرحله اول :

- راههای دسترسی به منطقه ، مورد ارزیابی قرار گرفت و محدوده چهارگوش ۱/۵ کیلومترمربعی بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ پیاده و بر روی زمین مشخص گردید.
- از کلیه حفاری های انجام شده در مرحله مقدماتی (ترانشه ها) بازدید به عمل آمد و تعداد ۵ نمونه به طور کانالی و در طول ترانشه ها برداشت گردید.

نمونه های برداشت شده از منطقه معدنی چادرنگون (منطقه شماره ۲) با کدهای Y-A2 شماره گذاری گردیدند این نمونه ها از ترانشه های I الی V جهت اندازه گیری ده اکسید اصلی به آزمایشگاه ارسال گردیدند که پس از اخذ نتایج آزمایشگاهی و داده های به دست آمده ، مشخص گردید که منطقه چادرنگون از نظر کار مشابه با منطقه معدنی آندالوزیت یک (میشدوان بافق) می باشد.

۱- نمونه های اخذ شده از پنج ترانشه جهت انجام آزمایش X.R.D نیز به آزمایشگاه ارسال گردید که پس از اخذ نتایج آزمایشگاهی ، داده نمونه ها کانی اصلی کبائیت را نشان

داده اند. بعلاوه کانیهای فرعی دیگری از جمله استارولیت ناشی از افزایش فشار دگرگونی ناحیه ای و پیروفیلیت حاصل از آلتراسیون نیز در این نمونه ها شناسایی شدند.

۲- به علت خرد بودن و آلتراسیون شدید نمونه های برداشت شده از ترانشه های I الی V منطقه معدنی چادرنگون، تنها دو عدد نمونه سنگی جهت تهیه و مطالعه تیغه نازک مناسب بود. لذا این دو نمونه نیز مطالعه گردید که نتایج آن در فصل مربوطه آورده شده است.

۳- این مشاور پس از اخذ نتایج تجزیه شیمیایی، مطالعات تیغه نازک و نتیجه X.R.D و همچنین با توجه به شناخت از منطقه معدنی آندالوزیت شماره I و پس از تجزیه و تحلیل آنها، ادامه عملیات اکتشافی در مرحله دوم را توجیه پذیر دانسته و مقدمات کارهای مربوطه را انجام داده است.

ب - مرحله دوم


این مشاور پس از تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده از مرحله اول و با هماهنگی کارفرما خدمات زیر را جهت انجام مرحله دوم قرارداد به صورت زیر دنبال کرده است.

- عکسهای هوایی ۱: ۲۰,۰۰۰ منطقه معدنی آندالوزیت (۲) چادرنگون به مقیاس ۱: ۵۰۰۰ تبدیل شده است (بزرگ کردن عکسهای هوایی منطقه).

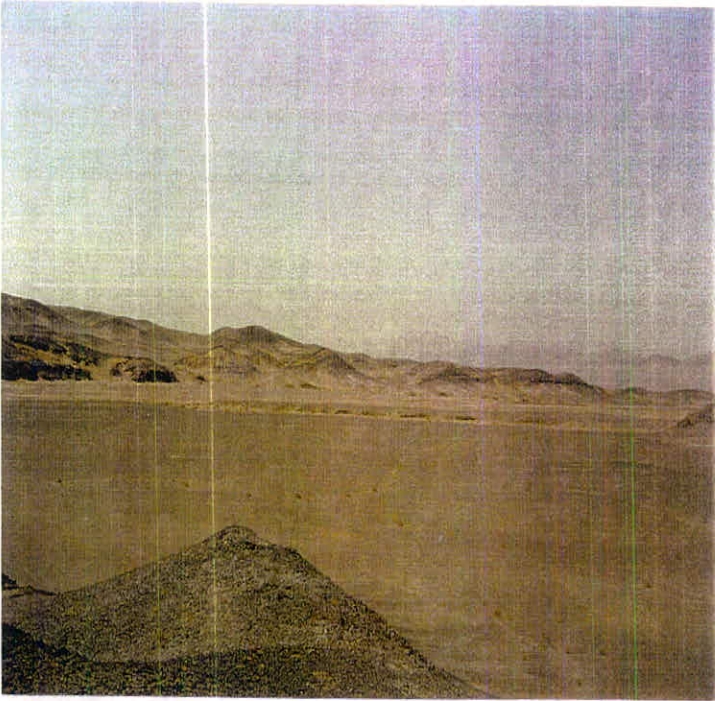
- با روش فتوگرامتری از روی عکسهای هوایی ۱: ۲۰,۰۰۰ نقشه توپوگرافی منطقه تهیه

شد و سپس توسط دوربین نقاط کلیدی آن در روی زمین کنترل و نقشه توپوگرافی ۱: ۵۰۰۰

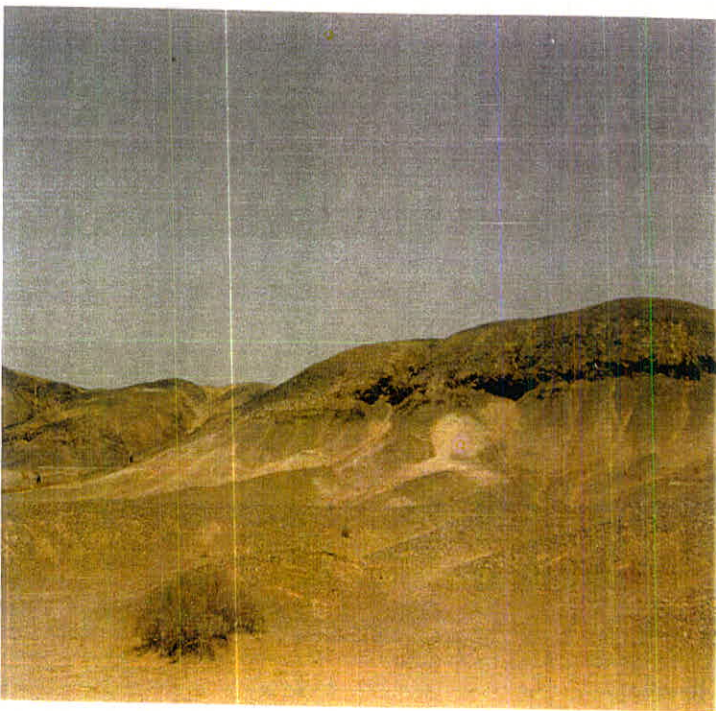
منطقه تکمیل گردید.

<p>۴-۲</p>	<p>زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل دوم- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه</p>	
------------	--	---

- از روی عکس هوایی ۱:۵۰۰۰ بزرگ شده از عکسهای ۱:۲۰,۰۰۰، فتوژئولوژی مقدماتی انجام گردید و سپس با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ به عنوان نقشه پایه جهت انجام کارهای صحرایی و برداشتهای زمین شناسی، نقشه زمین شناسی تکمیل گردید.
- پس از تهیه نقشه پایه و توپوگرافی در چند نوبت توسط اکیپهای کارشناسی، برداشتهای زمین شناسی معدنی در امتداد پروفیل‌های به موازات ترانشه های قدیمی و ترانشه های جدید و همچنین در امتدادهای عمود بر آنها صورت گرفت. منطقه ای به وسعت بیش از ۱/۵ کیلومترمربع تحت پوشش قرار گرفت تا وضعیت کلی منطقه و نواحی مجاور مشخص شود.
- برداشتهای زمین شناسی به صورت سینوسی (زفت و برگستی) و در فواصل ۵۰ متری و به وسیله متر و کمپاس و اطلاعات حاصله بر روی نقشه های پایه منتقل گردید.
- جهت تکمیل مطالعات در منطقه، مقدار ۱۰۰ متر مکعب ترانشه در قالب ۵ رشته از پائین دست شیست های کانه دار حفاری گردید که مقداری از آن در مناطق پوشش آبراهه ای قرار گرفته است. نتایج این حفاری در بخش مربوطه آمده است. جهت کنترل عوامل عمقی ۳ حلقه چاهک به مترژ کلی ۲۰ متر در بالادست ترانشه های قدیمی I، III و V حفاری شدند.
- از کلیه چاهکهای حفاری شده و ترانشه ها، نمونه برداری به صورت سیستماتیک انجام شد و نتایج آنها از آزمایشگاه اخذ و در بخش مربوطه آمده است.
- در حین تهیه نقشه زمین شناسی، اندازه گیری شیب و امتداد لایه ها، شیب و امتداد گسلها تا حد امکان و جابجایی آنها انجام گرفت که نتایج آن بر روی نقشه زمین شناسی و تکتونیکی منطقه آورده شده است.



الف- از نمای دور



ب- از نمای نزدیک

عکس شماره (۱-۱)- نمای عمومی منطقه مورد مطالعه چادرنگون

- نمونه برداری از واحدهای مختلف سنگی برای مطالعات سنگ شناسی (مطالعه تیغه های

نازک) و همچنین جهت آزمایش کانی شناسی توسط پرتو مجهول (X.R.D) انجام شد.

با استفاده از عکسهای هوایی منطقه و بازدیدهای صحرایی مکرر و با در نظر گرفتن

شرح خدمات و اهداف مربوطه، ابتدا نقشه زمین شناسی مقدماتی تهیه و پس از کنترل و

اعمال مطالعات سنگ شناسی و تصحیحات لازم، بر روی نقشه های اولیه و انتقال آنها بر

روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰، نقشه زمین شناسی منطقه تکمیل گردید.

۲-۲- نقشه زمین شناسی

جهت تفکیک واحدهای لیتولوژی و همچنین کنترل کنتاکتهای زمین شناسی،

پیمایش های زمین شناسی و عملیات صحرایی در چند نوبت انجام گردید. از کلیه واحدها

نمونه های دستی برداشت و مورد شناسایی قرار گرفتند، سپس گسترش و امتداد لایه های

شیستی کانه دار مورد پی جوئی قرار گرفت. جهت شناخت دقیق لیتولوژی واحدها و موقعیت

لایه های شیستی حاوی ماده معدنی در دو نقطه در نقشه زمین شناسی، مقاطعی ترسیم

گردید. در حین انجام عملیات فوق اقدام به برداشت کلیه عوارض ساختمانی از جمله گسل،

نایبوستگی، چینها و شیب و امتدادهای لازم گردید.

محدوده مورد مطالعه در منطقه چادرنگون بافق، بخشی از زون ایران مرکزی

می باشد. این بخش و محدوده اطراف آن از سندهای قدیمی پرکامبرین و سنگهای

دگرگون شده تشکیل گردیده اند. رخنمون های جوان فقط محدود به رسوبات کواترنر و

رسوبات آبرفتی عهد حاضر می باشند. روند ساختمانی عمومی منطقه

شمال شرقی - جنوب غربی و منطقه از تکتونیک آرامتری نسبت به منطقه آند

میشدوان (منطقه معدنی شماره ۱) برخوردار است. توپوگرافی منطقه آرام، و فقط قسمتی از رخنمون آهکهای متمورف و همچنین گنیس ها از توپوگرافی خشن تری برخوردار هستند. اکثر لایه های شیستی کانه دار منطقه در بین مسیل بزرگ منطقه (رودخانه خشک چادرنگون) و در پایین دست لایه های متمورف آهکی و یا پائین دست توده های گنیس واقع شده اند. همانطوریکه از نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ مشخص است اکثر رخنمون های منطقه، مربوط به پرکامبرین و رسوبات جدید همگی مربوط به کواترنر و رسوبات جوانتر می باشند. بیشترین پوشش نیز مربوط به کمپلکس بنه شور و حاوی آمفیبولیت، گنیس و شیست می باشد و در مقام دوم رسوبات کمپلکس سرکوه قرار دارند. لایه های شیستی کانه دار از نظر وسعت و در مقام مقایسه با دیگر واحدها در مقیاس پائینتری قرار گرفته اند.

بر اساس بررسیهای انجام گرفته بر روی نقشه های بزرگ مقیاس، عکسهای هوایی و همچنین بازدیدهای صحرایی و پیمایش های انجام شده، مطالعات سنگ شناسی و با توجه به مقیاس نقشه زمین شناسی، چند واحد سنگی در منطقه مورد شناسایی قرار گرفته و تفکیک گردید. در زیر به شرح واحدهای سنگی مورد مطالعه در منطقه چادرنگون می پردازیم:

۲-۲-۱- کمپلکس سرکوه (PES)

مجموعه مزبور در کوهی به نام سرکوه (در شمال شرق دهکده زیرگان) دیده می شود و اصولاً شامل میکاشیست های سلیمانیت - گرونا دار بوده و به طور محلی در آن مرمر هم مشاهده می شود. به علاوه انترکلاسیونهایی از آمفیبولیت و سنگهای اسکاپولیت دار و کوارتزیتی هم وجود دارد. برخی از مرمرها (به ویژه مرمرهای زون گسلی قسمت غربی

کوه سرکوه) ، حاوی دایکهای دیابازی بوده و به نظر می رسد که به طور بخشی به ژئوس تبدیل شده اند.

به طور کلی موقعیت چینه شناسی مجموعه سرکوه در پرکامبرین به خوبی مشخص نیست ولی در نقشه های زمین شناسی موجود در پرکامبرین زیرین و در زیر مجموعه پشت بادام نشان داده شده است (حقی پور) .

در بعضی گزارشات مجموعه سرکوه با مجموعه پشت بادام از لحاظ سنی در یک ردیف قرار دارند ولی از لحاظ سنگ شناسی هم ردیف با سازند تاشک می باشند.

مجموعه سرکوه در منطقه چادرنگون و در محدوده مورد مطالعه در قسمت جنوب رودخانه واقع شده است . ذخیره جنوبی نیز در این کمپلکس با کانی سازی سیلیمانیت تشکیل شده است .

ترتیب قرارگیری واحدهای این کمپلکس در منطقه به این صورت است که در زیر شیستهای فاقد کانی سازی و بر روی آن شیست های کانی سازی شده (سیلیمانیت شیست) تشکیل شده است . جوانترین واحد این مجموعه در منطقه ، واحد آهکی سرکوه است که بالای دو واحد قبلی قرار گرفته است.

الف - واحد سیلیمانیت گارنت شیست (Ssch)

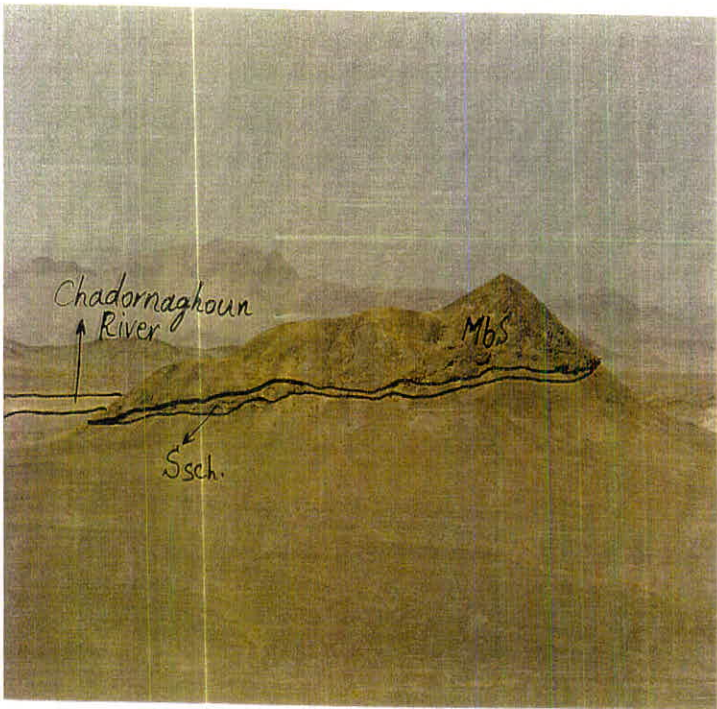
از قدیمی ترین واحدهای شناخته شده در محدوده و همچنین در زون ایران مرکزی ، واحد شیست مربوط به کمپلکس سرکوه در پرکامبرین است . این واحد تحت دگرگونی درجه بالا قرار گرفته است . رخنمون این شیست ها در منطقه مورد مطالعه چادرنگون محدود بوده و بیشتر رخنمونهای آن در سمت جنوب رودخانه قرار دارد . این شیستها بسیار متورق

و به رنگ خاکستری تیره مشاهده می شوند . در این شیست ها ، کانی سازی در حدود ۱۰ درصد ، به موازات شیستوزیت و در ابعاد کوچک تشکیل شده است. (قطر بلورها حداکثر ۴ میلیمتر و حداکثر طول آنها ۵ سانتیمتر می باشد) .

عمده کانی سازی گروه سیلیمانیت در این شیستها ، سیلیمانیت می باشد . ضخامت متوسط این واحد در منطقه مورد مطالعه در حدود ۶ متر می باشد . تراشه های سوم تا پنجم در این واحد حفاری شده اند. هوازگی سطحی در این شیست ها آنچنان پیشرفته نیست و بلورهای سیلیمانیت از متن سنگ جدا نشده اند. به طور کلی می توان گفت که ذخیره قابل توجهی از سیلیمانیت در منطقه وجود ندارد.

ب- واحد آهک متمورف کمپلکس سرکوه (MbS)

یکی دیگر از زیر واحدهای کمپلکس سرکوه که در نقشه تهیه شده قابل تفکیک می باشد آهک های متمورف می باشد که با علامت MbS بر روی نقشه مشخص شده است این واحد کمر بالای ماده معدنی در جنوب رودخانه چادرنگون (کمر بالای سیلیمانیت شیست)را تشکیل می دهد. ضخامت این واحد حدود ۲۰ الی ۳۰ متر و در بعضی قسمتها بیش از آن می باشد. این واحد به رنگ خاکستری و در بعضی جاها خاکستری روشن و شیری دیده می شود. در زمین شناسی آندالوزیت میشدوان بافق (منطقه معدنی شماره ۱) ، بعد از لایه های شیست کانه دار ، در تمامی موارد لایه های آهکی متمورف با شیب زیادتر از شیست ها بر روی آنها واقع شده است. این موضوع در منطقه چادرنگون تنها در کمپلکس سرکوه دیده شده است. عکس شماره (۱-۲) یکی از تپه های با سیلیمانیت شیست که بر روی آنها سه رشته ترانسه حفر شده است نشان می دهد.



عکس شماره (۱-۲) - تپه منفردی که ستون چینه شناسی آن با منطقه میشدوان یکی است

در جنوب رودخانه چادرنگون

۲-۲-۲- کمپلکس بنه شور و (P ∈ b)

با توجه به نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه، تمامی زمینهای تحت پوشش

منطقه مورد مطالعه چادرنگون، مربوط به قدیمی ترین تشکیلات ایران و به سن

اینفرا کامبرین تا پره کامبرین و لیتولوژی این تشکیلات همگی مربوط به کمپلکس متامورف

بنه شور و سرکوه می باشد، که به طور گسترده ای در شمال بافق گسترش دارند.

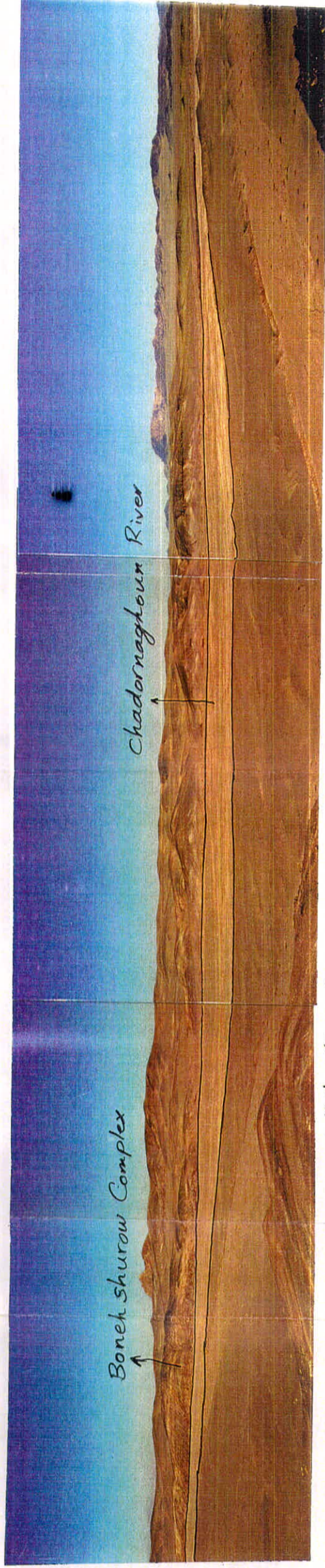
لیتولوژی کمپلکس بنه شور شامل شیست، کوارتزیت، آمفیولیت، گنیس و ماربل و

لیتولوژی سرکوه شامل شیست و ماربل می باشد که در بعضی جاها به صورت تناوب، این

واحدها تکرار شده و یا در بعضی موارد تعدادی از زیر واحدهای مذکور وجود ندارد.

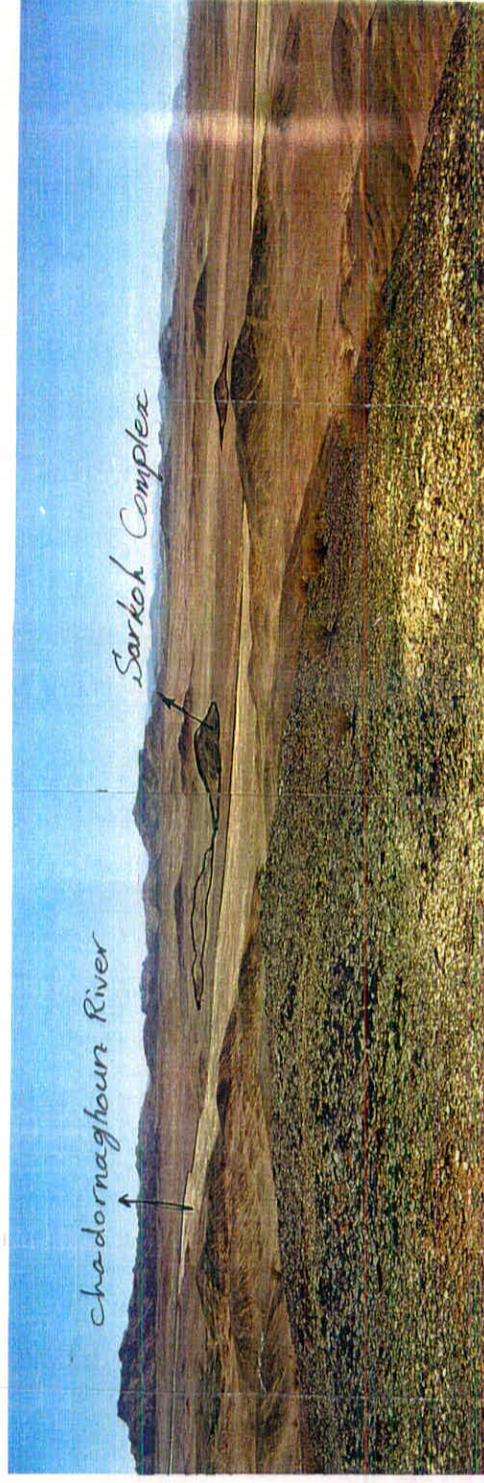
وجود آمفیبولیت کمپلکس بنه شورو و آن را از کمپلکسهای دگرگونی دیگر منطقه متمایز می سازد . لذا در بعضی از موارد همچون پیدا شدن زغال سنگ در واحدهای شیست این کمپلکس و مربوط کردن آن به سازند شمشک و یا نای بند منتفی می باشد . وجود آمفیبولیت و تناوب واحدهای دیگر از جمله کوارتزیت ، شیستها ، گنیس و ماربل کمپلکس بنه شورو را به اثبات می رساند. در عکس شماره (۲-۲ و ۳-۲) تمامی واحدها و شیستهای کانه دار در شمال و جنوب رودخانه چادرنگون دیده می شود.

در مجموعه کمپلکس بنه شورو گنیسهایی وجود دارند که با نمونه برداری های صورت گرفته از این سنگها نوع گنیس و کانیهای آن مشخص شده است و گنیس های این کمپلکس به نام گنیس زمان آباد معروف می باشند . معمولاً واحد گنیس در بخش های فوقانی کمپلکس بنه شورو واقع شده است. همانطوریکه از نقشه زمین شناسی پیداست قسمت وسیعی از منطقه مورد مطالعه در قسمتهای شمالی کمپلکس بنه شورو قابل تفکیک به واحدهای تشکیل دهنده نبوده و تحت نام کلی بنه شورو و با علامت P E b روی نقشه زمین شناسی معرفی شده است . در این گزارش و در بحث زمین شناسی واحدهای مورد مطالعه ۱:۵۰۰۰ محدوده سعی شده است واحدهایی از کمپلکس بنه شورو که در محدوده قابل تفکیک بوده ، به صورت جداگانه توضیح داده شود . این کمپلکس در کل و در خارج از محدوده به وسیله سازند تاشک پوشیده می شود .



عکس شماره (۲-۲) - نمای عمومی منطقه مورد مطالعه در شمال رودخانه چادرنگون

کمپلکس بنه شورو (دید از جنوب به شمال)



عکس شماره (۳-۲) - نمای عمومی منطقه مورد مطالعه در جنوب رودخانه چادرنگون

کمپلکس سرکوه (دید از شمال به جنوب)

- مقایسه کمپلکس بنه شورو در منطقه آندالوزیت میشدوان و چادرنگون

در منطقه معدنی شماره (۱) (میشدوان) کلیه زیر واحدهای کمپلکس بنه شورو تفکیک شده و جدا از هم می باشند و می توان آنها را به صورت یک واحد مستقل بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ تفکیک و جدا نمود ولی این موضوع در محدوده آندالوزیت چادرنگون در بیشتر جاها مقدور نمی باشد. لذا کل منطقه را می توان به صورت یک کمپلکس فرض کرد و در بعضی موارد تفکیک واحدهای شیست، آهکهای متامورف و همچنین سنگهای آمفیبولیت و دو نوع گنیس مشکل می باشد. با این حالت، سعی شده تا جاییکه امکان آن بود این واحدها از هم تفکیک شود و در جاهای دیگر به صورت یک واحد کلی و به صورت کمپلکس بنه شورو معرفی گردند.

- مقایسه واحد شیست کانه دار در منطقه آندالوزیت میشدوان و چادرنگون

در منطقه میشدوان واحد کانه دار یعنی شیستهای کانه دار در بین دو واحد دولومیت‌های کمر پائین و آهک های متامورف (ماربل) کمر بالا قرار دارند که ضخامت این شیستها در اکثر نقاط و در بلوکهای مختلف منطقه میشدوان متغیر بوده است ولی در منطقه آندالوزیت چادرنگون در کمر پائین واحد کانه دار میکا شیست های متورق و تا حدودی قرمز رنگ وجود دارد. در این منطقه در زیر واحد میکا شیست از کمپلکس بنه شورو واحد دیگری رخنمون ندارد و تنها کمپلکس سرکوه در سمت جنوب و در طرف دیگر رودخانه خشک چادرنگون به صورت لایه هایی از شیست و ماربل نمایان است. به طور کلی قدیمی ترین واحد در ستون چینه شناسی و نزدیک به لایه های کانه دار، واحد سیلیمانیت شیست می باشد که با شیب ملایمی در زیر تمام واحد قرار گرفته است.

در منطقه چادرنگون واحد کانه دار در شمال رودخانه چادرنگون به صورت یک واحد گارنت میکا شیست کانه دار است که مرز پائین و بالای آن به وضوح مشخص می باشد و در جنوب رودخانه چادرنگون به صورت سیلیمانیت شیست که مرز بالا مشخص و مرز پائینی (شیست سرکوه) در اکثر نقاط پوشیده می باشد و به راحتی می توان ضخامت متوسط لایه کانه دار را تعیین کرد .

- واحد شیست (Sch)

یکی دیگر از زیر واحدهای کمپلکس بنه شور را واحد شیست تشکیل می دهد . این واحد به طور گسترده در محدوده تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ چادرنگون دیده می شود . کانی سازی مورد نظر گروه سیلیمانیت در این واحد اتفاق افتاده است . این واحد در اثر وجود بعضی کانیهای دیگر به رنگهای مختلفی از جمله شیست تیره ، شیست خاکستری ، میکاشیست آندالوزیت دار با رنگ خاکستری تا خاکستری روشن ، گارنت آندالوزیت شیست به رنگ صورتی و خاکستری و همچنین شیست نرم به رنگ تیره و شیست سخت به رنگ سبز تیره دیده می شوند . در بعضی جاها کردیریت شیست و میکاشیست به رنگ خاکستری دیده می شود . شیستهای این منطقه دارای فولیاسیون مشخصی می باشند که در اثر موازی قرار گرفتن کانیهای صفحه ای شکل گرفته اند .

شیست های این منطقه تحت دو فاز دگرگونی ، ابتدا دگرگونی فشار و حرارت بالا و در فاز دوم دگرگونی حرارت بالا و احتمالاً " دگرگونی مجاورتی قرار گرفته اند .

این واحد در بالا به صورت کلی بررسی گردید ولی در منطقه مورد مطالعه ، انواع

شیست به نامهای میکاشیست ، سیلیمانیت میکاشیست ، گارنت میکا شیست ، سیلیمانیت

گارنت میکا شیست و در بعضی نقاط استروئید میکا شیست را می توان دید ولی همه آنها را نمی توان در نقشه مقیاس ۱:۵۰۰۰، به دلیل گسترش رخنمونی کم، مورد شناسائی قرار داد. اندازه بلورهای گروه سیلیمانیت در این شیستها متغیر و طول آن از ۲ الی ۴ سانتی متر تغییر می کند. این گروه از کانیها در محدوده مورد مطالعه بین ۵ الی ۱۵ درصد در تغییر می باشد. از میان تعداد زیر واحدهای ذکر شده در بالا، فقط تعداد ۳ زیر واحد به نامهای واحد گارنت میکا شیست، واحد گارنت میکا شیست کانه دار و واحد میکا شیست ورقه بدون کانه را می توان بر روی نقشه زمین شناسی نشان داد. علاوه بر تقسیم بندی بالا بر اساس کانه دار بودن شیست ها، بر اساس نرمی و سختی نیز به دو گروه شیست های نرم کانه دار و شیست سخت بدون کانه تقسیم شده اند. شیست های نرم کانه دار بسیار متورق، دارای لمس صابونی و رنگ خاکستری تا خاکستری تیره دیده می شوند این گروه از شیستهای نرم دارای کانیهای گروه سیلیمانیت می باشند که بیشتر آنها از نوع کیانیت بوده و بلورهای آنها در راستای همان تورق شیستهای نرم شکل گرفته اند. ولی برخلاف آن، شیست های سخت عمدتاً تیره رنگ، حالت شکننده و خرد شده دارند. در این گروه از شیستها، کانه کمتر دیده می شود و درصد کانی سازی پائین است.

الف - واحد میکا شیست (M.Sch)

همانطوریکه قبلاً ذکر گردید، کلیه واحدها و سنگهای رخنمونی در منطقه مربوط به کمپلکس بنه شورو می باشد که در این منطقه تفکیک به واحدهای کوچک آن کمتر دیده می شود با وجود شناسایی و نمایش واحد کانه دار (شیست کانه دار) در روی نقشه، می توان کمر پائین این لایه را قدیمی ترین واحدی از لایه های کمر پائین این منطقه در نظر

گرفت که پائین تر از تراز رودخانه چادرنگون واقع شده و اکثراً پوشیده بوده و رخنمونی از آن دیده نمی شود. با این اطلاعات، احتمالاً همین لایه های میکاشیست بدون کانه با مشخصات ذکر شده در زیر مشخصات رسوبات رودخانه ای نیز کشیده شده است. در عکس شماره (۲-۴) واحد میکاشیست و واحد کانه دار روی آن دیده می شود. از ویژگیهای این واحد می توان موارد زیر را نام برد.

- از نظر ظاهری این واحد به رنگ قرمز - قهوه ای دیده می شود که علت آن احتمالاً بالا بودن مقدار اکسیدهای آهن در آن می باشد.

- سختی این واحد نسبت به واحدهای دیگر کمپلکس بنه شورزو و همچنین دی گریز واحدهای شیست ها کم می باشد.

- واحد میکاشیست به حالت بسیار متورق (ورقه های نازک) و پولکی دیده می شود و در خود ورقه ها، چینهای ریزی نیز دیده می شود.

- تمرکز سیلیس در بین ورقه های این واحد زیاد است. ضخامت این سیلیس ها از ۱ الی ۲ سانتیمتر در تغییر است.

- این واحد به صورت بانندی سرتاسری و به موازات رودخانه چادرنگون رخنمون دارد و در بعضی قسمتها به دلیل گسل و فرسایش جابجا شده و یا از بین رفته است.

- به نظر می رسد که این واحد در زیر رودخانه نیز وجود داشته باشد.

- این واحد کمر پائین لایه کانی سازی شده در شمال منطقه را تشکیل می دهد.

- ضخامت متوسط این واحد در حدود ۲۵ متر است.



عکس شماره (۲-۴)- واحد میکا شیست و شیست کانه دار در غرب منطقه

ب - واحد گارنت میکا شیست یا کیانیت گارنت شیست (K Sch)

مهمترین واحدی را که در داخل واحد شیست از زیر واحدهای کمپلکس بنه شورو می توان جدا نمود ، واحد کیانیت گارنت شیست می باشد . این واحد به صورت خاکستری روشن تا خاکستری مایل به صورتی و به صورت باندهای شرقی - غربی در محدوده مورد مطالعه دیده می شود . این واحد از واحدهای دیگر شیست ، سخت تر و مقدار و اندازه دانه های بلور گارنت نیز زیاد ولی در مقایسه با محدوده میشدوان ، مقدار گارنت کمتر می باشد . مرز پایین و بالای آن کاملاً مشخص و به راحتی می توان ضخامت متوسط آنرا تعیین کرد . در عکس شماره (۲-۵) واحد کیانیت گارنت شیست ، پراکندگی بلورهای گروه کیانیت و ضخامت آن را نشان می دهد . ویژگیهای این لایه به شرح زیر می باشند:

- از نظر ظاهری به رنگ خاکستری روشن و تا کمی تیره دیده می شود.
 - مقدار کانی سازی در آن تغییرات اندکی نشان می دهد.
 - ابعاد بلورها در این واحد در حد چند سانتیمتر (۲ الی ۵ سانتی متر) می باشد.
 - کانی سازی در امتداد شیستوزیته و گاهی به صورت متقاطع صورت گرفته است.
 - به نظر می رسد که هوازدگی و آلتراسیون در تغییر و تبدیل کانه موثر بوده است .
 - ضخامت متوسط این باند در حدود ۸ متر می باشد.
- در عکس شماره (۲-۶) واحد شیستهای کانه دار و شیست بدون کانه و همچنین رگه ها و پچهای کوارتزیتی را در شمال رودخانه چادرنگون و در منطقه چاهک شماره II نشان می دهد .

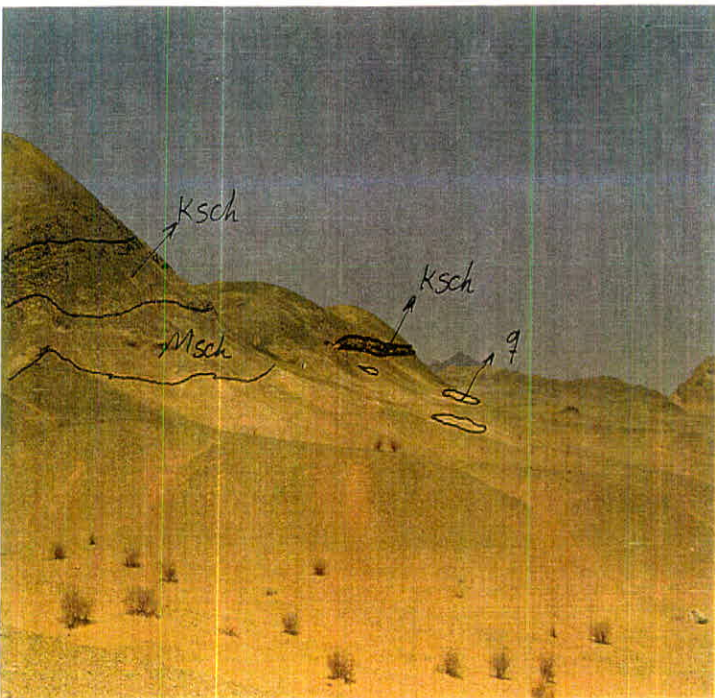
ج - واحد میکا شیست متورق و خاکستری (G Sch)

- بر روی گارنت میکا شیست کانه دار که کانیهای آنها بیشتر کیانیت می باشد ، واحدی از شیست قرار دارد که بنا به نوع شیست و حالت تورق موجود در آن و همچنین رنگ خاکستری ، واحد میکاشیست متورق خاکستری نام گرفت . عکس شماره (۲-۷) سنگهای بدست آمده از حفاری چاهک III در واحد میکاشیست متورق خاکستری را نشان می دهد . این نوع سنگ در چاهک شماره II نیز مشاهده می گردد.
- این واحد در سراسر منطقه و در بالادست شیست های کانه دار قرار دارد . ضخامت این واحد از ۵ تا ۴۰ متر متغیر می باشد.



عکس شماره (۲-۵)- واحد کیانیت گارنت شیست - پراکندگی بلورهای گروه کیانیت و

ضمخامت آن در بلوک II



عکس شماره (۲-۶)- واحد شیستهای کانه دار و بدون کانه به همراه رگه ها و پیچ های

کوارتزی در محدوده چاهک II

در بعضی جاها ترادف لایه های شیست بدون کانه در بالا دست شیست کانه و در مواردی هم فقط یک سری لایه به ضخامت چند متر وجود دارد. در منطقه مورد مطالعه چادرنگون برخلاف آندالوزیت میشدوان ، در واحد شیست و در ترادف زیر لایه های آن ، مشاهده می گردد که میکا شیست متورق با میان لایه کوارتزیتی در پائین که احتمالاً قدیمی ترین لایه شیستی نیز است ، سپس گارنت میکا شیست کانه دار در وسط و میکا شیست متورق خاکستری در بالا دست واقع شده است که به عنوان کمر بالای لایه های شیستی کانه دار معرفی شده است . در عکس شماره (۸-۲) واحد شیست کانه دار و میکاشیست متورق خاکستری در بالا را نشان می دهد.

- واحد کوارتزیت (q)

این واحد به صورت پراکنده و همچنین در بعضی جاها به صورت پچ ها در سراسر کمپلکس بنه شورو وجود دارند ، در منطقه مورد مطالعه چادرنگون نیز در تناوب لایه های شیستی و در بالادست این لایه ها و همچنین در داخل خود کمپلکس بنه شورو آمفیبولیتها زیاد دیده می شود. در بعضی از قسمتها این واحد به صورت لایه های با ضخامت کم و به صورت میان لایه در بین لایه های شیستی و آهکهای مامورف مشاهده می گردد . رنگ این لایه سفید و در بعضی موارد به رنگ شیری دیده می شود. که ضخامت آن بسیار متغیر است. این واحد از نظر دانه بندی ، متوسط تا درشت دانه به صورت لایه های نازک و در بعضی از جا - نیز به صورت پچ و خرد شده دیده می شوند. این واحد خود شامل کوارتز با بافت موزائیک ، فلدسپات نوع آکالن و پلاژیوکلازها که اکثراً تبدیل شدگی نیز در آنها مشاهده می شود ، تشکیل شده اند.

در شمال رودخانه چادرنگون و در گسترش طولی شیستهای کانه طر (شرقی - غربی) میان لایه های کوارتزیتی به صورت لایه های نازک در سرتاسر منطقه و در کلیه زیر واحدهای شیست و از جمله در شیست کانه دار وجود دارد. این واحد به صورت رنگ سفید بوده و از دور در واحد شیست مشاهده می گردد. همانطوریکه ذکر گردید نه تنها در واحد شیست، بلکه در دیگر واحدهای کمپلکس بنه شورو نیز لایه ها و پیچ های کوارتزیتی به صورت گسترده در شمال شرقی و انتهای محدوده مورد مطالعه و همچنین در جنوب شرقی، شمال غربی و در خارج از محدوده به طور گسترده ای دیده می شود.

در عکس شماره (۲-۶) میان لایه های کوارتزیتی در بین لایه های شیستی و از راه دور دیده می شود و در عکس شماره (۲-۹) پیچ ها و لایه های کوارتزیتی در شمال شرق محدوده مورد مطالعه و به صورت گسترده ای دیده می شوند.

- واحد گنیس

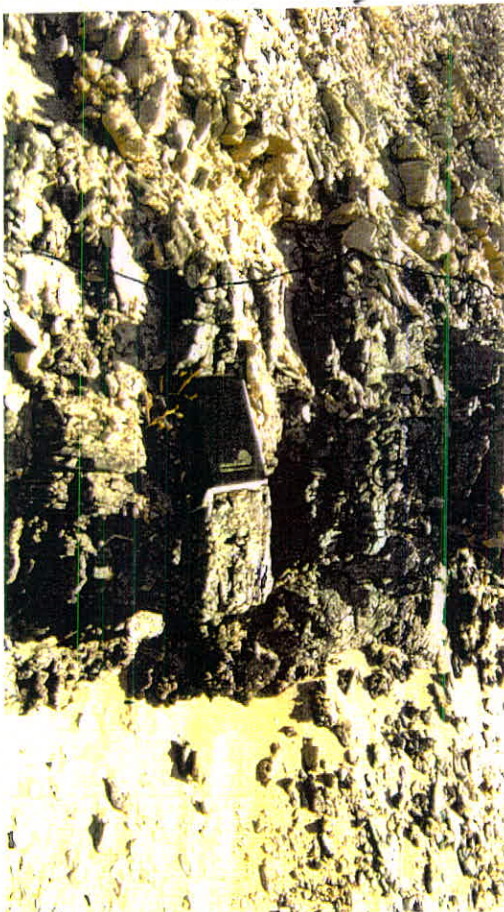
یکی دیگر از زیر واحدهای کمپلکس بنه شورو که در محدوده مورد مطالعه جهت تهیه نقشه وجود داشته و در مقیاس ۱:۵۰۰۰ قابل نمایش می باشد.

همانطوریکه قبلاً ذکر شد گنیس های این منطقه احتمالاً "دنباله گنیس های زمان آباد می باشند. فابریک آن مشخص و در مقاطع نازک تهیه شده نیز به وضوح دیده می شود و از یک ساخت نواری مشخصی که در آن توده های مجاور از نظر ترکیب با هم متفاوت هستند دیده می شوند. ترکیب کانی شناسی این واحد نیز شامل کوارتز، فلدسپات و در بعضی موارد بیوتیت است و کانی های فرعی به صورت هورنبلند و بیروکسن دیده می شود.

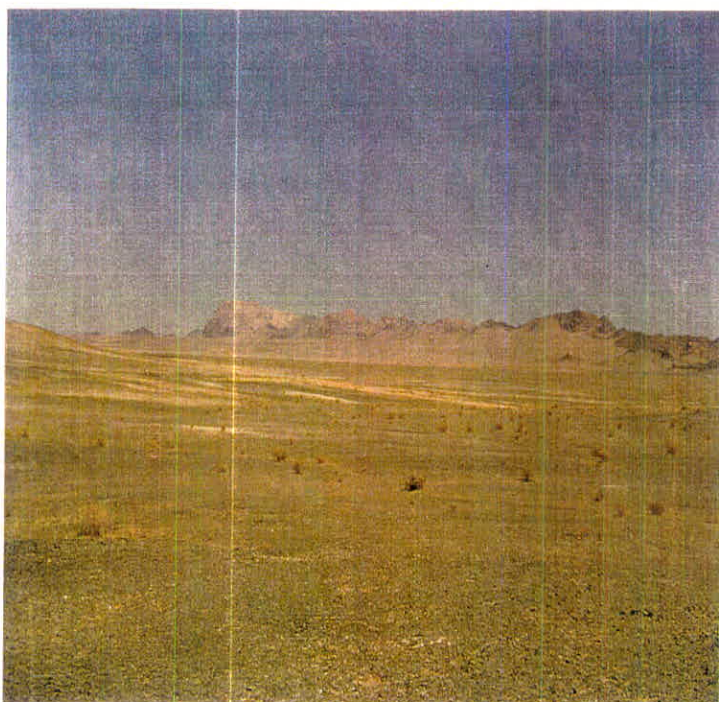


عکس شماره (۷-۲)- سنگهای بدست آمده از چاهک شماره III و II و از نوع میکاشیست

متورق خاکستری



عکس شماره (۸-۲)- واحد شیست کانه دارو میکا شیست متورق خاکستری در بالا در بلوک III



عکس شماره (۲-۹)- یچ ها و لایه های کوارتزیتی در شمال شرقی محدوده مورد مطالعه

یکی از اختلافات اصلی در کمپلکس بنه شورو در منطقه میشدوان بافق و منطقه آندالوزیت چادرنگون در گسترش واحد گنیس می باشد . این واحد در منطقه میشدوان از گسترش چندانی برخوردار نبوده است ، در صورتی که اکثر نقاط بالا دست واحدهای شیست کانه دار در منطقه چادرنگون را گنیس تشکیل داده است. به طوریکه در ستون چینه شناسی کروله شده در منطقه ، در بالای واحد شیست ، واحد آهک متامورف و یا واحد گنیس واقع شده است با توجه به مطالعات میکروسکوپی انجام گرفته بر روی تیغه های نازک ، گنیس های منطقه را به دو دسته تقسیم کرده یک سری که از نظر سنی قدیمی تر هستند به رنگ زرد نخودی دیده می شود و به صورت لایه های با ضخامت های مختلف و در مواردی به صورت توده ای بر روی واحد شیست دیده می شود. یک سری دیگر گنیس که از نظر

سنی جوانتر می باشند اکثر تپه ها و ارتفاعات را در قسمت های شمال منطقه پوشش می دهند . مشخصات هر کدام به قرار زیر می باشد.

الف - واحد کوارتز فلدسپات گنیس زمان آباد $P \in Zq$

این واحد بر روی لایه گارنت میکا شیبست کانه دار قرار گرفته است . ضخامت این واحد به طور متوسط در حدود ۲۰ متر است که در کمر بالای آن واحد آمفیبولیت (هورنبلند شیبست) تشکیل شده است . این واحد از نظر ظاهری خواص زیر را دارد:

- رنگ آن زرد ، نخودی و کرم می باشد.

- ترد و شکننده است.

- در بعضی قسمت ها علاوه بر حالت ماسیو تحت تاثیر هوازدگی سطحی به حالت متورق تبدیل شده است.


- این واحد تنها واحد سنگی مشاهده شده در محدوده است که به رنگ روشن دیده می شود (بجز کوارتزیت).

ب - واحد آمفیبول میکا گنیس زمان آباد $(P \in Za)$

احتمالا" جوانترین واحد سنگی شناسائی شده غیر از رسوبات کواترنر در منطقه می باشد که گسترش آن در منتهی الیه شمال منطقه و بر روی تمام واحدها است . ضخامت این واحد زیاد و اکثر تپه های شرقی منطقه از جنس این واحد می باشند. این واحد به رنگ تیره دیده می شود که تفکیک نوارهای روشن و تیره آن تقریبا" قابل رویت می باشد.

در اکثر جاها و در بالادست لایه های شیبستی و احتمالا" لایه آهکی متمورف شده ،

کمپلکس بنه شور و قرار گرفته است و روند تکامل آن از سمت به گنیس در ارتفاعات

۲۴-۲	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل دوم- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه	 Madankar Country Systems Co.
------	--	---

خاتمه پیدا می کند که در بین لایه های آمفیبولیت و گنیس لایه های نازک و در بعضی از جاها پچ های کوارتزی نیز وجود دارند. در عکس شماره (۲-۱۰) تناوب لایه های آمفیبولیت و گنیس را در بالادست لایه های شیستی و در ارتفاعات، دیده می شود.

- واحد آمفیبولیت شیست (am)

این واحد نیز یکی از زیر واحدهای کمپلکس بنه شورو می باشد. در بعضی از مواقع کمپلکس بنه شورو را به دلیل اینکه قسمت اعظم آن از آمفیبولیت می باشد، به طور کلی آمفیبولیت شیست معرفی می کنند.

واحد آمفیبولیت شیست در بیشتر جاها در کمپلکس بنه شورو با واحد گنیس مجاورت دارد و این موضوع در سمت جنوب شرقی نقشه چادرنگون به خوبی مشاهده می گردد. در کنار این دو واحد، آهک متامورف نیز دیده شده است.

آمفیبولیت حالت لایه بندی ضعیفی از خود نشان می دهد و بیشترین کانی آنها هورنبلند و پلاژیوکلاز می باشد. این سنگ از دگرگونی سنگهای آذرین مافیک ایجاد می شود. آمفیبولها به صورت بلورهای هم اندازه و فابریک آن در گنیس مشخص است و نوارها معمولاً به تناوب پرهورنبلند و کم هورنبلند تشکیل شده و ترکیب کانی های نوارهای مجاور نیز از نظر مقدار نسبی کانیهای مختلف، یکسان می باشد و از هورنبلند، پلاژیوکلاز و کوارتز تشکیل شده است. در عکس شماره (۲-۱۱) واحد آمفیبولیت را در میان لایه های شیستی نشان می دهد.

- واحد آهک متامورف (Mbb)

یکی دیگر از زیر واحدهای کمپلکس بنه شورو که در روی نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰

قابل تفکیک می باشد ، آهکهای متامورف می باشد که به این واحد ماربل نیز می گویند .

این واحد در روی نقشه زمین شناسی با علامت PCb نشان داده شده است.

این واحد کمر بالای ماده معدنی (شیست های کانه دار) را تشکیل می دهد .

ضخامت این واحد متغییر و بین ۲۰ الی ۳۰ متر و در قسمت هایی هم بیش از ۳۰ متر در

تغییر است . رنگ این واحد بیشتر خاکستری روشن می باشد .

در شمال رودخانه چادرنگون از جمله بالای چاهک شماره I و در قسمتهای غربی آن در

بالای لایه های شیستی آهک متامورف قرار گرفته ، در صورتی که در قسمتهای شرق و

شمال شرقی منطقه بلافاصله بعد از لایه های شیست کانه دار و یا بدون کانه ، کمپلکس

بنه شور و یا گنیس و یا اجتماعی از رسوبات با لیتولوژی های مختلفی از جمله آهک متامورف،

آمفیبولیت و گنیس قرار گرفته است.

علاوه بر آهک متامورف معرفی شده در فوق ، یک سری رخنمونهای از سنگ های

آهکی که ظاهراً " سیلیسی شده اند در وسعت زیادی در جنوب رودخانه چادرنگون و در سمت

جنوب شرقی گسترش دارند که متعلق به سازند سرکوه می باشند. رنگ رخنمونهای آن

خاکستری روشن و در بعضی جاها به رنگ شیری و سفید دیده می شود. توضیح بیشتر آن در

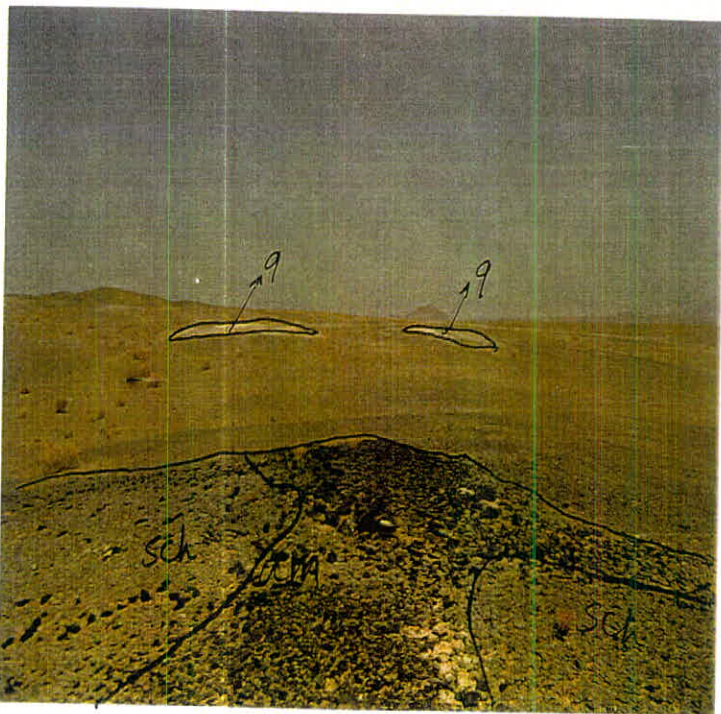
بخش آهک متامورف آمده است. در عکس شماره (۲-۱۲) رخنمونهای رنگ سفید نشان

داده شده که از نوع آهک متامورف سیلیسی شده می باشد.

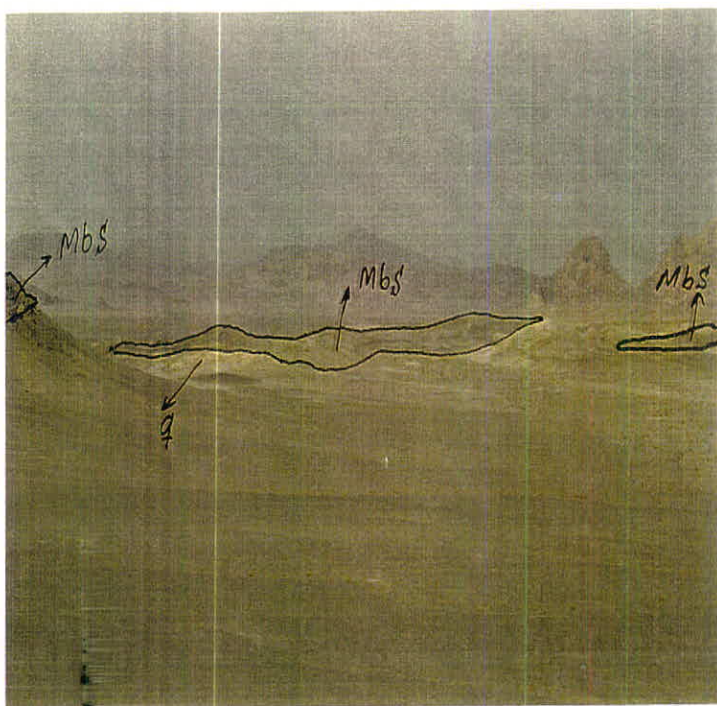


عکس شماره (۱۰-۲)- تناوب لایه های آمفیبولیت ، گنیس و کوارتزیت در ارتفاعات

شمال غرب محدوده مورد مطالعه



عکس شماره (۱۱-۲)- رخنمون آمفیبولیت در میان لایه های شیستی در شمال غرب منطقه



عکس شماره (۱۲-۲) - آهکهای سیلیسی و متامورف در سمت جنوب شرقی

رودخانه چادرنگون

- تشکیلات بین پالئوزوئیک و کواترنری

از واحدهای کامبرین و اینفراکامبرین در منطقه مورد مطالعه تا کواترنر و رسوبات بین این دو پیوند در محدوده مورد مطالعه، دیده نمی شود. نهشته های مزوزوئیک در خارج محدوده، در غرب و شمال شرقی محدوده که شامل ماسه سنگ، آهکهای ضخیم لایه و کنگلومرای متعلق به کرتاسه می باشند، دیده می شود. در خارج از محدوده مورد تهیه نقشه زمین شناسی، نهشته های ژوراسیک و همچنین شیل و مارن نیز دیده می شود که با ارتفاعات پست تری نسبت به نهشته های کرتاسه از دور نمایان هستند. نهشته های ترسیری که اکثر آنها رسوبات پالئوژن و نئوژن می باشند، در سمت جنوب غربی منطقه به صورت

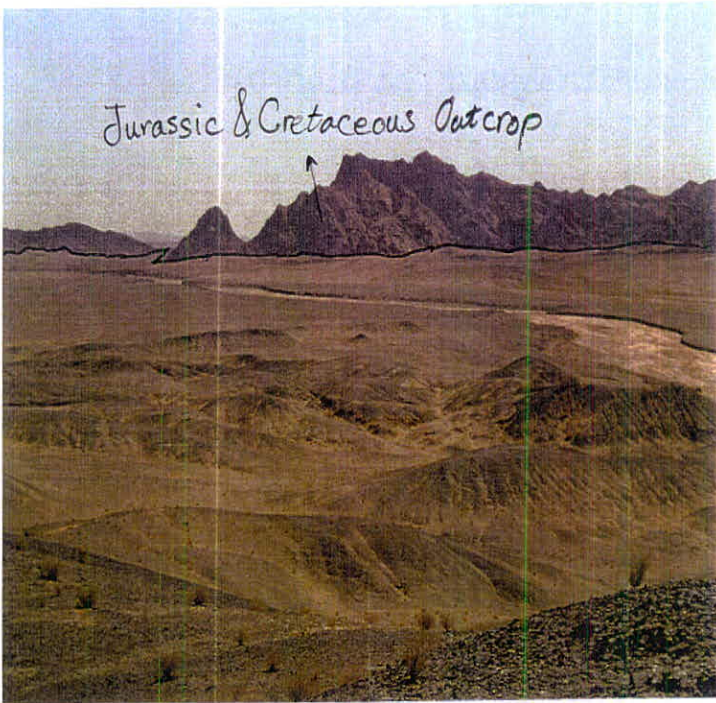
بیرون زدگی کم ارتفاعی بر روی طبقات مزوزوئیک (کرتاسه و ژوراسیک) قرار گرفته اند و جنس آنها اکثراً " کنگلومرا همراه با لایه هایی از نمک و در بعضی موارد ژیس می باشد. عکسهای شماره (۲-۱۳ الی ۲-۱۴) زمین ها و رخنمونها ژوراسیک و کرتاسه را در سمت شمال غربی منطقه نشان می دهد.

- نهشته های کوتاه تر

جوانترین واحد چینه شناسی ناحیه مربوط به کوتاه تر می باشد که از تراسهای آبرفتی نهشته های دامنه ای و نیز رسوبات رودخانه ها ، آبراهه ها و همچنین آبرفتهای بستر مسیلهها و محدوده نمکزارها تشکیل شده اند.

این رسوبات که جدیدترین رسوبات منطقه محسوب می شوند روی تشکیلات قدیمی قرار گرفته اند و از جنس قلوه سنگ ، ریگ ، ماسه و رس بوده ، هر قدر که از مرکز به طرفین دره نزدیک شویم بر میزان ذرات قلوه و ریگ افزوده می شود و رسوبات دانه درشت تر می گردند.

بخش های زیادی از محدوده از جنس ماسه و رس همراه با گچ و نمک فراوان تشکیل گردیده و بعضاً" در بین آنها ذرات درشتی در حد قلوه و ریگ مشاهده می شود که مربوط به جریانات سیلابی است. این نهشته ها در روی نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ مورد مطالعه چادرنگون به چند واحد Q_{a1} , Q_{11} و Q_{22} تفکیک شده اند.



عکس شماره (۲-۱۳)- زمینها و رخنمونهای ژوراسیک و کرتاسه در سمت جنوب شرقی و در

خارج از محدوده تهیه نقشه



عکس شماره (۲-۱۴)- زمینها و رخنمونهای ژوراسیک و کرتاسه در سمت شمال غرب و در

خارج از محدوده تهیه نقشه

الف - واحد نهشته های طغیانی و بستر مسیلهای (Q_{a1})

این واحد با علامت Q_{a1} در روی نقشه زمین شناسی مشخص گردیده است . گسترش آن بیشتر محدود به داخل رودخانه خشک چادرنگون می باشد و متعلق به آبرفت های بستر مسیلهای و رودخانه ها است . رنگ این واحد کمی روشن تر از واحدهای دیگر می باشد.

در عکس شماره (۲-۱۵) رودخانه چادرنگون ، رسوبات و نهشته های طغیانی و سیلابی (Q_{a1}) را نشان می دهد.

ب - واحدهای تراسهای آبرفتی قدیم و جدید (Q_{t1}, Q_{t2})

این واحدها که با علامتهای Q_{t1}, Q_{t2} در روی نقشه زمین شناسی نشان داده شده است ، مناطق نسبتاً مرتفع تری نسبت به بستر رودخانه را به صورت تراسهای آبرفتی و زمین های پله ای در اطراف مسیل و نیز مناطق پست و نسبتاً هموار در بخشهای وسیعی از منطقه مورد مطالعه را تحت پوشش قرار می دهد . این واحد برخلاف واحد قبلی کمی تیره تر می باشد.

عکس شماره (۲-۱۶) تراسهای آبرفتی در اطراف مسیل چادرنگون و ارتفاع رسوبات و تراس را نشان می دهد . همچنین در عکس شماره (۲-۱۷) زمینها و رسوبهای کوتاه تر به وضوح قابل مشاهده می باشند.



عکس شماره (۱۵-۲)- رودخانه چادرنگون ، رسوبات و نهشته های طغیانی و سیلابی



عکس شماره (۱۶-۲)- تراسهای آبرفتی در اطراف مسیل چادرنگون و ارتفاع رسوبات و تراس



عکس شماره (۲-۱۷) - زمین های کواترنری ، واریزه و سنگ ریزه

۲-۲-۳- مقایسه دو پروفیل طراحی شده در منطقه

جهت شناسایی هر چه بهتر واحدهای چینه شناسی منطقه ، علاوه بر تراشه های حفر

شده ، مقطع ترسیم شده در نقشه زمین شناسی و پیمایش های رفت و برگشت در

قسمت های مختلف منطقه دو پروفیل نیز طراحی گردید که مقطع آنها در پیوست گزارش

موجود است. موقعیت پروفیل شماره یک (Pro-1) در مرکز محدوده و در سمت غرب

رودخانه چادرنگون و محل پروفیل شماره دو (Pro-2) در جنوب محدوده می باشد . موقعیت

این دو بر روی نقشه زمین شناسی (خارج از مقیاس نقشه) آورده شده است.

در ابتدای Pro-1 واحد میکا شیست فاقد کانی سازی قرار گرفته است . در Pro-2 نیز

همین واحد با ضخامت کمتر دیده می شود . به نظر می رسد که روی این واحد به

وسیله رسوبات کواترنز پوشیده شده باشد.

پس از واحد میکا شیست فاقد کانی سازی واحد میکا - گارنت شیست کانه دار (عمدتاً "کیانیت") قرار گرفته است. این واحد در دو پروفیل قابل تشخیص است با این تفاوت که درصد کانی سازی در Pro-2 مقداری جزئی بیش از کانی سازی Pro-1 می باشد.

تفاوت اصلی بین دو پروفیل طراحی شده در منطقه در واحد بعد از میکا شیست کانی سازی شده است. در Pro-2 بعد از واحد کانه دار گنیس زمان آباد با تشکیل دهنده های کوارتز فلدسپات به رنگ کرم - نخودی به صورت بین انگشتی با کمپلکس بنه شورو قرار می گیرد ولی در Pro-1 واحد گنیس زمان آباد وجود ندارد و بر روی واحد کانه دار میکا شیست های متورق خاکستری رنگ فاقد کانی سازی قرار گرفته است. در انتهای هر دو پروفیل کمپلکس بنه شورو قرار می گیرد که وجه مشترک دو پروفیل محسوب می شود.

۲-۳- زمین شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه

۲-۳-۱- مقدمه

با توجه به گزارش آندالوزیت میشدوان بافق (منصته معدنی آندالوزیت ۱) منطقه مورد مطالعه چادرنگون در یک مقیاس بزرگ و در اثر کوهزایی کاتانگاهی شدیداً دگرگون گردیده است و امروزه بیشتر رخنمونها و یا به عبارتی قدیمی ترین زمین های ایران را سنگهای پرکامبرین این منطقه تشکیل می دهد. از زمان پرکامبرین تا زمانهای عهد حاضر این منطقه حرکات خشکی زایی داشته و در دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک منطقه از نظر تکتونیکی فعال بوده است.

با توجه به مطالب قبلی، کل منطقه و ساختار زمین شناسی منطقه از شکستگیهای بزرگ

و ساختمان تکتونیکی بزرگ مقیاس ، یعنی گسل پشت بادام تبعیت می کند. این گسل نیز در زمان همان چین خوردگی و کوهزایی قدیمی (کاتانگایی) اتفاق افتاده است. شاید بتوان گفت شاخه های جنوبی این گسل از وسط محدوده مورد مطالعه یعنی رودخانه خشک چادرنگون می گذرد و ادامه آن احتمالاً" در زیر رسوبات عهد حاضر در کویر شرق حسن آباد و در انجیر پنهان می گردد.

۲-۳-۲- وضعیت ساختمانی منطقه اکتشافی

همانطوریکه قبلاً" ذکر گردید وضعیت تکتونیکی این محدوده از سیستم گسلی پشت بادام و چاپدونی که قسمت جنوبی این گسل از این محدوده می گذرد ، تبعیت می کند . در این محدوده نیز اکثر گسلها به صورت راستگرد بوده و از گسلهای بزرگ تبعیت می کنند. لذا در اثر همان عملکرد و گسلهای فوق ، یک سری گسلهای اصلی و بزرگ در منطقه بوجود آمده است . در پی این گسلهای بزرگ ، یک سری گسلهای فرعی و در جهت عمود بر این گسلها بوجود آمده است . در بخش زیر سعی شده است زمین شناسی ساختمانی محدوده مورد مطالعه به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد . لذا در جهت نیل به این هدف ، این گسلها شناسایی ، نامگذاری و عملکرد آنها بیشتر در رابطه با محدوده ذخیره ها بررسی شده است.

در یک نگاه کلی دو دسته گسل در محدوده مورد مطالعه دیده می شوند یک سری گسلهای اصلی و بزرگ منطقه که امتداد آنها شرقی - غربی بوده و هر چه به سمت غرب و جنوب غربی پیش می رویم ، روند آنها شمال غربی - جنوب شرقی می گردند.

در کنار این گسلهای اصلی ، یک سری دیگری از گسل ها در منطقه وجود دارند که امتداد آنها شمالی - جنوبی و بعضی دیگر شرقی غربی می باشند و اندازه این گسلها از سری

اول کوچکتر بوده ولی جابجایی های انجام شده توسط این گسلها ، مشخص و در روی زمین مشاهده می شود.

از آنجائیکه گسلهای سری اول (گسل های بزرگ) در آبراهه ها و زمین های کوارترنر رخ داده اند ، به صورت خط چین بر روی نقشه زمین شناسی نشان داده شده است . ولی گسلهای سری دوم در رخنمونهای سنگی و اکثر آنها در واحدهای شیست و همچنین در آهکهای مامورف و گنیسها رخ داده اند جابجائی های این گسل در حدود ۲۰ الی ۳۰ متر است. گسترش ماده معدنی (شیست های کانه دار) که در شمال رودخانه چادرنگون و در طول حدود ۱ کیلومتر کشیده شده است ، تحت تاثیر گسلهای سری دوم تکه تکه شده است. همانطوریکه در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ محدوده دیده می شود ، گسلهای سری اول در زمین های کوارترنر رخ داده و ارزش علمی در بحث ارزیابی ذخیره و یا بلوک بندی ندارد و از توصیف بیشتر آنها نیز صرف نظر می گردد.

۲-۳-۳- عملکرد گسلها در جنوب رودخانه چادرنگون

با توجه به اینکه لیتولوژی های حاکم بر رخنمونهای دو طرف رودخانه چادرنگون و گسل بزرگ منطقه (گسل چادرنگون) متفاوت می باشد ، احتمالاً این رخنمون ها تحت تاثیر همین گسل بزرگ منطقه جابجائی نشان می دهد . با در نظر گرفتن این نکته ، گسل چادرنگون امتداد لغز بوده و عملکرد آن از نوع چپ گرد می باشد به طوریکه رخنمونهای کمپلکس سرکوه را از مناطق غرب منطقه به محدوده مورد مطالعه رانده است.

در جنوب گسل بزرگ منطقه (گسل چادرنگون) گسلهای کوچک و موازی آن وجود دارند که تحت تاثیر گسل بزرگ بوجود آمده اند ولی جابجائی رخنمونی در آن مشاهده

نمی شود. این گسلها اکثراً" در زمینهای کواترنر رخ داده اند از آنجائیکه پج ه، او خط واره های کواترتیتی در روی زمین در امتداد مشخصی رخنمون دارند و رخنمونهای کمپلکس سرکوه احتمالاً" به موازات این خط واره ها قرار گرفته اند تا حدودی می توان امتداد گسلها را در جنوب محدوده و نقشه تهیه شده ترسیم نمود.

همانطوریکه در نقشه نشان داده شده است این گسلها همگی چپ گرد بوده و از گسل بزرگ (گسل چادرنگون) تبعیت می کنند به طوریکه رخنمونهای کمپلکس سرکوه را تکه تکه کرده و به سمت شرق و در بعضی موارد بر روی هم رانده است .

حرکت این گسلها از روی عکسهای هوایی کوچک مقیاس کاملاً" مشخص می باشد. در جنوب شرق نقشه دو تپه سنگی وجود دارند که یکی که در منتهی الیه جنوب شرقی، رخنمون سنگی منطقه را تشکیل می دهد بدون کانه و دیگری کانه دار می باشد این دو تپه به نامهای H-I و H-II نام گذاری گردیده اند.

این دو تپه رخنمون سنگی احتمالاً" در ابتدا به همدیگر چسبیده بوده و در اثر عملکرد گسل H-I,II از نوع امتداد لغز و از نوع چپ گرد، از هم جدا شده اند. از آنجائیکه در T.II کانی سازی و در T.I بدون کانه می باشد احتمالاً" عملکرد گسل بین این دو تپه قبل از فعالیت کانی سازی در این منطقه بوده است شیب و امتداد اندازه گیری شده در این دو تپه نتایج بدست آمده را به اثبات می رساند.

۲-۳-۴- عملکرد گسلها در شمال رودخانه چادرنگون

همانطوریکه در نقشه زمین شناسی میشدوان آمده است ماده معدنی به طور نسبی در کل واحد شیست و در بین دو واحد دولومیت کمر پائین و آهک متامورف کمر بالا قرار گرفته

است در صورتیکه در محدوده چادرنگون واحد کوچکی از واحد شیست کمپلکس بنه شورو دارای ماده معدنی گروه سیلیمانیت می باشد . کمر پائین و کمر بالای ماده معدنی را زیر واحدهای شیست (میکاشیست ورقه ای با میان لایه های سیلیسی به عنوان کمر پائین و واحد میکا شیست متورق خاکستری به عنوان کمر بالا) تشکیل می دهند . ماده معدنی در لایه ای به ضخامت متغیر ۱ الی ۸ متر و به نام کیانیت گارنت میکا شیست تشکیل شده است.

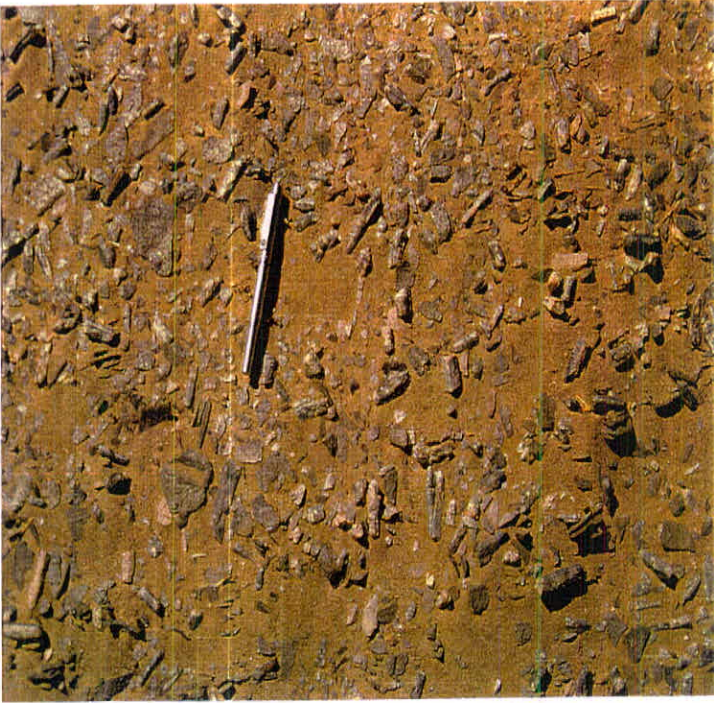
گسلهای شمال رودخانه چادرنگون علاوه بر تمام زیر واحدهای شیست ، واحدی بالای شیست بعضی در بعضی جاها آهک تمامورف و در بعضی جاها کمپلکس بنه شورو (آمفیبولیت و گنیس ها) را نیز تحت تاثیر قرار داده و جابجائی هایی در آنها بوجود آورده اند.

جهت تعیین ذخیره با توجه به اطلاعات موجود ، لازم بود کل منطقه به صورت واحدهای کوچکتری تقسیم بندی شود تا ارزیابی ذخیره با دقت بالایی انجام گردد در جهت نیل به این هدف گسلهای شمال رودخانه ملاک عمل قرار گرفته اند. از آنجائیکه این گسلها تا حدودی عمود بر امتداد لایه های شیستی و به لایه های کانه دار اثر کرده است ، کل منطقه توسط این گسلها به بلوکهای مجزا و کوچکتری تقسیم شده است که جهت ارزیابی ذخیره بسیار مفید می باشد ، لذا ملاک تقسیم بندی بلوک ذخیره بر اساس این گسلها صورت گرفته و بدین صورت در شمال رودخانه چادرنگون گسل های که در خود لایه های شیست تاثیر گذاشته شماره گذاری و از شماره I الی IX نام گذاری گردیده اند.

۲-۳-۵- آلتراسیون در منطقه مورد مطالعه

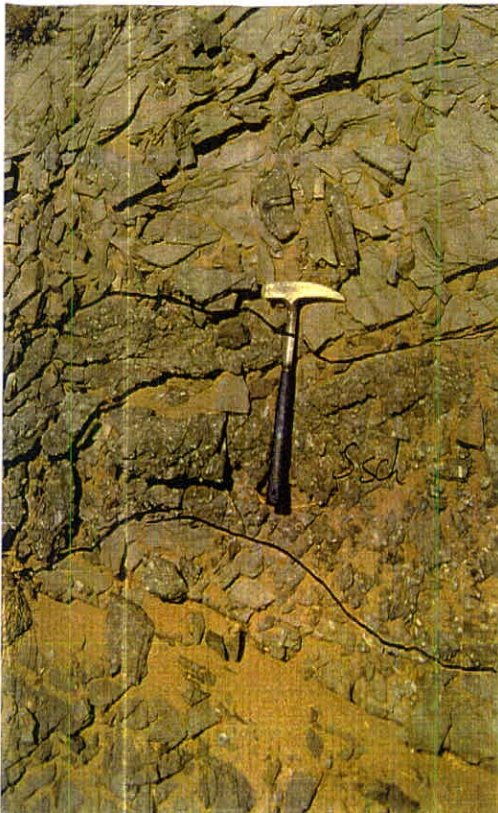
ماده معدنی گروه سیلیمانیت در بلوک H II ظاهراً "هیچگونه تبدیل شدگی در بین گروه های کانی های سیلیمانیت به همدیگر وجود ندارد در صورتیکه در شمال رودخانه چادرنگون ، کانه های گروه سیلیمانیت موجود در بلوک های مختلف کانی های کیانیت و به مقدار کمتر کانی آندالوزیت را نشان می دهد.

تبدیل شدگی کانی های گروه سیلیمانیت به همدیگر زیاد و آلتراسیون نیز در این قسمت شدید می باشد به طوریکه نتایج حاصل از مطالعات X.R.D در شمال رودخانه چادرنگون و در اکثر بلوک ها این موضوع را ثابت می کند. مقدار درصد کانی های گروه سیلیمانیت در شمال رودخانه چادرنگون از سمت شرق به غرب افزایش می یابد. در عکس های شماره (۲-۱۸ و ۲-۱۹) مقدار کانیها در سطح زمین در شمال رودخانه چادرنگون و همچنین در جنوب آن نشان داده شده است.



عکس شماره (۱۸-۲) - پراکندگی بلورهای گروه سیلیمانیت در سطح زمین و اطراف

چاهک شماره III



عکس شماره (۱۹-۲) - نازک لایه سیلیمانیت در جنوب رودخانه چادرنگون

فصل سوم

حفریات ، نمونه برداری

و

انجام آزمایشات

۳-۱- مقدمه

برای دستیابی به مشخصات کانسار آندالوزیت منطقه چادرنگون لازم بود که نمونه های مختلفی از رخنمونهای سطحی، ترانشه ها و از درون چاهکهای اکتشافی برداشت شود. لذا در جهت نیل به این هدف، یک سری نمونه برداری از رخنمونهای سطحی جهت تشخیص لیتولوژی منطقه و تکمیل نقشه زمین شناسی ۱: ۵۰۰۰ صورت گرفته است. بعضی از نمونه های برداشت شده به منظور تشخیص آثار فرآیندهایی نظیر کانی سازی و نوع آتراسیون و کیفیت ماده معدنی برداشت گردید. در این مرحله از قرارداد به دلیل تعداد محدود نمونه ها، چگالی شبکه نمونه برداری در رخنمونهای سطحی و همچنین در طول چاهکهای حفاری شده در امتداد حداکثر تغییرپذیری صورت گرفته است. بر همین اساس و برای دستیابی به نمونه های تازه و بدون تاثیر عوامل هوازدگی، در جاهای مناسب ترانشه و چاهک حفاری گردید و نمونه برداری مناسب از آنها به طور سیستماتیک صورت پذیرفت. به منظور شناخت دقیق ماده معدنی بر روی نمونه های برداشت شده از منطقه، بررسیهای آزمایشگاهی جهت مطالعه سنگ شناسی، نوع، کیفیت، دگرسانی و ژنز ماده معدنی انجام پذیرفت که از جمله آنها، آزمایشهای تجزیه شیمیایی ده اکسیدی به روش شیمی تر، آزمایش تعیین کانیها به روش اشعه مجهول (X.R.D)، بررسیهای سنگ شناسی و میکروسکوپی نمونه ها و مطالعه تیغه نازک بوده است.

به موازات مطالعات و مراحل انجام شرح خدمات قرارداد در دو مرحله، نمونه برداری و آزمایشات مربوطه نیز در طی دو مرحله انجام پذیرفته است که به شرح آنها می پردازیم.

۳-۲- مرحله اول

بر اساس خدمات مندرج در قرارداد و همچنین جهت جلوگیری از ضررهای احتمالی، ابتدا جهت اثبات اینکه آیا منطقه پتانسیل کار در مرحله نیمه تفصیلی را دارد، از ۵ رشته ترانسه حفاری شده قدیمی بازدید به عمل آمد و تعداد ۵ نمونه به طور کانالی و در طول ترانسه ها برداشت گردید. این نمونه ها با کدهای Y-A2-1 الی Y-A2-5 مشخص شده است. در جدول شماره (۳-۱) تعداد ۵ عدد نمونه اولیه و محل آنها جهت اندازه گیری ده اکسید اصلی نشان داده شده است.

جدول شماره (۳-۱)- نتایج آنالیز نمونه های مرحله اول از ترانسه های حفاری شده قبلی

کد محرانی	محل نمونه برداری	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	MgO (%)	L.I.O (%)
Y-A2-1	Tr. I	۱۷/۶	۶۹/۲	-/۷۲	-/۵۶	۲/۵۵	-/۱۶	۱/۵۳	۱/۵۸	-/۴۸	۲/۵۵
Y-A2-2	Tr. II	۲۲/۹	۵۷	-/۵۳	۲/۹۶	۱۱/۲	-/۴	۲/۳۹	-/۵۳	-/۴۲	۱/۲۵
Y-A2-3	Tr. III	۲۰/۷	۶۳	۱/۴۹	-/۷۳	۵/۶۵	-/۲۲	۲/۵۳	۱/۱۳	/۹۰	۲/۲۷
Y-A2-4	Tr. IV	۱۶/۲	۶۹/۸	-/۸	-/۷۳	۵/۲۳	-/۲	۲/۲۵	۱/۵۱	-/۸	۲/۲۵
Y-A2-5	Tr. V	۱۵/۳	۶۴/۵	-/۹۴	-/۴۹	۲/۲۸	-/۱۹	۲/۱۷	۲/۱۲	-/۹	۸/۲۶

نتایج آزمایشگاهی و داده های به دست آمده نشان می دهند که منطقه از نظر ادامه کار، مناسب و در حد قابل قبول و هم ردیف با منطقه معدنی آندالوزیت یک و به عبارت دیگر ادامه عملیات اکتشافی توجیه پذیر می باشد. نتایج مطالعات آزمایشگاهی تمام نمونه ها و نسخه اصل آزمایشگاه در پیوست گزارش آمده است.

به موازات برداشت نمونه جهت انجام آزمایشات شیمیایی، برای تشخیص نوع کانیهای گروه سیلیمانیت، تعداد ۵ نمونه با کدهای Y-A2-1-1 الی Y-A2-5-1 از پنج ترانشه حفاری شده و از بلورهای موجود برداشت و جهت انجام آزمایش X.R.D به آزمایشگاه ارسال گردد که پس از اخذ نتایج آزمایشگاهی در تمام نمونه ها، کانی اصلی کیانیت نشان داده شده است. بعلاوه کانیهای فرعی دیگری از جمله استارولیت و پیروفیلیت نیز در این نمونه شناسایی گردید. گرافهای X.R.D این نمونه ها در پیوست موجود می باشد. در جدول شماره (۲-۳) نتایج مطالعات X.R.D نمونه های مرحله اول آمده است.

جدول شماره (۲-۳) - نتایج X.R.D نمونه های مرحله اول قرارداد

شماره نمونه	نتایج X.R.D
Y-A2-1-1	Kyanite , Staurolite , Muscovite
Y-A2-2-1	Kyanite , Muscovite – Staurolite
Y-A2-3-1	Kyanite , Muscovite – Staurolite
Y-A2-4-1	Kyanite , Quartz , Muscovite – Pyrophyllite
Y-A2-5-1	Kyanite , Muscovite , Staurolite , Pyrophyllite

از آنجائیکه در این مرحله از قرارداد لازم بود با کمترین هزینه و در کمترین زمان بیشترین نتیجه گرفته شود، سعی شد که نمونه های برداشت شده از ترانشه ها برای مطالعات کانی شناسی (X.R.D) از بلورها در طول مسیر ترانشه استفاده شود تا زودتر به نتیجه مربوطه برسیم.

بر طبق قرارداد در مرحله اولیه قرار بود که تعداد ۵ عدد نمونه جهت مطالعات میکروسکوپی و تهیه تیغه نازک برداشت شود ولی تا آن زمان به دلیل عدم حفاری جاهکها و

ترانشه های اکتشافی و همچنین بر شدن ترانشه های حفر شده قدیمی و به علت خرد بودن و آلتراسیون شدید ، از نمونه های برداشت شده از ترانشه های I الی V منطقه معدنی آندالوزیت (۲) تنها ۲ عدد از نمونه سنگی برای تهیه تیغه نازک و مطالعه پتروگرافی مناسب بوده و به آزمایشگاه ارسال گردید که مطالعات آن تکمیل و با منطقه آندالوزیت (۱) از نظر نوع سنگ و کانی های موجود در آن مورد ارزیابی قرار گرفت . نتایج این دو نمونه میکروسکوپی در زیر آمده است . قابل ذکر است کمبود تعداد ۳ نمونه دیگر جهت مطالعه تیغه نازک (طبق تعداد مندرج در شرح خدمات) در مراحل بعدی جبران شده است.

الف- نمونه شماره Y-A2-2

نام سنگ : گارنت میکاشیست

بافت : متورق و جهت یافته

در این تیغه عمدتاً "کانیهای کوارتز ، گارنت ، مسکویت و استرویتید به ترتیب فراوانی مشاهده می شود که در آن بلورهای کوارتز و مسکویت با رشد همزمان ، بافت جهت یافته را در سنگ ایجاد نموده اند . گارنت به صورت بلورهای درشت (تا قطر ۵ میلیمتر) و بی شکل به تعداد فراوان (در حدود ۳۰ درصد) در سنگ موجود است . در این کانیها ادخال کوارتز وجود دارد . استرویتید به صورت بلورهای پراکنده به تعداد ناچیز و با اندازه کمتر از یک میلیمتر در سنگ دیده می شود. علاوه بر کانیهای مذکور مقدار قابل توجهی کانی کدر (حدود ۴ تا ۵ درصد) در سنگ موجود است که اکثر آنها اکسیدهای آهن (هماتیت) هستند. این کانی ها^۱ به صورت ادخالهای فراوان در گارنت مشاهده می شود . در عکس شماره (۳-۱) بخشی از آن نشان داده شده است .

ب - نمونه شماره Y-A2-4


نام سنگ : سیلیمانیت - کیانیت - گارنت - میکاشیست

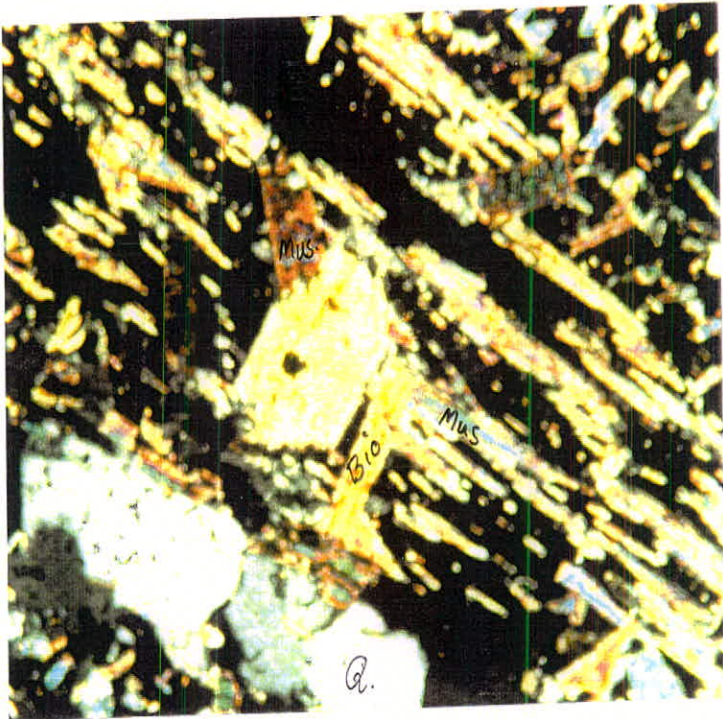
بافت : متورق و جهت یافته

کانیهای تشکیل دهنده این سنگ به ترتیب فراوانی شامل کوارتز ، مسکویت ، بیوتیت، گارنت ، سیلیمانیت و کیانیت هستند . کوارتز همراه با مسکویت و بیوتیت بافت جهت یافته ای را در سنگ ایجاد کرده اند.

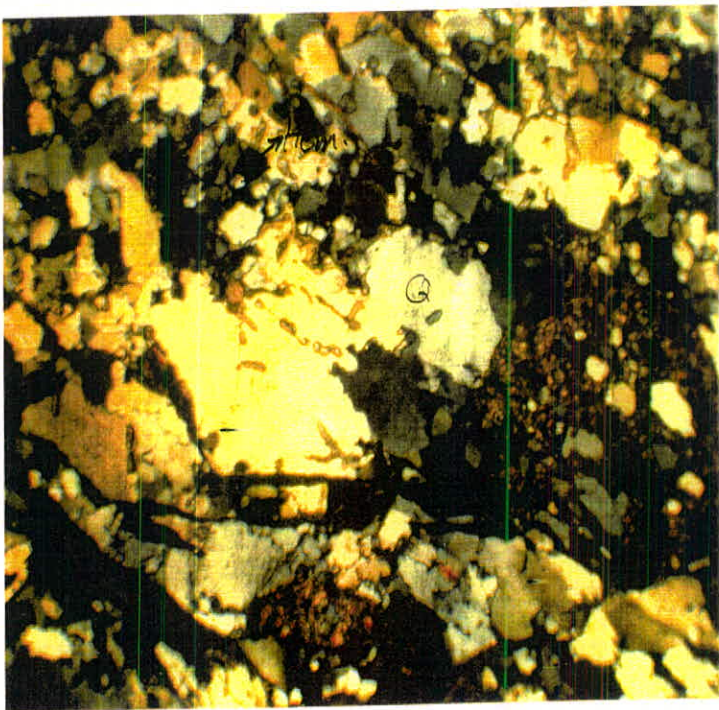
حدود ۱۰ درصد این سنگ را بلورهای شکل دار تا نیمه شکل دار دارای ادخالهای کوارتز تشکیل داده اند . سیلیمانیت و کیانیت به صورت هم رشد در این تیغه مشاهده می شود که تا اندازه ای به کانیهای گروه میکا تبدیل شده اند . این کانیها در سنگ به صورت پراکنده وجود دارند و مقدار آنها حداکثر ۵ درصد حجم سنگ می باشد . قطر این کانیها به یک سانتی متر می رسد . علاوه بر کانیهای فوق مقدار قابل توجهی کانی کدر (هماتیت) نیز به صورت بلورهای ریز در تمام زمینه سنگ موجود است . عکس شماره (۲-۳) قسمتی از مقطع این نمونه را نشان داده است .

این مشاور پس از اخذ نتایج تجزیه شیمیایی، مطالعات تیغه نازک و نتایج X.R.D و همچنین با توجه به شناخت از منطقه معدنی آندالوزیت (۱) و پس از تجزیه و تحلیل آنها بر ادامه عملیات اکتشافی در مرحله دوم در منطقه معدنی شماره (۲) نظر مثبت داشته و خدمات مربوطه را انجام داده است .

۷-۳	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل سوم - حفریات، نمونه برداری و انجام آزمایشات	
-----	--	--



عکس شماره (۱-۳) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-2 در نور پلاریزه با بزرگنمایی $\times 33$



عکس شماره (۲-۳) - مقطع میکروسکوپی نمونه شماره Y-A2-4 در نور پلاریزه با بزرگنمایی $\times 33$

۳-۳- مرحله دوم

۳-۳-۱- عملیات حفاری

جهت دسترسی به نمونه های بکر و معرف نوع سنگ حاوی کانی سیلیمانیت و همچنین نمونه های فاقد آثار هوازدگی سطحی و همچنین جهت تشخیص میزان ضخامت و گسترش امتدادی و تعیین ذخیره ماده معدنی و بر اساس شرح خدمات مندرج در قرارداد و با توافق کارفرما ، تعداد ۵ رشته ترانشه و ۳ حلقه چاهک اکتشافی طراحی گردید.

از آنجائیکه رخنمون ماده معدنی در شیب توپوگرافی سطح زمین مشخص است ، لذا سعی شده است ترانشه های جدید در ارتفاعات پائین تر و در جاهایی که پوشش دارد حفاری شود . علاوه بر آن پارامترهایی از قبیل نوع سنگ و ترکیب شیمیایی آن ، بافت و ساخت سنگ ، نوع و شدت آلتراسیون و مورفولوژی منطقه از جمله معیارهایی هستند که در کنار نتایج آزمایشگاهی در انتخاب محل ترانشه ها ، مد نظر قرار گرفته است .

جهت انجام عملیات حفاری بر روی شیبهای حاوی ماده معدنی و همچنین جهت تکمیل شبکه حفاری ترانشه های قدیمی و با در نظر گرفتن تغییر پذیری ماده معدنی، در جهت عمود بر امتداد لایه ها ، تعداد ۲ رشته ترانشه در بین ترانشه های قبلی و همچنین ۳ رشته در محلهای جدید حفاری گردید. مشخصات ترانشه های حفاری شده توسط شرکت تهیه و تولید مواد اولیه فولاد ایران- اکتشافات واحد جنوب و همچنین ترانشه های حفر شده توسط این مشاور در جدول شماره (۳-۳) آمده است.

علاوه بر ترانشه های ذکر شده در جدول بالا ، در نقاطی که رخنمون ماده معدنی تا اندازه ای در سطح زمین و در شیب های مناسب توپوگرافی دیده می شود از آنجائیکه تب

ماده معدنی در گسترش طولی آن از غرب به شرق از یک نوع می باشد و احتیاج به حفاری نبود ، دو پروفیل در امتداد عمود بر لایه بندی و به موازات ترانشه ها برداشت شد. این پروفیلها با شماره های Pro-I و Pro-II طراحی گردید که محل آن در روی نقشه زمین شناسی نشان داده شده است . این پروفیل ها در پیوست موجود می باشد. لازم است که ذکر شود نمایش محل ترانشه ها و پروفیل ها در نقشه زمین شناسی به صورت شماتیک است و به مقیاس نقشه نیست .

جدول شماره (۳-۳) - مشخصات ترانشه های قدیمی و جدید

محل ترانشه	شماره ترانشه	طول (متر)	آزموت
ترانشه های قدیمی	Tr.I	۵۱	۱۴۵
	Tr.II	۵۸	۱۴۵
	Tr.III	۴۱	۱۳۰
	Tr.IV	۴۵	۱۴۵
	Tr.V	۳۲	۱۲۵
ترانشه های جدید	Tr.In	۵۰	۱۵۰
	Tr.IIn	۳۰	۱۵
	Tr.IIIIn	۸	۲۲
	Tr.IVn	۹	۲۱
	Tr.Vn	۷	۲۱

الف- موقعیت و مشخصات ترانشه های جدید

موقعیت ترانشه های مورد بحث با کدهای Tr.In الی Tr.Vn و با علامت خاص

نقشه زمین شناسی مشخص شده است. این ترانشه ها عرضی بین ۵۰ الی ۷۰ سانتی متر و عمق بین ۵۰ الی ۱۲۰ سانتی متر دارند . به دلیل پوشش زیاد رسوبات در عمق ترانشه های جدید ، در بعضی جاها در امتداد این ترانشه های جدید با عمق ۱/۵ متری هنوز آثاری از لایه سنگی حاوی ماده معدنی دیده نمی شود و این نشان می دهد که رسوبات در این محل ها از ضخامت زیادی برخوردار می باشند . و برای دسترسی به عمق بیشتر لازم است که چاهکهای حفاری گردند. پروفیل این ترانشه ها در مقیاس ۱:۱۰۰ طراحی گردید که در پیوست گزارش مشاهده می گردد.

- ترانشه اول (Tr.In)

این ترانشه در سمت شمال رودخانه خشک چادرنگون و به طول ۵۰ متر در امتداد شمال غربی- جنوب شرقی در شیب های کانه دار ، حفاری شده است . وضعیت این ترانشه به گونه ای است که در قسمت های پایین دست و تا ۱۷ متری به علت پوشش رسوبات دامنه ای و واریزه تا عمق ۱/۵ متری ، هیچگونه رخنمون سنگی مشاهده نشد و برای دسترسی به واحد سنگی لازم است که تا عمق زیادتر حفاری شود . پس از این رسوبات دامنه ای ، لایه میکا شیبست متورق با شیبستوزیته خوب به رنگ خاکستری تیره قرار می گیرد . شیب لایه بندی ۲۰-۳۰ درجه و به سمت شمال غرب مشاهده می شود .

در انتهای ترانشه ، لایه میکا شیبست متورق ، پولکی و خرد شده قرار می گیرد که فاقد

کانی سازی کانیهای گروه سیلیمانیت می باشد. در عکس شماره (۳-۳) نمایی از ترانشه Tr.In

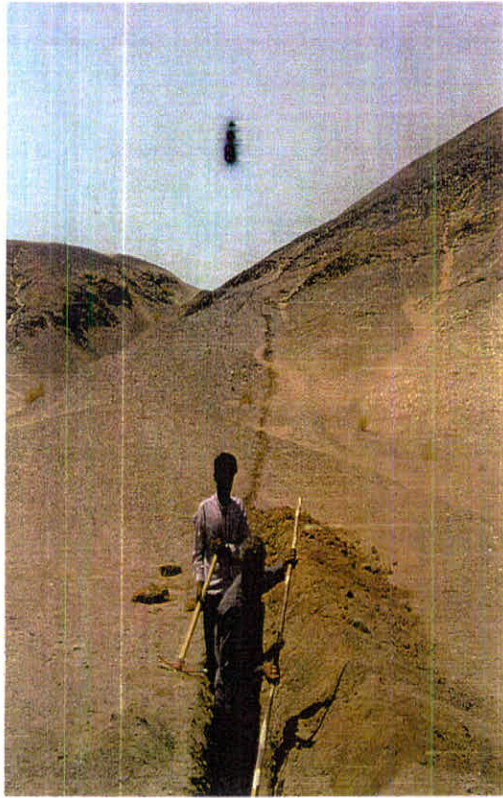
آورده شده است .

- ترانشه دوم (Tr.IIn)

این ترانشه به طول ۳۰ متر در انتهای شمالی منطقه ، در لایه شیست و در نزدیکی ترانشه پنجم از کارهای قدیمی حفاری شده است . در پایین دست این ترانشه همانند ترانشه قبلی ، رسوبات تقریباً "زیادی از واریزه انباشته شده است و واحدهای سنگی در زیر این رسوبات قرار گرفته اند . پس از کم شدن ضخامت این رسوبات واحد میکاشیست خاکستری با درصد پائین کانی سازی (< ۵%) مشاهده می شود که شیب آن حدود ۳۲ درجه و به سمت شمال شرقی می باشد . از این واحد نمونه ای جهت آنالیزهای X.R.D و شیمیایی برداشت شده است که نتایج آنها در قسمت مربوطه آورده شده است . در عکس شماره (۳-۴) نمایی از Tr.IIn نشان داده شده است .

- ترانشه سوم (Tr.IIIIn)

این ترانشه در جنوب رودخانه و در قسمت پایین منطقه در دامنه تپه ای به طول تقریباً " ۸ متر و در جهت جنوب غربی - شمال شرقی حفاری شده است. در ابتدای مقطع این ترانشه واحد میکاشیست فاقد کانی سازی قرار گرفته است که در اثر اکسیداسیون آهن به رنگهای قرمز و قهوه ای تبدیل شده است . بر روی این واحد لایه گارنت میکاشیست کانه دار (< ۱۰%) قرار گرفته است . رنگ این لایه خاکستری تیره است و کانی سازی در امتداد لایه بندی صورت گرفته است رشد بلورها در این قسمت از منطقه مانند بلورهای قسمت شمال رودخانه کامل نشده است. و اندازه بلورها چندان درشت نمی باشد . از واحد کانه دار این ترانشه نمونه ای جهت آنالیز X.R.D و تعیین نوع کانی گروه سیلیمانیت به آزمایشگاه ارسال . در عکس شماره (۳-۵) نمایی از ترانشه Tr.IIIIn نشان داده شده است .



عکس شماره (۳-۳) - نمای ترانشه Tr.In در لایه های شیستی

(دید از سمت جنوب شرقی به سمت شمال غربی)



عکس شماره (۳-۴) - نمای از ترانشه Tr.In

(دید از سمت جنوب غربی به سمت شمال شرقی)

- ترانشه چهارم (Tr.IVn)

این ترانشه در ۲۰ متری شمال ترانشه Tr.IIIIn به طول ۹ متر و عمود بر لایه بندی حفر شده است . مانند اکثر ترانشه ها در کمر پائین و در دامنه رسوبات واریزه ای با ضخامت حدود ۲-۱/۵ متر وجود دارد . پس از این رسوبات میکاشیست های متورق ، خرد شده و فاقد کانی سازی مشاهده شده است . پس از واحد میکاشیست و بر روی آن واحد سنگی میکا گارنت شیستهای کانه دار (% ۱۰ <) به صورت هم شیب با لایه های زیرین قرار دارد. ضخامت متوسط واحد کانی سازی شده در این قسمت حدود ۷ متر است . نمونه ای از این واحد جهت تهیه تیغه نازک و مطالعات پتروگرافی و همچنین آنالیز شیمیایی برداشت شده است که نتایج آن در بخش مربوطه آورده شده است . عکس شماره (۳-۶) نمایی از این ترانشه نشان داده شده است.

- ترانشه پنجم (Tr.Vn)

این ترانشه تقریباً " در امتداد شمال-جنوبی و عمود بر لایه بندی و در ۲۰ متری ترانشه چهارم به طول ۷ متر حفاری شده است. در مقطع این ترانشه به ترتیب ، که ابتدا میکا شیستهای آلتره و در بعضی قسمت ها هوازده شده قرار دارد و پس از آن واحد کانه دار میکا گارنت شیست با بیش از ۵ درصد کانی سازی قرار گرفته است . در بالای این دو واحد که تقریباً " در ترانشه های سوم تا پنجم نیز مشاهده شده اند، واحد آهک متامورف قرار می گیرد. شیب لایه بندی در این قسمت ۲۰-۱۵ درجه به سمت شمال و شیب توبوگرافی (۳۰-۲۰) که در جهت خلاف شیب لایه بندی است. ضخامت ظاهری رخنمون لایه کانه دار در سطح زمین



عکس شماره (۳-۵) - نمایی از ترانشه Tr.III (دید از جنوب غربی به سمت شمال شرقی)



عکس شماره (۳-۶) - نمایی از ترانشه Tr.IV (دید از جنوب غربی به سمت شمال شرقی)



عکس شماره (۷-۳) - نمایی از ترانشه Tr.Vn (دید از جنوب به شمال)

۸ / ۴۰ متر اندازه گیری شده است. در عکس شماره (۷-۳) نمایی از این ترانشه نشان داده شده است.

ب - موقعیت و مشخصات چاهکها

جهت پی بردن به عمق کانی سازی و شناخت هر چه بیشتر واحدهای مختلف کانه دار در زیر سطح و دسترسی به نمونه های تازه (Fresh) و بررسی تغییرات درصد کانی سازی در عمق ، با هماهنگی کارفرما تعداد ۳ چاهک و به عمق کل ۲۰ متر در محل های مناسب حفاری گردید . برای دسترسی به تمام لایه های قطع شده توسط ترانشه ها و برای کنترل عوامل مشخصات عمقی کانسار با مشخصات مشاهده شده در ترانشه ها ، سعی شده است محل چاهکها در بالا دست ترانشه های حفر شده قدیمی انتخاب گردند . لذا از آنجائیکه مترائز کل حفاری (حدود ۲۰ متر) محدود بود و همچنین این مشاور قصد داشت که در کل

گسترش طولی ماده معدنی به حداکثر عمق ممکن دست‌سی داشته باشد، تعداد ۳ عدد چاهک در بالا دست ترانشه های I, III, و V قدیمی طراحی گردید و شروع به حفاری شد. این چاهک‌ها توسط وسایل دستی از جمله کلنگ، قلم، پتک و بیل دستی کوتاه حفر شده‌اند. خاکها و سنگهای مربوط به تفکیک عمق‌های مربوطه (فواصل ۰/۵ متر) به ترتیب به صورت تپه سنگها به دور چاهک‌ها ریخته شده است. پروفیل و لاگ چاهک‌های حفاری در پیوست آمده است. این چاهک‌ها با کدهای T.P.I الی T.P.III مشخص شده است که به شرح آنها می‌پردازیم.

- چاهک شماره یک (T.P.I)

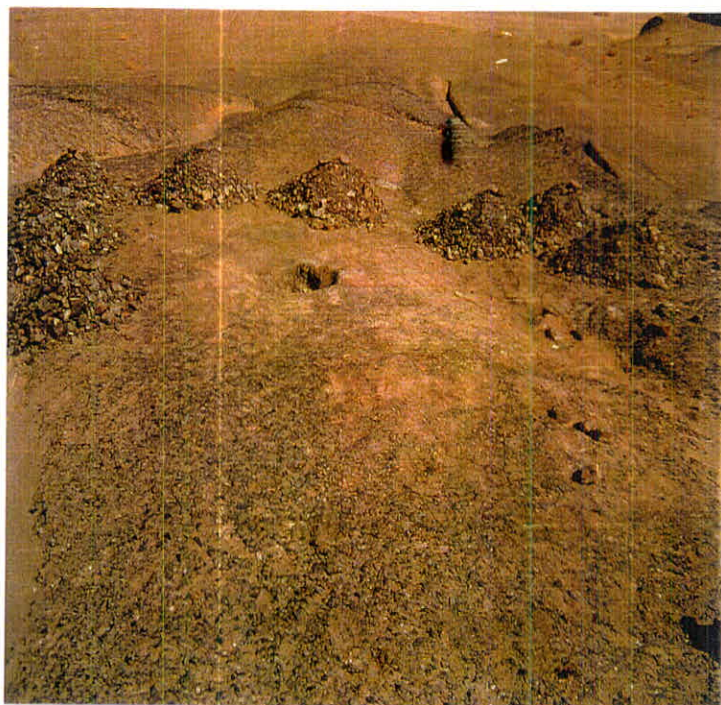
این چاهک در نزدیکی ترانشه یک از کارهای قدیمی، در بالا دست و در کنتاکت بالایی شیبست‌های کانه دار به عمق ۳/۹ متر حفاری شده است و سنگهای هر قسمت بر اساس عمق جداگانه در کنار چاهک ریخته شده است. این چاهک تماماً در واحد گارنت میکاشیبست کانه دار حفاری شده است. از مترژهای مختلف در این ترانشه، نمونه‌هایی برداشت شده است که برای مطالعات پتروگرافی و آنالیز شیمیایی به آزمایشگاههای مختلف ارسال شده است. کانی‌سازی در این چاهک حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد می‌باشد که بلورهای آن به خوبی رشد کرده و به صورت پراکنده در متن سنگ قرار گرفته‌اند. سختی این واحد تقریباً زیاد است و به نظر می‌رسد که عوامل هوازدگی چندان در عمق اثر نکرده است. نتایج آنالیز نمونه‌ها در بخش مربوطه آورده شده است. در عکس (۸-۳) نمایی از چاهک T.P.I آورده شده است.

- چاهک شماره (T.P.II)

این چاهک در نزدیکی ترانشه سوم از کارهای قدیمی و در بالاترین ارتفاع مناسب از نظر حفاری ، حفر گردیده است . تغییر لایه در این چاهک به نحوی است که در ابتدا و در بالاترین قسمت ، شیست کانه دار قرار گرفته است و در زیر آن ، لایه میکا شیست فاقد کانی سازی با میان لایه های نازک سیلیسی تشکیل شده است . این لایه سست و بسیار پولکی است که به رنگ قرمز - قهوه ای دیده می شود . میان لایه های سیلیسی در قسمت مشخصی تشکیل نشده اند و به صورت پراکنده در این لایه وجود دارند. ضمن بررسی دقیق مشخص شده است که در زیر این لایه هیچگونه کانی سازی رخ نداده است . این چاهک تا عمق ۷/۸ متری که اکثر آن را لایه شیست فاقد کانی سازی تشکیل داده ، حفاری شده است. نمونه ای از این چاهک جهت مطالعات X.R.D و آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شده است . که نتایج آن در بخش مربوطه آورده شده است . در عکس (۳- ۹) نمایی از این چاهک و سنگها و مواد بیرون آمده از آن دیده می شود . لازم است به این نکته اشاره شود که در بالای دهانه این چاهک ، لایه گارنت میکاشیست کانه دار قرار گرفته است که به دلیل شیب توپوگرافی ، حفاری در آن مشکل بود . لذا ضخامت آن با رخنمون لایه سنگی و کمر بالا و پایین آن مشخص می باشد.

- چاهک شماره سه (T.P.III)

این چاهک در انتهای شمالی منطقه و در کنار ترانشه پنجم از کارهای قدیمی به عمق ۷/۹ متر به صورت قائم حفر شده است . در این چاهک نیز در اعماق کم واحد گارنت میکاشیست کانه دار وجود دارد (تا عمق ۳۰ سانتی متر) و در زیر آن واحد میکا شیست



عکس شماره (۸-۳) - نمایی از چاهک T.P.I حفر شده در لایه گارنت شیست



عکس شماره (۹-۳) - نمایی از چاهک T.P.II حفر شده در لایه میکاشیست

قرمز- قهوه ای پولکی با میان لایه های سیلیسی قرار گرفته است . در متر اژ ۴/۵-۴ تا حدودی ضخامت میان لایه های سیلیسی افزایش یافته و در حدود ۲۰-۱۰ سانتی متر شده است . از عمقهای مختلف این چاهک نمونه هایی برداشت شده است که برای مطالعات پتروگرافی X.R.D و آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه ارسال شده اند و نتایج آنها در بخش مربوطه آورده شده است . در عکس (۳-۱۰) نمایی از چاهک T.P.III نشان داده شده است.



عکس شماره (۳-۱۰) - نمایی از چاهک T.P.III حفر شده در لایه میکاشیست

۳-۲-۳- نمونه برداری

هنگامی که انجام شرح خدمات مندرج در قرارداد وارد مرحله دوم گردید ، در چندین نوبت نمونه برداری صورت گرفت. به علت تعداد محدود تعداد نمونه ها ، سعی شده است نمونه برداری سطحی کمتر و نمونه ها بیشتر از داخل چاهک های اکتشافی برداشت گردد. اهداف اصلی این نمونه برداری ، شناسایی ماده معدنی گروه سیلیمانیت بر اساس آزمایش X.R.D و همچنین مشخص کردن درصد عناصر مختلف موجود در نمونه های برداشت شده بود . در این مرحله جهت مقایسه دقیق نمونه ها ، سعی شده است از نمونه های برداشت شده برای هر سه نوع آزمایش شیمیایی ده اکسیدی ، X.R.D و تهیه و مطالعه تیغه نازک ارسال گردد تا نتایج اخذ شده از هر یک از این مطالعات ، تاییدی بر نوع آزمایشات و مطالعات دیگر شود. ولی به علت کمبود تعداد نمونه ها و هزینه آزمایشات ، در بعضی موارد از جمله برداشت نمونه های سطحی به دلیل مطمئن بودن از وضعیت سنگها از آزمایش X.R.D و شیمیایی صرف نظر شده و فقط برای مطالعات تیغه نازک به آزمایشگاه ارسال شده اند و یا در مواردی یکی از این مطالعات از نمونه های داخل چاهکهای اکتشافی حذف شده است . روش نمونه برداری در داخل چاهک و رخنمونهای سطحی به صورت لب پری بوده و از هر نقطه از واحد نمونه برداری در داخل چاهک و رخنمونهای سطحی به صورت ۲ کیلوگرم برداشت شده و نصف این مقدار به صورت شاهد در محل نگهداری نمونه ها در دفتر مهندس مشاور محفوظ باقی مانده است .

الف - نمونه برداری نوبت اول از مرحله دوم

در نوبت اول از مرحله دوم تعداد ۸ نمونه از عملیات صحرایی برداشت گردیده است.

در جدول شماره (۳-۴) کد این نمونه ها ، موقعیت آنها و نوع آزمایشات انجام گرفته بر روی آن نشان داده شده است.

جدول شماره (۳-۴) - لیست نمونه های برداشت شده نوبت اول از مرحله دوم و آزمایشات

انجام گرفته بر روی آنها

کد نمونه	موقعیت نمونه	X.R.D	شیمیایی	تیغه نازک
Y-A2-6	رخنمون سطحی	x	x	x
Y-A2-7	رخنمون سطحی	x	x	x
Y-A2-8	T.P.I	x	x	x
Y-A2-9	T.P.II	x	x	x
Y-A2-10	T.P.III	x	x	x
Y-A2-11	رخنمون سطحی	-	-	x
Y-A2-12	رخنمون سطحی	-	-	x
Y-A2-13	رخنمون سطحی	x	x	x

از تعداد ۸ نمونه برداشت شده بر اساس فهرست جدول شماره (۳-۴) تعداد ۶ عدد برای

آزمایش ده اکسیدی ارسال گردید که نتایج آن طبق جدول شماره (۳-۵) می باشد.

همان نمونه هایی که برای تعیین ده اکسید اصلی به آزمایشگاه ارسال شده بودند،

جهت تعیین کانی های مهجود برای آزمایشگاه X.R.D به آزمایشگاه نیز ارسال گردید که

نتایج آن در جدول شماره (۳-۶) آمده است .

جدول شماره (۳-۵) - نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ها نوبت اول از مرحله دوم

کد	کد	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	L.I.O
محرانی	آزمایشگاه	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Y-A2-6	1352	۱۳/۰	۷۲/۲	۰/۶۰	۰/۲۷	۲/۸۱	۰/۰۳	۲/۳۴	۲/۲۲	۰/۱۴	۱/۹۴
Y-A2-7	1352	۲۱/۰	۶۰/۵	۲/۰۰	۰/۸۱	۶/۵۷	۰/۰۴	۴/۳۷	۰/۷۵	۰/۴۵	۳/۳۶
Y-A2-8	1353	۱۷/۶	۶۲/۶	۰/۸۳	۰/۷۶	۶/۵۲	۰/۰۸	۲/۸۰۰	۱/۸۳	۰/۱۱	۴/۰۶
Y-A2-9	1354	۱۹/۰	۶۱/۵	۲/۰۰	۰/۸۰	۶/۸۱	۰/۰۲	۲/۳۱	۱/۲۶	۰/۴۸	۴/۲۲
Y-A2-10	1355	۱۷/۴	۶۷/۴	۱/۳۹	۰/۸۵	۲/۷۶	۰/۰۲	۴/۱۴	۱/۲۵	۰/۱۸	۴/۲۳
Y-A2-13	1356	۱۹/۴	۶۰/۵	۲/۴۸	۰/۸۷	۲/۶۹	۰/۰۷	۲/۴۶	۰/۲۸	۰/۲۷	۴/۲۸

جدول شماره (۳-۶) - نتایج سری اول از مرحله دوم

کد نمونه	نتایج مطالعات X.R.D
Y-A2-6	Quartz, Albite, Sericite, Orthoclase, Chlorite, Pyrophyllite
Y-A2-7	Quartz, Sericite, Sillimonite, Albite
Y-A2-8	Quartz, Sericite, Albite, Goetite
Y-A2-9	Quartz, Sericite, Chlorite, Albite, Kaolinite
Y-A2-10	Quartz, Albite, Sericite, Calcite, Gypsum
Y-A2-13	Quartz, Sericite, Sillimanite, Mixlayer clay, Chlorite

بر اساس جدول شماره (۳-۴) از تعداد ۸ نمونه برداشت شده در نوبت اول از مرحله

دوم قرارداد تعداد ۸ عدد از آنها برای تهیه و مطالعه تیغه نازک به آزمایشگاه ارسال گردید که

نتایج آن به ترتیب در زیر آمده است

- نمونه شماره Y-A2-6

نام سنگ : شیست

بافت سنگ : آفانتیک دارای فولیاسیون پرفیروبلاستیک

کانیهای تشکیل دهنده : کوارتز ، فلدسپاتها ، بیوتیت ، کانیهای گروه اپیدوت ، آندالوزیت ، مسکویت و کانیهای تیتانیوم.

کانیهای روشن شامل کوارتز و فلدسپاتها حداقل ۸۰ درصد نمونه را تشکیل داده است .
فلدسپاتها بعضاً " به صورت چشمی در زمینه ای با بافت شبه فلسی دیده می شود.

بیوتیت و ندرتا " مسکویت به مقدار مجموعاً " ۱۰ درصد نوارهای نازکی را در جهت فولیاسیون ایجاد کرده است . همراه با قطعات مذکور کانیهای گروه اپیدوت و ندرتا " آندالوزیت مشاهده می شود. مقدار آندالوزیت در حد کمتر از ۵ درصد است. در عکس شماره (۳-۱۱) بخشی از مقطع میکروسکوپی این سنگ نشان داده شده است.

-نمونه شماره Y-A2-7

نام سنگ : سیلیمانیت گارنت شیست

بافت سنگ : آفانتیک دارای فولیاسیون پرفیروبلاستیک

پرفیروبلاستیک ها قطعات شکل دار گارنت ، فلدسپاتها و احتمالاً " کربوریت می باشند. مقدار گارنت در حد حداکثر ۲۰ درصد است. قطعات این کانی دارای شکستگی های متعدد می باشد. زمینه آفانتیک از کانیهای روشن و تیره تشکیل شده است . در بخش روشن که باندهایی را ایجاد کرده ، کوارتز و فلدسپاتها حضور دارند و در نوارهای متناوب دیگر بیوتیت ، مسکویت ، سیلیمانیت حضور دارند. که جهت یافتگی مشخصی را نشان می دهند . مقدار

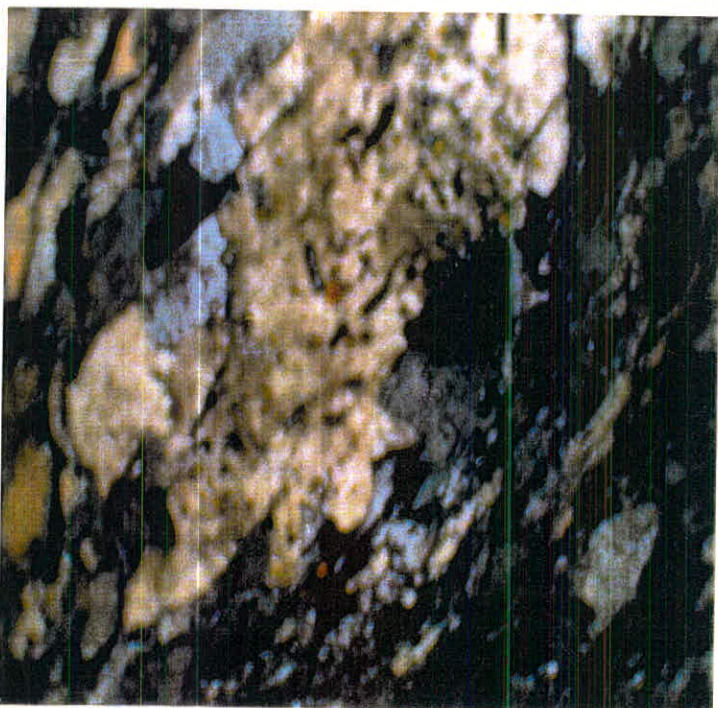
سیلیمانیت نیز در حد ۱۰ درصد است. آندالوزیت در چند مورد به صورت قطعات کوچک و به مقدار حدود ۵ درصد دیده می شود. در عکس شماره (۳-۱۲) بخشی از مقطع میکروسکوپی این نمونه نشان داده شده است.

- نمونه شماره Y-A2-8

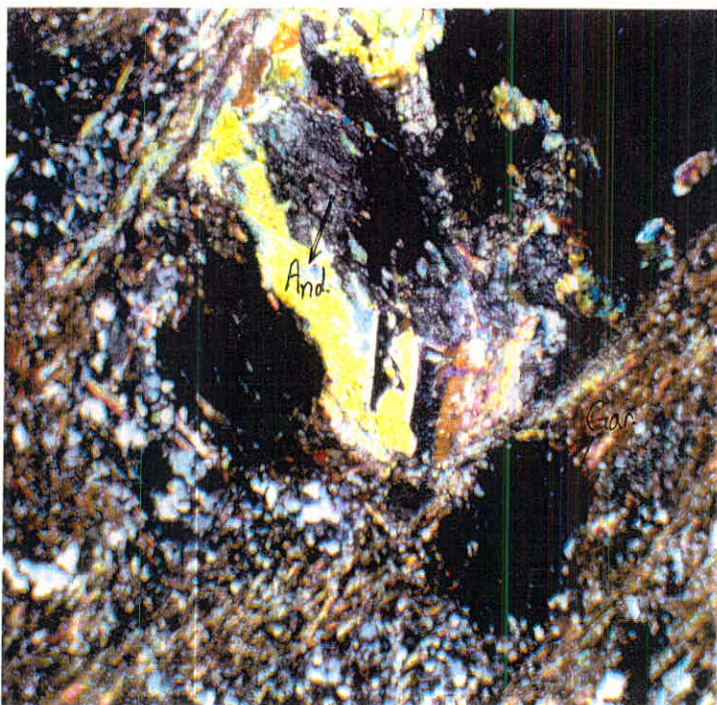
نام سنگ : آندالوزیت شیست

بافت سنگ : آفانتیک دارای فولیاسیون پرفیروبلاستیک

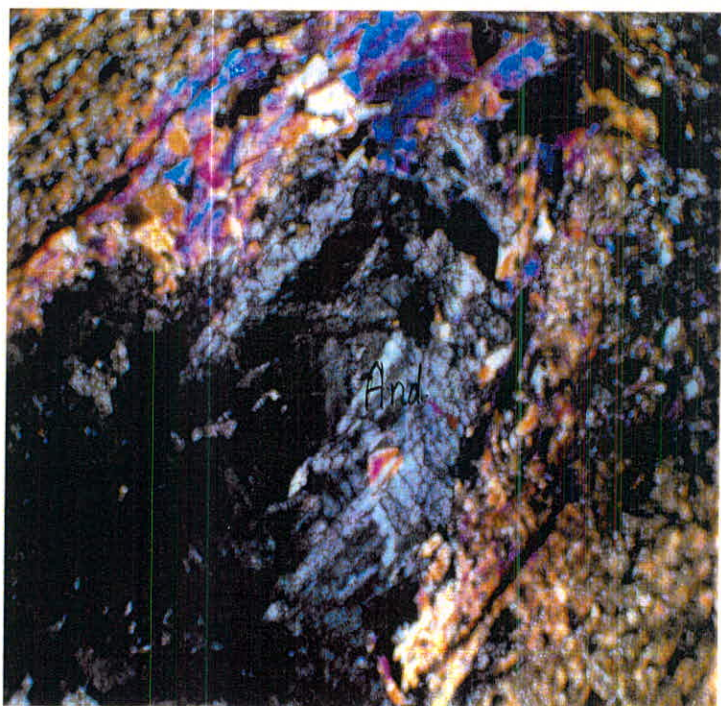
پرفیروبلاست ها آندالوزیت بوده و در زمینه آفانتیک با نوارهای متناوب قرار گرفته است. نوارها متشکل از کوارتز و فلدسپاتها هستند که نوارهای حاوی فیلسیلیکات و کانیهای کدر در مجاورت آن واقع شده است. فیلسیلیکاتها شامل مسکه‌بیت و کمتر بیوتیت است. تورمالین ندرتا" دیده می شود. مقدار آندالوزیت سنگ با توجه به درصد گیری در زیر میکروسکوپ در حدود ۱۲ درصد است. عکس شماره (۳-۱۳) بخشی از مقطع این سنگ را نشان می دهد.



عکس شماره (۳-۱۱) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-6 در نور پلاریزه با بزرگنمایی $\times 33$



عکس شماره (۳-۱۲) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-7 در نور پلاریزه با بزرگنمایی $\times 33$



عکس شماره (۳-۱۳) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-8 در نور پلاریزه با بزرگنمایی $\times 33$

- نمونه شماره Y-A2-9

نام سنگ : گارنت میکا شیست

بافت سنگ : فانریتیک دارای فولیاسیون شیستوز

تشکیل دهنده ها : کوارتز ، فلدسپاتها ، میکاها و گارنت

کوارتز و فلدسپاتها به صورت نوارهای باریک در تناوب با نوارهای پر میکا واقع شده اند . در بخش پر میکا ، مسکویت کانی غالب است .

گارنت به صورت تک بلورهای شکل دار کوچک با بافت غربالی در زمینه میکاها واقع شده است . مقدار گارنت حداکثر ۵ درصد است . عکس شماره (۳-۱۴) بخشی از مقطع میکروسکوپی این سنگ را نشان می دهد .



عکس شماره (۳-۱۴) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-9 در نور عادی با بزرگنمایی $\times 33$

- نمونه شماره Y-A2-10

نام سنگ : میکا شیست

بافت سنگ : آفانتیک دارای فولیاسیون

تشکیل دهنده ها : کوارتز ، فلدسپاتها ، فیلسیلیکاتها ، گارنت

در زمینه تناوبی از نوارهای روشن و نوارهای با رنگ تیره وجود دارد . نوارهای روشن متشکل

از کوارتز و فلدسپات می باشند که حدود ۷۰ درصد نمونه را تشکیل داده است و نوارهای

روشن فیلو سیلیکاتها عمدتا" از مسکویت تشکیل گردیده است . ندرتا" قطعات شکل دار

گارنت در مجموعه حضور دارند. عکس شماره (۳-۱۵) بخشی از مقطع میکروسکوپی این

سنگ را نشان می دهد.

- نمونه شماره Y-A2-11

نام سنگ : شیست ، گنیس

بافت سنگ : فانرتیک دارای فولیاسیون پرفیروبلاستیک (چشمی)

تشکیل دهنده ها : کوارتز ، فلدسپاتها ، مسکویت ، بیوتیت ، گارنت ، کلسیت و کانیههای

تیتانیوم . پرفیروبلاست ها از نوع فلدسپاتها عمدتا" قلیایی و کمتر پلاژیوکلاز بوده، بعضا"

بافت میرمیکیت در قطعات آن دیده می شود . کانیههای مذکور همراه با قطعات کوارتز در

نوارهایی توجیه شده ، مشاهده می شوند. در تناوب با نوارهای مذکور مسکویت و بیوتیت دیده

می شود ، مقدار میکاها در حد ۱۰ درصد است . گارنت ندرتا" به صورت ایدیومورف دیده

می شود. کانیههای تیتانیوم (روتیل یا اسفن) نیز به مقدار جزئی وجود دارد . کلسیت ناشی از

دگرسانی بوده ، ندرتا" در فضای شکستگی ها تشکیل شده است . عکس شماره (۳-۱۶)
بخشی از میکروسکوپی نمونه Y-A2-11 را نشان می دهد.

- نمونه شماره Y-A2-12

نام سنگ : آمفیولیت (هورنبلند شیست)

بافت سنگ : آفانتیک دارای فولیاسیون

تشکیل دهنده ها : آمفیول ها ، کوارتز ، فلدسپاتها ، کانیهای گروه اپیدوت ، بیوتیت و
کانیهای تیتانیوم.

حدود ۷۰ درصد نمونه را کانیهای گروه آمفیول (احتمالاً "هورنبلند") تشکیل داده

است . حدود حداقل ۱۵ درصد نمونه را کانیهای کوارتز ، فلدسپات تشکیل می دهد . تقریباً"

۱۰ درصد نمونه را کانیهای گروه اپیدوت و زوئیزیت تشکیل داده است . بیوتیت به مقدار کمتر

از ۵ درصد و کانیهای تیتانیوم دار به صورت فرعی می باشد. عکس شماره (۳-۱۷) بخشی

از مقطع میکروسکوپی نمونه را نشان می دهد.

- نمونه شماره Y-A2-13

نام سنگ : آندالوزیت شیست

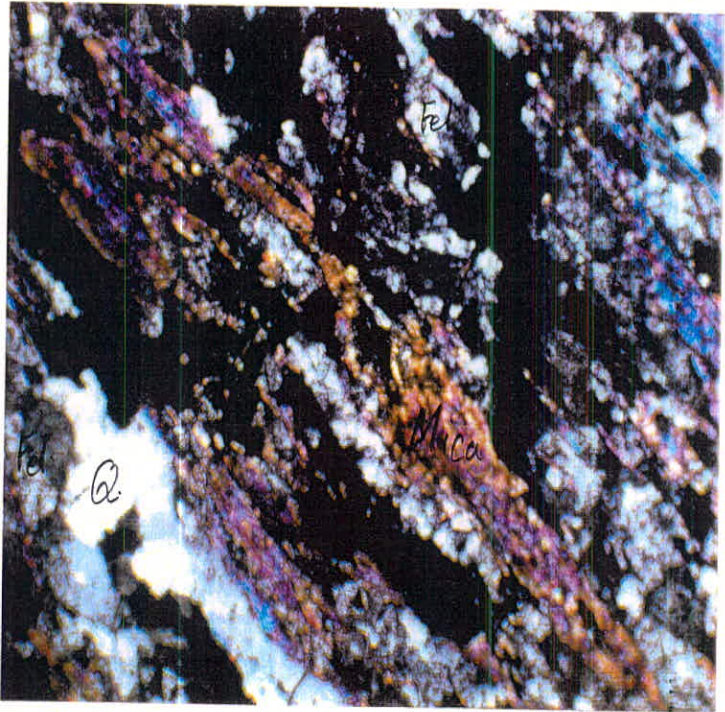
بافت سنگ : پرفیروبلاستیک در زمینه آفانتیک دارای فولیاسیون

تشکیل دهنده ها : آندالوزیت ، بیوتیت ، کوارتز ، فلدسپاتها ، کانیهای کدر ، هماتیت و گوتیت .

آندالوزیت که به صورت تک بلورهای درشت مشاهده می شود . به مقدار حداقل ۱۵ درصد

وجود دارد . در بعضی قطعات ، ادخالهای سلیمانیت با مسکویت و بیوتیت دیده می شود .

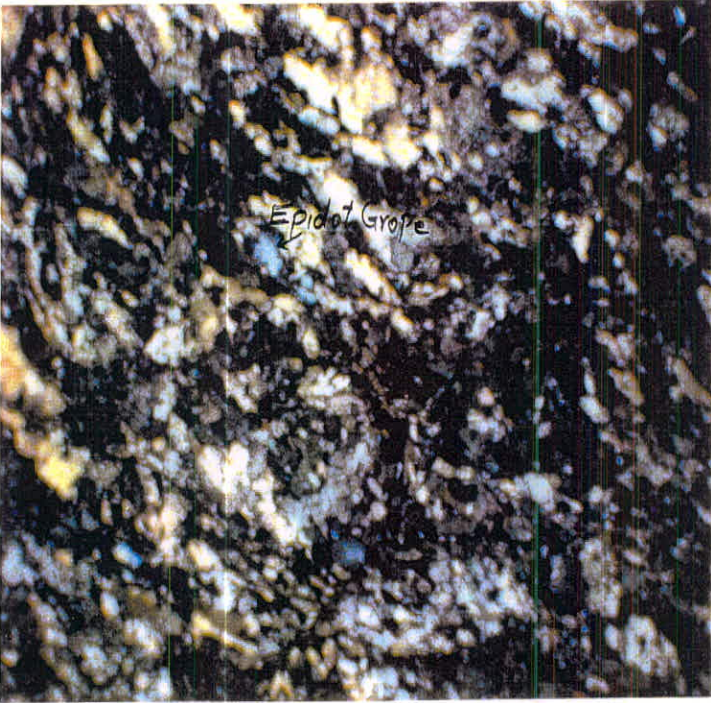
زمینه آفانتیک متشکل از کوارتز ، فلدسپات و فیلسیلیکاتها عمدتاً" بیوتیت است.



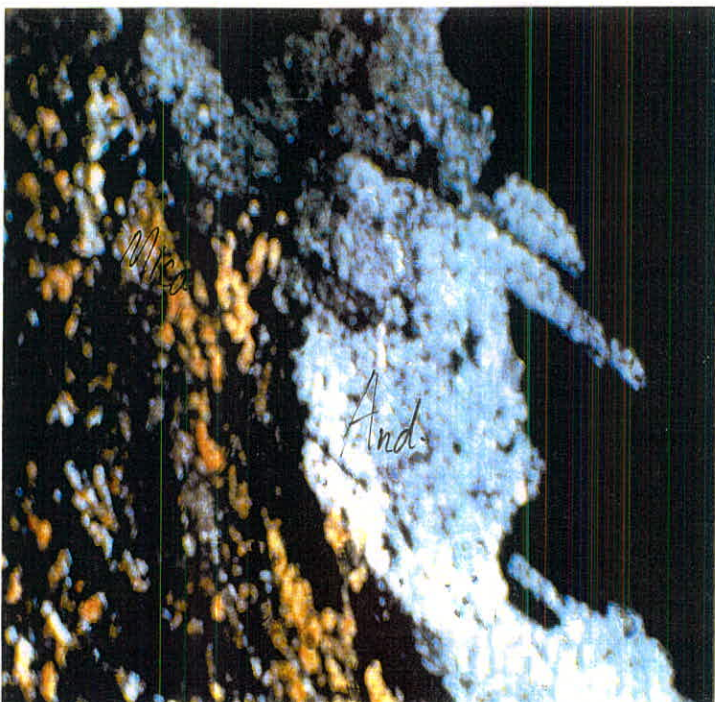
عکس شماره (۳-۱۵) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-10 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳×



عکس شماره (۳-۱۶) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-11 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳×



عکس شماره (۳-۱۷) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-12 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۸۵x



عکس شماره (۳-۱۸) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-13 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۸۵x

ب - نمونه برداری در نوبت دوم از مرحله دوم

بعد از اتمام عملیات صحرایی (حفاری چاهک و ترانشه) جهت کنترل کارهای انجام شده و ادامه تهیه نقشه زمین شناسی ، نمونه برداریهای عمقی به تعداد ۱۲ نمونه از محل چاهک ها و ترانشه های حفاری شده ، برداشت گردید که لسیت آن به شرح جدول شماره (۷-۳) می باشد.

جدول شماره (۷-۳) - لیست نمونه های برداشت شده نوبت دوم از مرحله دوم

کد نمونه	موقعیت نمونه	X.R.D	شیمیایی	تیغه نازک
Y2-A2-14	T.P.I مترایز ۱-۲	-	-	-
Y2-A2-15	T.P.I مترایز ۲-۳	-	x	x
Y2-A2-16	T.P.II مترایز ۵-۵/۵	x	x	-
Y2-A2-17	T.P.III مترایز ۲/۵-۳	-	-	x
Y2-A2-18	T.P.III مترایز ۵-۵/۵	x	x	-
Y2-A2-19	توده های گنیسی	-	-	x
Y2-A2-20	ترانشه سوم جدید	x	-	-
Y2-A2-21	ترانشه چهارم جدید	-	x	x
Y2-A2-22	مترایز آخر چاهک شماره ۱	x	x	-
Y2-A2-23	پروفیل ۱ در مرکز منطقه	-	-	x
Y2-A2-24	ترانشه دوم جدید	x	x	-
Y2-A2-25	نمونه های سبه آهک	-	-	x

از تعداد ۱۲ نمونه برداشت شده بر اساس شرح خدمات و تعداد نمونه های در نظر

گرفته شده برای انجام آزمایش شیمیایی ، تعداد ۶ عدد برای آزمایش ده اکسیدی به

آزمایشگاه پژوهشگران سیمی فرستاده شد که نتایج آن به شرح جدول شماره (۸-۳)

جدول شماره (۸-۳) - نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های نوبت دوم از مرحله دوم

کد	کد	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	L.I.O
صحرایی	آزمایشگاه	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Y-A2-15	1456	۱۸/۷	۶۳/۱	۱۷/۱	۰/۹۱	۷/۰۳	۰/۱۵	۲/۹۵	۱/۵۷	۰/۷۲	۲/۷۰
Y-A2-16	1457	۱۹/۱	۶۴/۰	۰/۷۰	۰/۷۷	۶/۲۵	۰/۱۴	۲/۶۵	۱/۵۲	۰/۳۸	۲/۳۴
Y-A2-18	1458	۱۷/۹	۶۴/۵	۰/۸۵	۰/۷۲	۶/۲۲	۰/۱۳	۲/۹۷	۱/۷۳	۰/۵۴	۲/۳۳
Y-A2-21	1459	۱۸/۰	۶۷/۷	۰/۷۵	۰/۸۳	۵/۹۰	۰/۱۵	۲/۲۹	۱/۳۰	۰/۴۹	۲/۳۳
Y-A2-22	1460	۱۹/۷	۶۴/۵	۰/۸۵	۰/۷۵	۶/۰۸	۰/۱۱	۲/۳۴	۱/۷۴	۰/۵۳	۲/۸۶
Y-A2-24	1461	۱۷/۵	۶۸/۰	۰/۸۰	۰/۷۲	۵/۴۸	۰/۱۰	۲/۳۳	۱/۸۱	۰/۵۳	۲/۵۲

برای بررسی دقیق و اخذ نتایج با ضریب اطمینان بالا سعی شده است همان نمونه های فرستاده شده برای آزمایش شیمیایی، برای X.R.D و مطالعه تیغه نازک نیز ارسال گردد ولی عملاً به دلیل کم بودن تعداد نمونه های در نظر گرفته شده در شرح خدمات، این مشاور سعی کرده است تا از کمترین نمونه ها بهترین استفاده را کرده باشد لذا از انجام سه نوع یا دو نوع آزمایش بر روی یک نمونه خودداری کرده، تا نمونه های بیشتری تحت مطالعه قرار گیرند. در جدول شماره (۹-۳) نتایج آزمایش X.R.D بر روی نمونه های نوبت دوم از مرحله دوم و در ادامه مطالعات انجام گرفته بر روی تیغه نازک آورده شده است.

جدول شماره (۹-۳) - نتایج آزمایش X.R.D نمونه های نوبت دوم از مرحله دوم

کد نمونه	نتایج مطالعات X.R.D
Y-A2-15	Sericite, Quartz, Albite, Chlorite
Y-A2-16	Sericite, Quartz, Chlorite, Albite, Paragonite
Y-A2-18	Sericite, Quartz, Albite, Chlorite
Y-A2-20	Sericite, Quartz, Albite, Sillimanite
Y-A2-22	Quartz, Sericite, Albite, Chlorite
Y-A2-24	Sericite, Quartz, Albite, Chlorite

در نوبت دوم تعداد ۶ عدد نمونه سنگی برای مطالعه تیغه نازک به آزمایشگاه فرستاده شده است که نتایج آن نیز در زیر آمده است. بر اساس شرح خدمات در نظر گرفته ، از آنجائیکه تعداد نمونه های برداشت شده از مرحله اول بسیار خرد شده و مناسب جهت تهیه تیغه نازک نبوده است ، لذا سعی شده است در مرحله دوم جمعاً "تعداد ۱۴ نمونه (علاوه بر ۱۰ نمونه در نظر گرفته شده در شرح خدمات) برای تهیه و مطالعه تیغه نازک به آزمایشگاه ارسال گردد.

- نمونه شماره Y-A2-15

نام سنگ : گرونا میکاشیست یا گرونا فیلیت

بافت سنگ : آفانتیک دارای فولیاسیون اسلیتی حاوی پرفیروبلاست های پراکنده

کانیهای تشکیل دهنده : کوارتز ، فلدسپات ، مسکویت ، گارنت و تورمالین

کانی خاص دگرگونی در این مقطع شامل گارنت است که بلورهای نیمه شکل دار تا شکل دار هم اندازه و پراکنده ایجاد کرده است . مقدار گارنت از ۱۰ درصد تجاوز نمی کند . ندرتاً "قطعاً سبز رنگ نیز وجود دارد که مشکوک به کلریتوئید است . زمینه آفانتیک دارای جهت یافتگی مشخص بوده و نوارهای پرمیکا متناوباً " با نوارهای فلدسپات کوارتز دیده می شود . میکاها شامل مسکویت و بیوتیت و نوارهای کانیهای فلسیک عمدتاً " متشکل از کوارتز و کمتر فلدسپاتها با ترکیب پلاژیوکلاز می باشد . لازم به ذکر است که کانیهای گروه سیلیمانیت در این مقطع مشاهده نمی شود . کانیهای فرعی منحصر به موارد اندک از قطعات ریز تورمالین است . در عکس (۳-۱۹) قسمتی از مقطع میکروسکوپی این نمونه آورده شده است .

- نمونه شماره Y-A2-17

نام سنگ : گارنت میکا شیست

بافت : پرفیرو بلاستیک

زمینه : دارای فولیاسیون تقریباً مشخص

فابریک این سنگ شیستوز (متورق) است و کانیهای تشکیل دهنده اصلی کوارتز و فلدسپات بوده که حداقل ۷۰ درصد نمونه را تشکیل داده است. دگرسانی کانیهای مزبور نوارهای مشخصی را نشان می دهند. در تناوب با نوارهای مذکور، مسکویت و کمتر بیوتیت همراه با کانیهای کدر نوارهای متفاوتی را ایجاد کرده اند. در زمینه مذکور قطعات نیمه شکل دار تا بی شکل دیده می شود که مشتمل بر کانیهای کلریت، کوارتز، اکسید و نیدروکسیدهای آهن می باشند. این موضوع به دو صورت قابل تفسیر می باشند:

۱- دگرسانی قطعات گارنت (دگرگونی فلهقرايي)

۲- تشکیل نطفه های جدید (پرفیرو بلاستیک) در جهت تشکیل گارنت

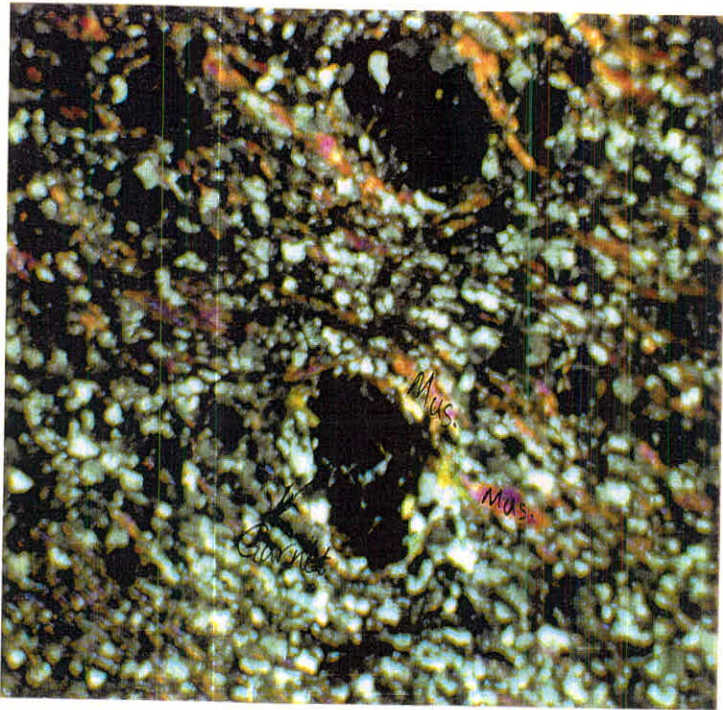
در عکس شماره (۳-۲۰) بخشی از این تیغه نشان داده شده است.

- نمونه شماره Y-A2-19

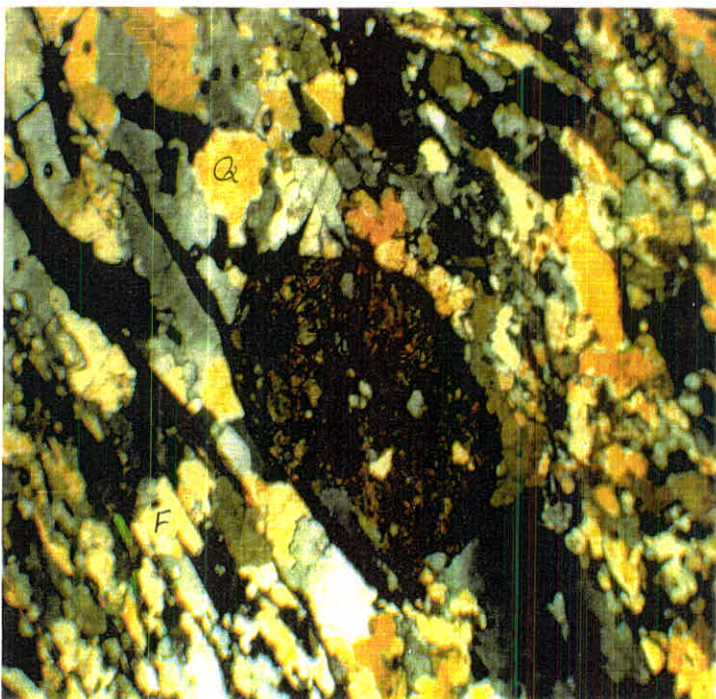
نام سنگ : گنیس

بافت : پرفیرو بلاستیک

زمینه این سنگ فولیاسیون تقریباً مشخصی را دارد. تشکیل دهنده های عمده آن شامل فلدسپاتها و کوارتز است. فلدسپاتها بیشتر نوع آکالن است و نسبت به قطعات کوارتز دارای



عکس شماره (۳-۱۹) - مقطع میکروسکوپی نمونه شماره Y-A2-15 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳x



عکس شماره (۳-۲۰) - مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-17 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳x

اندازه های بزرگ می باشند . کانیهای مذکور جهت یافتگی خاصی از خود نشان می دهند و متناوبا" با نوارهای متشکل از بیوتیت همراه با کانیهای گروه زوئیزیت دیده می شود .
کانیهای دگرسانی عموماً شامل سریسیت و کلسیت بوده ، که سریسیت مربوط به فلدسپاتها (عمدتاً" پلاژیوکلاز) است و کلسیت در فضای شکستگیها و تاخیری است . وجود کلریت در این سنگ منتفی نیست . در عکس شماره (۳-۲۱) قسمتی از این تیغه نشان داده شده است.

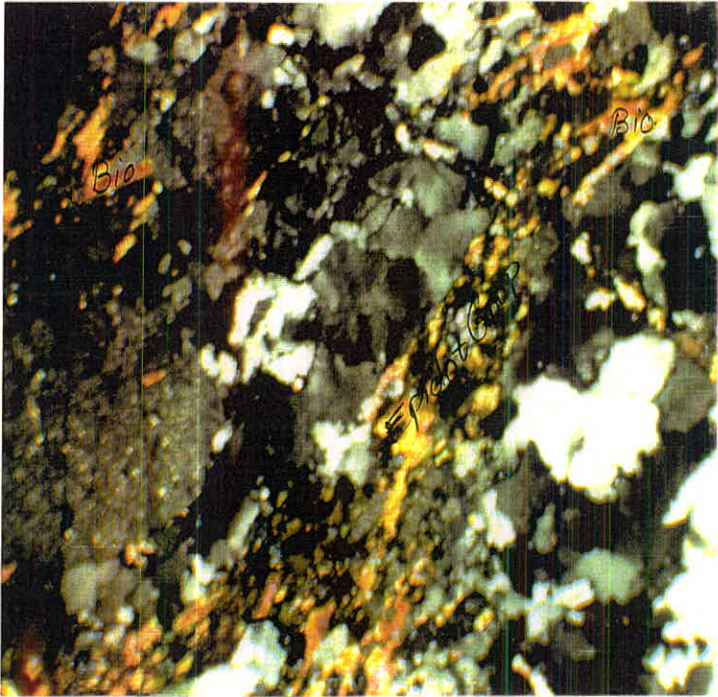
- نمونه شماره Y-A2-21

نام سنگ : فیلیت

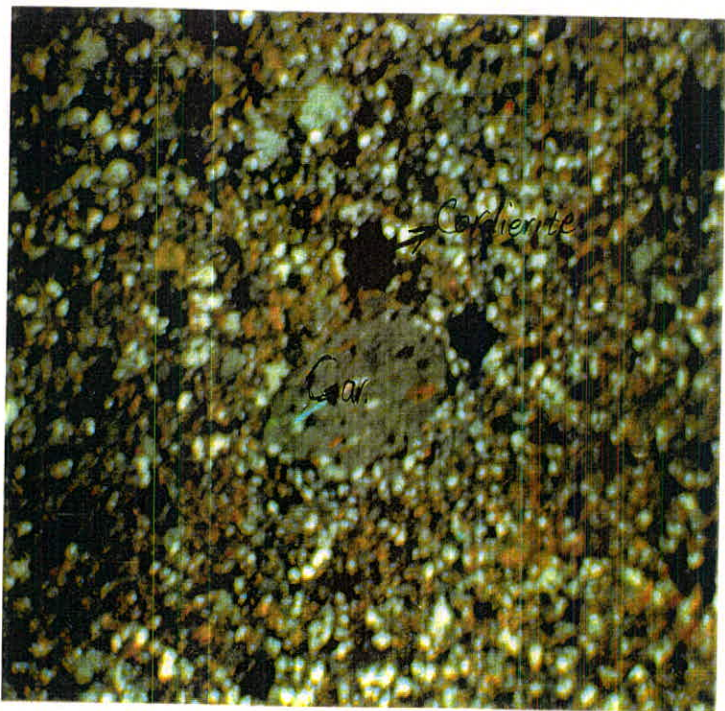
بافت سنگ : پرفیروبلاستیک

زمینه این سنگ آفانتیک و داراری فولیاسیون است.


پروفیروبلاست ها کانیهای دگرگونی بوده و قطعات کوچکتر ، گارنت با بافت کاناکلاستیک و خرد شده به صورت بلورهای هم اندازه است . تک بلورهای درشت تر چند کانی ای بوده (مجموعه در هم) و متشکل از مسکویت ، سیلیمانیت و کیانیت می باشد .
ندرتاً" قطعات مشکوک به کردیریت نیز مشاهده می شود . زمینه این نمونه حاوی کوارتز، فلدسپاتها (آکالن و به مقدار بیشتر پلاژیوکلاز) و از فیلوسیلیکات بیوتیت است . کانی فرعی تشکیل دهنده این سنگ قطعات کدر و تورمالین می باشد. در عکس شماره (۳-۲۲) قسمتی از مقطع این سنگ نشان داده شده است.



عکس شماره (۳-۲۱)-مقطع میکروسکوپی نمونه Y-A2-19 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳×



عکس شماره (۳-۲۲)-مقطع میکروسکوپی نمونه شماره Y-A2-21 در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳×

۲۸-۳	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل سوم- حفریات، نمونه برداری و انجام آزمایشات	 مادنک‌هاون مهندسان مشاور Madankhayan Engineering & Construction Co.
------	---	---

- نمونه شماره Y-A2-23

نام سنگ : گرونا میکاشیست

بافت سنگ : پرفیروبلاستیک ، زمینه دارای فولیاسیون مشخص با فابریک شیستوز ، گارنت کانی شاخص دگرگونی در نمونه به صورت تک بلورهای شکل دار پراکنده با اندازه های مشابه بوده که شکستگی های متعدد در آن دیده می شود . در زمینه این سنگ تناوبی از نوارهای روشن و تیره وجود دارد . نوارهای روشن مجموعه های موزائیکی کوارتز و فلدسپاتها (بافت گرونوبلاستیک) و نوارهای تیره متشکل از مسکویت ، بیوتیت و کانیه های کدر می باشند. در عکس شماره (۳-۲۳) بخشی از مقطع این سنگ نشان داده شده است.

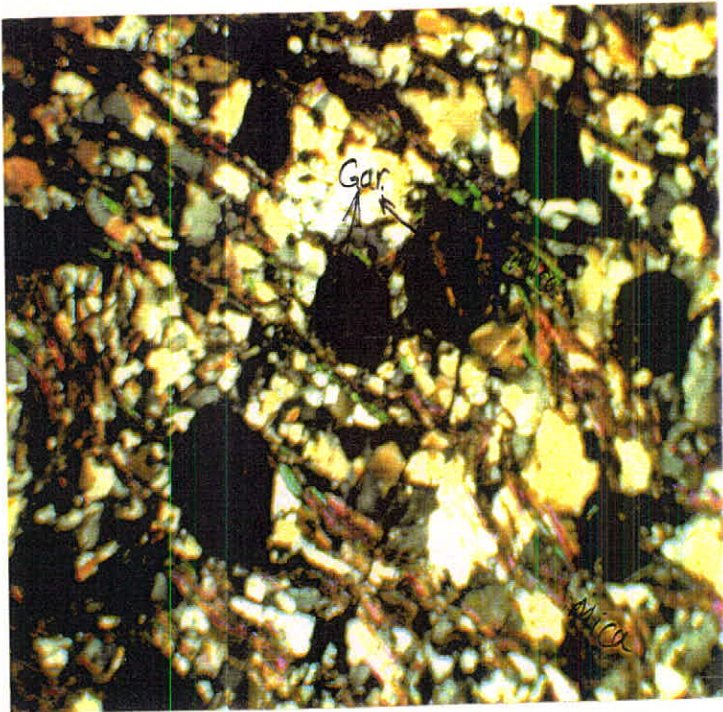
- نمونه شماره Y-A2-25

نام سنگ : گنیس

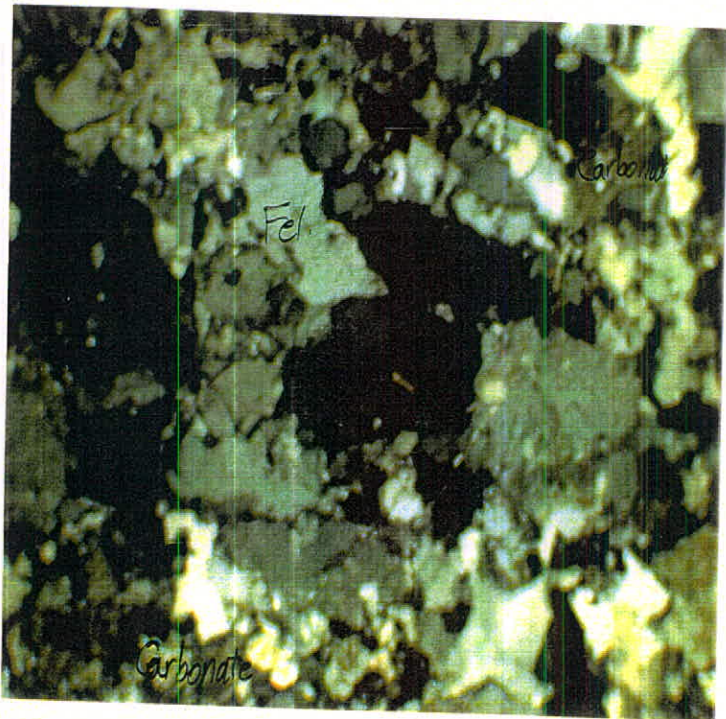
بافت سنگ : فانرتیک دارای فولیاسیون

تشکیل دهنده ها : فلدسپاتها (آلکان و پلازیوکلازها) ، کوارتز ، فیلسیلیکاتها ، کربنات ها، کانیه های رسی ، کانیه های کدر

کانیه های کوارتز و فلدسپات به صورت متناوب در جهت فولیاسیون مشاهده شده ، گاهی فلدسپاتها به صورت پرفیروبلاست مشاهده می شوند . کربناتها (سیدریت یا آنکریت) در فضای شکستگی ها به مقدار کمتر از ۱۰ درصد وجود دارد . کانیه های کدر در همراهی با قطعات مذکور می باشند . فلدسپاتها و مخصوصاً " آلکان دچار دگرسانی شده و به کائولینیت و سرهپیت تبدیل شده اند. شدت دگرسانی کمتر از ۲۰ درصد است . در عکس شماره (۳-۲۴) بخشی از این مقطع نشان داده شده است .



عکس شماره (۳-۲۳) - مقطع میکروسکوپی نمونه شماره A2-23-۷ در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳x



عکس شماره (۳-۲۴) - مقطع میکروسکوپی نمونه شماره A2-25-۷ در نور پلاریزه با بزرگنمایی ۳۳x

۳-۴- نتایج اخذ شده از آزمایشات مختلف

۳-۴-۱- نتایج حاصل از آزمایشات شیمی تر

با توجه به نتایجی که از آنالیزهای شیمیایی نمونه های مختلف به دست آمده است، مشاهده می شود که دامنه تغییرات Al_2O_3 از ۱۵ تا ۲۳ درصد است و میانگین آن در نمونه های برداشت شده از منطقه ۱۸/۷ درصد می باشد. با در نظر گرفتن این مطلب که نمونه های برداشت شده از شیست ها بوده اند، مقدار ۱۸/۷ درصد مقداری ناچیز است و می توان به این نتیجه رسید که کانی سازی گروه کانیهای سیلیمانیت در منطقه به مقدار کم رخ داده است. نمونه هایی که مقدار آلومین بالایی از خود نشان داده اند از شیست های کانی سازی شده بوده اند که باز هم مقدار کانی سازی ناچیزی را نشان می دهند.

همچنین، با وجود اینکه نمونه ها، از ترانشه ها و چاهک ها برداشت شده است، مقدار اکسید آهن در این سنگها تقریباً "زیاد می باشد که به دلیل پیشرفت هوازدگی است. در صنایعی که مواد اولیه کانیهای گروه سیلیمانیت استفاده می کنند اکسیدهای آهن مزاحم می باشند. مقدار SiO_2 نیز در حد میانگین سنگهای شیست، در حدود ۶۵ درصد است. توزیع اکسیدهای دیگر نیز در حد میانگین سنگهای مربوطه می باشد.

در نهایت می توان به این نتیجه رسید که کانی سازی در منطقه به مقدار کم اتفاق افتاده است و چنین مقادیر کانی سازی در حال حاضر با وجود وضعیت تکنولوژی فرآوری، شرایط اقتصادی، مقدار ذخیره، شرایط جغرافیایی منطقه و ... جهت استخراج و فرآوری مقرون به صرفه نمی باشد. علی در سالهای آینده با توجه به پیشرفت تکنولوژی می تواند حائز

۳-۴-۲- نتایج حاصل از آزمایشات X.R.D

از مطالعات X.R.D که به منظور تعیین نوع کانی های منطقه (کانی شناسی) و تبدیل شدن کانیهای گروه سیلیمانیت انجام شده، نتایج زیر به دست آمده است:

- با توجه به مطالعاتی که بر روی کانیهای گروه سیلیمانیت انجام شده است، کل ذخایر منطقه را می توان از نظر نوع کانی به دو قسمت کلی تقسیم بندی کرد که این دو ذخیره عبارتند از: ذخیره جنوبی منطقه در جنوب رودخانه خشک و دیگری ذخیره شمالی که در حاشیه شمالی رودخانه و به صورت بانندی به موازات آن قرار گرفته است. تفاوت این دو ذخیره در این است که کانی غالب گروه سیلیمانیت در ذخیره جنوبی سیلیمانیت و در ذخیره شمالی کیانیت می باشد. از نظر ظاهری نیز اندازه بلورهای دو منطقه با یکدیگر متفاوت می باشند. (بلورهای ذخیره جنوبی بر خلاف بلورهای ذخیره شمالی کوچکتر و به موازات شیبستویته تشکیل شده اند).

- کانیهای دیگری که به همراه کانیهای گروه سیلیمانیت مشاهده شده اند، نشان می دهند که کانی کیانیت به مسکویت، پیروفیلیت و ... تبدیل شده است و همچنین در اثر افزایش دما استارولیت پدیدار شده است. (ذخیره شمالی)

- در ذخیره جنوبی نیز کانیهای سریسیست، آلیت، کلریت، کانیهای رسی و ... مشاهده شده است که در نتیجه تبدیل سیلیمانیت می باشند. وجود سیلیمانیت در این ذخیره نشان دهنده تاثیر فشار بالا بر این محیط است.

۳-۴-۳- نتایج حاصل از مطالعه تیغه نازک (پتروگرافی)

به طور کلی سنگهایی را که جهت تهیه تیغه نازک و مطالعات پتروگرافی به آزمایشگاه ارسال شده اند ، را می توان به دو دسته تقسیم کرد . یک دسته جهت مطالعه شناخت سنگ به منظور تکمیل نقشه زمین شناسی ، تفکیک واحدها و دسته دیگر به منظور مطالعه کانی شناسی کانیهای گروه سیلیمانیت و کانیهای همراه با آن به آزمایشگاه ارسال شده اند . نتیجه ای که از این مطالعات به دست آمده به شرح زیر می باشد:

- واحدهایی که در منطقه وجود دارند عمدتاً " از جنس سنگهای دگرگونی ناحیه ای و به مقدار کمتر سنگهای دگرگونی مجاورتی می باشند . این سنگها که مورد شناسایی قرار گرفته اند عبارتند از : انواع شیست (میکاشیست ، آندالوزیت شیست ، گارنت میکاشیست و ...) گنیس تنها در یک مورد فیلیت و آمفیبولیت مشاهده شده است .

- از مطالعاتی که بر روی شیست های کانه دار منطقه انجام شده است نتیجه می شود که از کانیهای گروه سیلیمانیت تمام کانیهای این گروه وجود دارند . که ترتیب فراوانی آنها عبارتند از کیانیت ، سیلیمانیت و آندالوزیت . مقدار این کانیها در اغلب تیغه های تهیه شده زیر ۱۵ درصد بوده است .

- علاوه بر مشاهدات فوق یک سری از کانیهای فرعی شامل اکسید و هیدروکسیدهای آهن ، کانیهای تیتانیوم ، کردیریت و ... مشاهده شده اند . اکسید و هیدروکسیدهای آهن ناشی از عوامل هوازدگی و اکسیداسیون سطحی می باشند .

- سرسیت نیز تقریباً " در اکثر تیغه ها به مقدار کم مشتمل شده است . سرسیت موجود به دلیل تخریب کانیهای گروه سیلیمانیت و مخصوصاً " آندالوزیت می باشد .

- همچنین در بعضی موارد آثار تبدیل شدگی این کانیها (کانیهای گروه سیلیمانیت) به یکدیگر مشاهده می شود که بیانگر تغییر عوامل ترمودینامیکی (فشار و حرارت) و تاثیر آنها بر روی سنگهای منطقه است.

فصل چهارم

بلوک بندی و ارزیابی ذخیره

۴-۱- مقدمه

در این قسمت سعی شده است که ذخیره موجود در منطقه به گونه ای مشخص مورد ارزیابی و در صورت امکان تفکیکی در ذخیره انجام شود . در جهت نیل به این هدف ذخیره موجود در منطقه بلوک بندی شده است. بلوک بندی انجام شده در منطقه بر اساس عملکرد گسلها و وضعیت ساختمانی و تکتونیکی منطقه بوده است و طریقه بلوک بندی به این نحو بوده است .

عملکرد گسلها در منطقه به صورتی بوده است که ذخیره را به تکه های مختلف و منفک از هم در آورده است . به دلیل ضخامت کم لایه کانه دار در منطقه ، بلوک بندی بر اساس تغییرات مقدار کانیهای گروه سیلیمانیت دشوار و تقریباً " غیر ممکن بوده است به همین دلیل از وضعیت طبیعی موجود در منطقه جهت بلوک بندی استفاده شده است . برای تخمین ذخیره مقدار متوسط کانی سازی هر بلوک محاسبه شده است و در تخمین ذخیره از آن استفاده شده است . شرح کامل بلوک بندی ذخیره و مقدار ذخیره هر بلوک در زیر آمده است.

۴-۲- بلوک بندی و تخمین ذخیره

همانگونه که در نقشه تکتونیکی منطقه مشاهده می شود تعداد نه گسل در منطقه وجود دارد که تقریباً " عمود بر رودخانه خشک چادر نغون در سمت غرب و شمال می باشند . گسل شماره I در غرب منطقه ، در واقع انتهای غربی محدوده کانی سازی منطقه مورد مطالعه و گسل شماره IX حد نهایی محدوده کانی سازی در سمت شرق را مشخص می سازند. عملکرد هر یک از گسلهای موجود بین این دو گسل باعث تفکیک شدن کل ذخیره به بلوکهای مختلف شده است . توضیح هر یک از گسلها در زیر آمده است.

در تخمین ذخیره ، محدوده رخنمون لایه کانی سازی شده ، کمر بالا و کمر پائین لایه کاملاً مشخص شده است و سطح رخنمون لایه بر روی نقشه با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری محاسبه شده و سپس این سطح بر روی توپوگرافی تصویر شده است. سپس مقدار به دست آمده برای سطح ماده معدنی با توجه به شیب لایه بندی و شیب توپوگرافی بر سطحی عمود بر لایه بندی (سطحی که ضخامت لایه در آن واقع است) تصویر گردیده است. در حقیقت با این کار هم ضخامت متوسط ماده معدنی و هم گسترش آن در سطح زمینی به صورت یک عدد درآمده است . مقدار ۳۰ متر جهت بدست آوردن حجم ماده معدنی ضرب شده است . سپس مقدار تصویر بر سطح رخنمون بر روی سطح عمود بر لایه بندی در مقدار ۳۰ متر در امتداد گسترش ماده معدنی در عمق زمین و مقدار فرضی پیشروی جهت استخراج و امکان دسترسی به ماده معدنی در نظر گرفته شده است. در شکل شماره (۴-۱) به صورت شماتیک نحوه محاسبه و تخمین ذخیره آورده شده است.

۴-۲-۱- بلوک I و مقدار ذخیره آن

- بلوک بندی

این بلوک بین گسل شماره ۱ و گسل شماره II قرار گرفته است . ضخامت ماده معدنی در این بلوک متوسط بین ۶ الی ۱۲ متر در تغییر است . گسترش طولی ماده معدنی حدود ۴۰۰ الی ۵۰۰ متر می باشد . این بلوک بزرگترین بلوک ذخیره منطقه و در منتهی الیه غرب منطقه قرار دارد.

- ذخیره بلوک I

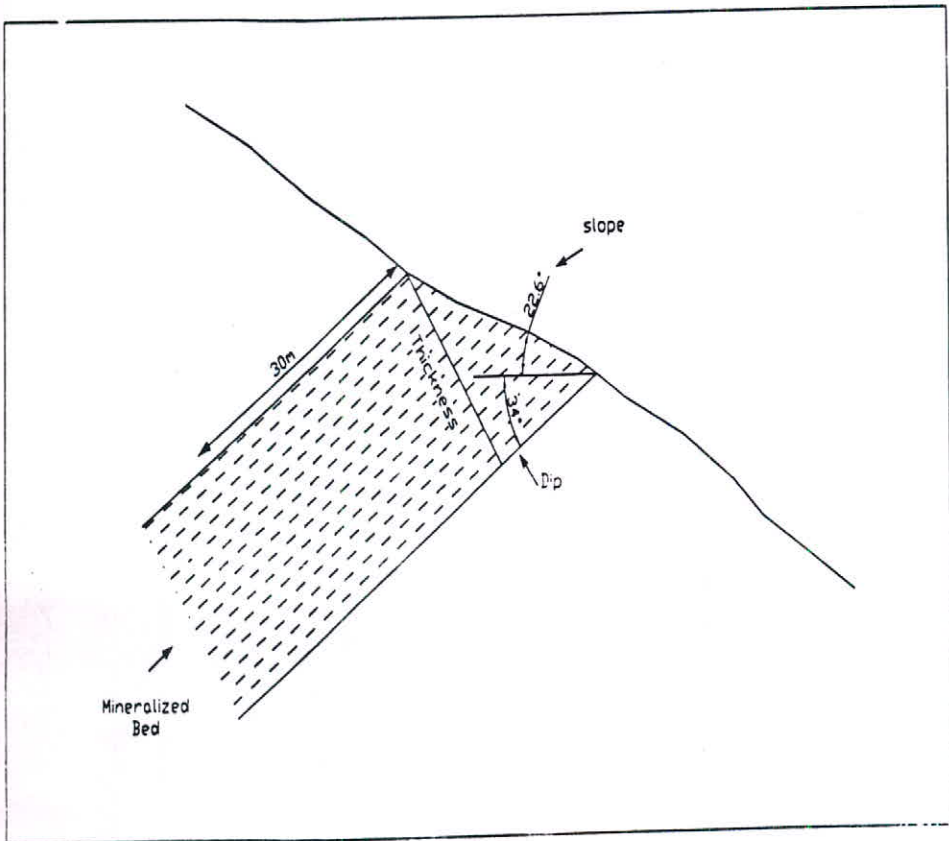
• شیب توپوگرافی : ۱۵ درجه به سمت شرق

- شیب لایه بندی : ۲۵ درجه به سمت شمال غربی
- ضخامت متوسط لایه کانی سازی شده : ۸ متر
- مسافت رخنمون لایه کانه دار : ۱۹۴۳ متر مربع
- وزن مخصوص : ۲/۶ تن بر متر مکعب
- مقدار متوسط کانی سازی : ۱۰ درصد
- محاسبات

$$V = 2011 \times \sin(40) \times 30 = 38790 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = 38790 \times 0.1 = 3879 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_1 = 3879 \times 2/6 = 10085 \text{ (ton)}$$



شکل شماره (۴-۱) - شمایی از نحوه تخمین ذخیره بلوکهای منطقه

۴-۲-۲- بلوک II و مقدار ذخیره آن

- بلوک بندی

این بلوک حد بین گسل شماره II و III واقع شده است . این بلوک بهترین درصد کانیهای گروه سیلیمانیت را دارد . ترانشه قدیمی شماره I و چاهک شماره I در این بلوک حفاری گردیده اند . درصد کانی سازی گروه سیلیمانیت در این بلوک در حد بین ۸ و ۱۴ است. گسترش طولی ماده معدنی در این بلوک در طول حدود ۵۰ الی ۶۰ متر می باشد و ضخامت لایه ها حاوی کانه در حد بین ۱۰ الی ۱۵ متر در تغییر است . پرضخامت ترین لایه های حاوی کانیهای گروه سیلیمانیت در این بلوک واقع شده است. در عکس شماره (۴-۱) پراکنندگی بلور های گروه سیلیمانیت در سطح زیرین در اطراف چاهک شماره I دیده می شود.

- ذخیره بلوک II

- شیب توپوگرافی : ۱۰ درجه به سمت شرق
- شیب لایه بندی : ۳۵ درجه به سمت شمال غربی
- ضخامت متوسط لایه کانی سازی شده : ۱۲ متر
- مسافت رخنمون لایه کانه دار : ۵۱۷/۵ متر مربع
- وزن مخصوص : ۲/۶ تن بر متر مکعب
- مقدار متوسط کانی سازی : ۱۱ درصد
- محاسبات

$$V = 525/5 \times \sin(45) \times 30 = 11147 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم کانسنگ

$$V = 11147 \times 0.11 = 1226 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم ماده معدنی

$$M_{II} = 1226 \times 2/6 = 3188 \text{ (ton)}$$

مقدار کانی سازی

۳-۲-۴ - بلوک III و مقدار ذخیره آن

- بلوک بندی

این بلوک حد بین گسل‌های شماره III و IV واقع شده است. ترانشه قدیمی شماره II در

این بلوک حفاری گردیده است. ضخامت لایه ها از بلوک II به سمت بلوک III کاهش یافته،

ضخامت لایه های کانی سازی این بلوک بین ۸ الی ۱۳ متر در تغییر می باشد گسترش طول

آن نیز در حدود ۷۵ متر می باشد. درصد کانی سازی در این بلوک زیر ۱۰ درصد می باشد.

- ذخیره بلوک III

- شیب توپوگرافی : ۲۵ درجه به سمت جنوب شرقی

- شیب لایه بندی : ۲۵ درجه به سمت شمال غربی

- ضخامت متوسط ماده معدنی : ۱۰ متر

- مسافت رخنمون لایه کانه دار : ۷۶۵ متر مربع

- وزن مخصوص : ۲/۶ تن بر متر مکعب

- مقدار متوسط کانی سازی : ۹ درصد

- محاسبات

$$V = 844 \times \sin(50) \times 30 = 19398 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم کانسنگ

$$V = 19398 \times 0.9 = 1746 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم ماده معدنی

$$M_{III} = 1746 \times 2/6 = 4539 \text{ (ton)}$$

مقدار کانی سازی

۴-۲-۴ - بلوک IV و مقدار ذخیره آن

- بلوک بندی

این بلوک بین گسل‌های شماره ۷ و گسل شماره IV واقع شده است ترانسه قدیمی شماره III و ترانسه جدید شماره I در این بلوک حفاری گردیده است . چاهک شماره II از بالادست لایه های کانه دار و در واحد میکا شیبست ورقه ای در این بلوک حفاری گردیده است. ضخامت لایه های کانه دار در این بلوک بین ۷ الی ۱۴ متر و گسترش طولی ماده معدنی بین ۷۵ الی ۸۵ متر در تغییر است . درصد کانی سازی در این بلوک نیز در حدود ۱۰ درصد می باشد. در بلوک بندی از گسل‌های شماره ۷ نام برده شده است . به خاطر اینکه حد شرقی بلوک IV مشخص شود از دو گسل این محدوده ب عنوان یک حد محدود کننده و حد غرب بلوک ۷ نام گذاری شده است در بین گسل‌های کوچک این محدوده کانی سازی صورت نگرفته است ولی جابجائی آشکاری نسبت به بلوک های IV و ۷ دیده می گردد. عکس شماره (۲-۴) پراکندگی بلورهای گروه سیلیمانیت در اطراف چاهک شماره II را نشان می دهد.

- ذخیره بلوک IV

- شیب توپوگرافی : ۲۰ درجه به سمت جنوب
- شیب لایه بندی : ۲۵ درجه به سمت شمال غربی
- ضخامت متوسط ماده معدنی : ۱۲ متر
- مسافت رخنمون لایه کانه دار : ۱۱۶۴ متر مربع
- وزن مخصوص : ۲/۶ تن بر متر مکعب
- مقدار متوسط کانی سازی : ۱۰ درصد

• محاسبات

$$V = 1238/5 \times \sin(45) \cdot 30 = 26277 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{حجم کانسنگ}$$

$$V = 26277 \times 0/1 = 2627 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{حجم ماده معدنی}$$

$$M_{IV} = 2627 \times 2/6 = 6832 \text{ (ton)} \quad \text{مقدار کانی سازی}$$

۴-۲-۵- بلوک ۷ و مقدار ذخیره آن

-بلوک بندی

این بلوک بین گسل‌های VI و ۷ قرار گرفته است کانی سازی در تمام طول گسترش این بلوک وجود ندارد. به طوریکه در طول گسترش ۲۵۰ متری آن فقط حدود ۸۰ الی ۱۰۰ متر آن کانی سازی و در حد زیر ۱۰ درصد کانی سازی شده است. ضخامت لایه کانی سازی شده کم و بین ۷ الی ۱۲ متر در تغییر است که این ضخامت به سمت شرق کاهش یافته و به صفر میل می کند.

- ذخیره بلوک ۷

- شیب توپوگرافی : ۱۵ درجه به سمت جنوب
- شیب لایه بندی : ۴۰ درجه به سمت شمال غربی
- ضخامت متوسط ماده معدنی : ۹ متر
- مسافت رخنمون لایه کانه دار : ۱۱۱۱ متر مربع
- وزن مخصوص : ۲/۶ تن بر متر مکعب
- مقدار متوسط کانی سازی : ۸ درصد

• محاسبات



عکس شماره (۱-۴) - پراکنندگی کانیها در سطح زمین در اطراف چاهک شماره ۱



عکس شماره (۲-۴) - پراکنندگی بلورهای گروه سیلیمانیت در سطح زمین در اطراف چاهک

$$V = 1150 \times \sin(55) \times 30 = 28265 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{حجم کانسنگ}$$

$$V = 28265 \times 0.8 = 22611 \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{حجم ماده معدنی}$$

$$M_V = 22611 \times 2/6 = 5879 \text{ (ton)} \quad \text{مقدار کانی سازی}$$

۴-۲-۶- بلوک VI

- بلوک بندی

این بلوک در بین گسلهای VI و VII واقع شده است و کانی سازی گروه سیلیمانیت در آن صورت نگرفته است .

در بین گسلهای اصلی سازنده بلوکهای معدنی در شمال رودخانه چادرنگون تنها گسل شماره VI امتداد شرقی - غربی و خلاف جهت گسلهای دیگر منطقه است .

۴-۲-۷- بلوک VII

- بلوک بندی

این بلوک نیز در بین گسلهای شماره VII و VIII واقع است . کانی سازی در این بلوک نیز صورت نگرفته است .

۴-۲-۸- بلوک VIII و مقدار ذخیره آن

- بلوک بندی

این بلوک در بین گسل شماره IX که در واقع گسل شمالی - جنوبی حد شرقی محدوده و نقشه زمین شناسی است با گسل شماره VIII قرار دارد .

کانی سازی در این بلوک در حد بین ۷ الی ۱۲ درصد می باشد. ضخامت لایه کانی سازی شده در این بلوک بین ۸ الی ۱۲ متر در تغییر است گسترش طولی زون کانه دار در این بلوک در حدود ۶۰ الی ۷۰ متر می باشد. ترائشه قدیمی شماره ۷ و ترائشه جدید شماره II و همچنین چاهک شماره III در این بلوک حفاری گردیده اند.

- ذخیره بلوک VIII

- شیب توپوگرافی : ۲۵ درجه به سمت جنوب
- شیب لایه بندی : ۴۰ درجه به سمت شمال
- ضخامت متوسط ماده معدنی : ۱۰ متر
- مسافت رخنمون لایه کانه دار : ۶۴۲ متر مربع
- وزن مخصوص : ۲/۶ تن بر متر مکعب
- مقدار متوسط کانی سازی : ۹ درصد
- محاسبات

$$V = 70 \cdot \sqrt{5} \cdot \sin(65) \times 30 = 19259 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = 19259 \times 0.9 = 17333 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$M_{VIII} = 17333 \times 2/6 = 4506 \text{ (ton)}$$

با انجام این محاسبات مقدار کل ذخیره کیانیت در منطقه مورد مطالعه تقریباً برابر با

۳۴/۵ هزار تن خواهد بود .

$$M = M_I + M_{II} + M_{III} + M_{IV} + M_V + M_{VIII} = 35029 \text{ (ton)}$$

علاوه بر ۸ بلوک فوق الذکر که توسط گسلها جدا گردیده اند یک محدوده بسیار کوچک و به صورت یک قله منفرد به نام H-II نیز در جنوب رودخانه چادرنگون قرار دارد که دارای ماده معدنی گروه سیلیمانیت بوده و به صورت جداگانه و به نام بلوک H II معرفی شده است که در ارزیابی ذخیره نیز جداگانه محاسبه گردیده است.

از بین بلوکهای معرفی شده، بلوکهای VII و VI بدون کانه بوده و در مبحث ارزیابی ذخیره نیز محاسبات این دو بلوک وجود ندارد.

توالی لیتولوژی حاکم در منطقه مورد مطالعه در شمال و جنوب رودخانه چادرنگون با همدیگر تفاوت اساسی نشان می دهند. به طوریکه در جنوب رودخانه و در بلوک معرفی شده به نام بلوک IX با توجه به نتایج حاصله از مطالعات میکروسکوپی و همچنین مطالعه کانیهای موجود (X.R.D) از گروه کانی های سیلیمانیت در این بلوک، کانی سیلیمانیت تشخیص داده شده است.

۳-۴- تخمین ذخیره سیلیمانیت در منطقه چادرنگون

ذخیره سیلیمانیت تنها در جنوب منطقه در تپه H-II در سازند سرکوه تشکیل شده است. مقدار ذخیره آن در این منطقه به طریق زیر محاسبه شده است. می توان این ذخیره را به صورت یک ناودیس بسیار کوچک با شیب ملایم در نظر گرفت. ضخامت متوسط کانی سازی ۸ متر و مقدار متوسط کانی سازی ۱۱ درصد است. گسترش این لایه ۹۱۰۰ متر مربع است که بر روی آن آهکهای سرکوه قرار گرفته اند.

بدین ترتیب جهت تخمین مقدار ذخیره سیلیمانیت منطقه به طریق زیر عمل می شود:

$$V = 9100 \times 8 = 72800 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V = 72800 \times 0.11 = 8008 \text{ (m}^3\text{)}$$

حجم ماده معدنی

$$M = 8008 \times 2/5 = 20020 \text{ (ton)}$$

مقدار ماده معدنی

با توجه به محاسبات انجام شده مقدار ذخیره سیلابمانیت در حدود ۲۰ هزار تن می باشد.

در این ارزیابی مقداری باطله آهکی بر روی ذخیره قرار گرفته است که جهت استخراج لازم

است که باطله برداری صورت گیرد.

در جدول شماره (۱-۴) ذخایر تخمین زده شده به صورت جداگانه و بر حسب عیار

متوسط آورده شده است. لازم است که اشاره شود ذخیره به دست آمده از نوع ذخیره ممکن

می باشد.

جدول شماره (۱-۴) - مقدار ذخیره هر بلوک به تفکیک مقدار کانی سازی

ضخامت متوسط لایه کانه دار (متر)	کانی سازی (> ۱۰ درصد)		کانی سازی (۵-۱۰ درصد)		بلوک ذخیره
	مقدار ذخیره (تن)	مقدار متوسط کانی سازی (%)	مقدار ذخیره (تن)	مقدار متوسط کانی سازی (%)	
۸	۱۰۰۸۵	۱۰	-	-	بلوک I
۱۲	۳۱۸۸	۱۱	-	-	بلوک II
۱۰	-	-	۴۵۳۹	۹	بلوک III
۱۲	۶۸۳۲	۱۰	-	-	بلوک IV
۹	-	-	۵۸۷۹	۸	بلوک V
۱۰	-	-	۴۵۰۶	۹	بلوک VIII
-	۲۰۱۰۵	-	۱۴۹۲۴	-	جمع ذخیره کیانیت منطقه

از مقدار کل ذخیره کیانیت منطقه (۳۵۰۲۹ تن) در حال حاضر استخراج فرآوری

حدود ۱۵ هزار تن آن به علت پائین بودن مقدار کانی سازی (< ۱۰ درصد) کاملاً غیر

اقتصادی است و در حدود ۲۰ هزار تن باقی مانده با مقدار کانی سازی مناسب (> ۱۰ درصد)

با توجه به شرایط اقلیمی منطقه ، نبودن کارخانه فرآوری ،هزینه های استخراج و حمل و نقل ، کم بودن مقدار ذخیره و ... تا چند سال آینده غیر اقتصادی به نظر می رسد. در صورتی که کارخانه هایی فرآوری آندالوزیت کشور احتیاج به مواد اولیه داشته باشند ، ذخیره این منطقه می تواند مجدداً " مطرح گردد و اکتشافات تفصیلی بر روی آن صورت گیرد.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری

در پایان عملیات اکتشافی مرحله نیمه تفصیلی و برداشت های زمین شناسی در منطقه چادرنگون بافق بر روی مواد معدنی گروه سیلیمانیت نتایجی به دست آمده که به شرح زیر می باشند.

۵-۱-۱- نتایج حفاریات

در منطقه تعداد سه حلقه چاهک و پنج رشته ترانشه حفاری شد که از آنها نمونه های سالم (Fresh) برداشت گردید و به آزمایشگاههای مربوطه ارسال شد . با توجه به حفاری ۵ رشته ترانشه توالی لایه ها مشخص شده عبارتند از میکا شیست ورقه ای ، گارنت میکا شیست کانه دار و سپس میکاشیست خاکستری که این موضوع در حفاری های عمقی (چاهک) نیز تائید می شود . از ترانشه های حفر شده در منطقه جهت مرتبط کردن لایه های مختلف (مخصوصاً " لایه کانه دار) ، تعیین ضخامت ماده معدنی ، تخمین ذخیره و تهیه نقشه زمین شناسی استفاده شده است.

چاهک شماره I تماماً" در لایه دارای ماده معدنی حفر شده است و به نظر می رسد که تا عمق ۱۲ متری چاهک (ضخامت حقیقی) ، لایه کانه دار ادامه پیدا کند. چاهکهای شماره II و III نیز در کنتاکت لایه کانه دار و کمر پائین ماده معدنی (در بالاترین جایی که حفاری امکان پذیر بود) ، حفاری شده است و تنها در چند سانتیمتر اول چاهک ، ماده معدنی دیده می شود و ضخامت شیست کانه دار ، با توجه به رخنمونهای سطحی مشخص است که در چاهک شماره II ، ۱۰متر (ضخامت ظاهر) و در چاهک شماره III ، ۷ متر (ضخامت

ظاهری) می باشد. حفاری جز در چند متر اول چاهک نشان می دهد که در عمقهای بیشتر هیچگونه ماده معدنی وجود ندارد.

۵-۱-۲- نتایج آزمایشگاهی

نمونه هایی که از رخنمونهای سطحی، چاهک ها و ترانشه ها برداشت گردید، جهت آنالیزهای مختلف به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردیدند. این نمونه ها جهت مطالعات پتروگرافی، کانی شناسی و آنالیز شیمیایی برداشت شدند.

۱- نتایج تهیه تیغه نازک پتروگرافی

تعداد ۱۶ نمونه به منظور شناسایی واحد سنگی، و تعدادی جهت تعیین نوع کانیهای شاخص دگرگونی از جمله کانیهای گروه سیلیمانیت، به آزمایشگاه پتروگرافی فرستاده شده است.

نتایجی که از این مطالعات به دست آمده در تهیه نقشه زمین شناسی جهت نام گذاری واحدهای سنگی و همچنین تایید نتایج XRD استفاده شده است. واحدهای شناسایی شده در منطقه شامل انواع شیست ها (میکا شیست، گارنت میکاشیست، سیلیمانیت گارنت میکا شیست و کیانیت گارنت میکا شیست)، گنیسها (کوارتز فلدسپات گنیس و آمفیبول میکا گنیس)، آمفیبولیت و ... است. همچنین از کانیهای گروه سیلیمانیت (سیلیمانیت، کیانیت و آندالوزیت) در منطقه مشاهده شده است.

۲- نتایج مطالعات XRD

تعداد ۱۷ نمونه جهت مطالعات XRD که بر روی سنگها و بلورهای منطقه انجام شده که نتایج حاصله نشان می دهد از کانیهای گروه سیلیمانیت به ترتیب فراوانی ابتدا کیانیت و

سپس سیلیمانیت و آندالوزیت در منطقه موجود می باشد. نتیجه مهم دیگر این که ذخیره های گروه سیلیمانیت در منطقه ، دو توزیع آماری را نشان می دهند . ذخیره ای که در قسمت جنوبی منطقه قرار گرفته است عمدتاً" در آن کانی سازی سیلیمانیت می باشد ولی ذخیره ای که به موازات رودخانه به صورت باند سرتاسری تشکیل شده است عمده کانی سازی آن کیانیت و در درجات پائینتر آندالوزیت و سیلیمانیت است . بدین ترتیب می توان گفت که دو تیپ ذخیره مختلف در منطقه تشکیل شده است که تفاوتی با هم دارند. این تفاوتها در درجه اول به سنگ در برگیرنده و سن تشکیلات آن و در درجه دوم به درجه دگرگونی در کمپلکس های موجود در منطقه می باشد .

۳- نتایج حاصل از مطالعات آنالیز شیمیایی

با توجه به نتایج بدست آمده از آنالیزهای شیمیایی ، درصد آلومین در شسته های کانی سازی شده منطقه ناچیز است و حداکثر ۲۳ درصد می باشد که این مقدار از نظر کار معدنی مناسب نمی باشد.

۵-۱-۳- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰

جهت تهیه نقشه زمین شناسی منطقه ، ابتدا نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ به عنوان نقشه پایه تهیه گردد. این کار به وسیله فتوگرامتری عکسهای هوایی و سپس کنترل نقاط کلیدی نقشه بوسیله دوربین نقشه برداری و GPS انجام گرفت که در عملیات صحرایی از آن استفاده شد.

۵-۱-۴- تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰

پس از فتوژئولوژی مقدماتی بر روی عکسهای هوایی ، نقشه مقدماتی از برداشت های

صحرائی تهیه و روی نقشه توپوگرافی به عنوان نقشه پایه پیاده گردید و مشاهدات صحرائی نیز به آن افزوده شد. به علاوه نام گذاری واحدهای مختلف سنگی با توجه به مطالعات پتروگرافی صورت پذیرفت و تکمیل گردید و سپس منطقه از نظر ساختمانی و تکتونیکی بررسی و عوامل ساختاری بر روی نقشه پایه پیاده در نهایت نقشه زمین شناسی با پایه توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ آمده است. بلوک بندی ماده معدنی جهت تخمین ذخیره با توجه به نتایج نقشه زمین شناسی ساختار تکتونیکی منطقه صورت گرفته است.

۵-۱-۵- کیفیت ماده معدنی


با توجه به مطالعات آزمایشگاهی و همچنین مشاهدات صحرائی، عمده ماده معدنی گروه سیلیمانیت در منطقه کیانیت می باشد که در سطح، در اثر هوازدگی شیبتهای کانه دار و سخت بودن ماده معدنی (کیانیت) تمرکز بالایی نشان می دهد ولی هر چه عمق افزایش می یابد تاثیر هوازدگی کاهش می یابد و بلورهای کیانیت در شیبتهای درگیر هستند. به طور متوسط در کل سنگهای کانه دار منطقه، مقدار کانی سازی بیش از ۱۰ درصد می باشد و دگرسانی تبدیل شدگی کانیهای این گروه به یکدیگر قابل توجه می باشد. این تغییرات تا حدودی باعث کاهش کیفیت ماده معدنی شده است و ناخالصیهایی موجود در آن مرغوبیت ماده معدنی را کاهش می دهد.

۵-۱-۶- ارزیابی ذخیره

جهت تخمین و ارزیابی ذخیره ماده معدنی گروه سیلیمانیت، لایه های ماده معدنی به بلوکهای کوچکتر و مجزا، جدا گردیده اند. این بلوک بندی با توجه به ساختار تکتونیکی منطقه صورت گرفته به عبارت دیگر عملکرد گسلها در منطقه به گونه ای بوده است که این

بلوک بندی را به صورت طبیعی در زمین ایجاد کرده است. ذخیره گروه سیلیمانیت منطقه در دو تیپ کانی محاسبه شده است. ذخیره کیانیت که عمدتاً در شمال رودخانه چادرنگون قرار گرفته است در حدود ۳۵ هزار تن می باشد که ۱۵ هزار تن آن به دلیل پائین بودن مقدار کانی سازی کاملاً غیر اقتصادی و استخراج بهره برداری ۲۰ هزار تن آن با توجه به شرایط موجود که در متن گزارش آمده است در حال حاضر مقرون به صرفه نمی باشد.

ذخیره سیلیمانیت منطقه که در جنوب چادرنگون و در سازند سرکوه گسترش دارد در حدود ۲۰ هزار تن با مقدار متوسط کانی سازی ۱۱ درصد است که بر روی آن آهکهای متامورف سرکوه به عنوان باطله محسوب می شود و در استخراج ضخامت ۸ متری ماده معدنی لازم است که باطله برداری صورت گیرد. و باطله برداری این قسمت نیز هزینه بر می باشد و با شرایط موجود در حال حاضر مقرون به صرفه نمی باشد.

۷-۵	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق فصل پنجم - نتیجه گیری و پیشنهادات	 Madankal Consulting Engineers Co.
-----	--	--


۵-۲- پیشنهادات

با توجه به نتایجی که از مراحل مختلف انجام این پروژه به دست آمده است و با در نظر گرفتن مقدار کم کانی سازی و میزان پایین ذخیره کانیهای گروه سیلیمانیت و همچنین شرایط موجود از جمله موقعیت جغرافیایی، عدم وجود کارخانه های فرآوری در نزدیک ذخیره و نداشتن بازار و... در حال حاضر، ادامه عملیات اکتشاف در مراحل بعدی (تفصیلی) و یا بهره برداری از ذخیره توجیه ندارد.

در صورتی که کارخانه ای در استانهای اطراف احداث گردد و نیاز به تامین مواد خام داشته باشد، ذخیره این منطقه می تواند تامین کننده بخشی از نیاز کارخانه به مواد اولیه (خوراک) محسوب شود که در آن صورت ادامه کار توجیه پیدا می کند. در غیر این صورت و با مد نظر قرار دادن شرایط، ادامه عملیات اکتشافی کانیهای گروه سیلیمانیت در منطقه توجیه اقتصادی ندارد و این حجم از عملیات (تا مرحله نیمه تفصیلی) که تاکنون انجام پذیرفته است کافی می باشد.

منابع و ماخذ

- ۱- آندالوزیت و کاربرد آن در صنعت نسوز، (۱۳۷۸) . مرکزی م. ، رحمتی م.ع ، فصلنامه معادن و فلزات
- ۲- بررسی ذخایر معدنی آندالوزیت کشور ، (۱۳۷۰) ، شرکت تهیه و تولید نسوز کشور ، وزارت معادن و فلزات
- ۳- پتروژنز سنگهای دگرگونه ، (۱۳۷۱) ، هلموت گ . ف . وینکلر ، مترجم : هوشمند زاده ، انتشارات دانشگاه شیراز
- ۴- دگرگونی و پتروگرافی سنگهای دگرگونی ، (۱۳۶۷) ، ولی زاده ، محمدعلی ، انتشارات دانشگاه تهران
- ۵- زمین شناسی اقتصادی و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی دیرگذاها ، (۱۳۶۷) ، عابدیان ، ناصر ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- ۶- زمین شناسی ایران ، (۱۳۷۰) ، درویش زاده ، ع ، نشر دانش امروز
- ۷- عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰ منطقه ، (۱۳۴۵) ، سازمان نقشه برداری کشور
- ۸- گزارش اکتشافات مقدماتی ذخایر آندالوزیت میشدوان بافق ، (مرداد ۱۳۷۸) ، شرکت تهیه و تولید مواد اولیه فولاد ایران (اکتشافات واحد جنوب)
- ۹- گزارش طرح اکتشاف تفصیلی آندالوزیت و گارنت سیستان و بلوچستان ، (۱۳۷۳) ، شرکت مشاور چکان
- ۱۰- گزارش طرح اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت - گارنت منطقه درگیابان ، (۱۳۶۹) ،

B	زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق منابع و ماخذ	 Madankav Consulting Engineers Co.
---	---	--

۱۱- نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ حسن آباد، (۱۳۵۰)، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۱۲- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهار گوش یزد، (۱۹۷۳)، سازمان زمین شناسی و

اکتشافات معدنی کشور

۱۳- نمونه برداری معدنی، (۱۳۷۱)، حسنی پاک، علی اصغر، انتشارات دانشگاه تهران

پیوست شماره ۱

نتایج آنالیز شیمیایی

تاریخ ۲۴ / ۱۱ / ۹۰
 شماره ۹
 بیوست کلمه



واحد تحقیقات صنعتی
 دانشگوران شیمی
 پیامی خاص

ویازایی ضایعات - کارخانجات و کارگاههای تولیدی - تصفیه آب و فاضلاب - تجزیه شیمیایی - کنترل کیفیت و راندمان - بررسی مسائل تحقیقی

NO	Sampl, No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	L.O.
	Y-A2-1	69,2	19,6	3,55	0,56	0,72	0,48	1,58	1,54	0,16	2,5
	" -2	57,0	22,9	11,4	2,96	0,53	0,42	0,53	2,39	0,40	1,3
	" -3	63,0	20,7	5,65	0,74	1,49	0,90	1,14	2,54	0,22	3,2
	" -4	69,8	16,2	5,23	0,74	0,80	0,80	1,51	2,25	0,20	2,2
	" -5	64,5	15,3	4,28	0,49	0,94	0,90	2,12	2,17	0,19	8,36

واحد تحقیقات صنعتی دانشگوران شیمی
 شرکت پیمانکاری خاص



واحد تحقیقات صنعتی
زوهشگران شیمی
سپاهی خاص

سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران - مرکز ملی کنترل کیفیت استاندارد - درسی شماره

Sampl. NO.	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%Na ₂ O	%TiO ₂	%CaO	%MgO	%MnO	%K ₂ O	%L.O
Y-A2-6	74,2	13,0	2,81	3,22	0,27	0,60	0,14	0,03	3,24	1,94
Y-A2-7	60,5	21,0	6,57	0,75	0,81	2,0	0,45	0,04	4,27	3,36
Y-A2-8	64,6	17,6	6,52	1,84	0,76	0,83	0,11	0,08	2,80	4,06
Y-A2-9	61,5	19,0	6,81	1,36	0,80	2,00	0,48	0,02	3,31	4,22
Y-A2-10	67,4	17,4	2,76	1,25	0,85	1,39	0,18	0,02	4,14	4,23
Y-A2-11	60,5	19,4	6,69	1,28	0,87	2,48	0,47	0,07	3,46	4,38

واحد تحقیقات صنعتی پژوهشگران شیمی
شرکت سپاهی خاص
[Signature]

تاریخ ۷۸-۵/۲۳

شماره ۷۶-۲۹/۱

پیوست ۲ برگ



واحد تحقیقات صنعتی

دانشگاه شیمی

سهامی خاص

وبازاری ضایعات کارخانجات و کارآهای تولیدی - تصفیه آب و فاضلات - تجزیه شیمیایی - کنترل کیفیت و ارائه خدمات - بررسی مسائل تحقیقی و مشکلات

Sampl.No	Lab.No	%SiO2	%Al2O3	%Fe2O3	%Na2O	%TiO2	%CaO	%MgO	%MnO	%K2O
Y-A2-15	1456	63,1	18,7	7,03	1,57	0,91	1,01	0,72	0,15	2,95
Y-A2-16	1457	64,0	19,1	6,25	1,52	0,77	0,70	0,38	0,14	2,65
Y-A2-18	1458	64,5	17,9	6,22	1,73	0,72	0,85	0,54	0,13	2,97
Y-A2-21	1459	67,7	18,0	5,90	1,30	0,83	0,75	0,49	0,15	2,29
Y-A2-22	1460	64,5	19,7	6,08	1,74	0,75	0,85	0,53	0,11	2,34
Y-A2-24	1461	68,0	17,5	5,48	1,81	0,72	0,80	0,53	0,10	2,33

واحد تحقیقات صنعتی - پژوهشگاه ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
شرکت سهامی خاص

پیوست شماره ۲

نتایج آزمایش X.R.D



شرکت کانستاران

بینالود

۱۳۷۸/۱۲/۲۳

شرکت محترم معدنکاو

با سلام ،

به پیوست گرافهای تهیه شده برای ۵ نمونه به شماره های Y-A2-2-1 ، Y-A2-1-1 ، Y-A2-3-1 ، Y-A2-4-1 و Y-A2-5-1 که توسط دیفرانسیال ترمو آنالیز (XRD) تهیه گردیده ، ارائه می گردد.

شاهین پورمند

مهندس وکیل

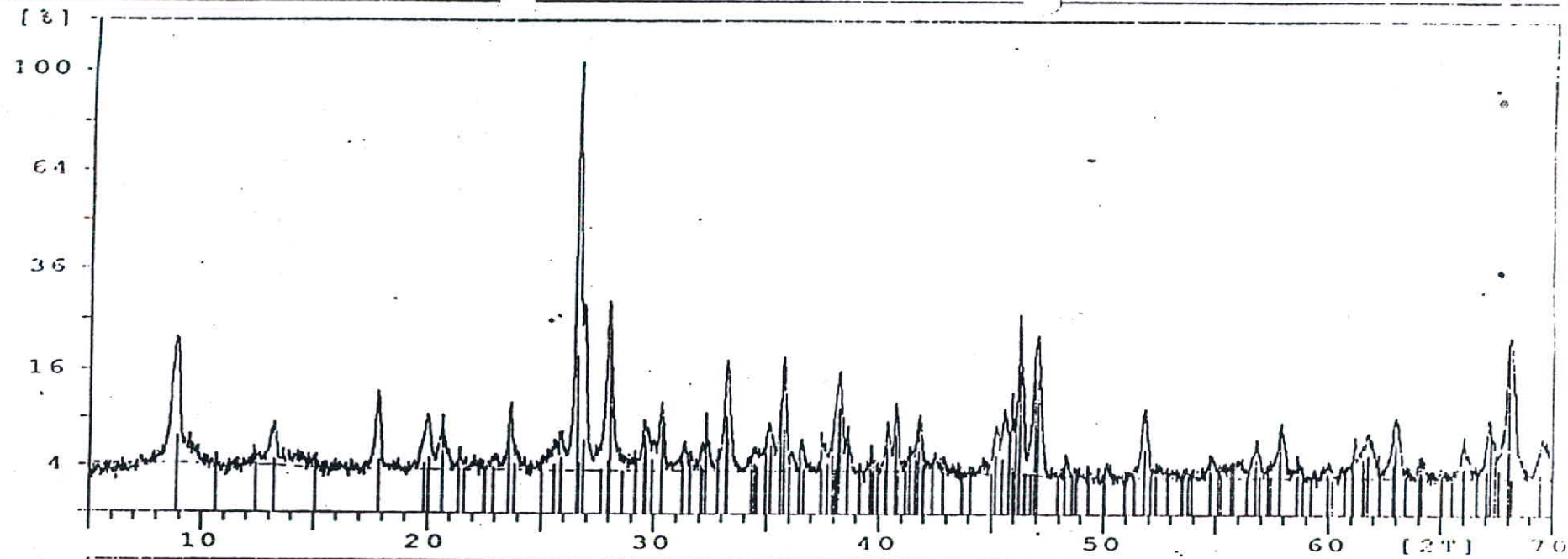
تجهیز اصلاح دانام

۷۸،۱۲،۲۳

تهران - رسالت غربی - هشتم غربی - شماره ۳

مشهد - جاده سنو - شماره ۱۵۰ - تلفن ۸۸۴۶۶

Lab : @quackmail.com

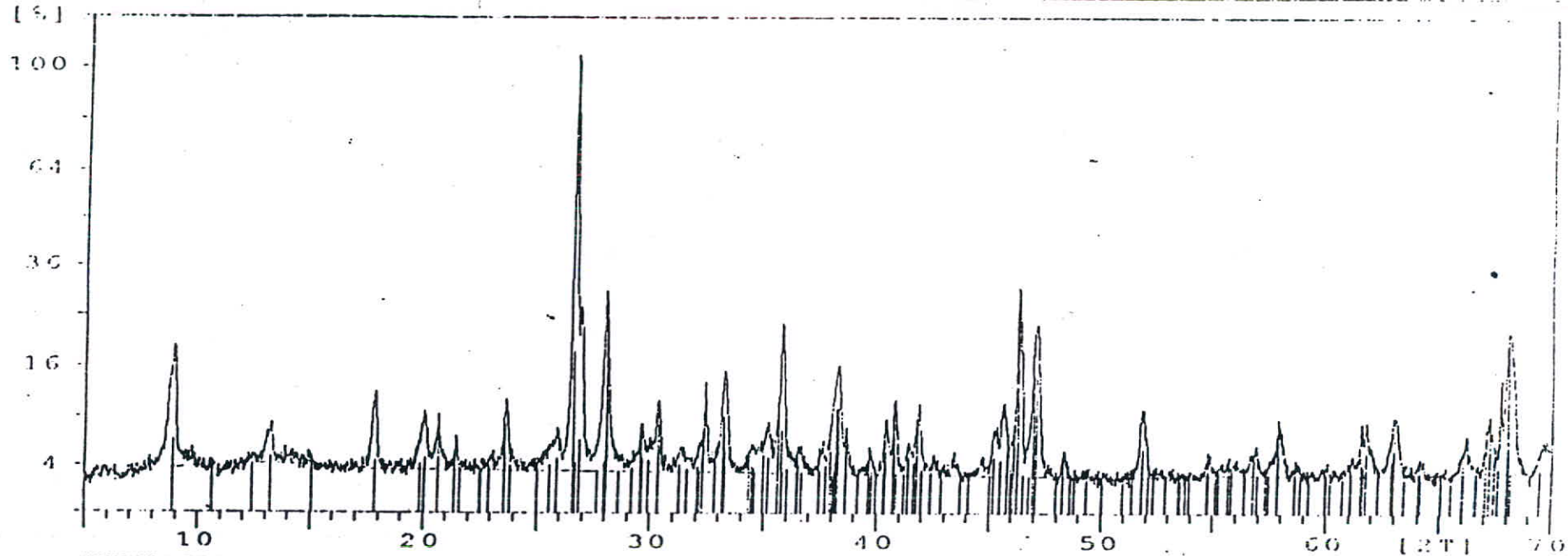


1-12-2-1

1-0046	Kyanite	Al_2SiO_5
06-0263	Muscovite-2M1	$KAl_3(Si_3Al)O_{10}(OH, F)_2$
1-1484	Staurolite	$Fe_2Al_9Si_4O_{22}(OH)_2$

۱۳۷۸/۱۲/۲۲

کانی اصلی در این نمونه کینایت (Kyanite) بوده و کانی های فرعی بتدریب فراوانی موسکویت (Muscovite) و استارولیت (Staurolite) می باشند.

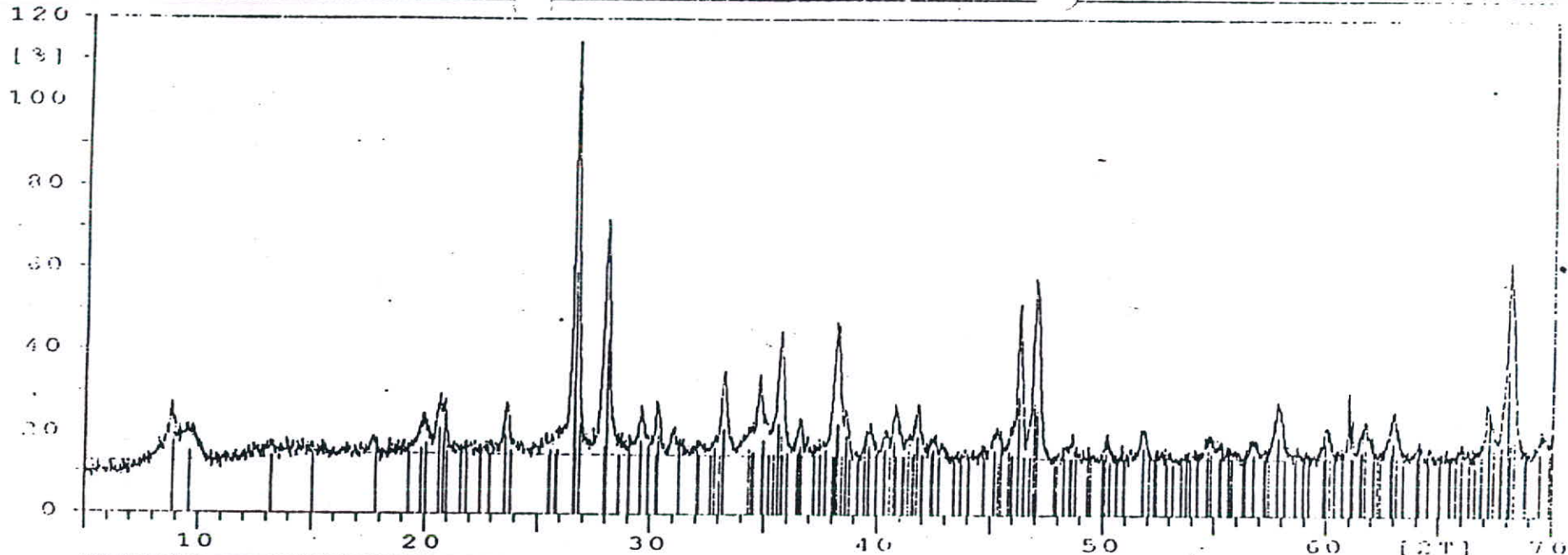


1-A2-3-1

01-0046	Kyanite	$Al_2Si_1O_5$
06-0063	Muscovite-2M1	$KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH,F)_2$
11-1484	Staurolite	$Fe_2Al_9Si_4O_{22}(OH)_2$

۱۳۷۸/۱۲/۲۲

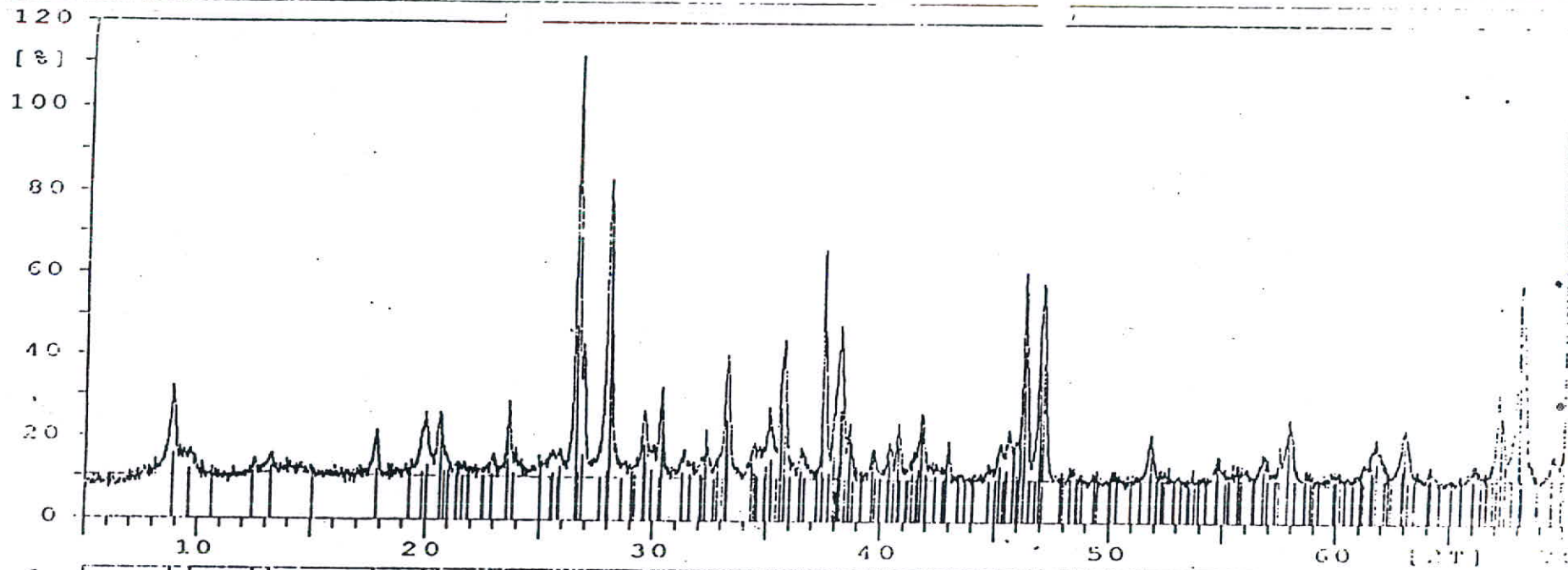
کلی اصلی در این نمونه کyanite (Kyanite) بوده و کلی های فرعی بتدریب فراوانی موسکوویت (Muscovite) و استارولیت (Staurolite) می باشند.



046	Kyanite	Al_2SiO_5
161	Quartz, syn	SiO_2
263	Muscovite-2M1	$KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH, F)_2$
022	Pyrophyllite-1A	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$

۱۳۷۸/۱۲/۲۲

کانی اصلی در این نمونه کینایت (Kyanite) بوده و کانی های فرعی بتدریب فراوانی موسکویت (Muscovite) و کوآرتز (Quartz) می باشند.
 پیروفیلیت (Pyrophyllite) نیز بمقدار اندک مشاهده می گردد.



2-5-1

0046	Kyanite	Al ₂ SiO ₅
0263	Muscovite-2M1	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂
1484	Staurolite	Fe ₂ Al ₂ Si ₄ O ₂₂ (OH) ₂
0022	Pyrophyllite-1A	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂

۱۳۷۸/۱۲/۲۲

کلی اصلی در این نمونه کyanite (Kyanite) بوده و کانی های فرعی بتدریب فراوانی موسکویت (Muscovite) ، استارولیت (Staurolite) می باشند.
 پیروفیلیت (Pyrophyllite) نیز بمقدار بسیار اندک مشاهده می گردد.



شرکت کانساران بینالود

۱۳۷۹/۴/۲۱

شرکت محترم معدنکاو

با سلام،

به پیوست گرافهای تهیه شده برای ۶ نمونه به شماره های Y-A2-7, Y-A2-6, Y-A2-8, Y-A2-9, Y-A2-10 و Y-A2-13 که توسط دیفرانکومتري پرتو ایکس (XRD) تهیه گردیده، ارائه می گردد.

شاهین پورمند
Shahin Pourmand

سرکار خانم سحر
مدیر امور بازرگانی

[Signature]
۱۳۷۹/۴/۲۳

تهران - رسالت غربی - هشتم غربی - شماره ۳

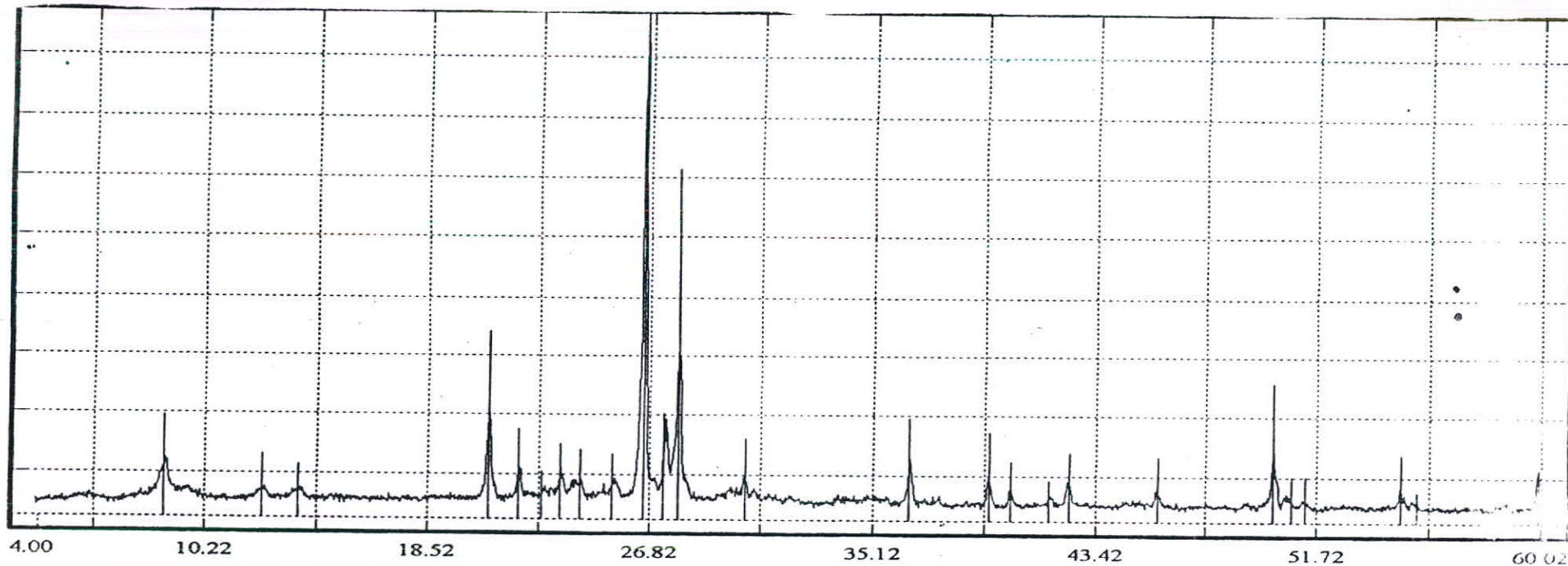
مشهد - جاده ستنو - شماره ۱۵۰ - تلفن: ۸۸۴۶۶۴

پست الکترونیک: Laboratory@workmail.com

4211

CPS Lin
C:\VRD\SIEMENS\Y-A2-6.RAW

0.0

Sample:
Y-A2-6

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
9.950	8.880	8
9.129	9.680	2
7.064	12.520	2
6.354	13.925	2
4.240	20.935	16
4.018	22.105	7
3.862	23.010	2
3.825	23.235	2
3.764	23.620	7
3.647	24.385	4

Date:
9/7/2000kV = 40
mA = 30
Ka. = Cu
Fil. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.461	25.720	4
3.335	26.710	100
3.239	27.515	18
3.187	27.970	32
2.979	29.970	3
2.934	30.445	5
2.897	30.835	3
2.454	36.595	10
2.280	39.495	6
2.236	40.300	3

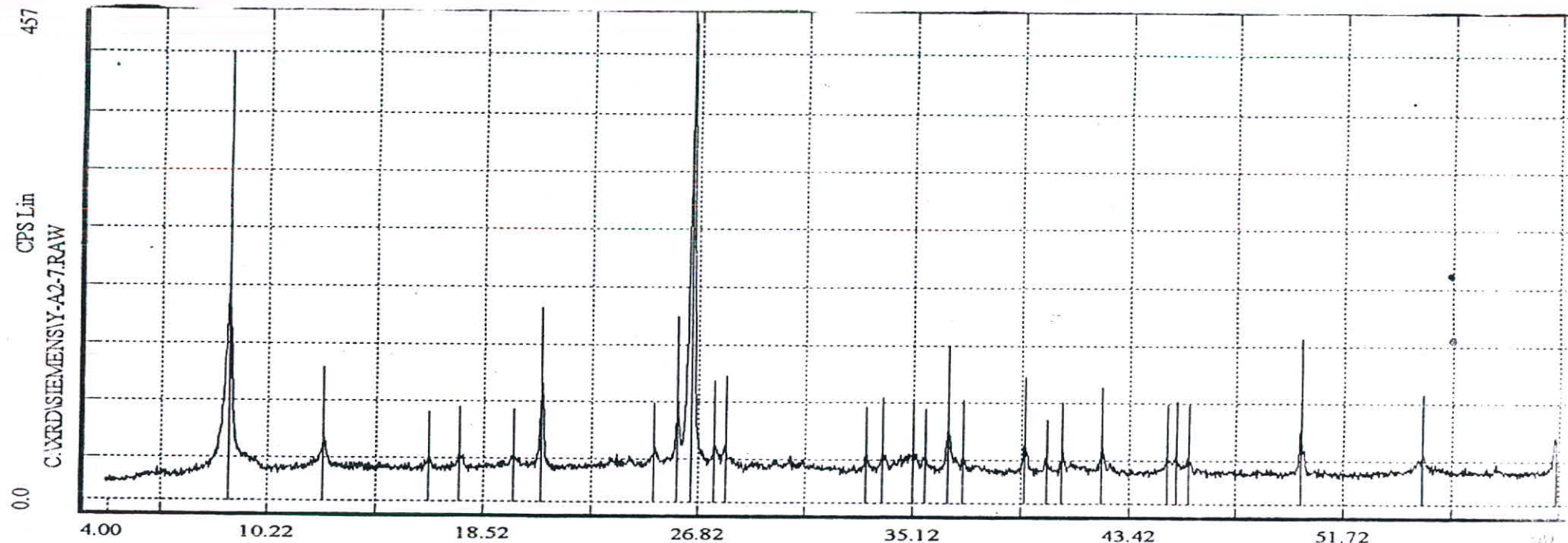
d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.157	41.840	2
2.128	42.440	4
2.123	42.555	4
1.979	45.815	4
1.816	50.185	12
1.811	50.330	6
1.802	50.615	2
1.779	51.310	2
1.671	54.910	3
1.659	55.340	2

Phase

Quartz (33-1161)
SiO2
Albite (19-1184)
NaAlSi3O8
Sericite (06-0263)
KAl2Si3AlO10(OH)2
Orthoclase (31-0966)
KAlSi3O8
Chlorite (29-0701)
(Mg,Fe)6(Si,Al)4O10(OH)8

Pyrophyllite (25-0022)
Al2Si4O10(OH)2

60.02



Sample:
Y-A2-7

Date :
9/7/2000

kV = 40
mA = 30
Ka. = Cu
Fil. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
10.046	8.795	40
7.081	12.490	6
4.994	17.745	2
4.496	19.730	3
4.252	20.875	19
3.773	23.560	2
3.667	24.250	2
3.520	25.280	4
3.408	26.125	15
3.340	26.670	100

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.237	27.535	6
3.186	27.980	6
2.933	30.455	3
2.676	33.460	4
2.631	34.045	4
2.597	34.505	3
2.538	35.335	4
2.515	35.675	3
2.457	36.540	9
2.421	37.100	3

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.282	39.460	5
2.236	40.295	3
2.202	40.955	5
2.127	42.460	5
2.013	45.005	3
1.999	45.335	3
1.977	45.870	3
1.818	50.140	10
1.812	50.300	6
1.672	54.870	4

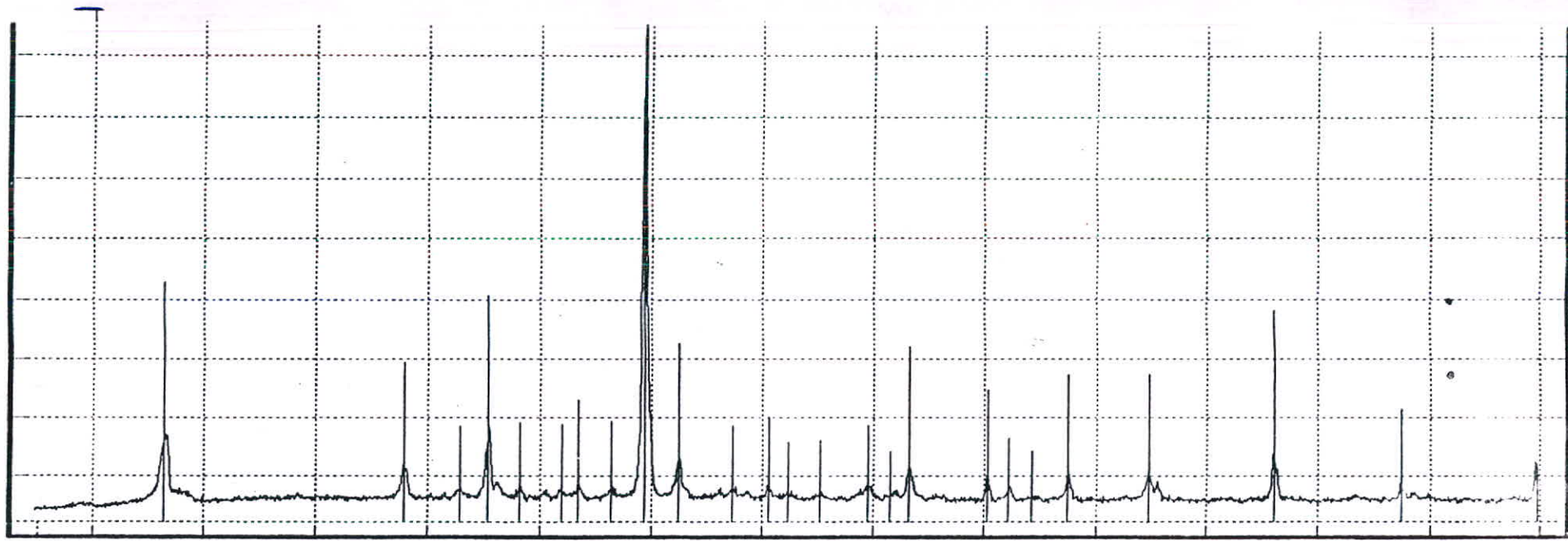
Phase
Quartz (33-1161)
SiO2
Sericite (06-0263)
KAl2Si3AlO10(OH)2
Silimanite (38-0471)
Al2SiO5
Albite (19-1184)
NaAlSi3O8

84

CPS Lin

C:\XRD\SIEMENS\Y-A2-8.RAW

0.0



4.00 10.22 18.52 26.82 35.12 43.42 51.72 60.02

Sample:
Y-A2-8

Date:
9/7/2000

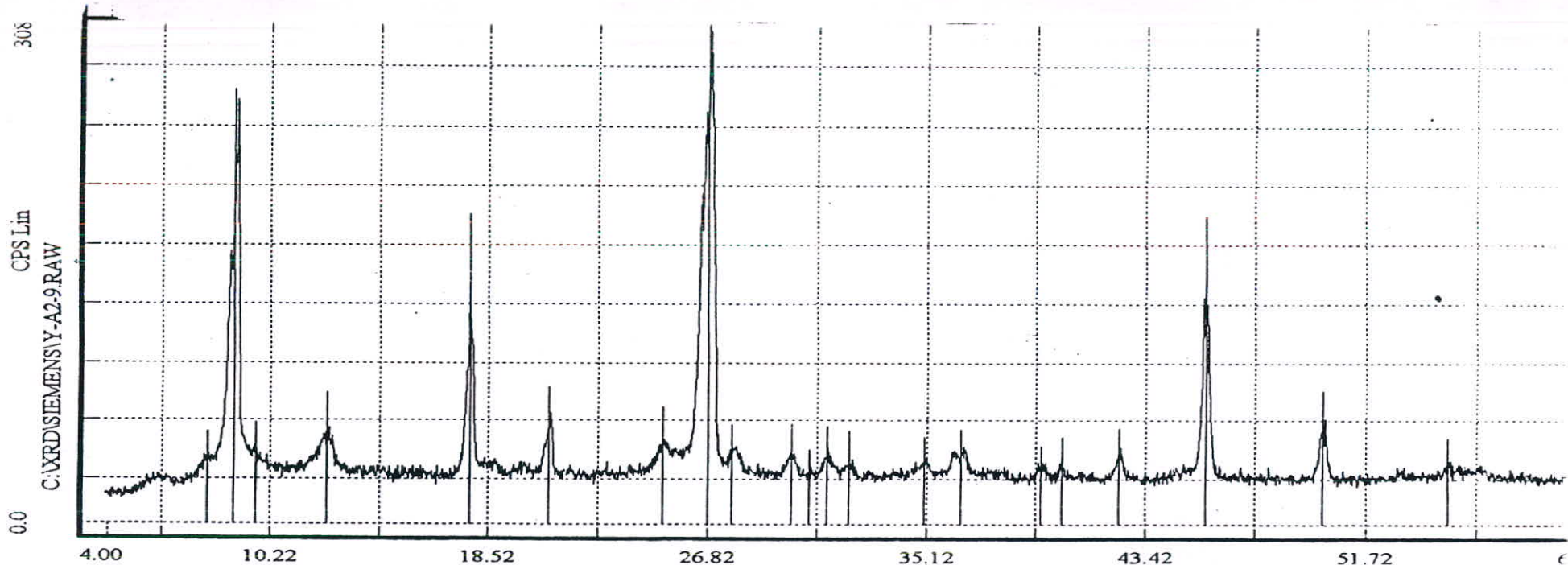
kV = 40
mA = 30
Ka. = Cu
Fil. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
9.861	8.960	13
9.078	9.735	2
4.997	17.735	6
4.964	17.855	6
4.478	19.810	2
4.275	20.760	9
4.245	20.910	15
4.188	21.195	3
4.027	22.055	2
3.778	23.530	2

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.675	24.200	3
3.502	25.415	2
3.339	26.675	100
3.187	27.975	8
3.026	29.490	2
2.976	30.000	2
2.861	31.235	3
2.554	35.110	3
2.487	36.085	2
2.454	36.580	8

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.281	39.475	5
2.236	40.310	2
2.127	42.465	6
1.992	45.495	6
1.979	45.815	4
1.880	48.365	0
1.818	50.140	10
1.813	50.285	7
1.671	54.885	3

Phase
Quartz (33-1161)
SiO2
Sericite (06-0263)
KAl2Si3AlO10(OH)2
Albite (19-1184)
NaAlSi3O8
Goethite (29-0713)
FeO(OH)



Sample:
Y-A2-9

Date:
9/7/2000

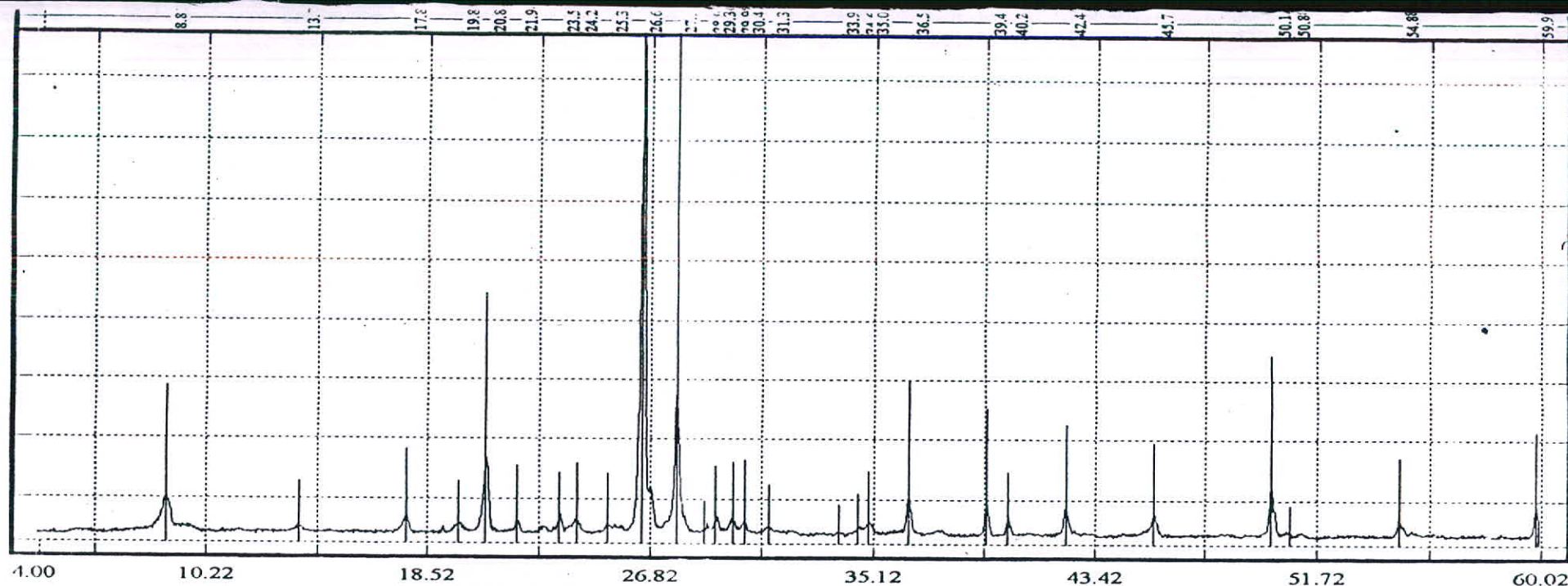
kV = 40
mA = 30
Ka. = Cu
Fil. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Teta	Rel. int. %
10.086	8.760	50
9.763	9.050	84
6.970	12.690	8
4.946	17.920	37
4.912	18.045	28
4.691	18.900	3
4.448	19.945	2
4.226	21.005	14
3.513	25.330	8
3.344	26.635	56

d-value Angstrom	Angle 2 Teta	Rel. int. %
3.323	26.810	81
3.300	26.995	100
3.285	27.125	77
3.190	27.945	6
3.097	28.800	3
2.964	30.125	5
2.846	31.405	4
2.766	32.345	3
2.545	35.230	4
2.479	36.210	5

d-value Angstrom	Angle 2 Teta	Rel. int. %
2.450	36.655	6
2.363	38.045	2
2.275	39.580	3
2.237	40.285	3
2.121	42.595	6
1.983	45.715	38
1.976	45.880	37
1.817	50.160	11
1.812	50.315	13
1.668	55.020	3

Phase
Sericite (06-0263)
KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂
Quartz (33-1161)
SiO ₂
Chlorite (29-0701)
(Mg,Fe) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈
Albite (19-1184)
NaAlSi ₃ O ₈
Kaolinite ? (29-1488)
Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄



4.00 10.22 18.52 26.82 35.12 43.42 51.72 60.02

Sample:
Y-A2-10

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
9.839	8.980	4
6.400	13.825	1
4.969	17.835	3
4.620	19.195	1
4.476	19.820	2
4.252	20.875	14
4.041	21.975	2
3.862	23.010	1
3.771	23.575	4
3.681	24.160	3

Date :
9/7/2000

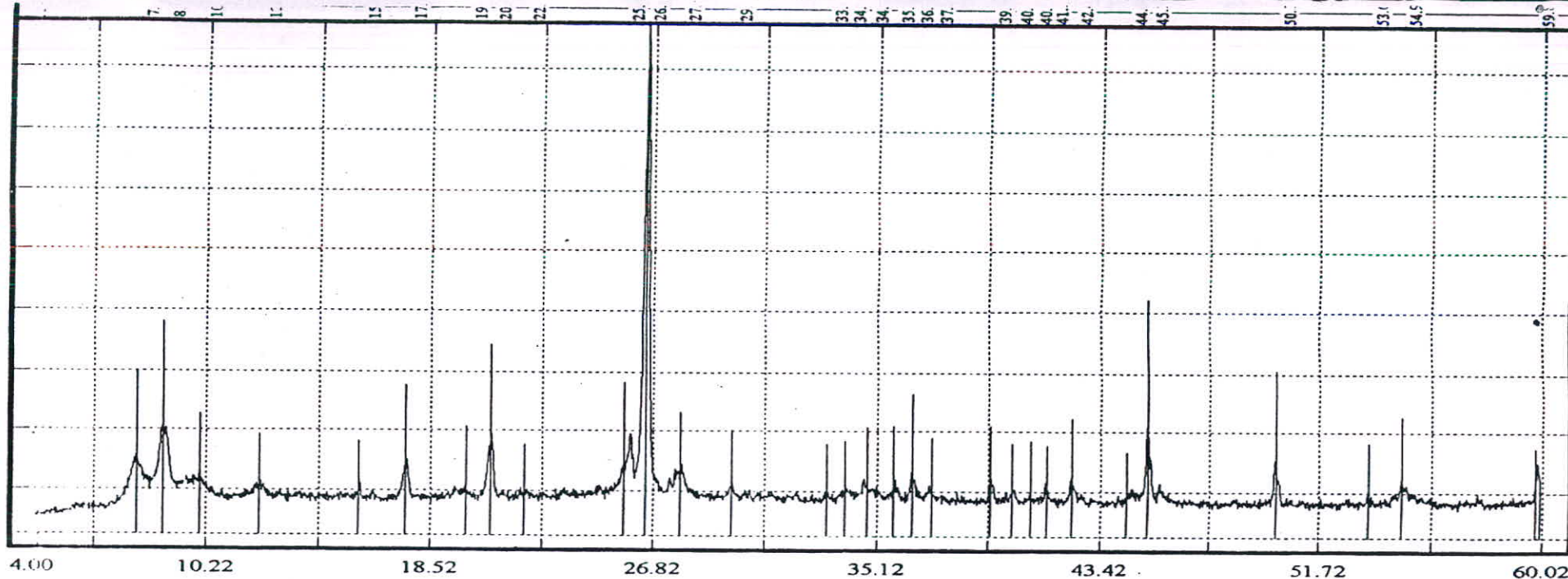
kV = 40
mA = 30
Ka. = Cu
Fil. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.515	25.315	2
3.444	25.850	2
3.343	26.640	100
3.309	26.925	9
3.199	27.865	29
3.072	29.040	2
3.034	29.415	4
2.983	29.930	3
2.936	30.415	3
2.854	31.315	2

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.584	34.680	2
2.554	35.105	2
2.458	36.520	8
2.284	39.425	6
2.238	40.255	4
2.131	42.385	6
1.981	45.760	5
1.819	50.110	10
1.814	50.250	5
1.673	54.835	3

Phase
Quartz (33-1161)
SiO2
Albite (19-1184)
NaAlSi3O8
Sericite (06-0263)
KAl2Si3AlO10(OH)2
Calcite (05-0586)
CaCO3
Gypsum (21-0816)
CaSO4 2H2O

C:\XRD\SIEMENS\Y-A2-13.RAW



4.00 10.22 18.52 26.82 35.12 43.42 51.72 60.02

Sample:
Y-A2-13

Date:
7/2000

$\lambda = 40$
 $A = 30$
a. = Cu
l. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
11.487	7.690	12
10.226	8.640	18
10.001	8.835	17
8.725	10.130	7
7.155	12.360	6
6.414	13.795	4
5.531	16.010	6
4.993	17.750	9
4.274	20.765	12
4.249	20.890	15

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.569	24.930	5
3.415	26.075	15
3.343	26.640	100
3.237	27.530	7
3.209	27.775	7
3.187	27.970	10
2.993	29.830	5
2.58159	34.72	6
2.49973	35.895	6
2.45902	36.51	7

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.23501	40.32	3
2.1759	41.47	4
2.12838	42.44	6
2.04696	44.21	2
2.02458	44.73	3
1.99937	45.32	16
1.99416	45.45	9
1.98075	45.77	3
1.81805	50.14	9
1.67267	54.84	5

Phase
Quartz (33-1161)
SiO2
Sericite (06-0263)
KAl2Si3AlO10(OH)2
Silimanite (38-0471)
Al2SiO5
Mix Layer Clay
Chlorite (29-0701)
(Mg,Fe)6(Si,Al)4O10(OH)8

Andalusite (39-0376)
Al2SiO5
Kyanite (11-0046)
Al2SiO5



شرکت کانساران
بینالود

۱۳۷۹/۵/۸

شرکت محترم معدنکاو

با سلام،

به پیوست گرافهای تهیه شده برای ۶ نمونه به شماره های Y2-A-16, Y2-A-15, Y2-A-18, Y2-A-20, Y2-A-22 و Y2-A-24 که توسط دیفراکتومتری پرنو ایکس (XRD) تهیه گردیده، ارائه می گردد.

سالمین پورمند

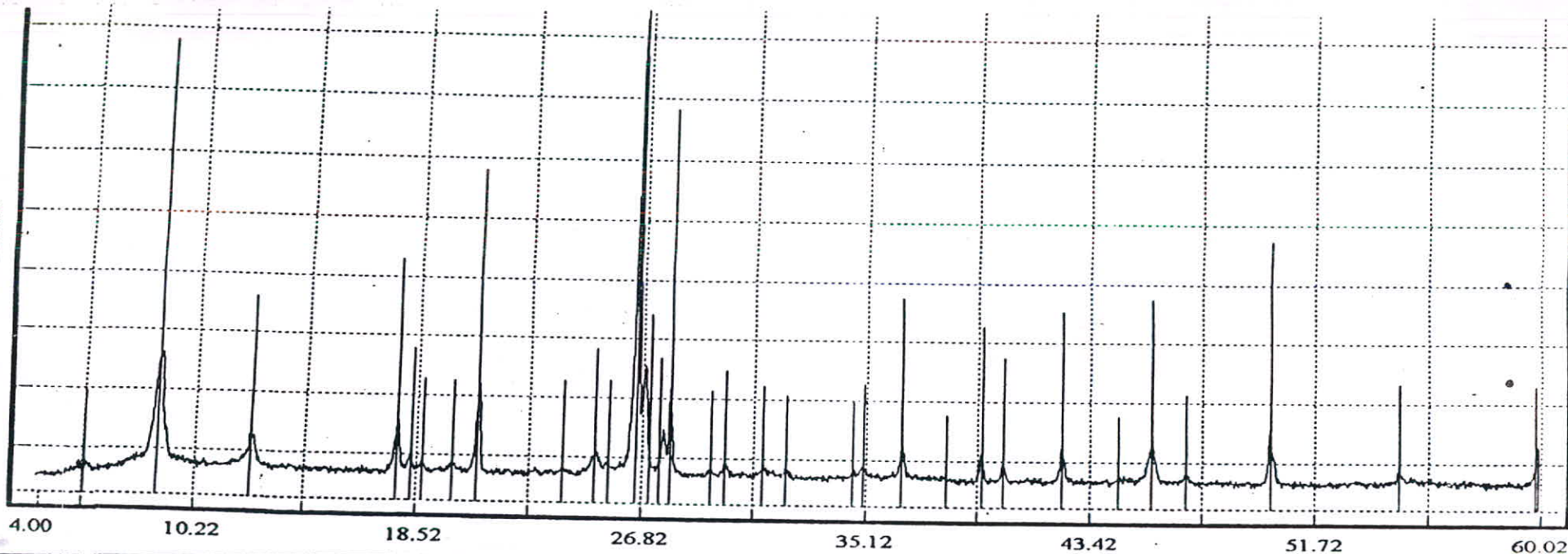
مهندس شریانی

استاد اعلیٰ دانش

۷۹، ۵، ۸

تهران - رسالت غربی - هشتم غربی - شماره ۳
مشهد - جاده سنتو - شماره ۱۵۰ - تلفن: ۸۸۴۶۶۴
پست الکترونیک: Laboratory@workmail.com

C:\XRD\SIEMENS\Y2-A-16\RAW



Sample: Y2-A-16

Date: 26/7/2000

kV = 40
mA = 30
Ka = Cu
Fil. = Ni

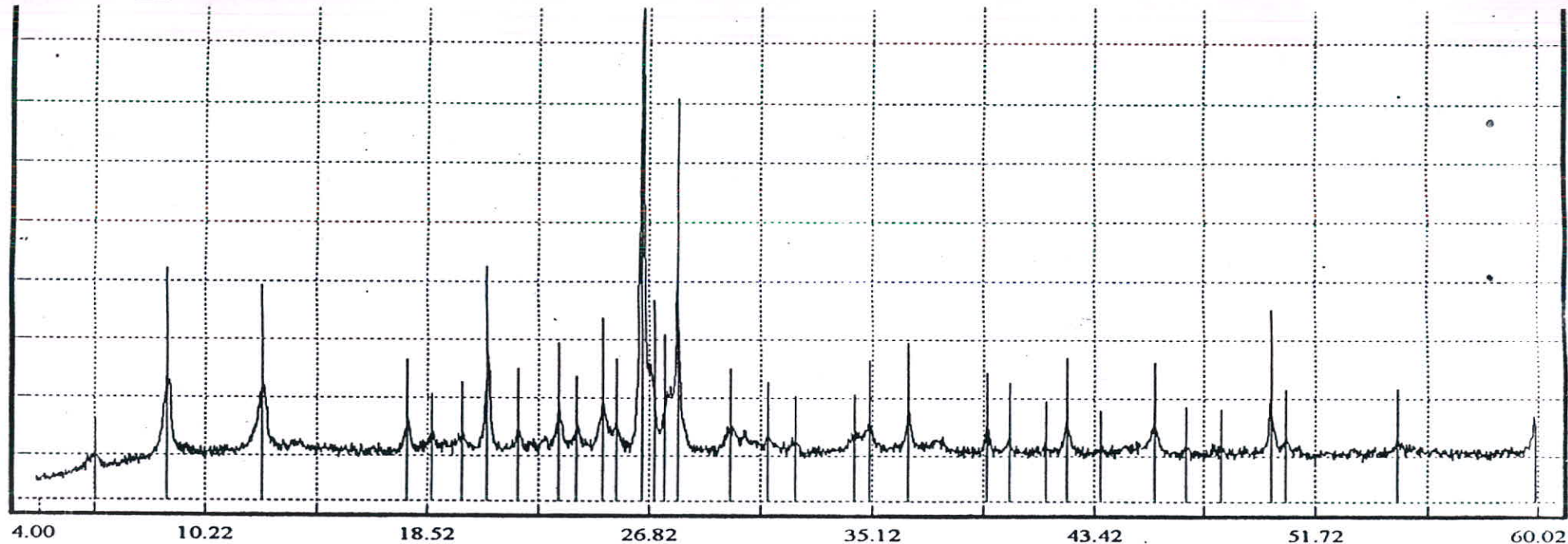
d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
14.209	6.215	2
9.818	9.000	22
7.036	12.570	6
4.950	17.905	12
4.813	18.420	4
4.705	18.845	2
4.438	19.990	2
4.248	20.895	20
3.522	25.285	5
3.338	26.685	100

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.300	26.995	24
3.214	27.735	10
3.188	27.965	19
3.030	29.450	1
2.970	30.065	3
2.846	31.405	2
2.773	32.255	1
2.578	34.775	2
2.556	35.075	3
2.455	36.565	8

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.280	39.485	6
2.236	40.300	4
2.127	42.470	7
2.031	44.585	1
1.979	45.815	7
1.929	47.075	2
1.817	50.165	12
1.812	50.315	6
1.718	53.285	1
1.671	54.885	3

Phase
Sericite (06-0263)
KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂
Quartz (33-1161)
SiO ₂
Chlorite (29-0701)
(Mg,Fe) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈
Albite (09-0466)
NaAlSi ₃ O ₈
Paragonite (24-1047)
NaAl ₂ (AlSi ₃)O ₁₀ (OH) ₂

C:\XRD\SIEMENS\Y2-A-18.RAW



Sample:
Y2-A-18

Date:
6/7/2000

$\lambda = 40$

$\theta = 30$

$\alpha = \text{Cu}$

$\beta = \text{Ni}$

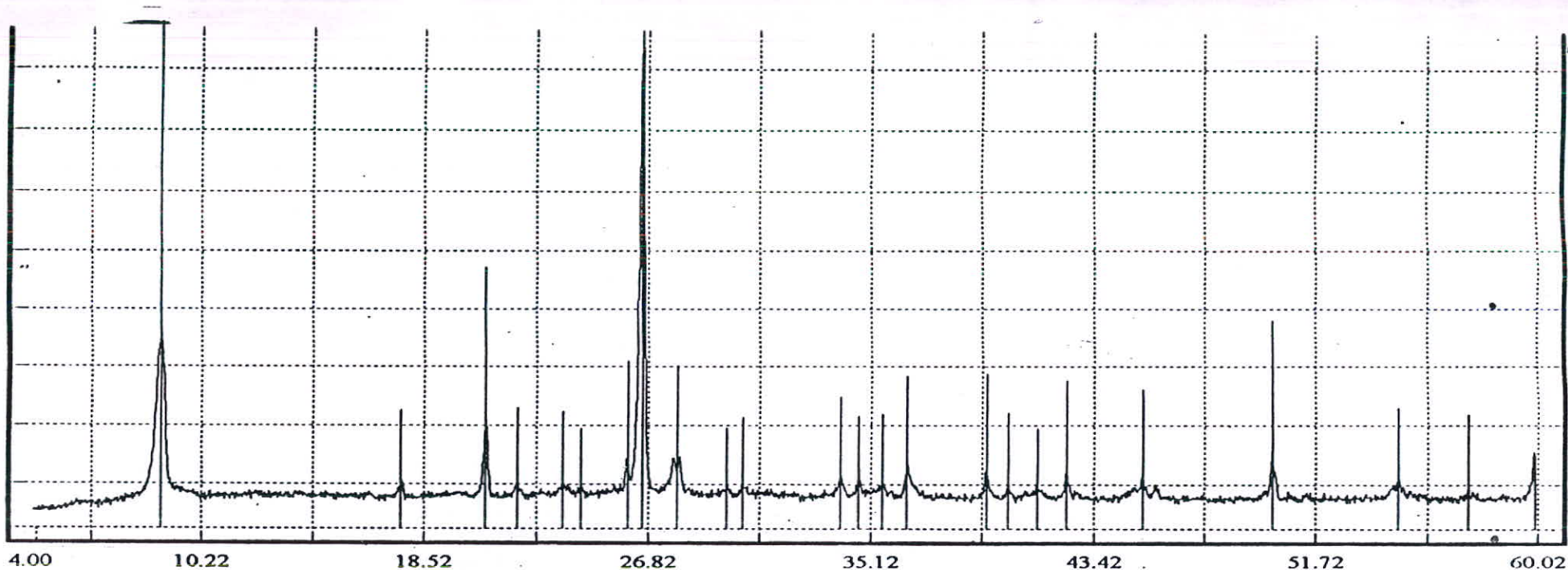
d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
14.096	6.265	4
9.861	8.960	21
8.296	10.655	6
7.042	12.560	17
6.484	13.645	6
4.957	17.880	11
4.712	18.815	8
4.441	19.975	7
4.247	20.900	23
4.036	22.005	8

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
3.851	23.075	6
3.775	23.545	10
3.669	24.240	9
3.537	25.160	13
3.464	25.695	9
3.339	26.675	100
3.298	27.010	20
3.225	27.640	14
3.188	27.965	38
2.968	30.080	7

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
2.931	30.470	6
2.855	31.300	5
2.550	35.160	7
2.454	36.595	10
2.383	37.725	3
2.280	39.495	6
2.126	42.480	6
1.979	45.820	6
1.818	50.125	11
1.797	50.760	3

Phase
Sericite (06-0263)
$\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$
Quartz (33-1161)
SiO_2
Albite (09-0466)
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Chlorite (29-0701)
$(\text{Mg, Fe})_8(\text{Si, Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

C:\XRD\SIEMENS\Y2-A-20.RAW



Sample:
Y2-A-20

Date:
6/7/2000

$\lambda = 40$
 $\mu A = 30$
a. = Cu
l. = Ni

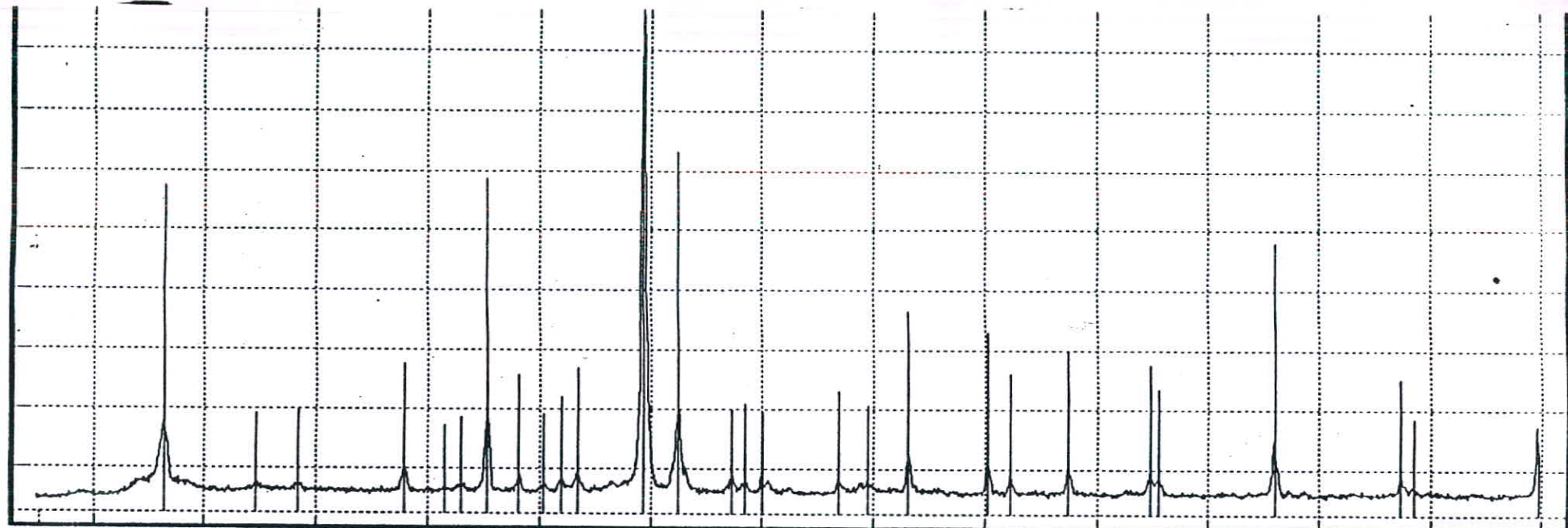
d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. Int. %
10.196	8.665	32
9.911	8.915	25
4.979	17.800	4
4.239	20.940	15
4.027	22.055	3
3.739	23.775	3
3.635	24.470	2
3.413	26.085	8
3.335	26.710	100
3.200	27.860	9

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. Int. %
3.172	28.105	9
2.990	29.855	3
2.936	30.420	3
2.624	34.135	5
2.577	34.780	7
2.513	35.705	3
2.490	36.035	2
2.453	36.600	7
2.279	39.510	6
2.234	40.340	4

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. Int. %
2.200	40.985	2
2.177	41.450	2
2.126	42.480	6
1.998	45.360	4
1.978	45.840	3
1.817	50.175	11
1.811	50.340	4
1.770	51.920	4
1.666	55.075	3
1.601	57.505	3

Phase
Sericite (06-0263)
<chem>KAl2Si3AlO10(OH)2</chem>
Quartz (33-1161)
<chem>SiO2</chem>
Albite (09-0466)
<chem>NaAlSi3O8</chem>
Sillimanite (38-0471)
<chem>Al2SiO5</chem>

C:\XRD\SIEMENS\Y2-A-22.RAW



4.00 10.22 18.52 26.82 35.12 43.42 51.72 60.02

Sample:
Y2-A-22

Date:
5/7/2000

= 40
= 30
= Cu
= Ni

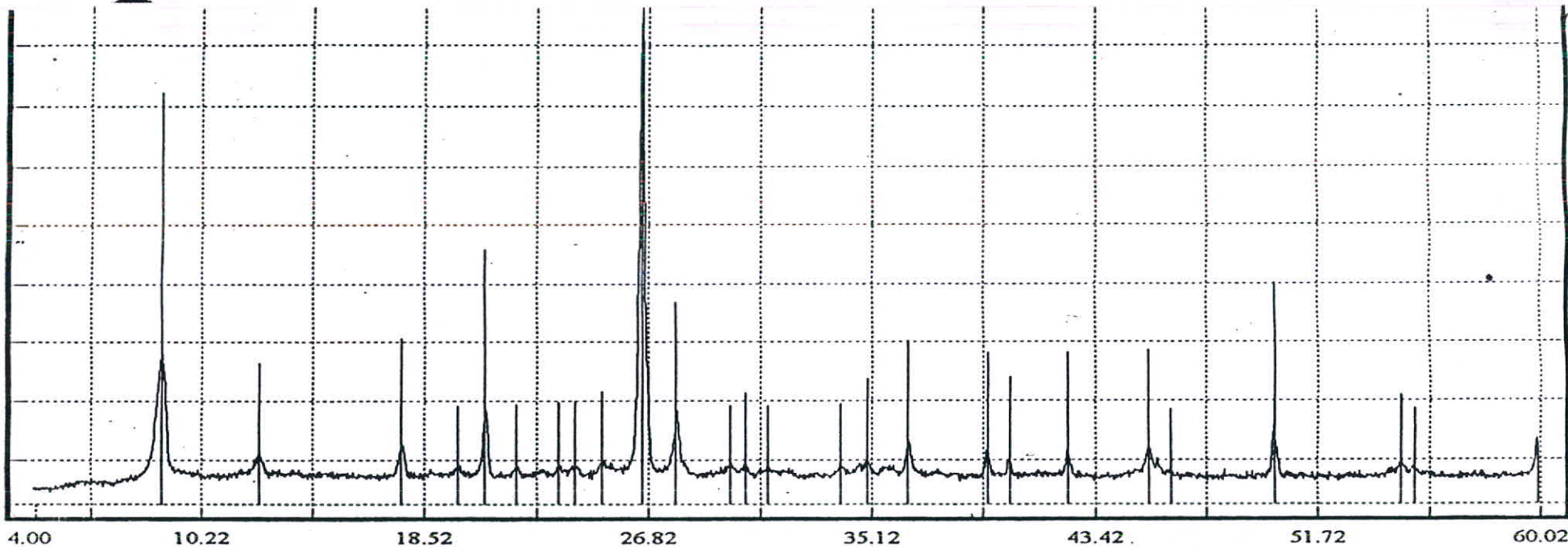
d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. Int. %
10.086	8.760	14
9.878	8.945	10
7.255	12.190	1
6.373	13.885	1
5.004	17.710	4
4.469	19.850	1
4.249	20.890	14
4.033	22.020	4
3.870	22.960	2
3.780	23.515	2

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. Int. %
3.681	24.160	4
3.499	25.435	2
3.341	26.660	100
3.189	27.955	18
2.980	29.960	4
2.932	30.465	2
2.881	31.020	4
2.855	31.300	2
2.640	33.930	3
2.583	34.705	2

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. Int. %
2.561	35.010	2
2.455	36.565	8
2.282	39.450	6
2.236	40.295	4
2.129	42.420	5
1.992	45.500	4
1.979	45.805	4
1.818	50.130	11
1.813	50.280	5
1.672	54.875	4

Phase
Quartz (33-1161)
SiO2
Sericite (06-0263)
KAl2Si3AlO10(OH)2
Albite (09-0466)
NaAlSi3O8
Chlorite (29-0701)
(Mg,Fe)6(Si,Al)4O10(OH)8

C:\XRD\SIEMENS\Y2-A-24.RAW

Sample:
Y2-A-24Date :
6/7/2000

V = 40

iA = 30

a. = Cu

fil. = Ni

d-value Angstrom	Angle 2 Theta	Rel. int. %
10.092	8.755	26
7.067	12.515	4
4.979	17.800	7
4.456	19.910	2
4.237	20.950	12
4.024	22.070	2
3.765	23.610	2
3.660	24.300	2
3.539	25.140	3
3.337	26.695	100

d-value Angstrom	Angle 2 Teta	Rel. int. %
3.186	27.980	15
2.973	30.030	2
2.928	30.505	3
2.851	31.350	2
2.626	34.110	2
2.581	34.725	2
2.556	35.085	4
2.512	35.710	2
2.454	36.580	8
2.385	37.690	1

d-value Angstrom	Angle 2 Teta	Rel. int. %
2.280	39.485	6
2.235	40.320	4
2.127	42.470	6
1.991	45.525	6
1.817	50.175	11
1.800	50.680	1
1.671	54.910	3
1.658	55.355	2
1.598	57.620	1

Phase

Sericite (06-0263)
KAl ₂ Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂
Quartz (33-1161)
SiO ₂
Albite (09-0466)
NaAlSi ₃ O ₈
Chlorite (29-0701)
(Mg,Fe) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈