وزارت معادن و فلزات

ادارهٔ کل معادن و فلزات استان سمنان

کتابخانه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
تاریخ: ۸۷/۷/۱
شماره ثبت: ۸۱۰۴۹

طرح اکتشاف مقدماتی گوگرد شمال گرمسار

مجری
محمدرضا مـــس‌فروش

مشاور
داریوش کاوه آهنـــگران

زمستـــان ۱۳۷۸

بسم الله الرحمن الرحیم

چکیده:

منطقه مورد مطالعه کلرز در شمال گرمسار قرار دارد که توسط جاده معدن متروکه گوگرد که به جاده تهران ـ گرمسار متصل میگردد قابل دسترسی است. بطور کلی استراتیگرافی منطقه شامل رسوبات تبخیری سازند قرمز تحتانی (L. R. F.)، سازند قم، سازند قرمز فوقانی (U. R. F.) و تراسهای رودخانه‌ای است.

دیاپیرها بطور گسله با گسترش فراوان در کنار سایر سازندها قرار گرفته‌اند و در داخل آنها ولکانیکهای آندزی ـ بازالتی رخنمون دارند. آهک سازند قم بطور هم شیب در زیر سازند قرمز فوقانی قرار می‌گیرد و توسط لایه گچ به دو بخش تقسیم می‌شود. سازند قرمز فوقانی با ضخامت بیش از ۶۰۰۰ متر بطور هم شیب در زیر کنگلومرای هزار دره قرار گرفته و از نظر تکتونیکی و ساختمانی روند شرقی ـ غربی دارد که بر اثر فرآیند دیاپیریسم در نقاطی از منطقه تغییراتی در روند آن ایجاد شده است.

از نظر اقتصادی و از دیدگاه زمین‌شناسی می‌توان به وجود نمک فراوان، گچ و گوگرد در این منطقه اشاره نمود. در محدوده مورد مطالعه با دیدگاه اکتشاف مقدماتی آنومالی گوگرد پی‌جوئی شده، عملیات اکتشاف سطحی در محدوده و معدن متروکه جنوب کلرز انجام گرفت که در نتیجه تعداد بیش از ۳۰ نمونه برداشت و تعداد ۱۸ نمونه جهت مطالعات آزمایشگاهی انتخاب و آماده سازی شد. نمونه‌ها به دو طریق نمونه برداری از سطح زمین و نمونه برداری از چالهای حفر شده به اعماق ۳ تا ۶ متری برای مطالعات شیمیایی، XRD و مقاطع نازک برداشت و تهیه شده است. نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و بررسیهای صورت گرفته

نشان می‌دهد که کانسار گوگرد مورد نظر دارای ذخیره قابل قبول اما عیار نسبتاً کم است. از طرف دیگر وجود مقادیر عناصر کمیاب در حدی است که امکان کانی سازی در منطقه را نشان می‌دهد و برای این منظور لازم است مطالعات کاملتر و سیستماتیک صورت پذیرد.

«فهرست مطالب»

عنوان	صفحه
چکیده	۱
فهرست مطالب	۳
فهرست تصاویر	۶
فهرست جداول	۸
فهرست پیوست	۱۰
مقدمه	۱۱
۱ـ کلیات	۱۲
۱ـ۱ـ خواص فیزیکی و شیمیایی گوگرد	۱۲
۱ـ۲ـ اکتشاف گوگرد	۱۴
۱ـ۳ـ انواع گوگرد از نظر صنعت و تجارت	۱۵
۱ـ۴ـ وضعیت تولید و مصرف گوگرد در جهان	۲۰
۱ـ۵ـ گوگرد در ایران	۲۴

عنوان | صفحه

۲ـموقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی منطقه کلرز گرمسار..... ۲۶

۳ـژئومورفولوژی منطقه ۳۰

۴ـزمین‌شناسی ۳۵

۴ـ۱ـزمین‌شناسی عمومی ۳۵

۴ـ۲ـچینه‌شناسی..... ۳۵

۴ـ۲ـ۱ـدیاپیریسم (سازند قرمز تحتانی) ۳۹

۴ـ۲ـ۲ـسازند قم..... ۴۱

۴ـ۲ـ۳ـسازند قرمز فوقانی ۴۷

۴ـ۲ـ۴ـپادگانه‌های آبرفتی و رسوبات عهد حاضر ۵۳

۵ـزمین‌شناسی ساختمانی..... ۵۴

۵ـ۱ـحرکات کوهزایی ۵۵

۵ـ۲ـچین‌ها..... ۵۵

۵ـ۲ـ۱ـچین‌های ساختمانی ۵۶

۵ـ۲ـ۲ـچین خوردگیها و تغییر روندهای ناشی از تأثیر دیاپیر ۵۶

۵ـ۲ـ۳ـوضعیت ساختمانی کوه کلرز..... ۵۷

۵ـ۳ـگسل‌ها..... ۵۸

عنوان — صفحه

۶ـ زمین‌شناسی اقتصادی ۶۱
۶ـ۱ـ زمین‌شناسی و چینه‌شناسی معدن گوگرد جنوب کلرز ۶۲
۶ـ۲ـ طرز تشکیل گوگرد در معدن جنوب کلرز ۶۳
۶ـ۳ـ فراوری گوگرد در معدن گرمسار ۶۷
۷ـ نمونه‌برداری و بررسی مطالعات آزمایشگاهی ۷۰
۷ـ۱ـ نمونه برداری سطحی ۷۰
۷ـ۲ـ نمونه برداری عمقی ۷۲
۸ـ تجزیه و تحلیل اطلاعات ۸۷
۹ـ تعیین ذخیره کانسار ۹۶
پیوست ۱- گزارش نتایج ارائه شده توسط آزمایشگاه ۱۰۰
منابع ۱۰۵

«فهرست تصاویر»

شماره	عنوان	صفحه
۱	میزان ذخیره و تولید جهانی گوگرد	۲۱
۲	موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی منطقه کلرز (شمال گرمسار)	۲۸
۳	توپوگرافی محدوده اکتشافی شمال گرمسار با مقیاس ۱:۵۰/۰۰۰	۲۹
۴	ژئومورفولوژی رسوبات تبخیری در جنوب کوه کلرز	۳۲
۵	ژئومورفولوژی سازند قم در کوه کلرز	۳۳
۶	واحدهای ساختمانی ـ رسوبی مهم ایران	۳۷
۷	تقسیمات ساختمانی ایران از نظر نبوی	۳۸
۸	قسمتهای مختلف دیاپیریسم منطقه کلرز گرمسار (دید به غرب)	۴۲
۹	قسمتهای مختلف دیاپیریسم منطقه کلرز گرمسار (دید به شمال غرب)	۴۳
۱۰	مقطع شماتیک از معدن گوگرد جنوب کلرز (شمال گرمسار)	۶۴
۱۱	سینه کار معدن گوگرد جنوب کلرز واقع در شمال گرمسار	۶۵
۱۲	کوره استوانه‌ای شکل در محل معدن گوگرد گرمسار	۶۸
۱۳	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD1	۷۹
۱۴	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD2	۸۰

شماره	عنوان	صفحه
۱۵	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD3	۸۱
۱۶	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD4	۸۲
۱۷	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD5	۸۲
۱۸	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD6	۸۳
۱۹	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD7	۸۳
۲۰	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD8	۸۴
۲۱	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD9	۸۴
۲۲	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD10	۸۵
۲۳	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD11	۸۵
۲۴	لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD12	۸۶
۲۵	نمودار تغییرات درصد گوگرد در اعماق مختلف	۸۸
۲۶	نقشه ژئوشیمیایی هم عیار عنصر گوگرد	۹۰
۲۷	نقشه ژئوشیمیایی هم عیار عنصر CaO	۹۱
۲۸	نقشه ژئوشیمیایی هم عیار عنصر SO3	۹۲
۲۹	نمودار تغییرات درصد گوگرد در نیمرخ حداکثر چگالی نمونه‌برداری	۹۳
۳۰	نمودار توزیع فراوانی درصد گوگرد در کانسار	۹۷

«فهرست جداول»

شماره	عنوان	صفحه
۱	فرآوردههای گوگرد از نظر صنعت و تجارت	۱۵
۲	مصارف مهم گوگرد بصورت خالص، ترکیب اسید سولفوریک و یا سایر ترکیبات آن	۲۲
۳	نتایج آنالیز شیمیایی و XRD سه نمونه سطحی	۷۱
۴	مقدار فراوانی عناصر کمیاب در سه نمونه سطحی	۷۱
۵	مشخصات چالهای اکتشافی محدوده سینه کار معدن گوگرد جنوب کلرز	۷۳
۶	نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه SK_6	۷۴
۷	نتیجه آزمایش کانیشناسی نمونههای SK_8، SK_9 و SK_{11}	۷۴
۸	نتیجه آنالیز شیمیایی نمونههای SK_3 و SK_5	۷۵
۹	نتیجه آنالیز شیمیائی نمونههای SK_1 و SK_2	۷۷
۱۰	نتیجه آزمایش کانیشناسی نمونه SK_{10}	۷۷
۱۱	نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه SK_4	۷۸
۱۲	نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه SK_7	۷۸

شماره	عنوان	صفحه
۱۳	پارامترهای آماری داده‌های شیمیایی نمونه‌های SK_1، SK_4 و SK_5	۸۹
۱۴	پارامترهای آماری داده‌های شیمیایی نمونه‌های SK_2، SK_3، SK_6 و SK_7	۸۹
۱۵	ماتریس ضرایب همبستگی ترکیبات نمونه‌های SK_1، SK_4 و SK_5	۹۴
۱۶	ماتریس ضرایب همبستگی ترکیبات نمونه‌های SK_2، SK_3، SK_6 و SK_7	۹۴
۱۷	توزیع فراوانی درصد گوگرد در گستره کانسار	۹۷
۱۸	توزیع ذخیره کانسار گوگرد بر حسب میانگین عیار	۹۹

«فهرست پیوست»

پیوست ۱ ـ گزارش نتایج ارائه شده توسط آزمایشگاه

پیوست ۲ ـ نقشه شماره ۱: توپوگرافی محدوده اکتشافی گوگرد شمال گرمسار با مقیاس ۱:۲۰/۰۰۰

پیوست ۳ ـ نقشه شماره ۲: زمین‌شناسی محدوده اکتشافی گوگرد شمال گرمسار با مقیاس ۱:۲۰/۰۰۰

پیوست ۴ ـ نقشهٔ شماره ۳:نمونه‌برداری ژئوشیمیایی محدوده اکتشافی گوگرد شمال گرمسار با مقیاس ۱:۲۰۰

مقدمه:

استان سمنان به مرکزیت شهر سمنان در ۲۱۰ کیلومتری تهران قرار دارد و با وسعت حدود ۲۰۰ هزار کیلومتر مربع، از وضعیت زمین‌شناسی و تنوع مواد معدنی ویژه‌ای برخوردار است. این استان بیش از ۱۸۰ معدن فعال دارد و بطور تقریبی ۲ میلیارد تن ذخیره را در خود جای داده است که اغلب بصورت رسوبی، ولکانیکی یا دگرگونی می‌باشند.

استان سمنان از لحاظ جغرافیایی در شمال کویر مرکزی ایران و در جنوب سلسله جبال البرز واقع شده و از نظر زمین‌شناسی ،ارتفاعات البرز و حاشیه شمالی کویر، این استان را فرا گرفته است و همچنین از نظر واحدهای ساختمانی - رسوبی جزء ایران مرکزی محسوب می‌شود.

ارتفاعات سردره ایوانکی عمدتاً از سازندهای دوران سوم و رسوبات تبخیری ساخته شده‌اند. این رسوبات شامل گچ، نمک، مارنها و نیز بعضی از سنگهای نیمه رسوبی دیگر مثل ماسه سنگها و توفها می‌باشد.

۱ـ کلیات:

گوگرد ماده‌ای است که از زمانهای خیلی قدیم، بشر با آن آشنا بوده است و اهمیت ویژه آن در صنعت بر کسی پوشیده نیست. این عنصر تنها شبه فلزی است که از دیرباز بدلیل شکل طبیعی آن شناخته شده و برای اولین بار در زمانهای کهن در سیسیل توسط یونانیها و رومیها که اطلاعاتی از وجود آن داشتند کشف شد.

گوگرد در پوسته زمین توزیع شده و ذخایر نسبتاً بزرگی از آن به دو صورت آزاد و مرکب یافت می‌شود. این عنصر سیزدهمین ماده از نظر فراوانی و یکی از نادرترین عناصری است که بصورت آزاد در طبیعت موجود بوده و میل ترکیبی آن نیز زیاد می‌باشد.

۱ـ۱ـ خواص فیزیکی و شیمیایی گوگرد

گوگرد بوسیله رنگ زرد و جلای طلایی قابل تمایز است و هنگام سوختن بوی گاز انیدرید سولفور به سرعت احساس می‌شود. نقطه ذوب گوگرد ۱۱۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و در حرارت ۲۴۸ درجه سانتی‌گراد با شعله آبی می‌سوزد و گاز سولفور تولید می‌کند.

سطح شکست گوگرد صدفی است و بلورهای آن در حالت طبیعی بصورت رومبوئدریک می‌باشد و اگر این بلورها در بعضی جهات قطع شوند مانند برخی از حیوانات زنده چون ستاره دریایی و مارمولک می‌توانند قسمت شکسته خود را دوباره ترمیم کنند. گوگرد بصورت درشت بلور و ریز بلور وجود دارد و بنظر می‌رسد که خاستگاه آنها یکی نیست.

این کانی در آب و تقریباً در تمام اسیدها غیر محلول است، ولی در بی‌سولفید کربن (CS_2) و تتراکلرید کربن (CCl_4) حل می‌گردد.

در ۹۵/۵ درجه سانتی‌گراد گوگرد α (آلفا) تبدیل به گوگرد β (بتا) شده و به شکل مونوکلینیک در می‌آید. در این حالت برخی از بلورها زیاد شفاف نیستند ولی در هر صورت شکل نهایی آنها بدون تغییر باقی می‌ماند و ساختمان آن عملاً همان گوگرد اورتورومبیک است.

شکل سوم، گوگرد γ (گاما) است که مونوکلینیک است و در فشار و دمای معمول پایدار نمی‌باشد. در ۱۱۴ تا ۱۱۹ درجه سانتی‌گراد بشکل یک مایع شفاف ذوب می‌شود ولی با حرارت دادن بیشتر تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد مایع قرمز رنگ و غلیظ می‌شود. در ۴۱۵ درجه سانتی‌گراد بخار یاقوتی رنگی از آن بر می‌خیزد و وقتی بصورت گداخته در یک قالب ریخته شود گوگرد بی‌شکل با وزن مخصوص ۱/۹۵۵ را تشکیل می‌دهد. وزن مخصوص فاز جامد در ۲۰ درجه سانتی‌گراد، برای گوگرد رومبیک ۲/۰۷ و برای گوگرد مونوکلینیک ۱/۹۶ و برای گوگرد آمورف ۱/۹۲ می‌باشد.

در دمای اتاق بسرعت با مس، نقره، جیوه، سدیم، پتاسیم، کلسیم، استرانسیوم و باریم ترکیب و به سولفوراین فلزات تبدیل می‌شود اما در ترکیب با آهن، کرم، تنگستن، نیکل و کبالت سرعت عمل کمتری دارد. با روی و قلع تنها در حالت گرم ترکیب می‌شود.

۱-۲-اکتشاف گوگرد:

به طور کلی اکتشاف کانسارهای گوگرد مشکل می‌باشد، ذخایر لایه‌ای شکل اگر چه اغلب بزرگتر و پهن‌تر از گنبدهای نمکی هستند، ساختمان گنبدی که بعنوان راهنمای اکتشافی به راحتی قابل تشخیص هستند را ندارند.

در اکتشاف ذخایر سولفور لایه‌ای می‌توان از ارتباط ژنتیکی بین نفت و سولفور بیوژنتیکی استفاده نمود که در این مرحله، اکتشافات روی نواحی که انهیدریت بهمراه نفت در درون یا زیر آن است متمرکز می‌شود.

بارکر و همکارانش مشخصات عمومی ذخایر سولفوری را چنین بیان می‌کنند:

-سنگهای سولفاتی که ضخیم و حاوی انهیدریت باشند.

-نزدیک ذخایر نفتی می‌باشند.

-ارتباط هیدرودینامیکی بین سولفاتها و نفت که اغلب از طریق گسل خوردگی، درزه‌ها یا خلل و فرج ناشی از انحلال انجام می‌پذیرد.

-محیطهای احیا کننده که در آن نفت و سولفات بطور بیوشیمیایی تغییر شکل می‌دهند.

-محیطهای اکسیداسیون که محصولات نهایی تولید سولفور می‌کنند.

مطالعات ثقل سنجی برای اکتشاف ذخایر لایه‌ای شکل و نیز ذخایر گنبدی به کار می‌رود. انهیدریت دارای چگالی ۲/۹۶ است در حالیکه چگالی توده‌های سولفوری از ۱/۸ تا ۲/۲ تغییر می‌کند. میزان این تغییرات به روابط بین میزان سولفور، توسعه خلل و فرج، آب و نوع کانی‌شناسی بستگی دارد.

سایر روشهای معمول در اکتشاف گوگرد شامل: فتوژئولوژی (ساختمان و رنگ‌آمیزی ژئوشیمیایی)، مادون قرمز حرارتی (گرمای بازتاب شده)، لرزه‌ای (اعماق کم)، ژئوشیمی (طیف‌سنجی گازها)، مقاومت الکتریکی، پلاریزاسیون القایی و بهترین روش حفاری و پیمایش درون چاههاست. پی‌جویی چکشی در مراحل اولیه مفید هستند ولی باید توجه داشت که اکثر ذخایر دارای علائم سطحی خیلی کمی هستند و یا اصلاً علامت خاصی ندارند.

۱ـ۳ـانواع گوگرد از نظر صنعت و تجارت:

مشخصات و موارد مصرف انواع گوگرد که در صنایع مختلف بکار برده می‌شود همراه با نام تجارتی آنها در جدول شماره (۱) آمده است.

جدول ۱ ـ فرآورده‌های گوگرد از نظر صنعت و تجارت

نام یا اصطلاح	مشخصه	مورد مصرف
گوگرد طبیعی	گوگرد عنصری موجود در طبیعت	در بیشتر مصارف
گوگرد آمورف	بدست آمده از سریع سرد کردن گوگرد مایع	در لاستیک‌سازی
گوگرد ترکیبی	گوگردی که بصورت ترکیب در طبیعت وجود دارد	
گوگرد خام	نام تجاری برای گوگرد عنصری	
گوگرد روشن	گوگرد خام بدون ناخالصیهای رنگین (زرد روشن)	
گوگرد تیره	گوگرد خام با ناخالصی‌های تیره رنگ مثل هیدروکربن‌ها تا ٪۳	

ادامه جدول ۱ ـ فرآورده‌های گوگرد از نظر صنعت و تجارت

نام یا اصطلاح	مشخصه	مورد مصرف
گوگرد عنصری	گوگرد طبیعی فرآوری شده با حداقل ۹۹/۵٪ گوگرد (از نظر وزنی)	
گوگرد مایع	مترادف گوگرد مذاب	
گوگرد مذاب	گوگرد خام در حالت مایع	
گوگرد شکسته	گوگرد خام جامد خرد شده تا ۲/۳۸ میلی متر (۸ـمش)	
گوگرد کلوئید	گوگرد ریزی که بیشتر بصورت شیمیایی تهیه می‌شود و در آب بصورت کلوئید در می‌آید	در داروسازی
گوگرد گردی	گوگرد خام خیلی ریز قابل عبور از الک ۵۰ تا ۷۴ میکرونی (۲۰۰ تا ۳۰۰ مش)	در بیشتر مصارف
گوگرد غیر محلول	با سرد کردن سریع گوگرد مایع بدست می‌آید (گوگرد آمورف)	لاستیک سازی
گوگرد فراش	گوگرد عنصری که به روش فراش تهیه می‌شود (شامل گوگرد کلوئیدی، آمورف و گل گوگرد)	
گوگرد فرآوری شده	گوگرد عنصری تهیه شده از منابع ترکیبی گوگرد	تهیه اسید سولفوریک
گوگرد آلی	گوگرد که بصورت ترکیبات آلی در زغال، نفت شیلی، ماسه‌های قیری وجود دارد.	
گوگرد تصفیه شده	گوگرد عنصری تهیه شده با بخار کردن گوگرد با خلوص بیش از ۹۹/۸ درصد وزنی	برای ضدعفونی کردن

کتابخانه سازمان زمین اکتشافات

ادامه جدول ۱ ـ فرآورده‌های گوگرد از نظر صنعت و تجارت

نام یا اصطلاح	مشخصه	مورد مصرف
گوگرد پولکی شکل	از سرد کردن گوگرد مذاب بر روی نوار متحرک تهیه می‌شود.	
گوگرد گلوله شده	بشکل گندله از گوگرد خام جامد تهیه میشود.	
گوگرد لاستیک‌سازی	گوگرد پودر با رطوبت کم و خاکستر کم و دانه بندی‌های مختلف از نظر ریزی	لاستیک‌سازی
گوگرد معدنی	گوگرد تهیه شده از کانیهای معدنی	
گوگرد تجاری سرندی	گوگرد استخراج شده از معدن با دانه‌های ۹/۵ میلی‌متری (۲ تا ۱۳ مش)	
گوگرد غلطان	گوگرد تصفیه شده و در قالب ریخته شده	تصفیه گیر و نشاسته
گوگرد ویژه	تهیه شده از گوگرد عنصری بصورت تصفیه (اشکال آمورف، کلوئید، گل گوگرد)	خیلی از مصارف
گوگرد سیال (روان شونده)	مترادف گوگرد کلوئیدی	کودهای کشاورزی
گل گوگرد	پودر گوگرد که از تصفیه گوگرد بدست می آید	داروئی، کشاورزی، لاستیک
گوگرد ته‌نشینی	گوگردی که در مخلوط محلولهای پولی سولفید با اسید هیدروکلریک تهیه می‌شود	مصرف داروئی
گوگرد شیری	گوگردی که از محلولهای پولی سولفید با اسید سولفوریک تهیه می‌شود	مصرف داروئی

ادامه جدول ۱ ـ فرآورده‌های گوگرد از نظر صنعت و تجارت

نام یا اصطلاح	مشخصه	مورد مصرف
گوگرد سولفاتی	گوگرد موجود در انهیدریت و ژیپس	
گوگرد سولفیدی	شامل سولفیدهای سرب و روی و نیکل و مس و مولیبدن	
ماده معدنی گوگرد	گوگرد طبیعی فرآوری شده	
هیدروژن سولفوره	گاز SH_2 موجود در گاز طبیعی که بوسیله تصفیه تهیه می‌شود	
پیریت‌ها	کانیهای سولفیدی آهن شامل پیریت، مارکاسیت و پیروتیت	تهیه اسید سولفوریک
پیریت‌های مس‌دار	پیریت دارای مقادیری از کانیهای سولفیدی مس	
سولفید غیر فلزی غیر آهنی	سولفیدهای سرب، مس، روی، نیکل و مولیبدن	
بریم استون	مترادف گوگرد خام	
اسید گوگرد	اسید سولفوریکی که از منابع گوگردی تهیه می‌شود (SO_4H_2) صددرصد	
اسیدسولفوریک محصول فرعی	اسیدی که از گاز کارخانجات ذوب تهیه می‌شود	
دی‌اکسید گوگرد مایع	دی‌اکسید گوگرد خالص شده در حالت مایع	

ادامه جدول ۱ ـ فرآورده‌های گوگرد از نظر صنعت و تجارت

نام یا اصطلاح	مشخصه	مورد مصرف
سولفور آهن	کانیهای سولفیدی آهن شامل پیریت، مارکاسیت، پیروتیت	تهیه اسید سولفوریک
لجن اسیدی	اسید سولفوریک ناخالص که معمولاً به کارخانجات تهیه اسید برگردانده می‌شود	تهیه اسید سولفوریک
گوگرد شکل داده شده	گوگرد عنصری که بصورت قالب یا پرس شده درآمده است	
کانسنگ گوگرد	مجموعه گوگردهای طبیعی و سایر مواد معدنی که به همراه هم در طبیعت وجود دارند	
گوگرد ترشونده	گوگردی که بصورت ویژه تهیه شده و در آب بصورت تقریباً محلول در می‌آید	سمپاشی درختان مو

سولفور بطور تجارتی تقریباً در ۷۰ کشور تولید می‌شود. تولید جهانی انواع سولفور در سال ۱۹۸۰ مجموعاً ۵۸ میلیون تن بود. مصرف سرانه سولفور اغلب به عنوان یک شاخص معتبر سطح پیشرفت صنعتی و فعالیت اقتصادی ملتها بکار میرود. مقدار منابع سولفور عنصری در کانسارهای تبخیری و ولکانیک و سولفور همراه گاز طبیعی، نفت، ماسه‌های قیری و سولفیدهای فلزی در حدود ۶/۳۸۵ میلیارد تن می‌باشد. از سولفور تهیه شده بوسیله کانسارهای طبیعی ۵۳٪ متعلق به گنبدهای نمکی و ۴۵٪ متعلق به حوضه‌های تبخیری لایه‌ای شکل میباشد. کانسارهای آذرین (۲٪) دارای اهمیت کمی هستند و عمدتاً برای مصارف محلی در ایتالیا، ترکیه و کوههای آند در امریکای جنوبی بصورت معدن درآمده‌اند.

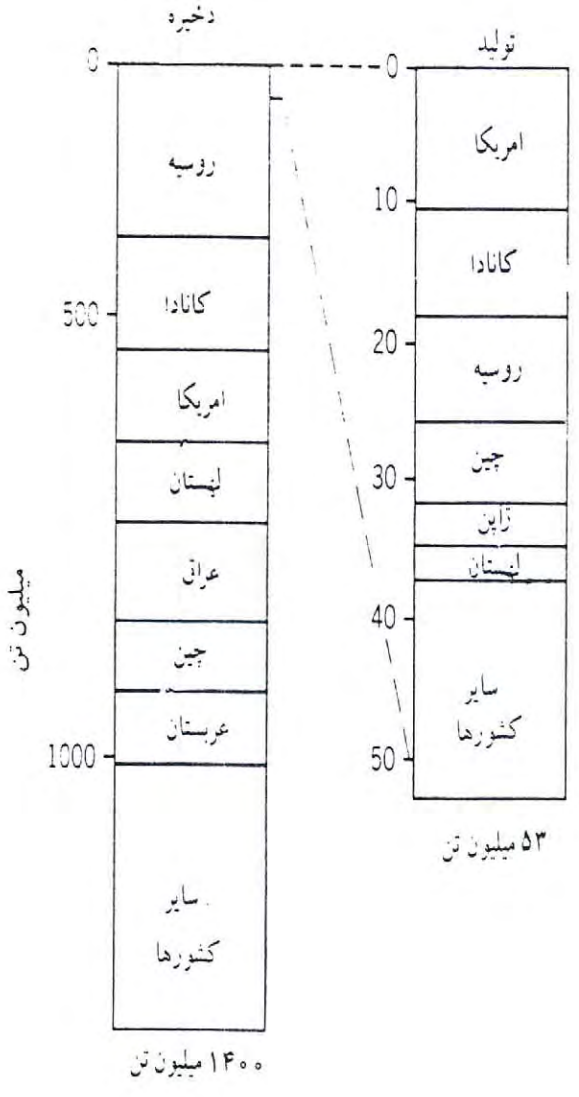
۱ـ۴ـ وضعیت تولید و مصرف گوگرد در جهان:

میزان ذخیره و گوگرد تولید شده جهان در سال ۱۹۹۶ در تصویر شماره (۱) نشان داده شده است. (گریک و همکاران، ۱۹۹۶).

بیش از ۸۵ درصد از گوگرد تولیدی جهان به مصرف تهیه اسید سولفوریک می‌رسد. در حدود ۵۰ درصد اسید سولفوریک در تهیه کود شیمیایی مصرف دارد که همین مطلب، اهمیت گوگرد را در کشاورزی به خوبی نشان میدهد. نزدیک به ۶ درصد اسید سولفوریک در تصفیه نفت به کار می‌رود. در کاغذسازی و پلاستیک سازی نیز در حدود ۲ تا ۳ درصد اسید سولفوریک مصرف می‌شود. ۵ درصد از اسید سولفوریک تولیدی برای تهیه اکسید تیتان از ایلمینیت استفاده می‌شود.

حدود ۳۰ درصد اسید سولفوریک جهت تولید انواع فرآورده‌های شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد و باید افزود که از گوگرد به منظور بهبود کیفیت خاک، بی‌رنگ کردن میوه‌های خشک و همچنین به عنوان حشره‌کش نیز استفاده می‌کنند. در جداسازی مس با عیار کم و همچنین استخراج اورانیوم نیز اسید سولفوریک به کار گرفته می‌شود.

مصارف مهم گوگرد به صورت خالص یا ترکیب اسید سولفوریک و یا سایر ترکیبات آن در جدول شماره (۲) مشخص شده است.



تصویر ۱ـ میزان ذخیره و تولید جهانی گوگرد

جدول ۲ـ مصارف مهم گوگرد بصورت خالص، ترکیب اسید سولفوریک و یا سایر ترکیبات آن

نوع صنعت	درصد مصرف	کاربرد
کودهای شیمیایی	۵۰	سوپر فسفات فسفات آمونیوم سولفات آمونیوم مخلوط کودها
شیمیایی	۱۸	ضد یخ حشره‌کشها دارویی احیای آلومینیوم تصفیه نفت پاک‌کننده‌های مصنوعی چسب مصنوعی اسیدی کردن چاههای نفت
مواد رنگی	۵	تهیه اکسید تیتان از ایلمینیت جوهر نوشتنی مشمع رنگی
ابریشم مصنوعی فیلم	۳	پارچه‌های ابریشمی نخ اطراف تایر فیلمهای عکاسی
آهن و فولاد	۲	قوطیهای قلعی محصولات گالوانیزه ماشینها
نفت	۲	گازوئیل گریس دیگر فرآورده‌های نفتی

ادامه جدول ۲ ـ مصارف مهم گوگرد بصورت خالص، ترکیب اسید سولفوریک و یا سایر ترکیبات آن

نوع صنعت	درصد مصرف	کاربرد
دیگر صنایع	۶	مواد منفجره مواد غیر فلزی باتری لاستیک مصنوعی
پالپ	۴	روزنامه جعبه‌های مقوایی کاغذ نوشت‌افزار دستمال کاغذی کاغذ بسته‌بندی سایر مقواها
سایر موارد	۸	ابریشم مصنوعی کاغذ شیمیایی لاستیک سازی حشره‌کشها خاک فولاد مخصوص چرم سازی عکاسی ترکیبات شیمیایی

۱-۵-گوگرد در ایران:

گوگرد در ایران مانند سایر کشورها، شناخته شده است. آثار عملیات بهره‌برداری در چند محل از استانهای سمنان، خوزستان و بخصوص بوشهر و هرمزگان مؤید این موضوع است. کشور ما از نظر تعداد کانسار گوگرد در ردیفهای بالای جهانی قرار دارد ولی با توجه به مقدار ذخایر شناخته شده متأسفانه تا به امروز جزو کشورهای غنی نمی‌باشیم.

بیشترین تعداد کانسار گوگرد در استان هرمزگان و پس از آن در استانهای خوزستان، فارس و سمنان قرار دارد. در استانهای سیستان و بلوچستان، بوشهر، لرستان، آذربایجان شرقی و غربی، کهگیلویه و بویر احمد نیز کانسارهایی از گوگرد وجود دارد ولی همگی فاقد ذخیره مناسب می‌باشند.

از معادن بزرگ گوگرد کشور می‌توان به کانسار گوگرد بندر خمیر اشاره نمود که ذخیره کانسار طبق مندرجات گواهینامه کشف ۴۰۰ هزار تن با عیار متوسط ۱۵ تا ۱۸ درصد ذکر شده است.

مهمترین کانسار گوگرد در استان سمنان، گوگرد دلازیان می‌باشد که در ۳۰ کیلومتری جنوب خاوری سمنان واقع شده است. گوگرد این کانسار به صورت بی‌شکل و بلورین در لایه‌های گچی و آهکهای نرم میوسن قرار دارد و به نظر می‌رسد گوگرد موجود از آزاد شدن گازهای نفتی که در اثر شکستگیها و احتمالاً گسله بزرگ سرخه به سطح راه یافته، و چون به طبقات گچی که دارای حفره‌های بزرگ و خلل و فرج فراوان رسیده فرصت تبلور پیدا کرده و

بصورت گوگرد بلورین S۸ درآمده است. بر اساس اطلاعات موجود این کانسار یک میلیون تن ذخیره با عیار ۲۷ درصد دارد.

۲ـ موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی منطقه کلرز گرمسار:

این منطقه در ارتفاعات شمالی استان سمنان، در بخش جنوبی البرز مرکزی، ۱۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان گرمسار واقع شده است. (تصویر ۲)

مختصات جغرافیایی محدوده مورد مطالعه عبارتست از:

طول جغرافیایی: ″۰۰ ′۱۷ °۵۲ تا ″۴۰ ′۲۱ °۵۲ شرقی

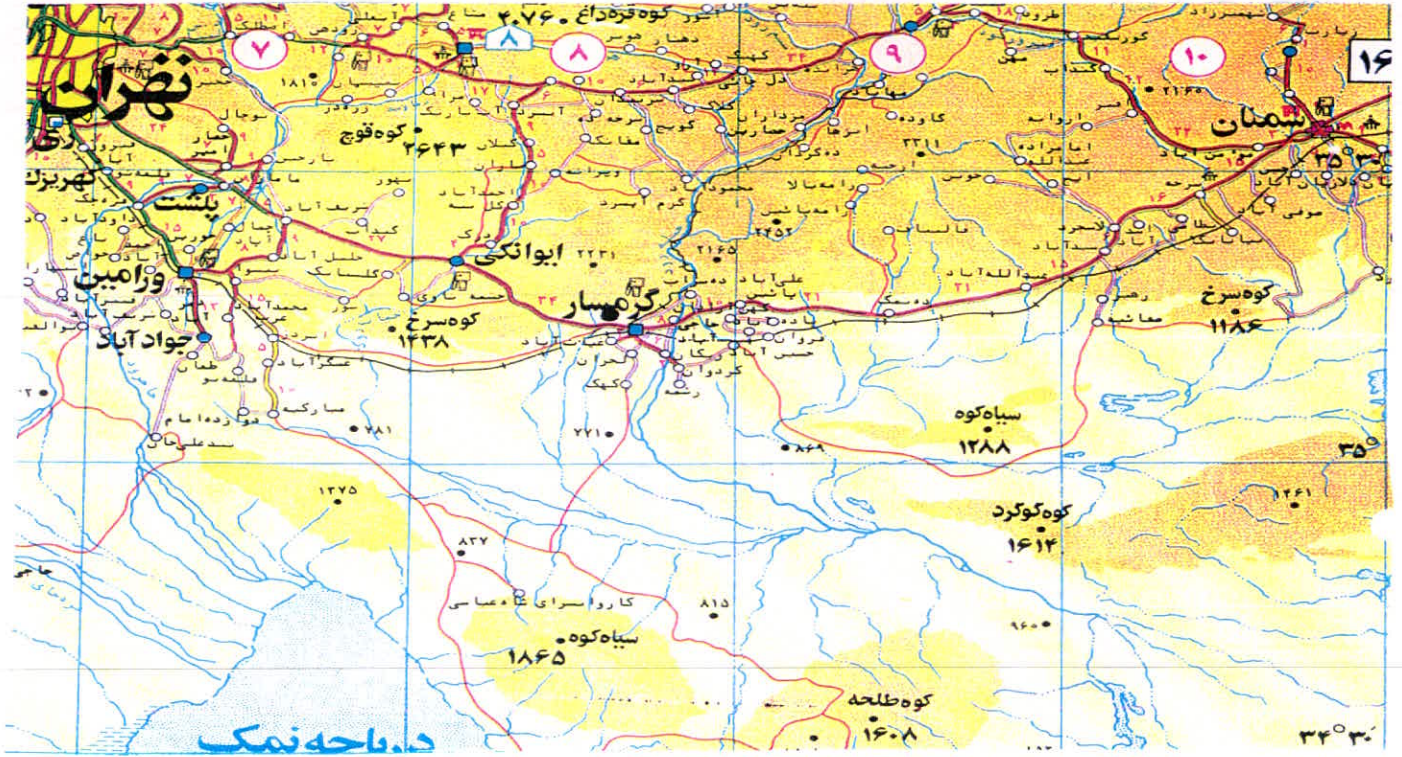
عرض جغرافیایی: ″۵۰ ′۱۶ °۳۵ تا ″۰۶ ′۲۰ °۳۵ شمالی

این ناحیه از نظر تقسیم‌بندی اقلیمی در ناحیه نیمه بیابانی واقع شده، که دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک با تابستانهای گرم و زمستانهای معتدل است. از نظر توپوگرافی اکثر بخشهای این محدوده را ارتفاعات تشکیل می‌دهند، که قسمتهایی از آن قابل دسترسی است. (تصویر ۳)

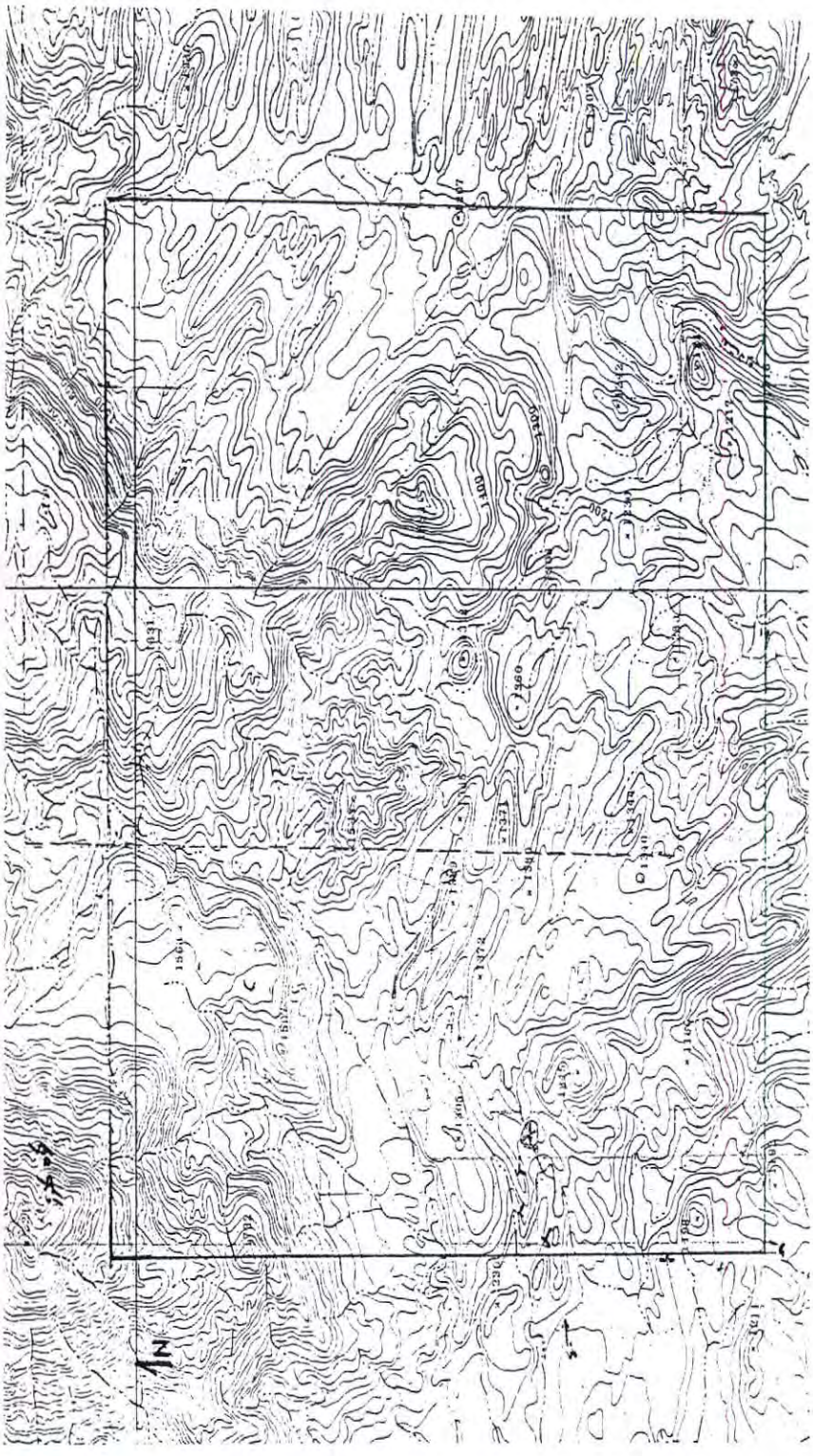
بلندترین نقطه آن کوه کلرز با ارتفاع ۲۲۱۷ متر از سطح دریا و کم ارتفاع‌ترین نقطه این محدوده رسوبات جوان جنوب کوه کلرز با ارتفاع حدود ۱۰۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. در نقشه شماره ۱ (پیوست گزارش) وضعیت توپوگرافی محدوده اکتشافی با مقیاس ۱:۲۰/۰۰۰ بصورت واضحتر نشان داده شده است. شایان ذکر است این نقشه با تغییر مقیاس از روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰/۰۰۰ تهیه شده و دارای همان دقت نیز می‌باشد.

بیشینه و کمینه درجه حرارت در اداره هواشناسی به ترتیب ۴۵ و ۸- درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی ۲۰۵ میلی‌متر ثبت شده است. ضمناً بیشترین بارندگی در اواخر پاییز و اوایل زمستان (ماههای دی و بهمن) می‌باشد. هیچ رودخانه دائمی در منطقه وجود ندارد و آبراهه‌های آن از شمال به جنوب گسترش دارند که عمدتاً عمیق هستند.

نزدیکترین شهرها به آن گرمسار و ایوانکی هستند و در داخل منطقه هیچ روستایی وجود ندارد. برای دسترسی به منطقه مورد مطالعه، می‌توان از جادهٔ اصلی تهران ـ گرمسار استفاده کرد و سپس از طریق راه آسفالته معدن راهراهک و جاده درجه ۳ معدن گوگرد به منطقه مورد نظر رسید.



تصویر ۲ ـ موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی منطقه کلرز (شمال گرمسار) در مقیاس ۱:۱/۰۰۰/۰۰۰ (دایره توپر ● محل مورد مطالعه را نشان می‌دهد.)



تصویر ۳- توپوگرافی محدوده اکتشافی شمال گرمسار با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰

۳-ژئومورفولوژی منطقه:

ژئومورفولوژی هر منطقه را می‌توان در ارتباط مستقیم با تکتونیک، فرسایش و گسترش سازندهای مختلف آن دانست. از لحاظ ژئومورفولوژیکی این محدوده شامل چهار عارضه است که بیانگر چهار نوع سازند مختلف می‌باشد.

اولین عارضه دیاپیرهای نمکی هستند که دارای سطح نسبتاً هموازی بوده و با شیب تند به صورت پرتگاه به واحدهای دیگر وصل می‌شوند که نمایانگر گسله بودن اطراف این دیاپیرهاست. ارتفاعات توسط ژیپس پوشیده شده و سطح هموار دیاپیر دارای توپوگرافی شبه کارستی است که بیانگر انحلال املاح تبخیری در زیر و ریزش طبقات بالایی است.

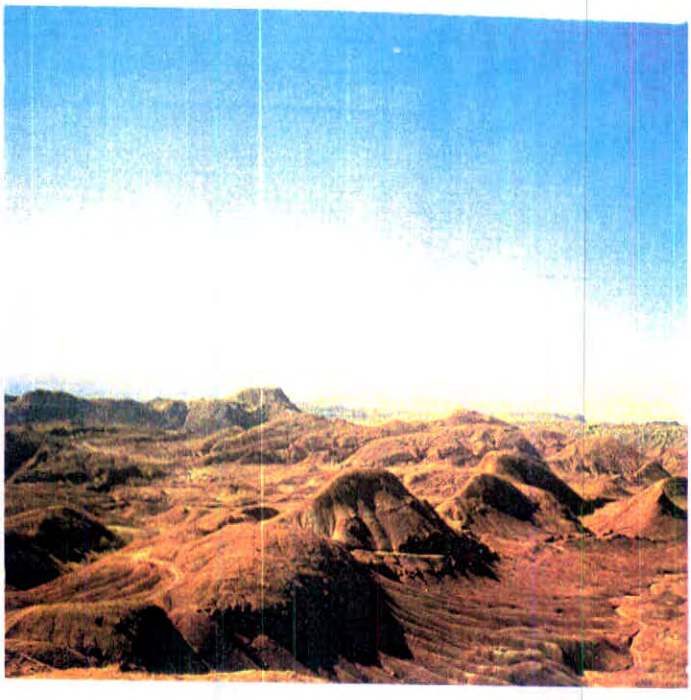
بر اثر فرسایش و انحلال، آبراهه‌ها بصورت شاخه‌ای درآمده‌اند و به راحتی از روی عکس هوایی و مشاهدات صحرایی میتوان این مورفولوژی دیاپیر را تشخیص داد و از دیگر سازندها جدا نمود.

از نقطه نظر ارتفاع، دیاپیر جنوب کلرز کم ارتفاع‌تر از سایر طبقات منطقه هستند. در سطح دیاپیر پوشش‌های پراکنده گیاهی، از نوع گیاهان قابل رویش در زمینهای گچی دیده می‌شود. (تصویر ۴)

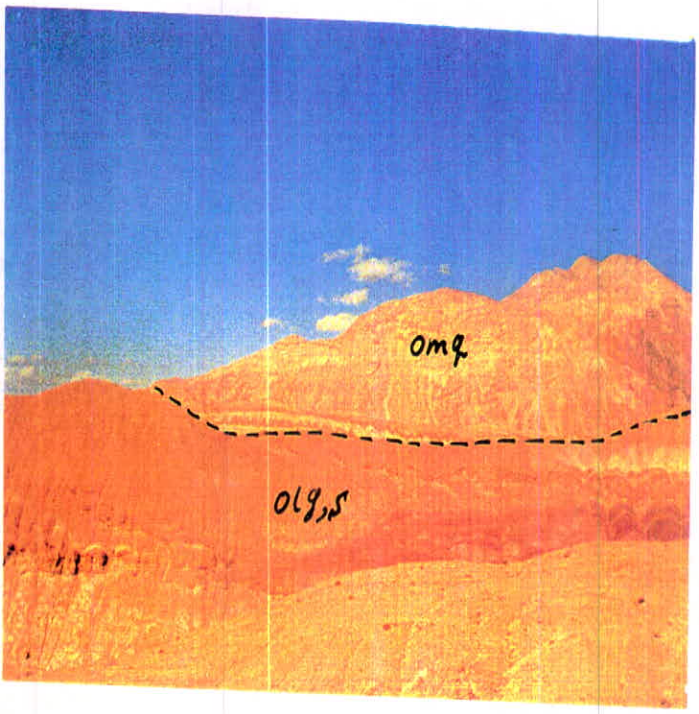
دومین عارضه مخصوص آهک قم است که دو عامل باعث گردیده که آهکهای قم به صورت مرتفع‌ترین بخش مورفولوژی منطقه درآیند:

۱-عامل تکتونیکی یعنی گسل تراستی کلرز که آهک قم را بر روی سازند قرمز فوقانی رانده است.

۲ـ مقاومت بیشتر آهک در مقابل فرسایش نسبت به دیگر سازندها باعث شده است که این بخش به صورت ارتفاعی تقریباً هرمی با تعداد شکستگی‌هایی که توسط گسلهای معکوس و چین خوردگیها بوجود آمده‌اند بصورت بریده بریده و پرتگاه درآمده و امکان دسترسی به قله کوه کلرز را مشکل کرده است. (تصویر ۵)



تصویر ۴- ژئومورفولوژی رسوبات تبخیری در جنوب کوه کلرز. (دید به جنوب غرب)



تصویر ۵ ـ ژئومورفولوژی سازند قم در کوه کلرز. (دید به شمال)

omq: سازند قم

olg, s: رسوبات تبخیری (دیاپیریسم)

عارضه سوم مخصوص سازند قرمز فوقانی است که با توجه به لیتولوژی آن که شامل مارن، مادستون، شیل، سیلتستون، ماسه سنگ و کنگلومرا است و اینکه مقاومت هر کدام از سنگهای فوق در مقابل فرسایش متفاوت می‌باشد، شکل قسمتهای مختلف آن نیز با یکدیگر تفاوت دارد. تناوب لایه‌ها و اختلاف فرسایش هر کدام باعث شده است که این بخش بصورت ستیغ‌های بریده بریده درآید که عبور از آن مشکل می‌باشد. با توجه به زیادتر بودن مقدار ماسه سنگ و کنگلومرا در هر بخش، ارتفاع آن قسمت زیادتر و دندانه‌های آن مقاومتر است.

رنگ آنها از قرمز، سفید، سبز قرمز و خاکستری تغییر می‌کند که سطح ماسه سنگها از سایر قسمتها تیره‌تر می‌باشد. اکثر ماسه سنگهای ناحیه بر اثر فرسایش بادی دارای ساختمانهای لانه کبوتری هستند.

عارضه چهارم مخصوص پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات عهد حاضر می‌باشد. سطح پادگانه‌های آبرفتی تقریباً هموار است و اکثراً دارای دیواره‌های پرشیب می‌باشند. آبرفتهای عهد حاضر که پست‌ترین بخش منطقه را تشکیل می‌دهند. در بخش جنوب منطقه گسترش زیادتری دارند.

۴-زمین‌شناسی

۴-۱-زمین‌شناسی عمومی:

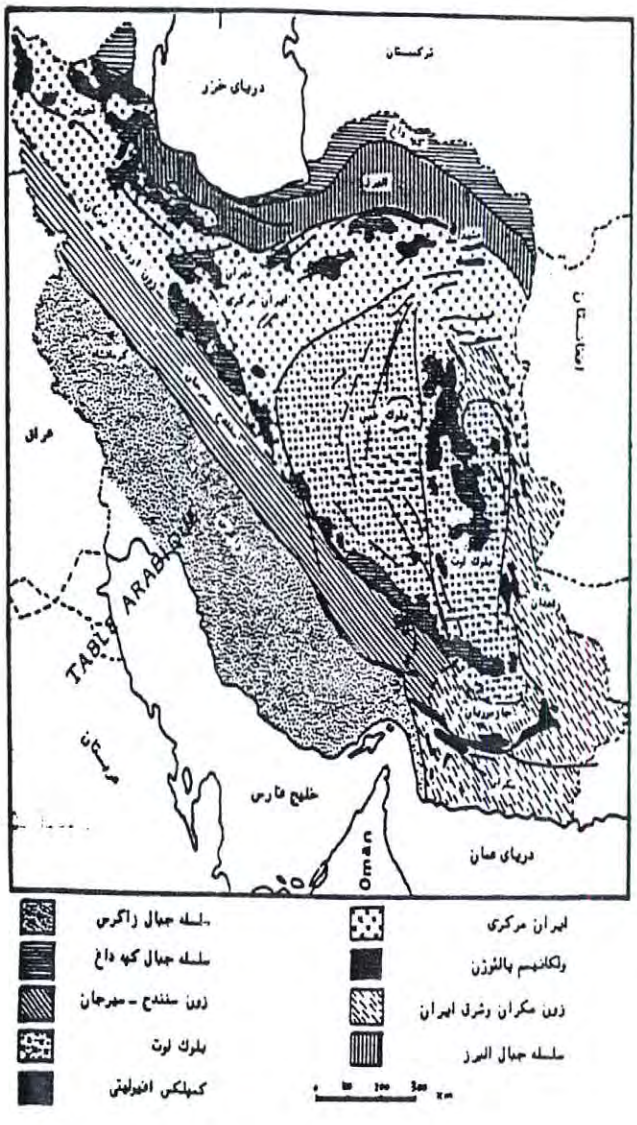
ناحیه مورد مطالعه از نظر گسترش سازندها، پالئوژئوگرافی و زمین ساخت در البرز قرار گرفته است (اشتوکلین ۱۹۶۸ و نبوی ۱۳۵۵، تصاویر ۶ و ۷). این ناحیه از نظر روندهای عمومی و ساختمانی شبیه ایران مرکزی است ولی از نظر سازندها و لیتولوژی هم قیاس با البرز و هم با البرز مرکزی می‌باشد. این منطقه از نظر وجود سازند قم و گسترش سازند قرمز فوقانی شبیه ایران مرکزی است. در نتیجه می‌توان گفت منطقه مورد مطالعه یک زون تدریجی بین ایران مرکزی و البرز است و سازندهای منطقه شامل سازند قرمز زیرین (دیاپیرها)، سازند قم، سازند قرمز فوقانی و رسوبات عهد حاضر می‌باشد.

۴-۲-چینه‌شناسی:

قدیمی‌ترین واحد در ناحیه، تبخیریهای منطقه هستند. دیاپیر این ناحیه متعلق به افق نمکی ترشیری ایران است. دیاپیر یا رسوبات تبخیری در ناحیه گرمسار بعلت حرکات دیاپیری نمک و تکتونیک ناحیه دارای حالت خاصی می‌باشد به گونه‌ای که نمک بهمراه مارن و گچ، چین خورده و در یکدیگر نفوذ کرده‌اند.

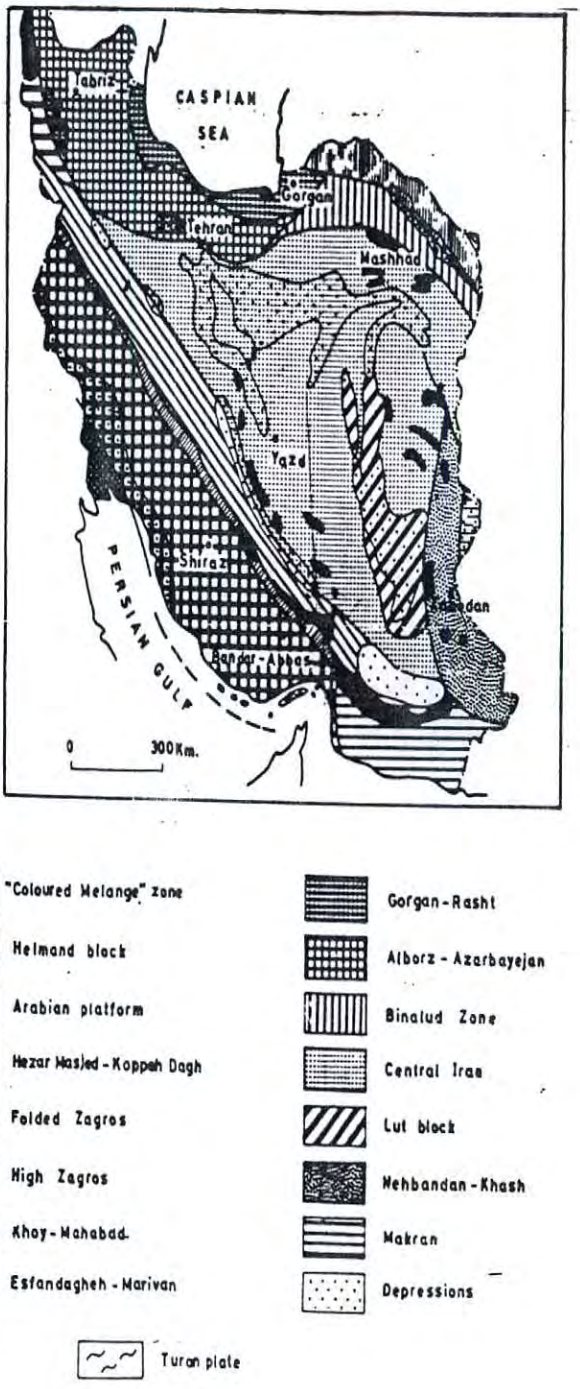
آهک قم با سن میوسن زیرین در منطقه گسترش دارد که قابل قیاس با مقطع تیپ حوضه

قم نیست و در اینجا بیشتر بصورت آهکهای ریفی با مارن و یک افق گچی است که بطور تدریجی در زیر سازند قرمز فوقانی قرار می‌گیرد و سازند قرمز فوقانی نیز دارای گسترش فراوانی است.



تصویر ٦ - واحدهای ساختمانی - رسوبی مهم ایران (اشتوکلین ١٩٦٨)

منطقه مورد مطالعه با علامت ■ مشخص شده است.



تصویر ۷ـ تقسیمات ساختمانی ایران از نظر نبوی ۱۳۵۵.

منطقه مورد مطالعه با علامت ■ مشخص شده است.

به نظر هوبر (سال ۱۹۸۱) ساختمان زمین‌شناسی اصلی در ناحیه، یک آنتی کلینال است. بر طبق مطالعات انجام گرفته، این ساختمان حاصل عملکرد یک گسل تراستی و چین خوردگی بعدی است که آنرا به شکل یک شبه آنتی کلینال درآورده است.

۴-۲-۱-دیاپیریسم (سازند قرمز تحتانی .Lower Red Formation; L.R.F)

قدیمی‌ترین واحد در ناحیه مورد مطالعه دیاپیر یا رسوبات تبخیری است که از قاعده آن اطلاعات دقیق در دسترس نیست ولی بر روی آن مارن زرشکی قرار گرفته است و رخنمون نمک در مسیر گسلها و در مسیر آبراهه‌ها که سنگهای پوشش فرسایشی حاصل کرده بیشتر دیده می‌شود و غالباً روی نمک را قشر نازکی از رس زرشکی رنگ پوشانیده است.

بر اثر انحلال و ریزش، در آن حفرات فراوانی ایجاد گشته است. رنگ نمک بسیار متغیر است و به سمت قاعده سفید و تودهای می‌باشد و به سمت بالا نازک لایه می‌شود و تغییر رنگ شدیدتر است.

بر روی مارن زرشکی بطور تدریجی مارنهای به رنگ نارنجی، سبز، سفید و خاکستری بهمراه گچ نازک لایه قرار می‌گیرد و آثار پراکندهای از نمک در آن وجود دارد که وجود شوردهای سطحی در نقاط مختلف بیانگر نفوذ آب و وجود نمک است. در داخل دیاپیریسم این منطقه بطور جزیی سنگهای ولکانیکی نیز یافت می‌گردد که با توجه به حرکات تکتونیکی منطقه، خرد شده و در سطح هوازده هستند. ترکیب کانی‌شناسی آن آندزیت ـ بازالت و رنگ آن سیاه می‌باشد که بر اثر تجزیه گاه به رنگ سبز درآمده است. بافت آن در بعضی مواقع

بصورت میکرولیتیک پورفیری نیز در می‌آید و بعلت مقاومت زیادتر نسبت به سایر سنگها بصورت برجستگی و یا واریزه در سطح رخنمون دارند. در روی ولکانیتها شیل‌هایی به رنگ سبز، سیاه و همچنین گچ نازک لایه وجود دارد که بیانگر محیطی کم عمق می‌باشد، زیرا در شیل و ماسه سنگ‌های آن ترکهای حاوی گل بطور فراوان دیده می‌شود و در ماسه سنگ آن ریپل مارک وجود دارد.

ژیپس و انهیدریت بهمراه مارن خاکستری مجموعه‌ای را به نام پوش سنگ(cap-rock) بوجود می‌آورند بطوریکه دیگر واحدهای دیاپیر را می‌پوشانند و تنها در مسیر گسل‌ها و آبراهه‌ها بر اثر فرسایش، پوش‌سنگ از بین رفته و لیتولوژی زیر رخنمون دارند. لیتولوژی این واحد بیشتر شامل ژیپس توده‌ای می‌باشد که بعلت مقاومت زیادتری که در برابر فرسایش دارد غالباً در حاشیه بصورت پرتگاه و توده‌ای رخنمون پیدا کرده است و تنها در بعضی از نواحی لایه‌بندی قابل رؤیت می‌باشد. بر روی ژیپس توده‌ای بطور پراکنده ماسه سنگهای آهکی دیده می‌شود و دربارهٔ منشاء ژیپس این ناحیه نیز که آیا اولیه است یا ثانویه به بررسی و مطالعه زیادتری نیاز است. (تصاویر ۸ و ۹). با توجه به لیتولوژی این بخش و قرارگیری آن در زیر آهکهای معادل سازند قم این بخش معادل سازند قرمز زیرین در نظر گرفته شده است.

۴-۲-۲-سازند قم:

در فرهنگ چینه‌شناسی ایران این سازند به رسوبات دریایی الیگوسن میانی و بالایی و میوسن زیرین ایران مرکزی اطلاق می‌گردد. نام آن از شهر قم گرفته شده است. این سازند دارای مقطع تیپ مشخصی نیست ولی در ناحیه قم (کوه دو برادر-نرداقی) مطالعه شده است. لیتولوژی آن در ناحیه قم شامل آهک-آهک ماسه‌ای-مارن و مارن آهکی بهمراه گچ می‌باشد و به بخشهای مختلفی تقسیم شده است.

تصویر ۸ ـ قسمتهای مختلف دیاپیریسم منطقه کلرز گرمسار (دید به غرب)

(۱) ژیپس و انیدریت

(۲) مارنهای رنگارنگ

تصویر ۹ ـ قسمتهای مختلف دیاپیریسم منطقه کلرز کرمسار (دید به شمال غرب)

(۱) ژیپس و انیدریت

(۲) مارنهای رنگارنگ

این سازند از نظر لیتولوژی و تفاوت رنگ از سازندهای قرمز فوقانی و قرمز تحتانی متمایز می‌شود. هر سه این سازندها در ایران مرکزی و شمال غرب ایران گسترش فراوانی دارند. از نظر لیتولوژی و سنی و فسیل‌ها شباهت زیادی با تشکیلات آسماری در زاگرس دارد. در منطقه گرمسار آهک سازند قم دارای ضخامت ۳۸۰ متر است که قاعده آن گسله می‌باشد و روی آن بطور هم شیب توسط سازند قرمز فوقانی پوشیده می‌گردد و شباهت لیتولوژیکی آن با مقطع تیپ سازند قم بسیار کم می‌باشد. در داخل این سازند و در فاصله ۱۸۰ متری از قاعده، یک لایه گچی به ضخامت ۳ متر وجود دارد که مجموعه آهک قم را به دو بخش تقسیم می‌کند که بر روی عکسهای هوایی قابل تشخیص نیست.

بخش زیرین سازند قم در منطقه کوه کلرز ۱۸۰ متر ضخامت دارد و قاعده آن گسله و بخش بالای آن توسط گچ راهنما جدا می‌شود. لیتولوژی آن از قاعده به طرف بالا شامل قسمتهای زیر می‌باشد:

- گنگلومرا با سیمان آهکی و آهک تخریبی با ذرات آذر آواری (۵ متر).
- آهک نازک لایه زرد رنگ که در برخی از قسمتها دارای بخشهای آذر آواری است (۹ متر).
- آهک خاکستری که قسمت پایین ضخیم لایه است و به طرف بالا نازک لایه می‌شود و دارای بخشهای آذر آواری است و سطح شکست صورتی رنگ می‌باشد (۱۴ متر).
- مارن با بخشهای آهکی که در داخل آن لکه‌های سبز رنگ گلوکونیت وجود دارد و غنی از ماکروفسیل است (۱۴ متر).

ـ آهک و مارن با لایه‌بندی خوب، در قسمتهای مارنی بر مقدار ماکروفسیل افزوده می‌شود و سطح شکست سبز روشن است (۸ متر).

ـ آهک با بخشهای مارنی، ضخیم لایه که در بخشهای بالایی بر مقدار فسیل افزوده می‌شود و سطح شکست دارای لکه‌های سفیدی است (۱۴ متر).

ـ آهک ضخیم لایه که در داخل خود دارای لامینه‌های کوچک است. سطح هوازده آن دارای تیغه‌ها و حفره‌های انحلالی فرسایشی است. سطح هوازده خاکستری و سطح شکست تیره‌تر از نمونه‌های قبل است و در آن فسیل خارپوستان فراوان است (۱۴ متر).

ـ آهک و مارن (۵ متر).

ـ آهک تودهای به رنگ خاکستری که سطح شکست آن کرم روشن و دارای دو میان لایه نیم متری مارن سبز است (۲۴ متر).

ـ مارن سبز بهمراه لایه‌های نازک آهک (۱۰ متر).

ـ تناوبی آهک و مارن (۱۳ متر).

ـ مارن (۸ متر).

ـ تناوب مارن و آهک (۱۵ متر).

ـ مارن سبز رنگ (۳۲ متر).

ـ لایه گچ فشرده سفید رنگ (۳ متر).

در قاعده بخش بالایی سازند قم در منطقه کلرز، لایه گچی وجود دارد. ضخامت این بخش بیش از ۲۰۰ متر می‌باشد که بطور هم شیب و تدریجی به سازند قرمز فوقانی می‌رسد و

لیتولوژی آن از پایین به بالا چنین است:

-مارن سبزرنگ که از پایین به بالا آهکی می‌شود. (۷ متر)

-آهک و مارن که سطح شکست آن صورتی است. (۲۲ متر)

-مارن. (۴ متر)

-آهک ماسیو به رنگ خاکستری که سطح شکست آن دارای لکه‌های سفید است. (۲۴ متر)

-مارن، آهک سفید و متراکم. (۲۶ متر)

-آهک توده‌ای که در سطح شکست دارای تیغه‌های فرسایشی و رنگ سطح هوازده از زرد تا خاکستری قابل تغییر است و سطح شکست خاکستری و دارای لکه‌های سفید است. (۱۶ متر)

-مارن سفید همراه با فسیلهای پکتن. (۱۱ متر)

-آهک ماسیو خاکستری تیره تا زرد و مارن دارای ماکروفسیل. (۲۲ متر)

-تناوب آهک متراکم خاکستری و مارن. (۸ متر)

-آهک خاکستری با لکه‌های سفید با بخش مارنی. (۳۰ متر)

-مارن قهوه‌ای با اکسید آهن و مارن سبز. (۱۰ متر)

-تناوب آهک خاکستری و آهک تخریبی با مارن و مارن ژیپس‌دار که بطور هم شیب به مارن و گچهای سازند قرمز فوقانی می‌رسد. (۲۰ متر)

با توجه به لیتولوژی این سازند و فسیلهای یافت شده در بخشهای آهکی و مارنی، این بخش معادل سازند قم در نظر گرفته شده است.

۴-۲-۳-سازند قرمز فوقانی (Upper Red Formation; U.R.F)

این سازند بیانگر عقب‌نشینی دریای الیگوسن در ایران مرکزی است و روی سازند قم را می‌پوشاند. از روی چند ویژگی می‌توان این سازند را از قم و سازند قرمز تحتانی (دیاپیریسم) مجزا کرد که عبارتند از: وجود حالت لایه بندی رنگی در سازند قرمز تحتانی (L.R.F) و ضخامت بیشتر سازند قرمز فوقانی (U.R.F) و رنگ قرمز روشن سازند قرمز تحتانی (L.R.F).

برای این سازند مقطع تیپ مشخصی گزارش نشده است و در ناحیه وسیعی از ایران مرکزی گسترش دارد و به لایه‌های قرمز اطلاق می‌شود که بر روی سازند قم قرار دارند.

بیشترین ضخامت آن در ناحیه ایوانکی - فیروزکوه گزارش شده است که ضخامتی معادل ۷۰۰۰ متر دارد. این سازند برای اولین بار در تپه‌های دشت قم مشخص شده است.

این سازند در محدوده مورد مطالعه به سه ممبر M_1 و M_2 و M_3 تقسیم شده است و گسترش فراوانی دارد که توسط دیاپیر قطع شده و به شکل گسله در کنار آن قرار گرفته و لیتولوژی آن شامل تناوبی از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن می‌باشد. رنگ آن خاکستری مایل به سیاه و قطعات کنگلومرای آن شامل ماسه سنگ و توف و آهک قم و آهکهای پالئوزوئیک می‌باشد.

بخش M_1: حدود ۷۲۰ متر ضخامت دارد و شامل ماسه سنگهای ژیپس‌دار قرمز تیره - شیل و سیلتستون است.

بخش M_2: حدود ۱۱۰۰ متر ضخامت دارد و از ماسه سنگهای حفره‌دار تشکیل شده

است.

بخش M_3: حدود ۴۰۰۰ متر سیلتستون و مارنهای زرد ژیپس‌دار که دارای میان لایه‌های ماسه سنگ آهکی می‌باشد.

سن سازند را به میوسن بالایی تا پلیوسن زیرین نسبت داده‌اند و برای آشنائی بیشتر به تشریح سه بخش M_1 و M_2 و M_3 می‌پردازیم:

بخش M_1:

این واحد در قاعده مارنهای الوان همراه با رسوبات تبخیری است. در قسمت بالا ماسه سنگی می‌باشد و از دو بخش M_2 و M_1 قرمزتر و ضخامت آن حدود ۷۰۰ متر است که با توجه به تغییر فاسیس به دو بخش M_1^a و M_1^b (از پایین به بالا) تقسیم می‌شود.

الف ـ ضخامت این واحد حدود ۳۰۰ متر است که بطور هم شیب روی آهک قم که لیتولوژی آن تناوبی از آهک و مارن ژیپس‌دار است و تبدیل به مارن و گچ می‌شود قرار گرفته و به نام M_1^a معروف است.

لیتولوژی آن شامل مادستون، گچ، سیلتستون با مارن ژیپس‌دار است که در آن تناوب رنگ سفید، قرمز و سبز دیده می‌شود. قسمت بالای آن شامل ماسه سنگ آهکی نازک لایه شیل سفید که رنگ مجموعه قرمز می‌باشد. حد M_1^a و M_1^b آهک زرد رنگی است که مشخصات زیر را دارد: (این بخش در عکس هوائی قابل تشخیص نیست).

ـ شیل خاکستری مایل به قرمز با ضخامت زیاد.

ـ آهک قهوه‌ای به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر با سطح شکست سیاه.

ـ شیل سفید ورقه‌ای به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر.

ـ آهک زرد با سطح شکست سبز مایل به زرد و ضخامت حدود ۶۰ سانتی‌متر.

ـ شیل سفید مایل به آبی، ژیپس‌دار به ضخامت ۱۶ سانتی‌متر.

ـ لایه ژیپس‌دار نازک لایه در پایین و دانه شکری در بالا به ضخامت یک متر.

ب ـ این زیر بخش بطور هم شیب روی M_1^a قرار گرفته و لیتولوژی آن غالباً ماسه سنگ ضخیم با رنگ قرمز و ضخامت آن حدود ۴۲۰ متر است که به نام M_1^b معروف می‌باشد. این واحد قرمزترین بخش سازند قرمز فوقانی بوده و لیتولوژی آن از پایین به بالا چنین است:

ـ ماسه سنگ نازک لایه آهکی و مادستون. (۴۰ متر)

ـ تناوب ماسه سنگ ضخیم لایه و مادستون. (۸۰ متر)

ـ تناوب سیلتستون نازک لایه و شیل. (۱۰۰ متر)

ـ تناوب ماسه سنگ ضخیم لایه و مادستون. (۱۰۰ متر)

ـ مادستون قرمز که در قسمت بالا ژیپس‌دار می‌شود. (۱۰۰ متر)

مجموعهٔ M_1^b در زیر مارن سبز رنگی قرار دارد که جدا کننده آن از M_2^a است. این لایه مارنی دارای مشخصات زیر است که در عکس هوایی قابل تشخیص است.

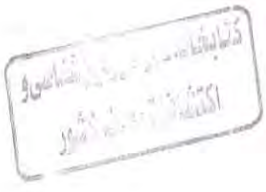
ـ گچ سفید رنگ (۱۵ سانتی متر)

ـ مارن سفید (۸ متر)

ـ آهک به رنگ خاکستری (۱۰ سانتی متر)

- مارن سفید (۲ متر)

- ماسه سنگ نازک لایه با ریپل مارک غیر متقارن.



بخش M_2:

این واحد شامل تناوب ماسه سنگ ضخیم لایه - مادستون (در قسمت پایین) و مارن ژیپس‌دار (در قسمت بالا) می‌باشد. بر اساس لیتولوژی به دو زیر بخش M_2^a و M_2^b قابل تقسیم است، که ضخامت آن حدود ۱۱۰۰ متر می‌باشد.

زیربخش M_2^a:

این واحد شامل ماسه سنگهای ضخیم لایه است که بهمراه مادستونهای خاکستری مایل به قرمز بوده و رنگ ماسه سنگ‌ها در سطح سیاه می‌باشد. در بعضی قسمتهای ماسه سنگ کنگلومرایی شده که در داخل آن قطعاتی از جنس ماسه‌سنگهای پالئوزوئیک، آهک سیاه رنگ و توفهای سبز و قطعاتی از آهک خاکستری قم یافت می‌شود. همچنین در داخل آن ساختمان لانه کبوتری وجود دارد که بر اثر فرسایش بوجود آمده و بر روی ماسه سنگها قالبهای انحلالی بلورهای کوچک کوبیک نمک طعام است.

در داخل لایه‌ها اثر کراس بدینگ و در سطح بعضی لایه‌ها ترکهای گلی بوفور وجود دارد. بعلت مقاومت زیادتر ماسه سنگ نسبت به مادستون و بر اثر فرسایش، لیتولوژی لایه‌ها وضعیت ستیغ‌های برجسته دندانه‌دار به خود گرفته‌اند. ضخامت این زیر بخش حدود ۸۰۰

متر می‌باشد.

زیربخش M_2^b:

این زیر بخش شامل مادستون قهوه‌ای مایل به قرمز بهمراه لایه‌هایی از ژیپس و مقدار کمی ماسه سنگ ژیپس‌دار است که در بخش بالایی بر ضخامت لایه‌های ژیپس افزوده می‌شود. این زیر بخش از نظر رنگ با M_2^a تفاوتی ندارد ولی از نظر لیتولوژی بدلیل آنکه مقدار ماسه سنگ آن خیلی کم و ژیپس‌دار می‌باشد، دارای تفاوت است.

گسترش M_2^b بعلت شیب کم لایه‌ها و هم جهت بودن شیب لایه‌ها با شیب توپوگرافی در شمال شرق ناحیه زیاد و ضخامت آن حدود ۳۰۰ متر می‌باشد.

روی بخش M_2 بطور هم شیب زیر بخش M_3^a قرار می‌گیرد که با ماسه سنگ و مادستون شروع می‌شود.

بخش M_3:

این واحد ضخیم‌ترین واحد سازند قرمز فوقانی (U.R.F) است که رنگ آن خاکستری می‌باشد و به سه زیر بخش M_3^a و M_3^b و M_3^c قابل تقسیم است.

زیربخش M_3^a:

این زیر واحد شامل ماسه سنگ و مادستون است که مادستون آن زیادتر و رنگ آن خاکستری و دارای ماسه سنگهای ژیپس‌دار است. ضخامت آن حدود ۱۳۰۰ متر و با توجه به رنگ خاکستری از M_3^b قابل تمایز است. مقدار ماسه سنگ آن از زیر واحد M_3^b بیشتر و با توجه به کم شدن یک باره ماسه سنگ از M_3^b مشخص می‌گردد.

زیربخش M_3^b:

ضخیم‌ترین زیر بخش از سازند U.R.F. است که شامل مادستون ژیپس‌دار (ژیپس قلوه‌ای) وسیلتستون بهمراه مقدار کمی لایه‌های ماسه سنگ ژیپس‌دار است که در بخش فوقانی بر مقدار ماسه سنگ افزوده می‌شود. ضخامت آن ۱۵۰۰ متر می‌باشد که توسط شیل و مادستون سبز از زیر بخش M_3^c مشخص می‌شود.

زیربخش M_3^c:

این واحد شامل ماسه سنگ و مادستون است که در بخش قاعده مقدار مادستون آن از قسمتهای فوقانی زیادتر می‌باشد. به طرف بالا بتدریج بر مقدار ماسه سنگ افزوده می‌شود و در بالا تناوبی از کنگلومرا و مادستون وجود دارد که به سازند هزار دره می‌رسد و ضخامت این واحد ۱۲۰۰ متر می‌باشد.

۴-۲-۴-پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات عهد حاضر:

این پادگانه‌ها شامل رسوبات آبرفتی بوده و حاکی از رسوبگذاری در محیط سیلابی و رودخانه‌ای می‌باشد که بطور دگرشیب بر روی واحدهای دیگر قرار دارد و قطعات تشکیل دهنده آن شامل ماسه سنگ، توف، سنگ آهک و سنگهای ولکانیکی است که بوسیله سیمانی بهم جوش خورده‌اند. این پادگانه‌ها در افقهای مختلف قرار دارند که بیانگر هم سن نبودن آنهاست بطوریکه تعدادی از آنها کاملاً از حالت افق خارج گردیده و تعدادی توسط دیاپیر قطع شده و بر روی بام گنبد قرار دارد.

رسوبات عهد حاضر شامل دو بخش می‌باشد:

الف - رسوبات عهد حاضر در زمینهای کشاورزی که حاصل فرسایش سازندهای قدیمی و حمل آنها توسط سیلاب و رسوبگذاری در دشت می‌باشد. این رسوبات شامل رس و قطعات سنگی به قطر حداکثر ۲۰ سانتیمتر از سنگهای ولکانیکی، ماسه سنگ و سنگ آهک می‌باشد. (Q_t)

ب - مخروط افکنه که این بخش شامل مخروط افکنه‌های پای دامنه‌ها که در پای تپه‌ها و به موازات شیب دامنه، رسوبات آواری بر جای گذاشته، می‌باشد. اندازه قطعات تشکیل دهنده آن متغیر و از رس تا قطعات به قطر تا یک متر تغییر می‌کند و گردشدگی بهتری دارند.(Q_{al})

۵ـزمین‌شناسی ساختمانی:

اساس زمین‌شناسی ساختمانی این منطقه بر ارتباط بین ساختها و گسلها با دیاپیرهای ناحیه و اثر متقابل آنها با یکدیگر استوار می‌باشد. در نتیجه، مطالعه زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه بدون بررسی مکانیسم حرکات دیاپیر امکان‌پذیر نیست. در مورد مکانیسم حرکات نمک سه نظریه وجود دارد که این سه نظریه عبارتند از:

الف ـ دیاپیریسم فقط در اثر تکتونیک ایجاد می‌شود.

ب ـ دیاپیریسم نمک در اثر اختلاف وزن مخصوص رسوبات تبخیری و رسوبات اطراف آن صورت می‌گیرد.

ج ـ در دیاپیریسم وجود هر دو عامل یعنی تکتونیک و اختلاف ثقل بطور مشترک عمل می‌کنند.

به نظر می‌رسد در منطقه مورد مطالعه نظریه سوم یعنی ترکیبی از عامل ثقل و تکتونیک هر دو با یکدیگر در تشکیل دیاپیرهای منطقه مورد مطالعه دخالت دارند. دیاپیرها نیز بر روی ساختهای منطقه اثر گذاشته و در حال حاضر نیز تأثیر دارند.

۵-۱-حرکات کوهزایی:

قدیمی‌ترین سازند در منطقه مورد مطالعه دارای سن الیگوسن است و سن سازندهای نواحی مجاور به ائوسن نیز می‌رسد لذا به نظر می‌رسد که حرکات کوهزایی مربوط به دوران سوم بر روی لیتولوژیهای آن محل اثر گذاشته که فقط تعدادی از آنها قابل تشخیص می‌باشد.

اولین فاز کوهزایی قابل تشخیص سازند کرج را از آب خارج نموده و باعث پیشروی دریا در ایران مرکزی شده، همزمان با فاز پیرینه یا ساوین اروپاست.

دومین حرکات کوهزایی همزمان با رسوبگذاری کنگلومرایی M_3^c و کنگلومرای هزار دره است زیرا در آن‌ها پبل‌هایی از سازند قم، سازند کرج و سازند قرمز فوقانی وجود دارد و زمان آن پلیوسن همزمان با فاز کوهزایی آتیکان (Atican) یا رنودانین (Rnodanian) اروپا می‌باشد.

سومین فاز کوهزایی که باعث چین خوردگی سازند هزار دره در کل منطقه و رسوبگذاری تراستهای کواترنر شده است همزمان با فاز کوهزایی پاسادنین اروپا است.

۵-۲-چین‌ها:

چین‌های منطقه مورد مطالعه دو نوع است:

الف - چین‌های ساختمانی که در سازندها بوجود آمده و متأثر از نیروهای تکتونیکی ناحیه است.

ب - چین‌های موجود در دیاپیر که به تکتونیک نمک ارتباط پیدا می‌کند.

۵-۲-۱-چین‌های ساختمانی:

ناودیس جنوب شرق کوه کلرز:

این ناودیس با محور شمال شرق -جنوب غرب از روند کلی ناحیه تبعیت نمی‌کند. لیتولوژی اصلی آن آهک قم است و بر روی یال شرقی و قسمتی از محور آن بخش M_1 از سازند قرمز فوقانی قرار دارد. بر روی بخش M_1 و آهک قم در قسمت محوری این ناودیس رسوبات آبرفتی کواترنر نشسته است. یال شرقی بطور گسله در کنار M_2 و دیاپیر قرار می‌گیرد و یال غربی و قسمت مرکزی نیز بوسیله یک سری گسلهای کوچک با روند شمال شرق -جنوب غرب قطع می‌شود.

۵-۲-۲-چین خوردگیها و تغییر روندهای ناشی از تأثیر دیاپیر:

دیاپیر یکی از عوامل تشکیل دهنده چین‌های ناحیه و تغییر روندها است که تعدادی از آنها را می‌توان مشاهده کرد. بعنوان مثال لایه‌های گچی در داخل دیاپیر جنوب کوه کلرز و مارنهای الزانی که در اژدها کوه چین خورده و روندهای کمانی شکل که در جنوب منطقه مورد مطالعه وجود دارد، همگی ناشی از تأثیر دیاپیر جنوب کوه کلرز است.

چینهای داخل نمک:

در بخش عمده‌ای از منطقه، نمک پوشیده شده و با وجود گسترش زیاد نمک در منطقه مورد مطالعه، بعلت دور بودن از جاده اصلی کار استخراجی بر روی آن صورت نگرفته است. ادامه دیاپیر در قسمت جنوب منطقه مورد مطالعه به معدن راهراهک می‌رسد که در آنجا

چین خوردگی‌های داخل نمک در سینه کارهای معادن به خوبی دیده می‌شود. در تعدادی از این سینه کارها نمک دارای لایه بندی منظم و بدون چین خوردگی است و لایه‌ها با ریتم خاص و بطور متناوب در رنگهای قرمز، نارنجی، سبز، سبز مایل به آبی، دودی، سفید و سیاه بر روی همدیگر قرار گرفته‌اند.

۵-۲-۳-وضعیت ساختمانی کوه کلرز:

کوه کلرز در نگاه اول بصورت تاقدیسی گنبدی شکل است که لایه‌های قرمز در زیر و آهک قم بر روی آن قرار گرفته است. با توجه به اینکه لایه‌های قرمز در زیر آهکهای قم قرار گرفته و حتی در بعضی از جاها هم شیب به نظر می‌آیند، اکثر زمین شناسان (هوبر، ۱۹۵۸) آنرا متعلق به سازند قرمز زیرین می‌دانند. بنابراین اگر این لایه‌های قرمز را متعلق به L.R.F بدانیم می‌توان ساختمان تاقدیسی را برای آن در نظر گرفت.

این ساختمان حاصل دو فاز تکتونیکی ذیل می‌باشد:

الف - فاز اول تکتونیکی باعث شده است که مجموعه سازندهای تبخیری زیرین، قم و سازند قرمز فوقانی، چین خورده و پس از آن سازند قم توسط یک گسل تراستی بر روی سازند قرمز فوقانی رانده شود. از جمله گسل گرمسار با روند شرقی غربی از نوع گسل تراستی است که در داخل آن دیاپیر نفوذ کرده است. از شواهد روی زمین می‌توان فهمید که این گسل تراستی در امتداد لایه‌های آهک رخ داده و گسل از نوع گسل امتدادی دارای روند شرقی - غربی و شیب آن به سمت شمال است.

ب ـ فاز دوم تکتونیکی که احتمالاً مربوط به حرکت نمک بسمت بالا است، با حرکت نمک و املاح تبخیری آغاز شده و باعث گردیده است که یال جنوبی کوه کلرز را بصورتی که امروزه لایه‌های آهک قم هم جهت با شیب توپوگرافی بر روی سازند قرمز فوقانی قرار گرفته‌اند در بیاورد.

۵ـ۳ـ گسل‌ها:

گسل گرمسار:

این گسل با راستای شرقی ـ غربی در شمال گرمسار که به سمت غرب پیچ و خمهای زیادی پیدا کرده، پس از گذشتن از دامنه کوههای تخت رستم و کوه سرخ در جنوب شرقی ورامین به گسل پیشوا می‌رسد.

طول گسل از شمال ده نمک در قسمت شرقی تا جنوب غربی کوه سرخ و رودخانه شور در غرب حدوداً ۷۰ کیلومتر است. به نظر می‌رسد که ۳/۵ کیلومتر از طول این گسل در شمال شهرستان گرمسار باعث بیرون زدگی توده‌های نمکی متعلق به سازند قرمز تحتانی بصورت دیاپیرهای نمکی شده است.

گسل کلرز:

این گسل دارای روند شرقی ـ غربی است و شیب آن به سمت شمال می‌باشد که از نوع

گسل امتدادی بوده و لغزش در امتداد لایه‌های آهک قم صورت گرفته و باعث رانده شدن آهک قم بر روی سازند قرمز فوقانی گشته است. امتداد این گسل در دو طرف کوه کلرز بعلت وجود دیاپیر قابل تعقیب نیست.

به دلیل توپوگرافی شدید کوه کلرز، گسل اصلی کلرز توسط گسلهای مختلف قطع شده و رخنمون آن بصورت راندگی با خمش و شاخه‌های زیاد است.

گسل شمال معدن گوگرد:

این گسل کمانی شکل بوده و دارای امتداد تقریباً شرقی ـ غربی است و از دو گسل تقریباً موازی تشکیل شده که از گسل شرق کوه کلرز جدا می‌شوند. روند آنها متأثر از حرکت دیاپیر است و حتی امکان دارد از گسلهای کمانی اطراف دیاپیرها باشد. شاخه جنوبی بعلت اینکه بر روی آن دیاپیر قرار گرفته شیب مشخصی ندارد و شاخه شمالی یک گسل امتدادی است و حرکت گسل در امتداد لایه‌های M_3 صورت گرفته و M_3 را به روی M_1 رانده است.

گسل شرق کوه کلرز:

امتداد این گسل تقریباً شمالی ـ جنوبی است و شاخه‌های زیادی از آن جدا می‌شود که پس از جدا شدن گسل شمال معدن گوگرد روند آن به صورت شرقی غربی تغییر می‌کند.

این گسل یکی از اصلی‌ترین گسلهای منطقه و شیب آن به سمت غرب می‌باشد که در مجاورت دیاپیر توسط آن پوشانیده شده ولی جاهایی که آهک قم در مجاورت سازند قرمز

فوقانی قرار گرفته آهک قم را بر روی سازند قرمز فوقانی رانده است.

۶ـ زمین‌شناسی اقتصادی:

در این منطقه مواد معدنی غیرفلزی مانند ژیپس، نمک طعام، گوگرد و پتاس را می‌توان نام برد که گوگرد زمانی استخراج می‌شده است و نمک طعام در حال حاضر از معدن راد راهک استخراج می‌گردد.

الف ـ گچ (ژیپس):

این ماده معدنی در ناحیه گسترش فراوانی دارد و سنگ پوشش دیاپیرهاست. ذخایر قابل توجهی از این ماده معدنی در ناحیه و اطراف آن وجود دارد که البته ارزش استخراجی این نوع ذخایر به عوامل متعددی از جمله موقعیت مکانی و مسیر حمل بستگی دارد.

ب ـ نمک طعام:

نمک طعام دارای گسترش و ضخامت زیاد در منطقه مورد مطالعه است که در سطح پوشیده از رس است. در این منطقه معدن راد راهک در حال استخراج است و معادن متروکه‌ای نیز به طور پراکنده در منطقه وجود دارد.

ج ـ پتاس:

با توجه به مطالعات قبلی، پتاس دارای قابلیت انحلال بیشتری نسبت به نمک طعام است و در سطح کمتر قابل رؤیت می‌باشد، لذا برای یافتن پتاس در جاهائیکه سینه کار معدن نیست و

یا اینکه ترانشه‌ای بطور طبیعی وجود ندارد احتیاج به اکتشافات زیرزمینی می‌باشد.

د ـ گوگرد:

گوگرد در جنوب کوه کلرز استخراج می‌شده است که در ادامه وضعیت زمین‌شناسی و طرز تشکیل آن مورد بررسی قرار گرفته است.

۶ـ۱ـ زمین‌شناسی و چینه‌شناسی معدن گوگرد جنوب کلرز:

این معدن در داخل دیاپیرهای نمکی قرار گرفته است و از نظر لیتولوژی فرق قابل ملاحظه‌ای با سایر دیاپیرها ندارد. در داخل معدن لیتولوژی از پایین به بالا به ترتیب زیر است:

ـ کمر پایین سنگ در برگیرنده ماده معدنی، کنگلومرایی است با مشخصات ظاهری زرد رنگ، بدون لایه‌بندی مشخص، پبل‌های دارای گرد شدگی و جور شدگی تقریباً خوب با اندازه پبل‌های تشکیل دهنده کمتر از ده سانتی‌متر که شامل آهکهای سیاه رنگ پالئوزوئیک، آهک قم، توفهای سبز، قطعاتی از سیلتستون و ماسه سنگ که بطور یکنواخت پخش شده‌اند و توسط ماتریکس رس، ژیپس و ماسه بهم چسبیده‌اند.

مرز بین این کنگلومرا و سنگ کربناته در برگیرنده ماده معدنی گسله است. سنگ کربناته در برگیرنده ماده معدنی بر روی کنگلومرا است و کنگلومرای مذکور از تیپ M_3 بوده که در اطراف دیاپیر قابل تشخیص می‌باشد.

ـ سنگ در برگیرنده یک سنگ کربناته است که ضخامت این سنگ در معدن با توجه به

عمق حفاری در این مرحله از اکتشاف قابل اندازه‌گیری نبود. این سنگ شبیه گچ است که به همین‌خاطر با ژیپس اشتباه می‌شود اما باتوجه به مطالعات انجام‌شده ازجنس آهک است.

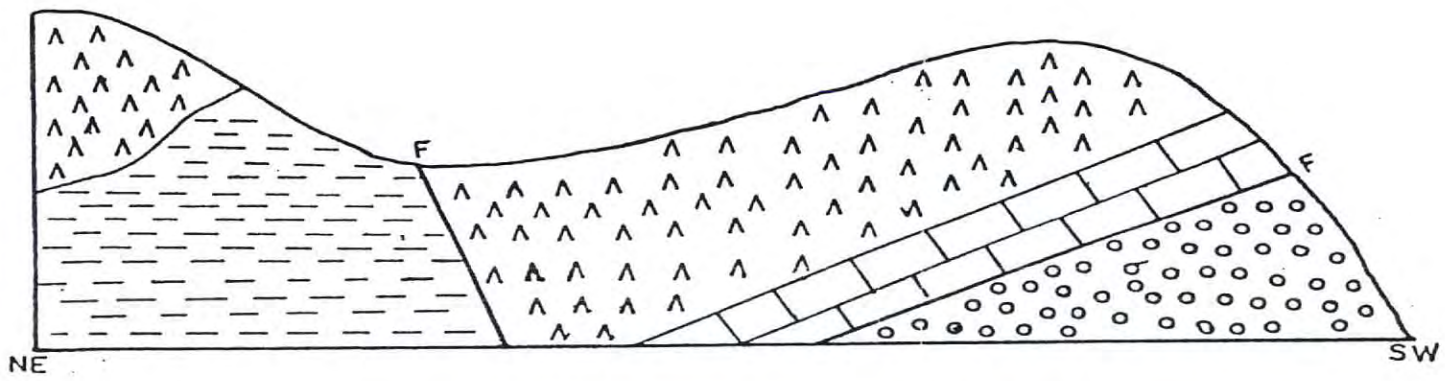
گوگرد با رنگ زرد مایل به سبز بصورت رگچه‌های پراکنده در داخل سنگ آهک قرار گرفته است و مقدار کمی گوگرد نیز در داخل ژیپس بالای سنگ آهک وجود دارد و سنگ غالب کلسیت است.

ـ کمر بالای ماده معدنی شامل ژیپس و مارن است که با بقیه ژیپس‌ها و مارنهای دیاپیری فرقی ندارد و از نظر خصوصیات شبیه آنهاست. (تصاویر ۱۰ و ۱۱)

۶ـ۲ـ طرز تشکیل گوگرد در معدن جنوب کلرز:

این معدن در داخل واحد تبخیری قرار گرفته و سنگ در برگیرنده آن کربناته است. حدود سه کیلومتری جنوب غرب این معدن، شمالی‌ترین سینه کار معدن نمک راهراهک قرار دارد که بعلت وجود مواد بیتومینه و بوی نفت، نمک آن قابل استخراج نیست.

با توجه به نظریه‌هایی که درباره طرز تشکیل گوگرد وجود دارد و معادنی که در دنیا مطالعه شده و همچنین شواهد موجود در منطقه در مورد تشکیل گوگرد این معدن می‌توان چنین اظهار نظر نمود که انهیدریت سنگ پوشش لایه‌ای روی گنبد که امکان دارد اولیه و یا از تجمع باقی مانده انهیدریت موجود در نمک بوجود آمده باشد، هیدراته شده و تبدیل به ژیپس گردیده است. سپس گوگرد و سنگ آهک بصورت جانشینی در انهیدریت سنگ پوشش قرار گرفته‌اند.



گسل (F)

سنگ آهک

کنگلومرا

ژیپس

نمک - مارن

تصویر ۱۰ - مقطع شماتیک از معدن گوگرد جنوب کلرز (شمال گرمسار)

تصویر ۱۱ ـ سینه کار معدن گوگرد جنوب کلرز واقع در شمال گرمسار (دید به جنوب)

همراه بودن مواد نفتی در فاصله حدود سه کیلومتری و قرار گرفتن گوگرد در داخل سنگ آهک مبیّن نظریه بیوژنیک می‌باشد.

بر اساس این نظریه باکتریهای بی‌هوازی در هنگام واکنش، هیدروکربور را بعنوان یک منبع انرژی مصرف می‌کنند ولی به جای اکسیژن از سولفور برای ترکیب با هیدروژن استفاده می‌نمایند تا سولفید هیدروژن، کلسیت و آب را تولید کنند. سولفید هیدروژن ممکن است بشکل سولفور کلوئیدی اکسید شود یا در محیط غیر هوازی با یونهای کلسیم اضافی واکنش کرده و هیدروسولفید کلسیم بدهد، که خود در حضور دی اکسید کربن تولید شده بوسیله باکتریها رسوب بلور سولفور می‌دهد که بهمراه آن رسوب کلسیت ثانویه تشکیل می‌شود. اگر سولفید هیدروژن قادر به گریز از محیط باشد پوش سنگ آهکی عاری از سولفور می‌شود کما اینکه در ادامه لایه آهک واقع در قسمت جنوب غربی معدن، سولفوری وجود ندارد که به نظر می‌رسد سولفید هیدروژن از محیط خارج شده است.

خلاصه واکنش فوق را به صورت زیر میتوان بیان نمود:

$$CaSO_4 + CH_4 \text{ (هیدروکربور)} \rightarrow H_2S + CaCO_3 + H_2O$$

$$2H_2S + SO_4^{-2} \rightarrow 4S + 2H_2O + 2OH^-$$

$$2H_2S + 2Ca^{++} + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Ca(HS)_2 + 4H^+$$

$$Ca(HS)_2 + 4S \rightarrow CaS_5 + H_2S$$

$$CaS_5 + CO_2 + H_2O \rightarrow 4S + CaCO_3 + H_2S$$

۶ـ۳ـفراوری گوگرد در معدن گرمسار:

اساس فرآوری گوگرد طبیعی جهت جدا کردن گوگرد از ژیپس، کلسیت و دیگر ناخالصیها بر حرارت دادن و ذوب کردن گوگرد استوار است که این کار به طرق مختلف انجام می‌شود.

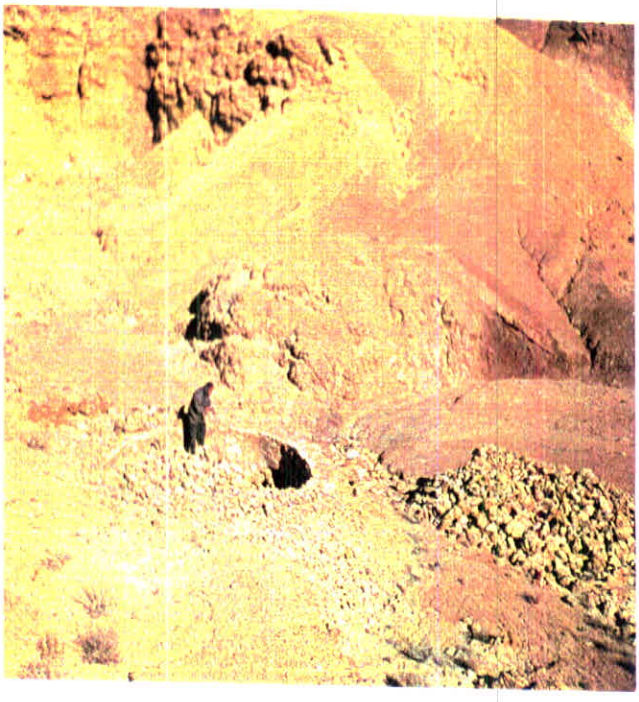
برای این منظور دو نوع کوره در این معدن وجود دارد که به نامهای دودکش‌دار و استوانه‌ای شکل معروف می‌باشند و سیستم آنها بصورت زیر می‌باشد:

الف ـ کوره استوانه‌ای شکل:

این کوره هنوز در محل معدن قرار دارد. قطر قاعده آن حدود پنج متر، ارتفاع آن حدود ۱/۵ متر و کف آن کمی شیب دار است. دریچه‌ای در کف کوره وجود دارد که در پایین‌ترین سطح قرار گرفته و سنگهای حاوی گوگرد را در داخل آن می‌ریختند و سپس حرارت می‌دادند. قسمتی از گوگرد سوخته و بقیه ذوب می‌شد، و از دریچه کف کوره خارج و جمع‌آوری می‌گردیده است. (تصویر ۱۲)

ب ـ کوره دودکش‌دار:

تعدادی از این کوره‌ها در جنوب کوه کلرز قرار دارند و شامل مجموعه‌ای از کوره‌های هم شکل است که بطور موازی قرار گرفته‌اند. شش کوره از مجموعه فوق ظاهراً فعال بوده و تعدادی نیز در دست ساختمان بوده که نیمه کاره رها شده است. این کوره‌ها به شکل کانالی بطول ۴ متر و عرض و ارتفاع یک متر با هشت طاق کمانی شکل می‌باشد.



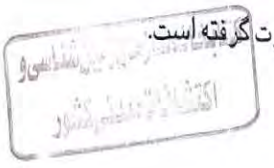
تصویر ۱۲ ـ کوره استوانه‌ای شکل در محل معدن کوگرد گرمسار

پهنای هر طاق ۲۰ سانتیمتر است و با یکدیگر ۲۰ سانتیمتر نیز فاصله دارند. این طاق‌ها از ۳۰ سانتیمتری کف کوره به دیواره کوره متصل هستند و فاصله بالای آن تا سطح زمین که سطح کوره است حدود ۴۵ سانتیمتر می‌باشد. ابتدای کوره دریچه‌ای وجود دارد که از این طریق می‌توان مواد سوختنی را در زیر طاقها قرار داد و در انتهای آن دودکشی قرار دارد که حدود ۲ متر از ارتفاع آن باقی مانده است. تمام مصالح بکار رفته در این کوره از خشت خام و خاکهای اطراف آن است.

در این کوره سنگ معدن با عیار بالا را در پاتیلهایی می‌ریختند و پس از حرارت دادن، گوگرد را از گانگ جدا می‌کرده‌اند.

۷ـ نمونه‌برداری و بررسی مطالعات آزمایشگاهی:

همانطوریکه اشاره گردید قسمت عمده گوگرد این کانسار در زون تدریجی سنگهای آهکی به تبخیری قرار دارد، که در عمق و سطح از نظر ترکیب شیمیایی تغییرات فراوانی را نشان می‌دهد. به منظور تعیین کیفیت شیمیایی ماده معدنی در گستره برونزد، دو مرحله نمونه برداری سطحی و عمقی در محل کانسار صورت گرفته است.



۷ـ۱ـ نمونه برداری سطحی:

این مرحله از نمونه برداری در محل و حوالی سینه کار قدیمی معدن و از رخنمون سنگهای آهکی و تبخیری حاوی گوگرد بصورت کاملاً تصادفی و به روش لب پری یا تکه‌برداری صورت پذیرفته است. ابتدا سه نمونه S_1 تا S_3 از برونزد سنگ آهک توده‌ای، به رنگ سبز تیره اخذ شد. با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و XRD حاصل از این سه نمونه که در جدول شماره ۳ آمده است، عیار گوگرد در سنگ در بر گیرنده بطور متوسط ۱/۶۷ درصد می‌باشد.

جدول ۳ ـ نتایج آنالیز شیمیایی و XRD سه نمونه سطحی

نوع آزمایش / کد نمونه	S(%)	XRD
S_1	2	Gypsum + Quartz
S_2	2/5	Gypsum + Quartz + Calcite
S_3	0/5	—

همچنین مقدار فراوانی عناصر کمیاب این سه نمونه در آزمایشگاه تعیین و به شرح جدول شماره ۴ گزارش شده است.

جدول ۴ ـ مقدار فراوانی عناصر کمیاب در سه نمونه سطحی

عنصر کمیاب / کد نمونه	Sb (ppm)	AS (ppm)	Se (ppm)
S_1	۲۵	۱۲	۷۹
S_2	۴۰	۳۷	۷۹
S_3	۳۰	۵۲	۱۹

با توجه به محیط برداشت این سه نمونه که از سنگهای کربناته بوده و مقایسه میانگین

درصد وزنی فراوانی این عناصر در پوسته قاره‌ای (10^{-3} ـ 10^{-4} = AS و 10^{-4} ـ 10^{-5} = Sb و 10^{-4} ـ 10^{-5} = Se) و همچنین با توجه به وضعیت زمین‌شناسی منطقه و تعداد نمونه‌های برداشت شده، نمی‌توان در زمینه معرف یا ردیاب بودن این عناصر در محیط مورد نظر اظهار نمود ولی انتقال این عناصر از محیطی دیگر و آلودگی منطقه به این عناصر محرز می‌باشد.

بدنبال نمونه برداریهای قبلی نمونه S_4، ۵ متر بالاتر از موقعیت سه نمونه قبلی و از سنگهای تبخیری (ژیپس) آغشته به رس برداشته و مورد آزمایش قرار گرفته که با توجه به نفوذ ترکیبات حاوی گوگرد در خلل و فرج این سنگ، عیار گوگرد تا ۲/۸ درصد افزایش یافته است. به منظور بررسی سنگ استخراجی معدن، که در کوره‌های قدیمی استفاده می‌شده، نمونه S_5 از دپوی آن اخذ و پس از آنالیز شیمیایی عیار گوگرد آن ۱۱ درصد گزارش شده است.

موقعیت هر یک از این نمونه‌ها در نقشه شماره ۳ پیوست آمده است.

۷ـ۲ـ نمونه برداری عمقی:

برای تعیین گسترش عمقی کانسار در جهات مختلف، ۱۱ نمونه از عمق ۱ تا ۶ متری چالهای اکتشافی اخذ و برای تعیین کیفیت شیمیایی و کانی‌شناسی (XRD) به آزمایشگاه ارسال شد.

عملیات حفاری توسط دریل واگن و چکش حفاری با هوای فشرده در دوازده نقطه از محدوده آنومالی گوگرد صورت گرفت. در این عملیات، به منظور بررسی کیفیت شیمیایی

سنگهای حاوی گوگرد در عمق، پودر حاصل از حفاری بعنوان نمونه برداشت و جهت مطالعات آزمایشگاهی آماده گردید.

در محدوده سینه کار معدن متروکه، هشت چال اکتشافی به اعماق ۳ تا ۶ متر با مشخصات مندرج در جدول شماره ۵ حفر شده که سه چال اکتشافی SD_1 تا SD_3 و چال شماره SD_{12} در ابتدای سینه کار معدن حفاری شده و چهار نمونه SK_6، SK_8، SK_9 و SK_{11} برای تعیین ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی از آنها تهیه و مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

جدول ۵ ـ مشخصات چال‌های اکتشافی محدوده سینه کار معدن گوگرد جنوب کلرز

مشخصات چال اکتشافی / کد چال اکتشافی	عمق (متر)	زاویه حفاری
SD_1	۶	مایل
SD_2	۶	قائم
SD_3	۶	مایل
SD_4	۳	قائم
SD_5	۳	قائم
SD_6	۳	قائم
SD_{10}	۳	قائم
SD_{12}	۶	قائم

نتایج آنالیز شیمیایی و XRD چهار نمونه ذکر شده به شرح جداول ۶ و ۷ می‌باشد.

جدول ٦ ـ نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه SK_6

کد نمونه / نوع ترکیب	S%	SiO_2%	Fe_2O_3%	CaO%	MgO%	Na_2O%	K_2O%	SO_3%
SK_6	0/66	3/68	0/42	49/7	1/72	0/14	0/23	2/84

جدول ۷ ـ نتیجه آزمایش کانی شناسی نمونه‌های SK_8، SK_9 و SK_{11}

کد نمونه	نتایج آزمایش XRD
SK_8	Calcite + Quartz + Clay-minerals
SK_9	Calcite + Gypsum + Quartz + Clay-minerals
SK_{11}	Calcite + Gypsum + Quartz + Clay-minerals

با توجه به این آزمایشات می‌توان نتایج زیر را عنوان نمود:

ـ با افزایش عمق، عیار گوگرد به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد، بطوریکه در عمق ۶ متری عیار گوگرد ۰/۶۶ درصد گزارش شده است.

ـ با توجه به درصد ترکیب CaO و SO_3 در نمونه SK_6 و نتایج آزمایش XRD در سه نمونه SK_8، SK_9 و SK_{11} قسمت عمده محدوده تحت پوشش این چهار چال اکتشافی، شامل

طبقات آهکی و بندرت ژیپس و کانیهای رسی می‌باشد. به نظر می‌رسد قسمتهای فوقانی گستره این چهار چال که عمدتاً حاوی ترکیبات گوگرددار است، قبلاً استخراج و بهره‌برداری شده است.

در بخش فوقانی سینه کار معدنی چهار چال اکتشافی SD_4، SD_5، SD_6 و SD_{10} به عمق ۳ متر حفر شده که در حین حفاری تغییرات عمده‌ای از نظر رنگ و پودر حاصل از حفاری مشاهده نگردید و با توجه به وجود سنگهای تبخیری عملیات حفاری با سهولت بیشتری صورت گرفت. ضمناً از نظر افق ارتفاعی دو چال اکتشافی SD_4 و SD_5 در افق پایین‌تری واقع شده‌اند.

برای تعیین کیفیت شیمیایی سنگهای در برگیرنده گوگرد در این چالها، دو نمونه SK_3 و SK_5 از پودر حاصل از حفاری برداشت و مورد آزمایش قرار گرفت که در جدول شماره ۸ مشخص شده است.

جدول ۸ ـ نتیجه آنالیز شیمیایی نمونه‌های SK_3 و SK_5

نوع ترکیب / کد نمونه	S%	SiO_2%	Fe_2O_3%	CaO%	MgO%	Na_2O%	K_2O%	SO_3%
SK_3	0/24	5/85	0/35	44/7	2/54	0/07	0/28	35/2
SK_5	5/67	3/87	0/71	36/8	1/26	0/07	0/31	22/2

از این آزمایشات نتایج زیر قابل حصول است:

- با توجه به اینکه عمق نمونه SK_5 نسبت به SK_3 بیشتر است، به دلیل قرارگیری آن در زون تدریجی سنگ آهک به ژیپس، عیار گوگرد افزایش یافته بطوریکه:

$$S_{SK_3} = 0/29\% \quad , \quad S_{SK_5} = 5/67\%$$

- از عمق به سطح چالهای اکتشافی مذکور، درصد ترکیب CaO و SO_3 افزایش یافته است که این موضوع مؤید حضور سنگهای تبخیری به عنوان پوش سنگ کانسار و کاهش عیار گوگرد در پوش سنگ است.

در باختر سینه کار معدن گوگرد جنوب کلرز و به فاصله حدوداً ده متر از آن، آبراهه خشکی وجود دارد که در اطراف آن آثار معدنی گوگرد مشاهده می‌گردد. بهمین منظور سه چال اکتشافی SD_7 تا SD_9 در دو سوی این آبراهه مشخص و تا عمق ۳ متر حفر گردید.

دو چال اکتشافی SD_8 و SD_9 در باختر آبراهه و محل معدنکاری قدیمی حفر شده که از آنها سه نمونه SK_1، SK_2 و SK_{10} به منظور بررسی کیفیت شیمیایی و XRD از سنگهای حاوی گوگرد اخذ و مورد آزمایش قرار گرفت. (جداول ۹ و ۱۰)

نمونه SK_1 از محلی که آثار معدنکاری در آن مشاهده می‌شود برداشت شده و با توجه به آنالیز شیمیایی، بیشترین عیار گوگرد را در عمق دارا است ($S = 8/89\%$) و بر اساس نتایج آزمایش XRD گوگرد آن عمدتاً در سنگهای تبخیری بالای سنگ کربناته (زون تدریجی سنگ آهک به تبخیری) تجمع یافته است. این بخش از ذخیره از نظر قابلیت معدنکاری و راههای دسترسی خیلی مناسب نیست.

نمونه SK_2 به فاصله ۸ متری از نمونه SK_1 و از چال اکتشافی SD_9 اخذ و آنالیز گردید که با توجه به ترکیب شیمیایی آن (جدول ۹)، گوگرد ناچیزی در سنگهای تبخیری (ژیپس و انهیدریت) جای گرفته است.

جدول ۹ ـ نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه‌های SK_1 و SK_2

کد نمونه / نوع ترکیب	S%	SiO_2%	Fe_2O_3%	CaO%	MgO%	Na_2O%	K_2O%	SO_3%
SK_1	8/89	1/98	0/29	14/2	38/9	2/15	0/09	0/10
SK_2	0/50	5/69	0/71	29/2	33/9	1/74	0/11	0/36

جدول ۱۰ ـ نتیجه آزمایش کانی شناسی نمونه SK_{10}

کد نمونه	نتایج آزمایش XRD
SK_{10}	Gypsum + Anhydrite + Aragonite

سنگ در بر گیرنده (کربناته) بصورت تودهای و تیره رنگ، با ضخامت یکنواخت و شیب ملایم در خاور آبراهه برونزد دارد. نمونه SK_4 از پودر حاصل از حفر چال اکتشافی SD_7 (چال قائم) در این قسمت برداشت و آزمایش شد که نتیجه آنالیز آن به شرح جدول شماره ۱۱ می باشد.

جدول ۱۱ ـ نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه SK_4

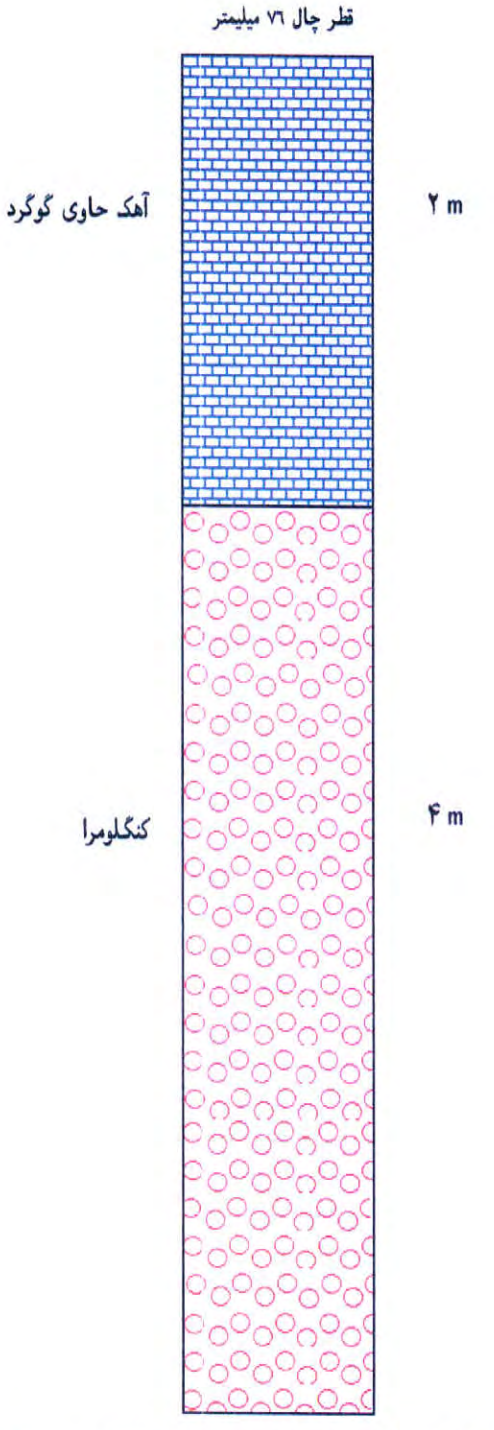
نوع ترکیب / کد نمونه	S%	SiO_2%	Fe_2O_3%	CaO%	MgO%	Na_2O%	K_2O%	SO_3%
SK_4	1/67	2/16	0/71	12	37/1	1/26	0/06	0/31

در منتهی الیه خاوری معدن گوگرد کلرز و به فاصله حدوداً ۱۰ متر از چال اکتشافی SD_{12}، چال اکتشافی SD_{11} به عمق ۳ متر و بطور قائم حفر گردیده که حاوی مقدار بسیار کمی گوگرد است و عمدتاً در سنگهای تبخیری متمرکز می‌باشد. آنالیز شیمیایی نمونه SK_7 که از این چال بدست آمده در جدول شماره ۱۲ مشخص شده است.

جدول ۱۲ ـ نتیجه آنالیز شیمیائی نمونه SK_7

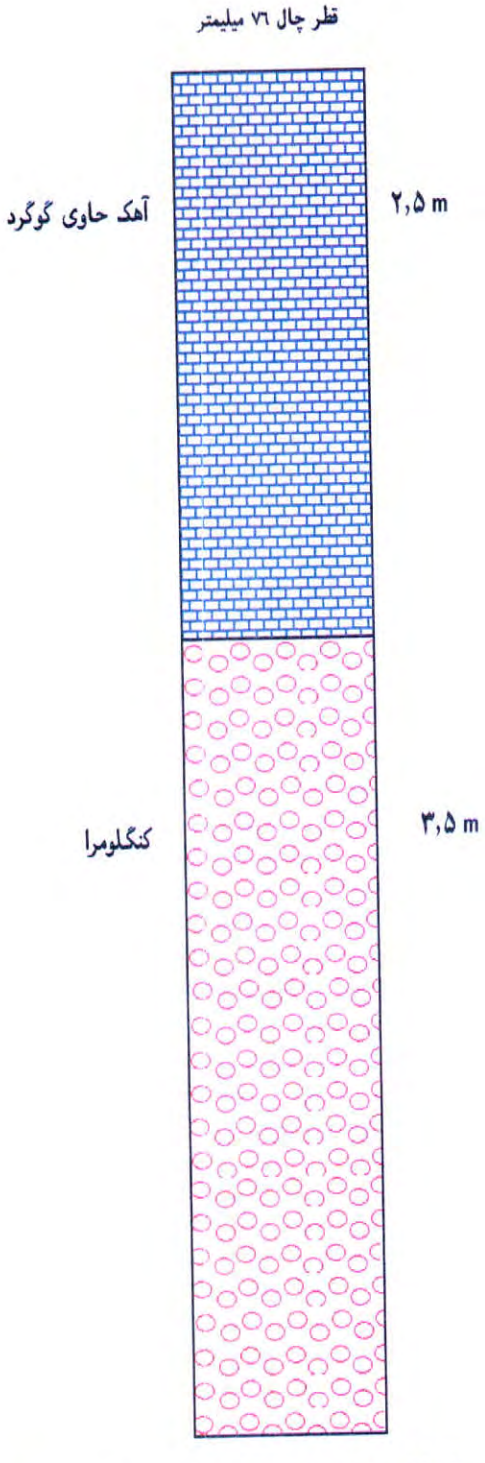
نوع ترکیب / کد نمونه	S%	SiO_2%	Fe_2O_3%	CaO%	MgO%	Na_2O%	K_2O%	SO_3%
SK_7	0/55	5/42	0/28	37	31/5	1/06	0/11	0/26

ضمناً موقعیت نمونه‌های عمقی معدن گوگرد گرمسار نیز در نقشه نمونه برداری ژئوشیمیایی پیوست گزارش (نقشه شماره ۳) و لیتولوژی مقاطع چالهای حفر شده در تصاویر شماره ۱۳ تا ۲۴ آمده است.

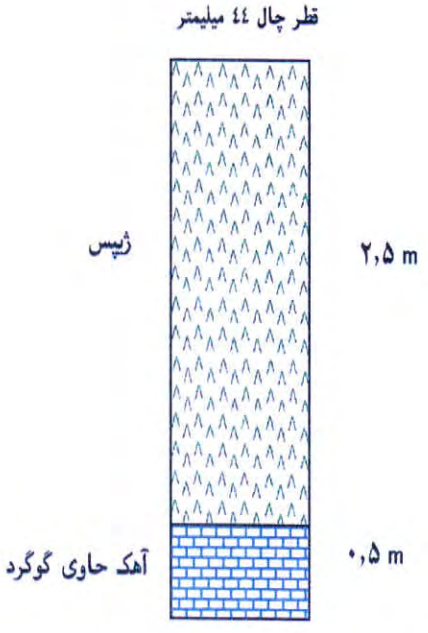


تصویر ۱۳ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD1

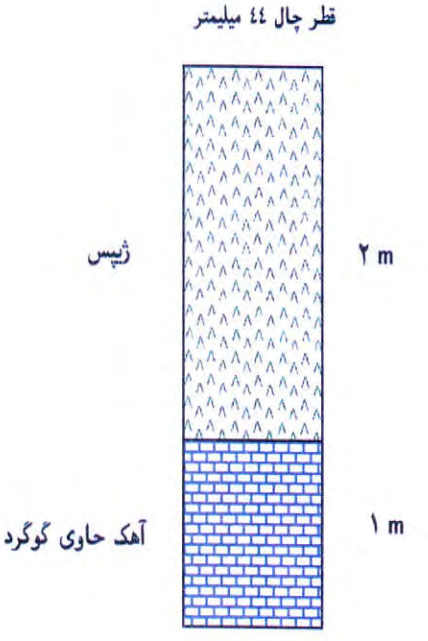
تصویر ۱٤ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD2



تصویر ۱۵ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD3



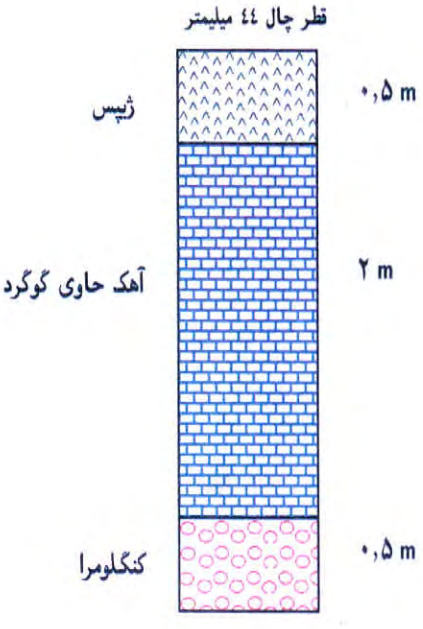
تصویر ۱۶ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD4



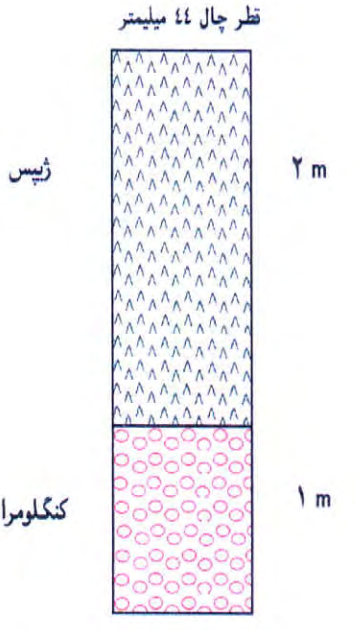
تصویر ۱۷ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD5

تصویر ۱۸ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD6

تصویر ۱۹- لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD7

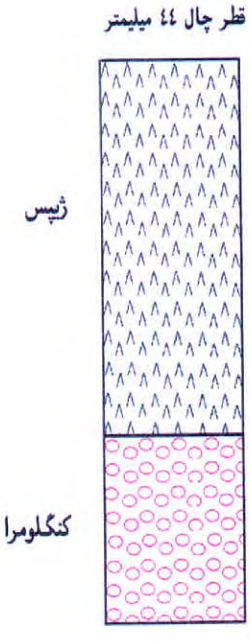


تصویر ۲۰ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD8

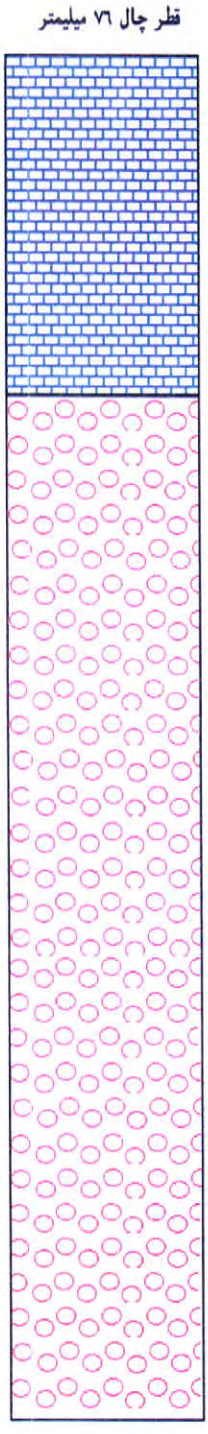


تصویر ۲۱ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD9

تصویر ۲۲ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD10



تصویر ۲۳ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD11



تصویر ۲٤ - لیتولوژی مقطع چال حفر شده برای نمونه SD12

۸ـتجزیه و تحلیل اطلاعات:

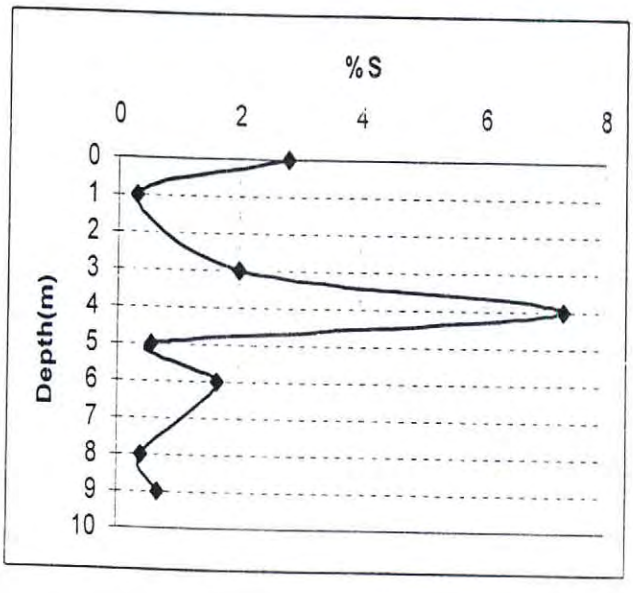
بر اساس نتایج آنالیز شیمیایی و کانی‌شناسی (XRD) ۱۸ نمونه سطحی و عمقی و تجزیه و تحلیل آنها، نتایج زیر حاصل می‌گردد:

الف ـ عیار گوگرد در نمونه‌های سطحی گستره کانسار بطور متوسط ۱/۶۷ درصد است که از ثبات نسبی برخوردار می‌باشد، لیکن عیار آن از سطح به عمق تغییرات فراوانی را نشان می‌دهد. به منظور بررسی تغییرات عیار گوگرد از سطح به عمق کانسار، افق ارتفاعی محل نمونه‌های SD_4 و SD_5 بعنوان نقطه مبنا در نظر گرفته شده و نمودار تغییرات عیار گوگرد در اعماق مختلف ترسیم گردیده است.

همانطور که در تصویر شماره ۲۵ ملاحظه می‌شود عیار گوگرد در افقهای مختلف از ۰/۲۹ درصد تا ۷/۳ درصد متغیر می‌باشد و عمدتاً در عمق ۴ متری (بخش فوقانی سنگ کربناته) متمرکز است.

ب ـ درصد ترکیب CaO و SO_3 در بخشهای مختلف کانسار از دو روند متفاوت برخوردار است، بطوریکه در نمونه‌های SK_1، SK_5 و تا حدودی SK_4، بخش عمده اکسید SO_3 بصورت گوگرد ظاهر شده است ولی در سایر نمونه‌ها این اکسید عمدتاً بصورت ژیپس در بخشهای فوقانی سنگهای کربناته یافت می‌شود.

%S	Depth(m)
2.8	0
0.29	1
2	3
7.3	4
0.55	5
1.67	6
0.4	8
0.66	9



تصویر ۲۵ ـ نمودار تغییرات درصد گوگرد در اعماق مختلف

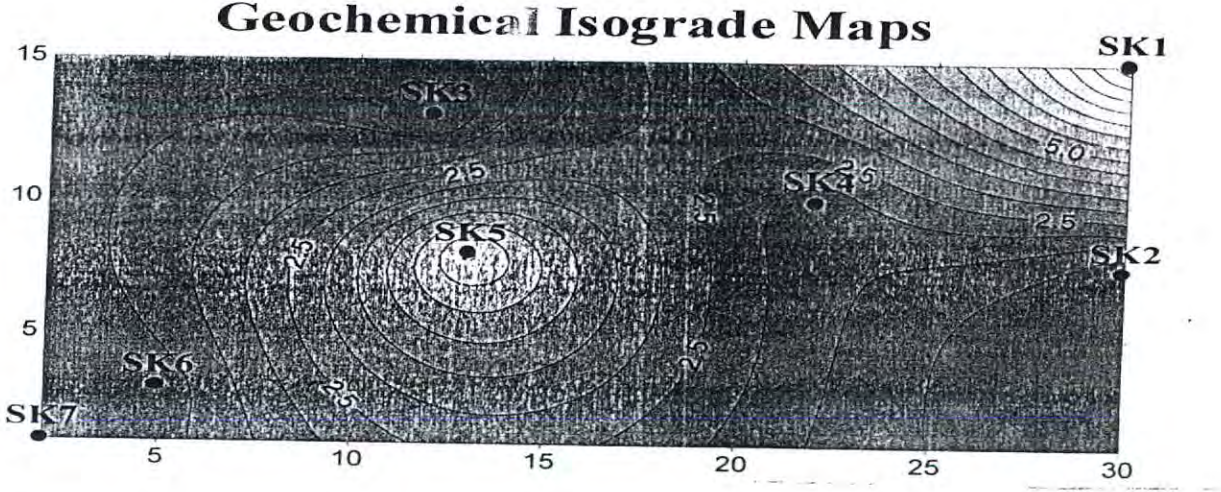
بدین منظور پارامترهای آماری و ماتریس ضرایب همبستگی این سه اکسید بطور جداگانه در جداول ۱۳ تا ۱۶ محاسبه گردیده و بر اساس عیار ترکیبات CaO، SO_3 و S نقشه‌های ژئوشیمیایی آنها ترسیم شده است (تصاویر ۲۶ تا ۲۸). همچنین نمودار تغییرات درصد گوگرد در نیمرخ حداکثر چگالی نمونه برداری در تصویر شماره ۲۹ مشاهده می‌گردد.

جدول ۱۳ - پارامترهای آماری داده‌های شیمیایی نمونه‌های SK_1، SK_4 و SK_5

نوع پارامتر / نوع ترکیب(٪)	N	$\overline{X}$	SD(%)	Var(%)^2	C.V(%)	λ	حدود تغییرات $(\overline{X}\pm\lambda)$	
							Min	Max
CaO	3	37/6	1/14	1/29	0/03	1/29	36/31	38/89
SO_3	3	16/13	5/37	28/81	0/33	6/08	10/05	22/21
S	3	5/41	3/62	13/08	0/67	4/09	1/32	9/5

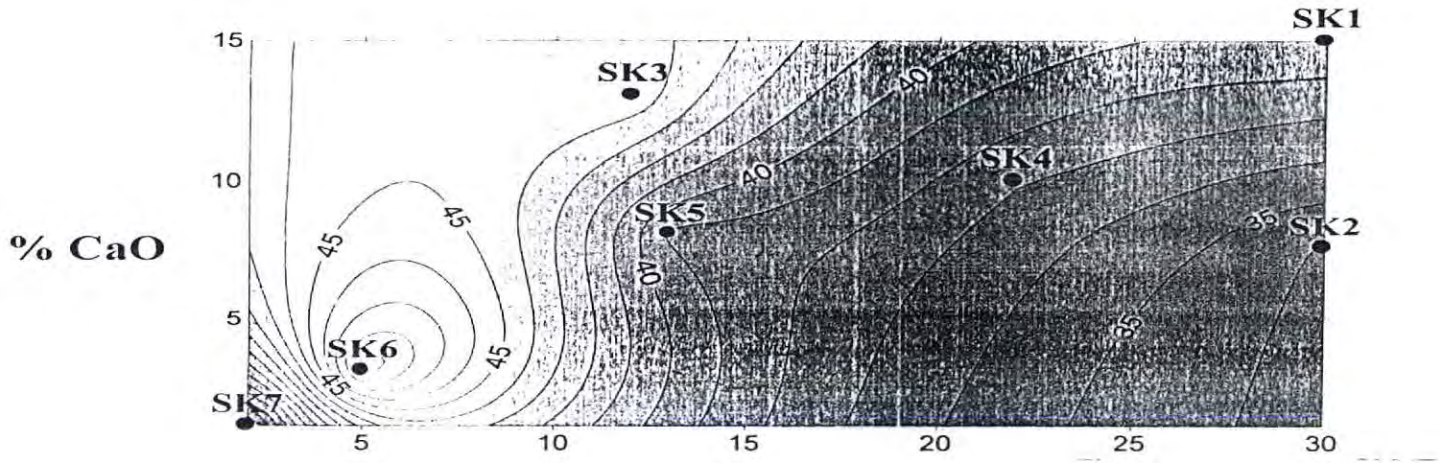
جدول ۱۴ - پارامترهای آماری داده‌های شیمیایی نمونه‌های SK_2، SK_3، SK_6 و SK_7

نوع پارامتر / نوع ترکیب(٪)	N	$\overline{X}$	SD(%)	Var(%)^2	C.V(%)	λ	حدود تغییرات $(\overline{X}\pm\lambda)$	
							Min	Max
CaO	4	39/95	8/67	75/21	0/22	8/50	31/45	48/45
SO_3	4	26/14	15/89	0/61	0/61	15/57	10/57	41/71
S	4	0/5	0/16	0/02	0/32	0/16	0/34	0/66



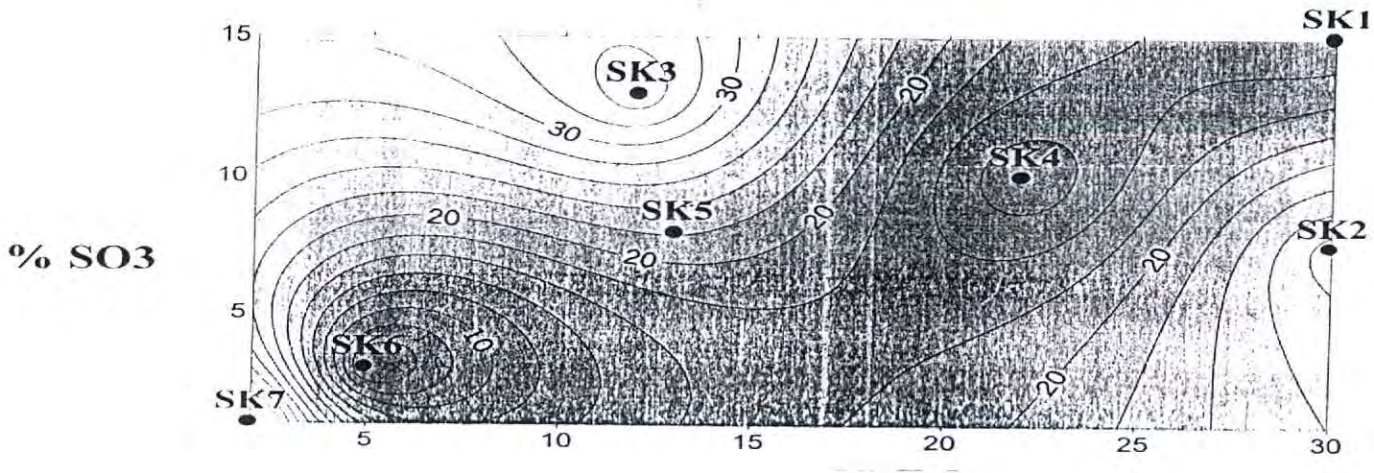
مقیاس ۱:۲۰۰

تصویر ۲۶ ـ نقشه ژئوشیمیایی هم عیار عنصر گوگرد



مقیاس ۱:۲۰۰

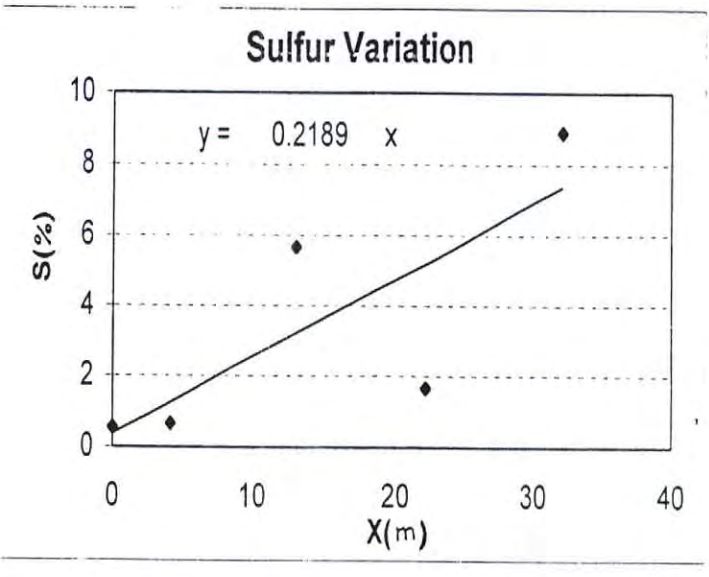
تصویر ۲۷ ـ نقشهٔ ژئوشیمیایی هم عیار عنصر CaO



مقیاس ۱:۲۰۰

تصویر ۲۸ ـ نقشه ژئوشیمیایی هم عیار عنصر SO_3

X(m)	S(%)
0	0.55
4	0.66
13	5.67
22	1.67
32	8.89



تصویر ۲۹ ـ نمودار تغییرات درصد گوگرد در نیمرخ حداکثر چگالی نمونه‌برداری

جدول ۱۵ ـ ماتریس ضرایب همبستگی ترکیبات نمونه‌های SK_1، SK_4 و SK_5

	CaO	SO_3	S
CaO	1		
SO_3	-0/43	1	
S	0/75	0/27	1

جدول ۱۶ ـ ماتریس ضرایب همبستگی ترکیبات نمونه‌های SK_2، SK_3، SK_6 و SK_7

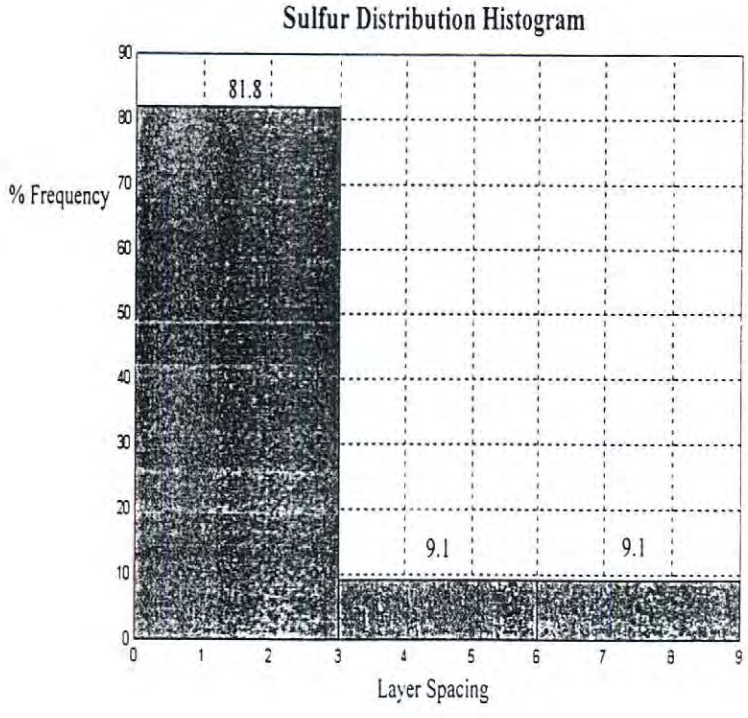
	CaO	SO_3	S
CaO	1		
SO_3	-0/71	1	
S	0/03	-0/7	1

با توجه به نتایج جداول ۱۳ تا ۱۶ ملاحظه می‌شود که در نمونه‌هایی که عیار گوگرد بالاست، ضریب همبستگی S و SO_3 مثبت می‌باشد ولی با کاهش عیار گوگرد همبستگی S و SO_3 منفی می‌شود و در نمونه‌های SK_1، SK_4 و SK_5 بین CaO و S یک همبستگی مثبت و تقریباً قوی وجود دارد که مؤید تمرکز گوگرد در نزدیکی طبقات کربناتی است. در سایر نمونه‌ها ضریب تغییرات S تقریباً نصف SO_3 است که نشان دهنده عدم تمرکز گوگرد در این زون می‌باشد.

ج ـ با توجه به تغییرات درصد عیار گوگرد در اعماق مختلف و حضور گوگرد در مجاورت سنگهای کربناته و گاهی در سنگهای تبخیری (بصورت پراکنده) می‌توان شکل توده‌ای را برای آن در نظر گرفت ولی با ملحوظ داشتن عدم استحصال گوگرد سنگهای تبخیری و تمرکز گوگرد به صورت یک نوار در بخش فوقانی سنگ کربناته شکل لایه‌ای به عرض تقریبی ۲ متر برای این کانسار متصور می‌گردد.

د ـ با توجه به اینکه عیار اقتصادی گوگرد برای چنین کانسارهایی از نظر نوع و موقعیت عمدتاً 30% - 15 = S می‌باشد، استخراج و استحصال ماده معدنی این کانسار در حال حاضر از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد و فقط در بعضی نقاط بصورت انتخابی قابل بهره‌برداری است.

هـ ـ از آنجا که مقادیر فراوانی عناصر کمیاب موجود در نمونه‌های سطحی که از آنالیز شیمیائی بدست آمده در مقایسه با میانگین درصد وزنی آنها در پوسته قاره‌ای و بخصوص مقایسه با میانگین موجود آنها در سنگهای رسوبی ـ آهکی از میزان نسبتاً قابل توجهی برخوردار هستند، بنابراین می‌توان به امکان کانی سازی در محدوده و در منطقه امیدوار بود. البته به منظور اظهارنظر قطعی در مورد ردیاب بودن عناصر، نیاز به مطالعات و بررسیهای سیستماتیک بیشتری است.



تصویر ۳۰ ـ نمودار توزیع فراوانی درصد گوگرد در کانسار

با توجه به شعاع تأثیر هر یک از چالهای اکتشافی و عمق مؤثر آنها و با در نظر گرفتن میزان گسترش احتمالی گوگرد می‌توان ابعاد حدودی زیر را برای کانسار در نظر گرفت:

طول = ۶۰ متر ، عرض = ۳۵ متر ، ارتفاع = ۱۲ متر

اگر وزن حجمی کانسار با توجه به سنگ در برگیرنده بطور متوسط ۲/۶۵ تن بر متر مکعب در نظر گرفته شود بنابراین ذخیره کانسار عبارتست از:

$V = ۶۰ \times ۳۵ \times ۱۲ = ۲۵۲۰۰$ متر مکعب

$M = P.V = ۲/۶۵ \times ۲۵۲۰۰ = ۶۶۷۸۰$ تن

از آنجا که عملیات اکتشافی کانسار در سطح مقدماتی صورت گرفته و با توجه به اطلاعات کسب شده از حفریات اکتشافی و محاسبه ذخیره بر اساس محدوده اطلاعات این حفریات و همچنین گسترش طولی پیش‌بینی شده برای کانسار، ذخیره محاسبه شده در رده ذخایر ممکن و زمین‌شناسی (C_2 , C_1) می‌باشد و چگونگی توزیع ذخیره کانسار برحسب میانگین عیار در جدول شماره ۱۸ مشخص شده است.

جدول ۱۸ ـ توزیع ذخیره کانسار گوگرد بر حسب میانگین عیار

میانگین عیار گوگرد(٪)	درصد توزیع فراوانی	توزیع حجم کانسار(m^3)	توزیع ذخیره کانسار(t)
۱/۱۵	۸۱/۸	۲۰۶۱۳/۶	۵۴۶۲۶
۵/۶۷	۹/۱	۲۲۹۳/۲	۶۰۷۷
۸/۸۹	۹/۱	۲۲۹۳/۲	۶۰۷۷
۱/۶	۱۰۰	۲۵۲۰۰	۶۶۷۸۰

پیوست ۱ ـ گزارش نتایج ارائه شده توسط آزمایشگاه:

تاریخ .....

شماره ...

پیوست .....

واحد تحقیقات صنعتی
پژوهشگران شیمی
سهامی خاص

مطالعه مقطع میقلی

S1- 2393

جز آثار بسیار کم از یک کانی اکسیده و پزومودومورف شده با اکسید آهن کانی فلزی دیگری دیده نشد.

S2-2394

کانی فلزی دیده نشد

البته قضاوت فوق تنها به کمک میکروسکپ نورمنعکس اعتبار دارد

Sam1,NO	Lab,NU	Se (PPm)	AS(ppm)	Cd (PPm)	Sb (PPm)	%S
S1	2393	79	12	3	25	2,0
S2	2394	79	37	3	40	2,5
S3	2395	19	52	2	30	0,5
S4	2396	n-d	12	2	30	2,8
S'	2397	n-d	16	3	30	11,0

واحد تحقیقات صنعتی
پژوهشگران شیمی
سهامی خاص

تاریخ ۷۸-۱۲-۱۴
شماره ۷۸-۳۹۷
پیوست

دسی و بازیابی ضایعات - کارخانجات و کارگاههای تولیدی - تصفیه آب و فاضلاب - تجزیه شیمیائی - کنترل کیفیت و راندمان - بررسی مسائل تحقیقی و مشکلات

نتایج آنالیز XRD

Sampl No.	Lab.No.	XRD Resalts
S1	2393	Gypsum+ Quartz(minor)
S2	2394	Gypsum + Quartz+ Calcite

واحد تحقیقات صنعتی

پژوهشگران شیمی

سهامی خاص

تاریخ ۷۹/۶/۲۴

شماره ۷۹--۱۹۰

پیوست

بررسی و بازیابی ضایعات ـ کارخانجات و کارگاههای تولیدی ـ تصفیه آب و فاضلاب ـ تجزیه شیمیائی ـ کنترل کیفیت و راندمان ـ بررسی مسائل تحقیقی و مشکلات

	Lab. no.	Sampl NO,	%S	%Sio2	%Fe203	%SO3	%Cao	%Mgo	%Na2o	%K20
1	897	Sk 1	8.89	1.98	0.29	14.2	38.9	2.15	0.09	0,10
2	898	SK 2	0.50	5.69	0.71	29.2	33.9	1.74	0.11	0.36
3	899	SK 3	0.29	5.85	0.35	35.5	44.7	2.54	0.07	0.28
4	900	Sk 4	1.67	2.16	0.71	12.0	37.1	1.26	0.06	0.31
5	901	Sk 5	5.67	3.87	0.71	22.2	36.8	1.26	0.07	0.31
6	902	Sk 6	0.66	3.68	0.42	2.84	49.7	1.72	0.14	0.23
7	903	Sk 7	0.55	5.42	0.28	37.0	31.5	1.06	0.11	0.26

XRD Results

893	Sk 8	Calcite--Quartz--Clayminerals--(minor)
894	Sk 9	Calcite--Gypsume--Quartz--Clyminerals
985	Sk10	Gipsume--Anhidrite--Aragonite
896	SK11	calcite--Gipsume--Quartz --Clyminerals

منابع:

۱ـ مجتبی حجازی، زمین‌شناسی ایران "تالک ـ سولفات سدیم ـ گوگرد"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۲.

۲ـ خسرو خسرو تهرانی، چینه‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۷.

۳ـ ابراهیم شاهین، گوگرد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۶۷.

۴ـ محمدحسن نبوی، خلاصه‌ای از زمین‌شناسی ناحیه چهارگوش سمنان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۵۵.

۵ـ عبدالمجید یعقوب پور، مبانی زمین‌شناسی اقتصادی، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۶.

۶ـ اطلس راههای ایران، مؤسسه گیتاشناسی، ۱۳۷۷.

۷ـ نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰ تهران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۶۵.

۸ـ دکتر محمدحسن کریم پور، کانیها و سنگهای صنعتی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۸.

۹ـ مژگان رضاخانی ـ علی اکبر حاجی محمدی، گوگرد، معاونت طرح و برنامه گروه برنامه‌ریزی معدن، ۱۳۶۸.

10 - James Barker, 1983, Industrial Minerals and Rocks, 5th Edition.