



وزارت
صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
معاونت اکتشاف
مدیریت امور اکتشاف

طرح تلفیق لایه های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش معدنی کشور

گزارش نهائی پروژه :

«شناسایی شیل در استان کرمانشاه جهت تهیه آجر»

مجری طرح: مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی طرح: مهندس بهروز برنا

مجری فنی پروژه: دکتر محمدرضا جان نثاری

ناظر فنی: مهندس علی کریمی



مشاور: شرکت مهندسی مشاور زرکوه اکتشاف

مرداد ماه ۱۳۸۹

تشکر و قدردانی

ضمن تشکر از جناب آقای مهندس کره‌ای ریاست محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات مواد معدنی کشور و همچنین جناب آقای مهندس فرهادیان معاونت محترم سازمان مذکور، از جناب آقای مهندس ناصر عابدیان (مجری محترم طرح) که در اجرای این پروژه از همکاری بیدریغ و راهنماییهای ارزشمند خود ما را بهره مند نمودند و همچنین کمکهای ارزنده جناب آقای مهندس بهروز برنا (مجری فنی طرح) که با تشکیل جلسات فنی، کارشناسان این مشاور را در اجرای هر چه بهتر پروژه و رفع مشکلات، راهنمایی های ارزنده ای نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضا جان نثاری، مسئول محترم فنی پروژه و همچنین جناب آقای مهندس علی کریمی، ناظر فنی طرح که بر عملیات اجرایی نظارت داشته و با دقتی بی نظیر، کلیه گزارشهای پیشرفت کار و نهایی را مطالعه نموده و با اصلاحات و راهنماییهای ارزنده خود، ما را یاری داده‌اند، قدردانی می‌شود.

همکاری بیدریغ سازمان صنایع و معادن استان کرمانشاه نیز در ارائه کلیه گزارشها و نقشه‌های مرتبط با این پروژه، قابل تقدیر می‌باشد.

مدیریت و کارشناسان شرکت زرکوه اکتشاف

چکیده:

در اجرای پروژه شناسایی شیل و مارن در استان کرمانشاه جهت تهیه آجر و سفال در مرحله اول ابتدا کلیه کارهای انجام شده قبلی بررسی و جمع‌بندی شد و همچنین با بررسی کلیه نقشه‌های زمین شناسی استان کرمانشاه محدوده‌های مستعد و دارای پتانسیل مشخص شد، با این اطلاعات اقدام به پیجویی و پتانسیل یابی در محدوده‌های مورد نظر شد. در این مرحله تعداد ۴۹ نمونه از رخنمونهای مناسب جهت آنالیز شیمیایی برداشت گردید. سپس با توجه به نتایج آنالیز XRF و XRD نمونه‌های مذکور، تعداد ۸ نمونه جهت تهیه آجر و انجام تستهای تکنولوژی انتخاب و در پژوهشگاه مواد انرژی مورد مطالعه قرار گرفت. پس از جمع‌بندی و تلفیق داده‌های موجود مرحله دوم اکتشاف طی سه عملیات صحرائی انجام شد، دو عملیات صحرائی این مرحله با هدف برداشت نمونه‌های آنالیز شیمیایی انجام شد و در مجموع ۳۶۷ نمونه برداشت شد که با هماهنگی ناظر پروژه تعداد ۲۳۱ نمونه انتخاب و به آزمایشگاه مربوطه ارسال شد، ضمناً ۲۰ نمونه تکراری جهت تعیین دقت آزمایشگاه انتخاب و همراه نمونه‌های اصلی به آزمایشگاه ارسال شد.

پس از جمع‌بندی و تلفیق نتایج آنالیز نمونه‌های آنالیز شیمیایی و کانی شناسی مرحله دوم، محدوده‌های مناسب برای انجام نمونه‌گیری تست تکنولوژی انتخاب و در سومین عملیات صحرائی این مرحله تعداد ۱۷ نمونه برای تست تکنولوژی برداشت و مورد مطالعه در آزمایشگاه پارس پی آزما قرار گرفت. لازم به ذکر است ترکیب شیمیایی این ۱۷ نمونه با روش XRF نیز تعیین شد.

نتایج مطالعات نشان داد که مادستون سازند آجاجاری در مناطق قصر شیرین، سرپل ذهاب و نفت شهر بهترین پتانسیل مواد اولیه جهت تهیه آجر و سفال بوده و شیل پالئوسن (واحد PE) در جنوب سنقر در اولویت دوم قرار داشته و مادستون سازند آجاجاری در منطقه خسروی در الویت سوم می باشد. این گزارش در دو جلد، شامل متن گزارش و نتایج آزمایشگاهی ارائه گردیده است.

فصل اول - کلیات

۱-۱- مقدمه

گزارش حاضر در اجرای مفاد قرارداد شماره ۲۳۱۴-۳۰۰ مورخ ۸۶/۴/۱۸ فیما بین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسين مشاور زرکوه اکتشاف به منظور شناسایی شیل و مارن در استان کرمانشاه، جهت تولید آجر و سفال می باشد. شرکت زرکوه با انجام مطالعات فراوان و اعزام اکیپهای مختلف، مطالعات صحرایی را از شهریور ۸۶ آغاز نموده و نمونه‌های برداشت شده از واحدهای سنگی در آزمایشگاه شرکت زرآزما، آزمایش شد. پس از بدست آمدن نتایج آنالیز نمونه ها، گزارش حاضر بر مبنای مطالعات و عملیات صحرایی و دفتری و نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه ها نگاشته شد.

عملیات صحرایی جهت بررسی واحدهای سنگی و نمونه برداری از آنها در دو مرحله انجام شد که در مرحله نخست، تعداد ۴۹ نمونه جهت آنالیز شیمیایی و ۸ نمونه تست تکنولوژی و در مرحله دوم تعداد ۲۳۱ نمونه جهت تست شیمیایی انتخاب و ۱۷ نمونه تست تکنولوژی برداشت شد.

بر اساس شرح خدمات قرارداد فیما بین، عملیات اکتشافی به شرح زیر می باشد:

- ۱- جمع آوری و پردازش اطلاعات قبلی
- ۲- پیمایشهای زمین شناسی و کنترل مناطق مستعد،
- ۳- نمونه برداری از نواحی مستعد
- ۴- آماده سازی آنالیز شیمی کامل نمونه ها (۱۰ اکسیدی)
- ۵- مطالعه نمونه ها به روش XRD
- ۶- انجام تست تکنولوژی جهت تعیین قابلیت های صنعتی
- ۷- پردازش داده ها و ارائه گزارش نهایی

۲-۱- روش کار و حجم عملیات

فعالیت های انجام گرفته در این پروژه، شامل مطالعات دفتری قبل از عملیات صحرایی، عملیات صحرایی و مطالعات دفتری بعد از عملیات صحرایی و تدوین گزارش حاضر به شرح زیر می باشد.

۱-۲-۱- مطالعات دفتری

مطالعات دفتری و فعالیتهای زیر قبل از عملیات صحرایی صورت گرفته است:

- گردآوری و خرید نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰.۰۰۰ منطقه
- گردآوری نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ و ۱:۱۰۰.۰۰۰ منطقه، تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت ملی نفت ایران
- گردآوری و بررسی گزارشهای قبلی در مورد اکتشاف شیل و مارن در سطح استان کرمانشاه از سازمان زمین شناسی و نیز سازمان صنایع و معادن استان کرمانشاه
- بررسی نقشه های زمین شناسی و استخراج موقعیت رخنمون سازندهای مستعد مانند سازند امیران و غیره جهت اکتشاف شیل و مارن
- تعیین مسیرهای پیمایش بر روی سازندهای مناسب با استفاده از نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی

۱-۲-۲- عملیات صحرایی

عملیات صحرایی مربوط به این پروژه، شامل برداشت نمونه های شیل و مارن در نقاط مورد پیجویی در سطح استان کرمانشاه می باشد. در این راستا، بخشهایی از استان در وسعت بیش از ۷۵ کیلومتر مربع مورد پیجویی قرار گرفت. نمونه برداری از رخنمونهای شیل و مارن در سطح استان، توسط اکیپ کارشناسی باتجربه و با نظارت مستمر در طول عملیات صحرایی انجام پذیرفت.

عملیات صحرایی و نمونه برداری مربوط به این پروژه در دو مرحله مجزا به شرح ذیل صورت گرفت:

مرحله اول: پیجویی و نمونه برداری از رخنمونهای شیل و مارن در استان کرمانشاه

مرحله دوم: نمونه برداری از واحدهای سنگی دارای ترکیب مناسب بر اساس نتایج آنالیز

نمونه های مرحله اول

در مرحله اول و حین پیجویی شیل و مارن در سطح استان کرمانشاه، تعداد ۴۹ نمونه از رخنمونهای شیل و مارن در نقاط مختلف جهت آنالیز به روش XRF برداشت شد. از این تعداد، ۳۵ نمونه علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت.

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و ترکیب مینرالوگرافی نمونه های برداشت شده در مرحله اول، رخنمونهای شیل و مارن با ترکیب مناسب برای تهیه آجر و سفال مشخص گردید و در مراحل دوم نسبت به تکمیل نمونه برداری و برداشت ۲۳۱ عدد نمونه دیگر اقدام گردید. از ۲۳۱

نمونه برداشت شده، تعداد ۴۲ عدد نمونه علاوه بر روش XRF به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت.

علاوه بر مطالعه نمونه ها به روش XRF و XRD تعداد ۸ نمونه در مرحله اول و تعداد ۱۷ نمونه در فاز دوم، به منظور انجام مطالعات تست تکنولوژی به آزمایشگاه ارسال گردید و مطالعات لازم روی آنها صورت پذیرفت.

۱-۲-۳- آماده سازی و آنالیز نمونه ها

نمونه ها پس از کنترل نهایی در کمپ صحرائی همراه با لیست مربوطه (شماره نمونه ها و نوع آنالیز مورد نظر) جهت آماده سازی به آزمایشگاه زرکوه تحویل داده شدند. نمونه هایی که با هدف آنالیز XRF و XRD برداشت گردیدند، مراحل زیر را در کارگاه آماده سازی پشت سر گذارده اند:

- کنترل مجدد تعداد نمونه ها با لیست ارسالی از منطقه و تحویل نمونه ها به کارگاه.
- خردایش تمامی نمونه ها توسط Jaw crusher تا رسیدن ابعاد نمونه به حدود 1-3mm.
- تقسیم نمونه توسط تقسیم کن مخروطی به ۸ قسمت و انتخاب یک قسمت جهت پودر کردن.
- بایگانی نمودن بخش خردایش شده.
- پودر کردن حدود 200 gr از نمونه تا اندازه #200 (۷۵ میکرون).
- بایگانی نمودن ۱۰۰ گرم از بخش پودر شده و ارسال حدود ۱۰۰ گرم جهت آنالیزهای مورد نظر.
- نمونه هایی که جهت آنالیز XRF آماده سازی شدند، پس از بسته بندی در کیسه های ۲۰ عددی و تهیه لیست آزمایشگاه، به آزمایشگاه مربوطه فرستاده شدند.
- در مورد آنالیز XRD نیز از پودر #200 جهت آنالیز مربوطه استفاده می شود که نحوه آماده سازی آن مطابق دستورالعمل فوق است.

۱-۲-۴- مطالعات نهایی و تدوین گزارش

پس از تلفیق اطلاعات و نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه های برداشت شده به روش XRF، XRD و نمونه های تست تکنولوژی در دو فاز، تدوین گزارش حاضر صورت گرفت و مناطق بررسی شده بر اساس نتایج بررسی های مراحل اول و دوم اولویت بندی شد و جهت ادامه کار بر روی آنها در مطالعات آتی معرفی شد.

۳-۱- مطالعات انجام شده قبلی

در راستای مطالعه و بررسی کارهای انجام شده قبلی، گزارشات موجود در آرشیو سازمان صنایع و معادن کرمانشاه و سازمان زمین شناسی مورد بررسی قرار گرفت که شرح مختصری از گزارشات در زیر می آید.

۱-۳-۱- گزارش بررسی مقدماتی مواد اولیه مصالح ساختمانی در بخش غربی استان باختران

این گزارش توسط آقای مهندس ناصر عابدیان (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) به منظور بررسی مواد اولیه مصالح ساختمانی در بخش غربی استان کرمانشاه در نیمه دوم سال ۱۳۶۱ تهیه شده است. در این محدوده سنگهای دولومیتی، سنگهای آهکی، مصالح رودخانه‌ای، خاک رس، سنگ ساختمانی، سنگ گچ، رادیولاریت در سه منطقه اسلام آباد غرب، سرپل ذهاب و گیلان غرب بررسی و پتانسیل های مناسب پیشنهاد شده است. محل نمونه برداریهای شیل و مارن در سه برگ نقشه ۱:۵۰۰.۰۰۰ ضمیمه گزارش مذکور نشان داده شده است.

۲-۳-۱- گزارش پیجویی کانسارهای رسوبی در غرب استان کرمانشاه

این گزارش در سال ۱۳۷۸ توسط مهندسين مشاور تهران پادير تهیه شده که طی آن نقشه زمین شناسی ۱:۲۰,۰۰۰ با وسعت ۹۰ کیلومتر مربع تهیه گردیده است. (گزارش مذکور فاقد نقشه ۲۰.۰۰۰ بود). در این گزارش، مصالح ساختمانی اعم از سنگ آهک، سنگ گچ، مالون و شن و ماسه بصورت کلی و بدون پرداختن به جزئیات و اختصاصات ذخایر موجود در محدوده بررسی شده است.

۳-۳-۱- اکتشاف ذخایر خاک رس مناسب برای تولید آجر ساختمان در اراضی کشاورزی

اکتشافات مکتوب طی گزارش فوق در سال ۱۳۸۴ توسط مهندسين مشاور کان آذین انجام گرفته و طی آن ۳۰ حلقه چاهک دستی اکتشافی و ۶ ترانشه در منابع خاکهای کشاورزی حفر و تعداد ۴۷ نمونه برداشت و آزمایش شده است. ضمناً تعداد چهار نمونه ۵۰ کیلوگرمی به منظور تست تکنولوژی برداشت گردیده و در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، مورد آزمایشات فیزیکی و شیمیایی قرار گرفته است.

۱-۳-۴- گزارش اکتشاف نیمه تفصیلی مواد اولیه آجر سازندهای زمین شناسی

این اکتشافات توسط جهاد دانشگاهی کرمانشاه در سال ۱۳۸۴ انجام شده است. طی این گزارش، ۳۵ منطقه مورد عملیات اکتشافی قرار گرفته و ۱۲ منطقه برای انجام مطالعات تفصیلی معرفی شده است. منطقه سردهلق و گرگلان در شمال صحنه بعنوان اولویت اول و منطقه شمال میان راهان بعنوان اولویت دوم معرفی شده است که منطقه اخیر از منابع آبرفتی بوده و در حال حاضر زیر کشت قرار دارد. در این رابطه تعداد ۹۰ نمونه به روش XRF و تعداد ۱۵۰ نمونه به روش شیمی تر و تعداد ۱۲۰ نمونه به روش XRD آنالیز شده است. ضمناً تعدادی از نمونه‌ها جهت تست تکنولوژی و تهیه آجر به آزمایشگاه ارائه شده و نتایج آن در گزارش آورده شده است. ۱۲ منطقه معرفی شده در گزارش مزبور به شرح زیر میباشد. موقعیت محدوده های مذکور در سه برگ نقشه ۱:۵۰۰.۰۰۰ استان به ضمیمه گزارش مذکور نشان داده شده است.

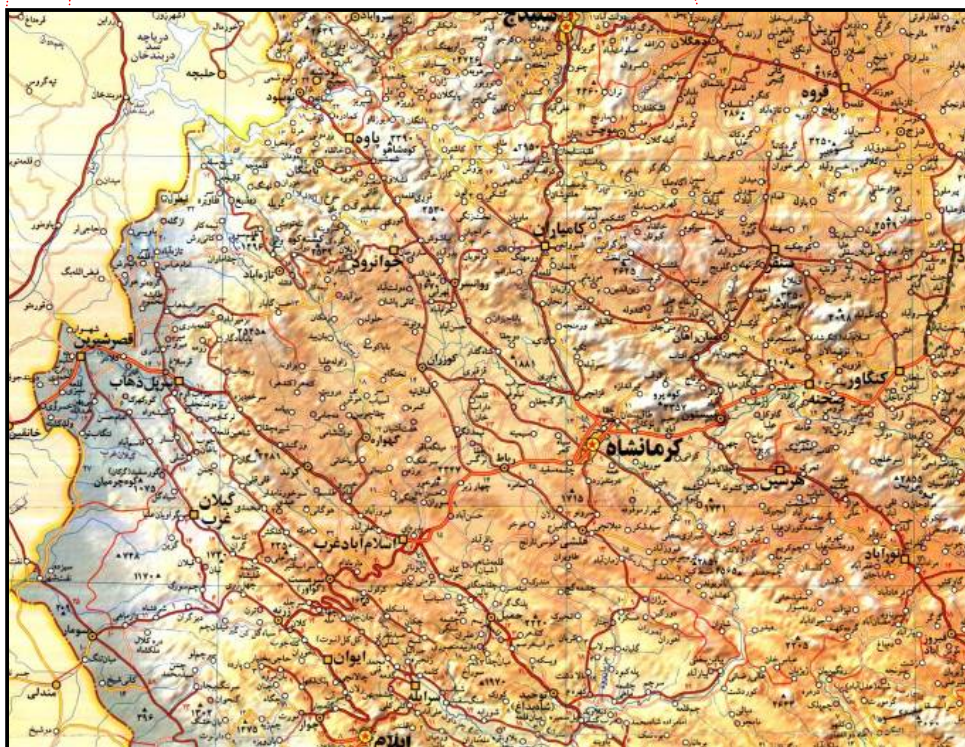
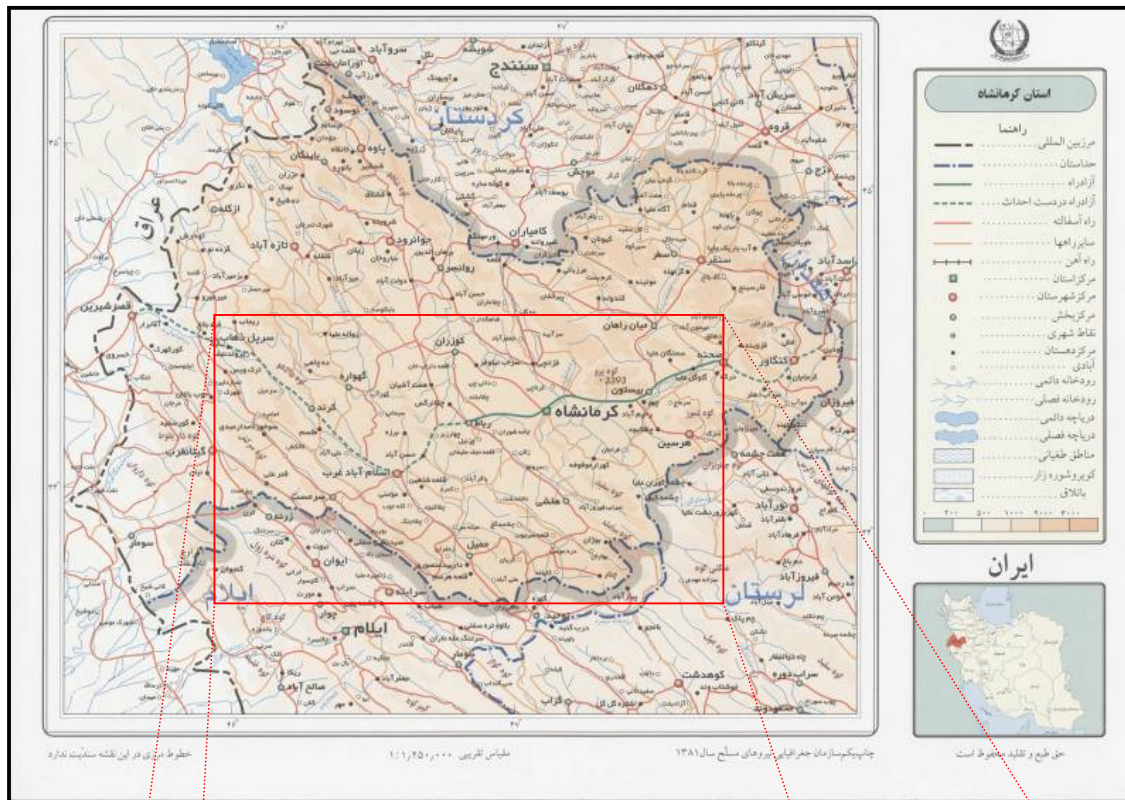
- ۱- هلیلان در جنوب هلشی
- ۲- مهدی آباد در نزدیکی کرمانشاه در منطقه فیروزآباد
- ۳- محدوده کنار جاده بوژان نرسیده به گردنه بوژان
- ۴- گرگلان در شمال صحنه بعد از سردهلق
- ۵- شمال میان راهان
- ۶- محدوده سرپل ذهاب (بین سرپل ذهاب و قصرشیرین)
- ۷- محدوده قصرشیرین (بین قصرشیرین و خسروی)
- ۸- محدوده شمال روستای سیاه خوره نزدیکی اسلام آباد
- ۹- ۱۲ کیلومتری پاوه (در مجاورت جاده پاوه - نوسود)
- ۱۰- سه راهی جاده کرمانشاه- اسلام آباد- کوزران
- ۱۱- محدوده شهرستان گوار
- ۱۲- محدوده پاتاق

۱-۴- موقعیت جغرافیایی، راههای دسترسی و وضعیت آب و هوا

استان کرمانشاه به مساحت ۲۴۳۴۱ کیلومتر مربع، شامل ۱۲ شهرستان، ۲۷ بخش، ۲۳ شهر و ۸۳ دهستان در غرب ایران واقع است. این استان از شمال با استان کردستان، از شرق با استان همدان، از جنوب با استانهای ایلام و لرستان و از غرب با کشور عراق همسایه می‌باشد. حداقل طول شرقی استان، ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه و حداکثر طول شرقی آن ۴۸ درجه و ۳ دقیقه است. حداقل عرض شمالی استان کرمانشاه ۳۳ درجه و ۴۱ دقیقه و حداکثر آن ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه می‌باشد. به استناد اطلاعات حاصله از ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه در یک دوره ۳۰ ساله، منتهی به سال ۱۳۸۱، معدل حداکثر حرارت ۲۲/۲ درجه سانتیگراد و معدل حداقل حرارت ۵/۸ درجه سانتیگراد و متوسط حرارت ۱۴ درجه سانتیگراد بوده است. حداکثر حرارت مطلق در ۳۰ سال اخیر، ۴۴ درجه سانتیگراد و حداقل مطلق آن ۲۷- درجه سانتیگراد بوده است. معدل بارندگی طی ۳۰ سال مذکور، سالیانه ۴۸۸ میلیمتر، حداکثر بارندگی طی یک روز ۱۰۸ میلیمتر، متوسط رطوبت نسبی در ساعت ۳/۳۰، ۳۵ درصد، و در ساعت ۱۲/۳۰، ۳۷ درصد و معدل تعداد روزهای یخبندان ۹۳ روز بوده است.

جمعیت استان کرمانشاه در سال ۱۳۸۵ بالغ بر ۱.۸۴۲.۴۵۷ نفر بوده است.

شکل شماره ۱ موقعیت جغرافیایی استان و راههای واقع در آن را نشان می‌دهد. شهرستان کرمانشاه در موقعیت تقریبی شرق استان واقع است. وجود راههای آسفالتی در سطح استان و راههای خاکی مناسب در بسیاری نقاط، کار دسترسی به اکثریت نقاط استان را ممکن ساخته است. در پیجویی رخنمونهای مواد اولیه مناسب جهت تولید آجر، به موقعیت این راهها و همچنین نزدیکی نقاط دارای شیل و مارن مناسب به راههای اصلی و مراکز بزرگ مصرف، توجه شده است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه و راههای دسترسی موجود در این استان

۱-۵- کلیاتی در مورد آجر و مواد اولیه آن

مواد سازندی مورد استفاده برای تولید آجر عمدتاً شامل شیل و بعضاً مارن می باشد که در زون زاگرس در بخش هایی از سازندهای امیران، گورپی، پابده، رازک، میشان و آجاجاری و فلیش های ائوسن قابل پی جویی است. این ماده معدنی می تواند برای ساخت محصولات سفال، آجر فشاری و ... مورد استفاده قرار گیرد.

لازم بذکر است که مصالح ساختمانی دارای ارزش مکانی بالایی می باشد، بدین معنی که مراکز مصرف مواد اولیه معدنی همانند کارخانجات تولید مصالح ساختمانی می بایست در نزدیکی محل معادن تأسیس گردد. همچنین با توجه به ارزش مکانی مواد معدنی ذکر شده، می بایست معادن پی جویی شده تا حد امکان به لحاظ وجود راههای دسترسی و امکاناتی از قبیل تسهیلات آب و برق و انرژی سوخت مورد بررسی قرار گرفته و این امر مورد توجه واقع شود.

با توجه به اینکه ماده معدنی مورد اکتشاف به منظور تهیه آجر و سفال مورد استفاده قرار می گیرد، لذا لازم است در ارتباط با خصوصیات و کاربرد انواع آجر توضیحاتی داده شود.

۱-۵-۱- آجر

یکی از مصالح مهم ساختمانی در ایران آجر است. خاکهای رسی و شیلهای مناسب جهت تولید آجر، در سطح زمین از گسترش زیادی برخوردارند. کانیهای رسی اجزای اصلی این مواد را تشکیل می دهند که با کانی های دیگر همراهند.

جزئیات ویژگیهای یک آجر، به واکنشهایی بستگی دارد که در هنگام پخت مواد خام ناهمگن رسی رخ می دهد. از کانیهای رسی مهم می توان کائولینیت، ایلیت و اسمکتیت را نام برد. هر سه کانی یاد شده می توانند همراه با اعضای گروه کلریت، مانند کلریت $Mg_{12} Si_8 O_{20}(OH)_{13}$ و کلینوکلر $Mg_{10} Al_2 Si_3 Al_2 O_{20} (OH)_{13}$ ، که رس های منیزیم دار هستند (و در آنها Fe می تواند جایگزین Mg شود)، اجزای سازنده خاک های آجرپزی را تشکیل می دهند. خاک های آجرپزی می توانند علاوه بر کانیهای رسی، دارای اجزای دیگری هم باشند که عبارتند از:

الف: اکسیدها و هیدروکسیدهای Fe، Fe-Al، و Al: این اکسیدها و هیدروکسیدها حاصل هوازدگی کانیهای فرومنیزین و آلومینوسیلیکات بوده و از نظر ساختاری به یکدیگر شبیه اند. نظیر گیبسیت $Al(OH)_3$ ، دیاسپور $\alpha-AlO.OH$ ، بوهمیت $\gamma-AlO.OH$ ، گوتیت $\alpha-FeO.OH$ ، لپیدوکروسیت $\gamma-FeO.OH$ ، هماتیت $Fe_2.OH$ و لیمونیت $2Fe_2O_3.3H_2O$

ب: سولفیدها (عمدتاً پیریت (FeS_2)): پیریت یکی از اجزای متداول تشکیل دهنده شیل‌های سیاه، به صورت افشان ریزدانه یا به شکل گرهکهای سنگالی (کنکرسیونی) است.

ج: کربناتها (کلسیت (CaCO_3) ، دولومیت و سیدریت (FeCO_3)): این کانی‌ها در شیل‌ها به صورت سنگال یافت می‌شوند، و کلسیت به صورت مواد پوسته‌ای فسیل، کلوخه‌های سنگ آهک در یخرفت (رس قلوه‌ای)، سیمان دیاژنزی در قطعات ماسه سنگی یا به شکل مواد افشان حضور دارد. دولومیت $(\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2)$ نیز ممکن است یافت شود.

د: سولفات‌ها (ژیپس $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$): ژپس به طور بالقوه یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده رسهایی است که در توالیهای تبخیری استخراج می‌شوند.

کانیهای بازمانده (عمدتاً کوارتز (SiO_2)): این کانی متداول‌ترین کانی بازمانده به حساب می‌آید. بیشتر آلومینوسیلیکاتها و سیلیکاتها فرومیزین در خلال هوازدگی ناپایدار بوده و پس از واپاشی به خاکهای رسی تبدیل می‌شوند. ممکن است مقدار ناچیزی از این مواد که دچار هوازدگی نشده‌اند نیز حضور داشته باشد.

ه: کربنهای آلی: معمولاً مواد آلی (هیدروکربنها یا زغال سنگ) در خاکهای آجرپزی دیده می‌شوند. هر یک از این اجزا می‌تواند در فرآیند پخت آجر نقشی را ایفا کند، که اساساً مشتمل بر واکنشهایی است که طی آنها کانیهای رسی تجزیه، ذوب و گداخته شده و «سیمانی» را تشکیل می‌دهند که دیگر کانیها و قطعات سنگی را به یکدیگر متصل می‌سازد. اگر چه ممکن است استحکام و ظاهر آجر، دست کم تا حدودی، به کانیهایی به غیر از رس‌ها بستگی داشته باشد، ولی این رفتار مجموعه کانیهای رسی است که در شکل گرفتن آجر اهمیت پیدا می‌کند. رفتار پخت هر یک از کانیهای سازنده خاک آجرپزی در جزئیات با دیگری فرق می‌کند. قطعات سنگی درشت و برخی کانیها (مانند کوارتز) در طول فرآیند پخت نسبتاً بدون تغییر باقی می‌مانند، در حالی که اجزای دیگر، به ویژه رسها به سرعت واکنش می‌دهند. در هر حالت، فرآیند پخت، الزاماً به یک مجموعه کانیهایی که در تعادل ترمودینامیکی باشد، دست نمی‌یابد و این مسئله‌ای است که در هنگام پیش‌بینی خصوصیات پخت باید به خاطر داشت. واکنش سریع کانیهای رسی تا حدودی به دلیل اندازه ریز ذرات و بزرگی سطح آنها و تا حدودی هم به دلیل ناپایداری ذاتی آنها در دماهای زیاد است. به هر حال، رفتار پخت تک تک کانیهای رسی هنوز به درستی شناخته نشده و به استثنای کائولینیت مطالب چندانی در مورد آنها منتشر نشده است. کائولینیت تبدیلیهای متعددی را طی می‌کند. بین دماهای ۴۰۰ و ۷۰۰ درجه سانتیگراد، آب خود را از دست داده و به متاکائولینیت (یک فاز غیر آبدار، $\text{Al}_3\text{SiO}_2\text{O}_{13}$) و یک اسپینل Al-Si تبدیل می‌شود. در دماهای بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد و در طی زمان طولانی حرارت دیدن، چند ریخت کریستوبالیت شروع به تشکیل

می‌کند. پخت کائولینیت منجر به تولید محصول خالص سفید رنگی می‌شود که غالباً متشکل از مولیت $Al_3Si_2O_{13}$ است. مولیت در اثر پخت کانیهای رسی دیگر هم به دست می‌آید، اما با اضافه شدن اجزای ترکیبی دیگر، دمای پخت کاهش خواهد یافت و احتمال دارد فازهای کانیهای دیگری نیز تولید شود.

۱-۵-۲- کانی شناسی آجر

آجرها عملاً ترکیب کانی شناختی پیچیده‌ای دارند و به دلیل بسیار ریزدانه بودن آنها، تشخیص مناسب فازهای موجود می‌تواند کار دشواری باشد. زمانی این موقعیت پیچیده خواهد شد که یک آجر دارای قطعات درشت سنگی و کوارتزی باشد که عموماً در واکنشهای پخت شرکت نکرده‌اند و زمینه‌ای از محصولات پخت کانی رسی آنها را احاطه کرده است. در نتیجه مطالعات تفصیلی کانی شناسی آجر، تعدادی کانی غالب شناسایی شده است که عبارتند از کوارتز، کریستوبالیت، مولیت، فلدسپار پتاسیم، پلاژیوکلاز، ولاستونیت، پیروکسن، اسپینل، انیدریت، هماتیت و شیشه (دانهام ۱۹۹۲).

باید توجه داشت که استفاده از نور بازتابش برای مطالعه مقاطع نازک صیقلی انواع آجر، کار ارزشمندی است. گرچه این کار مرسوم نیست ولی اطلاعاتی در ارتباط با بافت ارائه می‌دهد، بدون آن که تأثیرات حاصل از دانه‌هایی را که اندازه آنها از ضخامت مقاطع صیقلی میکروسکوپی کمتر می‌باشد، ما را گمراه کند. مطالعه آجر به کمک میکروسکوپ الکترونی پویشی در صورت وجود تجهیزات پرتو ایکس، این مزیت را دارد که اطلاعات مربوط به ترکیب شیمیایی را تأمین کند، اما بسیار اتفاق می‌افتد که اندازه دانه‌های آجر آن قدر ریز است که تفکیک دانه‌های منفرد را ناممکن می‌سازد. در اثر خروج گاز به هنگام پخت آجر، فضاهای خالی نسبتاً زیادی ایجاد می‌شود که نشانگر بافت حفره‌ای می‌باشد.

۱-۵-۳- رنگ آجر

رنگ آجر به شرایط پخت و ترکیب مواد اولیه بستگی دارد. اگر پخت در شرایط اکسیدان انجام شود (آجرها در کوره با فاصله چیده شوند و میزان سوخت کنترل شود) آهن به اکسید و هیدروکسیدها تبدیل شده و بخشی از آن وارد شبکه مولیت می‌شود (حداکثر تا ۱۱ درصد) و مازاد آن به صورت هماتیت است که رنگ قرمز دارد و موجب قرمزی آجر می‌شود.

شدت رنگ قرمز به درجه پخت آجر بستگی دارد. هر اندازه دمای پخت بیشتر باشد رنگ قرمز تیره‌تر خواهد بود، در صورتی که میزان آهن مواد اولیه کم باشد و پخت در شرایط اکسیدان

انجام شود به دلیل جانشینی آهن با مولیت رنگ قرمز در آجر ایجاد نخواهد شد در این صورت رنگ آجر زرد خواهد بود. اگر میزان کلسیت بین ۱۲ تا ۲۲ درصد باشد، مقداری از آهن با CaO تشکیل پیروکسن داده و در نتیجه آجر به جای رنگ قرمز به رنگ قهوه‌ای خواهد بود. رنگهای آبی، زرد و کرم نیز از دیگر رنگهایی است که آجر به دلیل شرایط پخت و میزان حرارت در زمان پخت و همچنین ترکیب عناصر موجود در مواد اولیه می‌تواند داشته باشد.



تصویر ۱- ضایعات حاصل از پخت نامناسب

۴-۵-۱- ارزیابی مواد اولیه برای تهیه آجر

حضور کلسیت یا قطعات آهک موجب تشکیل CaO در آجر می‌شود. CaO هنگام آبیگری و جذب رطوبت شکفته می‌شود که خود باعث ترک خوردن و از هم پاشیدگی آجر خواهد شد. در مرحله پخت باید مقدار جزئی مواد مذاب تولید شود. ماده مذاب باعث چسبندگی سیمان و اتصال بین ترکیبات جامد را فراهم می‌آورد. در سیستم سه تایی SiO_2 - Al_2O_3 - K_2O در دمای ۹۸۰ درجه سانتیگراد شروع ذوب را خواهیم داشت، لذا رسهای پتاسیم‌دار نقش مهمی در تولید آجر دارند. به طور کلی از لحاظ ترکیب شیمیایی، سیلیس و آلومینا، ترکیبات غالب خاک‌های آجرپزی هستند که با مقادیر بسیار متغیر از آهن، منیزیم، قلیائتها و اکسید کلسیم یافت می‌شوند. کانیها و عناصری که در مواد اولیه باید کنترل شود به شرح ذیل می‌باشند:

- کلسیت / سنگ آهک: حضور این کانی در ماده اولیه آجر موجب تغییر رنگ آجر می‌شود. اگر به صورت قطعات درشت موجود باشد، در مرحله پخت به CaO تبدیل می‌شود. هنگام کاربرد و جذب آب هیدراته میشود و موجب ترک خوردگی و گاهی از هم پاشیدگی آجر می‌شود. هنگام

پخت Ca^{2+} موجب ایجاد محیط احیایی شده و در نتیجه مرکز آجر به رنگ خاکستری در می آید، اگر میزان Ca^{2+} زیاد باشد، مانع پخت مناسب می شود.

- **ژیپس:** این کانی در مرحله پخت در اثر از دست دادن آب به باسانیت ($CaSO_4, 1/2H_2O$) تبدیل می شود و پس از قرار گرفتن در معرض هوا دوباره آبگیری نموده و به ژیپس ($CaSO_4, 2H_2O$) تبدیل می شود. این عمل با افزایش حجم همراه بوده و این فرآیند منجر به تشکیل پوسته ای بر روی سطح آجر می شود.

- **پیریت:** این کانی در مرحله پخت، اکسید شده و سولفات تولید می کند. این سولفات با آهک واکنش داده و تشکیل ژیپس را می دهد. ژیپس و سایر نمکها در سطح آجر هنگام کاربرد به صورت قشری سفید ظاهر می شود. در صورتی که میزان پیریت زیاد باشد، هنگام پخت گاز SO_2 از آجر متصاعد خواهد شد که این باعث تورم در سطح آجر می شود.

- **آهن:** آهن موجب کاهش دمای ذوب می شود. مقدار آهن برحسب نوع مواد باید بررسی و مشخص شود.

- **کربن:** کربن در مواد اولیه به صورت زغال، لیگنیت و سایر مواد آلی موجود است و کاهش سوخت مصرفی و تغییرات رنگ را موجب می شود.

در جدول ۱ ویژگی های ترکیب آجر مطابق با استاندارد ۱۱۶۲ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی های ترکیب آجر (بر حسب درصد) مطابق با استاندارد ۱۱۶۲

| ویژگی های ترکیب آجر | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | CL | CO ₂ |
|-------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----------------|------|-----------------|
| مطابق با استاندارد ۱۱۶۲ | 40-60 | 9-21 | 3-13 | 17> | 4> | 0.5> | 0.1> | 8.5> |

۱-۵-۵- پخت آجر

روشهای مختلفی برای پخت آجر وجود دارد. نحوه چیدن آجرها در هر روش متفاوت است. به عنوان مثال چیدن فشرده محیطی احیایی را ایجاد می کند. روشهای متفاوت پخت نیز آجرهای مختلفی را ایجاد می کند. هر روش پخت از سه مرحله پیش پخت، پخت شدید و سرد کردن تدریجی تشکیل شده است. در ذیل انواع روش های پخت آجر آورده شده است.

۱-۵-۵-۱- روش توده کردن

در این روش خشت‌ها طوری چیده می‌شود که هوای کمی از بین آنها عبور کند. زغال‌سنگ نیز میان لایه‌های خشت قرار داده شده، سپس آن را آتش می‌زنند و آتش در تمام توده نفوذ می‌کند.

۱-۵-۵-۲- کوره محفظه ای

در این روش، آجر در مرکز محفظه‌هایی که در دو سمت ساختمان مربعی قرار دارند چیده می‌شود. محفظه‌ها از طریق یک سری مجاری به هم مربوط هستند. سوخت از بالا وارد شده و به ترتیب اطراف محفظه‌ها حرکت می‌کند.

۱-۵-۵-۳- کوره تونلی

در این روش بسته‌های آجر به کندی از یک تونل دارای پوششی از مواد دیرگداز عبور می‌کند. سوخت از بالای تونل وارد می‌شود و پخت در مرکز تونل انجام می‌گیرد.

۱-۵-۶- ویژگی‌های مختلف در طبقه‌بندی انواع آجر

۱-۶-۵-۱- پایداری و مقاومت در برابر هوازدهی

به خاطر آب و هوای متفاوت و کاربردهای مختلف آجر، انواع گوناگونی از آجر مورد نیاز است. آجر بر اساس ضریب هوازدهی درجه‌بندی می‌شود. ضریب هوازدهی محصول متوسط سالیانه چرخه یخ‌زدگی و متوسط سالیانه بارش باران زمستانی در هر اینچ می‌باشد بر این اساس آجر به انواع هوازدهی شدید SW (مقاوم در برابر فعالیت شبنم)، هوازدهی متوسط MW (در غیاب آب مقاوم در برابر یخبندان) و فاقد هوازدهی NW تقسیم می‌شود.

۱-۶-۵-۲- خواص فیزیکی

خواص فیزیکی که باید در هنگام تولید آجر مد نظر قرار گیرد، عبارتند از مقاومت فشاری، جذب آب و ضریب اشباع. حداقل مقاومت فشاری، حداکثر جذب آب و حداکثر ضریب اشباع، می‌تواند پایداری و استحکام آجر را در هنگام استفاده تعیین کند.

مقاومت فشاری:

حداکثر استرسی که (از طریق افزایش تدریجی بار عمودی) می‌تواند آجر را به سطح صاف لایه‌ای تبدیل کند گفته می‌شود مقاومت فشاری آجر به خواص فیزیکی رس، روش ساخت و درجه پخت بستگی دارد.

جذب آب:

حداکثر رطوبتی است که هر واحد جذب می‌کند. این ویژگی میزان آب برای یخ‌زدگی در زمستان را ارزیابی می‌کند. دو نوع خلل و فرج در رس وجود دارد:

خلل و فرج اولیه: سوراخهای بزرگ که قبل از یخ‌زدن پر از آب می‌شود.

خلل و فرج ثانویه: سوراخهای کوچکی که آب پس از یخ‌زدن به درون این مناطق کم فشار وارد می‌شود.

جذب آب سرد (C): میزان آبی که خلل و فرج اولیه موجود در یک واحد خشک، جذب می‌کند.

جذب آب جوش (B): میزان آبی که کل خلل و فرج (اولیه و ثانویه) موجود در یک واحد خشک، جذب می‌کند.

۱-۵-۶-۳- حفره‌ها

آجر به طور کلی به دو گروه توپر و حفره‌دار تقسیم می‌شود. آجر توپر حداکثر ۲۵٪ حفره دارد. در حالی که نوع حفره‌دار بین ۲۵ تا ۳۰٪ حفره دارد. حفره‌ها یکنواختی بیشتری در خشک شدن و پخت آجر ایجاد می‌کنند، سوخت مورد نیاز برای پخت و هزینه حمل و نقل را (به علت کاهش وزن) کمتر می‌کند.

حفره‌ها فقط در آجرهایی که به روش اکستروژن و پرس خشک تولید شده‌اند، یافت می‌شود. سل‌ها نیز شبیه حفره‌ها هستند، اما در مقطع عرضی بزرگتر هستند.

۱-۵-۶-۴- Frogs

گود شدگی‌هایی هستند که در یک لایه سطحی یافت می‌شود و در آجرهایی که تحت فرآیند قالب فشرده ساخته شده‌اند، دیده می‌شوند که دارای عمق و فاصله مشخصی از سطح آجر هستند و عملکرد آنها شبیه حفره‌ها است.

۱-۵-۷- طبقه‌بندی آجر

طبقه‌بندی آجر با توجه به کاربرد مخصوص آن تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که کاربرد نامناسب و اشتباه آجر منجر به ایجاد ظاهری ناقص و معیوب در بنا می‌شود.

طبقه‌بندی آجر براساس استاندارد آمریکا (ASTM) به صورت زیر است:

| کد | نوع آجر |
|-------|-------------------------|
| C32 | آجر بنا |
| C213 | آجر نما |
| C352 | آجر پوک |
| C902 | آجر سنگفرش |
| C123 | آجر لعابدار سرامیکی |
| C1088 | آجر نازک |
| C32 | آجر معبر و مجاری فاضلاب |
| C279 | آجر مقاوم شیمیایی |
| C410 | آجر کف صنعتی |

۱-۷-۵-۱- آجر بنا (Building)

این آجر در بنای ساختمانی و غیر ساختمانی، جایی که ظاهر نیاز نباشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده مخصوص آن به عنوان ماده پشتیبان است.

۱-۷-۵-۲- آجر نما (Facing)

قابل استفاده در بنای ساختمانی و غیر ساختمانی، جایی که ظاهر مورد نظر و مهم می‌باشد.

۱-۷-۵-۳- آجر پوک (Hollow)

همانند آجر نما حفره‌دار می‌باشد، اما هسته بزرگتری دارد. آجر پوک اغلب کاربرد یکسانی با آجر نما دارد. این آجر با هسته‌های بزرگ در دیوارهایی که بوسیله فولاد با ملات تزریق شده و تقویت شده‌اند، استفاده می‌شود. هسته‌های بزرگتر یا سل‌ها در این آجر اجازه تقویت کنندگی به فولاد یا ملاتی که در این واحدها قرار می‌گیرند، می‌دهد.

۱-۷-۵-۴- آجر سنگفرش (Paving)

این آجر بعنوان مواد سنگفرش برای استفاده در پیاده‌روها و مکانهایی با ترافیک سبک استفاده می‌شود.

۱-۷-۵-۵- انواع مختلف آجر برحسب روش تولید

این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ۷ مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران صورت گرفته است.

۱-۵-۷-۵-۱- آجر رسی دستی

آجر دستی بصورت توپر و به شکل مکعب مستطیل تولید می شود. از انواع رایج آن می توان آجر فشاری، آجر فزاقی و آجر نما را نام برد (تصویر ۲).

۱-۵-۷-۵-۲- آجرهای رسی نیمه ماشینی

در این روش خشت خام با ماشین تولید و بقیه مراحل مشابه روش دستی است (تصویر ۳).



تصویر ۲- واحد تولید آجرهای رسی دستی

۱-۵-۷-۵-۳- آجرهای رسی ماشینی

آجر ماشینی با اشکال مختلف جهت مصارف گوناگون از قبیل نما، مصارف عمومی، بلوک دیوار جدا کننده، بلوک سقفی و فندوله تولید می گردد.



تصویر ۳- واحد تولید آجرهای رسی ماشینی

۱-۵-۸- انواع آجر بر حسب شکل

این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ۷ مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران صورت گرفته است.

۱-۵-۸-۱- آجر توپر

که در آن حجم منافذ و حفرات از ۲۵ درصد حجم آجر (یا در حالت آجرهای پرسی حجم فرورفتگی از ۲۰ درصد آجر) تجاوز نمی کند. در این نوع آجر سوراخها کاملاً یا تقریباً از میان آجر عبور می کنند. سوراخهای موجود در سطح آجر باید بنحوی باشد که مجموع ضخامت جداره سوراخها در امتداد طول یا عرض مسطح ملات خور و عمود بر سطح نما به ترتیب کمتر از ۳۰ درصد طول یا عرض آجر نباشد و مساحت هر یک از سوراخها نیز از ۳۰۰۰ میلیمتر مربع تجاوز ننماید (تصویر ۴).



تصویر ۴- نمایی از آجرهای توپر

۱-۵-۸-۲- آجر سوراخ‌دار

در این نوع آجر، حجم سوراخهائی که از میان آجر می‌گذرد از ۲۵ درصد حجم آجر بیشتر است. سوراخها باید بنحوی در سطح آجر پراکنده شده باشند که مجموع ضخامت جداره سوراخها از هم و لبه آجر در امتداد طول یا عرض سطح ملات خور و عمود بر سطح نما بترتیب کمتر از ۳۰ درصد طول یا عرض آجر نباشد. در ضمن مساحت هر یک از سوراخها نباید از ۳۰۰۰ میلی‌متر تجاوز نماید (تصویر ۵).



تصویر ۵- نمایی از آجرهای سوراخ‌دار

۱-۵-۸-۳- آجر توخالی

در این آجر حجم سوراخهائی که از میان آجر عبور می کند از ۲۵ درصد حجم آن بیشتر است و هیچگونه محدودیتی در ابعاد سوراخ وجود ندارد.

۱-۵-۸-۴- آجر متخلخل

در آن حجم منافذ (سوراخهای بسته شده در یک انتها) بیش از ۲۰ درصد حجم آجر باشد. آجرهای متخلخل را معمولاً با روش پرس می سازند، در حالیکه آجرهای سوراخدار و تو خالی با روش برون رونده (اکسترودر) ساخته می شود.

۱-۵-۸-۵- آجر با شکل مخصوص

دارای شکل هندسی بغیر از مکعب مستطیل معمولی می باشد.

۱-۵-۹- انواع مختلف آجر بر حسب کیفیت

این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ۷ مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران صورت گرفته است.

۱-۵-۹-۱- آجر با کیفیت مناسب

برای مصارف داخلی (توکار)، این آجر فقط برای مصرف داخل ساختمان مناسب می باشد.

۱-۵-۹-۲- آجر با کیفیت معمولی

این نوع آجر دارای دوامی کمتر از آجرهای با کیفیت ویژه بوده و معمولاً در نماهای خارجی ساختمان دوام کافی دارند. آجرهای با کیفیت معمولی غالباً می توانند شرایط یخزدگی یک زمستان شدید در کارگاه را تحمل نمایند.

نباید فرض شود که آجرهای معمولی فقط برای مصرف داخلی یا به منظور پرکنندگی قسمت داخل دیوار مصرف می شود و مقاومت آنها در برابر هوازدهی از اهمیتی برخوردار نیست. بدیهی است چنانچه این نوع آجر بر اساس روش صحیح بکار برده شود و پوشش روی آجر باندازه کافی باشد، از متلاشی شدن آنها در اثر هوازدهی جلوگیری خواهد شد.

۱-۵-۹-۳- آجر با کیفیت ویژه

این نوع آجر حتی در شرایط محیطی بسیار نامناسب که ممکن است سازه با آب اشباع بوده و باعث یخ زدن شود مانند دیوارهای حائل، کانالهای فاضلاب، فرش پیاده‌روها و غیره نیز دارای دوام کافی خواهد بود.

۱-۵-۱۰- ویژگیهای انواع آجر بر حسب کیفیت آنها

در این بخش به بررسی ویژگیهای آجرهای نما و معمولی با کیفیت ویژه و معمولی پرداخته می‌شود. این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ۷ مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران صورت گرفته است.

۱-۵-۱۰-۱- اندازه ابعاد

جدول ۲- ابعاد این آجرها باید مطابق جدول زیر باشد.

| ضلع | آجر نمای ۵۵ میلی متری | | | آجر نمای ۴۰ میلی متری | | آجر نمای ۳۰ میلی متری | |
|--------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| | ماشینی | پرسی | دستی | ماشینی | دستی | ماشینی | دستی |
| طول | ۲۲۰ + ۲ | ۲۱۰ + ۳ | ۲۱۰ + ۳ | ۲۲۰ + ۲ | ۲۱۰ + ۳ | ۲۲۰ + ۲ | ۲۱۰ + ۳ |
| عرض | ۱۰۵ + ۱ | ۱۰۰ + ۵/۱ | ۱۰۰ + ۵/۱ | ۱۰۵ + ۱ | ۱۰۰ + ۵/۱ | ۱۰۵ + ۱ | ۱۰۰ + ۵/۱ |
| ارتفاع | ۵۵ + ۱ | ۵۵ + ۵/۱ | ۵۵ + ۵/۱ | ۴۰ + ۱ | ۴۰ + ۱ | ۳۰ + ۱ | ۳۰ + ۱ |

۱-۵-۱۰-۲- کیفیت سطوح خارجی

آجرهای نما و معمولی باید خوب پنخته شده باشند و سطوح آنها عاری از ترکهای عمیق و گسترده بوده و لبه‌ها و گوشه‌های آنها خسارت ندیده باشد و دانه‌های سنگی کوچک و ذرات آهک منبسط شونده وجود نداشته باشد. مقطع بریده شده این آجرها باید بافت نسبتاً یکنواختی داشته باشد.

۱-۵-۱۰-۳- پیچیدگی در اثر تحذب و تفر

در مورد آجرنما با کیفیت معمولی پیچیدگی لبه بزرگترین سطح آن نباید از ۲ میلیمتر و در سطح متوسط آن از ۱ میلیمتر تجاوز نماید و در مورد آجر معمولی با کیفیت معمولی پیچیدگی لبه بزرگترین سطح آن نباید از ۵ میلیمتر و سطح متوسط آن از ۲ میلیمتر تجاوز نماید.

۱-۵-۱۰-۴- مقاومت فشاری

بجز در مواردی که با مقاومت بیشتری موافقت شده باشد، مقاومت فشاری آجرهایی با کیفیت معمولی مطابق جدول ۳ می باشد.

۱-۵-۱۰-۵- جذب آب

آب آجر نباید آنقدر زیاد باشد که بر اثر جذب آب زیاد و یخزدگی در زمستان متلاشی شود و نه آنقدر کم باشد که چسبندگی آن به ملات حاصل نشود. (حداقل ۸ درصد) (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین مقاومت فشار و حداکثر درصد وزنی جذب آب

| درجه | حداقل میانگین مقاومت فشار Kg/Cm2 | حداکثر درصد وزنی جذب آب |
|------|-------------------------------------|----------------------------|
| یک | ۱۲۰ | ۲۰ |
| دو | ۱۰۰ | ۲۳ |

۱-۵-۱۱- شوره زدگی

نباید شوره زدگی آجرنما از درجه کم و آجر معمولی از درجه متوسط بیشتر باشد.

۱-۵-۱۲- مواد محلول

املاح محلول آنها نباید از ۰.۳٪ درصد تجاوز نماید.

۱-۵-۱۳- مقاومت در مقابل یخزدگی

برای آجرهای با کیفیت معمولی الزاماتی در این مورد مشخص نمی شود ولی برای آجرهای نما با کیفیت معمولی در صورتیکه قبلاً مورد توافق تولید کننده و مصرف کننده قرار گرفته باشد، الزامات تعیین می گردد.

۱-۵-۱۴- ویژگی های آجر با کیفیت مناسب برای مصارف داخلی

این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ۷ مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران صورت گرفته است.

۱-۵-۱۴-۱- اندازه ابعاد

اندازه ابعاد این نوع آجرها مطابق جدول ۴ می باشد.

جدول ۴- ابعاد آجر با کیفیت مناسب

| ضلع | ماشینی و نیمه ماشینی | دستی - فشاری |
|--------|-------------------------|--------------------|
| طول | ۳+۲۰۰ میلیمتر | ۲۱۰+۵ میلیمتر |
| عرض | ۵/۱+۱۰۵ میلیمتر | ۵/۲+۱۰۰ میلیمتر |
| ارتفاع | ۵/۱+۵۵ میلیمتر | ۲+۵۵ میلیمتر |

۵-۱۴-۲- کیفیت سطوح خارجی

آجرهای مناسب برای دیوارهای داخلی (باربر) تیغه‌ها (غیرباربر) باید در حد منطقی عاری از ترکهای عمیق بوده و لبه‌ها و گوشه‌های آنها حتی‌الامکان خسارت ندیده باشد و بر روی سطوح آنها دانه‌های سنگی و ذرات آهک منبسط شونده وجود نداشته باشد.

۵-۱۴-۳- پیچیدگی در اثر تحدب و تقعر

در این زمینه الزاماتی مشخص نگردیده است.

۵-۱۴-۴- مقاومت

مقاومت فشاری آجرهای دیواری باربر داخلی نباید کمتر از ۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و مقاومت فشاری آجرهای دیوارهای جداگر غیرباربر نباید کمتر از ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع باشد. این حداقل مقاومتها شرطی قابل قبول هستند که آجرها از جهات دیگر با ویژگیهای تعیین شده مطابقت داشته باشند.

۵-۱۴-۵- جذب آب

جذب آب این آجرها الزامی ندارد.

۱-۵-۱۴-۶- شوره زدگی

شوره زدگی نمونه‌ها نباید بیشتر از حد متوسط باشد.

۱-۵-۱۴-۷- مواد محلول

املاح محلول نباید از ۰.۳٪ درصد تجاوز نماید و در مورد آجرهای معمولی الزاماتی در این مورد مشخص نشده است.

۱-۵-۱۵- مقاومت در مقابل یخ زدگی

برای این نوع آجر الزاماتی مشخص نشده است، فقط در هنگام زمستان در کارگاه قبل از مصرف باید محافظت شوند.

جدول ۵- ویژگی‌های مورد نیاز در آجر با کیفیت مناسب

| ردیف | نوع آجر | حداقل مقاومت | جذب آب (حداثر درصد وزنی) | شوره زدگی | املاح محلول (حداکثر درصد وزنی) |
|------|---------|--------------|--------------------------|--------------|--------------------------------|
| ۱ | مهندسی | درجه یک | ۳۵۰ | کم | سولفات ۰.۳٪ کلسیم ۰.۳٪ |
| | مرغوب | | ۲۵۰ | کم | کمتر از ۰.۶٪ |
| | | | ۱۵۰ | کم | محلول در آب ۰.۶٪ |
| ۲ | نما | درجه یک | ۱۲۰ | کم | محلول در آب ۰.۶٪ |
| | | درجه دو | ۱۰۰ | الزامی ندارد | محلول در آب ۰.۶٪ |
| ۳ | معمولی | - | ۶۰ | الزامی ندارد | کمتر از ۰.۶٪ |

۱-۵-۱۶- ویژگیها و اصطلاحات خاک رس جهت آجر رسی

این تقسیم بندی بر اساس استاندارد ۱۱۶۲ مؤسسه تحقیقات صنعتی ایران صورت گرفته است.

- **خاک رس:** خاک رس سیلیکات آلومینیوم آبدار است. از نظر کانی شناسی رس به گروهی از کانیهای سیلیکاتی لایه‌ای شامل میکاهای رسی (ایلیت) گروه کائولن‌ها، کلریت های بسیار ریزدانه و رسهای متورم شونده (مونت موریلونیت) گفته می‌شود. اندازه ذرات خاک رس کمتر از ۲ میکرون است و دارای خاصیت جذب آب و چسبندگی است.

- **حد روانی:** درصد رطوبتی است که به ازاء آن خاک در حالتی بین مایع و خمیری قرار گیرد.

- حد خمیری: درصد رطوبتی است که خاک در این رطوبت تا قبل از حد روانی به صورت خمیری رفتار می کند.

۱-۱۶-۵-۱- طبقه بندی رسها

- خاک رس با دیرگذاری بالا (نسوز): این خاک دارای نقطه ذوب بالاتر از ۱۴۵۰ درجه سلسیوس می باشد.

- خاک رس با دیرگذاری متوسط: این خاک دارای نقطه ذوب بین ۱۲۵۰ تا ۱۴۵۰ درجه سلسیوس می باشد.

- خاک رس با دیرگذاری پائین: این خاک دارای نقطه ذوب کمتر از ۱۲۵۰ درجه سلسیوس می باشد. این خاک همان خاک رس آجرپزی می باشد.

۱-۱۶-۵-۲- انطباق خاک مورد مصرف در ساخت آجر با ویژگیهای الزامی و اختیاری

جدول ۶- ویژگیهای الزامی

| ردیف | ویژگی | حد قابل قبول |
|------|--|--------------|
| ۱ | مقاومت فشاری (حداقل) (کیلوگرم بر سانتی متر مربع) | آجر مهندسی |
| | | آجر نما |
| | | آجر توکار |
| | | آجر توکار |
| ۲ | جذب آب (حداقل) (درصد وزنی) | آجر مهندسی |
| | | آجر نما |
| | | آجر توکار |
| | | الزامی نیست |
| ۳ | مواد محلول (حداکثر) (درصد وزنی) | آجر مهندسی |
| | | آجر نما |
| | | آجر توکار |
| | | الزامی نیست |

جدول ۷- ویژگیهای اختیاری

| ردیف | ویژگی | حد قابل قبول |
|------|--|--------------|
| ۱ | اکسید کلسیم CaO (حداکثر) | <۱۷ |
| ۲ | ایندریت کربنیک CO2 (حداکثر) | <۵/۸ |
| ۳ | اینیدسولفوریک SO3 (حداکثر) | <۵/۰ |
| ۴ | کسروزن L.O.I (حداکثر) | <۱۶ |
| ۵ | مانده روی الک ۱۵۰ میکرومتر (حداکثر) (درصد وزنی) | <۵/۷ |
| ۶ | حد خمیری (درصد وزنی) | ۱۷ تا ۳۰ |



تصویر ۶- تصویری از برداشت خاک رس در زمینهای کشاورزی حاصل خیز



تصویر ۷- نمایی از مرحله خشک شدن خشت پس از قالب زدن

۶-۱- وضعیت تولید آجر در استان کرمانشاه

در استان کرمانشاه صرفاً آجر معمولی تولید می‌شود که آن هم تکافوی نیاز استان را نداشته و کمبود آجر معمولی اغلب از قم و ملایر وارد استان می‌گردد. انواع آجرهای سفال اعم از سفال تیغه، سفال سقف و آجرنما از استانهای اصفهان و یزد تأمین می‌گردد.

مهمترین و پرتولیدترین واحدهای تولید کننده استان در منطقه‌ای بنام کهریز در حاشیه شرقی کرمانشاه قرار دارد. منبع تأمین کننده تولید آجر در کهریز، خاکهای کشاورزی واحد (Q^c) می‌باشد که به دلیل پایین بودن میزان چسبندگی (کمبود کانیهای رسی از قبیل ایلیت، مونتموریلونیت و کائولینیت) و دفرمه شدن گل پس از خروج از قالب، مقداری کاه به آن اضافه می‌شود. با توجه به

کمبود میزان چسبندگی، امکان تهیه سفال سقف و تیغه از این خاک وجود ندارد، لذا فقط آجر معمولی از آن تهیه می شود. آجرهای تهیه شده کرم رنگ و سبک بوده و کیفیت مطلوبی دارند.

در منطقه قصرشیرین نیز از خاکهای حاصل از فرسایش و حمل مادستون آجاجاری چندین واحد تولید آجر معمولی با استفاده از کوره هوفمن وجود دارد.

در مسیر جاده قصرشیرین - گیلانغرب، در مجاورت تأسیسات صدا و سیما، کارخانه آجر ماشینی و سفال با سیستم کوره هوفمن در حال ساخت می باشد. دستگاههای مخلوط کن، آسیا، والس، سیلوی خاک و کیوم، پرس، برش و خشک کن این کارخانه توسط شرکت پویا ماشین اصفهان ساخته و در حال نصب می باشد.

منبع تأمین کننده این کارخانه، مادستون سازند آجاجاری می باشد. شایان ذکر است که در ابتدای جاده قصرشیرین - گیلانغرب نیز یک کوره هوفمن تولید آجر معمولی وجود دارد که مالکیت آن در اختیار سپاه پاسداران بوده و از مادستون سازند آجاجاری برای تولید آجر معمولی استفاده می نماید، کیفیت آجر آن مناسب بوده و میزان ضایعات آن پایین می باشد.

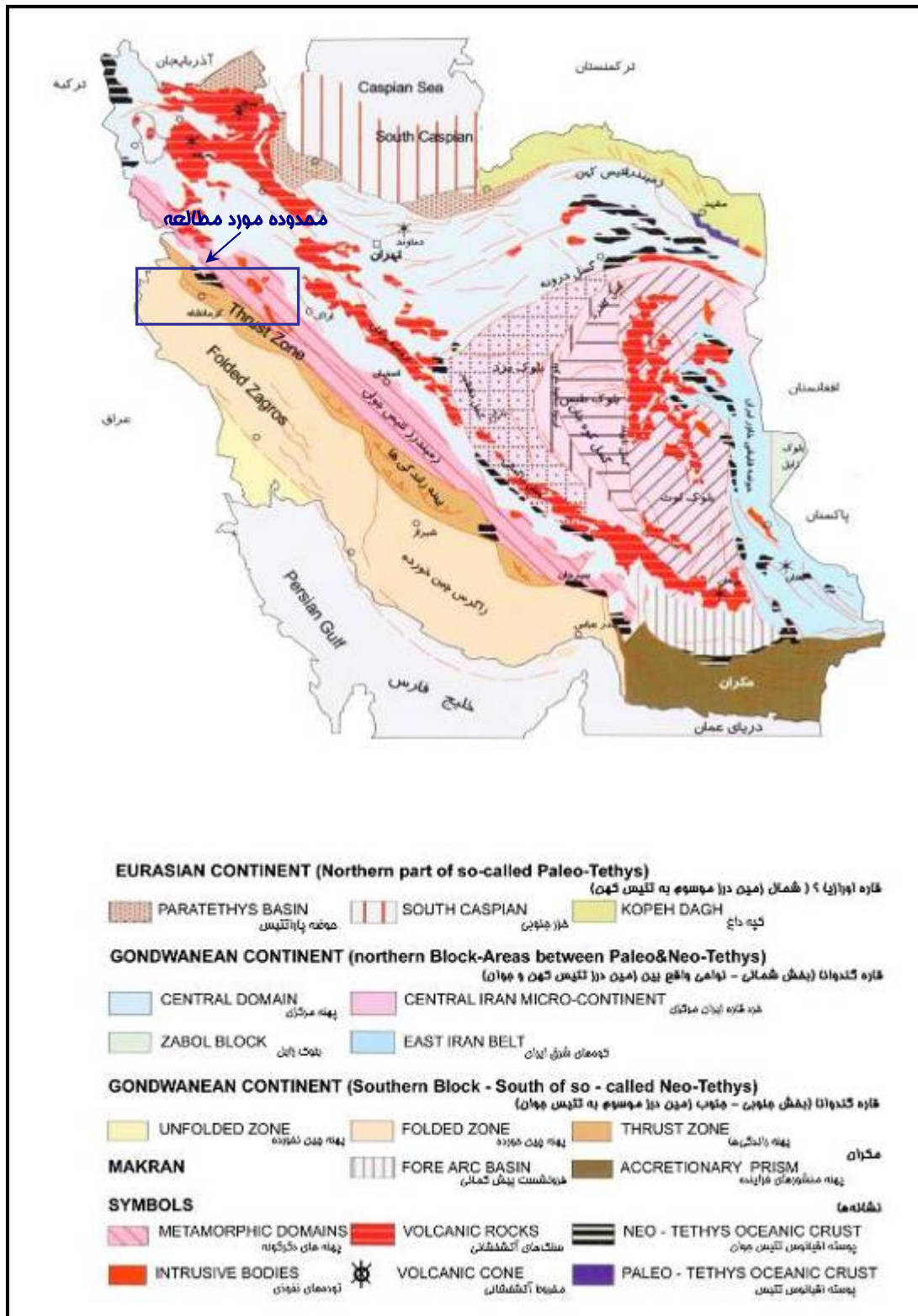
کارخانه آجر ماشینی و سفال با تولید روزانه ۱۵۰ هزار قالب آجر معمولی در کیلومتر ۵ جاده نفت شهر - قصرشیرین در ابتدای سال ۱۳۸۷ شروع بکار نموده است. سیستم کوره این کارخانه نیز هوفمن بوده و از مادستون سازند آجاجاری برای تولید آجر استفاده می کند. کوره هوفمن کارخانه تعداد ۴۲ قمیر دو طرفه دارد و ظرفیت هر قمیر، ۲۰.۰۰۰ قالب آجر معمولی می باشد. انواع قالبها برای تولید سفال تیغه و سفال سقف در ابعاد مختلف در کارخانه وجود دارد، ولی تاکنون صرفاً آجر معمولی تولید شده است. میزان SO_3 و Cl^- واحد آجاجاری که مورد استخراج قرار می گیرد، بالاتر از حد مجاز (۰/۵ و ۰/۱ درصد) بوده و کیفیت آجر چندان مناسب نمی باشد.

فصل دوم: زمین شناسی منطقه

۱-۲- زمین شناسی عمومی

شمال و شرق استان کرمانشاه از نظر زمین شناسی در زون دگرگون شده سنندج- سیرجان و جنوب و شرق آن در زون رسوبی زاگرس و زون خرد شده تراست زاگرس قرار می گیرد (شکل ۲). به استناد نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ کرمانشاه که توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهیه شده است. قدیمی ترین سازند رخنمون یافته مربوط به اسلیت و مرمر تریاس در زون سنندج سیرجان (واحدهای mb, sch, met) و سنگ آهک بایوکلاستیک میکروبرشی و رادیولاریت کرمانشاه و سنگ آهک ماسیو تریاس- ژوراسیک (واحدهای TR^b , TRK^r_1 , TRJ^r) در زون خرد شده زاگرس می باشد. سنگ آهک بیستون (واحد TRK^b_2) که سن آن از تریاس تا اواخر کرتاسه است. رخنمون وسیعی در شمال- شمال شرق و شمالغرب کرمانشاه دارد. سنگهای آذرین اعم از گرانودیوریت (gd)، گابرو (gb)، آندزیت (an)، ریولیت و پرفیروئید (rh)، دولریت (db)، سنگهای اولترابازیک (ub)، سرپانتینیت (sr)، هارزبورژیت و پریدوتیت (pd)، در مناطق مختلف زون سنندج سیرجان، منجمله شمال و شرق کرمانشاه رخنمون نسبتاً وسیعی دارد. واحدهای کرتاسه شامل سنگ آهک ماسیو (k)، مارن و آهک مارنی (k_2^m) نیز در زون سنندج- سیرجان و زون خرد شده زاگرس در شمال و شمال شرق کرمانشاه بخشهای وسیعی را می پوشاند.

واحدهای سنگ آهک و دولومیت کرتاسه (K_2^3 , K_1^1) به صورت نوارهای نسبتاً پهنی باروند شمالغرب- جنوب شرق در جنوب کرمانشاه گسترش دارند. سازند مارنی و شیلی امیران (واحد K_2^4) به سن کرتاسه فوقانی (ماستریشین) نیز به صورت نوارهای پهنی با روند شمالغرب- جنوب شرق در جنوب غرب تا غرب کرمانشاه رخنمون دارد. سازندهای دوران سوم شامل سنگ آهک نریتیک سازند تله زنگ به سن پالئوسن (واحد E_1^1)، کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن قرمز سازند کشکان (واحد E_2^k) به سن پالئوسن- ائوسن، دولومیت سازند شهبازان واحد E_3^{sh} به سن ائوسن، کنگلومرا و مارن قرمز گروه فارس به سن میوسن (واحد mr) و کنگلومرای سازند بختیاری به سن میوپلیوسن (واحد Ng^c) در جنوب و جنوب غرب کرمانشاه در زون زاگرس رخنمون یافته است. سنگ آهک سازند قم به سن میوسن (واحد Mg^1) و فلیش مارنی- ماسه ای به سن میوسن (واحد M^m) در شمال کرمانشاه و اطراف سنقر در محدوده زون خرد شده زاگرس از گسترش وسیعی برخوردار است.



شکل ۲- نقشه زون بندی ساختمانی ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه در آن (نبوی، ۱۳۵۵)

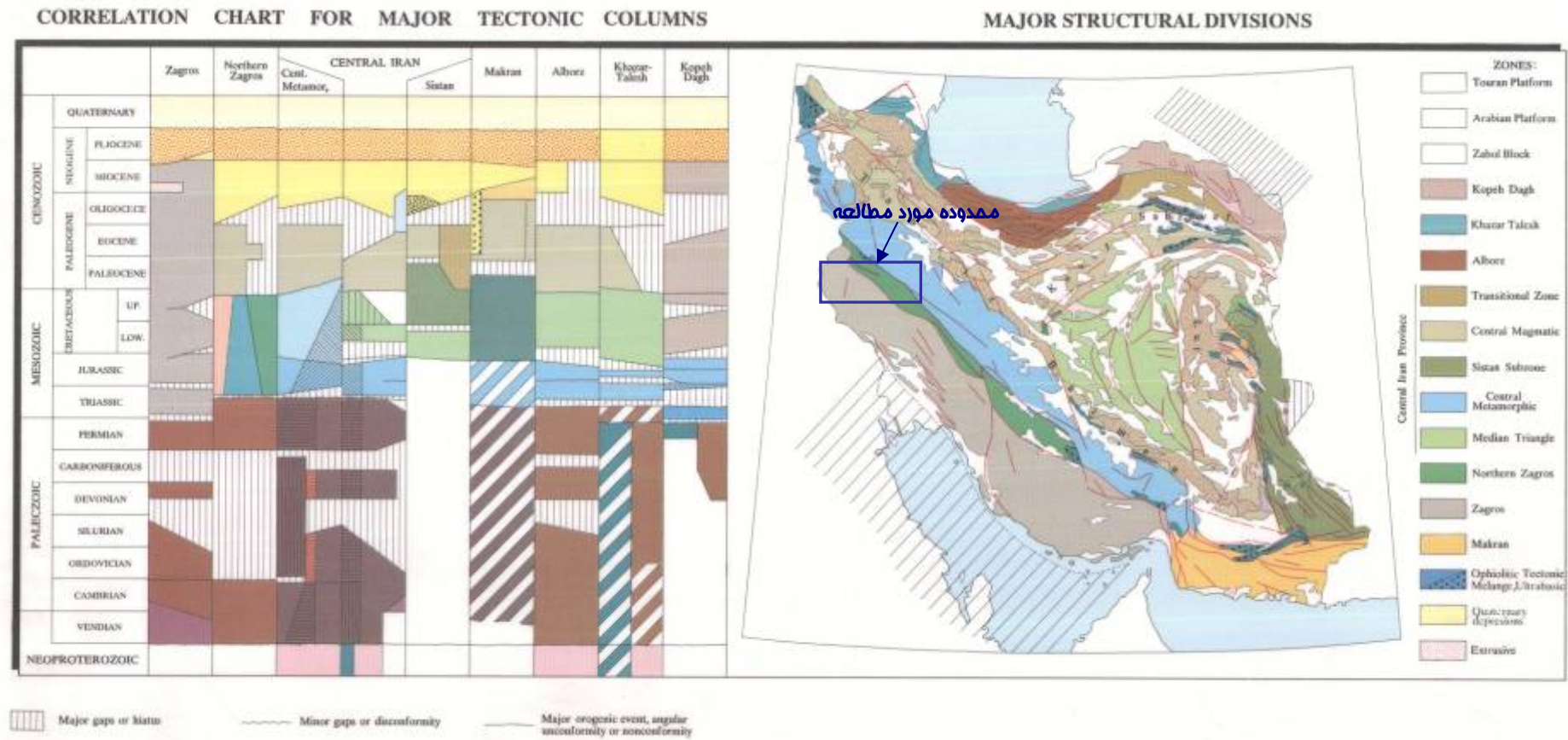
بخش جنوبی استان کرمانشاه در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰، ایلام- کوهدشت قرار می گیرد (تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران). در این نقشه سازند آسماری- شهبازان به سن الیگوسن و سازند رازک به سن میوسن با روند شمال شرق- جنوبغرب شامل تاقدیس و ناودیسهای پی در پی بخش اعظم نقشه زمین شناسی را می پوشانند. سازندهای امیران و تله زنگ (پالئوسن) و کشکان (پالئوسن- ائوسن) با همان روند شمال شرق- جنوبغرب سازندهای فوق الذکر را همراهی می کنند.

بخش غربی استان در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین قرار دارد. در این نقشه که توسط شرکت ملی نفت تهیه شده است نیز روند سازندهای موجود، شمالغرب- جنوب شرق بوده و محور تاقدیس و ناودیسها نیز از همین روند تبعیت می نماید. واحدهای UF (فارس فوقانی)، LF (فارس تحتانی)، MF (فارس میانی)، AS (سازند آسماری) و E (سازندهای ائوسن) در نیمه جنوبی و واحدهای KS (کرتاسه فوقانی) و Km-1 (کرتاسه میانی و تحتانی) در نیمه شمالی نقشه مذکور، رخنمون دارد. سازندهای گچساران، رازک، آغاچاری و میشان به سن میوسن گروه فارس را شامل شده و سازندهای تله زنگ، کشکان، پابده، آسماری و شهبازان سازندهای ائوسن (واحد E بر روی نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین) را تشکیل می دهند. سازند گورپی (کرتاسه فوقانی) واحد KS و سازندهای سروک، سورگاه و ایلام (کرتاسه میانی- تحتانی) واحد Km-1 را بر روی نقشه مذکور نشان می دهند.

واحدهای کوارترنر شامل تراسهای قدیمی (Q_1^t)، تراسهای جوان (Q_2^t) دشتهای اطراف کرمانشاه را می پوشانند. واریزه (scree) در شمال هرسین و شمال تا شمال شرق صحنه بخشهای نسبتاً وسیعی را پوشش می دهد.

۲-۲- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

استان کرمانشاه از دیدگاه تکتونیک شامل واحد تکتونیک سنندج- سیرجان و زاگرس چین خورده و رانده شده است (شکل ۳). که از صفحات بیشمار رانده ای تشکیل یافته است که در اغلب ساختمانهای دابلکس حفره های رانده، بازمانده های تکتونیک و پنجره های تکتونیک ظاهر می شوند. اینگونه ساختمانهای انقباضی در شمال صحنه قابل رویت هستند. از خصوصیات این ساختمانها جوانتر شدن گسلهای زیرین یک دابلکس نسبت به مجموع گسلهای بالایی آن می باشد. دابلکسهای موجود در جاده سنقر به صحنه از نوع Stacked imbricate antiformal بوده و دابلکسهای شمال روستای امامزاده خلیل از نوع شیب کرانه ای هستند. دابلکسهای با شیب پیش آمده در محل ورقه های کربناته رانده میوسن به وضوح مشاهده می شوند.



شکل ۳- نقشه زون بندی تکتونیکی ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه در آن

این ویژگی در محدوده ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ سنقر در مسیر صحنه به سنقر به صورت ساختمان پشت خوکی ظاهر می شود. این امر در مورد گسلهای شمال صحنه و بردینه نیز قابل رویت است (شرح نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ سنقر).

بازمانده های تکتونیکی (slice) و پنجره های تکتونیکی (windows) در غرب ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ هرسین به وضوح دیده می شود. شیب رانده ها عموماً کمتر از ۳۰ درجه بوده و در جهات شمال-شمال شرق و جنوب-جنوب غرب قرار دارد.

چینه های برگشته ناشی از گسلش در شمال صحنه و چینه های برگشته در جنوب هرسین و چینه های باز سنگهای آهکی میوسن در شمال شرق هرسین مشاهده می شوند. اغلب چین های برگشته در قاعده، توسط گسلهای رانده، بریده و رانده شده است (گسل مانگا و بردینه و گسل شمال صحنه). چینه های انطباقی در تاقدیس شمال کوه سرکشی دیده می شوند.

واحدهای رادیولاریتی J_3K_2 , k_2^T با عنایت به اختصاصات مکانیکی خود یکی از بهترین مناطق برای مشاهده انواع چین خوردگیهای هستند. این چینها اغلب دارای محورهای شرقی-غربی یا شمالغربی-جنوب شرقی هستند و در بعضی موارد به دلیل عملکرد گسلهای جانبی تاقدیس و ناودیس با محورهای شمالی-جنوبی نیز مشاهده می شود.

علاوه بر گسل سراسری و اصلی که با امتداد شمالغرب-جنوب شرق، زون دگرگون شده سنندج-سیرجان را از زون های زاگرس جدا می کند، گسلهای زیادی که اغلب از نوع تراستی هستند در محدوده زون خرد شده زاگرس مشاهده می شود. از جمله گسل بزرگ تراستی با امتداد شمالغرب-جنوب شرق، سنگ آهک بیستون (واحد TRK^b) را بر روی واحدهای جوانتر (کرتاسه) رانده است. یکسری گسل طویل تراستی با همین امتداد در جنوب-جنوب شرق کرمانشاه موجب رانده شدن سازندهای ژوراسیک بر روی سازندهای کرتاسه و همچنین واحدهای کرتاسه قدیمی بر روی واحدهای کرتاسه جدیدتر گردیده است. اینگونه گسلهای تراستی در زون سنندج-سیرجان و در کتاکت سازندهای دگرگون شده با سنگهای ماگمایی به فراوانی مشاهده می شود.

۲-۳- زمین شناسی سازندهای مناسب برای تولید آجر و سفال

نظر به اینکه هدف از اجرای عملیات اکتشافی شناسایی شیل و مارن قابل استفاده برای تولید آجر میباشد. لذا بایستی سازندهای حاوی شیل و مارن با دقت مورد پیجویی و بررسی قرار گیرند. از مهمترین سازندهای موجود در استان کرمانشاه که دارای ذخایر شیل و مارن هستند سازند امیران به سن کرتاسه بالایی (ماستریشتین) است. این سازند که با نماد k_2^4 و به رنگ سبز در نقشه زمین شناسی کرمانشاه نشان داده شده است به صورت نوارهای پهن و تقریباً موازی، با امتداد شمالغرب- جنوب شرق در جنوب و غرب کرمانشاه رخنمون وسیعی دارد. سازند مذکور در رخنمونهای یاد شده با سازندهای تله‌زنگ (سنگ آهک پالئوسن- ائوسن) و سازند کشگان (کنگلو، ماسه‌سنگ و مارن قرمز پالئوسن- ائوسن) همبری نرمال دارد. مقطع نمونه سازند امیران در کوه امیران، نزدیک دهکده معمولان در لرستان و در محلی انتخاب و اندازه‌گیری شده است که رودخانه کشگان کوه مذکور را قطع می‌کند. ضخامت در محل مقطع نمونه ۸۷۱ متر و در مجموع شامل سیلتستون، ماسه سنگ زیتونی رنگ تا قهوه‌ای تیره است که به طور متناوب با هم قرار دارند. در رسوبات مذکور گاهی به صورت محلی لایه‌های کنگلومرا که قطعات سازنده آن از چرت‌های رادیولاریت‌دار ساخته شده است و آهک شیلی صدفدار دیده می‌شود.

سازند امیران را فلیش امیران نیز می‌گویند. نظر به اینکه اغلب قطعات سازنده فلیش از تخریب افیولیت و رادیولاریت به وجود آمده است. لذا باید چنین پنداشت که در اواخر کرتاسه تا پالئوسن، منطقه افیولیتی زاگرس که بیشتر در شمال شرق کوه‌های زاگرس قرار دارد، بر اثر فشارهای جانبی از آب خارج و ارتفاعات مهمی را تشکیل داده که از فرسایش آنها فلیش امیران به وجود آمده است. کنتاکت زیرین سازند امیران با مارن خاکستری سازند گورپی به صورت همشیب و تدریجی است. کنتاکت فوقانی سازند امیران با سنگ آهک سازند تله‌زنگ همشیب است و در نقاطی که سازند تله‌زنگ وجود ندارد احتمالاً ماسه سنگ کنگلومرایی قرمز تا سبز سازند کشگان، حد فاصل بالایی سازند امیران را تشکیل می‌دهد.

سازند امیران در زون زاگرس چین‌خورده و رانده شده در استان کرمانشاه شامل مارنهای سبز تا سیاه همراه با آثاری از سنگ آهک مارنی با دانه‌های کوچک رادیولاریت و افیولیت می‌باشد. بخش مارنی گاهی ماسه‌ای می‌شود و در بعضی قسمت‌ها دارای بلورهای مکعبی پیریت است. طبقه بندی در این واحد رسوبی از نوع نازک لایه به ضخامت ۲ تا ۱۰ میلیمتر می‌باشد. میکروفسیل در این سازند بسیار کمیاب است و اغلب فسیلهای موجود در آن از نوع تخریبی می‌باشد.

یکی دیگر از سازندهای حاوی مارن که می‌تواند به عنوان ماده اولیه برای تهیه آجر مدنظر قرار گیرد واحد فلیشی Efl است که در زون سنندج- سیرجان به ویژه اطراف سنقر رخنمونهای وسیعی دارد.

این واحد در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ هر سین با نماد Ef نشان داده شده است که در جنوب رودخانه گاماسیاب در مجاورت روستای کلان قرار دارد و از توالی شیل و ماسه سنگ به صورت متناوب تشکیل شده است. رنگ هوازده این واحد سبز زیتونی است و در آن سنگهای آواری حاوی فسیلهای نومولیت و آلوئولین نیز دیده می شود.

واحد Mr (میوسن) گروه فارس شامل کنگلومرا و مارن در زون زاگرس و فلیشهای مارنی- ماسه ای واحد Mm در زون سندج- سیرجان در شمال و غرب کرمانشاه رخنمونهای وسیعی دارد.

در بالاترین قسمت کنگلومرای قاعده میوسن (واحد Mc) یک بخش مارنی به رنگ متمایل به زرد حاوی فسیل دو کفه ای و شکم پا وجود دارد که احتمال استفاده از آن در تولید آجر بعید بنظر نمی رسد. این واحد در ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ هر سین در جنوب و جنوب شرق هر سین رخنمونهای نسبتاً وسیعی دارد.

واحد Mf در ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ هر سین شامل توالی متناوبی از شیل سبز زیتونی و مارن خاکستری که دارای افقهای ماسه ای و آهک آواری است، در شمال ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ هر سین، جنوب روستای بیدسرخ رخنمون دارد. این واحد کم و بیش ریز دانه است و با داشتن طبقه بندی مدرج، رسوبگذاری نوع تور بیدایتها را از خود نشان می دهد. این واحد به طور مستقیم با همبری عادی بر روی سنگ آهک MI قرار می گیرد و بر اساس موقعیت چینه شناسی، سن آن بوردیگالین تا هلوسن می باشد.

در ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرد، سازند گورپی K2gu (کرتاسه فوقانی) شامل شیل، شیل آهکی خاکستری تیره مایل به آبی با بین لایه هایی از سنگ آهک و سازند پابده، PeEpd (پالئوسن- ائوسن) شامل تناوب شیل خاکستری تا سفید، سنگ آهک رسی و مارن و سازند امیران Kpeam (پالئوسن) شامل شیل و سیلت استون سبز زیتونی با بین لایه های ماسه سنگی نازک تا ضخیم لایه در حاشیه شمال شرقی و همچنین حاشیه جنوب غربی ورقه مذکور رخنمون وسیعی دارد. سازندهای مذکور با امتداد شمال غرب- جنوب غرب به صورت نوارهای نسبتاً پهنی مناطق وسیعی را پوشش می دهند.

سازند گورپی بدلیل فرسایش پذیر بودن، سیمای پست و ملایمی دارد. در بخشهای شمال شرقی ورقه کرد، بالاترین بخش این واحد آهکی است و سیمای برجسته تری دارد، این ویژگی همراه با رنگ هوازده کرم سبب شده تا مرز بالایی آن با سازند امیران آشکارتر باشد. بخشهای شیلی لایه بندی ضعیفی دارند ولی در بخشهای آهکی، لایه بندی آشکارتر است و اغلب متوسط تا ضخیم لایه اند. در درون این سازند گاه بخشهایی از مواد آلی سیاه رنگ و بودار، حاوی دانه های پراکنده پیریت دیده می شود.

ضخامت سازند گورپی حدود ۵۰۰ متر است. همبری زیرین آن با سازند ایلام- سروک همساز اما ناگهانی است. کتاکت فوقانی آن در بخشهای شمال غربی ورقه با سازند امیران تدریجی است. در قسمت‌های جنوب غربی تاقدیس قلاجه همبری بالایی این سازند با سازند پابده با یک ناپیوستگی دیسکانفورمیتی همراه است که با شیل ارغوانی در قاعده سازند پابده مشخص می‌شود. در بخشهای جنوب باختری ورقه در آنتی کلینالهای قلاجه و بانکول سازند پابده رخنمون دارد. در قاعده این سازند ضخامت کمی از شیل ارغوانی تا قهوه‌ای دیده می‌شود که لایه کلیدی برای جدا کردن سازند پابده از سازند گورپی است. بر روی این واحد شیلی تناوب مارن و سنگ آهک رسی و شیل خاکستری تا سفید رنگ قرار دارد. ضخامت سازند یاد شده حدود ۳۵۰ متر است.

همبری آن با سازند گورپی با توجه به وجود شیل ارغوانی در قاعده ناپیوسته است. در مرز بالایی نیز سازند آسماری به صورت ناپیوسته بر روی آن قرار می‌گیرد.

یکی دیگر از سازندهایی که ممکن است حاوی مواد اولیه مورد نظر آجر باشد، سازند گچساران است سازند گچساران Mgs به سن میوسن شامل مارن سبز و گاهی قرمز با درون لایه‌هایی از سنگ آهک رسی و ماسه سنگ نازک تا متوسط لایه است که تناوبی از انیدریت و ژپس به رنگ سفید تا خاکستری در درون آن دیده می‌شود. بخشهای مارنی این سازند که فاقد ژپس و انیدریت باشد، می‌تواند برای تولید آجر مورد استفاده قرار گیرد.

در گردنه پاتاق واقع در حاشیه شمال غربی ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرنند (در ۲۷ کیلومتری جاده کرنند- قصرشیرین)، سازند گچساران با یک کنگلومرای قاعده‌ای به ضخامت ۳ تا ۵ متر بر روی سازند آسماری قرار گرفته است. این کنگلومرا به رنگ خاکستری مایل به سبز و قلوه‌های مشکله آن بیشتر از جنس سنگ آهک است. گردشگی دانه‌ها خوب ولی جورشدگی آنها ضعیف تا متوسط است. فضای بین دانه‌ها را ماتریکس ماسه‌ای به همراه سیمان کربناته پر کرده است. سازند گچساران ریخت شناسی ملایمی دارد و بدلیل نرم فرسای، اغلب در ناودیدیسها قرار دارد و با نهشته‌های کواترنر پوشیده شده است. ضخامت سازند ۲۵۰ متر و سن آن میوسن پیشین و میانی است. همبری سازند گچساران با سازند آسماری در زیر و سازند آجاجاری در بالا همشیب اما ناپیوسته است.

سازند آجاجاری شامل تناوبی از مارن قرمز و ماسه سنگ خاکستری با لایه بندی نازک تا ضخیم است که سیمای نسبتاً ملایم دارد بخشهای ماسه سنگی اغلب به صورت برجسته در بین بخشهای مارنی فرسوده دیده می‌شود و دارای ساختمانهای رسوبی نظیر چینه بندی متقاطع، موج نقش و لامیناسیون می‌باشد. این سازند بیشتر در هسته ناودیسها قرار گرفته و بدلیل فرسایش پذیر بودن اغلب با نهشته‌های کواترنر پوشیده شده است. ضخامت این سازند به دلیل فرسایش قبل از سازند بختیاری در نقاط مختلف متفاوت است. کتاکت زیرین آن با سازند گچساران همشیب و

ناپیوسته و همبري بالایی آن با سازند بختیاری به صورت ناپیوستگی زاویه دار است این سازند فاقد سنگواره شاخص است، اما بر پایه جایگاه چینه‌شناختی و همسانی‌های رخساره‌ای به زمان میوسن - پلیوسن نسبت داده شده است.

جهت مزید اطلاع از وضعیت زمین شناسی واحدهای مناسب برای تأمین مواد اولیه کارخانجات آجر و سفال به شرح این سازندها در ورقه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ استان کرمانشاه که تا تاریخ نگارش این گزارش تهیه و منتشر شده است، می‌پردازیم.

۲-۳-۱- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی کرمانشاه

نقشه زمین شناسی کرمانشاه بخشی از کمربند کوهزائی زاگرس را شامل می‌شود. نیمه شمالی از محدوده نقشه کرمانشاه، شامل بخش دگرگون نشده از زون سندج - سیرجان است. این دو بخش به دو جزء تقسیم شده است: (۱) سنگهای آهکی بیستون و (۲) رادیولاریتهای کرمانشاه. نیمه جنوبی این نقشه، شامل بخشی از کمربند زاگرس چین خورده - رانده شده است. نیمه‌های شمالی و جنوبی توسط "راندگی کوه سفید" از یکدیگر متمایز می‌شوند.

واحدهای مورد بررسی مناسب برای تهیه آجر و سفال در این ورقه از لحاظ سنی از قدیم به جدید عبارتند از:

(۱) واحد J_3^T : این واحد شامل مارلستون، شیل، دارای رادیولاریا به رنگ قرمز و غالباً نازک لایه همراه با افقهایی از سنگهای آهکی بشدت سیلیسی شده و درون لایه‌هایی از سنگهای آهکی خاکستری رنگ، متوسط تا ضخیم لایه، دارای گرهکهای چرت و فسیلهای بتیک ژوراسیک پسین است.

(۲) واحد K_{gu}^m (سازند گورپی): این واحد شامل شیل، مارن و مارلستونهای خاکستری تیره با درون لایه‌های فراوانی از سنگهای آهکی رسی خاکستری تیره تا روشن، ریزدانه، منظم لایه و نازک تا متوسط لایه است. رخساره چیره در این سنگها با یومیکرایت است. سن این واحد از کامپانین تا ماستریشتین تغییر میکند و با توجه به شباهت رخساره، هم‌ارز گورپی است.

(۳) واحد KP_{am}^f (سازند امیران): این واحد در شمال کوه سفید، واحد سنگ آهک کرمانشاه (K_2^k) یا سازند گورپی (K_{gu}^m) را می‌پوشاند و خود در اثر عملکرد گسل کوه سفید در زیر رادیولاریتهای رانده شده کرمانشاه قرار می‌گیرد. در این محل، شامل ماسه سنگهای سبز رنگ گلوکونی دار با درون لایه‌هایی از شیل‌های سیلتی سبز تیره تا سیاه رنگ است. ردیفهای کاملتر این واحد در جنوب کوههای چرمی و سبزعمو و نیز شمال کوه نثار دیده می‌شود.

(۴) واحد PE_{ka} (سازند کشکان): این واحد در کوه نثار برونزد داد و شامل سنگ رس، سیلتستون و ماسه سنگهای قرمز رنگ با درون لایه‌های کنگلومرا است. کنگلومرای این واحد پلی‌میکتیک بوده و عناصر آن از سنگهای الترابازیک، چرت‌های رادیولاردار و سنگ آهک با جورشدگی ضعیف و گردشگی نسبتاً خوب تشکیل شده است. این کنگلومرا دارای خمیره سبز رنگ با خاستگاه آذرین است و از عناصر تشکیل دهنده آن می‌توان به اسپیلیت‌های گرانوفیر با بافت پورفیریک و زمینه هولوکریستالین، گابروهای اورالیتیزه با بافت گرانولر و هارزبورژیت‌های سرپانتینیزه اشاره کرد.

۵) واحد M_m (سازند میشان): این واحد شامل مارنهای خاکستری ژئوپس دار با درون لایه‌هایی از سنگ آهک خاکستری مایل به قهوه‌ای، رسی و دارای شکمپایان و دوکفه‌ای‌های فراوان از جمله استرا است. با توجه به فسیلهای همراه، همانندی رخساره و موقعیت چینه‌شناسی، سن این واحد را میوسن پیشین تا میانی و آنرا هم‌ارز سازند میشان در نظر گرفته‌اند. واحد یاد شده، سازند شهبازان را با ناپوستگی فرسایشی می‌پوشاند و به طور همشیب و تدریجی توسط واحد M_a (سازند آجاجاری) پوشیده می‌شود.

۶) واحد M_a (سازند آجاجاری): این واحد تناوبی از ماسه سنگ‌های آهکی قهوه‌ای تا خاکستری، ریز تا درشت دانه، به طور محلی کنگلومرایی (با قلوه‌هایی گرد شده از دولومیت‌های شهبازان)، ضخیم‌لایه، دارای چینه‌بندی متقاطع، مارنهای قرمز رنگ ژئوپس دار و سیلتستون‌های قرمز رنگ است. ماسه سنگها حالت فرسوده برجسته ولی مارنها و سیلتستونها دارای فرسودگی ژرف هستند. ماسه سنگها در رده کالک لیتایت تا چرت آرنایت از گروه لیتارنایت‌ها طبقه‌بندی شده‌اند (مطیعی، ۱۳۷۲). این واحد از نظر همانندی رخساره و موقعیت چینه‌شناسی هم‌ارز سازند آجاجاری بوده و سن آن در محدوده میوسن پسین است. مرز بالایی این سازند توسط رسوبات کواترن پوشیده شده است.

شکل ۴- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ کرمانشاه

۲-۳-۲- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی سنقر

واحدهای مناسب برای تهیه آجر و سفال در نیمه جنوبی نقشه مذکور با روند شمال، شمال غربی- جنوب، جنوب شرقی قرار گرفته‌اند. از لحاظ سنی متعلق به ائوسن، پالئوسن- الیگوسن، کرتاسه پایینی و ژوراسیک- کرتاسه می‌باشند (شکل ۵).
واحدهای متشکل از قدیم به جدید عبارتند از:

(۱) واحد JK^V2 که از لحاظ سنی متعلق به ژوراسیک- کرتاسه می‌باشد و متشکل از آندزیت، تراکی آندزیت، توف بلورین قطعه سنگی، آندزیت داسیتی، آندزیت پورفیری و شیست بوده و دارای دو رخنمون می‌باشد که بزرگترین رخنمون با طول ۶ کیلومتر و عرض متوسط ۳۳۳ متر در شمال محور سنقر- اسدآباد و بعدی با طول ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۷۰۰ متر در جنوب این محور قرار گرفته است. رخنمونهای این واحد در دو قسمت شرقی و جنوب شرقی ورقه مذکور با روند شمال غربی- جنوب شرقی در شمال محور سنقر- اسدآباد قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد تپه ماهورهای نسبتاً مرتفع با دامنه‌های پرشیب را تشکیل می‌دهد. نتیجه آنالیز نمونه‌های برداشت شده از این واحد نشان داد که برای تهیه آجر، چندان مناسب نمی‌باشد.

(۲) واحد $K_2^{sl,ls}$ متعلق به کرتاسه پایینی می‌باشد و از اسلیت، اسلیت آهکی، اسلیت سبز زیتونی، سنگ آهک صورتی تا خاکستری تیره، ماسه سنگ آهکی قرمز رنگ و سنگهای ولکانیکی تشکیل شده است. واحد نامبرده با گسترش وسیعی با روند شمال غربی- جنوب شرقی در قسمت غرب و جنوب غربی ورقه سنقر قرار گرفته که گسترش بزرگترین رخنمون آن به طول ۱۲ کیلومتر و عرض متوسط ۲ کیلومتر و بقیه رخنمونهای این واحد به تعداد فراوان به طول ۴۰۰ متر تا ۸ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۵ تا ۱۱۰۰ متر می‌باشند. بیشترین تعداد نمونه‌های برداشت شده برای تهیه آجر از رخنمونهای این واحد، می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان می‌گردد. این رخنمونها در اطراف محور سنقر- صحنه و سنقر- میانراهان قرار گرفته‌اند. از نظر مرفولوژی این واحد نیز از تپه ماهورهای نسبتاً مرتفع با دامنه‌های پرشیب تشکیل شده است.

(۳) واحد PE متعلق به پالئوسن بوده که شامل ردیفی از ماسه سنگ، شیل سبز تیره و کنگلومرا می‌باشد. این واحد با روند شمال شرقی- جنوب غربی در بخش غربی ورقه مذکور و در شرق محور سنقر- میانراهان و همچنین جنوب سنقر بزرگترین رخنمون خود را که دارای طول ۱۴

کیلومتر و عرض متوسط ۳ کیلومتر می باشد قرار گرفته است. از دو رخنمون کوچکتر که به فاصله ۲/۵ کیلومتری از یکدیگر قرار گرفته و جاده سنقر- میانراهان از داخل آن عبور می کند نمونه هایی از بخش شیلی واحد مذکور برداشت گردید. طول رخنمونهای مذکور ۲۵۰۰ متر و عرض متوسط آنها ۷۱۰ تا ۲۵۰۰ متر می باشد. علاوه بر این رخنمونها، رخنمونهای پراکنده دیگری با روند شمال غرب- جنوب شرق در غرب محور سنقر- میانراهان و همچنین شمال محور سنقر- کامیاران در داخل زمینهای کشاورزی مشاهده می شود. وسعت رخنمونهای پراکنده مذکور از ۲۵ هکتار تا ۲۰۰ هکتار متغیر می باشد و به سمت غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان می شود. از نظر مرفولوژی این واحد از تپه ماهورهای کم ارتفاع با شیب دامنه ملایم تشکیل شده است.

(۷) واحد E^{IV} متشکل از توف اسیدی با گدازه های آندزیتی و سنگهای آتشفشانی تخریبی می باشد. این واحد از لحاظ زمانی متعلق به ائوسن بوده که با دو بیرون زدگی کوچک در قسمت غربی ورقه سنقر و در شمال شهر سنقر در غرب محور سنقر- قروه با امتداد غربی- شرقی قرار گرفته است. رخنمونهای این واحد به طول ۱۵۰۰ تا ۱۶۵۰ متر و عرض متوسط ۵۷۱ تا ۶۲۰ متر می باشد. از نظر مرفولوژی این واحد نیز از تپه ماهورهای کم ارتفاع و باریک با شیب دامنه ملایم، تشکیل شده است. نتایج آزمایشهای انجام شده بر روی نمونه های برداشت شده از واحد مذکور نشان داد که برای تهیه آجر معمولی مناسب می باشد.

شکل ۵- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ سنقر

۲-۳-۳- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی میانراهان

واحدهای مناسب برای تهیه آجر و سفال در نیمه جنوبی نقشه مذکور با روند شمالی - جنوبی قرار گرفته‌اند که از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه و ائوسن می‌باشند (شکل ۶). از واحدهای موجود در این ورقه تعداد نمونه‌های کمتری برداشت گردید. واحدهای متشکل از قدیم به جدید عبارتند از:

(۱) واحد K_2^t از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه بوده و متشکل از شیست و توف سبز روشن می‌باشد. رخنمونهای این واحد با روند شرقی - غربی به صورت دو لکه پراکنده در نیمه جنوبی ورقه مذکور و شمال محور میانراهان - کامیاران قرار گرفته است. واحد K_2^t از سه رخنمون با گسترش متفاوت تشکیل شده است که بزرگترین رخنمون آن با طول ۵/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۵۰۰ متر و رخنمونهای دیگر با طول ۲ تا ۳ کیلومتر و عرض متوسط ۶۶۰ تا ۸۵۰ متر است. از نظر مرفولوژی این واحد از تپه‌ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم تشکیل شده است.

(۲) واحد E_2^t متشکل از شیل مدادی سبز زیتونی، ماسه سنگ، سنگ آهک تخریبی و کنگلومرا به سن ائوسن می‌باشد. رخنمونهای این واحد با روند شرق - جنوب شرق، غرب - شمال غرب به طول ۱۵ کیلومتر در شمال محور میانراهان - کامیاران قرار دارد. نمونه‌هایی از این واحد از رخنمون کوچکی به طول ۱۹۰۰ متر و عرض متوسط ۸۸۰ متر با روند شرقی - غربی در شمال محور میانراهان - کامیاران، حوالی روستای ازنا بعلیا برداشت گردید. از نظر مرفولوژی این واحد به صورت یک تپه منفرد کم ارتفاع با شیب دامنه ملایم رخنمون یافته است.

شکل ۶- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان

۲-۳-۴- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی هرسین

واحدهای مناسب برای تهیه آجر و سفال در نیمه شمالی نقشه مذکور با روند شمال غربی - جنوب شرقی قرار گرفته‌اند که از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه، الیگومیوسن و میوسن - پلیوسن می‌باشند (شکل ۷). واحدهای مورد بررسی برای تأمین مواد اولیه تولید آجر و سفال در این ورقه از لحاظ سنی از قدیم به جدید عبارتند از:

(۱) واحد K_2^t از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه بوده و متشکل از شیست و توف سبز روشن می‌باشد. رخنمون این واحد با روند شمال غربی - جنوب شرقی به نوار کشیده در بخش شمالی ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ هرسین به طول ۷/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۴۵۰ متر بوده و در شمال محور هرسین - کرمانشاه قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه نسبتاً تند تشکیل شده است.

(۲) واحد M^c (سازند قم) به سن الیگومیوسن که متشکل از ماسه سنگ، کنگلومرای پلیمیکتیک و مارن می‌باشد. واحد مذکور در غرب ورقه هرسین به طول ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۶۰۰ متر با روند شمال غربی - جنوب شرقی، در جنوب محور هرسین - کرمانشاه قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد در بخشهای مارنی کم ارتفاع و در بخشهای کنگلومرای و ماسه سنگی نسبتاً مرتفع و دیواره‌ساز می‌باشد.

(۳) واحد E^f که در ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان با نماد E_2^f نشان داده شده است، متشکل از شیل مدادی سبز زیتونی، ماسه سنگ، سنگ آهک تخریبی و کنگلومرا به سن ائوسن می‌باشد. دارای دو رخنمون با روند شمالی - جنوبی در نیمه شمالی ورقه مذکور است. بخشی از رخنمونهای این واحد در جنوب محور هرسین - کرمانشاه به طول ۷ کیلومتر و عرض متوسط ۲ کیلومتر و بخشی دیگر در شمال محور مذکور به طول ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۶۵۰ متر قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی این واحد به صورت برجستگی‌هایی با ارتفاع و شیب دامنه متوسط که بخشهای ماسه سنگی و آهکی آن به شکل برجسته‌تر نمایان است، مشاهده می‌شود.

(۴) واحد M^f از لحاظ سنی متعلق به میوسن می‌باشد و متشکل از شیل آهکی سبز روشن است. رخنمونهای این واحد در شمال ورقه مذکور و جنوب محور هرسین - کرمانشاه که بزرگترین رخنمون آن به طول ۲ کیلومتر و عرض متوسط ۳۵۸ متر و رخنمون دیگر ورقه به طول ۱ کیلومتر و عرض متوسط ۳۳۳ متر و در قرار گرفته است. یکسری از رخنمونهای واحد نامبرده به دلیل وسعت و عرض کمی که دارا می‌باشد و از آنها نمونه‌هایی برداشت شده در ورقه مذکور نشان داده نشده است. از نظر مرفولوژی این واحد به صورت تپه‌ماهورهای با ارتفاع متوسط و شیب دامنه نسبتاً کم می‌باشد.

شکل ۷- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ هرسین

۲-۳-۵- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی کنند

واحدهای مناسب برای تهیه آجر و سفال در ورقه مذکور با روند شمال غربی - جنوب شرقی قرار گرفته‌اند که از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه، پالئوسن - الیگوسن و میوسن - پلیوسن می‌باشند (شکل ۸). واحدهای مورد بررسی برای تأمین مواد اولیه تولید آجر و سفال در این ورقه از لحاظ سنی از قدیم به جدید عبارتند از:

(۱) واحد **KPe_{am}** (سازند امیران) که در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین با نماد AM نشان داده شده که از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه می‌باشد و از مارن سبز تیره بیتومین دار ماسه‌ای، مارنی و آهکی تشکیل شده است. رخنمونهای واحد نامبرده در نیمه شمالی ورقه کنند با روند شمال غربی - جنوب شرقی به طول ۳۷/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۵ کیلومتر بوده و قسمتی از این رخنمون به طول ۱۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۱۰۰ متر در جنوب محور اسلام آباد غرب - کنند قرار گرفته است. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال، شمال شرق و جنوب غرب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. از نظر مرفولوژی این واحد از تپه ماهورهای کم ارتفاع با شیب دامنه ملایم و در بخشهای ماسه سنگی نسبتاً مرتفع و دیواره‌ساز می‌باشد.

(۲) سازند گورپی در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ کرمانشاه با نماد K_{2gu} و در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین با نماد KS نشان داده شده به سن کرتاسه که متشکل از شیل و شیل‌های آهکی خاکستری تیره مایل به آبی با میان لایه‌هایی از سنگ آهک رسی می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب و شمال شرق وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. رخنمونهای واحد نامبرده از گسترش نسبتاً خوبی برخوردار بوده و بزرگترین رخنمون آن در نیمه شمالی ورقه کنند با روند شمال غربی - جنوب شرقی به طول ۱۶ کیلومتر و عرض متوسط ۳/۵ کیلومتر می‌باشد، قسمتی دیگر از رخنمون‌ها در شمال گردنه پاتاق به طول ۸/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۸۵۰ متر و بخشی دیگر در شمال شرقی ورقه مذکور به طول ۷ کیلومتر و عرض متوسط ۷۳۰ متر گسترش دارد. از نظر مرفولوژی این واحد از ارتفاعات کشیده با دامنه‌ای نسبتاً کم شیب تشکیل شده است.

(۳) واحد **UF** (سازند آغاچاری) از لحاظ سنی متعلق به میوسن - پلیوسن که متشکل از مارنهای قرمز و ماسه سنگ همراه با سنگ آهک افقی نازک لایه می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب و شرق وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. رخنمونهای واحد مذکور به صورت نوار باریکی در بخش شمال غربی ورقه مذکور به طول ۱۶ کیلومتر و عرض متوسط ۱۲۵۰ متر و بخشی از آن در قسمت جنوبی گردنه پاتاق و جنوب غربی ورقه کنند به صورت پراکنده به طول ۹۵۰ متر تا ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۵۰۰ تا ۱۹۰۰ متر و بزرگترین رخنمون آن در بخش شمال شرقی و شرق ورقه مذکور به طول ۲۷ کیلومتر و عرض متوسط ۲۶۰۰ متر قرار گرفته است.

از نظر مرفولوژی رخنمونهای مارنی این واحد کم ارتفاع و در بخشهای آهکی و ماسه سنگی نسبتاً مرتفع می باشد.

۴) واحد LF (سازند گچساران) به سن میوسن - پلیوسن بوده و بخش فارس تحتانی را تشکیل می دهد. متشکل از مارنهای قرمز رنگ همراه با گچ، انیدریت و آهک آلیتی که به صورت نوارهای کشیده و باریک با روند شمال غربی - جنوب شرقی که داری رخنمون قابل توجهی می باشد در نیمه جنوبی و جنوب غربی نقشه واقع گردیده است. ادامه گسترش این واحد به سمت جنوب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می گردد. رخنمون این واحد به طول ۲۲/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۰۰ متر در جنوب محور کند- اسلام آباد غرب قرار دارند. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم و در بخشهای آهکی نسبتاً مرتفع و دیواره ساز می باشد.

شکل ۸- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ کنند

۲-۳-۶- نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین شناسی ایلام-کوهدشت

با توجه به اینکه ورقه‌های ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین‌شناسی قسمتی از محدوده مورد بررسی تهیه نشده‌اند، بنابراین از نقشه‌های ۱:۲۵۰.۰۰۰ جهت شرح واحدهای زمین‌شناسی مناسب برای تهیه آجر و سفال استفاده شده است. نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین‌شناسی ایلام- کوهدشت یکی از نقشه‌هایی است (شکل ۹) که در آن واحدهایی مناسب برای تأمین مواد اولیه تولید آجر و سفال مورد بررسی قرار گرفته که در بخش جنوب شرقی محدوده می‌باشند. واحدهای آن از لحاظ سنی از قدیم به جدید به شرح ذیل می‌باشند:

۱) واحد E_2^k (سازند کشکان) که در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین‌شناسی ایلام- کوهدشت با نماد E_2^k نشان داده شده است، متعلق به کرتاسه بوده و متشکل از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ می‌باشد. رخنمونهای این واحد در نیمه شمالی نقشه مذکور و در اطراف محور بوژان- هلیلان قرار دارد. بزرگترین رخنمون این واحد به طول ۳۸ کیلومتر و عرض متوسط ۵۰۰ متر است. سایر رخنمونها به صورت پراکنده دارای روندهای متفاوتی بوده و از گسترش‌های مختلف به طول ۳/۵ تا ۱۳/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر برخوردار می‌باشند. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال و شمال غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرمانشاه و به سمت غرب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد در بخشهای مارنی کم ارتفاع و در بخشهای کنگلومرای و ماسه سنگی تپه‌ماهوری با دامنه‌های دارای شیب متوسط می‌باشد.

۲) واحد AM (سازند امیران) متعلق به کرتاسه بوده که متشکل از مارن سبز تیره رنگ بیتومین دار ماسه‌ای، مارنی و آهکی می‌باشد. رخنمونهای این واحد در اطراف محور بوژان- هلیلان به صورت پراکنده با روند غربی- شرقی و شمالی- جنوبی رخنمون دارد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرمانشاه و به سمت غرب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. در قسمت شمالی به طول ۳/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۰ متر، در قسمت غربی به طول ۳۸ کیلومتر و عرض متوسط ۵۰۰ متر و در بخش شرقی نقشه مذکور به طول ۱۳/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۴۳۰ متر قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد به صورت تپه‌ماهوری کم ارتفاع با دامنه‌های کم شیب بوده و اغلب زمینهای کشاورزی منطقه بر روی این واحد قرار گرفته است.

۳) واحد R_2 (سازند رازک) به سن میوسن- پلیوسن است که متشکل از مارن سرخ، سبز تا خاکستری رنگ که در بعضی از بخشها سیلتی می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرمانشاه می‌گردد. رخنمونهای واحد نامبرده با روند شمال غربی- جنوب شرقی در نیمه شمالی نقشه مذکور به طول ۴۰۰ متر تا ۳۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۹۲ تا ۹۰۰ متر و در

اطراف محور بوژان- هلیلان قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی از تپه‌ماهورهای با ارتفاع متوسط و شیب دامنه‌های کم را تشکیل می‌دهد.

شکل- ۹ نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ ایلام- کوهدشت

۲-۳-۷- نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ زمین شناسی قصر شیرین

این نقشه قسمت وسیعی از محدوده مورد بررسی را تحت پوشش قرار داده و واحدهای مناسب برای تهیه آجر و سفال در اکثر قسمتها با روند شمال غربی - جنوب شرقی قرار گرفته‌اند که از لحاظ سنی متعلق به ژوراسیک - کرتاسه، کرتاسه، کرتاسه و میوسن - پلیوسن می‌باشند (شکل ۱۰). واحدهای مورد بررسی تأمین مواد اولیه تولید آجر و سفال در این ورقه از لحاظ سنی از قدیم به جدید عبارتند از:

(۱) واحد JK^{v2} متعلق به ژوراسیک - کرتاسه می‌باشد. واحد مذکور به صورت نوار باریک و کشیده به موازات واحد KS قرار گرفته و از رخنمونی به طول ۴۵ کیلومتر و عرض متوسط ۳۰۰۰ متر در نیمه شمال غربی نقشه مذکور و در شمال شهر سرپل ذهاب تشکیل شده است. واحد مذکور متشکل از آندزیت، تراکی آندزیت، توف دارای قطعات سنگی و بلورین، داسیت، آندزیت و آندزیت پورفیریتیک و شیست می‌باشد. از نظر مرفولوژی این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم تشکیل شده است.

(۲) واحد E_2^k (سازند کشکان) متعلق به کرتاسه بوده و متشکل از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت جنوب شرق وارد نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ ایلام - کوه‌دشت می‌گردد. رخنمونهای این واحد در قسمت جنوب شرقی نقشه مذکور، به صورت نوارهای خیلی باریک و در امتداد یکدیگر با طول بین ۲۷ تا ۳۷ کیلومتر و عرض متوسط ۵۲۰ تا ۱۳۵۰ متر و سایر رخنمونها به صورت پراکنده با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی با طول بین ۱۴/۵ تا ۱۷/۵ کیلومتر و عرض متوسط بین ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ متر در قسمت جنوب شرقی نقشه واقع گردیده است. رخنمونهای این سازند در جنوب محور اسلام آباد - کرمانشاه قرار دارد. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد در بخشهای مارنی کم ارتفاع و در بخشهای کنگلومرای و ماسه سنگی تپه ماهوری با دامنه‌های دارای شیب متوسط می‌باشد.

(۳) واحد AM (سازند امیران) متعلق به کرتاسه بوده که متشکل از مارن سبز تیره رنگ بیتومین دار ماسه‌ای، مارنی و آهکی می‌باشد. رخنمونهای این واحد از گسترش زیادی برخوردار بوده و دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت جنوب شرق وارد ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ کرمانشاه می‌گردد. وسیعترین رخنمون این سازند در شمال محور کرمانشاه - اسلام آباد غرب به طول ۱۴۵ کیلومتر و عرض متوسط ۵ کیلومتر در نیمه شمالی به سمت جنوب و سایر رخنمونها با طول بین ۷۵۰ متر تا ۴۸ کیلومتر و عرض متوسط بین ۱۵۰۰ متر

تا ۶ کیلومتر در غرب و جنوب شرقی نقشه مذکور قرار گرفته‌اند. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد به صورت تپه ماهوری کم ارتفاع با دامنه‌های کم شیب بوده و اغلب زمینهای کشاورزی منطقه بر روی این واحد قرار گرفته است.

۴) **سازند گورپی** در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ کرمانشاه با نماد K2gu و در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین با نماد KS نشان داده شده به سن کرتاسه متشکل از شیل و شیل‌های آهکی خاکستری تیره مایل به آبی با میان لایه‌هایی از سنگ آهک رسی می‌باشد. رخنمون این سازند در این نقشه از گسترش خوبی برخوردار بوده و به صورت نواری کشیده به موازات سازند امیران با روند شمال غربی - جنوب شرقی قرار گرفته است. بزرگترین برونزد این سازند در نیمه شمالی نقشه مذکور به طول ۱۰۵ کیلومتر و عرض متوسط ۳۵۰۰ متر و سایر رخنمونها با طول ۲ تا ۲۰ کیلومتر و عرض متوسط ۴۲۰ تا ۲۰۰۰ متر در شمال و شمال غربی محور کرمانشاه - اسلام آباد غرب واقع شده است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم و در بخشهای آهکی نسبتاً مرتفع می‌باشد.

۵) **گروه فارس (F)** به سن میوسن - پلیوسن و متشکل از سازندهای گچساران، میشان و آجاجاری است که مجموعاً گروه فارس را تشکیل می‌دهند. برونزد سازندهای این گروه به صورت نوارهای پهن و گسترده‌ای با روند شمال غرب - جنوب شرق در سرتاسر نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین را پوشش می‌دهد.

۱-۵- واحد LF (سازند گچساران) به سن میوسن - پلیوسن بوده و بخش فارس تحتانی را تشکیل می‌دهد. متشکل از مارنهای قرمز رنگ همراه با گچ، انیدریت آهک آلیتی که به صورت نوارهای کشیده و باریک با روند شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد. این واحد دارای رخنمون قابل توجهی با طول بین ۳۳ تا ۷۰ کیلومتر و عرض متوسط ۲ تا ۸ کیلومتر، در نیمه جنوبی و جنوب غربی نقشه واقع گردیده است. این رخنمونها در جنوب محور قصرشیرین - سرپل ذهاب قرار دارد. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم و در بخشهای آهکی نسبتاً مرتفع می‌باشد.

۲-۵- واحد MF (سازند میشان) به سن میوسن - پلیوسن که به صورت یک نوار باریک و کشیده با عرض خیلی ناچیز در شمال واحد LF قرار گرفته است. بخش فارس میانی را تشکیل می‌دهد. واحد نامبرده متشکل از مارن و ماسه سنگ می‌باشد. رخنمون این واحد دارای گسترشی با طول ۱۸ کیلومتر و عرض متوسط ۶۱۵ متر در غرب نقشه قصرشیرین قرار گرفته و دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد و همانند سازند گچساران در جنوب محور قصرشیرین - سرپل ذهاب قرار

دارد. از نظر مرفولوژی این واحد نیز از تپه ماهورها با ارتفاع کم و شیب دامنه ملایم تشکیل شده است.

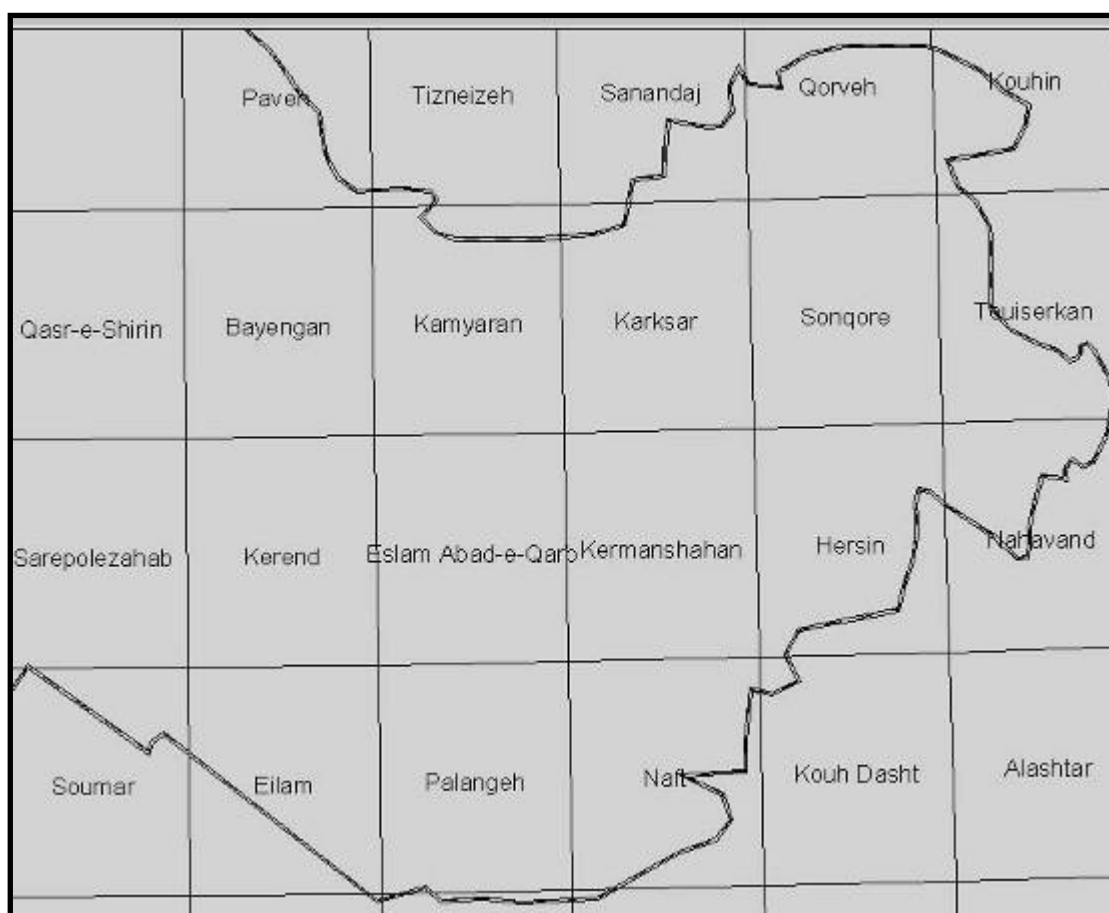
۵-۳- واحد UF (سازند آجاجاری) به سن میوسن- پلیوسن که از گسترش زیادی برخوردار بوده و در نیمه غربی و جنوب غربی نقشه مذکور قرار گرفته است. این واحد متشکل از مارنهای قرمز و ماسه سنگ همراه با سنگ آهک افقی نازک لایه که در نیمه غربی نقشه قصرشیرین با روند شمال غربی- جنوب شرقی قرار گرفته است. این واحد در جنوب محور قصرشیرین- سرپل ذهاب قرار دارد و بخش فارس فوقانی را تشکیل می دهد. رخنمونهای واحد مذکور با طول بین ۶۳ تا ۸۹ کیلومتر و عرض متوسط بین ۲/۵ تا ۱۲/۵ کیلومتر در نیمه غربی ورقه مذکور قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای مارنی این واحد کم ارتفاع و در بخشهای آهکی و ماسه سنگی نسبتاً مرتفع می باشد.

شکل ۱۰- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ قصر شیرین

فصل سوم - عملیات اکتشافی

۱-۳- مقدمه

به منظور شناسایی شیپل و مارن در استان کرمانشاه جهت تهیه آجر و سفال در مرحله اول و طی مطالعات دفتری و پس از مطالعه نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ (اشکال ۱۱ و ۱۲) و تعیین رخنمونهای شیپلی و مارنی موجود در استان، واحدهای مستعد جهت برداشتهای زمین‌شناسی و نمونه‌برداری انتخاب گردید.



شکل ۱۱- ایندکس نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ پوشش دهنده استان کرمانشاه



شکل ۱۲- ایندکس نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ پوشش دهنده استان کرمانشاه

برداشت‌های صحرایی این واحدها طی دو فاز جداگانه و بصورت پروفیل‌های سطحی انجام شده است. فاز اول اکتشاف شامل پیجویی و بررسی واحدهای زمین‌شناسی مستعد بوده است، در این مرحله نمونه برداری عمدتاً در رخنمون‌های نزدیک شهرها و راه‌های اصلی صورت گرفته است، در این مرحله شمار ۴۹ نمونه جهت آزمایش شیمیایی (XRF) (جدول ۸) و ۸ نمونه جهت تست تکنولوژی برداشت شده است و آزمایشات لازم بر روی آنها انجام شده است. با توجه به نتایج آزمایشات مرحله اول، سازندهای مناسب انتخاب شد و نمونه برداری مرحله دوم بر روی آن سازندهای انتخابی مناسب در محدوده استان متمرکز شد، در این مرحله در سه عملیات صحرایی شمار ۳۶۷ نمونه جهت آزمایش شیمیایی و ۱۷ نمونه جهت تست تکنولوژی برداشت شده است و ۲۲۱ نمونه جهت آزمایش شیمیایی انتخاب شد و روی هر ۱۷ نمونه تست تکنولوژی آنالیز شیمیایی نیز انجام شده است.

لازم به ذکر شمار ۳۵ نمونه از نمونه‌های فاز اول و ۴۳ نمونه از نمونه‌های فاز دوم علاوه بر آزمایش شیمیایی، ترکیب کانی‌شناسی آنها با روش XRD نیز مشخص شده است. عملیات اکتشافی انجام شده در ادامه به تفصیل توضیح داده شده است.

جدول ۸- نمونه‌های آزمایش شیمیایی برداشت شده در فاز اول اکتشاف و مختصات جغرافیایی آنها

| <i>SAMPLE</i> | <i>X</i> | <i>Y</i> | <i>SAMPLE</i> | <i>X</i> | <i>Y</i> |
|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| GKSD-1 | 766399 | 3827515 | GKSD-26 | 603173 | 3800663 |
| GKSD-2 | 746637 | 3828176 | GKSD-27 | 595184 | 3808735 |
| GKSD-3 | 731129 | 3842277 | GKSD-28 | 592083 | 3810331 |
| GKSD-4 | 731479 | 3841721 | GKSD-29 | 587092 | 3808549 |
| GKSD-5 | 711216 | 3036650 | GKSD-30 | 571007 | 3816040 |
| GKSD-6 | 701998 | 3834805 | GKSD-31 | 563449 | 3819070 |
| GKSD-7 | 697226 | 3836806 | GKSD-32 | 557303 | 3820410 |
| GKSD-8 | 689127 | 3793001 | GKSD-33 | 557303 | 3820410 |
| GKSD-9 | 737462 | 3855127 | GKSD-34 | 562577 | 3816093 |
| GKSD-10 | 737462 | 3855127 | GKSD-35 | 590230 | 3810049 |
| GKSD-11 | 765466 | 3847907 | GKSD-36 | 645184 | 3778695 |
| GKSD-12 | 765440 | 3847804 | GKSD-37 | 645118 | 3783037 |
| GKSD-13 | 744890 | 3792103 | GKSD-38 | 642613 | 3790989 |
| GKSD-14 | 747930 | 3791994 | GKSD-39 | 636348 | 3792427 |
| GKSD-15 | 689475 | 3789303 | GKSD-40 | 634272 | 3796668 |
| GKSD-16 | 702867 | 3766736 | GKSD-41 | 634785 | 3802162 |
| GKSD-17 | 702867 | 3766736 | GKSD-42 | 635071 | 3803440 |
| GKSD-18 | 707414 | 3761742 | GKSD-43 | 634550 | 3810367 |
| GKSD-19 | 703734 | 3771189 | GKSD-44 | 702951 | 3760183 |
| GKSD-20 | 703734 | 3771189 | GKSD-45 | 700203 | 3758444 |
| GKSD-21 | 703734 | 3771189 | GKSD-46 | 697376 | 3757337 |
| GKSD-22 | 705716 | 3775251 | GKSD-47 | 696407 | 3756670 |
| GKSD-23 | 702439 | 3776477 | GKSD-48 | 696051 | 3753568 |
| GKSD-24 | 654824 | 3788602 | GKSD-49 | 688581 | 3747558 |
| GKSD-25 | 649788 | 3778932 | | | |

۳-۲- شرح نمونه های برداشت شده از سازندهای مناطق مختلف جهت آزمایشات

شیمیایی و کانی شناسی

نظر به اینکه بهره‌برداری از خاک کشاورزی برای تولید آجر و سفال موجب از بین بردن خاکهای مناسب کشاورزی گردیده و علاوه بر آلودگی‌های زیست محیطی، باعث آلودگی آبهای زیرزمینی بدلیل رفتن به عمق و رسیدن به سطح آبهای زیرزمینی می‌گردد، لذا سیاست دولت تأکید بر جایگزینی سازندهای مناسب زمین‌شناسی از قبیل شیل و مارن بجای خاکهای کشاورزی برای تولید آجر گردیده است.

با عنایت به موارد فوق، در اجرای پروژه اکتشاف شیل و مارن جهت تولید آجر و سفال در استان کرمانشاه، اکتشاف منابع خاک کشاورزی از برنامه عملیاتی حذف گردید و از نمونه برداری سازندهای شیل و مارن در مناطق دارای پوشش جنگلی (بطور عمده درختان بلوط) و همچنین مناطقی که در محدوده انتقال شبکه سراسری برق، حریم زمینهای کشاورزی و باغها، محدوده روستاها و جادهها واقع هستند اجتناب شد.

سازندهایی که مورد پیجویی و پتانسیل یابی قرار گرفتند به شرح زیر می باشند. لیتولوژی عمومی این سازندها در فصل دوم شرح داده شده است.

- اسلیت کرتاسه و ژوراسیک
- سازند گورپی
- سازند پابده
- شیل پالئوسن (واحد PE)
- شیل مدادی (واحدهای MF و Ef)
- سازند امیران
- سازند رازک
- سازند گچساران
- سازند آغاچاری
- سازند قم
- سازند کشکان

در ادامه مطالب این مبحث، وضعیت نمونه های برداشت شده از هر یک از واحدهای سنگی در محورها و مسیرهای مختلف به تفصیل توضیح داده شده است. ضمناً پس از خاتمه توصیف نمونه برداری در هر محدوده، آنالیز نمونه ها و تجزیه و تحلیل آنها از نظر مناسب بودن برای مواد اولیه آجر، آمده است.

۳-۲-۱- اسلیتهای کرتاسه در مسیر صحنه - سنقر

همانطور که گفته شد، واحد $K_2^{sl,l,s}$ متعلق به کرتاسه پایینی می باشد و از اسلیت، اسلیت آهکی، اسلیت سبز زیتونی، سنگ آهک صورتی تا خاکستری تیره، ماسه سنگ آهکی قرمز رنگ و سنگهای ولکانیکی تشکیل شده است. واحد نامبرده با گسترش وسیعی با روند شمال غربی - جنوب شرقی در قسمت غرب و جنوب غربی ورقه سنقر قرار گرفته که گسترش بزرگترین رخنمون آن به طول ۱۲ کیلومتر و عرض متوسط ۲ کیلومتر و بقیه رخنمونهای این واحد به تعداد فراوان به طول ۴۰۰ متر تا ۸ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۵ تا ۱۱۰۰ متر می باشند. بیشترین تعداد نمونه های برداشت شده برای تهیه آجر از رخنمونهای این واحد، به شرح ذیل می باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان می گردد. این رخنمونها در اطراف محور سنقر - صحنه و سنقر - میانراهان قرار گرفته اند. از نظر مرفولوژی این واحد نیز از تپه ماهورهای نسبتاً مرتفع با دامنه های پرشیب تشکیل شده است. از این مناطق در مرحله اول تعداد ۲ نمونه و در فاز دوم اکتشاف ۴۷ نمونه جهت تست شیمیایی و کانی شناسی برداشت شد.

- نمونه شماره GKSD-1

در مرحله اول نمونه برداری، نمونه شماره GKSD-1 در محلی با مختصات 746399E,3827515N در شمال آبادی سردهلق برداشت شد. دسترسی به محدوده از طریق جاده صحنه - سنقر مقدور است. در این جاده پس از گذشتن از دهلق در حدود ۲ کیلومتر، در دو سمت جاده رخنمون اسلیت دیده می شود. از این واحد اسلیت در سمت چپ جاده (سمت غرب) نمونه برداری شد. واحد اسلیتی مزبور برنگ خاکستری تیره مایل به سبز است. داخل لایه های اسلیت، باندهای نازک و ضخیم کالک اسلیت دیده می شود. نمونه مزبور از بخش اسلیتی برداشت شد و مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق به روش XRF در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مورد نظر در این پروژه در جدول ۹ آورده شده است. ضمناً نمونه مزبور علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در مطالعه نمودار مذکور، کانیهای کوارتز و کلسیت بعنوان کانیهای اصلی و آلپیت، کلریت، مسکوویت و ایلیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. ذخیره برآورد شده در این محل در سطح حدود ۵ هکتار و افزای مناسب قابل برآورد است. تصویر ۸ نمایی از واحد مزبور و موقعیت نمونه برداشت شده بر روی آن را نشان می دهد.



تصویر ۸- نمایی از واحد اسلیتی کرتاسه و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-1 (دید به سمت غرب)

همانگونه که از جدول و آنالیز نمونه مشاهده می شود، میزان اکسیدهای اصلی با توجه به جدول شماره ۱ مطابق استاندارد ۱۱۶۲ می باشد ولی نتیجه آنالیز XRD نشان می دهد که میزان کانیهای رسی در این نمونه برای ایجاد چسبندگی احتمالاً کافی نباشد. لذا اظهار نظر قطعی در این رابطه منوط به انجام تست تکنولوژی پس از قالب گیری و پخت آجر خواهد بود. شایان ذکر است که مقدار CaO نزدیک به حداکثر میزان مجاز بوده که با توجه به مقدار کم ایلیت احتمال ایجاد اشکال در پخت آجر را افزایش خواهد داد. در هر حال در مرحله اول عملیات اکتشافی این نمونه جهت انجام تست تکنولوژی انتخاب شد و کد GKTT-1 به آن داده شد و آزمایشات لازم روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد، نتایج این بررسیها در بخش های ۳-۳ تا ۳-۵ آورده شده است.

- نمونه شماره GKSD-2

در مرحله اول نمونه برداری، نمونه شماره GKSD-2 در نقطه ای با مختصات 746637E, 3828176N در شمال آبادی سردهلق در جاده صحنه-سنقر برداشت شد. دسترسی به محدوده از جاده صحنه- سنقر امکان پذیر است. در این جاده بعد از آبادی سردهلق در سمت راست (سمت شرق) واحد مزبور دیده می شود. نمونه برداشت شده از واحد اسلیت به رنگ خاکستری تیره متعلق به کرتاسه می باشد. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از اسلیت با میان لایه های بسیار کم کالک اسلیت

است. امتداد لایه بندی در این منطقه در جهت شمال غرب- جنوب شرق بوده و شیب آن ۲۷ درجه و به سمت شمال شرق است. نمونه فوق از واحد اسلیت این مجموعه برداشت و مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج کامل آنالیز نمونه، در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مورد نظر این پروژه در جدول ۹ آمده است. ضمناً نمونه مزبور به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آورده شده است. در نمودار مذکور، کانیهای کوارتز- آلبیت- کلسیت بعنوان کانیهای اصلی و مسکوویت- ایلیت بعنوان کانی فرعی دیده می شود. واحد اسلیتی مذکور، دارای گسترشی در حد ۸۰ هکتار است، که از این وسعت در حدود ۱۵ هکتار آن مزارع کشاورزی و گندم دیم می باشد و در مجموع مشکلی در روند استخراج ایجاد نمی کند. تصویر ۹ نمایی از این واحد و محل نمونه برداری را نشان می دهد.

جدول ۹- نتیجه آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه های GKSD-1 و GKSD-2

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|----------------------|------------------------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-1 | 49.92 | 10.5 | 4.04 | 16.4 | 1.44 | 0.03 | 14 | کوارتز- کلسیت | آلبیت- کلریت- مسکوویت- ایلیت |
| GKSD-2 | 56.75 | 16.1 | 5.77 | 8.32 | 1.99 | 0.03 | 5 | کوارتز- آلبیت- کلسیت | مسکوویت- ایلیت |



تصویر ۹- دورنمای واحد اسلیت کرتاسه در سردهلق

همانگونه که از نتایج آنالیز مشاهده می شود، این نمونه مجموعاً مناسب تر از نمونه GKSD-1 می باشد، ولی فقدان کانیهای رسی مانند ایلیت، کائولینیت یا مونتوریلونیت در فاز اصلی آنالیز XRD موجب نگرانی از وجود چسبندگی ایده آلی برای پخت آجر می گردد. در هر حال این نمونه در مرحله اول عملیات اکتشافی جهت تست تکنولوژی انتخاب شد و کد GKTT-2 برای آن انتخاب

شد و آزمایشات لازم بر روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد. نتایج این بررسیها در بخش های ۳-۳ و ۳-۵ آورده شده است.

- نمونه برداری از اسلیت کرتاسه در مسیر صحنه - سنقر در مرحله دوم

با توجه به نتایج آنالیز XRD و XRD مرحله اول، واحد اسلیتهای کرتاسه بعنوان اولویت اول جهت تأمین مواد اولیه آجر در استان کرمانشاه در نظر گرفته شد. عمده رخنمونهای این واحد سنگی در استان کرمانشاه، در جنوب شهرستان سنقر و در حد فاصل شهرستان سنقر تا صحنه قرار دارد. با توجه به کیفیت مناسب این واحد سنگی و به منظور بررسی بیشتر آن، در فاز دوم مطالعات اکتشافی، اقدام به نمونه برداری از این واحد سنگی گردید و تعداد ۵۰ نمونه از آن برداشت شد که مختصات و آنالیز شیمیایی آنها در جدول ۱۰ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست نشان داده شده است. کلیه نمونه های برداشت پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه ارسال گردید.

الف- نمونه های شماره 85 GKSD تا 114 GKSD:

نمونه های شماره 85 GKSD تا 114 GKSD در مرحله دوم امتداد یک پروفیل به طول حدود ۶۰۰ متر در امتداد N30W از رخنمون اسلیتهای کرتاسه واقع در شمال شرق روستای سردهلق برداشت شد. نمونه ها بصورت chip sample و در طول نمونه برداری ۲۰ متری برداشت گردید. در تصویر ۱۰ و ۱۱ نمایی از محل پیمایش این پروفیل و در تصویر ۱۲ نمایی نزدیک از اسلیتهای نمونه برداری شده، نشان داده شده است. مختصات شروع نمونه برداری 746812E و 3828022N و مختصات انتهای پروفیل نمونه برداری 746951E و 3828478N می باشد.



تصویر ۱۰ و تصویر ۱۱ - نمایی از محل برداشت نمونه های شماره GKSD-85 تا GKSD-114 در شمالشرق روستای دهلق



تصویر ۱۲- نمایی از اسلیت‌های نمونه برداری شده در پروفیل نمونه های شماره GKSD-85 تا GKSD-114

ب- نمونه‌های شماره GKSD-115 تا GKSD-134:

در مرحله دوم حدود یک کیلومتری پروفیل فوق الذکر، تعداد ۲۰ نمونه در امتداد یک پروفیل بطول حدود ۴۰۰ متر و در امتداد N70W از رخنمون اسلیت کرتاسه برداشت شد. نمونه‌ها بصورت chip sample و در طول نمونه برداری ۲۰ متری برداشت گردید. ۲۰ نمونه مذکور از GKSD-115 تا GKSD-134 کدگذاری گردید. در تصویر ۱۳، نمایی از محل پیمایش این پروفیل و نمایی از رخنمون اسلیت در ابتدای پروفیل نشان داده شده است.

در شمال شرق صحنه تناوب اسلیت و سنگ آهک مربوط به واحد Kt₂ رخنمون دارد. از این قسمت نمونه‌های GKSD-300 و GKSD-301 از بخش اسلیتی برداشت شد



تصویر ۱۳- نمایی از محل پیمایش و برداشت نمونه‌های GKSD-115 تا GKSD-134 و نمایی از

رخنمون اسلیت در ابتدای پروفیل

جدول ۱۰- مختصات و نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از اسلیتهای کرتاسه (واحد K_2^{slts})

| SAMPLE | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|--------|---------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|----|------|------|
| GKSD-85 | 746812 | 3828022 | 59.9 | 16.2 | 6.4 | 6.9 | 1.9 | 3.1 | 0.04 | 0.02 | 1.9 | 0.75 | 0.07 | 0.15 | < | 0.06 | 2.2 |
| GKSD-86 | 746817 | 3828038 | 59.6 | 15.8 | 6.4 | 7.9 | 1.6 | 2.9 | 0.05 | 0.02 | 2.1 | 0.72 | 0.06 | 0.14 | < | 0.06 | 2.6 |
| GKSD-87 | 746822 | 3828053 | 59.3 | 16.7 | 6.6 | 6.6 | 1.7 | 3.6 | 0.05 | 0.01 | 2.2 | 0.75 | 0.06 | 0.15 | < | 0.07 | 2 |
| GKSD-88 | 746826 | 3828069 | 56.9 | 15 | 6.1 | 9.9 | 1.8 | 3.1 | 0.06 | 0.02 | 1.9 | 0.68 | 0.06 | 0.15 | < | 0.26 | 4.5 |
| GKSD-89 | 746831 | 3828085 | 59 | 16.2 | 6.4 | 6.6 | 1.8 | 3.4 | 0.05 | 0.02 | 2 | 0.75 | 0.06 | 0.15 | < | 0.05 | 2.8 |
| GKSD-90 | 746836 | 3828101 | 58.2 | 15.9 | 6.4 | 7.7 | 1.7 | 3.2 | 0.05 | 0.01 | 2.1 | 0.73 | 0.06 | 0.13 | < | 0.07 | 3.4 |
| GKSD-91 | 746841 | 3828116 | 57.3 | 15.9 | 6.2 | 8 | 1.6 | 3 | 0.05 | 0.02 | 2 | 0.72 | 0.06 | 0.14 | < | 0.05 | 4.9 |
| GKSD-92 | 746846 | 3828132 | 58.6 | 16.2 | 6.4 | 7.4 | 1.5 | 3.2 | 0.04 | 0.01 | 2 | 0.75 | 0.05 | 0.14 | < | 0.07 | 3.8 |
| GKSD-93 | 746850 | 3828148 | 57.5 | 15.3 | 6.2 | 7.9 | 1.5 | 2.9 | 0.04 | 0.01 | 2 | 0.69 | 0.05 | 0.15 | < | 0.05 | 5.4 |
| GKSD-94 | 746855 | 3828163 | 59 | 16 | 6.3 | 6.6 | 1.5 | 3.1 | 0.04 | 0.01 | 2.1 | 0.73 | 0.06 | 0.16 | < | 0.04 | 4.4 |
| GKSD-95 | 746860 | 3828179 | 59.1 | 15.8 | 6.3 | 6.5 | 1.5 | 2.9 | 0.03 | 0.01 | 1.9 | 0.74 | 0.06 | 0.16 | < | 0.08 | 4.7 |
| GKSD-96 | 746865 | 3828195 | 60.9 | 16.3 | 6.5 | 4.8 | 1.4 | 3.1 | 0.04 | 0.01 | 2.1 | 0.75 | 0.06 | 0.15 | < | 0.11 | 3.6 |
| GKSD-97 | 746869 | 3828211 | 59.6 | 16.6 | 6.2 | 5.5 | 1.4 | 3.1 | 0.03 | 0.01 | 1.9 | 0.78 | 0.05 | 0.16 | < | 0.08 | 4.2 |
| GKSD-98 | 746874 | 3828226 | 58.7 | 15.5 | 6.2 | 7.2 | 1.3 | 2.9 | 0.04 | 0.02 | 1.9 | 0.72 | 0.06 | 0.14 | < | 0.03 | 5.1 |
| GKSD-99 | 746879 | 3828242 | 53.5 | 13.9 | 5.3 | 11.6 | 1.3 | 2.6 | 0.04 | 0.01 | 1.9 | 0.63 | 0.06 | 0.12 | < | 0.03 | 9 |
| GKSD-100 | 746884 | 3828258 | 56.6 | 15.1 | 6.2 | 8.5 | 1.2 | 2.7 | 0.04 | 0.01 | 1.9 | 0.69 | 0.05 | 0.14 | < | 0.02 | 6.5 |
| GKSD-101 | 746889 | 3828274 | 56.5 | 15.5 | 6 | 8 | 1.1 | 2.8 | 0.04 | 0.02 | 1.9 | 0.7 | 0.06 | 0.16 | < | 0.03 | 6.6 |
| GKSD-102 | 746893 | 3828289 | 60.7 | 16.5 | 6.3 | 4.4 | 1.2 | 3.1 | 0.03 | 0.01 | 2 | 0.75 | 0.05 | 0.16 | < | 0.03 | 4.3 |
| GKSD-103 | 746898 | 3828305 | 56.5 | 14.9 | 6.1 | 7.9 | 1.2 | 2.9 | 0.04 | 0.01 | 1.8 | 0.67 | 0.07 | 0.13 | < | 0.03 | 7.2 |
| GKSD-104 | 746903 | 3828321 | 57.8 | 16.2 | 6.1 | 6.6 | 1.4 | 2.8 | 0.04 | 0.01 | 2 | 0.75 | 0.06 | 0.15 | < | 0.02 | 6 |
| GKSD-106 | 746913 | 3828352 | 56 | 15.4 | 5.9 | 7.9 | 1.3 | 2.7 | 0.05 | 0.01 | 1.9 | 0.72 | 0.06 | 0.14 | < | 0.03 | 6.8 |
| GKSD-107 | 746917 | 3828368 | 48.4 | 12.5 | 5.3 | 15 | 0.79 | 2.4 | 0.05 | < | 1.6 | 0.54 | 0.08 | 0.1 | < | 0.03 | 12.9 |
| GKSD-108 | 746922 | 3828384 | 59.3 | 16.4 | 6.4 | 5.5 | 1.3 | 3.1 | 0.04 | < | 2 | 0.75 | 0.05 | 0.14 | < | 0.03 | 4.8 |
| GKSD-109 | 746927 | 3828399 | 60.4 | 16.8 | 6.5 | 4.9 | 1.2 | 3.1 | 0.05 | 0.02 | 2.1 | 0.76 | 0.06 | 0.15 | < | 0.03 | 4.1 |
| GKSD-110 | 746932 | 3828415 | 61 | 15 | 6.5 | 6.2 | 1.4 | 2.7 | 0.05 | 0.01 | 1.9 | 0.71 | 0.06 | 0.14 | < | 0.03 | 4.4 |
| GKSD-111 | 746937 | 3828431 | 57.8 | 16 | 6.3 | 6.7 | 1.4 | 2.9 | 0.05 | 0.01 | 1.9 | 0.73 | 0.06 | 0.17 | < | 0.02 | 5.1 |
| GKSD-112 | 746941 | 3828446 | 58 | 16.4 | 6.2 | 6.3 | 1.3 | 2.9 | 0.05 | 0.01 | 1.9 | 0.75 | 0.05 | 0.15 | < | 0.02 | 5.4 |
| GKSD-113 | 746946 | 3828462 | 56.9 | 14.9 | 6.1 | 7.7 | 1.2 | 2.7 | 0.05 | 0.01 | 2 | 0.68 | 0.05 | 0.13 | < | 0.02 | 6.7 |
| GKSD-114 | 746951 | 3828478 | 55.9 | 15.9 | 5.8 | 7.3 | 0.95 | 3 | 0.04 | 0.02 | 1.9 | 0.69 | 0.05 | 0.14 | < | 0.03 | 8.1 |
| GKSD-115 | 746210 | 3828983 | 49.8 | 11.1 | 5.1 | 14.9 | 0.99 | 1.8 | 0.03 | < | 1.6 | 0.49 | 0.05 | 0.13 | < | 0.02 | 13.9 |
| GKSD-116 | 746230 | 3828975 | 46.4 | 10.7 | 4.5 | 17.6 | 0.75 | 1.9 | 0.04 | < | 1.3 | 0.48 | 0.06 | 0.09 | < | 0.02 | 16 |
| GKSD-117 | 746249 | 3828966 | 53 | 13.1 | 5.3 | 11.2 | 0.95 | 2.4 | 0.02 | < | 1.6 | 0.57 | 0.04 | 0.12 | < | 0.03 | 11.5 |
| GKSD-118 | 746269 | 3828958 | 52.5 | 13 | 5.4 | 11.5 | 1 | 2.4 | 0.02 | < | 1.5 | 0.56 | 0.05 | 0.11 | < | 0.03 | 11.5 |
| GKSD-119 | 746289 | 3828949 | 53.8 | 14.5 | 5.7 | 9.4 | 1 | 2.7 | 0.02 | < | 1.8 | 0.63 | 0.05 | 0.13 | < | 0.02 | 10.1 |
| GKSD-120 | 746308 | 3828941 | 57.4 | 16.1 | 6.2 | 5.4 | 0.95 | 3.1 | 0.02 | 0.02 | 2 | 0.73 | 0.04 | 0.13 | < | 0.03 | 7.4 |
| GKSD-121 | 746328 | 3828932 | 57.5 | 16.1 | 6.2 | 5.6 | 1.1 | 3.1 | 0.02 | < | 1.9 | 0.71 | 0.03 | 0.15 | < | 0.03 | 7.5 |
| GKSD-122 | 746348 | 3828924 | 54.1 | 14.9 | 5.7 | 8.3 | 1 | 2.7 | 0.02 | 0.02 | 1.8 | 0.71 | 0.04 | 0.13 | < | 0.03 | 9.5 |
| GKSD-123 | 746367 | 3828915 | 54.9 | 15.4 | 5.9 | 7.9 | 1.1 | 2.9 | 0.02 | < | 1.7 | 0.73 | 0.04 | 0.12 | < | 0.02 | 9.3 |
| GKSD-124 | 746387 | 3828907 | 56.3 | 14.6 | 5.9 | 7.9 | 1.1 | 2.7 | 0.02 | 0.02 | 1.7 | 0.63 | 0.04 | 0.14 | < | 0.03 | 9 |
| GKSD-125 | 746407 | 3828898 | 61.1 | 16.1 | 6.1 | 3.5 | 0.97 | 3 | 0.01 | < | 1.6 | 0.72 | 0.03 | 0.15 | < | 0.03 | 6 |
| GKSD-126 | 746426 | 3828890 | 60.6 | 17.3 | 6.8 | 2.3 | 1.1 | 3.1 | 0.02 | 0.02 | 2 | 0.77 | 0.04 | 0.14 | < | 0.03 | 5.2 |
| GKSD-127 | 746446 | 3828881 | 61.7 | 17.2 | 6.8 | 1.8 | 1.2 | 3.1 | 0.01 | 0.02 | 1.9 | 0.78 | 0.04 | 0.15 | < | 0.03 | 4.8 |
| GKSD-128 | 746466 | 3828873 | 58.3 | 16.9 | 6.3 | 4.3 | 1 | 3.1 | 0.01 | 0.02 | 1.9 | 0.77 | 0.04 | 0.14 | < | 0.03 | 7 |
| GKSD-129 | 746486 | 3828864 | 58.4 | 15.5 | 6.3 | 5.8 | 0.83 | 2.8 | 0.02 | < | 1.6 | 0.71 | 0.05 | 0.16 | < | 0.02 | 7.9 |
| GKSD-130 | 746505 | 3828856 | 50.2 | 10.9 | 4.7 | 15 | 1 | 1.9 | 0.04 | < | 1.2 | 0.49 | 0.07 | 0.12 | < | 0.02 | 14.2 |
| GKSD-131 | 746525 | 3828847 | 56.3 | 12.5 | 5.6 | 9.9 | 1.2 | 2 | 0.02 | 0.01 | 1.4 | 0.54 | 0.06 | 0.14 | < | 0.03 | 10.4 |
| GKSD-132 | 746545 | 3828839 | 47.9 | 11.3 | 4.7 | 16.2 | 0.82 | 2 | 0.03 | < | 1.1 | 0.5 | 0.06 | 0.11 | < | 0.02 | 15 |
| GKSD-133 | 746564 | 3828831 | 44.5 | 9.6 | 4.4 | 19.8 | 0.64 | 1.8 | 0.05 | 0.01 | 0.92 | 0.42 | 0.07 | 0.09 | < | 0.02 | 17.7 |
| GKSD-134 | 746584 | 3828822 | 54.6 | 15.4 | 6 | 8.2 | 1.1 | 2.9 | 0.02 | 0.01 | 1.3 | 0.7 | 0.05 | 0.13 | < | 0.03 | 9.4 |
| GKSD-260 | 711026 | 3836875 | 48.2 | 16.2 | 8.9 | 7.4 | 3.2 | 1.8 | 0.03 | 0.05 | 8.1 | 1.5 | 0.15 | 0.34 | < | 0.02 | 4.2 |
| GKSD-300 | 747952 | 3819542 | 56.2 | 13 | 5.6 | 9.4 | 1.1 | 2.1 | 0.02 | < | 1.7 | 0.58 | 0.15 | 0.1 | < | 0.02 | 9.8 |
| GKSD-301 | 748058 | 3819227 | 46.3 | 14 | 7.3 | 9.1 | 3.6 | 0.31 | 0.03 | 0.04 | 7.4 | 1 | 0.11 | 0.13 | < | 0.02 | .... |

با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد اسلیت کرتاسه در محور صحنه- سنقر که در جدول ۱۰ نشان داده شده است، از مجموع ۵۰ نمونه برداشت شده از واحد اسلیت کرتاسه، تعداد ۴۹ نمونه از نظر ترکیب شیمیایی جهت تأمین مواد اولیه برای تولید آجر کاملاً مناسب است و تنها نمونه (GKSD-133) ترکیب شیمیایی چندان مناسبی ندارد.

شایان ذکر است که از بین کلیه نمونه‌های ذکر شده در جدول شماره ۱۰، تنها نمونه شماره GKSD-300 به روش XRD نیز مطالعه شده است که کانی‌های تشکیل دهنده اصلی آن به ترتیب عبارتند از: کوارتز، کلسیت کلریت و کانیهای فرعی آن آلپیت، مسکویت و ایلیت میباشد.

۳-۲-۲- شیل‌های پالئوسن در محور سنقر- میانراهان و شمال سنقر

واحد PE متعلق به پالئوسن بوده که شامل ردیفی از ماسه سنگ، شیل سبز تیره و کنگلومرا می‌باشد. این واحد با روند شمال شرقی - جنوب غربی در بخش غربی ورقه سنقر و در شرق محور سنقر - میانراهان قرار گرفته است و همچنین در جنوب سنقر بزرگترین رخنمون خود را با طول ۱۴ کیلومتر و عرض متوسط ۳ کیلومتر دارد. از دو رخنمون کوچکتر که به فاصله ۲/۵ کیلومتری از یکدیگر قرار گرفته و جاده سنقر - میانراهان از داخل آن عبور می‌کند. نمونه‌هایی از بخش شیلی واحد مذکور به شرح ذیل برداشت گردیده است. طول رخنمونهای مذکور ۲۵۰۰ متر و عرض متوسط آنها ۷۱۰ تا ۲۵۰۰ متر می‌باشد. علاوه بر این رخنمونها، رخنمونهای پراکنده دیگری با روند شمال غرب - جنوب شرق در غرب محور سنقر - میانراهان و همچنین شمال محور سنقر - کامیاران در داخل زمینهای کشاورزی مشاهده می‌شود. وسعت رخنمونهای پراکنده مذکور از ۲۵ هکتار تا ۲۰۰ هکتار متغیر می‌باشد و به سمت غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان می‌شود. از نظر مورفولوژی این واحد از تپه ماهورهای کم ارتفاع با شیب دامنه ملایم تشکیل شده است. در مجموع از این مناطق در فاز اول اکتشاف تعداد ۴ نمونه در مرحله اول و تعداد ۹ نمونه در مرحله دوم جهت آنالیز شیمیایی برداشت شده است.

- نمونه شماره GKSD-3

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-3 از نقطه‌ای با مختصات 731129E,3842277N در جنوب سنقر در جوار جاده اصلی سنقر - کرمانشاه برداشت شد. دسترسی به محدوده از طریق جاده سنقر - بیستون امکانپذیر است. محدوده در ۱۳ کیلومتری این راه واقع است. لیتولوژی واحد مذکور در این نقطه مرکب از شیل به همراه مقدار بسیار کم میان لایه‌های سنگ آهک است. شیل رخنمون یافته دارای ورقه‌های نازک بوده و لمس چربی دارد. رنگ آن خاکستری تا خاکستری سربی است. شیل مذکور مربوط به واحد PE (پالئوزن) است. رخنمون این واحد در سطحی حدود ۱۵ هکتار گسترده شده و می‌توان ضخامت حدود ۳۰ متر برای آن در نظر گرفت. امتداد لایه‌های مزبور N35W و شیب آن 38 درجه به سمت جنوب غرب است. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۱ آمده است. ضمناً نمونه به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در مطالعه نمودار مذکور کانیهای کوارتز - مسکوویت، ایلیت و آلپیت بعنوان کانیهای اصلی و کانی کلسیت بعنوان کانی فرعی دیده می‌شوند. تصویر ۱۴ نمایی از واحد مزبور و موقعیت محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۱۴- نمایی از واحد شیل پالتوسن و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-3 (دید به سمت شمال)

همانگونه که از نتایج آنالیز مشاهده می شود، این نمونه با داشتن میزان عناصر اصلی مناسب و کانی رسی در فاز اول (اصلی) آنالیز XRD برای تولید آجر و سفال مناسب خواهد بود. به هر حال این نمونه در مرحله اول جهت تست تکنولوژی با کد GKTT-3 انتخاب شد و آزمایشات لازم بر روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد، نتایج این بررسیها در بخش های ۳-۳ تا ۳-۵ آورده شده است.

- نمونه شماره GKSD-4

در مرحله اول، نمونه شماره GKSD-4 از نقطه ای با مختصات 38S 731479E, 3841721N در حاشیه جاده سنقر- میانراهان از واحد PE برداشت شد. دسترسی به محدوده این رخنمون از طریق جاده سنقر- بیستون مقدور است و محل برداشت نمونه در ۱۵۰ متری جاده اصلی قرار دارد. لیتولوژی واحد برداشت شده مرکب از شیل سبز روشن تا خاکستری بوده و کمی خرد شده است. رخنمون واحد در سطح حدود ۲ تا ۳ هکتار گسترش دارد. نتایج کامل آنالیز نمونه GKSD-4 در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۱ آمده است. ضمناً نمونه به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست

گزارش آمده است. در نمودار مذکور کانیهای کوارتز، کلسیت و آلبیت بعنوان کانی اصلی و کانیهای مسکوویت، ایلیت- کلریت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. همانطور که از آنالیز نمونه ها بر می آید، میزان عناصر اصلی در این نمونه در حد استاندارد است ولی با توجه به کمبود کانیهای رسی، اظهار نظر قطعی در مورد آن منوط به تست تکنولوژی و پخت آجر می باشد. در هر حال این نمونه در مرحله اول اکتشاف جهت تست تکنولوژی انتخاب شد و کد شماره GKTT-4 برای آن انتخاب گردید و آزمایشات لازم بر روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد. نتایج این بررسیها در بخش های ۳-۳ تا ۳-۵ آورده شده است.

نمونه های GKSD-9, GKSD-10

در مرحله اول، نمونه های GKSD-9, GKSD-10 در محلی با مختصات 38S 737462E, 3855127N در ۲ کیلومتری شمال سنقر برداشت شد. دسترسی به محدوده از طریق راه سنقر به قله میان کوه امکان پذیر است. رخنمون واحد نمونه برداری شده در دو طرف جاده واقع است. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از تناوب شیل تیره قهوه ای و شیل خاکستری است. بالا دست این سنگها را سنگهای ولکانیکی تشکیل داده است. بخشی از این واحد توسط زمینهای کشاورزی پوشیده شده است. نمونه شماره GKSD-9 از واحد شیل تیره و سبز زیتونی و نمونه شماره GKSD-10 از واحد شیل کرم متمایل به سبز برداشت شد. ضخامت شیل تیره در حدود ۳ تا ۵ متر و ضخامت شیل روشن در حدود ۲۰ متر و بیشتر است. گسترش این رخنمون ها در حد ۶ هکتار است ولی افزای آن از سطح مزارع کشاورزی زیاد نیست. در شمال این محدوده و قبل از رودخانه گاو رود نیز گسترش زیادی از این شیل و مارن دیده می شود. نتایج کامل آنالیز نمونه های فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۱ آورده شده است. ضمناً نمونه GKSD-10 به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در نمودار مذکور کانیهای کلسیت- آنالسیم بعنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز- مونتموریلونیت- آلبیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. تصویر ۱۵ نمایی از واحد مزبور و محل نمونه برداری را نشان می دهد. امتداد لایه بندی N80W و شیب آن ۴۱ درجه و به سمت شمال شده اند.



تصویر ۱۵- نمایی از سازند شیلی در شمال سنقر و محل نمونه برداری نمونه های شماره 9-GKSD و 10-GKSD (دید به سمت جنوب غرب)

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه ها بر می آید میزان عناصر اصلی نمونه 9-GKSD در حد استاندارد است ولی در نمونه 10-GKSD میزان CaO بیشتر از حد استاندارد و مقدار SiO_2 پایین تر از حد استاندارد می باشد. وجود آنالسیم در نمونه اخیر که به عنوان دومین عنصر اصلی بعد از کلسیت عنوان شده است قابل تأمل بوده و با توجه به معرف آنالسیم که یک زئولیت می باشد و در تصفیه آب، گاز، فاضلاب و تولید خوراک ماهی مصرف می گردد می تواند عملیات اکتشافی مربوطه را داشته باشد.

- برداشت ۸ نمونه از غرب جاده سنقر - میانراهان

در مرحله دوم اکتشاف، در سمت غرب جاده سنقر - میانراهان تعداد ۷ عدد نمونه در طول یک پروفیل در امتداد N80W از رخنمون شیل پالئوسن برداشت شد. این نمونه ها با شماره های ذیل کدگذاری گردید.

GKSD-135, GKSD-139, GKSD-141, GKSD-146, GKSD-151, GKSD-155, GKSD-158
مختصات ابتدای پروفیل 731433E-3841623N و انتهای پروفیل 731342E-3842123N می باشد.
در تصویر ۱۶ نمایی از محل پیمایش پروفیل نشان داده شده است.



تصویر ۱۶- نمایی از محل پیمایش پروفیل و محل برداشت نمونه‌های GKSD-135 تا GKSD-158

- برداشت دو نمونه از کیلومتر ۵ جاده سنقر- میانراهان

شیل‌های پالئوسن در تناوب با ماسه سنگ ریز دانه در کیلومتر ۵ جاده سنقر- میانراهان نیز رخنمون دارد. در مرحله دوم اکتشاف از این بخش نیز تعداد ۲ نمونه به شماره GKSD-310 و GKSD-311 برداشت شد. در تصویر ۱۷ نمایی از محل برداشت نمونه GKSD-310 و در تصویر ۱۸ نمایی از محل برداشت نمونه GKSD-311 نشان داده شده است.



تصویر ۱۷- نمایی از محل برداشت نمونه GKSD-310



تصویر ۱۸- نمایی از محل برداشت نمونه GKSD-311

به منظور بررسی ترکیب مینرالوگرافی واحد شیل پالئوسن از مجموع ۱۳ نمونه برداشت شده پنج نمونه 311 و GKSD-310, 10, 4 و 3-GKSD جهت آنالیز به روش XRD به آزمایشگاه ارسال گردید. نتیجه آنالیز XRD این پنج نمونه در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱۱- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه‌های برداشت شده از واحد شیلهای پالتوسن در سنقر

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|----------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------------------------------|------------------------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-3 | 731129 | 3842277 | 63.86 | 15.7 | 6.48 | 2.4 | 0.67 | 0.05 | 5 | کوارتز- مسکوویت، ایلیت- آلپیت | کلسیت |
| GKSD-4 | 731479 | 3841721 | 58.25 | 16.5 | 6.06 | 4.87 | 1.62 | 0.04 | 7 | کوارتز- کلسیت- آلپیت | مسکوویت، ایلیت- کلریت |
| GKSD-9 | 737462 | 3855127 | 59.28 | 14.9 | 2.97 | 7.12 | 1.49 | 0.03 | 9 | ..... | ..... |
| GKSD-10 | 737462 | 3855127 | 37.16 | 12.9 | 2.86 | 19.6 | 1.04 | 0.09 | 19 | کلسیت- آنالسیم | کوارتز- مونتموریلونیت- آلپیت |
| GKSD-135 | 731433 | 3841623 | 47.9 | 10.5 | 4.7 | 16.6 | 1.2 | 0.04 | 15 | ..... | ..... |
| GKSD-139 | 731418 | 3841703 | 43.9 | 9.2 | 4.9 | 19.1 | 1.5 | 0.05 | 16.5 | ..... | ..... |
| GKSD-141 | 731411 | 3841743 | 45.5 | 6.2 | 3.3 | 22.1 | 1 | 0.03 | 18.8 | ..... | ..... |
| GKSD-146 | 731393 | 3841843 | 48.1 | 8.5 | 5.5 | 17.5 | 1.6 | 0.04 | 15.9 | ..... | ..... |
| GKSD-151 | 731375 | 3841943 | 63.1 | 10.4 | 5 | 7.5 | 1.4 | 0.04 | 8 | ..... | ..... |
| GKSD-155 | 731360 | 3842023 | 49.8 | 10.9 | 4.7 | 15.3 | 1.4 | 0.03 | 14.2 | ..... | ..... |
| GKSD-158 | 731349 | 3842083 | 39.3 | 9.3 | 4.7 | 22.7 | 0.89 | 0.03 | 19.8 | ..... | ..... |
| GKSD-310 | 736123 | 3848638 | 62.7 | 14.2 | 7.1 | 3.8 | 1.2 | 0.04 | 6.1 | آلیت- مسکوویت، ایلیت | کلسیت- کلریت |
| GKSD-311 | 733600 | 3845873 | 70.6 | 14.6 | 5.6 | 0.43 | 1.1 | 0.03 | 3.4 | آلیت- مسکوویت، ایلیت | کلریت |

با توجه به نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد شیل پالتوسن که در جدول ۱۱ نشان داده شده است از مجموع نمونه‌های برداشت شده واحد شیل پالتوسن، تعداد ۴ نمونه از نظر ترکیب شیمیایی جهت تأمین مواد اولیه برای تولید آجر، مناسب می‌باشد. فهرست نمونه‌های مذکور همراه با اکسیدهای آن که در حد استاندارد نمی‌باشند در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

در نتایج آنالیز XRD که در جدول فوق نشان داده شده است، کوارتز فاز اصلی را در دو نمونه GKSD-3 و GKSD-3 تشکیل می‌دهد. در نمونه اول، ایلیت بعنوان یک کانی رسی جزء کانیهای اصلی و در نمونه دوم، ایلیت جزء کانیهای فرعی تشکیل دهنده سنگ می‌باشد.

۳-۲-۳- اسلیتهای کرتاسه در مسیر محور میانراهان- کامیاران

همانطور که گفته شد، واحد K_2^t از لحاظ سنی متعلق به کرتاسه بوده و متشکل از اسلیت و توف سبز روشن می باشد. رخنمونهای این واحد با روند شرقی- غربی به صورت دو لکه پراکنده در نیمه جنوبی ورقه میانراهان و شمال محور میانراهان- کامیاران قرار گرفته است. واحد K_2^t از سه رخنمون با گسترش متفاوت تشکیل شده است که بزرگترین رخنمون آن با طول ۵/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۵۰۰ متر و رخنمونهای دیگر با طول ۲ تا ۳ کیلومتر و عرض متوسط ۶۶۰ تا ۸۵۰ متر است. نمونه هایی از این واحد به شرح ذیل برداشت گردیده است. از نظر مرفولوژی این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم تشکیل شده است. در مجموع از اسلیتهای کرتاسه منطقه مذکور تعداد ۲ نمونه در مرحله اول اکتشاف و ۷ نمونه در مرحله دوم اکتشاف جهت آزمایش شیمیایی به شرح ذیل برداشت شده است:

- نمونه شماره GKSD-5

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-5 در نقطه ای با مختصات 38S 711216E,3036650N در جنوب شرقی روستای ازناپ علیا و شمال غربی میانراهان برداشت شد. دسترسی به محدوده این رخنمون از طریق جاده میانراهان- کامیاران مقدور است. روستای ازناپ علیا در راه فرعی منشعب از این راه اصلی و در ۱۵ کیلومتری میانراهان آن واقع است. لیتولوژی واحد مزبور در این ناحیه مرکب از اسلیت بوده و این اسلیت درون سنگهای ولکانیکی منطقه که بیشترین گسترش را دارند واقع است. واحدهای اسلیتی بصورت پراکنده در بعضی از نقاط اطراف روستا دیده می شوند. بیشترین وسعت رخنمونهای منطقه را سنگهای ولکانیکی و آگلومرای ائوسن پوشانده است. رنگ اسلیت مزبور، خاکستری تیره تا سیاه است. نتایج کامل آنالیز نمونه GKSD-5 به روش XRF در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۲ آمده است. ضمناً نمونه به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در نمودار مذکور کانیهای کوارتز- کلسیت- آلیت بعنوان کانیهای اصلی و مسکوویت، ایلیت- کلریت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. تصویر ۱۹ نمایی از رخنمون اسلیت نمونه برداری شده محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۱۹- نمایی از واحد اسلیت کرتاسه و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-5 (دید به سمت شمال)

همانطور که در نتایج آنالیز مشاهده می شود، کیفیت این نمونه کمی پایین تر از نمونه GKSD-4 است و لزوم تست تکنولوژی برای آن محسوس می باشد. در هر حال این نمونه در مرحله اول اکتشاف جهت تست تکنولوژی انتخاب شد و با شماره GKTT-7 کدگذاری شد و آزمایشات لازم بر روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد، نتایج این بررسیها در بخش های ۳-۳ و ۳-۵ آورده شده است.

- نمونه شماره GKSD-6

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-6 از نقطه ای با مختصات 38S 701998E,3834805N در شمال غرب میانراهان برداشت شد. دسترسی به محدوده این رخنمون از طریق جاده میانراهان- کامیاران امکانپذیر است. در طول این مسیر جاده فرعی از سمت راست (شمال) منشعب شده پس از طی ۱/۵ کیلومتر به محل ابتدای رخنمون می رسد. لیتولوژی واحد در این قسمت مرکب از اسلیت و واحدهای ولکانیکی ائوسن می باشد. در مجاورت این واحد، سنگهای اولترابازیک که تا حدی به سرپانتین تبدیل شده اند دیده می شوند. بخشی از این واحد جهت تولید شن و ماسه استخراج شده است. در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ کرمانشاه واحد مزبور مارن میوسن آورده شده است که ابدا اثری از مارن دیده نمی شود. گسترش واحد اسلیتی نسبتاً خوب است اما در میان واحدهای ولکانیکی و سنگهای اولترابازیک محصور شده است. نمونه GKSD-6

از واحد اسلیتی برداشت شد و مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۲ آورده شده است. تصویر ۲۰ نمایی از واحد مزبور و محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۲۰- نمایی از رخنمون اسلیت در تصویر چپ و برونزد واحد سرپانتین در تصویر راست

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه ها پیداست، میزان عناصر اصلی در حد استاندارد است.

- نمونه های برداشت شده از شمالشرق صحنه و میانراهان به کامیارهان

در مرحله دوم اکتشاف در مسیر میانراهان به کامیاران رخنمونهای واحد Kt_2 بصورت تناوب اسلیت با سنگ آهک و ماسه سنگ مشاهده شد که از بخش اسلیتی نمونه GKSD-312 و GKSD-313 برداشت گردید. نمونه GKSD-312 از اسلیت کلریتی و نمونه GKSD-313 از اسلیت حاوی رگه ها و رگچه های کلسیت سفید رنگ برداشت شد.

دو عدد نمونه برداشت شده پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه ها در جدول شماره ۱۲ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۱۲ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۲ عدد نمونه برداشت شده از این واحد اسلیتی، نمونه GKSD-313 دارای ترکیب شیمیایی مناسبی (طبق استاندارد) جهت تولید آجر می باشد و نمونه GKSD-312 بعلت مقدار بالای CaO و مقدار کم SiO_2 جهت تولید آجر مناسب نمی باشد.

پس از تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها، از ۲ عدد نمونه برداشت شده از این واحد اسلیتی نمونه GKSD-313 جهت آنالیز XRD به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز XRD این نمونه‌ها در جدول شماره ۱۲ نشان داده شده است. با توجه به نتیجه آنالیز XRD نمونه GKSD-313 که در جدول شماره ۱۲ نشان داده شده است، در نمونه GKSD-313 عمدتاً سیلیس و کلسیت تشکیل دهنده فاز اصلی می‌باشند و کانی رسی ایلیت در فاز فرعی قرار دارند.

- نمونه‌های GKSD-261 تا GKSD-265:

در مرحله دوم در جاده میانراهان- کامیاران در طول یک پروفیل در امتداد N50W تعداد ۵ نمونه دیگر از شماره GKSD-261 تا GKSD-265 از جهت شمال شرق به جنوب غرب از واحد اسلیت کرتاسه برداشت شد. مختصات ابتدا و انتهای پروفیل 701928E- و 701996E-3834851N و 3834777N می‌باشد. در تصویر ۲۱ نمایی از محل پیمایش این پروفیل نشان داده شده است.



تصویر ۲۱- نمایی از محل پیمایش پروفیل و محل برداشت نمونه های GKSD-261 تا GKSD-265

جدول ۱۲- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از واحد اسلیتی Kt2

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|----------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------------------------|-----------------------------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-5 | 711216 | 3036650 | 58.01 | 14.6 | 5.99 | 6.16 | 2.44 | 0.04 | 7 | کوارتز- کلسیت- آلبیت | مسکوویت، ایلیت- کلریت |
| GKSD-6 | 701998 | 3834805 | 58.28 | 13.8 | 5.61 | 6.17 | 2.82 | 0.04 | 8 | ..... | ..... |
| GKSD-261 | 701996 | 3834851 | 51.3 | 10.8 | 4.7 | 13 | 2.7 | 0.04 | 12.7 | ..... | ..... |
| GKSD-262 | 701979 | 3834833 | 60.5 | 11.7 | 4.7 | 7.9 | 1.8 | 0.04 | 8.7 | ..... | ..... |
| GKSD-263 | 701962 | 3834814 | 57.1 | 12.6 | 5.1 | 8.2 | 2.6 | 0.04 | 9.1 | ..... | ..... |
| GKSD-264 | 701945 | 3834796 | 56.1 | 13.5 | 5.9 | 6.5 | 3.9 | 0.04 | 7.5 | ..... | ..... |
| GKSD-265 | 701928 | 3834777 | 57 | 11.8 | 4.9 | 8.9 | 2.4 | 0.04 | 9.5 | ..... | ..... |
| GKSD-312 | 720516 | 3834770 | 39.3 | 9.7 | 4 | 21.9 | 2.3 | 0.05 | 18.8 | ..... | ..... |
| GKSD-313 | 720519 | 3834929 | 49.3 | 9.9 | 4.1 | 16.1 | 1.9 | 0.05 | 14.5 | کوارتز-کلسیت | آلبیت- مسکوویت- ایلیت-کلریت |

۳-۲-۴- شیل‌های مدادی، ولکانیک‌های آندزیتی و اسلیت ائوسن در شمال محور میانراهان- کامیاران و صحنه- کنگاور

همانطور که گفته شد، واحد E_2^t متشکل از شیل مدادی سبز زیتونی، ماسه سنگ، سنگ آهک تخریبی، کنگلومرا، ولکانیک‌های آندزیتی و اسلیت به سن ائوسن می‌باشد. رخنمون‌های این واحد با روند شرق- جنوب شرق، غرب- شمال غرب به طول ۱۵ کیلومتر در شمال محور میانراهان- کامیاران قرار دارد. نمونه‌هایی از این واحد به شرح ذیل از رخنمون کوچکی به طول ۱۹۰۰ متر و عرض متوسط ۸۸۰ متر با روند شرقی- غربی در شمال محور میانراهان- کامیاران، حوالی روستای ازنا بعلیا برداشت گردید. از نظر مرفولوژی این واحد به صورت یک تپه منفرد کم ارتفاع با شیب دامنه‌های ملایم رخنمون یافته است. در کل از شیل‌های مدادی، ولکانیک‌های آندزیتی و اسلیت ائوسن تعداد یک نمونه در مرحله اول اکتشاف و ۱۳ نمونه در مرحله دوم اکتشاف جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشت شده است:

- نمونه شماره GKSD-7

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-7 از نقطه ای با مختصات 38S 697226E, 3836806N در راه فرعی منشعب از جاده اصلی میانراهان- کامیاران برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از سنگ‌های ولکانیکی کمی آلتیره تشکیل شده است. رخنمون واحد در ترانشه جاده بوده و بر روی آن زمینهای کشاورزی قرار دارد. نمونه GKSD-7 از این واحد برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۳ آورده شده است. ضمناً نمونه به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است تصویر ۲۲ نمایی از واحد مزبور و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳- نتیجه آنالیز نمونه GKSD-7 در مسیر میانراهان- کامیاران

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|---|--------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-7 | 49.54 | 12.7 | 13.7 | 6.26 | 5.32 | 0.03 | 3 | آلبیت- کوارتز- مونتموریلونیت- هورنبلند | --- |

نتیجه آنالیز نمونه حاکی از آن است Fe_2O_3 و MgO کمی بیشتر از حد استاندارد می باشد و میزان کانیهای رسی برای ایجاد چسبندگی لازم کافی می باشد.



تصویر ۲۲- نمایی از سنگ ولکانیکی و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-7

- نمونه برداری از حوالی روستای ده لر در مسیر صحنه به کنگاور

در مسیر صحنه به کنگاور در حوالی روستای ده لر، شیلهای مدادی، ولکانیکهای آندزیتی و اسلیت واحد E_2^t در وسعت زیادی رخنمون دارد. در فاز دوم اکتشاف از این واحد ۱۳ عدد نمونه برداشت شد که از شماره GKSD-413 تا GKSD-425 کدگذاری گردید. نمونه GKSD-421 از سنگ ولکانیک آندزیتی، نمونه GKSD-422 از رخنمون اسلیت، نمونه GKSD-423 از واحد ولکانیکی فرسایش یافته کلریتی شده برداشت شد. نمونه GKSD-424 از ترانشه جاده بعد از روستای دوآب از اسلیت که در تناوب با سنگ آهک متامرف قرار گرفته است و نمونه GKSD-425 از ولکانیک آلتره شده برداشت شد.

کلیه نمونه های برداشت شده پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه ها در جدول شماره ۱۴ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست ۱ نشان داده شده است.

در جدول شماره ۱۴ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۱۳ عدد نمونه برداشت شده از این واحد تنها ۶ نمونه دارای ترکیب شیمیایی مناسب (طبق استاندارد) جهت تولید آجر می باشد.

پس از تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه ها، از ۱۳ عدد نمونه برداشت شده از این واحد، تعداد ۶ نمونه جهت آنالیز XRD به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز XRD این نمونه ها در جدول شماره ۱۵ نشان داده شده است. این ۶ عدد نمونه از میان نمونه هایی انتخاب گردید که نسبت به بقیه دارای ترکیب شیمیایی مناسبتری جهت تولید آجر می باشد.

با توجه به نتایج آنالیز XRD که در جدول شماره ۱۵ نشان داده شده است، در واحد E_2^t عمدتاً سیلیس، کلسیت و آلپیت تشکیل دهنده فاز اصلی می باشند و کانی رسی ایلیت در فاز فرعی قرار دارند.

جدول ۱۴- مختصات و نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از واحد E_2^t در مسیر صحنه- کنگاور در مرحله دوم اکتشاف

| SAMPLE | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|--------|---------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| GKSD-413 | 759649 | 3806531 | 32.3 | 5.8 | 2.8 | 30.4 | 0.71 | 1 | 0.13 | < | 1.4 | 0.27 | 0.18 | 0.08 | < | 0.02 | 25.4 |
| GKSD-414 | 759763 | 3806574 | 47.5 | 8.7 | 3.9 | 17.5 | 1.7 | 1.3 | 0.07 | < | 1.8 | 0.44 | 0.13 | 0.13 | < | 0.04 | 15.9 |
| GKSD-415 | 759832 | 3806668 | 44.4 | 9.6 | 4.3 | 19.2 | 1 | 1.9 | 0.07 | < | 1.9 | 0.46 | 0.14 | 0.13 | 0.01 | 0.03 | 17.4 |
| GKSD-416 | 759981 | 3806620 | 49.9 | 9.7 | 4.3 | 15.3 | 1.3 | 1.9 | 0.06 | 0.01 | 2.3 | 0.45 | 0.13 | 0.11 | < | 0.03 | 14.3 |
| GKSD-417 | 760072 | 3806517 | 51.9 | 11 | 4.4 | 12.4 | 1.8 | 2 | 0.06 | 0.02 | 3.2 | 0.53 | 0.16 | 0.12 | < | 0.03 | 12.5 |
| GKSD-418 | 760260 | 3806458 | 40.6 | 5.6 | 2.4 | 25.8 | 1.2 | 0.78 | 0.08 | < | 1.2 | 0.31 | 0.22 | 0.11 | < | 0.07 | 21.5 |
| GKSD-419 | 760383 | 3806424 | 52.6 | 11.5 | 4.4 | 12.9 | 1.8 | 2.1 | 0.04 | 0.01 | 1.9 | 0.51 | 0.08 | 0.15 | < | 0.03 | 12.5 |
| GKSD-420 | 760537 | 3806452 | 53.8 | 12.4 | 5.2 | 10.2 | 0.95 | 2.7 | 0.03 | 0.02 | 2.6 | 0.56 | 0.08 | 0.13 | < | 0.03 | 11.2 |
| GKSD-421 | 760701 | 3806748 | 48.4 | 15.4 | 10.7 | 11.5 | 3.3 | 0.16 | 0.04 | 0.03 | 6.8 | 2 | 0.16 | 0.23 | < | 0.02 | 2.3 |
| GKSD-422 | | | 57.8 | 12.1 | 4.5 | 8.8 | 1.8 | 2.3 | 0.04 | < | 2.3 | 0.58 | 0.1 | 0.13 | < | 0.03 | 9.5 |
| GKSD-423 | 760852 | 3806924 | 43.7 | 11.6 | 8.9 | 9.3 | 0.7 | 0.05 | 0.01 | 0.09 | 20.3 | 0.36 | 0.16 | 0.03 | < | 0.03 | 5.4 |
| GKSD-424 | 765906 | 3806867 | 21.3 | 8 | 2.8 | 35.4 | 0.34 | 1.6 | 0.1 | 0.01 | 1.3 | 0.32 | 0.05 | 0.07 | < | 0.01 | 29.2 |
| GKSD-425 | 768106 | 3808333 | 55.7 | 15.6 | 6.3 | 6.7 | 3.3 | 2.2 | 0.02 | < | 1.9 | 0.67 | 0.09 | 0.26 | < | 0.03 | 6.6 |

جدول ۱۵- نتایج آنالیز XRD نمونه های واحد E_2^t

| Row | Sample No. | XRD | | | | | |
|-----|------------|---------------|---------|---------|----------------|------------------|------------------|
| | | MajorPhase(s) | | | Minor Phase(s) | | |
| 1 | GKSD-416 | Quartz | Calcite | | Chlorite | Albite | Muscovite-illite |
| 2 | GKSD-417 | Quartz | Calcite | Albite | Chlorite | Muscovite-illite | |
| 3 | GKSD-419 | Calcite | Quartz | Albite | Chlorite | Muscovite-illite | |
| 4 | GKSD-420 | Calcite | Quartz | | Chlorite | Muscovite-illite | Albite |
| 5 | GKSD-422 | Quartz | Calcite | Albite | Chlorite | Muscovite-illite | |
| 6 | GKSD-425 | Quartz | Albite | Calcite | Chlorite | Muscovite-illite | Hematite |

۳-۲-۵- شیستهای زیتونی رنگ ژوراسیک-کرتاسه در محور سنقر-کنگاور

واحد JK^{V2} که از لحاظ سنی متعلق به ژوراسیک-کرتاسه می باشد و متشکل از آندزیت، تراکی آندزیت، توف بلورین قطعه سنگی، آندزیت داسیتی، آندزیت پورفیری و شیست بوده و دارای دو رخنمون می باشد که بزرگترین رخنمون با طول ۶ کیلومتر و عرض متوسط ۳۳۳ متر در شمال محور سنقر-اسدآباد و بعدی با طول ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۷۰۰ متر در جنوب این محور قرار گرفته است. رخنمونهای این واحد در دو قسمت شرقی و جنوب شرقی ورقه مذکور با روند شمال غربی- جنوب شرقی در شمال محور سنقر-اسدآباد قرار گرفته است. نمونه‌هایی از این واحد به شرح ذیل برداشت گردیده است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد تپه ماهورهای نسبتاً مرتفع با دامنه‌های پرشیب را تشکیل می دهد. نتیجه آنالیز نمونه‌های برداشت شده از این واحد نشان داد که برای تهیه آجر، چندان مناسب نمی باشد. در کل از این واحد سنگی دو نمونه در مرحله اول اکتشاف و سه نمونه در مرحله دوم اکتشاف جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشت شده است:

- نمونه‌های شماره GKSD-11 و GKSD-12

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-11 از نقطه ای با مختصات 38S 765466 3847907 در شرق سنقر برداشت شد. دسترسی به محدوده مورد نظر از طریق جاده سنقر-کنگاور مقدور است. لیتولوژی واحد مرکب از سنگهای متاولکانیک و انواع شیستها اعم از کردیوریت شیست، میکاشیست و کلریت شیست است. فاصله رخنمون تا جاده اصلی حدود ۱ کیلومتر است. سن واحد مزبور بر اساس نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ سنقر به ژوراسیک متعلق است. سنگ مزبور کمی سخت بوده اما بنظر می رسد بتوان آن را با بولدوزر استخراج نمود. گسترش قابل برداشت این واحد در حدود ۶ هکتار است که وسعت قابل توجهی دارد. نمونه شماره GKSD-11 از این واحد برداشت شد. در پائین دست آن واحد میکا اسلیت رخنمون دارد که لیتولوژی آن کمی با بخش بالایی که نمونه برداری شد فرق دارد. در این قسمت تناوب لایه‌های میکااسلیت و لایه‌های سخت کوارتزیت دیده می شود. نمونه GKSD-12 از بخش میکااسلیتی آن در مختصات 765440E, 3847804N برداشت شد. روند این واحدها در مجموع شرقی- غربی است و ادامه این واحدها را می توان به سمت شرق تا بیش از ۲ کیلومتر تعقیب کرد. در صورت مناسب بودن ۲ نمونه برداشت شده جهت تولید آجر یا سفال، می توان عملیات اکتشافی و پیجویی را در سطح وسیع تر انجام داد.

نتایج کامل آنالیز نمونه‌های فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۶ آورده شده است. ضمناً نمونه‌های فوق به روش XRD نیز مورد

آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در نمودار نمونه مذکور به شماره نمونه GKSD-11 کانیهای هورنبلند-کلریت-آلبیت به عنوان کانی اصلی و کانی کوارتز بعنوان کانی فرعی دیده می‌شوند. در نمونه GKSD-12 کانی کلسیت به عنوان کانی اصلی و کانیهای کلریت-مسکوویت ایلیت-آلبیت بعنوان کانی فرعی دیده می‌شوند.



تصویر ۲۳- نمایی از واحد دگرگونه و محل نمونه برداری نمونه‌های شماره GKSD-11 و شماره GKSD-12

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه‌ها پیداست، میزان MgO نمونه GKSD-11 به مراتب بیشتر از حداکثر تعیین شده در استاندارد مربوطه بوده و میزان Al_2O_3 آن کمی پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد. میزان کوارتز نمونه GKSD-12 بیشتر از حد استاندارد است. بنابراین محدوده مذکور از ادامه عملیات اکتشافی حذف می‌شود.

- برداشت سه نمونه در مسیر کنگاور به سنقر

در مسیر کنگاور به سنقر بخشهای شیلی واحد JK^{V2} در میان زمینهای کشاورزی رخنمون دارد. در فاز دوم اکتشاف از این قسمت نمونه‌های GKSD-308 و GKSD-309 برداشت شد.

علاوه بر این رخنمونهای واحد JK^{v2} در غرب باینگان در حوالی روستای نگره نیز مشاهده شد که نمونه GKSD-336 نیز در مرحله دوم اکتشاف از آن برداشت گردید.

سه عدد نمونه برداشت شده پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآرما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه‌ها در جدول شماره ۱۶ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۱۶ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۳ عدد نمونه برداشت شده از این واحد شیلی، دو نمونه به شماره‌های GKSD-308 و GKSD-336 دارای مقدار MgO کمی بیشتر از حد استاندارد می‌باشد، ولی به دلیل آنکه میزان CaO آنها پایین و مقدار Al_2O_3 آنها بالا است، لذا برای تولید آجر مناسب می‌باشند.

پس از تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها، از ۳ عدد نمونه برداشت شده از این واحد شیلی، نمونه GKSD-309 جهت آنالیز XRD به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز XRD این نمونه‌ها در جدول شماره ۱۶ نشان داده شده است.

با توجه به نتیجه آنالیز XRD نمونه GKSD-309 که در جدول شماره ۱۶ نشان داده شده است، در واحد شیل JK^{v2} ، عمدتاً سیلیس، کلسیت تشکیل دهنده فاز اصلی می‌باشند و کانی رسی ایلیت در فاز فرعی قرار دارند.

جدول ۱۶- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه‌های برداشت شده از واحد شیلی JK^{v2} در مسیر سنقر- کنگاور

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|-----------------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|--------------------------|-------------------------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-11 | 765466 | 3847907 | 46.64 | 8.96 | 10.8 | 9.22 | 14.2 | 0.03 | 6 | هورنبلند- کلریت-آلبیت | کلسیت |
| GKSD-12 | 765440 | 3847804 | 64.26 | 16.8 | 7.16 | 0.73 | 1.44 | 0.03 | 4 | کوارتز | کلریت-مسکوویت ایلپیت-آلبیت |
| GKSD-308 | 773727 | 3825943 | 48.3 | 13.9 | 10.5 | 8 | 4.3 | 0.03 | 9.7 | ..... | ..... |
| GKSD-309 | 772880 | 3826623 | 56.9 | 13.1 | 5.9 | 9.4 | 0.55 | 0.03 | 10.1 | کوارتز-کلسیت | کلریت-مسکوویت ایلپیت-آلبیت |
| GKSD-336 | 596128 | 3864736 | 55.5 | 17.6 | 6.6 | 1.2 | 4.5 | 0.05 | 5.9 | ..... | ..... |

۳-۲-۶- مارنهای سازند قم در شهرستان هرسین

همانطور که گفته شد، واحد M^c (سازند قم) به سن الیگومیوسن که متشکل از ماسه سنگ، کنگلومرای پلیمیکتیک و مارن می‌باشد. واحد مذکور در شرق ورقه کرمانشاه با طول ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۶۰۰ متر دارای گسترش بوده و با روند شمال غربی- جنوب شرقی، در جنوب محور هرسین-کرمانشاه قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد در بخشهای مارنی کم ارتفاع و فرسایش یافته، در بخشهای کنگلومرایی، تپه ماهوری و در بخشهای ماسه سنگی نسبتاً مرتفع و دیواره ساز می‌باشد. از سازند قم تنها در مرحله اول اکتشاف ۲ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشت گردیده است.

- نمونه شماره GKSD-13

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-13 از نقطه ای با مختصات 38S 744890E, 3792103N در شرق هرسین برداشت شد. دسترسی به محدوده از طریق جاده هرسین-نورآباد امکانپذیر است. محل برداشت نمونه در جنوب جاده مذکور واقع است. لیتولوژی این منطقه مشتمل بر سازند قم در بالادست شامل مارن و سنگ آهک و سازند قرمز زیرین در پایین دست و نهایتاً در زیر آنها سنگهای اولترابازیک است. نمونه مزبور از مارن سازند قم برداشت شد. ضخامت مارن در این بخش حدود ۲۰ متر است. توپوگرافی رخنمونها کمی خشن و صعب العبور است اما احداث جاده دسترسی مشکل نبوده و هزینه زیادی ندارد. در لابلای لایه‌های مارن، لایه‌های سنگ آهک مارنی در حد ۱ متر وجود دارد که کار استخراج و بهره‌برداری را مشکل می‌کند. گسترش واحد مزبور به اطراف قابل توجه می‌باشد. نتایج کامل آنالیز نمونه برداشت شده در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۷ آمده است. ضمناً نمونه فوق به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در نمودار نمونه مذکور کانیهای مونتموریلونیت- کلسیت- کوارتز و دولومیت به عنوان کانیهای اصلی و کانی کلریت به عنوان کانیهای فرعی دیده می‌شوند. تصویر ۲۴ نمایی از واحد مزبور و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۲۴ - نمایی از سازند قم و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-13 (دید به سمت جنوب)

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه‌ها پیداست، میزان CaO و MgO این نمونه بالاتر از حداکثر تعیین شده در جدول شماره ۱ بوده و مقدار سیلیس و آلومین آن پایین تر از حد استاندارد می‌باشد. بنابراین ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده متفی می‌گردد.

- نمونه شماره GKSD-14

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-14 در محل با مختصات $38S\ 747930E$, $3791994N$ در شرق هرسین در جاده هرسین - نورآباد در مرز استان کرمانشاه و استان لرستان برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور به سازند قم تعلق داشته و مرکب از مارن کرم مایل به سبز به ضخامت بیش از ۵۰ متر و با گسترش خوب است. در زیر این واحد، کنگلومرای قرمز احتمالاً سازند قرمز زیرین دیده شده و بالای آن سنگ آهک خرد شده سازند قم مشاهده می‌شود. شیب توپوگرافی در حدود ۳۸ درجه است. امتداد لایه بندی $N80E$ و شیب آن ۱۶ درجه به سمت جنوب شرق است. بنظر می‌رسد بخش مارنی سازند قم در این منطقه کمی آهکی باشد. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۷ آمده است. ضمناً نمونه فوق به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در

پیوست گزارش آمده است. در نمودار مذکور کانی کلسیت به عنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز و آلبیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. تصویر ۲۵ نمایی از واحد مزبور و محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۲۵ - نمایی از سازند قم و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-14 (دید به سمت جنوب)

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه ها پیداست میزان CaO به مراتب بالاتر از حد استاندارد و میزان آلومین و سیلیس به مراتب پایین تر از حد استاندارد می باشد. بنابراین ادامه عملیات اکتشافی در این واحد منتفی خواهد بود.

جدول ۱۷- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند قم در اطراف هرسین

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|--------------|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|---------------------------------------|---------------|
| | XX | YY | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-13 | 744890 | 3792103 | 36.35 | 6.11 | 5.8 | 18.6 | 10.3 | 0.05 | 21 | مونتموریلونیت- کلسیت- کوارتز- دولومیت | کلریت |
| GKSD-14 | 747930 | 3791994 | 19.31 | 3.5 | 1.38 | 39 | 1.59 | 0.39 | 33 | کلسیت | کوارتز- آلبیت |

۳-۲-۷- شیل سازند گورپی در مسیر کرمانشاه- بوژان، گردنه پاتاق، گهواره به جوانرود و

جوانرود به تازه آباد

سازند گورپی در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ کرمانشاه با نماد K2_{gu} و در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین با نماد KS نشان داده شده است. سن آن کرتاسه است و متشکل از شیل و شیل‌های آهکی خاکستری تیره مایل به آبی با میان لایه‌هایی از سنگ آهک رسی می‌باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب و شمال شرق وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. رخنمونهای واحد نامبرده از گسترش نسبتاً خوبی برخوردار بوده و بزرگترین رخنمون آن در نیمه شمالی ورقه‌کرنند با روند شمال غربی- جنوب شرقی به طول ۱۶ کیلومتر و عرض متوسط ۳/۵ کیلومتر می‌باشد، قسمتی دیگر از رخنمون‌ها در شمال گردنه پاتاق به طول ۸/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۸۵۰ متر و بخشی دیگر در شمال شرقی ورقه مذکور به طول ۷ کیلومتر و عرض متوسط ۷۳۰ متر گسترش دارد. از نظر مرفولوژی این واحد از ارتفاعات کشیده با دامنه‌ای نسبتاً کم شیب تشکیل شده است. از شیل گورپی در مرحله اول اکتشاف ۵ نمونه و در مرحله دوم اکتشاف ۴ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشت گردیده است.

- نمونه شماره GKSD-15

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-15 در محل با مختصات 38S 689475E, 3789303N در ۱۵ جاده کرمانشاه - بوژان برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شیل آهکی تا ماسه‌ای برنگ خاکستری تیره است. واحد شیلی مزبور تشکیل تپه‌های نرم فرسا را داده است که وسعت آنها قابل ملاحظه است. در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین شناسی کرمانشاه، این واحد به کرتاسه نسبت داده شده است. امتداد لایه بندی N60W و شیب آن ۱۸ درجه به سمت شمال شرق است. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۸ آمده است. ضمناً نمونه فوق به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در نمودار مذکور کانی کلسیت به عنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز و آلپیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می‌شوند. تصویر ۲۶ نمایی از این واحد و محل نمونه برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۲۶ - نمایی از شیل آهکی کرتاسه و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-15 (دید به سمت جنوب)

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه‌ها پیداست میزان CaO بیشتر از حد استاندارد و مقدار سیلیس و آلومین به مراتب کمتر از حد استاندارد است. فقدان کانی رسی نیز از نواقص این نمونه است. بنابراین هر گونه عملیات اکتشافی در این واحد برای مواد اولیه آجر بی نتیجه خواهد بود.

- نمونه شماره GKSD-28

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-28 از محل با مختصات 38S 592083E, 3810331N در جوار جاده اسلام آباد غرب- سرپل ذهاب در بالادست روستای پاتاق در محل گردنه برداشت شد. ضخامت قابل قبول، گسترش خوب و نزدیکی به جاده از مزایای این رخنمون بحساب می آید. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از مارن سبز زیتونی متعلق به سازند گورپی است. پوشش گیاهی و درختان بلوط در این رخنمون وجود داشته اما مقدار آن کم است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۸ آورده شده است. در نمودار مذکور، کانیهای کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت بعنوان کانیهای اصلی و کلریت و دولومیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. تصویر ۲۷ نمایی از محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۲۷- نمایی از سازند گورپی و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-28

نتیجه آنالیز نشاندهنده آن است که میزان CaO و MgO بالاتر از حد استاندارد و مقدار آلومین و سیلیس پایین تر از حد استاندارد است. بنابراین این محدوده نیز از برنامه ادامه عملیات اکتشافی حذف خواهد شد.

نمونه شماره GKSD-35

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-35 از محلی به مختصات 38S 590230E,3810049N در گردنه پاتاق در یال شمالی تاقدیس در جوار جاده سرپل ذهاب- اسلام آباد غرب برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از شیل سازند گورپی است که میان لایه‌هایی در حد یک سانتی متری سنگ آهک دارد که از آنها نیز در نمونه مذکور برداشت شد. گسترش واحد در این منطقه خوب است و در سراسر دیواره شمالی تاقدیس را می‌توان آن را تعقیب نمود. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۸ آمده است.



تصویر ۲۸- نمایی از سازند گورپی در گردنه پاتاق و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-35

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه‌ها برمی‌آید میزان CaO بیشتر از حد استاندارد و مقدار سیلیس و آلومین آن کمتر از حد استاندارد است. بنابراین برای ادامه عملیات اکتشافی در این محل منتفی می‌باشد.

- نمونه شماره GKSD-41

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-41 از محل با مختصات $634785\text{E}, 3802162\text{N}$ در جوار جاده گهواره به جوانرود بعد از روستای چقابور رحمان برداشت شد. لیتولوژی واحد متشکل از تناوب لایه‌های شیل، مارن و سیلستون به رنگ خاکستری روشن است. ضخامت لایه‌ها حداکثر به ۱ متر می‌رسد. امتداد لایه بندی، $\text{N}80\text{W}$ و شیب آن 84° درجه به سمت جنوب غرب است. واحد مزبور برطبق نقشه $1:100,000$ زمین‌شناسی کنند، به سازند گورپی تعلق دارد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۸ آمده است. ضمناً نمونه مزبور علاوه بر آنالیز به روش XRF ، به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست آمده است. در نمودار مطالعه مزبور، کانی کلسیت بعنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز و مونتموریلونیت بعنوان کانی فرعی مشاهده می‌شود. تصویر ۲۹ نمایی از واحد را نشان می‌دهد.



تصویر ۲۹- نمایی از سازند گورپی در جاده گهواره- جوانرود در تصویر چپ، در تصویر راست تناوب لایه های شیل، مارن و سیلتستون دیده می شود.

نتیجه آنالیز نشان می دهد که مقدار CaO به مراتب بالاتر از حد استاندارد و مقدار آلومین به مراتب پایین تر از حد استاندارد می باشد. بنابراین در این محدوده نیز از ادامه عملیات اکتشافی اجتناب خواهد شد.

- نمونه برداری در مسیر جوانرود به تازه آباد

در مسیر جوانرود به تازه آباد در کنار جاده، مارنهای خاکستری رنگ سازند گورپی رخنمون دارد. در مرحله دوم اکتشاف، از این واحد مارنی تعداد ۵ نمونه برداشت شد که از شماره GKSD-332 تا GKSD-335 و همچنین GKSD-337 کدگذاری گردید. نمونه GKSD-333 در حوالی روستای چمننگار که گسترش وسیعی از سازند گورپی با افراز بالای ۱۰۰ متر رخنمون دارد و به راحتی قابل استخراج است برداشت شد.

کلیه نمونه های برداشت شده پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه ها در جدول شماره ۱۸ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۱۸ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۵ عدد نمونه برداشت شده از این واحد مارنی، هیچکدام دارای ترکیب شیمیایی مناسب (طبق استاندارد) جهت تولید آجر نمی باشد.

جدول ۱۸- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه‌های برداشت شده از سازند گورپی در استان کرمانشاه

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|----------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|---------------------------------|--------------------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-15 | 689475 | 3789303 | 12.67 | 3.6 | 1.98 | 43.4 | 0.61 | 0.18 | 36 | کلسیت | کوارتز- آلبیت |
| GKSD-28 | 592083 | 3810331 | 39.04 | 6.94 | 5.87 | 18.4 | 7.56 | 0.04 | 20 | کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت | کلریت - دولومیت |
| GKSD-35 | 590230 | 3810049 | 20.02 | 7.67 | 2.67 | 35.7 | 0.54 | 0.06 | 32 | ..... | ..... |
| GKSD-41 | 634785 | 3802162 | 16.92 | 3.5 | 2.05 | 41.1 | 0.86 | 0.06 | 34 | کلسیت | کوارتز- مونتموریلونیت |
| GKSD-332 | 628152 | 3849019 | 24.9 | 10.2 | 4.4 | 29.3 | 1.4 | 3.2 | 27.6 | ..... | ..... |
| GKSD-333 | 626603 | 3849035 | 21.7 | 7.4 | 3 | 35.6 | 0.83 | 1.8 | 30.4 | ..... | ..... |
| GKSD-334 | 608891 | 3842284 | 24.8 | 9.7 | 3.1 | 31.5 | 0.63 | 0.9 | 28.3 | ..... | ..... |
| GKSD-335 | 594611 | 3857414 | 16.4 | 6.4 | 2.6 | 39.8 | 0.41 | 0.1 | 33.7 | ..... | ..... |
| GKSD-337 | 592730 | 3861893 | 19.7 | 5.5 | 2 | 38.8 | 0.59 | 0.05 | 32.2 | ..... | ..... |

۳-۲-۸- مارنهای سازند کشکان در مسیر جاده بوژان- هلیلان و کرمانشاه- اسلام آباد

همانطور که گفته شد، واحد E_2^k (سازند کشکان) که در نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین شناسی ایلام- کوهدشت با نماد K_n نشان داده شده است، متعلق به ائوسن بوده و متشکل از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ می باشد. رخنمونهای این واحد در نیمه شمالی نقشه ایلام- کوهدشت و در اطراف محور بوژان- هلیلان قرار دارد. بزرگترین رخنمون این واحد به طول ۳۸ کیلومتر و عرض متوسط ۵۰۰ متر است. سایر رخنمونها به صورت پراکنده دارای روندهای متفاوتی بوده و از گسترش های مختلف به طول ۳/۵ تا ۱۳/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر برخوردار می باشند. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال و شمال غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرمانشاه و به سمت غرب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می گردد. نمونه هایی از این واحد به شرح ذیل برداشت گردیده است.

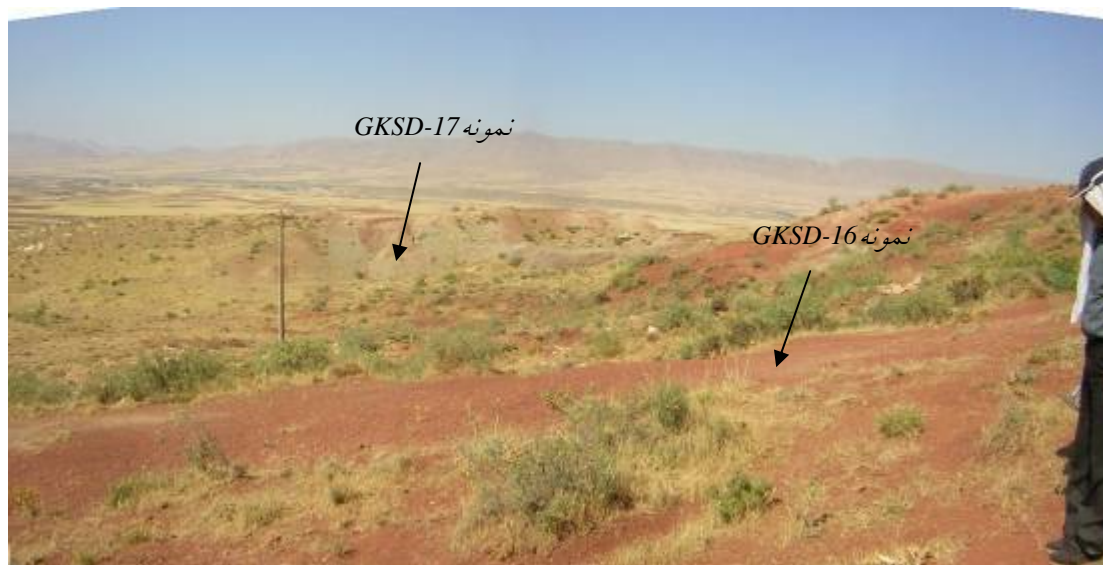
از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد در بخشهای مارنی کم ارتفاع و در بخشهای کنگلومرایی و ماسه سنگی تپه ماهوری با دامنه های دارای شیب متوسط می باشد.

از این سازند در مجموع در مرحله اول اکتشاف تعداد ۵ نمونه و در مرحله دوم اکتشاف تعداد ۴ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشته شد:

- نمونه های شماره GKSD-16 و GKSD-17

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-16 در محل با مختصات 38S 702867E, 3766736N در راه کرمانشاه- بوژان در محل گردنه قبل از بوژان برداشت شد. لیتولوژی واحد در این منطقه مشتمل بر مارن قرمز و سبز متعلق به سازند کشکان است. رخنمون وسیعی از این سازند در این منطقه دیده می شود که با عرض چند صد متری در طول چندین کیلومتری گسترش یافته است. بخشی از این رخنمون توسط درختان بلوط پوشیده شده است. اما با پیجویی می توان نقاط مناسب جهت استخراج را پیدا کرد. از مارن قرمز این واحد، نمونه شماره GKSD-16 و از مارن سبز این واحد، نمونه شماره GKSD-17 برداشت شد. فاصله دو نمونه در حدود ۱۰۰ متر است. نتایج کامل آنالیز نمونه ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۹ آمده است. ضمناً نمونه های مزبور به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفتند که نمودار مطالعات آنها در پیوست گزارش آمده است. در نمودار نمونه GKSD-16 کانیهای مونتموریلونیت- دولومیت به عنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز- کلریت- کلسیت به عنوان کانی فرعی و در نمودار مطالعه نمونه GKSD-17، کانیهای مونتموریلونیت- دولومیت به عنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز- کلریت- آلپیت

به عنوان کانی اصلی مشاهده می‌شوند. تصویر ۳۰ نمایی از این واحد و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۳۰- نمایی از مارن قرمز و سبز سازند کشکان و محل نمونه‌برداری نمونه‌های GKSD-16 و GKSD-17 (دید به سمت شمال شرق)

نتیجه آنالیز هر دو نمونه فوق حاکی از آن است که میزان MgO به مراتب بالاتر از حد استاندارد و مقدار سیلیس و آلومین کمر از حد استاندارد است. بنابراین از ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده نیز صرف‌نظر می‌شود.

نمونه شماره GKSD-18

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-18 از محل با مختصات 38S 707414E, 3761742N در جوار جاده کرمانشاه به بوژان و درست قبل از بوژان، برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور، مارن سبز و قرمز سازند کشکان است. نمونه برداشت شده، مخلوطی از مارن سبز و قرمز است. بالادست این رخنمون، سنگ آهک با ضخامت زیاد قرار دارد. وجود درختان بلوط، کار استخراج را کمی مشکل می‌کند. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط به پروژه در جدول ۱۹ آمده است. تصویر ۳۱ نمایی از این واحد و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۳۱- نمایی از سازند کشکان و محل نمونه برداری نمونه GKSD-18

با توجه به نتیجه آنالیز نمونه مذکور مشخص می‌شود که مقدار MgO به مراتب بالاتر از حد استاندارد و مقدار سیلیس و آلومین پایین‌تر از حد استاندارد است. بنابراین در این محدوده نیز از ادامه عملیات اکتشافی اجتناب خواهد شد.

نمونه شماره GKSD-36

نمونه شماره GKSD-36 از محلی با مختصات 38S 645184E, 3778695N در ۸۰۰ متری جنوب جاده اسلام آباد غرب- گهواره برداشت شد. جاده گهواره از ۵ کیلومتری جاده اسلام آباد غرب- کرمانشاه منشعب می‌شود. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از مارن قرمز سازند کشکان می‌باشد. رخنمون مزبور بصورت تپه است که اطراف آن را زمینهای کشاورزی فرا گرفته است. در لابه لای مارن قرمز، کلسیت به مقدار کمی دیده می‌شود. گسترش واحد کشکان در این منطقه خوب بوده و افراز این تپه در حدود ۸۰ متر است. در لابه لای مارن، باند سبز سیلتی تا ماسه ریز دانه به ضخامت ۲ متر وجود دارد که لنز مانند بوده و می‌توان حین استخراج آن را حذف نمود. نتایج کامل آنالیز در پیوست گزارش و نتایج برخی گمانه اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۹ آورده شده است. همچنین نمونه مذکور علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار مطالعه در پیوست گزارش آمده است. در نمودار

مطالعه محور، کانیهای دولومیت و کوارتز بعنوان کانیهای اصلی و کانیهای مونتموریلونیت، کلریت، مسکوویت- ایلیت بعنوان کانیهای فرعی مشاهده می شوند. تصویر ۳۲ نمایی در محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۳۲- نمایی از سازند کشکان در جوار جاده اسلام آباد غرب- گهواره و محل نمونه برداری نمونه

شماره GKSD-36

نتیجه آنالیز نشان می دهد که مقدار MgO به مراتب بیشتر از حد استاندارد و مقدار آلومین و سیلیس کمتر از حد استاندارد است. بنابراین محدوده فوق از برنامه عملیات اکتشافی حذف می شود.

نمونه شماره GKSD-46

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-46 از محل با مختصات 697376E, 3757337N در کنار جاده بوژان- هیلان برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور مشتمل بر مارن سبز و قرمز است که بخش سبز رنگ حاوی قطعات ماسه‌ای وسیعی است و بخش قرمز رنگ کمی ریزدانه تر است. این واحد به سازند کشکان مربوط است. از مخلوط دو بخش قرمز و سبز نمونه برداری شد. گسترش واحد در دو طرف جاده خوب است و رودخانه پر آب از کنار جاده می گذرد. پوشش گیاهی و درختان بلوط در این منطقه کم است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست

گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۹ آورده شده است. تصویر ۳۳ نمایی از این رخنمون و محل نمونه برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۳۳- نمایی از سازند کشکان و محل نمونه برداری نمونه GKSD-46

میزان MgO این نمونه نیز به مراتب بیشتر از حد استاندارد و مقدار سیلیس و آلومین آن کمتر از حد استاندارد است، لذا محدوده مذکور نیز از برنامه اکتشافی آینده حذف خواهد شد.

- نمونه برداری در مسیر اسلام آباد غرب - کرمانشاه

در مسیر اسلام آباد غرب به کرمانشاه در کنار جاده، مارنهای سبز و قرمز رنگ سازند کشکان رخنمون دارد. در مرحله دوم اکتشاف، از این واحد مارنی تعداد ۴ نمونه برداشت شد که از شماره GKSD-328 تا GKSD-331 کدگذاری گردید. نمونه GKSD-328 از مارن قرمز، نمونه GKSD-329 از مارن سبز و نمونه GKSD-330 از مادستون قرمز بخش فوقانی سازند کشکان برداشت شد. کلیه نمونه‌های برداشت شده پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه‌ها در جدول شماره ۱۹ و جانمایی آنها در نقشه زمین‌شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۱۹ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۴ عدد نمونه برداشت شده از این واحد مارنی، هیچکدام دارای ترکیب شیمیایی مناسب (طبق استاندارد) جهت تولید آجر نمی‌باشد. کلیه این نمونه‌ها دارای مقدار پایین SiO_2 و Al_2O_3 و مقدار بالای MgO می‌باشند.

جدول ۱۹- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند کشکان در استان کرمانشاه

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|----------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|---------------------------|--|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-16 | 702867 | 3766736 | 30.03 | 7.26 | 8.49 | 13.7 | 14.7 | 0.03 | 24 | مونتموریلونیت- دولومیت | کوارتز- کلریت- کلسیت |
| GKSD-17 | 702867 | 3766736 | 38.37 | 8.49 | 8.81 | 8.81 | 14.3 | 0.04 | 18 | مونتموریلونیت- دولومیت | کوارتز- کلریت- آلبیت |
| GKSD-18 | 707414 | 3761742 | 36.15 | 6.79 | 8.56 | 10.4 | 14.8 | 0.03 | 22 | ..... | ..... |
| GKSD-36 | 645184 | 3778695 | 21.77 | 3.1 | 6.41 | 18.8 | 17.5 | 0.03 | 32 | دولومیت- کوارتز | مونتموریلونیت- کلریت- مسکوویت - ایلیت |
| GKSD-46 | 697376 | 3757337 | 33.06 | 4.52 | 6.84 | 9.06 | 20.5 | 0.04 | 25 | ..... | ..... |
| GKSD-328 | 650289 | 3775897 | 38.7 | 6.2 | 9.1 | 9.1 | 14.2 | 0.02 | 21.7 | ..... | ..... |
| GKSD-329 | 650289 | 3775897 | 36.9 | 5.6 | 5 | 13 | 13.7 | 0.03 | 24.3 | ..... | ..... |
| GKSD-330 | 650355 | 3775950 | 27.5 | 3.8 | 7.9 | 14.9 | 15.8 | 0.05 | 27.3 | ..... | ..... |
| GKSD-331 | 650210 | 3776647 | 29.1 | 5.5 | 4.5 | 27.4 | 5.1 | 0.05 | 26.5 | ..... | ..... |

۳-۲-۹- شیل سازند امیران در شهرستانهای کرمانشاه، کرد، سرپل ذهاب، قصرشیرین، نفت شهر و

بوژان-هلیلان

همانطور که گفته شد، واحد AM (سازند امیران) متعلق به کرتاسه بوده که متشکل از مارن سبز تیره بیتومین دار ماسه ای، مارنی و آهکی می باشد. رخنمونهای این واحد با روند شمال غربی- جنوب شرقی، در جنوب محور کرمانشاه- اسلام آباد غرب واقع است. رخنمونهای این واحد با گسترشهای متفاوت در نیمه جنوبی ورقه کرمانشاه گسترش داشته و تنها یک رخنمون از این سازند با پهنای خیلی کم در جنوب شهر کرمانشاه مشاهده می گردد. سازند مذکور در قسمتهای مختلف دارای رخنمونهایی با گسترش متفاوت می باشد و ادامه گسترش این واحد به سمت جنوب شرق وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ ایلام- کوهدشت شده و به سمت شمال غرب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می گردد. بزرگترین رخنمون این واحد به طول ۳۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۳۰۰ متر می باشد. رخنمونهای بعدی در شمال رخنمون قبلی به طول ۲۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۰۰۰ متر و رخنمون بعدی به موازات رخنمون قبلی به طول ۸ کیلومتر و عرض متوسط ۲۰۰۰ متر می باشد. کوچکترین رخنمون این واحد با طول ۱۷۰۰ متر و عرض متوسط ۶۰۰ متر است که در جنوب شهر کرمانشاه قرار گرفته است. از نظر مورفولوژی رخنمونهای این واحد به صورت تپه ماهوری با دامنه های کم شیب بوده و اغلب زمینهای کشاورزی بر روی این واحد قرار گرفته اند. در مجموع از سازند امیران در مرحله اول اکتشاف تعداد ۱۷ نمونه و در مرحله دوم اکتشاف یک نمونه جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشت شده است:

- نمونه شماره GKSD-8

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-8 از نقطه ای با مختصات 38S 689127, 3793001 در جنوب کرمانشاه برداشت شد. دسترسی به این رخنمون از طریق جاده کمربندی ترمینال کرمانشاه- پلیس راه اسلام آباد غرب مقدور است. رخنمون این واحد در دو طرف جاده و در شمال کوه سفید و شرق سراب کرمانشاه برداشت شد. لیتولوژی واحد مرکب از شیل با میان لایه های شیل مارنی و سیلتستون است. واحد مزبور به سازند امیران به سن کرتاسه بالایی مربوط می باشد. شیل این واحد برنگ خاکستری سربی روشن بوده و بنظر می رسد دارای رس بالایی می باشد. در نقشه زمین شناسی کرمانشاه رخنمونهای این منطقه را رادیولاریت و سنگ آهک کرمانشاه ذکر کرده اند. نمونه GKSD-8 از بخش شیلی سازند گرفته شد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آورده شده

است. ضمناً نمونه به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. در نمودار مذکور کانی کلسیت بعنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز، مونتموریلونیت و کلریت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شوند. تصویر ۳۴ نمایی از واحد مزبور و محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۳۴- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-8 (دید به سمت شرق)

همانگونه که از نتایج آنالیز نمونه ها پیداست، میزان CaO نمونه به مراتب بالاتر از حد استاندارد و میزان Al_2O_3 آن پایین تر از حد استاندارد می باشد، بنابراین ذخیره واحد مذکور برای تولید آجر مناسب نمی باشد، لذا این واحد از برنامه ادامه عملیات اکتشافی حذف می گردد.

– نمونه های شماره GKSD-19 تا GKSD-21

این سه نمونه (GKSD-19 تا GKSD-21) در مرحله اول اکتشاف از شیل سازند امیران برداشته شد. در میانه راه کرمانشاه به بوژان در جوار آبادی فیروزآباد رخنمون مناسبی از سازند امیران به صورت رشته تپه ای به طول ۲/۵ کیلومتر و عرض ۴۰۰ متر و افراز متوسط ۴۰ متر در امتداد شرقی – غربی دیده می شود. این مجموعه شامل شیل، به صورت اعم، سیلتستون و کمی ماسه سنگ است که این واحدها در تناوب با یکدیگر هستند. بخش ماسه سنگی بیشتر در قسمت جنوبی رشته

کوه رخنمون دارد و ضخامت لایه‌های آن حداکثر نیم متر است. رنگ واحد خاکستری روشن بوده و از اطراف کاملاً توسط زمینهای کشاورزی محصور شده است. رخنمون وسیع، افراز مناسب، دسترسی آسان و نبود زمینهای کشاورزی بر روی این رخنمون و نیز استخراج آسان، از مزایای این توده به حساب می‌آید. ارتفاع یال جنوبی به دلیل سیل‌تی و ماسه‌ای بودن کمی پر شیب است و به زمینهای کشاورزی می‌رسد. اما یال شمالی کم شیب بوده و برجستگی و فرورفتگی زیادی دارد. نمونه شماره GKSD-19 از یال جنوبی و از بخش سیل‌تی برداشت شد. نمونه شماره GKSD-20 از بخش شیل نرمتر در ۱۵ متری شمال نمونه GKSD-19 برداشت شد. نمونه GKSD-21 از بخش سیل‌تی ضخیم و محکم‌تر در مختصات 38S703734E,3771189N برداشت شد. امتداد لایه‌بندی N85W و شیب آن 50 درجه به سمت شمال شرق است. نتایج کامل آنالیز نمونه‌های فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. ضمناً این نمونه‌ها علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفتند که نمودار آنها در پیوست گزارش آمده است. کانیهای اصلی و فرعی دیده شده در نمودار این مطالعات نیز در جدول آورده شده است. تصویرهای ۳۵ و ۳۶ نماهایی از این رخنمون را نشان می‌دهند.

نتیجه آنالیز سه نمونه فوق حاکی از آن است که میزان CaO در نمونه دوم و سوم جدول فوق بالاتر از حد استاندارد و میزان آلومین و سیلیس آنها پایین‌تر از حد استاندارد است. نمونه اول دارای سیلیس بالاتر از حد استاندارد و آلومین پایین‌تر از حد استاندارد می‌باشد. بنابر این ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده نیز متفی خواهد بود.



تصویر ۳۵- نمایی از سازند امیران (دید به سمت شمال شرق)



تصویر ۳۶- نمایی پانورامیک از سازند امیران (دید به سمت جنوب)

- نمونه شماره GKSD-22

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-22 از محل با مختصات 38S 705716E, 3775251N در راه فرعی منشعب از راه کرمانشاه به بوژان برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از شیل خاکستری احتمالاً متعلق به سازند امیران است. گسترش واحد در حد چند هکتار و افراز آن به طور متوسط در حدود ۳۰ متر است. اطراف این واحد، چند تپه وجود دارد که همگی مربوط به سازند امیران است. بر روی برخی از این تپه‌ها کشاورزی صورت گرفته است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. تصویر ۳۷ نمایی از واحد فوق و محل نمونه برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۳۷- نمایی از واحد امیران و محل نمونه برداری نمونه GKSD-22 (دید به سمت شمال)

نتیجه آنالیز این نمونه نشان می‌دهد که میزان CaO به مراتب بالاتر از حد استاندارد و مقدار سیلیس و آلومین پایین‌تر از حد استاندارد است. بنابراین محدوده نیز برای ادامه عملیات اکتشافی مناسب نمی‌باشد.

- نمونه شماره GKSD-23

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-23 از محل با مختصات 38S 702439E,3776477N در راه فرعی منشعب از راه کرمانشاه بوژان و در محل روستای گلم کبود برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شامل شیل با میان لایه‌های بسیار کم و نازک سیلتی و ماسه‌ای است. گسترش این واحد در حد ۵ هکتار و افراز آن ۲۰ متر به طور متوسط است. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. تصویر ۳۸ نمایی از محل برداشت نمونه را نشان می‌دهد.



تصویر ۳۸- نمایی از واحد امیران و محل نمونه شماره GKSD-23

نتیجه آنالیز این نمونه حاکی از آن است که مقدار CaO بیشتر از حد استاندارد و میزان آلومین و سیلیس کمتر از حد استاندارد می‌باشد، لذا از ادامه عملیات اکتشافی در این محل نیز اجتناب خواهد شد.

- نمونه شماره GKSD-24

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-24 از محل با مختصات 38S 654824E, 3788602N در کنار جاده ماهیدشت- اسلام آبادغرب برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شیل خاکستری ریزدانه مایل به سبز با رگچه‌های متقاطع سنگ آهک فرسایش یافته به ضخامت ۲ تا ۴ سانتیمتر می‌باشد. این رگچه‌های کلسیت، موجب پایین آمدن کیفیت خاک آجر می‌شوند. گسترش واحد مزبور خوب است اما وجود درختان بلوط به صورت نسبتاً انبوه، کار استخراج و بهره‌برداری را سخت می‌کند. این واحد متعلق به سازند امیران است. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. تصویر ۳۹ نمایی از این واحد را نشان می‌دهد.



تصویر ۳۹- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه GKSD-24 (دید به سمت شمال غرب)

با توجه به آنالیز نمونه مذکور که نشان‌دهنده میزان MgO بالاتر از حد استاندارد و آلومین پایین‌تر از حد استاندارد است ادامه عملیات اکتشافی متفی می‌باشد.

- نمونه شماره GKSD-25

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-25 از محل با مختصات 38S 649788E,3778932N در ترانشه جاده ماهیدشت- اسلام آباد غرب برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور، مارن سبز زیتونی با میان لایه‌های نازک سیلتی احتمالاً متعلق به سازند امیران است. گسترش واحد مزبور مناسب بوده اما وجود درختان بلوط و جنگل نسبتاً انبوه، کار استخراج را سخت می‌کند. نتایج کامل آنالیز نمونه GKSD-25 در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است.

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان MgO به مراتب بالاتر از حد استاندارد و میزان آلومین پایین‌تر از حد استاندارد است. بنابراین در محدوده مذکور نیز از ادامه عملیات اکتشافی خودداری خواهد شد.

- نمونه شماره GKSD-29

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-29 از محل مختصات 38S 587092E, 3808549N در جنوب روستای رفیع در میان راه اسلام آباد غرب- سر پل ذهاب برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از شیل برنگ سبز روشن تا خاکستری متعلق به سازند امیران است. رخنمون واحد فوق در محل تاقدیس پطاق، دارای گسترش بسیار خوبی است و دور تا دور تاقدیس را فرا گرفته است. در این محل این رخنمون با عرض ۴۰۰ متر بدون پوشش گیاهی و زمینهای کشاورزی با افراز مناسب دیده می‌شود و ادامه آن نیز در زیر زمینهای کشاورزی جای گرفته است. پوشش نازکی از آبرفت و قطعات بزرگ آهکی بر روی آن وجود دارد که در مجموع مشکلی در امر استخراج و بهره‌برداری ایجاد نمی‌کند. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آورده شده است. ضمناً نمونه فوق، علاوه بر آنالیز به روش XRF به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست آورده شده است. در نمودار مذکور، کانیهای کانیهای کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت بعنوان کانیهای اصلی و کلریت و دولومیت بعنوان کانیهای فرعی مشاهده می‌شوند.



تصویر ۴۰- نمایی از سازند امیران در جنوب روستای رفیع و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-29

این نمونه نیز دارای MgO و CaO بیشتر از حد استاندارد و Al_2O_3 و SiO_2 کمتر از حد استاندارد است. بنابراین از برنامه اکتشاف آتی حذف می گردد.

- نمونه شماره GKSD-37

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-37 از محل با مختصات 38S 645118E,3783037N از سمت شمال جاده اسلام آباد- گهواره برداشت شد. دسترسی به محدوده از طریق جاده اسلام آباد- گهواره مقدور است. رخنمون مورد نمونه برداری در دو طرف جاده دیده می شود. لیتولوژی واحد مزبور شامل مارن سبز تیره متعلق به سازند امیران است. گسترش واحد مزبور خوب و وسیع است اما وجود درختان بلوط در منطقه ممکن است تا حدی در امر استخراج و یا بهره برداری مشکل ایجاد کند. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. ضمناً نمونه مزبور، علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت در نمودار مطالعه نمونه، کانیهای مونتموریلونیت و کریستوبالیت بعنوان کانیهای اصلی و کانی کوارتز بعنوان کانی فرعی مشاهده می شوند.

با توجه به میزان بالای MgO و پایین بودن مقدار Al_2O_3 این محدوده نیز از برنامه آتی عملیات اکتشافی حذف شد.

- نمونه شماره GKSD-38

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-38 از محل با مختصات 642613E,3790989N در ۲۰۰ متری جاده اسلام آباد- گهواره برداشت شد. لیتولوژی این واحد مشتمل بر شیل و مارن سبز زیتونی احتمالاً متعلق به سازند امیران است. دو طرف جاده مزبور را

سازند امیران با گسترش مناسب پوشانده است. بخشی از این رخنمون با عرض حدود ۱۵۰ متر و طول بیش از ۵۰۰ متر که به صورت محدود زیر کشت می‌باشد، دیده می‌شود. از بخشی که زیر کشت نرفته است، نمونه شماره ۳۸ برداشت شد. مارن مزبور در بعضی نقاط سیلتی است. نتایج کامل آنالیز نمونه به پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با گزارش در جدول ۲۰ آمده است. تصویر ۴۱ نمایی از محل نمونه‌برداری و واحد امیران را نشان می‌دهد.



تصویر ۴۱- نمایی از سازند امیران در جوار جاده اسلام‌آباد غرب - گهواره و محل نمونه‌برداری نمونه شماره GKSD-38

نتیجه آنالیز حاکی از بالا بودن MgO و پایین بودن Al_2O_3 نسبت به جدول شماره ۱ می‌باشد. لذا از ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده اجتناب خواهد شد.

- نمونه شماره GKSD-40

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-40 از محل با مختصات 634272E,3796668N در جاده اسلام‌آباد- گهواره حدود ۱۵ کیلومتر قبل از گهواره برداشت شد.

لیتولوژی شامل تناوب شیل و مارن است که متعلق به سازند امیران است. گسترش واحد خوب بوده و توسط درختان بلوط گسترده شده است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با گزارش در جدول ۲۰ آورده شده است. تصویر ۴۲ نمایی از واحد فوق و محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۴۲- نمایی از سازند امیران در جوار جاده اسلام آباد غرب- گهواره و محل نمونه برداری نمونه

شماره GKSD-40

نتیجه آنالیز نشان می دهد که مقدار MgO بالاتر از حد استاندارد و مقدار Al_2O_3 پایین تر از حد استاندارد می باشد. بنابراین این منطقه نیز از برنامه آتی عملیات اکتشافی حذف شد.

- نمونه شماره GKSD-42

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-42 از محل با مختصات 635071E, 3803440N در جاده گهواره- جوانرود (کوزران) برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شامل مارن سبز زیتونی است که بنظر کمی سیلتی می رسد. گسترش واحد مزبور وسیع و قابل استخراج و

بهره برداری است. زمینهای کشاورزی کم بوده و پوشش گیاهی نیز ندارد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. ضمناً نمونه مزبور علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست آمده است. در نمودار مطالعه مزبور، کانی مونت بعنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز و مونتموریلونیت بعنوان کانی فرعی مشاهده می شود. تصویر ۴۳ نمایی از واحد را نشان می دهد.



تصویر ۴۳- نمایی از سازند امیران در جوار جاده گهواره- جوانرود و محل برداشت نمونه شماره GKSD-42

نتیجه آنالیز نمونه مذکور نشان می دهد که میزان CaO و MgO بیشتر از حد استاندارد و میزان سیلیس و آلومین کمتر از حد استاندارد می باشد. بنابراین ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده متفی می باشد.

- نمونه شماره GKSD-43

نمونه شماره GKSD-43 از محل با مختصات 3810367N, 634550E در ۱۰۰ متری جاده گهواره- جوانرود برداشت شد. لیتولوژی واحد مرکب از شیل نرم فرسا که لایه های سیلتی یا ماسه ای در آن دیده می شود. واحد مزبور متعلق به سازند امیران است. گسترش واحد اطراف جاده در چندین کیلومتر مربع بسیار خوب است و نبود زمینهای کشاورزی و پوشش گیاهی از مزایای این

بخش به حساب می آید. می توان در این گستره زیاد بصورت انتخابی از شیلهای نرم فرسا بهره برداری نمود. نتایج آنالیز کامل نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. ضمناً نمونه مزبور علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن در پیوست آمده است. در نمودار مطالعه مزبور، کانی مونتموریلونیت، کلسیت و کوارتز بعنوان کانیهای اصلی و کانی کلریت بعنوان کانی فرعی مشاهده می شود. تصویر ۴۴ نمایی از واحد را نشان می دهد.



تصویر ۴۴- نمایی از سازند امیران در جوار جاده گهواره - جوانرود و محل برداشت نمونه شماره GKSD-43
نتیجه آنالیز نمونه فوق حاکی از آن است که به استثناء میزان MgO که بالاتر از حد استاندارد می باشد. بقیه در حد استاندارد هستند.

- نمونه شماره GKSD-47

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-47 از محل با مختصات 696407E,3756670N در جاده بوژان هیلان، بلافاصله پس از پاسگاه جلالوند برداشت شد. لیتولوژی این واحد مشتمل بر مارن یکدست سازند امیران به رنگ سبز زیتونی است. گسترش بخش قابل برداشت در ابعاد ۱۰۰×۳۰۰ مترمربع و اندازه متوسط ۵۰ متر می باشد. نبود پوشش گیاهی در این بخش، نزدیکی به جاده و آب رودخانه و وسعت در طول زیاد از مزایای این پتانسیل می باشد. امتداد لایه بندی N55W و شیب آن 80 درجه به سمت جنوب غرب است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آمده است. ضمناً نمونه فوق علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. تصویر ۴۵ نمایی از رخنمون سازند امیران و محل نمونه برداری را نشان می دهد.



تصویر ۴۵- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه GKSD-47

نتیجه آنالیز نشاندهنده میزان بالای MgO و مقدار پایین Al_2O_3 نسبت به جدول شماره ۱ می باشد. بنابراین ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده بی مورد می باشد.

- نمونه شماره GKSD-48

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-48 از محل با مختصات 696051E, 3753568N در کنار جاده بوژان به هلیلان، قبل از هیلان برداشت شده لیتولوژی شامل مارن کمی سیلتی است که متعلق به سازند امیران است و رنگ آن سبز زیتونی است. پوشش گیاهی در این منطقه بسیار کم است و درختان بلوط به ندرت دیده می شوند. گسترش سازند امیران در این منطقه بسیار زیاد است و مشکلی از بابت ذخیره دیده نمی شود.



تصویر ۴۶- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه GKSD-48

این نمونه نیز دارای میزان بسیار بالای MgO بوده و میزان آلومین آن کمتر از حد استاندارد است. بنابراین از برنامه عملیات اکتشافی آتی حذف شد.

- نمونه GKSD-49

در مرحله اول اکتشاف، نمونه GKSD-49 از محل با مختصات 3747558N, 688581E در جاده بوژان- هلیلان و قبل از هلیلان برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شامل مارن سبز زیتونی و میان لایه‌های ماسه‌ای و شیل امیران است. گسترش این بخش در حدود ۵۰ هکتار بوده و پوشش گیاهی و درختان بلوط بسیار کم است. در لابلای مارن سبز که از آن نمونه برداری شد. تیغه‌های کلسیت به ضخامت ۱ تا ۲ سانتیمتر دیده می‌شود. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۰ آورده شده است.



تصویر ۴۷- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه GKSD-49

نتیجه آنالیز حاکی از بالا بودن MgO و پایین بودن Al_2O_3 از حد استاندارد خاک مناسب جهت تولید آجر است. بنابر این از ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده نیز صرف نظر شد.

- نمونه شماره GKSD-377

در غرب بوژان در جاده خاکی زینالان، سازند امیران رخنمون دارد. در مرحله دوم اکتشاف، از بخش شیلی سازند امیران در این قسمت تعداد یک نمونه برداشت شد که با شماره GKSD-377 کدگذاری گردید.

این نمونه پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه در جدول شماره ۲۰ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۲۰ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. همانطور که ملاحظه می شود ترکیب شیمیایی هیچیک از ۱۸ نمونه برداشت شده از سازند امیران در حد استاندارد برای تهیه آجر و سفال نمی باشد. عمده ترین مشکل نمونه ها پائین بودن میزان Al_2O_3 و بالا بودن میزان CaO و MgO می باشد. وجود مونتموریلونیت در نتایج آنالیز XRD به عنوان یک کانی رسی جهت ایجاد چسبندگی لازم در تهیه آجر و سفال، یک فاکتور مثبت و ارزنده است. ولی بالا بودن میزان CaO و MgO در نمونه های یاد شده آنها را از حیزانتفاع خارج نموده است. به همین دلیل در مرحله دوم عملیات اکتشافی از سازند امیران فقط یک نمونه برداشت و آنالیز گردیده است.

جدول ۲۰- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند امیران در استان

کرمانشاه

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|----------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|------------------------------|------------------------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-8 | 689127 | 689127 | 13.5 | 4.74 | 1.71 | 42 | 0.42 | 0.14 | 36 | کلسیت | کوارتز- مونتموریلونیت- کلریت |
| GKSD-19 | 703734 | 3771189 | 73.78 | 5.02 | 3.01 | 6.91 | 1.31 | 0.14 | 8 | کوارتز | کلسیت- مونتموریلونیت |
| GKSD-20 | 703734 | 3771189 | 39.11 | 7.1 | 5.2 | 22.1 | 2.44 | 0.05 | 21 | کوارتز کلسیت- مونتموریلونیت | آلبیت |
| GKSD-21 | 703734 | 3771189 | 8.91 | 2.04 | 1.56 | 47 | 0.48 | 0.1 | 38 | کلسیت | کوارتز - آلبیت |
| GKSD-22 | 705716 | 3775251 | 22.33 | 7.63 | 2.93 | 34.3 | 0.71 | 0.17 | 30 | ..... | ..... |
| GKSD-23 | 702439 | 3776477 | 17.32 | 6.93 | 2.39 | 37.7 | 0.48 | 0.09 | 33 | ..... | ..... |
| GKSD-24 | 654824 | 3788602 | 40.96 | 8.12 | 7.45 | 14.4 | 11.3 | 0.04 | 16 | ..... | ..... |
| GKSD-25 | 649788 | 3778932 | 41.74 | 6.63 | 9.04 | 7.59 | 18.5 | 0.04 | 15 | ..... | ..... |
| GKSD-29 | 587092 | 3808549 | 32.31 | 6.5 | 6.22 | 22 | 7.59 | 0.05 | 22 | کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت | کلریت - دولومیت |
| GKSD-37 | 645118 | 3783037 | 42.66 | 6.38 | 9.4 | 3.85 | 23.5 | 0.03 | 13 | مونتموریلونیت- کریستوبالیت | کوارتز |
| GKSD-38 | 642613 | 3790989 | 40.07 | 7.97 | 7.51 | 13.9 | 11.5 | 0.05 | 16 | ..... | ..... |
| GKSD-40 | 634272 | 3796668 | 46.01 | 6.87 | 7.09 | 9.96 | 13.8 | 0.05 | 15 | ..... | ..... |
| GKSD-42 | 635071 | 3803440 | 34.45 | 8.11 | 7.05 | 18.5 | 11.1 | 0.61 | 18 | مونتموریلونیت- کلسیت- کوارتز | آلبیت- کلریت- ارتوکلاز |
| GKSD-43 | 634550 | 3810367 | 45.2 | 9.01 | 8.15 | 11.6 | 10.9 | 0.04 | 12 | مونتموریلونیت- کلسیت- کوارتز | کلریت |
| GKSD-47 | 696407 | 3756670 | 41.07 | 6.38 | 8.76 | 5.74 | 22.5 | 0.05 | 14 | مونتموریلونیت- کریستوبالیت | کوارتز |
| GKSD-48 | 696051 | 3753568 | 45.9 | 7.56 | 8.8 | 3.94 | 23.3 | 0.03 | 9 | ..... | ..... |
| GKSD-49 | 688581 | 3747558 | 41.28 | 7.81 | 8.31 | 11.3 | 14.6 | 0.18 | 14 | مونتموریلونیت- کلسیت | مسکوویت - ایلیت- کلریت |
| GKSD-377 | 693148 | 3756809 | 36.2 | 8.3 | 4.2 | 21.5 | 5 | 0.07 | 21.8 | ..... | ..... |

۳-۲-۱۰- واحد شیل M^f در جنوب و شرق صحنه و مسیر کوزران- جوانرود

همانطور که گفته شد، واحد M^f از لحاظ سنی متعلق به میوسن می باشد و متشکل از شیل آهکی سبز روشن است. رخنمونهای این واحد در شمال ورقه هرسین و جنوب محور هرسین- کرمانشاه واقع است. بزرگترین رخنمون آن طول ۲ کیلومتر و عرض متوسط ۳۵۸ متر و رخنمون دیگر طول ۱ کیلومتر و عرض متوسط ۳۳۳ متر دارد. از یکسری از رخنمونهای واحد نامبرده که وسعت و عرض کمی دارند نمونه‌هایی برداشت شد، آنها در مقیاس یکصد هزارم تفکیک نشده‌اند. از نظر مرفولوژی این واحد به صورت تپه ماهورهای با ارتفاع متوسط و شیب دامنه نسبتاً کم می باشد. تعداد ۹ نمونه از این واحد تماماً در مرحله دوم اکتشاف جهت آنالیز شیمیایی به شرح ذیل برداشت گردیده است.

- نمونه برداری از شیل میوسن در جنوب و شرق صحنه

در اطراف شهرهای صحنه و جوانرود واحد شیلی M^f در وسعت نسبتاً زیادی رخنمون دارد. از جنوب و شرق صحنه، تعداد ۶ نمونه از این واحد شیلی برداشت شد که از شماره GKSD-302 تا GKSD-307 کدگذاری گردید.

- نمونه برداری از شیل میوسن در مسیر کوزران- جوانرود

رخنمونهای شیل میوسن در مسیر کوزران به جوانرود در وسعت زیادی رخنمون دارد. در این قسمت نیز تعداد ۳ نمونه از این واحد شیلی برداشت شد که از شماره GKSD-314 تا GKSD-316 کدگذاری گردید. نمونه GKSD-315 از محدوده‌هایی برداشت شد که در زیر زمینهای کشاورزی (کشت دیم) قرار دارد. نمونه GKSD-316 از دامنه تپه‌ای که شیل سیاه‌رنگ در آن گسترده است برداشت شد.

کلیه نمونه‌های برداشت شده پس از بسته بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه‌ها در جدول شماره ۲۱ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست ۱ نشان داده شده است.

در جدول شماره ۲۱ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۹ عدد نمونه برداشت شده از این واحد شیلی، تنها ۳ نمونه دارای ترکیب شیمیایی مناسب (طبق استاندارد) جهت تولید آجر می باشد. در اغلب نمونه‌ها بخصوص نمونه‌های مربوط به مسیر کوزران به جوانرود، مقدار CaO بالا و مقدار SiO_2 پایین می باشد.

پس از تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها، از ۹ عدد نمونه برداشت شده از این واحد شیلی، تعداد ۴ نمونه جهت آنالیز XRD به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز XRD این نمونه‌ها در جدول شماره ۲۲ نشان داده شده است. این ۴ عدد نمونه از میان نمونه‌هایی انتخاب گردید که نسبت به بقیه دارای ترکیب شیمیایی مناسبتری جهت تولید آجر می‌باشد.

با توجه به نتایج آنالیز XRD که در جدول شماره ۲۲ نشان داده شده است، در واحد شیلی MF، عمدتاً سیلیس، کلسیت و آلپیت تشکیل دهنده فاز اصلی می‌باشند و کانیهای رسی از جمله مونتموریلونیت، ایلپیت و کلریت در فاز فرعی قرار دارند.

جدول ۲۱- مختصات و نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد شیل MF در مرحله دوم اکتشاف

| SAMPLE | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|--------|---------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|----|------|------|
| GKSD-302 | 753851 | 3812061 | 48.8 | 10.5 | 4.4 | 15.1 | 1.5 | 2.1 | 0.05 | 0.02 | 2.5 | 0.53 | 0.09 | 0.12 | < | 0.03 | 14.3 |
| GKSD-303 | 753861 | 3812514 | 54.6 | 13 | 5.4 | 9 | 1.1 | 2.8 | 0.03 | 0.01 | 2.5 | 0.66 | 0.06 | 0.14 | < | 0.03 | 10.2 |
| GKSD-304 | 758276 | 3817857 | 41.5 | 12.4 | 4.7 | 18.9 | 0.98 | 2.3 | 0.05 | < | 1.2 | 0.54 | 0.06 | 0.1 | < | 0.02 | 17.4 |
| GKSD-305 | 759019 | 3817868 | 40.1 | 11.6 | 4.1 | 20.6 | 0.69 | 2.2 | 0.08 | 0.02 | 1.3 | 0.53 | 0.05 | 0.11 | < | 0.02 | 18.6 |
| GKSD-306 | 757800 | 3811183 | 64.4 | 15.8 | 5.8 | 2.2 | 1.3 | 2.6 | 0.02 | < | 1.8 | 0.73 | 0.05 | 0.14 | < | 0.03 | 4.7 |
| GKSD-307 | 758491 | 3809934 | 54.2 | 9.5 | 5.3 | 13.9 | 0.65 | 1.4 | 0.02 | 0.01 | 1.5 | 0.43 | 0.19 | 0.12 | < | 0.02 | 12.8 |
| GKSD-314 | 642798 | 3826525 | 22.8 | 8.5 | 3.1 | 34.3 | 0.11 | 0.39 | 0.1 | 0.01 | 0.54 | 0.42 | < | 0.1 | < | 0.03 | 29.7 |
| GKSD-315 | 642370 | 3827164 | 26.5 | 11.1 | 3.8 | 29.8 | 0.12 | 0.51 | 0.09 | 0.02 | 0.51 | 0.54 | < | 0.13 | < | 0.03 | 27.1 |
| GKSD-316 | 641690 | 3827208 | 23.8 | 8.5 | 3.3 | 33.4 | 0.17 | 0.52 | 0.11 | 0.02 | 0.7 | 0.44 | 0.01 | 0.11 | < | 0.04 | 29.2 |

جدول ۲۲- نتایج آنالیز XRD نمونه های واحد شیل MF

| Row | Sample No. | XRD | | | | | | | |
|-----|------------|---------------|---------|--------|--|-----------------|------------------|----------|---------|
| | | MajorPhase(s) | | | | Minor Phase(s) | | | |
| 1 | GKSD-302 | Quartz | Calcite | Albite | | Montmorillonite | Muscovite-illite | Chlorite | |
| 2 | GKSD-303 | Quartz | Calcite | | | Albite | Muscovite-illite | Chlorite | |
| 3 | GKSD-306 | Quartz | | | | Albite | Muscovite-illite | Chlorite | Calcite |
| 4 | GKSD-307 | Quartz | Calcite | | | Albite | Muscovite-illite | Chlorite | |

۳-۲-۱۱- مارن سازند رازک در جنوب کرمانشاه

همانطور که گفته شد، واحد R_Z (سازند رازک) به سن میوسن - پلیوسن است که متشکل از مارن سرخ، سبز تا خاکستری رنگ که در بعضی از بخشها سیلتی می باشد. ادامه گسترش این واحد به سمت شمال غرب وارد ورقه ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرمانشاه می گردد. رخنمون های واحد نامبرده با روند شمال غربی - جنوب شرقی در نیمه شمالی نقشه مذکور به طول ۴۰۰ متر تا ۳۰ کیلومتر و عرض متوسط ۱۹۲ تا ۹۰۰ متر و در اطراف محور بوژان - هلیلان قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی از تپه ماهورهای با ارتفاع متوسط و شیب دامنه های کم را تشکیل می دهد. نمونه هایی از این واحد به شرح ذیل برداشت گردیده است. در مجموع از سازند رازک تعداد ۲ نمونه در مرحله اول اکتشاف و تعداد ۴۴ نمونه در مرحله دوم اکتشاف جهت آنالیز شیمیایی برداشت شده است.

- نمونه شماره GKSD-44

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-44 از محل با مختصات 38S 702951E,3760183N در جاده بوژان - هلیلان برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور مرکب از مارن سبز و قرمز احتمالاً متعلق به سازند رازک می باشد. واحد مذکور با ضخامت ۲۰ متر اما با گسترش طولی زیاد در این نقطه دیده می شود. منطقه زیر پوشش درختان بلوط واقع است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۳ آورده شده است.

جدول ۲۳- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه GKSD-44

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKSD-44 | 44.84 | 10.1 | 4.54 | 16.8 | 3.58 | 0.05 | 16 |



تصویر ۴۸- نمایی از سازند رازک در جوار جاده بوژان- هلیلان و محل نمونه شماره GKSD-44

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان عناصر در حد استاندارد است و امکان تهیه آجر از آن وجود دارد. در هر حال این نمونه در مرحله اول اکتشاف جهت تست تکنولوژی انتخاب شد و با شماره GKTT-8 کدگذاری گردید و آزمایشات لازم روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد، نتایج این بررسیها در بخش‌های ۳-۳ تا ۳-۵ آورده شده است.

- نمونه شماره GKSD-45

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-45 از محل با مختصات 700203E, 3758444N در کنار جاده بوژان به هلیلان برداشت شد. لیتولوژی واحد تناوبی از مارلستون، سیلتستون و مقدار کمتری کنگلومرا است. این واحد در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ ایلام- کوه‌دشت از انتشارات شرکت نفت به سازند رازک نسبت داده شده است. از بخش مادستونی این واحد نمونه مزبور برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۴ آورده شده است. ضمناً نمونه فوق علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. نمایی از رخنمون سازند رازک و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

جدول ۲۴- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه GKSD-45

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|-------------------|--------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | کلسیت-کوارتز- | آلبیت- |
| GKSD-45 | 37.19 | 7.45 | 6.27 | 13.3 | 11.8 | 0.04 | 22 | دولومیت مسکوویت | کلریت |



تصویر ۴۹- نمایی از سازند رازک در جاده بوژان- هلیلان در تصویر چپ؛ در تصویر راست لایه های مادستون نمونه برداری شده دیده می شود.

با توجه به نتیجه آنالیز نمونه یاد شده مشخص می شود که میزان آلومین بیشتر از حد استاندارد و مقدار آلومین و سیلیس کمتر از حد استاندارد است. بنابراین محدوده فوق از برنامه آتی عملیات اکتشافی حذف خواهد شد.

- برداشت ۴۴ نمونه در مرحله دوم اکتشاف

عمده رخنمونهای این واحد سنگی در استان کرمانشاه، در جنوب کرمانشاه و حوالی بوژان قرار دارد. با توجه به کیفیت نسبتاً مناسب این واحد سنگی و به منظور بررسی بیشتر آن، در فاز دوم مطالعات اکتشافی، اقدام به نمونه برداری از این واحد سنگی گردید و تعداد ۴۴ نمونه از آن برداشت شد. نمونه GKSD-276 از مارن قرمز و نمونه GKSD-277 از مارن سبز رخنمون یافته در راه روستای جزر به مله شیخ برداشت شد. نمونه GKSD-280 از شیل متورق، نمونه GKSD-281 از مارن قرمز و نمونه های GKSD-282 و GKSD-283 از مارن سبز برداشت شد.

در جاده بوژان به هلیلان بر روی سازند مارنی رازک، در پروفیلی با امتداد N70E و نقطه شروع 702872E-3760118N و انتهای 702943E-3760132N تعداد ۸ نمونه از شماره GKSD-276 تا GKSD-283 از سازند مارنی رازک برداشت شد.

نمونه شماره GKSD-376 و همچنین نمونه‌های شماره GKSD-378 تا GKSD-412 نیز در اطراف بوژان و از سازند مارنی رازک برداشت شد.

کلیه نمونه‌های برداشت شده پس از بسته‌بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه‌ها در جدول شماره ۲۵ و جانمایی آنها در نقشه زمین‌شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۲۵ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۴۴ عدد نمونه برداشت شده از مادستون سازند رازک، تنها ۱۲ نمونه دارای ترکیب شیمیایی مناسب (طبق استاندارد) جهت تولید آجر می‌باشد. در اغلب نمونه‌ها مقدار MgO بسیار بالاتر از حد مجاز می‌باشد.

جدول ۲۵- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های برداشت شده از بخش مارنی سازند رازک در مرحله ۲ اکتشاف

| SAMPLE | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|--------|---------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| GKSD-276 | 697066 | 3836429 | 46.3 | 10.3 | 4.9 | 15.5 | 0.31 | 2.5 | 0.04 | 0.02 | 3.6 | 0.51 | 0.06 | 0.09 | < | 0.03 | 15.7 |
| GKSD-277 | 697066 | 3836429 | 41.5 | 9.6 | 4.1 | 19 | 0.23 | 2.2 | 0.04 | 0.01 | 3.5 | 0.48 | 0.06 | 0.06 | < | 0.04 | 18.7 |
| GKSD-278 | 702872 | 3760118 | 31.2 | 7.8 | 3.1 | 28.3 | 0.28 | 1.6 | 0.03 | < | 2 | 0.4 | 0.05 | 0.06 | < | 0.06 | 24.9 |
| GKSD-279 | 702886 | 3760121 | 44.7 | 9.9 | 4.4 | 17.8 | 0.51 | 2.3 | 0.03 | 0.01 | 2.3 | 0.53 | 0.07 | 0.12 | < | 0.05 | 16.8 |
| GKSD-280 | 702900 | 3760124 | 37.8 | 7.4 | 2.3 | 25.5 | 0.83 | 1.4 | 0.04 | 0.01 | 1.7 | 0.42 | 0.11 | 0.09 | < | 0.04 | 22 |
| GKSD-281 | 702915 | 3760126 | 45.6 | 11 | 4.9 | 14.5 | 0.52 | 2.7 | 0.03 | 0.01 | 3.6 | 0.56 | 0.06 | 0.1 | < | 0.04 | 15.5 |
| GKSD-282 | 702929 | 3760129 | 46 | 11.4 | 4.6 | 14.9 | 0.36 | 2.7 | 0.03 | 0.02 | 3.2 | 0.56 | 0.06 | 0.09 | < | 0.04 | 15.6 |
| GKSD-283 | 702943 | 3760132 | 45 | 9.5 | 3.5 | 18.5 | 0.58 | 2 | 0.03 | < | 2.1 | 0.52 | 0.07 | 0.09 | < | 0.04 | 17.5 |
| GKSD-376 | 707414 | 3761749 | 22 | 4.1 | 4.4 | 19.3 | 0.12 | 0.3 | 0.02 | 0.09 | 17.3 | 0.28 | 0.22 | 0.01 | < | 0.02 | 32 |
| GKSD-378 | 697483 | 3757040 | 16.7 | 2.2 | 2.9 | 20.6 | 0.14 | 0.09 | 0.08 | 0.14 | 21.6 | 0.19 | 0.36 | < | < | 0.01 | 35.4 |
| GKSD-379 | 697487 | 3756981 | 16 | 2.9 | 3.9 | 21.3 | 0.04 | 0.12 | 0.13 | 0.05 | 18.9 | 0.21 | 0.26 | < | < | 0.01 | 36.2 |
| GKSD-380 | 697492 | 3756983 | 20.4 | 3.5 | 5.6 | 18.8 | 0.25 | 0.19 | 0.05 | 0.17 | 18.8 | 0.31 | 0.34 | 0.02 | < | 0.02 | 32.1 |
| GKSD-381 | 697496 | 3756986 | 8.8 | 1.4 | 2.3 | 25 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 20.1 | 0.11 | 0.32 | < | < | 0.01 | 41.2 |
| GKSD-382 | 697501 | 3756988 | 27.7 | 2.4 | 3.5 | 15.3 | 0.18 | 0.09 | 0.05 | 0.36 | 20.2 | 0.22 | 0.25 | 0.02 | < | 0.28 | 29.3 |
| GKSD-383 | 697505 | 3756990 | 50.1 | 8 | 7.5 | 0.53 | 0.76 | 0.43 | 0.05 | 0.59 | 22.2 | 0.62 | 0.04 | 0.03 | < | 0.03 | 9.1 |
| GKSD-384 | 697510 | 3756992 | 27.5 | 2.8 | 6.2 | 15.5 | 0.19 | 0.11 | 0.05 | 0.15 | 20.2 | 0.23 | 0.18 | < | < | 0.02 | 27.4 |
| GKSD-385 | 697514 | 3756994 | 31 | 3.8 | 5.3 | 11.1 | 0.23 | 0.14 | 0.04 | 0.38 | 24 | 0.32 | 0.19 | 0.04 | < | 0.13 | 23.7 |
| GKSD-386 | 697519 | 3756996 | 51.1 | 9.3 | 13.2 | 0.37 | 0.49 | 0.4 | 0.03 | 0.6 | 14.8 | 0.82 | 0.04 | 0.03 | < | 0.04 | 9.1 |
| GKSD-387 | 697523 | 3756998 | 33.9 | 8 | 8.1 | 10 | 1 | 0.54 | 0.03 | 0.25 | 17 | 0.83 | 0.19 | 0.06 | < | 0.07 | 20.1 |
| GKSD-388 | 698290 | 3757795 | 47.1 | 10.4 | 3.9 | 16.6 | 1.2 | 2.1 | 0.03 | < | 2.4 | 0.64 | 0.09 | 0.14 | < | 0.06 | 15.3 |
| GKSD-389 | 698293 | 3757798 | 46.1 | 10.5 | 4 | 16.8 | 2.6 | 1.3 | 0.05 | 0.03 | 3 | 0.74 | 0.1 | 0.13 | < | 0.05 | 14.8 |
| GKSD-390 | 698297 | 3757801 | 43.4 | 9.4 | 3.7 | 20.1 | 1.7 | 1.5 | 0.04 | 0.01 | 2.2 | 0.66 | 0.13 | 0.14 | < | 0.04 | 17.2 |
| GKSD-391 | 698301 | 3757804 | 48.4 | 11.3 | 4.4 | 14.7 | 0.99 | 2.4 | 0.04 | 0.02 | 2.7 | 0.63 | 0.07 | 0.16 | < | 0.05 | 14.2 |
| GKSD-392 | 698305 | 3757807 | 47 | 11.3 | 5.1 | 14.8 | 0.99 | 2.4 | 0.04 | 0.02 | 2.8 | 0.62 | 0.08 | 0.13 | < | 0.04 | 14.5 |
| GKSD-393 | 698309 | 3757811 | 41.2 | 10.2 | 3.7 | 20.2 | 1 | 2.1 | 0.03 | 0.02 | 2.6 | 0.53 | 0.09 | 0.13 | 0.01 | 0.07 | 18.3 |
| GKSD-394 | 698312 | 3757814 | 47.8 | 10 | 3.8 | 17 | 1.6 | 1.8 | 0.04 | < | 2.2 | 0.57 | 0.08 | 0.08 | < | 0.09 | 15.1 |
| GKSD-395 | 698316 | 3757817 | 48.7 | 12.2 | 4.6 | 13.4 | 0.91 | 2.4 | 0.03 | 0.01 | 2.7 | 0.67 | 0.07 | 0.14 | < | 0.04 | 13.8 |
| GKSD-396 | 698365 | 3757856 | 43.8 | 8.1 | 2.7 | 21.4 | 1.6 | 1.4 | 0.03 | 0.01 | 1.8 | 0.48 | 0.11 | 0.11 | 0.01 | 0.09 | 18.3 |
| GKSD-397 | 699777 | 3758552 | 36.8 | 7.1 | 6.3 | 13.8 | 0.05 | 0.73 | 0.03 | 0.1 | 11.8 | 0.51 | 0.09 | 0.07 | < | 0.03 | 22.5 |
| GKSD-398 | 699764 | 3758426 | 38.2 | 7.9 | 5.9 | 14 | 0.07 | 1 | 0.03 | 0.09 | 10.2 | 0.53 | 0.1 | 0.09 | < | 0.04 | 21.8 |
| GKSD-399 | 700310 | 3758446 | 34.9 | 7.9 | 5.5 | 15 | 0.1 | 1.1 | 0.05 | 0.07 | 11.8 | 0.49 | 0.08 | 0.09 | < | 0.06 | 22.8 |
| GKSD-400 | 700493 | 3758685 | 26.8 | 5.9 | 3.3 | 29.6 | 0.28 | 0.88 | 0.04 | 0.02 | 4.5 | 0.39 | 0.05 | 0.06 | < | 0.06 | 28.2 |
| GKSD-401 | 702438 | 3757421 | 36.2 | 8.8 | 5.7 | 14.6 | 0.09 | 1.4 | 0.05 | 0.05 | 11.1 | 0.5 | 0.08 | 0.11 | < | 0.05 | 21.6 |
| GKSD-402 | 702434 | 3757424 | 32.6 | 6.3 | 5 | 17.6 | 0.18 | 0.87 | 0.04 | 0.1 | 12.8 | 0.44 | 0.09 | 0.09 | < | 0.08 | 24.2 |
| GKSD-403 | 702430 | 3757428 | 34.8 | 7.4 | 5.4 | 15.6 | 0.09 | 1 | 0.03 | 0.08 | 12.4 | 0.51 | 0.1 | 0.11 | < | 0.06 | 22.9 |
| GKSD-404 | 702427 | 3757431 | 29.6 | 5.3 | 4.1 | 22.9 | 0.09 | 0.72 | 0.04 | 0.11 | 9.7 | 0.39 | 0.09 | 0.08 | < | 0.05 | 27 |
| GKSD-405 | 702374 | 3757487 | 34.8 | 6.6 | 5.6 | 14.5 | 0.06 | 0.8 | 0.03 | 0.08 | 12.5 | 0.45 | 0.1 | 0.07 | < | 0.04 | 23.7 |
| GKSD-406 | 704448 | 3760059 | 20.4 | 6.4 | 2.4 | 27.1 | < | 1.5 | 0.02 | 0.02 | 10.1 | 0.3 | 0.01 | < | < | 0.03 | 32.1 |
| GKSD-407 | 707428 | 3761725 | 38.1 | 6 | 7 | 11.3 | 0.03 | 0.16 | 0.02 | 0.24 | 14 | 0.45 | 0.1 | 0.01 | < | 0.03 | 23 |
| GKSD-408 | 707428 | 3761725 | 36.9 | 5.8 | 8.4 | 14.1 | 0.01 | 0.22 | 0.03 | 0.27 | 11.4 | 0.44 | 0.1 | 0.02 | < | 0.04 | 22.6 |
| GKSD-409 | 707434 | 3762802 | 51 | 9.4 | 12.4 | 2.5 | 0.05 | 0.21 | 0.02 | 0.27 | 11 | 0.8 | 0.06 | 0.02 | < | 0.03 | 12.9 |
| GKSD-410 | 703460 | 3766456 | 29.3 | 4.8 | 5.6 | 13.7 | 0.67 | 0.32 | 0.03 | 0.21 | 19.5 | 0.45 | 0.41 | 0.01 | < | 0.02 | 25.2 |
| GKSD-411 | 703460 | 3766456 | 59.1 | 8.1 | 8.5 | 0.23 | 0.06 | 0.18 | 0.01 | 0.29 | 11.1 | 0.56 | 0.02 | < | < | 0.03 | 11.7 |
| GKSD-412 | 703460 | 3766456 | 56.9 | 8.3 | 11.8 | 0.31 | 0.03 | 0.23 | < | 0.37 | 10.3 | 0.65 | 0.04 | < | < | 0.03 | 11 |

جدول ۲۶- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه‌های برداشت شده در فاز ۱ اکتشاف از سازند رازک

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|---------------------------------|--------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-44 | 702951 | 3760183 | 44.84 | 10.1 | 4.54 | 16.8 | 3.58 | 0.05 | 16 | ..... | ..... |
| GKSD-45 | 700203 | 3758444 | 37.19 | 7.45 | 6.27 | 13.3 | 11.8 | 0.04 | 22 | کلسیت-کوارتز- دولومیت مسکویت | آلیت- کلریت |

پس از تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها، از ۴۴ عدد نمونه برداشت شده از مارن سازند رازک، تعداد ۶ نمونه جهت آنالیز XRD به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز XRD این نمونه‌ها در جدول شماره ۲۷ نشان داده شده است. ۶ عدد نمونه مذکور از میان نمونه‌هایی انتخاب گردید که نسبت به بقیه دارای ترکیب شیمیایی مناسبتری جهت تولید آجر می‌باشد.

با توجه به نتایج آنالیز XRD که در جدول شماره ۲۷ نشان داده شده است، در مارن سازند رازک عمدتاً سیلیس، کلسیت و آلپیت تشکیل دهنده فاز اصلی می‌باشند و کانیهای رسی از جمله مونتموریلونیت و ایلپیت در فاز فرعی قرار دارند.

جدول ۲۷- نتایج آنالیز XRD نمونه‌های مارن سازند رازک برداشته شده در مرحله ۲ اکتشاف

| Row | Sample No. | XRD | | | | | | | |
|-----|------------|---------------|---------|--------|--|----------------|------------------|------------------|------------------|
| | | MajorPhase(s) | | | | Minor Phase(s) | | | |
| 1 | GKSD-388 | Quartz | Calcite | | | Chlorite | Montmorillonite | Albite | Muscovite-illite |
| 2 | GKSD-389 | Calcite | Quartz | Albite | | Chlorite | Dolomite | | |
| 3 | GKSD-391 | Quartz | Calcite | | | Albite | Chlorite | Montmorillonite | Muscovite-illite |
| 4 | GKSD-392 | Quartz | Calcite | | | Chlorite | Muscovite-illite | Albite | |
| 5 | GKSD-394 | Quartz | Calcite | Albite | | Chlorite | Muscovite-illite | | |
| 6 | GKSD-395 | Quartz | Calcite | | | Albite | Chlorite | Muscovite-illite | |

۳-۲-۱۲- مارن سازند گچساران در شهرستان قصرشیرین

همانطور که گفته شد، واحد LF (سازند گچساران) به سن میوسن-پلیوسن بوده و بخش فارس تحتانی را تشکیل می‌دهد. متشکل از مارنهای قرمز رنگ همراه با گچ، انیدریت و آهک آلیتی است که رخنمون‌های آن به صورت نوارهای کشیده و باریک با روند شمال غربی- جنوب شرقی دارای گسترش قابل توجهی در نیمه جنوبی و جنوب غربی نقشه کردند دارند. ادامه گسترش این واحد به سمت جنوب وارد نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین می‌گردد. رخنمون این واحد به طول ۲۲/۵ کیلومتر و عرض متوسط ۲۵۰۰ متر در جنوب محور کردند- اسلام آباد غرب قرار دارد. از نظر مرفولوژی رخنمونهای این واحد از تپه ماهورها با ارتفاع متوسط و شیب دامنه ملایم و در بخشهای آهکی نسبتاً مرتفع و دیواره ساز می‌باشد. یک نمونه از این واحد به شرح ذیل برداشت گردیده است.

- نمونه شماره GKSD-34

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-34 از محلی به مختصات 38S 562577, 38S 3816093N در جاده کمربندی قصرشیرین به سرپل ذهاب در جوار جاده برداشت شد. لیتولوژی واحد در این تناوب مارن قرمز و لایه‌های نسبتاً ضخیم سنگ گچ متعلق به سازند گچساران می‌باشد.

در زیر این واحد، سازند آجاجاری مرکب از تناوب مارن و ماسه سنگ وجود دارد. گذر از سازند گچساران به آجاجاری تدریجی است. گسترش سازند گچساران در این منطقه زیاد است و نتیجه آنالیز حاکی از مناسب بودن نمونه مذکور برای تولید آجر و سفال می‌باشد. عدم پوشش گیاهی و زمینهای کشاورزی و رخنمون گسترده از مزایای این واحد است. تنها مشکل در دوری از مراکز بزرگ مصرف مانند کرمانشاه و غیره است. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۸ آورده شده است. ضمناً نمونه علاوه بر آنالیز به روش XRF نمونه به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت که نمودار آن در پیوست گزارش آمده است. کانیهای دیده شده در نمودار مذکور، در جدول زیر آورده شده‌اند. تصویر ۵۰ نمایی از واحد مذکور و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد.

جدول ۲۸- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه‌های GKSD-34

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|---|--------------------------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | کلسیت - کوارتز - مونتموریلونیت آلپیت | کلریت - مسکوویت ایلیت |
| GKSD-34 | 47.1 | 13.4 | 5.77 | 12.1 | 3.97 | 0.21 | 13 | | |



تصویر ۵۰- نمایی از سازند گچساران در جاده کمربندی قصرشیرین- سرپل ذهاب و بخشهای مارنی نمونه برداری شده (دید به سمت شمال)

۳-۲-۱۳- مادتونهای سازند آغاچاری در شهرستانهای کرد- سرپل ذهاب- قصرشیرین و نفت

شهر

واحد UF (سازند آغاچاری) به سن میوسن- پلیوسن در نیمه غربی و جنوب غربی نقشه قصرشیرین از گسترش زیادی برخوردار است. این واحد متشکل از مارنهای قرمز و ماسه سنگ همراه با سنگ آهک افقی نازک لایه که در نیمه غربی نقشه قصرشیرین با روند شمال غربی- جنوب شرقی قرار گرفته است. این واحد در جنوب محور قصرشیرین- سرپل ذهاب قرار دارد و بخش فارس فوقانی را تشکیل می دهد. رخنمونهای واحد مذکور با طول بین ۶۳ تا ۸۹ کیلومتر و عرض متوسط بین ۲/۵ تا ۱۲/۵ کیلومتر در نیمه غربی ورقه مذکور قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی رخنمونهای مارنی این واحد کم ارتفاع و در بخشهای آهکی و ماسه سنگی نسبتاً مرتفع می باشد. نمونه هایی از این واحد به شرح ذیل برداشت گردیده است. در مجموع از سازند آغاچاری تعداد ۷ نمونه در مرحله اول اکتشاف و ۸۴ نمونه در مرحله دوم اکتشاف جهت آنالیز شیمیایی برداشت شد.

- نمونه شماره GKSD-26

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-26 از محل با مختصات 38S 603173E, 3800663N در جاده اسلام آباد- سرپل ذهاب و بعد از شهر کرد برداشت شد. در این محل سازند آغاچاری متشکل از تناوب لایه های قرمز ماسه سنگی و لایه های سبز مارنی با میان لایه های نازک ماسه سنگ تا ماسه سیلتی دیده می شود. وجود این میان لایه های ماسه سنگی تا سیلتی کار استخراج را سخت نموده و نیز از کیفیت خاک مناسب آجر کم می کند. گسترش واحد آغاچاری در این محل زیاد است و عمدتاً توسط پوشش گیاهی درختان بلوط مستور شده است. از مارن سبز موجود در این واحد، نمونه شماره GKSD-26 برداشت شد. نتیجه آنالیز نمونه مذکور نشان می دهد که برای تهیه آجر و سفال مناسب می باشد. نتایج کامل آنالیز نمونه فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۹ آمده است. نتیجه آنالیز نشان دهنده مناسب بودن نمونه جهت تولید آجر است. برای اظهار نظر قطعی نیاز به تست تکنولوژی می باشد.

- نمونه شماره GKSD-27

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-27 در محل با مختصات 38S 595184E, 3808735N در جاده اسلام آباد غرب- سر پل ذهاب و بعد از روستای سرمه ریزه برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شامل مارن سبز به همراه میان لایه‌های ماسه سنگ قرمز است. امتداد لایه بندی N30W و شیب آن ۹ درجه به سمت شمال شرق است. گسترش سازند آغاچاری در این منطقه بسیار خوب است اما وجود درختان بلوط بصورت انبوه و میان لایه‌های ضخیم ماسه سنگی کار استخراج را سخت می‌کند. در این محل مقدار درختان بلوط کمی کمتر است. بر روی نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرند (از انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)، سازند گچساران نیز بر روی نقشه آورده شده است اما طی مطالعات صحرایی هیچ گونه آثاری از ژیبس یا ایندریت مشاهده نشد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۹ آمده است. ضمناً نمونه مزبور علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت. در مطالعه نمودار مذکور، کانی کلسیت بعنوان کانی اصلی و کانیهای کوارتز- آلیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می‌شوند. تصویر ۵۱ نمایی از این واحد و محل نمونه برداری را نشان می‌دهد.



تصویر ۵۱- نمایی از سازند آغاچاری و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-27

نتیجه آنالیز نمونه مذکور نشان می‌دهد که مقدار CaO کمی بیشتر از حد استاندارد و میزان آلومین و سیلیس در حد پایین استاندارد است. تجربه نشان می‌دهد که امکان تولید آجر فشاری درجه ۲ از این نمونه میسر می‌باشد.

– نمونه شماره GKSD-30

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-30 از محل با مختصات 38S 571007E, 3816040N در اطراف جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین برداشت شد. در این منطقه، سازند آغاچاری متشکل از تناوب ماسه سنگ، سنگ آهک، مارن و مارلستون است. واحدهای مادستون، بصورت فرورفتگی‌هایی به علت نرم فرسا بودن دیده می‌شود. نبود پوشش گیاهی و زمینهای کشاورزی، رخنمونهای خوب و قابل استخراج و نزدیکی به جاده از مزایای این رخنمونها است. تنها مشکل دوری از مراکز بزرگ مصرف مانند کرمانشاه و دیگر شهرهای بزرگ است. مارلستون مذکور برنگ قهوه‌ای تیره و آجری است. نمونه فوق از لایه مارلستون برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۹ آورده شده است.

ضمناً نمونه فوق علاوه بر آنالیز به روش XRF، به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت که نمودار مطالعه مذکور در پیوست گزارش آمده است.

در نمودار مذکور کانیهای کلسیت، کوارتز و مونتموریلونیت بعنوان کانیهای اصلی و کانیهای کلریت، دولومیت و مسکوویت- ایلیت بعنوان کانی فرعی دیده می‌شدند.

نتیجه آنالیز نمونه مذکور حاکی از آن است که مقدار MgO کمی بالاتر از حد استاندارد است و بقیه عناصر تشکیل دهنده آن در حد استاندارد می‌باشد. در هر حال در مرحله اول اکتشاف این نمونه با شماره GKTT-5 کدگذاری شد و جهت تست تکنولوژی انتخاب گردید و آزمایشات لازم روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد. نتایج این بررسیها در بخش‌های ۳-۳ تا ۳-۵ آورده شده است.



تصویر ۵۲- نمایی از سازند آغاچاری در جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین در تصویر بالا، در تصویر پایین سمت راست نمایی از بخشهای مادستونی نمونه برداری شده دیده می شود.

- نمونه شماره GKSD-31

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-31 از نقطه با مختصات 38S 563449E, 3819070N درست جنوب جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین برداشت شد. لیتولوژی واحد مزبور شامل مارلستون با ضخامت خوب و میان لایه های ماسه سنگی ضخیم است که البته این دو قابل تفکیک هستند. مارلستون برنگ خاکی با رس فراوان است و بنظر می رسد جهت تولید آجر خاکی مناسب باشد. گسترش این واحد و سازند آغاچاری در حد چند کیلومتر مربع است. امتداد لایه بندی N35W و شیب آن ۴۹ درجه به سمت شمال شرق است. نتایج کامل آنالیز نمونه به روش XRF در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۹ آمده است. ضمناً نمونه فوق علاوه بر آنالیز به روش XRF به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آن به پیوست است. در نمودار مذکور، کانیهای کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت

بعنوان کانیهای اصلی و کانیهای آلبیت و کلریت بعنوان کانی فرعی دیده می شوند. تصویر ۵۳ نمایی از این رخنمون و محل برداشت نمونه را نشان می دهد.

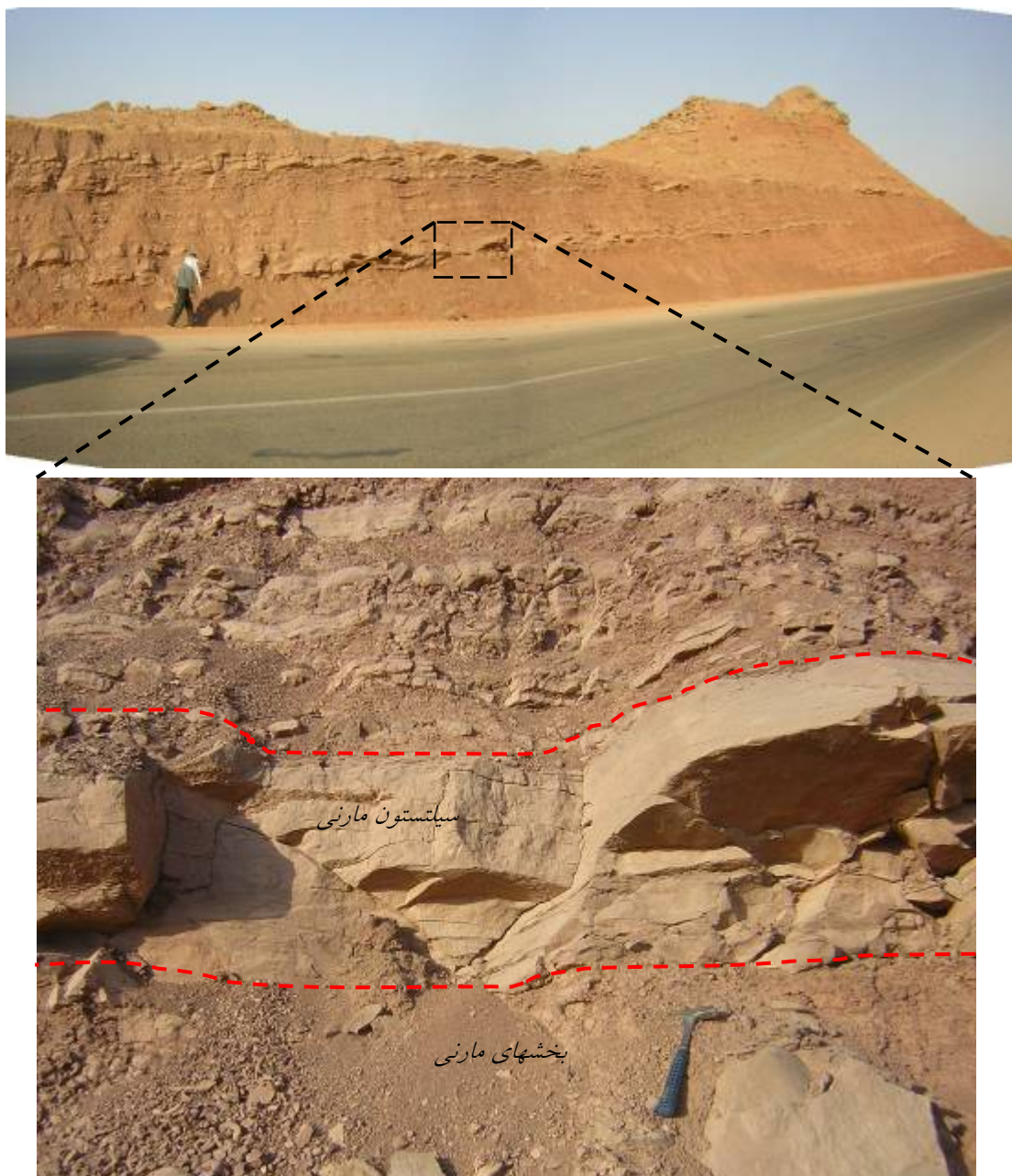


تصویر ۵۳- نمایی از سازند آجاجاری در جاده سرپل ذهاب - قصرشیرین در تصویر چپ، در تصویر سمت راست نمایی از بخشهای مادستونی نمونه برداری شده دیده می شود.

نتیجه آنالیز نشان می دهد که عناصر تشکیل دهنده این نمونه در حد استاندارد است. وجود کانی مونتموریلونیت در فاز اصلی آنالیز XRD حکایت از میزان مناسب چسبندگی نمونه دارد.

- نمونه های شماره GKSD-32 و GKSD-33

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-32 و GKSD-33 از محلی به مختصات 38S 557303, 3820410N در جاده کمربندی قصرشیرین- سرپل ذهاب در نزدیکی قصرشیرین برداشت شد. لیتولوژی در این منطقه شامل سازند آجاجاری مشتمل بر سیلتستون مارلستونی در تناوب با مارن است. ضخامت و گسترش سازند آجاجاری در این منطقه خوب است. نمونه شماره GKSD-32 از لایه های سیلتستون و نمونه شماره GKSD-33 از لایه های مارلستون برداشت شد. در صورت مناسب بودن کیفیت این رخنمونها می توان عملیات اکتشافی در سطح گسترده تری انجام داد. نتایج کامل آنالیز نمونه های فوق در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۹ آمده است. همچنین علاوه بر آنالیز به روش XRF، نمونه ها به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت که نمودار آنها در پیوست گزارش آمده است. در نمودار مطالعات نمونه های مزبور کانیهای لیست شده در جدول زیر دیده شده اند. تصویر ۵۴ نمایی از محل نمونه برداری و رخنمون واحد را نشان می دهد.



تصویر ۵۴- نمایی از سازند آغاچاری در جاده کمربندی قصرشیرین- سرپل ذهاب در تصویر بالا، در تصویر پایین نمایی از بخشهای سیلتستون مارنی در تناوب با مارن نمونه برداری شده دیده می شود.

همانگونه که در نتایج آنالیز مشاهده می شود فقط میزان MgO نمونه GKSD-33 کمی بالاتر از حد استاندارد و بقیه عناصر برای تولید آجر مناسب می باشد. در هر حال در مرحله اول اکتشاف مخلوطی از این دو نمونه با شماره GKTT-6 کگذاری شد و جهت تست تکنولوژی انتخاب گردید و آزمایشات لازم روی آن و آجر تهیه شده از آن انجام شد، نتایج این بررسیها در بخشهای ۳-۳ تا ۵-۳ آورده شده است.

- نمونه شماره GKSD-39

در مرحله اول اکتشاف، نمونه شماره GKSD-39 از محل با مختصات 38S 636348E,3792427N در ۱ کیلومتری جاده اسلام آباد غرب- گهواره در حدود ۲۰ کیلومتر قبل از گهواره برداشت شد. لیتولوژی واحد در این قسمت شامل مارن قرمز سازند آغاچاری است که گسترش بسیار خوبی دارد و پائین دست این رخنمونها را مزارع کشاورزی و بالا دست آن را سنگ آهک شهبازان فرا گرفته است. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از اکسیدها و عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۲۹ آورده شده است. ضمناً نمونه فوق علاوه بر آنالیز به روش XRF با روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت که نمودار آن در پیوست آمده است. در نمودار مطالعه مذکور کانیهای مونتموریلونیت- دولومیت- کوارتز بعنوان کانی اصلی و کانیهای کلریت، مسکوویت و کلسیت بعنوان کانیهای فرعی دیده می شود. در محل نمونه برداری درختان متعدد بلوط و سیم خاردارهایی دیده می شوند. احتمالاً متعلق به منابع طبیعی است.

جدول ۲۹- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند آغاچاری در مرحله اول

| Sample | مختصات نمونه | | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|--------------|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | | | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-26 | 603173 | 3800663 | 46.91 | 12.8 | 5.23 | 13.7 | 3.05 | 0.06 | 14 | ..... | ..... |
| GKSD-27 | 595184 | 3808735 | 40.88 | 9.44 | 3.61 | 20.3 | 2.39 | 0.07 | 19 | کلسیت | کوارتز- آلبیت |
| GKSD-30 | 571007 | 3816040 | 48.09 | 11.2 | 5.8 | 12.2 | 4.93 | 0.06 | 14 | کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت | کلریت - دولومیت- مسکوویت ایلیت |
| GKSD-31 | 563449 | 3819070 | 46.28 | 10.9 | 5.33 | 14.4 | 4.2 | 0.06 | 15 | کلسیت- کوارتز- مونتموریلونیت | آلبیت- کلریت |
| GKSD-32 | 557303 | 3820410 | 49.66 | 11.2 | 4.2 | 13.9 | 3.17 | 0.07 | 13 | کلسیت - کوارتز- آلبیت | کلریت- مسکوویت ایلیت |
| GKSD-33 | 557303 | 3820410 | 48.07 | 13.5 | 6.34 | 9.89 | 5.25 | 0.06 | 12 | مونتموریلونیت | |
| GKSD-39 | 636348 | 3792427 | 40.08 | 4.57 | 8.18 | 10.2 | 15.8 | 0.04 | 19 | مونتموریلونیت- دولومیت- کوارتز | کلریت - مسکوویت- کلسیت |



تصویر ۵۵- نمایی از سازند آجاجاری در جوار جاده اسلام آباد غرب - گهواره و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-39

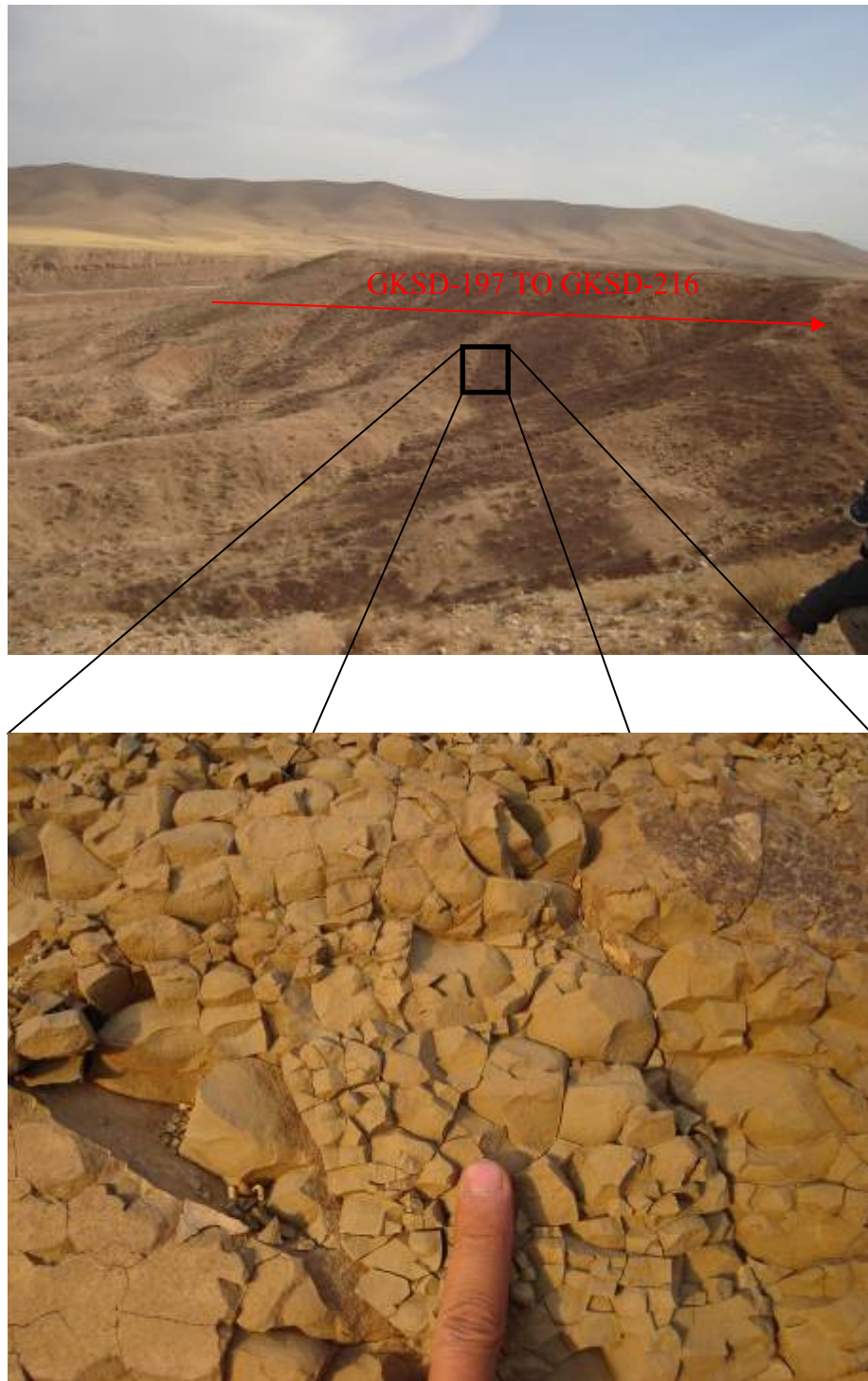
نتیجه آنالیز نشان می دهد که بالا بودن مقدار MgO و ناچیز بودن مقدار Al_2O_3 منجر به حذف این ناحیه از برنامه عملیات اکتشافی می گردد.

- برداشت ۸۴ نمونه از سازند آجاجاری در مرحله ۲

با توجه به نتایج نمونه برداری در مرحله ۱، مادستون سازند آجاجاری بعنوان اولویت سوم جهت تأمین مواد اولیه آجر در استان کرمانشاه در نظر گرفته شد. عمده رخنمونهای این واحد سنگی در استان کرمانشاه، در غرب استان و در حوالی شهرستانهای قصرشیرین، سرپل زهاب و نفت شهر قرار دارد. با توجه به کیفیت نسبتاً مناسب این واحد سنگی و به منظور بررسی بیشتر آن، در فاز دوم مطالعات اکتشافی، اقدام به نمونه برداری از این واحد سنگی گردید و تعداد ۸۴ نمونه از آن برداشت شد.

- نمونه برداری از سازند آجاجاری در شمال شرق سرپل زهاب

- نمونه شماره GKSD-197 تا GKSD-216 در حاشیه جاده سرپل زهاب به قصرشیرین از مادستون سازند آجاجاری برداشت شد. این ۲۰ نمونه در امتداد یک پروفیل در جهت N40E و در فواصل نمونه برداری ۲۰ متری برداشت شد. مختصات ابتدای پروفیل 587092E-3816040N و مختصات انتهای پروفیل 3816325N- 587381E است. در تصویر ۵۶ نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه ها و همچنین نمایی نزدیک از مادستون نمونه برداری شده نشان داده شده است.



تصویر ۵۶- نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه‌های GKSD-197 تا GKSD-216 و همچنین نمایی نزدیک از مادستون نمونه برداری شده

- نمونه برداری از سازند آغاچاری در شرق قصرشیرین
 - ۶ عدد نمونه GKSD-217 تا GKSD-222 در کیلومتر ۸ جاده قصرشیرین به سرپل ذهاب در امتداد یک پروفیل از مادستون سازند آغاچاری برداشت شد. مختصات ابتدای پروفیل -563612E-3819200N و مختصات انتهای پروفیل 563840E-3819486N با امتداد N30E انتخاب شد. در محل نمونه GKSD-219 آثار شوره زدگی مشاهده شد. نمونه GKSD-218 از لایه های ماسه سنگ ریزدانه با امتداد N50W و شیب 26NE برداشت شد.



تصویر ۵۷- نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه های GKSD-222 تا GKSD-217 و همچنین نمایی نزدیک از مادستون نمونه برداری شده

- نمونه برداری از سازند آجاجاری در شمال غرب کرند

- تعداد ۹ نمونه از شماره GKSD-230 تا GKSD-238 از مادستون سازند آجاجاری در امتداد یک پروفیل برداشت شد. این پروفیل در جاده کرند به اسلام آباد غرب در مختصات ابتدای 603389E-3800608N و انتهای 603222E-3800478N با امتداد N50W انتخاب شد. سازند آجاجاری در این محل شامل مارن سبز و قرمز با میان لایه‌های سیلتستون و ماسه سنگ می‌باشد. نمونه GKSD-231 از مخلوط مارن نودولار قرمز رنگ و سیلتستون متورق برداشت شد. نمونه‌های GKSD-232 و GKSD-235 از مارن سبز رنگ و نمونه‌های GKSD-233 و GKSD-234 از مارن قرمز رنگ برداشت شد. امتداد لایه‌های سازند آجاجاری در این پروفیل N40W و شیب لایه‌ها 41NE می‌باشد.

در تصویر ۵۸ نمایی از محل پیمایش این پروفیل نشان داده شده است.



تصویر ۵۸- نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه‌های GKSD-230 تا GKSD-238

- نمونه برداری از سازند آجاجاری در مسیر قصرشیرین به گیلانغرب و قصرشیرین به نفت شهر

- تعداد ۴۹ نمونه دیگر که از شماره GKSD-317 تا GKSD-327 و GKSD-338 تا GKSD-375 کدگذاری شده‌اند در مسیر قصرشیرین به گیلانغرب و قصرشیرین به نفت شهر از رخنمونهای مادستون سازند آجاجاری بصورت پراکنده برداشت شد. نمونه KSD-217 از سینه کار استخراجی کارگاه تولید آجر سپاه پاسداران در اوایل جاده قصرشیرین به گیلانغرب، نمونه GKSD-318 از حوالی روستای سیدداوود، نمونه GKSD-320 از دپوی خاک کارخانه آجر ماشینی در دست احداث واقع در جاده قصرشیرین به گیلانغرب (پشت مرکز صدا و سیما گیلانغرب و نمونه GKSD-322 از مادستون همراه با سیلتستون در ترانشه جاده قصرشیرین به گیلانغرب برداشت شد. در نمونه GKSD-339 آثاری از ژپس مشاهده شد. نمونه GKSD-340 از دپوی خاک کارخانه آجر نفت شهر که برای تولید آجر فشاری مصرف میشود برداشت گردید.

شایان ذکر است که وجود رگچه‌های نازک ژپس و همچنین بلورهای پراکنده ژپس موجب کاهش کیفیت مادستون سازند آجاجاری در مسیر جاده نفت شهر شده است. کلیه نمونه‌های برداشت شده پس از بسته‌بندی و کدگذاری جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. مختصات و آنالیز شیمیایی این نمونه‌ها در جدول شماره ۳۰ و جانمایی آنها در نقشه زمین شناسی پیوست نشان داده شده است.

در جدول شماره ۳۰ مقدار هر یک از اکسیدها که در حد استاندارد قرار ندارد با رنگ قرمز مشخص شده است. از ۸۴ عدد نمونه برداشت شده از مادستون سازند آجاجاری، ۳۷ نمونه دارای ترکیب شیمیایی مناسب (طبق استاندارد) جهت تولید آجر می‌باشد.

جدول ۳۰- مشخصات و نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از مادستون آغاچاری در مرحله دوم

| SAMPLE | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|--------|---------|------|-------|-------|------|------|-----|------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|
| GKSD-197 | 587092 | 3816040 | 46.3 | 8.7 | 4.3 | 16.8 | 0.81 | 1.3 | 0.05 | 0.04 | 3.7 | 0.6 | 0.1 | 0.11 | < | 0.07 | 16.9 |
| GKSD-198 | 587107 | 3816055 | 44.4 | 8.7 | 4.2 | 19.1 | 0.81 | 1.3 | 0.05 | 0.03 | 2.5 | 0.56 | 0.11 | 0.11 | < | 0.06 | 17.7 |
| GKSD-199 | 587122 | 3816070 | 43.9 | 8.5 | 4.3 | 19.3 | 0.87 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 2.5 | 0.55 | 0.11 | 0.14 | < | 0.05 | 18.1 |
| GKSD-200 | 587138 | 3816085 | 45.4 | 9.1 | 3.7 | 19.1 | 1.8 | 1.4 | 0.03 | 0.01 | 2.1 | 0.63 | 0.14 | 0.11 | < | 0.04 | 16.5 |
| GKSD-201 | 587153 | 3816100 | 46.7 | 10.7 | 5 | 14.4 | 0.99 | 1.7 | 0.04 | 0.03 | 3.4 | 0.62 | 0.1 | 0.15 | < | 0.05 | 15.3 |
| GKSD-202 | 587168 | 3816115 | 45.5 | 10.6 | 5.4 | 14.7 | 0.56 | 1.6 | 0.03 | 0.03 | 4.2 | 0.62 | 0.1 | 0.11 | < | 0.05 | 16.4 |
| GKSD-203 | 587183 | 3816130 | 47.7 | 10.8 | 5.3 | 13.3 | 0.56 | 1.7 | 0.05 | 0.03 | 4.3 | 0.67 | 0.07 | 0.13 | < | 0.05 | 15.2 |
| GKSD-204 | 587198 | 3816145 | 47.1 | 11.6 | 5.5 | 13.3 | 0.77 | 2 | 0.04 | 0.03 | 3.9 | 0.6 | 0.11 | 0.11 | < | 0.04 | 14.7 |
| GKSD-205 | 587214 | 3816160 | 46.3 | 10.5 | 5.3 | 14.5 | 0.6 | 1.7 | 0.03 | 0.03 | 4.2 | 0.63 | 0.07 | 0.12 | < | 0.05 | 15.8 |
| GKSD-206 | 587229 | 3816175 | 46.5 | 10.6 | 4.9 | 15.3 | 0.89 | 1.6 | 0.04 | 0.03 | 3.4 | 0.63 | 0.1 | 0.12 | < | 0.05 | 15.8 |
| GKSD-207 | 587244 | 3816190 | 47.7 | 10.1 | 4.5 | 15.6 | 1.2 | 1.6 | 0.04 | 0.02 | 2.6 | 0.64 | 0.12 | 0.12 | < | 0.08 | 15.3 |
| GKSD-208 | 587259 | 3816205 | 49 | 12.4 | 5.6 | 12 | 0.74 | 2.2 | 0.04 | 0.02 | 3.1 | 0.64 | 0.08 | 0.15 | < | 0.04 | 13.5 |
| GKSD-209 | 587274 | 3816220 | 47.7 | 9.8 | 4.7 | 15.2 | 1 | 1.6 | 0.05 | 0.02 | 3 | 0.59 | 0.11 | 0.11 | < | 0.07 | 15.5 |
| GKSD-210 | 587290 | 3816235 | 47 | 9.5 | 4.5 | 16 | 1 | 1.5 | 0.04 | 0.02 | 3.1 | 0.61 | 0.15 | 0.13 | < | 0.05 | 16.1 |
| GKSD-211 | 587305 | 3816250 | 52.1 | 11.9 | 5.4 | 10.9 | 0.89 | 2 | 0.04 | 0.02 | 3.2 | 0.65 | 0.09 | 0.15 | < | 0.06 | 12.6 |
| GKSD-212 | 587320 | 3816265 | 46.4 | 9.9 | 4.8 | 15.3 | 0.98 | 1.6 | 0.04 | 0.03 | 3.6 | 0.58 | 0.11 | 0.12 | < | 0.05 | 16 |
| GKSD-213 | 587335 | 3816280 | 46.7 | 10 | 4.7 | 15.4 | 1.3 | 1.6 | 0.04 | 0.03 | 3.2 | 0.71 | 0.11 | 0.15 | < | 0.06 | 15.7 |
| GKSD-214 | 587350 | 3816295 | 46.4 | 11.6 | 5.2 | 14.3 | 0.88 | 2 | 0.04 | 0.02 | 3.4 | 0.64 | 0.13 | 0.15 | < | 0.06 | 15.2 |
| GKSD-215 | 587366 | 3816310 | 52.7 | 11.6 | 5.4 | 11.3 | 1.2 | 1.8 | 0.03 | 0.01 | 2.1 | 0.64 | 0.1 | 0.15 | < | 0.05 | 12.1 |
| GKSD-216 | 587381 | 3816325 | 39.4 | 7.1 | 3.4 | 21.8 | 1 | 1.1 | 0.04 | 0.04 | 3.8 | 0.55 | 0.14 | 0.12 | < | 0.07 | 20.9 |
| GKSD-217 | 563612 | 3819200 | 40.6 | 8.1 | 4.4 | 18.6 | 0.71 | 1.3 | 0.05 | 0.02 | 5.4 | 0.53 | 0.1 | 0.11 | < | 0.29 | 19.5 |
| GKSD-218 | 563658 | 3819257 | 47.9 | 9 | 4.1 | 16.5 | 1.6 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 3.3 | 0.58 | 0.11 | 0.1 | < | 0.06 | 15.5 |
| GKSD-219 | 563703 | 3819314 | 46.9 | 10.5 | 5.2 | 14.1 | 0.85 | 1.6 | 0.06 | 0.03 | 4.2 | 0.66 | 0.1 | 0.12 | < | 0.05 | 15.2 |
| GKSD-220 | 563749 | 3819372 | 47.6 | 11.3 | 6.5 | 11.2 | 0.43 | 1.8 | 0.05 | 0.02 | 6 | 0.62 | 0.09 | 0.13 | < | 0.04 | 13.9 |
| GKSD-221 | 563794 | 3819429 | 44.9 | 9.4 | 4.8 | 16.6 | 0.83 | 1.5 | 0.05 | 0.03 | 3.9 | 0.57 | 0.11 | 0.12 | < | 0.05 | 16.9 |
| GKSD-222 | 563840 | 3819486 | 49.5 | 7.5 | 3.6 | 17.2 | 1.5 | 1.1 | 0.03 | 0.13 | 2.9 | 0.59 | 0.1 | 0.07 | < | 0.06 | 15.4 |
| GKSD-230 | 603389 | 3800608 | 36.1 | 9.4 | 4 | 23.4 | 0.34 | 1.9 | 0.02 | < | 2 | 0.52 | 0.09 | 0.1 | < | 0.07 | 21.4 |
| GKSD-231 | 603368 | 3800592 | 47.1 | 10.3 | 4.6 | 16.7 | 1 | 2.1 | 0.02 | 0.02 | 1.8 | 0.56 | 0.09 | 0.13 | < | 0.03 | 15.5 |
| GKSD-232 | 603347 | 3800576 | 46.2 | 11.3 | 4.4 | 15.7 | 0.95 | 2.5 | 0.03 | 0.02 | 2.5 | 0.56 | 0.09 | 0.14 | < | 0.06 | 15.1 |
| GKSD-233 | 603326 | 3800559 | 44.1 | 9.3 | 3.9 | 19 | 1.6 | 1.3 | 0.02 | 0.04 | 2.8 | 0.56 | 0.09 | 0.1 | < | 0.04 | 16.9 |
| GKSD-234 | 603306 | 3800543 | 45.1 | 10.8 | 4.6 | 17.1 | 0.75 | 2.1 | 0.02 | 0.02 | 2.4 | 0.56 | 0.06 | 0.12 | < | 0.04 | 16.4 |
| GKSD-235 | 603285 | 3800527 | 48.4 | 12.6 | 5.2 | 13.1 | 0.56 | 3 | 0.02 | 0.02 | 2.4 | 0.68 | 0.07 | 0.15 | < | 0.05 | 13.6 |
| GKSD-236 | 603264 | 3800511 | 47.2 | 10.8 | 3.6 | 16.7 | 1.3 | 1.6 | 0.02 | 0.03 | 2 | 0.55 | 0.07 | 0.09 | < | 0.03 | 15.8 |
| GKSD-237 | 603243 | 3800494 | 36.7 | 8.4 | 3.2 | 24.7 | 0.34 | 1.6 | 0.03 | 0.02 | 1.8 | 0.45 | 0.08 | 0.11 | < | 0.03 | 22.1 |
| GKSD-238 | 603222 | 3800478 | 40.9 | 9.4 | 3.6 | 21.5 | 0.6 | 1.7 | 0.03 | 0.02 | 1.9 | 0.52 | 0.08 | 0.11 | < | 0.05 | 19.6 |
| GKSD-317 | 555574 | 3814136 | 43.5 | 9.7 | 4.5 | 17.9 | 0.86 | 1.6 | 0.05 | 0.02 | 3.8 | 0.63 | 0.1 | 0.14 | < | 0.16 | 17.5 |
| GKSD-318 | 554321 | 3812379 | 43.4 | 9.9 | 4.6 | 16.7 | 0.81 | 1.5 | 0.07 | 0.03 | 4.4 | 0.64 | 0.09 | 0.14 | < | 0.38 | 17.1 |
| GKSD-319 | 554161 | 3812164 | 43.3 | 8.8 | 4 | 18.4 | 0.98 | 1.4 | 0.08 | 0.02 | 3.7 | 0.63 | 0.1 | 0.11 | < | 0.42 | 17.6 |
| GKSD-320 | 556517 | 3811309 | 41.2 | 9 | 4.6 | 19.3 | 0.65 | 1.4 | 0.09 | 0.02 | 3.8 | 0.55 | 0.1 | 0.11 | < | 0.32 | 18.5 |
| GKSD-321 | 562805 | 3805616 | 47.4 | 12.2 | 5.8 | 13.4 | 1.1 | 2.1 | 0.16 | 0.03 | 3.4 | 0.65 | 0.09 | 0.14 | < | 0.37 | 13.2 |
| GKSD-322 | 563451 | 3805366 | 47.9 | 10.9 | 4.8 | 15.2 | 1.4 | 1.8 | 0.04 | 0.02 | 2.7 | 0.68 | 0.11 | 0.16 | < | 0.05 | 14.1 |
| GKSD-323 | 566384 | 3803917 | 46.4 | 12.1 | 5.3 | 14.1 | 1.3 | 2.2 | 0.04 | 0.04 | 3.8 | 0.69 | 0.1 | 0.13 | < | 0.07 | 13.8 |
| GKSD-324 | 566443 | 3803677 | 36.4 | 8.9 | 4.2 | 21.7 | 0.8 | 1.7 | 0.17 | 0.02 | 2.7 | 0.5 | 0.08 | 0.09 | < | 6.6 | 17.4 |
| GKSD-325 | 568270 | 3801200 | 50.3 | 11.1 | 4.6 | 13.4 | 1.5 | 2.2 | 0.03 | 0.05 | 3.2 | 0.58 | 0.08 | 0.1 | < | 0.05 | 12.8 |
| GKSD-326 | 569296 | 3799682 | 46.3 | 12.8 | 5.9 | 11 | 1 | 2.5 | 0.04 | 0.03 | 5.6 | 0.7 | 0.11 | 0.15 | < | 0.08 | 13.6 |
| GKSD-327 | 569926 | 3798699 | 47.2 | 11.7 | 5.2 | 13.7 | 1.2 | 2.1 | 0.04 | 0.02 | 4 | 0.72 | 0.09 | 0.15 | < | 0.6 | 13.2 |
| GKSD-338 | 545961 | 3764143 | 47.1 | 11.1 | 4.9 | 15.2 | 1.4 | 2 | 0.04 | 0.02 | 2.7 | 0.6 | 0.09 | 0.13 | < | 0.17 | 14.4 |
| GKSD-339 | 546476 | 3765859 | 46.5 | 11.7 | 5.2 | 14 | 1.2 | 2 | 0.04 | 0.02 | 2.6 | 0.6 | 0.11 | 0.11 | < | 2.8 | 13.2 |
| GKSD-340 | 547232 | 3765680 | 42.6 | 9.3 | 4.4 | 17.5 | 0.92 | 1.5 | 0.14 | 0.03 | 3.5 | 0.55 | 0.1 | 0.11 | < | 4.9 | 15.5 |
| GKSD-341 | 546418 | 3767454 | 47.3 | 9.7 | 5 | 14.8 | 0.74 | 1.7 | 0.04 | 0.03 | 4.3 | 0.54 | 0.11 | 0.11 | < | 0.12 | 15.3 |
| GKSD-342 | 546577 | 3770948 | 44.2 | 11.2 | 5.6 | 14.1 | 0.69 | 1.9 | 0.06 | 0.02 | 5.2 | 0.65 | 0.09 | 0.14 | < | 0.46 | 15.6 |
| GKSD-343 | 547127 | 3771572 | 42.2 | 8.2 | 3.8 | 18.6 | 1.1 | 1.3 | 0.07 | 0.04 | 4.3 | 0.55 | 0.11 | 0.12 | < | 2.2 | 17.7 |
| GKSD-344 | 547351 | 3772003 | 40.4 | 8.8 | 4.5 | 19.2 | 0.84 | 1.4 | 0.07 | 0.04 | 4.1 | 0.56 | 0.1 | 0.13 | < | 1.3 | 18.5 |
| GKSD-345 | 547447 | 3772132 | 42.8 | 10.7 | 5.3 | 16.2 | 0.54 | 1.7 | 0.07 | 0.03 | 4.4 | 0.6 | 0.09 | 0.14 | < | 0.73 | 16.8 |
| GKSD-346 | 549397 | 3774428 | 47.1 | 10.4 | 6 | 12.2 | 0.56 | 1.7 | 0.03 | 0.03 | 5.7 | 0.62 | 0.09 | 0.11 | < | 0.26 | 14.8 |
| GKSD-347 | 549595 | 3774669 | 45.3 | 9.7 | 4.8 | 16.1 | 0.94 | 1.5 | 0.05 | 0.03 | 4.1 | 0.62 | 0.1 | 0.12 | < | 0.79 | 16.3 |
| GKSD-348 | 549595 | 3774669 | 45.9 | 11.2 | 5.5 | 13.8 | 0.71 | 1.9 | 0.06 | 0.02 | 4.2 | 0.63 | 0.08 | 0.12 | < | 1 | 14.9 |
| GKSD-349 | 550292 | 3775613 | 47.2 | 11.1 | 5.6 | 13.1 | 0.84 | 1.9 | 0.08 | 0.04 | 4.8 | 0.62 | 0.09 | 0.12 | < | 0.14 | 14.3 |
| GKSD-350 | 550292 | 3775613 | 47.6 | 10.6 | 5.4 | 13.7 | 0.8 | 1.8 | 0.05 | 0.03 | 4.6 | 0.62 | 0.1 | 0.14 | < | 0.09 | 14.7 |
| GKSD-351 | 550276 | 3775732 | 48.5 | 10.6 | 5.2 | 14 | 0.94 | 1.8 | 0.05 | 0.01 | 3.5 | 0.59 | 0.1 | 0.13 | < | 0.09 | 14.3 |
| GKSD-352 | 550488 | 3775807 | 46.9 | 11.4 | 5.7 | 13 | 1.2 | 2 | 0.05 | 0.03 | 4.4 | 0.61 | 0.09 | 0.12 | 0.01 | 0.54 | 14.1 |
| GKSD-353 | 550916 | 3776412 | 43.7 | 8.1 | 4.2 | 17.8 | 1.2 | 1.2 | 0.04 | 0.03 | 4.8 | 0.54 | 0.12 | 0.12 | < | 0.15 | 18 |
| GKSD-354 | 551496 | 3776698 | 42.4 | 8.3 | 4.5 | 17.9 | 0.71 | 1.3 | 0.13 | 0.02 | 4.7 | 0.51 | 0.11 | 0.11 | < | 3.4 | 17.1 |
| GKSD-355 | 551496 | 3776698 | 47.5 | 12.8 | 5.9 | 11.8 | 1.2 | 2.3 | 0.03 | 0.02 | 3.7 | 0.64 | 0.1 | 0.13 | < | 1.2 | 12.6 |
| GKSD-356 | 551555 | 3776929 | 45.3 | 11.5 | 5.5 | 13.9 | 0.91 | 2.1 | 0.17 | 0.02 | 4 | 0.62 | 0.1 | 0.15 | < | 2.6 | 14 |
| GKSD-357 | 553902 | 3779367 | 44.1 | 9.9 | 5.4 | 15.7 | 0.6 | 1.7 | 0.11 | 0.02 | 4.2 | 0.56 | 0.1 | 0.12 | < | 3.2 | 14.3 |
| GKSD-358 | 553860 | 3779536 | 46.8 | 8 | 4.5 | 17.6 | 0.93 | 1.1 | 0.05 | 0.03 | 4.5 | 0.56 | 0.11 | 0.1 | < | 0.08 | 17.2 |
| GKSD-359 | 553896 | 3780335 | 46.4 | 10.7 | 5.2 | 15.4 | 0.69 | 1.8 | 0.05 | 0.02 | 3.3 | 0.55 | 0.09 | 0.15 | < | 0.94 | 15 |
| GKSD-360 | 553896 | 3780335 | 45.3 | 8.4 | 4 | 18.2 | 1.3 | 1.3 | 0.06 | 0.02 | 2.8 | 0.55 | 0.11 | 0.11 | < | 2 | 15.7 |
| GKSD-361 | 553896 | 3780335 | 45.9 | 9.3 | 4.8 | 16.2 | 0.88 | 1.5 | 0.08 | 0.03 | 3.7 | 0.58 | 0.09 | 0.14 | < | 0.71 | 15.7 |
| GKSD-362 | 554101 | 3781105 | 45.2 | 10.3 | 5.3 | 15.6 | 0.72 | 1.8 | 0.1 | 0.03 | 3.9 | 0.6 | 0.1 | 0.12 | < | 1.3 | 15.1 |
| GKSD-363 | 553414 | 3781912 | 43.5 | 10.3 | 5.2 | 15.5 | 0.64 | 1.7 | 0.05 | 0.03 | 4.7 | 0.54 | 0.09 | 0.16 | < | 2.7 | 15.3 |
| GKSD-364 | 553078 | 3782459 | 44.7 | 10.3 | 5.4 | 15 | 0.91 | 1.7 | 0.07 | 0.02 | 4.7 | 0.58 | 0.11 | 0 | | | |

پس از تجزیه و تحلیل نتایج آنالیز نمونه‌ها، از ۸۴ عدد نمونه برداشت شده از مادستون سازند آغاچاری، تعداد ۲۰ نمونه جهت آنالیز XRD به منظور انجام مطالعات مینرالوگرافی به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آنالیز XRD این نمونه‌ها در جدول شماره ۳۱ نشان داده شده است. این ۲۰ عدد نمونه از میان نمونه‌هایی انتخاب گردید که نسبت به بقیه دارای ترکیب شیمیایی مناسبتری جهت تولید آجر می‌باشد.

با توجه به نتایج آنالیز XRD که در جدول شماره ۳۱ نشان داده شده است، در مادستون سازند آغاچاری عمدتاً سیلیس، کلسیت و آلپیت تشکیل دهنده فاز اصلی می‌باشند و کانیهای رسی از جمله مونتموریلونیت، ایلپیت و کلریت در فاز فرعی قرار دارند.

جدول ۳۱- نتایج آنالیز XRD نمونه‌های مادستون سازند آغاچاری در مرحله دوم

| Row | Sample No. | XRD | | | | | | | |
|-----|------------|---------------|---------|-----------------|--------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | MajorPhase(s) | | | | Minor Phase(s) | | | |
| 1 | GKSD-321 | Quartz | Calcite | Montmorillonite | Albite | Muscovite-illite | Chlorite | | |
| 2 | GKSD-322 | Quartz | Calcite | Albite | | Muscovite-illite | Chlorite | Montmorillonite | Rutile |
| 3 | GKSD-323 | Quartz | Calcite | Albite | | Muscovite-illite | Chlorite | | |
| 4 | GKSD-325 | Quartz | Calcite | Albite | | Muscovite-illite | Chlorite | Montmorillonite | Orthoclase |
| 5 | GKSD-326 | Quartz | Calcite | Dolomite | | Muscovite-illite | Chlorite | | |
| 6 | GKSD-327 | Quartz | Calcite | Albite | | Muscovite-illite | Chlorite | Montmorillonite | Gypsum |
| 7 | GKSD-338 | Quartz | Calcite | Albite | | Chlorite | | | |
| 8 | GKSD-341 | Quartz | Calcite | | | Chlorite | Albite | Illite | Dolomite |
| 9 | GKSD-351 | Quartz | Calcite | | | Chlorite | Albite | Muscovite-illite | Montmorillonite |
| 10 | GKSD-355 | Quartz | Calcite | Albite | | Chlorite | Gypsum | Muscovite-illite | |
| 11 | GKSD-356 | Quartz | Calcite | | | Muscovite-illite | Chlorite | Montmorillonite | Gypsum |
| 12 | GKSD-365 | Quartz | Calcite | | | Albite | Chlorite | Montmorillonite | Illite |
| 13 | GKSD-366 | Quartz | Calcite | | | Albite | Chlorite | Montmorillonite | Illite |
| 14 | GKSD-367 | Quartz | Calcite | | | Albite | Chlorite | Montmorillonite | Muscovite-illite |
| 15 | GKSD-369 | Quartz | Calcite | | | Albite | Chlorite | Montmorillonite | Muscovite-illite |
| 16 | GKSD-370 | Quartz | Calcite | Albite | | Orthoclase | Calcite | Montmorillonite | Muscovite-illite |
| 17 | GKSD-372 | Calcite | Quartz | | | Chlorite | Albite | Muscovite-illite | Montmorillonite |
| 18 | GKSD-373 | Quartz | Calcite | | | Chlorite | Montmorillonite | Illite | Albite |
| 19 | GKSD-374 | Quartz | Calcite | | | Chlorite | Montmorillonite | Muscovite-illite | Albite |
| 20 | GKSD-375 | Quartz | Calcite | Albite | | Chlorite | Montmorillonite | Orthoclase | |

۳-۳- انتخاب نمونه ها و نتایج آزمایشات ۸ نمونه تست تکنولوژی مرحله اول

کلیه نمونه های برداشت شده در مرحله اول جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. تعدادی از این نمونه ها علاوه بر XRF به روش XRD نیز مورد آنالیز قرار گرفت.

با توجه به نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده، نمونه هایی که از نظر ترکیب شیمیایی و مینرالوگرافی دارای کیفیت مناسب جهت تولید آجر بود مشخص گردید. از ۴۹ عدد نمونه برداشت شده، ۹ نمونه به شرح جدول ۳۲ شرایط مناسبی دارد.

جدول ۳۲- لیست و مختصات نمونه های دارای ترکیب شیمیایی مناسب

| SAMPLE | XX | YY |
|---------|--------|---------|
| GKSD-2 | 746637 | 3828176 |
| GKSD-3 | 731129 | 3842277 |
| GKSD-6 | 701998 | 3834805 |
| GKSD-9 | 737462 | 3855127 |
| GKSD-26 | 603173 | 3800663 |
| GKSD-30 | 571007 | 3816040 |
| GKSD-31 | 563449 | 3819070 |
| GKSD-32 | 557303 | 3820410 |
| GKSD-34 | 562577 | 3816093 |

به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی نمونه هایی که از نظر ترکیب شیمیایی دارای شرایط مناسبی بود، تعداد ۸ نمونه جهت تست تکنولوژی برداشت شد و به آزمایشگاه پژوهشگاه مواد و انرژی ارسال گردید. لیست و مختصات این نمونه ها در جدول ۳۳ نشان داده شده است.

جدول ۳۳- لیست و مختصات نمونه های تست فیزیکی

| SAMPLE | XX | YY | نام سازند یا واحد نمونه گیری شده |
|--------|--------|---------|----------------------------------|
| GKTT-1 | 766399 | 3827515 | اسلیت کرتاسه |
| GKTT-2 | 746637 | 3828176 | اسلیت کرتاسه |
| GKTT-3 | 731129 | 3842277 | شیل پالتوسن |
| GKTT-4 | 731479 | 3841721 | شیل پالتوسن |
| GKTT-5 | 571007 | 3816040 | سازند آغاچاری |
| GKTT-6 | 557657 | 3820384 | سازند آغاچاری |
| GKTT-7 | 711076 | 3836875 | اسلیت کرتاسه |
| GKTT-8 | 697102 | 3836515 | مارن رازک |

نتایج تست فیزیکی آجرهای تهیه شده در پژوهشگاه مواد و انرژی توسط آزمایشگاه مذکور به شرح ذیل اعلام گردیده است:

در ارتباط با نامه شماره ۱۲۰/۵۲۷-ک-۸۶ مورخ ۱۳۸۶/۸/۲۹ و پیرو توافق نامه شماره ۱۲۰/۵۵۵-ک-۸۶ فی مابین پژوهشگاه مواد و انرژی و شرکت مهندسی مشاور زرکوه اکتشاف موضوع بررسی مشخصات مربوط به ساخت آجر ساختمانی برای هشت ماده اولیه حسب نتایج آزمونهای انجام گرفته موارد زیر به استحضار می‌رساند.

۱- نتایج آزمون تعیین روش شکل دهی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

جدول ۳۴- نتایج تست فیزیکی پس از اندازه گیری فاکتور پلاستیسیته (P) و روش شکل دهی

| کد نمونه | GKTT1 | GKTT2 | GKTT3 | GKTT4 | GKTT5 | GKTT6 | GKTT7 | GKTT8 |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| فاکتور پلاستیسیته (P) | ۹۴۴ | ۱۸۸۴ | ۱۴۶۶ | ۸۷۹ | ۱۳۷۲ | ۷۶۹ | ۷۷۲ | ۲۰۴۲ |
| روش شکل دهی مناسب | پرس نیمه خشک | اکستروود گل | اکستروود گل | پرس نیمه خشک | اکستروود گل | پرس نیمه خشک | پرس نیمه خشک | اکستروود گل |

۲- نتایج آزمون خواص فیزیکی و تعیین دمای پخت به شرح جداول زیر ارائه می‌گردد.

۲-۱- در دمای پخت 1030°C

جدول ۳۵- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت 1030°C

| کد نمونه | GKTT1 | GKTT2 | GKTT3 | GKTT4 | GKTT5 | GKTT6 | GKTT7 | GKTT8 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| دانسیته (gr/cm^3) | ۱/۲ | ۱/۶ | ۱/۷ | ۱/۶ | ۱/۵ | ۱/۶ | ۱/۷ | ۱/۶ |
| درصد جذب آب | ۳۲ | ۲۲ | ۱۸ | ۲۰ | ۲۲ | ۲۱ | ۲۰ | ۱۶ |

۲-۲- در دمای پخت 1060°C

جدول ۳۶- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت 1060°C

| کد نمونه | GKTT1 | GKTT2 | GKTT3 | GKTT4 | GKTT5 | GKTT6 | GKTT7 | GKTT8 |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| دانسیته (gr/cm^3) | ۱/۲ | ۱/۶ | ۱/۹ | ۱/۶ | ۱/۵ | ۱/۶ | ۱/۷ | ۱/۶ |
| درصد جذب آب | ۳۲ | ۲۱ | ۱۳ | ۲۰ | ۲۲ | ۲۱ | ۱۹ | ۱۶ |

۲-۳- در دمای پخت ۱۱۰۰°C

جدول ۳۷- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت ۱۱۰۰°C

| GKTT8 | GKTT7 | GKTT6 | GKTT5 | GKTT4 | GKTT3 | GKTT2 | GKTT1 | کد نمونه |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| ۱/۷ | ۲ | ۱/۸ | ۱/۶ | ۲/۴ | ۲/۴ | ۲/۱ | ۱/۲ | دانسیته (gr/cm ³) |
| ۱۹ | ۱۴ | ۱۷ | ۲۲ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۷ | ۳۱ | درصد جذب آب |

۲-۴- در دمای پخت ۱۱۷۰°C

جدول ۳۸- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت ۱۱۷۰°C

| GKTT8 | GKTT7 | GKTT6 | GKTT5 | GKTT4 | GKTT3 | GKTT2 | GKTT1 | کد نمونه |
|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|-------------------------------|
| ۱/۸ | ذوب | ذوب | ۲/۳ | ذوب | ۱/۸ | ۱/۶ | ذوب | دانسیته (gr/cm ³) |
| ۰/۹ | گردیده | گردیده | صفر | گردیده | ۰/۳ | ۱/۳ | گردیده | درصد جذب آب |

۲- نتایج آزمون تعیین استحکام فشاری به شرح زیر ارائه می گردد.

جدول ۳۹- نتایج آزمون تعیین استحکام فشاری

| GKTT8 | GKTT7 | GKTT6 | GKTT5 | GKTT4 | GKTT3 | GKTT2 | GKTT1 | کد نمونه |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| ۴۳۳ | ۴۴۶ | ۵۷۹ | ۵۴۰ | ۵۳۰ | ۲۳۳ | ۲۰۴ | ۱۵۲ | استحکام فشاری (Kg/cm ³) |

۳- نتایج آزمون درصد مواد محلول در آب و تعیین شوره زدگی به شرح زیر ارائه می گردد.

جدول ۴۰- نتایج آزمون تعیین درصد مواد محلول در آب و تعیین شوره زدگی

| GKTT8 | GKTT7 | GKTT6 | GKTT5 | GKTT4 | GKTT3 | GKTT2 | GKTT1 | کد نمونه |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| ۰/۵ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۰/۵ | ۰/۴ | ۰/۱ | ۰/۲ | ۰/۱ | درصد مواد محلول در آب |
| کم | کم | کم | کم | کم | کم | کم | کم | تعیین شوره زدگی |

۵-۲- پخت نمونه‌ها در دماهای مختلف پیش بینی شده:

جدول ۴۱- پخت نمونه‌ها در دماهای مختلف پیش بینی شده

| GKTT8 | GKTT7 | GKTT6 | GKTT5 | GKTT4 | GKTT3 | GKTT2 | GKTT1 | GKTT1 | کد نمونه |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| ۱/۶ | ۱/۹ | ۱/۶ | ۱/۹ | ۱/۶ | ۱/۸ | ۱/۶ | ۲/۵ | ۱/۳ | دانسیته (gr/cm^3) |
| ۱۷/۲ | ۱۵/۵ | ۲۰/۱ | ۱۴/۲ | ۲۰ | ۱۶/۵ | ۲۱ | ۴ | ۲۹ | درصد جذب آب |
| ۱۱۴۵ | ۱۱۰۵ | ۱۱۰۵ | ۱۱۴۵ | ۱۰۷۰ | ۱۰۴۵ | ۱۰۷۰ | ۱۱۴۵ | ۱۱۲۵ | دمای پخت ($^{\circ}\text{C}$) با ماندگاری یکساعت |

۶-۲- مطابق با نتایج جداول شماره ۳۵ الی ۳۸ محدوده دمای پخت متوسط هر یک از نمونه‌ها

از روی نمودار به صورت زیر تعیین گردید:

جدول ۴۲- محدوده دمای پخت متوسط نمونه‌ها

| GKTT4 | GKTT3 | GKTT2 | GKTT1 | کد نمونه |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| 1070-1100 | 1030-1100 | 1070-1170 | 1120-1150 | محدوده دمای پخت ($^{\circ}\text{C}$) |
| GKTT8 | GKTT7 | GKTT6 | GKTT5 | کد نمونه |
| 1060-1160 | 1060-1140 | 1070-1140 | 1100-1170 | محدوده دمای پخت ($^{\circ}\text{C}$) |

تذکرات:

- ۱- نمونه‌های آزمون استحکام فشاری به صورت استوانه با ابعاد 2×2 سانتیمتر بوده است که جهت کاهش هزینه‌های آزمون کوچکتر از ابعاد موجود در استاندارد شماره هفت ایران انتخاب شده است ولی جهت مقایسه این ۸ نمونه مشکل ساز نیست. بدیهی است که استحکام نمونه‌های با ابعاد استاندارد، کمتر از این اعداد خواهند شد.
- ۲- نمونه‌های آزمون تعیین شوره زدگی به صورت مکعب با ابعاد $5 \times 5 \times 1$ سانتیمتر بوده است که جهت کاهش هزینه‌های آزمون کوچکتر از ابعاد موجود در استاندارد شماره هفت ایران انتخاب شده است ولی جهت مقایسه این ۸ نمونه مشکل ساز نیست. پیش بینی می‌شود که شوره زدگی نمونه‌های با ابعاد استاندارد، به دلیل کم بودن درصد مواد محلول، کم باشد.
- ۳- با توجه به محدوده پخت نمونه‌ها در جدول شماره ۴۲ نمونه‌هایی که محدوده پخت کمی دارند در مقیاس صنعتی نیز گرفتن پخت سالم برای آنها مشکل است مثل نمونه GKTT1.
- ۴- نرخ افزایش دما $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ بوده است و در دمای ماکزیمم به مدت یک ساعت نگهداری شده است.
- ۵- اندازه نمونه‌های آزمون‌های دیگر روی نتایج آزمون چندان تأثیری ندارد.

۶- در تصویر شماره ۵۹ آجرهای پخته شده که با مقطع دایره به قطر ۲ سانتیمتر می باشند نشان داده شده است. در این تصاویر رنگ و کیفیت هر نمونه در دماهای پخت مختلف قابل مشاهده می باشد.



تصویر ۵۹- تصویر مربوط به تست تکنولوژی آجرهای تهیه شده در پژوهشگاه مواد و انرژی

۳-۱- بررسی نتایج حاصل از تست تکنولوژی ۸ نمونه مرحله اول و اولویت بندی مناطق

در جدول شماره ۳۴، نتایج تست فیزیکی نمونه‌ها پس از اندازه گیری فاکتور پلاستیسیته (PI) و روش شکل دهی مناسب ۸ نمونه تعیین شده است. در این جدول مشخص شده است که نمونه‌های دارای پلاستیسیته ایندکس پایین بدلیل کمبود میزان چسبندگی، قابلیت قالب گیری دستی یا اکستروژن نداشته و بایستی با ایجاد فشار در حالت نیمه خشک، قالب گیری شوند. به عبارت دیگر، از اینگونه مواد اولیه با سیستم دستی و سنتی نمی‌توان آجر تهیه کرد. زیرا قالبهای آجر قبل از انتقال به کوره خرد شده و از بین خواهد رفت. لذا برای تهیه آجر از مواد اولیه مذکور، بایستی سیستم پرس که سرمایه‌گذاری اولیه و قیمت تمام شده بیشتری نسبت به سیستم معمولی و سنتی دارد، طراحی شود. شایان ذکر است که در کوره های سنتی تولید آجر کرمانشاه برای مرتفع ساختن مشکل کمبود چسبندگی خاک از اختلاط کاه با گل استفاده می‌کنند. جدول مذکور نشان می‌دهد که فاکتور پلاستیسیته چهار نمونه به شماره‌های GKTT1، GKTT4، GKTT6 و GKTT7 کمتر از ۱۰۰۰ بوده و بدلیل پایین بودن چسبندگی برای قالب گیری نیاز به پرس نیمه خشک دارد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT1:

مختصات محل برداشت این نمونه 3827515N و 766399E می‌باشد. این نمونه از واحد اسلیت کرتاسه در منطقه جنوب سنقر برداشت شد، جهت اطلاع از ترکیب شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-1 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|-------------------|-----------------------------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | کوارتز- کلسیت | آلیت- کلریت- مسکوویت- ایلیت |
| GKSD-1 | 49.92 | 10.5 | 4.04 | 16.4 | 1.44 | 0.03 | 14 | | |

این نمونه که از رخنمون اسلیت کرتاسه جاده صحنه- سنقر (بین آبادیهای دهلق و سردهلق) برداشت شده است، بدلیل دارا بودن CaO نسبتاً بالا (۱۶/۴٪) و میزان رس پایین (آلومین ۱۰/۵٪) و نتایج تست کانی شناسی، چسبندگی کافی برای قالب گیری را ندارد. نتیجه آنالیز XRD نیز نشان می‌دهد که کانیهای اصلی آن کوارتز، کلسیت و کانیهای فرعی آن به ترتیب آلیت، کلریت، مسکوویت و ایلیت می‌باشد. یعنی کانی رسی ایلیت آخرین کانی فرعی (Minor phase) می‌باشد. در جدول شماره ۳۵ نتایج تست فیزیکی دانسیته این نمونه، نسبتاً پایین (1.2g/cm³) و درصد جذب

آب آن نسبتاً بالا (۳۲٪) است. در جداول شماره ۳۶ و ۳۷ در دمای پخت ۱۰۶۰ و ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد، دانسیته تغییری نیافته است و درصد جذب آب در جدول شماره ۴۱ فقط یک درصد کاهش می‌یابد. در دمای پخت ۱۱۷۰ درجه سانتیگراد (جدول شماره ۳۸)، نمونه مذکور ذوب می‌شود. در جدول شماره ۴۲ محدوده دمای پخت این نمونه از ۱۱۲۰ تا ۱۱۵۰ درجه سانتیگراد تعیین گردیده است. لذا محدوده دمای پخت این نمونه فقط ۳۰ درجه سانتیگراد است که این امر بعنوان یک فاکتور منفی در تولید صنعتی آجر می‌باشد. در جداول شماره ۳۹ و ۴۰، نتایج استحکام فشاری، درصد مواد محلول و میزان شوره زدگی آجر تولید شده از این نمونه 152Kgr/cm^2 ، درصد مواد محلول ۰/۱ و میزان شوره زدگی کم گزارش شده است. نتایج تست فیزیکی نشان می‌دهد که نمونه GKTT1 بدلیل دارا بودن محدوده پخت کم و مقاومت فشاری کمتر از سایر نمونه‌ها و جذب آب بیشتر از نمونه‌های دیگر در اولویت آخر قرار می‌گیرد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT2:

مختصات محل برداشت این نمونه 2828176N و 746637E می‌باشد. این نمونه از واحد اسلیت کرتاسه در منطقه جنوب سنقر در شمال آبادی سردهلق برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-2 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|------------------------|-----------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-2 | 56.75 | 16.1 | 5.77 | 8.32 | 1.99 | 0.03 | 5 | کوارتز - آلپیت - کلسیت | مسکوویت - ایلیت |

آنالیز XRF این نمونه نشان می‌دهد که میزان آلومین و سیلیس آن بالاتر از نمونه‌های شماره GKSD-1 و میزان CaO آن حدوداً نصف نمونه شماره GKSD-1 می‌باشد.

SiO₂=56.75%, Al₂O₃=16.1% , CaO=8.32%

لذا در آنالیز XRD آن نیز کانی کلسیت سومین کانی تشکیل دهنده در فاز اصلی (Major phase) و ایلیت دومین کانی در فاز فرعی است. در صورتیکه در نمونه قبلی، کلسیت دومین کانی در فاز اصلی و ایلیت چهارمین کانی در فاز فرعی بود. بنابراین مشخص می‌شود که این نمونه دارای کیفیت بالاتری از نمونه GKTT1 می‌باشد.

در جدول شماره ۳۴ نتایج آزمون فیزیکی نمونه نیز این امر را تایید می‌کند. زیرا نمونه GKTT-2 با فاکتور پلاستیسیته ۱۸۸۴ دارای چسبندگی مناسب برای قالب گیری غیر پرسی (اکسترودگل) بوده و

با داشتن دانسیته ۱/۶ و جذب آب ۲۲٪ (جدول شماره ۳۵) که در دمای پخت ۱۱۷۰ درجه سانتیگراد میزان آن به ۱/۳ تقلیل می‌یابد (جدول ۳۸) کیفیت مناسبی برای تهیه آجر و سفال دارد. مضافاً اینکه مقاومت فشاری آجر تولید شده از این نمونه ۲۰۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (جدول ۳۹) شوره زدگی آن کم و درصد مواد محلول در آب آن ۰/۲ (جدول ۴۰) بوده و با داشتن محدوده دمای پخت ۱۰۷۰ تا ۱۱۷۰ یعنی ۱۰۰ درجه سانتیگراد، امکان پخت در مقیاس صنعتی را دارد. از مزیت‌های دیگر این نمونه واقع شدن آن در جاده صحنه، سقز و نزدیکی نسبی آن به محل اصلی تمرکز جمعیت و با ساخت و ساز وسیع می‌باشد. زیرا ذخایر اسلیت مذکور به کرمانشاه، صحنه، سنقر، کنگاور و میانراهان نسبتاً نزدیک است. ضمناً وجود ذخیره وسیع و گسترده با مورفولوژی تپه ماهوری و سهولت بهره‌برداری آن، وجود راههای دسترسی، آب و برق در مجاورت ذخیره ماده معدنی از دیگر امتیازات این ذخیره ماده اولیه تولید آجر می‌باشد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT3:

مختصات محل برداشت این نمونه 3842277N و 731129E می‌باشد. این نمونه از واحد شیل پالتوسن در منطقه جنوب سنقر برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-3 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|------|-----------------|-----|------------------------------|--------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-3 | 63.86 | 15.7 | 6.48 | 2.4 | 0.67 | 0.05 | 5 | کوارتز- مسکویت، ایلیت- آلبیت | کلسیت |

با مقایسه جداول آنالیز سه نمونه با شماره‌های GKSD-1-2-3 مشخص می‌شود که میزان سیلیس این نمونه ۳/۸۶ درصد بیشتر از حد استاندارد و میزان آلومین آن کمی کمتر از نمونه GKTT2 و CaO آن به ترتیب کمتر از دو نمونه قبلی است (۰/۲/۴). در آنالیز XRD کانی رسی ایلیت در فاز اصلی به عنوان دومین کانی تشکیل دهنده نمونه معرفی شده است که این مورد مهمترین امتیاز این نمونه بشمار می‌رود (در نمونه‌های قبلی، ایلیت در فاز فرعی قرار می‌گیرد). در جدول شماره ۳۴، نتایج تست فیزیکی نمونه‌ها، میزان پلاستیسیته، ایندکس (PI) نمونه ۱۴۶۶ بوده و برای قالب گیری معمولی و اکسترود گل مناسب می‌باشد. این نمونه با داشتن دانسیته ۱/۷ و جذب آب ۱۸ درصد که در دمای پخت ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد به ۰/۲ درصد تقلیل پیدا می‌کند و محدوده

پخت ۱۰۳۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد، استحکام فشاری آجر تولید شده از آن ۲۳۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب، شوره زدگی کم و مواد محلول در آب ۰/۱ درصد، برای تهیه آجر مناسب می باشد. مقایسه نمونه های GKTT2 و GKTT3 نشان می دهد که نمونه GKTT2 از نظر محدوده دمای پخت، فاکتور پلاستیسیته و دانسیته (سبک بودن آجر تولید شده) نسبت به نمونه GKTT3 ارجحیت دارد. ولی در عوض نمونه GKTT3 از نظر جذب آب (کمتر بودن میزان جذب آب) و استحکام فشاری (بالا بودن آن) و درصد مواد محلول در آب (پایین تر بودن آن) نسبت به نمونه GKTT2 ارجحیت دارد. شایان ذکر است که ذخیره اخیر نیز با داشتن ذخیره مناسب با مورفولوژی تپه ماهوری، نزدیکی به محل مصرف، سهولت استخراج، وجود جاده، آب و برق در نزدیکی آن از اولویت برخوردار است.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT4:

مختصات محل برداشت این نمونه 3841721N و 731479E می باشد. این نمونه از واحد شیل پالتوسن در منطقه جنوب سنقر برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-4 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|------------------------|-----------------------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-4 | 58.25 | 16.5 | 6.06 | 4.87 | 1.62 | 0.04 | 7 | کوارتز - کلسیت - آلبیت | مسکویت، ایلیت - کلریت |

آنالیز XRF این نمونه حاکی از آنست که میزان آلومین و سیلیس آن بسیار مناسب است ولی آنالیز XRD آن نشان می دهد که کانی آلبیت در فاز اصلی و کانی ایلیت در فاز فرعی قرار دارد. به عبارت دیگر آلومین و سیلیس موجود در نمونه، تشکیل فلدسپات (پلاژیوکلاز سدیک، آلبیت) داده که میزان ناچیزی از آن به رس تبدیل شده است. بنابراین در آزمون فیزیکی، میزان پلاستیسیته آن کم است و چسبندگی لازم را برای قالب گیری غیر پرس (اکستروژن) ندارد (PI=879)، دانسیته این نمونه ۱/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب، جذب آب آن ۲۰٪ است که در دمای پخت ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد، دانسیته به ۲/۴ افزایش یافته (آجر سنگین تولید می شود) و جذب آب به ۰/۱٪ کاهش می یابد. محدوده دمای پخت این نمونه از ۱۰۷۰ تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد یعنی فقط ۳۰ درجه سانتیگراد می باشد. مقاومت فشاری آجر تهیه شده از این نمونه بدلیل دانسیته زیاد، بالاتر از سه نمونه قبلی بوده (۵۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) و میزان شوره زدگی آن کم است. مواد محلول آن

۰/۴٪ بوده و میزان آن از سه نمونه قبلی بیشتر است که این مورد از فاکتورهای منفی نمونه مذکور به حساب می آید. در مجموع، محل ذخیره این نمونه به محل مصرف نزدیکتر از ۳ نمونه با شماره های GKTT-1-2-3 می باشد ولی گسترش و ذخیره آن کمتر است. این نمونه در مقایسه با نمونه های GKTT2 و GKTT3 از اولویت کمتر برخوردار است. ولی در صورت نیاز، امکان احداث کارخانه آجر پرسی در کنار این ذخیره وجود دارد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT5:

مختصات محل برداشت این نمونه 3816040N و 571007E می باشد. این نمونه از واحد مادستون سازند آجاجاری در منطقه سرپل ذهاب برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-30 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|--------------------------------|---------------------------------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-30 | 48.09 | 11.2 | 5.8 | 12.2 | 4.93 | 0.06 | 14 | کلسیت - کوارتز - مونتموریلونیت | کلریت - دولومیت - مسکوویت اپلیت |

نتیجه آنالیز XRF نشان میدهد که میزان عناصر مفید (SiO2=48.9%, Al2O3=11.2%) کمتر از نمونه های گرفته شده از اسلیت های کرتاسه بوده و میزان (CaO=12.2%) بالاتر از نمونه های اسلیت کرتاسه می باشد. ولی آنالیز XRD نشان می دهد که کانی مفید مونت موریلونیت که برای ایجاد چسبندگی در گل نقش اساسی را بازی می کند، در فاز اصلی قرار گرفته و کانی رسی اپلیت نیز در فاز فرعی وجود دارد. دلیل این امر ماهیت متفاوت ماده معدنی از نظر شرایط تشکیل، زمین شناسی و سازندی می باشد. نمونه اخیر مربوط به سازند رسوبی آجاجاری بوده و در زون رسوبی زاگرس قرار دارد. حال آنکه نمونه های قبلی متعلق به اسلیت های تمامورف واقع شده در زون دگرگونی سندج - سیرجان می باشند.

نتیجه تست فیزیکی نمونه GKTT5 نشان می دهد که با داشتن پلاستیسیته ایندکس نسبتاً مناسب (۱۳۷۲) قابلیت شکل دهی با اکسترود گل و غیر پرسی داشته و با دانسیته ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب و جذب آب ۲۲٪ که در دمای پخت ۱۱۷۰ درجه سانتیگراد، دانسیته ۲/۳ گرم بر سانتی متر مکعب افزایش یافته و جذب آب آن صفر می شود. محدوده دمای پخت این نمونه از ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد تا ۱۱۷۰ درجه سانتیگراد یعنی ۷۰ درجه سانتی گراد میباشد. مقاومت فشاری

آجر تهیه شده از این نمونه ۵۴۰ گرم بر سانتیمتر مکعب بوده و بیشتر از نمونه های قبلی می باشد. میزان شوره زدگی آن کم و مواد محلول آن بیشتر از نمونه های قبلی است. شایان ذکر است که ذخایر مارن و مادستون سازند آجاجاری با گسترش بسیار زیاد، مورفولوژی تپه ماهوری، سهولت بهره برداری و نبودن زمین های کشاورزی، باغ و مناطق مسکونی در اطراف آن، نزدیکی به راه های دسترسی، آب و برق، و همچنین آب و هوای گرم و مناسب برای تولید مستمر آجر و سفال و خشک نمودن آن در زیر آفتاب، مواد اولیه مناسبی برای تولید آجر و سفال هستند. ولی دوری از مکانهای عمده مصرف (شهرهای پر جمعیت و در حال توسعه استان کرمانشاه) از فاکتورهای منفی این ذخایر هستند. البته چنانچه امکان صادرات آجر و سفال تولید شده از این ذخایر به کشور عراق وجود داشته باشد دلیل واقع شدن در مجاورت مرز ایران و عراق این مشکل مرتفع خواهد شد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT6:

مختصات محل برداشت این نمونه 3820410N و 557303E می باشد. این نمونه از واحد مادستون و سیلتستون آجاجاری در منطقه قصرشیرین برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه های شماره GKSD-32-33 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

در نزدیکی قصرشیرین (جاده سرپل ذهاب به قصرشیرین) سازند آجاجاری مشتمل بر تناوبی از مادستون و سیلتستون می باشد. نظر به اینکه در امر بهره برداری از این ذخایر، جدا کردن دو لایه مذکور عملاً مشکل بوده و هزینه بر خواهد بود، لذا علیرغم اینکه نمونه های GKSD-32 از لایه سیلتستون و نمونه GKSD-33 از لایه مادستون برداشت و به روش XRD و XRF آنالیز شده بود، نمونه GKTT6 از مخلوط دو نمونه برداشت و تست فیزیکی گردید. در جدول زیر آنالیز XRD و XRF دو نمونه مذکور درج شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|---------|-------------------|-------|-------|------|------|------|-----|----------------------------------|---------------------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-32 | 49.66 | 11.2 | 4.2 | 13.9 | 3.17 | 0.07 | 13 | کلسیت-کوارتز-آلبیت-مونتموریلونیت | کلریت-مسکوویت-ایلیت |
| GKSD-33 | 48.07 | 13.5 | 6.34 | 9.89 | 5.25 | 0.06 | 12 | | |

با توجه به جدول فوق مشخص می شود که میزان CaO و SO3 در نمونه GKSD-32 بیشتر و میزان Al2O3 آن کمتر از نمونه GKSD-33 می باشد که تاییدی بر نتیجه آنالیز XRF است. زیرا

نمونه ۳۲ از سیلتستون و نمونه ۳۳ از مادستون برداشت شده است. نتیجه آنالیز XRD نشان می‌دهد که کانیهای تشکیل دهنده هر دو نمونه یکسان هستند. کانیهای کلسیت، کوارتز، آلبیت و مونت موریلونیت در فاز اصلی و کانیهای کلریت، مسکوویت و ایلیت در فاز فرعی قرار دارند. نتایج تست فیزیکی نمونه GKTT6 حاکی از آن است که فاکتور پلاستیسیته ۷۶۹ بوده و چسبندگی لازم را برای تولید آجر به روش غیر پرسی و اکستروود گل را ندارد. دانسیته این نمونه ۱/۶ گرم بر سانتی مترمکعب، جذب آب آن ۲۱٪ است. دانسیته در دمای پخت ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد به ۱/۸ گرم بر سانتی مترمکعب افزایش یافته و میزان جذب به ۱۷٪ تقلیل پیدا می‌کند. محدوده دمای پخت آن از ۱۰۷۰ تا ۱۱۴۰ درجه سانتی گراد یعنی ۷۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. این نمونه با داشتن مقاومت فشاری آجر تهیه شده از آن معادل ۵۷۹ کیلوگرم بر سانتی مترمکعب، بالاترین مقاومت فشاری را در بین کلیه نمونه‌های آزمایش شده دارد. شوره زدگی نمونه مذکور کم و مواد محلول در آب آن ۰/۳٪ است.

نظر به اینکه نمونه GKTT5 از نظر کیفیت و ذخیره مناسبتر از نمونه GKTT6 بوده و امکان تولید وسیع آجر و سفال از آن وجود دارد لذا فعلاً نیازی به ادامه عملیات اکتشافی بر روی ذخیره نمونه GKTT6 وجود نداشته و از برنامه ادامه عملیات حذف می‌شود. بدیهی است چنانچه امکان صادرات گسترده آجر و سفال به کشور عراق وجود داشته باشد، این ذخیره نیز قابلیت تولید آجر پرسی را داشته و می‌تواند مورد عملیات اکتشاف تکمیلی قرار گیرد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT7:

مختصات محل برداشت این نمونه 3036650N و 711216E می‌باشد. این نمونه از واحد اسلیت کرتاسه در منطقه میانراهان برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-7 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

نمونه GKTT7 از اسلیت واحد K₂ قرار گرفته در داخل سنگهای ولکانیکی در جنوب شرق ازنا بعلیا و شمال غرب میانراهان برداشت شده است. آنالیز XRD و XRF این نمونه به شماره GKSD-5 به شرح جدول زیر می‌باشد.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | | آنالیز به روش XRD | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|------------------------|------------------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI | کانیهای اصلی | کانیهای فرعی |
| | % | % | % | % | % | % | % | | |
| GKSD-5 | 58.01 | 14.6 | 5.99 | 6.16 | 2.44 | 0.04 | 7 | کوارتز - کلسیت - آلبیت | مسکوویت، ایلیت - کلریت |

با توجه به جدول فوق مشخص می‌شود که میزان اکسیدهای متشکله این نمونه در آنالیز XRF مناسب است ولی نتیجه آنالیز XRD حاکی از آنست که کانیهای اصلی تشکیل دهنده آن کوارتز، کلسیت و آلپیت بوده و کانی رسی ایلیت، دومین کانی تشکیل دهنده در فاز فرعی می‌باشد. بنابراین در تست فیزیکی، فاکتور پلاستیسیته آن کمتر از سایر نمونه‌های اسلیتی بوده و امکان تولید آجر به روش غیر پرسى از نمونه مذکور وجود ندارد. دانسیته این نمونه ۱/۷ گرم بر سانتیمترمکعب، میزان جذب آب آن ۲۰٪ است که در دمای پخت ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد، مقدار دانسیته آن به ۲ گرم بر سانتی مترمکعب افزایش یافته و جذب آب آن به ۱۴٪ می‌رسد. محدوده دمای پخت این نمونه از ۱۰۶۰ تا ۱۱۴۰ درجه سانتیگراد یعنی ۸۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. استحکام فشاری آجر تهیه شده از این نمونه ۴۴۶ گرم بر سانتیمترمکعب، شوره زدگی آن کم و میزان مواد محلول در آب ۰/۲ درصد است. در مجموع نمونه GKTT-7 برای تولید آجر پرسى مناسب است. ولی با عنایت به اینکه قیمت تمام شده تولید آجر پرسى بالاتر از آجر معمولی بوده و برای احداث کارخانه آن سرمایه گذاری به مراتب بیشتر مورد نیاز است، مضافاً اینکه ذخیره آن به دلیل قرار گرفتن در توده آندزیتی از گسترش قابل توجهی برخوردار نبوده و در محل کتاکت با آندزیت از کیفیت آن کاسته می‌شود و ضمناً در اطراف ذخیره زمین کشاورزی و باغ قرار می‌گیرد، لذا در مجموع با توجه به مقایسه نمونه مذکور با نمونه‌های اسلیتی GKTT2 و GKTT3، نمونه اخیر اولویت نداشته و برای اجرای ادامه عملیات اکتشافی توصیه نمی‌گردد.

- نمونه تست تکنولوژی GKTT8:

مختصات محل برداشت این نمونه 3760183N و 702951E می‌باشد. این نمونه از واحد مارن سازند رازک در منطقه بوژان برداشت شد، جهت اطلاع از آنالیز شیمیایی و کانی شناسی آن نمونه شماره GKSD-2 از همین محل برداشت شده است. ترکیب شیمیایی و کانی شناسی این نمونه در جدول ذیل آورده شده است:

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|-----|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKSD-44 | 44.84 | 10.1 | 4.54 | 16.8 | 3.58 | 0.05 | 16 |

با توجه به جدول فوق معلوم می‌شود که میزان آلومین و سیلیس نمونه در حد متوسط و میزان CaO و MgO در بالاترین حد مورد قبول استاندارد می‌باشد. نتایج تست فیزیکی حاکی از آن است که این نمونه بیشترین فاکتور پلاستیسیته در بین ۸ نمونه آزمایش شده را داشته و میزان آن

۲۰۴۲ می باشد. لذا مناسبترین خاک برای تولید آجر و سفال غیر پرسی (اکسترود گل) می باشد. دانسیته نمونه ۱/۶ گرم بر سانتیمترمکعب، جذب آب آن ۱۶ درصد است که در دمای ۱۱۷۰ درجه سانتی گراد میزان دانسیته به ۱/۸ گرم بر سانتیمترمکعب افزایش یافته و جذب آب به ۰/۹ درصد کاهش می یابد. محدوده دمای پخت نمونه از ۱۰۶۰ تا ۱۱۶۰ درجه سانتی گراد یعنی ۱۰۰ درجه سانتی گراد است. مقاومت فشاری آجر تولید شده از این نمونه ۴۳۳ کیلوگرم بر سانتیمترمربع، شوره زدگی آن کم و مواد محلول در آب آن ۰/۵ درصد است.

در مجموع نتایج آزمایشها نشان می دهد که این خاک برای تولید آجر و سفال مناسب است ولی دوری و بدی راه به محل های عمده مصرف، وجود پوشش انبوه جنگل بلوط که احتمال بهره برداری از ذخیره را با ممانعت منابع طبیعی و محیط زیست مواجه خواهد ساخت. فقدان آب و برق مناسب جهت ایجاد کارخانه مربوطه، قرار گرفتن ذخیره در ارتفاعات و منطقه سردسیر از فاکتورهای منفی این ذخیره می باشد. مضافاً اینکه بدلیل پوشش جنگلی و واریزه ای، تخمین گسترش و برآورد میزان ذخیره آن در حال حاضر میسر نبوده و نیاز به اجرای عملیات اکتشافی (حفر ترانشه، چاهک دستی و تهیه نقشه) دارد. لذا با عنایت به موارد فوق، این محدوده نیز برای ادامه عملیات اکتشافی توصیه نمی شود. البته در صورت صلاحدید کارفرمای محترم، اجرای عملیات اکتشافی نیمه تفصیلی در محدوده معرفی شده جهت اظهار نظر قطعی، خالی از لطف نخواهد بود.

شایان ذکر است که مختصات محل نمونه ها و شرح زمین شناسی آنها در بخش مربوطه تشریح شده است. جهت جمع بندی مطالب و سهولت مقایسه نمونه ها جدول ذیل ارائه می گردد که حاوی کلیه داده های حاصل از تست نمونه های نماینده گرفته شده از مواد اولیه در محدوده های مختلف است.

۳-۴- جمع بندی و تلفیق نتایج تست تکنولوژی مرحله اول

نتایج حاصل از تست تکنولوژی ۸ نمونه انتخاب شده در مرحله اول عملیات اکتشافی به شرح جدول شماره ۴۳ می باشد.

جدول ۴۳- داده های خام حاصل از تست تکنولوژی روی نمونه های نماینده گرفته شده از محدوده های مناسب

| سازند نمونه برداری شده: | | اسلیت کرتاسه | | | | | | | | | | | | دمای آزمایش | | |
|-------------------------|------|--------------|----|--------------|----|-------------|-----|--------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|--------------|--------|-----------------------|
| مادستونهای آغاچاری | | اسلیت کرتاسه | | GKTT-6 | | GKTT-5 | | GKTT-4 | | GKTT-3 | | GKTT-2 | | | GKTT-1 | |
| رازک | رازک | Sg | | Sg | | Sg | | Sg | | Sg | | Sg | | Sg | | |
| 16 | 16 | 20 | 17 | 21 | 16 | 22 | 15 | 20 | 16 | 18 | 17 | 22 | 16 | 32 | 12 | 1030 |
| 16 | 16 | 19 | 17 | 21 | 16 | 22 | 15 | 20 | 16 | 13 | 19 | 21 | 16 | 32 | 12 | 1060 |
| 19 | 17 | 14 | 2 | 17 | 18 | 22 | 16 | 0.1 | 2.4 | 0.2 | 2.4 | 7 | 2.1 | 31 | 1.2 | 1100 |
| 0.9 | 1.8 | ذوب گردیده | | ذوب گردیده | | 0 | 2.3 | ذوب گردیده | | 0.3 | 1.8 | 1.3 | 1.6 | ذوب گردیده | | 1170 |
| 2042 | | 772 | | 769 | | 1372 | | 879 | | 1466 | | 1884 | | 944 | | فاکتور پلاستیسته |
| اکستروود گل | | پرس نیمه خشک | | پرس نیمه خشک | | اکستروود گل | | پرس نیمه خشک | | اکستروود گل | | اکستروود گل | | پرس نیمه خشک | | روش شکل دهی مناسب |
| 433 | | 446 | | 579 | | 540 | | 530 | | 233 | | 204 | | 152 | | استحکام فشاری |
| 0.5 | | 0.2 | | 0.3 | | 0.5 | | 0.4 | | 0.1 | | 0.2 | | 0.1 | | درصد مواد محلول در آب |
| کم | | کم | | کم | | کم | | کم | | کم | | کم | | کم | | تعیین شوره زدگی |

به منظور اولویت بندی ذخایر مواد اولیه تولید آجر و سفال با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مؤثر، جدول امتیاز دهی تهیه گردید که در ذیل قابل مشاهده است.

جدول ۴۴- جدول امتیاز دهی به محدوده های معدنی منتخب با توجه به پارامترهای مؤثر مختلف

| GKTT-8 | GKTT-7 | GKTT-6 | GKTT-5 | GKTT-4 | GKTT-3 | GKTT-2 | GKTT-1 | امتیاز | وضعیت مناسب | فاکتور | ردیف |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|----------------------------|------|
| 20 | 1 | 0 | 12 | 3 | 14 | 17 | 4 | 20 | بیشتر | فاکتور پلاستیسته | 1 |
| 15 | 0 | 0 | 10 | 0 | 11 | 13 | 0 | 15 | اکستروود گل | روش شکل دهی مناسب | 2 |
| 4 | 4 | 6 | 5 | 5 | 2 | 1 | 1 | 6 | بیشتر | استحکام فشاری | 3 |
| 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | کمتر | درصد مواد محلول در آب | 4 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | کمتر | تعیین شوره زدگی | 5 |
| 4 | 3 | 4 | 5 | 1 | 4 | 5 | 5 | 5 | کمتر | دانسیتیه پس از پخت | 6 |
| 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 4 | کمتر | جذب آب پس از پخت | 7 |
| 10 | 8 | 7 | 7 | 3 | 8 | 10 | 3 | 10 | بیشتر | دامنه محدوده حرارتی | 8 |
| 5 | 5 | 6 | 9 | 5 | 8 | 9 | 5 | 9 | بیشتر | میزان ذخیره | 9 |
| 2 | 3 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | سهلتر | سهولت استخراج | 10 |
| 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 6 | 4 | 4 | 6 | کمتر | نزدیکی به محل مصرف (داخلی) | 11 |
| 1 | 3 | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | کمتر | نزدیک بودن به محل تأمین آب | 12 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 13 | نزدیک بودن به شبکه برق | کمتر | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 |
| 14 | آب و هوا | خشک و گرم | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| | جمع کل امتیاز: | | 100 | 44 | 82 | 79 | 47 | 75 | 45 | 42 |
| | | | | | | | | | | 74 |

در جدول فوق، ۱۴ فاکتور در نظر گرفته شده و برای هر فاکتور کمیت مناسب با وزن و اهمیت آن ملحوظ گردیده است. در این رابطه علاوه بر فاکتورهای حاصل از تست فیزیکی آجرهای تهیه شده از نمونه‌ها، پارامترهای دیگری از قبیل میزان ذخیره، سهولت استخراج، نزدیکی به محل مصرف در داخل کشور، نزدیکی به تأمین آب و برق و آب و هوا در نظر گرفته شده و کمیت مناسب با آن برای ۸ نمونه مورد آزمایش اعمال شده است.

نتیجه نهایی نشان می‌دهد که نمونه GKTT-2 با ۸۲ امتیاز از ۱۰۰ امتیاز در اولویت اول، GKTT-3 با ۷۹ امتیاز در اولویت دوم، GKTT-5 با ۷۵ امتیاز در اولویت سوم و GKTT-8 با ۷۴ امتیاز در اولویت چهارم قرار می‌گیرد. بدیهی است چنانچه ملاک امتیازدهی به پارامتر نزدیکی به محل مصرف تنها داخلی نبوده و امکان صادرات به خارج وجود داشته باشد امتیاز نمونه GKTT-8 افزایش یافته و در اولویت بالاتری قرار می‌گیرد.

۱) به این ترتیب در صورتی که برنامه اکتشاف تکمیلی و پیشنهاد ساخت تأسیسات تولید آجر و سفال مد نظر باشد، اولویت بندی محدوده‌های مواد اولیه به شرح زیر است:

۱) ذخایر اسلیت کرتاسه در منطقه جنوب سنقر (سردهلق و ...)

۲) ذخایر شیل پالئوسن در جنوب غرب و غرب سنقر (مسیر سنقر - کرمانشاه)

۳) مارن و مادستون سازند آغاچاری در اطراف جاده سرپل ذهاب و قصر شیرین

۴) مارن سازند رازک در منطقه بوژان

۵) ذخایر شیل پالئوسن (واحد PE) در مسیر جاده سنقر - بیستون

۶) مارن و مادستون سازند آغاچاری در شرق قصر شیرین

۷) ذخایر اسلیت کرتاسه در شرق سنقر (مسیر سنقر - صحنه)

۸) ذخایر اسلیت شمال غرب میانراهان (جنوب شرق ازناپ علیا)

بنابراین با توجه به نتایج تست تکنولوژی ۸ نمونه در مرحله اول به صورت خیلی عمومی می‌توان گفت اسلیت کرتاسه در اولویت اول، شیل پالئوسن در اولویت دوم، مادستون آغاچاری در اولویت سوم و شیل رازک در اولویت چهارم اکتشافی قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که پس از انجام آزمایشات تست تکنولوژی مرحله دوم، در این اولویت بندی تغییراتی به عمل آمد که در فصل پنجم جزئیات آن تشریح شده است.

۳-۵- شرح ۱۷ نمونه تست تکنولوژی مرحله دوم

روش کار

شمار ۲۳۱ نمونه از نمونه‌های برداشت شده در مرحله دوم جهت آنالیز به روش XRF به منظور بررسی ترکیب شیمیایی آنها به آزمایشگاه شرکت زرآما ارسال گردید. تعدادی از این نمونه‌ها که از نظر ترکیب شیمیایی مناسب بودند علاوه بر آنالیز XRF، جهت بررسی ترکیب مینرالوگرافی به روش XRD نیز مورد مطالعه قرار گرفت.

سپس به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی از مناطقی که نمونه‌های آنها از نظر ترکیب شیمیایی و کانی شناسی دارای شرایط مناسبی بود، تعداد ۱۷ نمونه جهت تست تکنولوژی برداشت شد و به آزمایشگاه شرکت پارس‌پی‌آر ارسال گردید. لیست و مختصات این نمونه‌ها در جدول شماره ۴۵ نشان داده شده است.

همانطور که در جدول شماره ۴۵ ملاحظه می‌شود، در این فاز جهت انجام تست تکنولوژی تعداد ۵ نمونه از سازند آغاچاری، ۲ نمونه از اسلیت کرتاسه، ۲ نمونه از شیل پالئوسن، ۲ نمونه از شیل واحد MF، ۳ نمونه از سازند رازک و ۲ نمونه از شیل واحد E^f برداشت شد. جانمایی محل برداشت هر یک از این نمونه‌ها در نقشه پیوست ۱ نشان داده شده است.

جدول ۴۵- مختصات و واحد زمین شناسی نمونه‌های برداشت شده جهت انجام تست تکنولوژی مرحله دوم

| SAMPLE | XX | YY | Litology |
|---------|--------|---------|-------------------------|
| GKTT-9 | 731475 | 3841724 | شیل پالئوسن |
| GKTT-10 | 731135 | 3842279 | |
| GKTT-11 | 746597 | 3829672 | اسلیت کرتاسه |
| GKTT-12 | 746403 | 3828854 | |
| GKTT-13 | 753801 | 3812303 | شیل واحد MF |
| GKTT-14 | 753341 | 3812204 | |
| GKTT-15 | 688918 | 3759295 | مارن رازک |
| GKTT-16 | 699100 | 3758474 | |
| GKTT-17 | 701183 | 3757987 | |
| GKTT-18 | 759981 | 3806620 | شیل واحد E ^f |
| GKTT-19 | 760383 | 3806424 | |
| GKTT-20 | 601255 | 3803073 | آغاچاری |
| GKTT-21 | 570561 | 3817099 | |
| GKTT-22 | 563544 | 3819521 | |
| GKTT-23 | 551515 | 3818269 | |
| GKTT-24 | 551864 | 3819363 | |
| GKTT-25 | 601431 | 3803054 | |

نمونه‌های تست تکنولوژی از واحدهایی برداشت شد که در مرحله قبل نمونه برداری شده و ترکیب شیمیایی آنها مورد تایید بود ولی چون مناطق نمونه برداری مقاداری جابجا شده بود، جهت اطمینان، ۱۷ نمونه برداشت شده جهت آنالیز به روش XRF به آزمایشگاه ازراژما ارسال گردید که آنالیز شیمیایی آنها در جدول شماره ۴۶ نشان داده شده است.

جدول ۴۶- آنالیز شیمیایی ۱۷ نمونه برداشت شده جهت تست فیزیکی در مرحله دوم

| SAMPLE | XX | YY | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI |
|---------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GKTT-9 | 731475 | 3841724 | 58,29 | 15,05 | 6,48 | 5,76 | 1,65 | 0,003 | 7,88 |
| GKTT-10 | 731135 | 3842279 | 65,27 | 17,14 | 6,27 | 1,17 | 0,59 | 0,003 | 4,40 |
| GKTT-11 | 746597 | 3829672 | 62,04 | 18,68 | 6,92 | 0,80 | 2,05 | 0,003 | 4,31 |
| GKTT-12 | 746403 | 3828854 | 55,40 | 15,92 | 6,28 | 7,06 | 1,96 | 0,003 | 8,40 |
| GKTT-13 | 753801 | 3812303 | 51,84 | 10,15 | 4,68 | 14,07 | 2,37 | 0,003 | 12,74 |
| GKTT-14 | 753341 | 3812204 | 47,69 | 8,27 | 5,39 | 18,43 | 2,42 | 0,003 | 14,25 |
| GKTT-15 | 688918 | 3759295 | 30,92 | 5,23 | 9,98 | 14,99 | 11,85 | 0,003 | 25,41 |
| GKTT-16 | 699100 | 3758474 | 33,96 | 7,38 | 7,32 | 17,50 | 8,90 | 0,003 | 22,54 |
| GKTT-17 | 701183 | 3757987 | 25,62 | 6,05 | 6,71 | 22,80 | 11,05 | 0,003 | 25,65 |
| GKTT-18 | 759981 | 3806620 | 55,45 | 13,82 | 6,15 | 7,46 | 2,97 | 0,003 | 8,95 |
| GKTT-19 | 760383 | 3806424 | 45,01 | 8,99 | 4,50 | 19,39 | 2,14 | 0,003 | 15,80 |
| GKTT-20 | 601255 | 3803073 | 44,50 | 11,70 | 6,79 | 14,09 | 4,22 | 0,003 | 14,65 |
| GKTT-21 | 570561 | 3817099 | 42,21 | 9,41 | 6,21 | 17,21 | 4,88 | 0,003 | 16,70 |
| GKTT-22 | 563544 | 3819521 | 41,59 | 9,45 | 6,14 | 17,25 | 5,20 | 0,103 | 16,71 |
| GKTT-23 | 551515 | 3818269 | 38,49 | 9,17 | 5,36 | 21,09 | 4,06 | 0,003 | 18,80 |
| GKTT-24 | 551864 | 3819363 | 38,09 | 8,67 | 5,41 | 21,82 | 4,16 | 0,003 | 18,96 |
| GKTT-25 | 601431 | 3803054 | 39,74 | 10,35 | 6,03 | 17,87 | 4,74 | 0,155 | 17,26 |

۳-۵-۱- نمونه برداری تست تکنولوژی از شیل پالتوسن در منطقه سنقر

- نمونه GKTT-9:

نمونه شماره GKTT-9 از شیل واحد PE (شیل پالتوسن) در ترانشه جاده میانراهان- سنقر، ۱۰ کیلومتر مانده به سنقر در مختصات 38 S -731475, 3841724 برداشت شد. در تصویر شماره ۶۰ دورنمای رخنمون واحد مذکور و در تصویر شماره ۶۱ رخنمون شیل در دیواره غربی ترانشه جاده نشان داده شده است. نتیجه آنالیز XRF نمونه فوق در جدول ذیل آمده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|--------|-------------------|-------|-------|------|------|-------|------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-9 | 58.29 | 15.05 | 6.48 | 5.76 | 1.62 | 0.003 | 7.88 |

نتیجه آنالیز عناصر اصلی نمونه مذکور نشان می‌دهد که کلیه عناصر تشکیل دهنده آن در محدوده مجاز برای تهیه آجر می‌باشد. بالا بودن نسبی میزان آلومین و پایین بودن میزان CaO از محاسن این نمونه است.

نتیجه تست فیزیکی نمونه مذکور که ضمیمه گزارش گردیده، حاکی از آن است که پلاستیسیته ایندکس (PI) آن ۱۲/۵ و حد خمیری (PL) آن ۲۴/۹ است. دانسیته قبل از پخت ۱/۹۶ گرم بر سانتیمترمکعب و دانسیته بعد از پخت (آجر) آن ۱/۶۳ گرم بر سانتیمترمکعب است.

تغییرات حجمی آن ۷/۳۸ سانتیمترمکعب، میزان جذب آب ۳۰/۸۳ و مقاومت فشاری تک محوری آن ۳۹ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است. رنگ آن قبل از پخت قهوه‌ای مایل به شیری و بعد از پخت قهوه‌ای کم رنگ همراه با شوره در اضلاع آجر و ترک در کف به طول ۱/۵ سانتیمتر می‌باشد. شایان ذکر است که تصویر کلیه آجرها، قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از کنترل مقاومت ضمیمه گزارش می‌باشد.

نتایج حاصله نشان می‌دهد که فاکتورهای PI, PL و دانسیته بعد از پخت نمونه قابل قبول بوده، ولی میزان جذب آب بالاتر از حد استاندارد و مقدار مقاومت فشاری آن پایین تر از حد استاندارد بوده و مجموعاً ماده اولیه مناسبی برای تولید آجر می‌باشد.



تصویر ۶۰ - دورنمای رخنمون شیل واحد PE در ۱۰ کیلومتر سنقر - میانراهان (نگاه به سمت شرق)



تصویر ۶۱- رخنمون شیل واحد PE در دیواره ترانشه جاده میانراهان-سنقر

- نمونه شماره GKTT-10

نمونه شماره GKTT-10 از واحد PE در کیلومتر ۷ جاده سنقر- میانراهان در محلی با مختصات 3842279, 731135 که رخنمونی به وسعت ۲ کیلومتر مربع با مرفولوژی تپه ماهوری و مناسب برای استخراج دارد برداشت شد. در تصویر شماره ۶۲ دورنمای رخنمون واحد مذکور و در تصویر شماره ۶۳ نمای نزدیک آن که شیل متورق است را نشان می‌دهد. در تصویر شماره ۶۴ نمایی دیگر از رخنمون شیل PE نشان داده شده است. در جدول ذیل میزان عناصر اصلی تشکیل دهنده آن نشان داده شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-10 | 65.27 | 17.14 | 6.27 | 1.17 | 0.59 | 0.003 | 4.40 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که میزان SiO_2 ، آن، ۵/۲۷ درصد بیشتر از میزان استاندارد بوده و بقیه عناصر در حد مطلوب برای تهیه آجر هستند.

نتیجه تست فیزیکی نشان می دهد که میزان PI برابر ۷/۱، میزان PL برابر ۱۶/۵، دانسیته قبل از پخت ۱/۹۸ گرم بر سانتیمترمکعب، دانسیته بعد از پخت ۱/۹۳ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی ۸ سانتی مترمکعب، جذب آب ۱۷/۴۴ و مقاومت فشاری تک محوری ۷۸ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.

نمونه آن قبل از پخت خاکستری پررنگ و بعد از پخت قهوه‌ای همراه با شوره در کل سطوح و ترک موئی در کف آجر می باشد.

نتایج حاصله نشان می دهد که میزان PI در حداقل مجاز، میزان PL، کمتر از حد مجاز، دانسیته بعد از پخت نامناسب (بالا)، جذب آب در حد مجاز و مقاومت فشاری پایین تر از حد استاندارد بوده و مجموعاً ماده اولیه مناسبی برای تهیه آجر و سفال می باشد.



تصویر-۶۲ دورنمای رخنمون شیل واحد PE در کیلومتر ۷ جاده سنقر- میانراهان



تصویر ۶۳ - نمای نزدیک از شیل متورق واحد PE



تصویر-۶۴ نمایی دیگر از رخنمون شیل PE

۳-۵-۲- نمونه برداری تست تکنولوژی ازاسلیت کرتاسه در جنوب سنقر

- نمونه شماره **GKTT-11**:

نمونه GKTT-11 از واحد $K_2^{SI,LS}$ (اسلیت کرتاسه) در کیلومتر ۲۱/۶ جاده سنقر- صحنه حوالی روستای گرگلان در محلی با مختصات 3829672، 746597 برداشت شد. در تصویر شماره ۶۵ پانورامای رخنمون واحد مذکور در دیواره ترانسه جاده و در تصویر شماره ۶۶ نمای نزدیک آن نشان داده شده است. میزان عناصر متشکله اصلی نمونه مذکور در جدول ذیل آمده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|-------------|-----------------|-------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-11 | 2.046 | 18.68 | 6.92 | 0.8 | 2.05 | 0.003 | 4.31 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که میزان SiO₂ حدود ۲ درصد بیشتر از حد استاندارد بوده و بقیه عناصر در حد مجاز هستند.

نتیجه تست فیزیکی نمونه مذکور نشان می دهد که میزان PI آن ۳/۵، میزان PL آن ۱۸/۸، دانسیته آن ۲/۰۲ گرم بر سانتیمترمکعب، دانسیته بعد از پخت ۱/۹۷، تغییرات حجمی ۸/۱۹ سانتیمترمکعب، جذب آب ۲۰/۲۳ درصد و مقاومت فشاری تک محوری ۳۴ کیلوگرم بر سانتی مترمربع است، رنگ آن قبل از پخت سبز کم رنگ و بعد از پخت قهوه‌ای متمایل به نارنجی و بدون ترک می باشد. نتایج حاصله نشان می دهد که میزان مقاومت فشاری آن پایین تر از حد استاندارد است. مجموعاً کیفیت این نمونه متوسط بوده و امکان تهیه آجر معمولی از آن وجود دارد.



تصویر ۶۵- دورنمای رخنمون اسلیت کرتاسه در مسیر سنقر- صحنه



تصویر ۶۶- رخنمون اسلیت کرتاسه در مسیر سنقر- صحنه (حوالی روستای گرگلان)

- نمونه شماره **GKTT-12**:

نمونه GKTT-12 از اسلیت کرتاسه در کیلومتر ۲۲/۵ جاده سنقر- صحنه در محل با مختصات 3828854، 746403 در داخل آبراهه برداشت شد. در تصویر شماره ۶۷ نمایی از آبراهه و رخنمون واحد مذکور و در تصویر شماره ۶۸ نمای نزدیک اسلیت متورق نشان داده شده است. نتیجه آنالیز XRF آن در جدول ذیل آورده شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-12 | 55.40 | 15.92 | 6.28 | 7.06 | 7.96 | 0.003 | 8.40 |

نتیجه آنالیز حاکی از آن است که میزان MgO بالاتراز حد مجاز می باشد.

نتیجه تست فیزیکی نمونه نشان می دهد که میزان PI و PL آن به دلیل فقدان چسبندگی قابل اندازه گیری نیست، دانسیته قبل از پخت ۱/۹۸ گرم بر سانتیمترمکعب، دانسیته بعد از پخت ۱/۸۴ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی آن ۳/۶۴ سانتی مترمکعب، جذب آب ۲۱/۶۵ درصد و مقاومت فشاری آن ۶۳ کیلوگرم بر سانتی مترمربع است. رنگ آجر قبل از پخت خاکستری مایل به سبز کم رنگ و بعد از پخت قرمز آجری با یک ترک کوچک موئی در یکی از سطوح آن می باشد. نتایج حاصله نشان می دهد که نمونه مذکور برای تهیه آجر مناسب است ولی به دلیل فقدان چسبندگی قابلیت تولید آجر سفال را ندارد.



تصویر ۶۷- رخنمون اسلیت کرتاسه در کیلومتر ۲۲/۵ جاده سنقر- صحنه



تصویر ۶۸- نمای نزدیک اسلیت کرتاسه در کیلومتر ۲۲/۵ جاده سنقر - صحنه

۳-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از واحد شیل مدادی میوسن در منطقه هر سین

- نمونه شماره GKT-13:

نمونه GKT-13 از شیل مدادی میوسن واحد Mf در جنوب بید سرخ (جاده صحنه- کنگاور) در محلی با مختصات 3812303, 753801 برداشت شد. در تصویر شماره ۶۹ دورنمای رخنمون واحد مذکور در انتهای دره مشرف به روستای بیدسرخ نشان داده شده است. نتیجه آنالیز XRF نمونه مذکور در جدول ذیل درج گردیده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKT-13 | 51.84 | 10.15 | 4.68 | 14.07 | 2.37 | 0.003 | 12.74 |

نتیجه آنالیز حاکی از آن است که میزان کلیه عناصر اصلی تشکیل دهنده در حد استاندارد است. نتیجه تست فیزیکی نشان می دهد که میزان PI و PL نمونه به دلیل عدم چسبندگی قابل اندازه

گیری نیست. دانسیته قبل از پخت ۲/۲ گرم بر سانتیمترمکعب، دانسیته بعد از پخت ۱/۹۱ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی آن ۴/۴۸ سانتیمترمکعب، جذب آب ۲/۲۵ درصد و مقاومت فشاری آن ۶۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است. رنگ آجر قبل از پخت خاکستری و بعد از پخت کرم رنگ است. در مجموع باید گفت که آن نمونه برای تولید آجر معمولی مناسب است. ولی به دلیل فقدان چسبندگی قابلیت تولید آجرسفال را ندارد.



تصویر ۶۹- دورنمای رخنمون شیل مدادی واحد Mf در جنوب بیدسرخ

- نمونه شماره GKT-14:

نمونه GKT-14 نیز از واحد Mf (شیل مدادی میوسن) در محلی با مختصات 3812204، 753341 که گسترش در حدود یک کیلومترمربع (یکصد هکتار) دارد برداشت شد. نتیجه آنالیز آن در جدول ذیل درج گردیده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKT-14 | 47.69 | 8.27 | 5.39 | 18.43 | 2.42 | 0.003 | 14.25 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که میزان آلومین کمی پائین تر از حداقل مورد نیاز برای تهیه آجر بوده و مقدار CaO کمی بیشتر از حد استاندارد است. نتیجه تست فیزیکی حاکی از آن است که میزان PI و PL نمونه به دلیل عدم چسبندگی قابل اندازه گیری نیست، دانسیته قبل از پخت ۲/۰۴ گرم بر سانتیمترمکعب، دانسیته بعد از پخت ۱/۷۶ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی آن

۸/۵۶ سانتی مترمکعب، جذب آب ۳۰/۶۷ درصد و مقاومت فشاری آن ۱۹ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است. رنگ آجر قبل از پخت سبز کم رنگ دارای حفره در بدنه بوده و رنگ آن بعد از پخت قهوه ای مایل به خاکستری با ترک موئی در یکی از سطوح می باشد. در مجموع باید گفت که این نمونه برای تهیه آجر معمولی مناسب بوده ولی برای تهیه آجر سفال مناسب نیست.

۳-۵-۴- نمونه برداریتست تکنولوژی از واحد مارن قرمز سازند رازک در مسیر بوژان- هلیلان

- نمونه شماره GKTT-15:

نمونه GKTT-15 از رخنمون مارن قرمز سازند رازک پس از عبور از روستای نیلان در غرب جاده آسفالته در مختصات 3759295، 688918 برداشت شد. در این محل مارن قرمز و سبز سازند رازک در بخش تحتانی سنگ آهک دولومیتی و مارن سازند آسماری قرار دارد. در تصویر شماره ۷۰ دورنمای سازند رازک و در تصویر شماره ۷۱ محل برداشت نمونه نشان داده شده است. نتیجه آنالیز نمونه مذکور به شرح جدول ذیل می باشد.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|---------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-15 | 30.92 | 5.23 | 9.98 | 14.99 | 11.85 | 0.003 | 25.41 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که میزان سیلیس و آلومین کمتر از حد مجاز و میزان MgO بیشتر از حد مجاز برای تهیه آجر می باشد. تست فیزیکی نمونه حاکی از آن است که PI نمونه ۱۰/۷ و PL آن ۲۰/۵ است.

دانسیته قبل از پخت آن ۱/۵۳ و دانسیته بعد از پخت آن ۱/۳۵ گرم بر سانتی مترمکعب است. تغییرات حجمی آن ۴۵/۶۰ سانتیمترمکعب، جذب آب آن ۳۹/۷۴ درصد و مقاومت فشاری آن ۲۶ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است. آجر تهیه شده از نمونه مذکور به رنگ قرمز آجری همراه با دانه های زرد و سفید در کل بدنه و ترکهای عمیق در کل نمونه است. در مجموع باید گفت که این نمونه برای تولید آجر مناسب نیست.



تصویر-۷۰ دورنمای رخنمون سازند رازک در حوالی روستای نیلان



تصویر-۷۱ محل برداشت نمونه از مارن سازند رازک در حوالی روستای نیلان

- نمونه شماره **GKTT-16**:

نمونه GKTT-16 در جاده هلیلان بوژان، بعد از پل در محل ترانشه جاده گاز در مختصات 3758474، 699100 از مادستون قرمز سازند رازک برداشت شد. تصویر شماره ۷۲ دور نما و تصویر شماره ۷۳ نمای نزدیک آن را نشان می دهد. در تصویر شماره ۷۴ دورنمای سازند رازک که تناوب مارن، سیلستون و ماسه سنگ است مشاهده می شود.

نتیجه آنالیز نمونه یاد شده در جدول ذیل نوشته شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-16 | 33.96 | 7.38 | 7.32 | 17.50 | 8.90 | 0.003 | 22.54 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که میزان سیلیس و آلومین کمتر از حد مجاز و میزان CaO و MgO بیشتر از حد مجاز برای تهیه آجر می باشد. تست فیزیکی نمونه نشان می دهد که مقدار PI آن ۲۰/۴ میزان PL آن ۳۹/۵، دانسیته قبل از پخت ۱/۹۲ و دانسیته بعد از پخت ۱/۴۴ گرم بر سانتی مترمکعب

است. این نمونه تغییرات حجمی نداشته و جذب آب آن $38/93$ درصد و مقاومت فشاری آن 86 کیلوگرم بر سانتی مترمربع است. آجر تهیه شده از آن قبل از پخت کرم پوررنگ دارای ترک موئی و حفره بعد از پخت کرم قهوه‌ای، دارای ترکهای زیاد در سطح بوده و حفره‌دار می‌باشد. در مجموع باید گفت که نمونه مذکور برای تولید آجر و سفال مناسب نیست.



تصویر-۷۲ دورنمای رخنمون مادستون قرمز سازند رازک در مسیر بوژان- هلیلان در محل ترانشه جاده انتقال گاز



تصویر ۷۳- نمای نزدیک از مادستون قرمز سازند رازک در مسیر بوژان - هلیلان



تصویر-۷۴ دورنمای سازند رازک مشتمل بر تناوب مارن، سیلتستون و ماسه سنگ در مسیر بوژان - هلیلان

- نمونه شماره GKT-17:

نمونه GKT-17 در شرق روستای مسگره در محلی با مختصات 3757987, 701183 از مادستون قرمز رنگ سازند رازک در دیواره جناح چپ رودخانه برداشت شد. در تصویر شماره ۷۵ دورنمای گستره سازند رازک در حوالی روستای مسگره در تصویر شماره ۷۶ رخنمون مادستون در دیواره رودخانه و در تصویر شماره ۷۷ نمای نزدیک مادستون رازک نشان داده شده است. نتیجه آنالیز XRF نمونه مذکور در جدول ذیل آمده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKT-17 | 25.62 | 6.05 | 6.71 | 22.80 | 11.05 | 0.003 | 25.65 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان سیلیس و آلومین کمتر از حد مجاز و میزان CaO و MgO به مراتب بیشتر از حد مجاز است. تست فیزیکی نمونه گویای آن است که مقدار آن ۲۱ PI میزان PL آن ۳۲/۱ و دانسیته قبل از پخت ۱/۸۶ و دانسیته بعد از پخت ۱/۵۵ گرم بر سانتیمتر مکعب است. تغییرات حجمی آن ۶/۷۳ سانتیمتر مکعب، جذب آب ۳۴/۵۳ درصد و مقاومت فشاری آن ۶۲ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است.

رنگ آجر قبل از پخت کرم پر رنگ دارای حفره و ترک موئی و بعد از پخت برنگ نخودی تیره با لکه‌های روشن، دارای ترک موئی کوچک می‌باشد.
در مجموع نمونه مذکور برای تهیه آجر وسفال مناسب نمی‌باشد.



تصویر-۷۵ دورنمای گستره سازند رازک در حوالی روستای مسگره



تصویر ۷۶- رخنمون مادستون سازند رازک در دیواره رودخانه در شرق روستای مسگره



تصویر-۷۷ مادستون قرمز نودولار سازند رازک در دیواره رودخانه روستای مسگره

۳-۵-۵- نمونه برداری تست تکنولوژی از شیل مدادی ائوسن در منطقه شمال شرق هرسین

همانطور که گفته شد، واحد E^f که در ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان با نماد E_2^f نشان داده شده است و متشکل از شیل مدادی سبز زیتونی، ماسه سنگ، سنگ آهک تخریبی و کنگلومرا به سن ائوسن می باشد. دارای دو رخنمون با روند شمالی- جنوبی در نیمه شمالی ورقه مذکور است. بخشی از رخنمونهای این واحد در جنوب محور هرسین- کرمانشاه به طول ۷ کیلومتر و عرض متوسط ۲ کیلومتر و بخشی دیگر در شمال محور مذکور به طول ۵ کیلومتر و عرض متوسط ۶۵۰ متر قرار گرفته است. از نظر مرفولوژی این واحد به صورت برجستگی هایی با ارتفاع و شیب دامنه متوسط که بخشهای ماسه سنگی و آهکی آن به شکل برجسته تر نمایان است، مشاهده می شود. نمونه هایی به شرح ذیل از این واحد برداشت گردیده است.

- نمونه شماره GKTT-18:

نمونه GKTT-18 از رخنمون واحد Ef در شمال شرق کرمانشاه بعد از روستای دوآب در امتداد گاماسیاب در محلی با مختصات 759981,3806620 برداشت شد. در تصویر شماره ۷۸ دیواره ترانشه جاده روستائی که نمونه مذکور از آن اخذ شده است را نشان می‌دهد. نتیجه آنالیز نمونه به شرح جدول ذیل می‌باشد.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|-----------------|------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-18 | 55.45 | 13.82 | 6.15 | 7.46 | 2.97 | 0.003 | 8.95 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان عناصر تشکیل دهنده نمونه در حد مجاز برای تهیه آجر می‌باشد. نتیجه تست فیزیکی حاکی از آن است که میزان PI و PL به دلیل عدم چسبندگی قابل اندازه گیری نیست و دانسیته قبل از پخت ۲، دانسیته بعد از پخت ۱/۷۶، تغییرات حجمی ۴/۰۹ سانتیمترمکعب، مقاومت فشاری ۳۶ کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب است. رنگ آجر قبل از پخت خاکستری متمایل به سبز کمرنگ، دارای چند حفره و بعد از پخت قهوه‌ای کم رنگ و بدون ترک می‌باشد.

در مجموع این نمونه برای تولید آجر معمولی مناسب است ولی به دلیل فقدان چسبندگی برای تهیه آجر سفال مناسب نمی‌باشد.



تصویر-۷۸ رخنمون واحد Ef در ترانشه جاده بعد از روستای دوآب در امتداد گاماسیاب

- نمونه شماره **GKTT-19**:

نمونه GKTT-19 نیز از واحد Ef در مختصات 3806424، 760383 برداشت شد. در تصویر شماره ۷۹ رخنمون واحد مذکور در ترانشه جاده گاز مشاهده می‌شود. نتیجه آنالیز این نمونه در جدول ذیل آمده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-19 | 45.01 | 8.99 | 4.50 | 19.39 | 2.14 | 0.003 | 15.80 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان CaO بیشتر از حد مجاز برای تولید آجر می‌باشد. نتیجه تست فیزیکی گویای آن است که مقدار PI و PL به دلیل عدم چسبندگی قابل اندازه گیری نیست. دانسیته قبل از پخت ۲/۰۳ گرم بر سانتیمترمکعب و دانسیته بعد از پخت ۱/۸ گرم بر سانتی مترمکعب، تغییرات حجمی آن ۷/۹۱ سانتی مترمکعب، و مقاومت فشاری آن ۴۵ کیلوگرم بر سانتی مترمربع است.

رنگ آجر قبل از پخت خاکستری متمایل به سبز کمرنگ دارای حفره و بعد از پخت قهوه‌ای دارای شوره و بدون ترک می‌باشد. در مجموع باید گفت که این نمونه برای تولید آجر معمولی مناسب است. ولی برای تولید آجر سفال مناسب نمی‌باشد.



تصویر-۷۹ رخنمون واحد شیل مدادی ائوسن در مسیر جاده انتقال گاز

۳-۵-۶ - نمونه برداری تست تکنولوژی از سازند آجاجاری در شهرستانهای سرپل ذهاب،

قصرشیرین و نفت شهر

- نمونه شماره GKT-20:

نمونه GKT-20 در کیلومتر ۲۵ جاده سر پل ذهاب- کرد، حوالی روستای شیر چقا برداشت شد. در این محدوده سازند آجاجاری در اغلب بخشها شامل تناوب مارن سبز، مارن قرمز و ماسه سنگ می باشد، ولی در محلی با مختصات 38 S-601255, 3803073 مارن یکدست با افراز حدود ۷۰ متر رخنمون دارد که این نمونه در این محل برداشت شده است. در تصویر شماره ۸۰ دورنمای رخنمون سازند آجاجاری و در تصویر شماره ۸۱ محل نمونه برداری نشان داده شده است.

نتیجه آنالیز نمونه مذکور در جدول ذیل نشان داده شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|--------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKT-20 | 44.50 | 11.70 | 6.79 | 14.09 | 4.22 | 0.003 | 14.65 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که فقط مقدار MgO به میزان ۰/۲۲ درصد از حد مجاز بیشتر است. نظر به اینکه میزان CaO چندان بالا نیست. لذا بالا بودن میزان MgO مشکل حادی ایجاد نخواهد کرد. در تست فیزیکی میزان PI آن ۱۲ مقدار PL آن ۳۸/۳، دانسیته قبل از پخت ۱/۹۵ و دانسیته بعد از پخت ۱/۷۱ گرم بر سانتیمتر مکعب، تغییرات حجمی ۱۲/۳۵ سانتی مترمکعب جذب آب ۲۳/۷۳ درصد و مقاومت فشاری ۶۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب، تعیین شده است. قبل از پخت قهوه‌ای دارای حفره و ترک موئی و بعد از پخت قرمز آجری همراه با دانه‌های زرد و سفید و یک حفره در سطح می باشد. رویهم رفته نمونه مذکور برای تهیه آجر معمولی مناسب می باشد و امکان تهیه آجر سفال با سیستم قالب پرسی را دارد.



تصویر-۸۰ نمایی از رخنمون سازند آغاچاری در مسیر سرپل ذهاب- کرند



تصویر ۸۱- محل برداشت نمونه GKTT-20 در سازند آغاچاری

- نمونه شماره 21-KTT:

نمونه GKTT-21 در مسیر جاده شمالی سرپل ذهاب به قصرشیرین از مخلوط مادستون، سیلستون و ماسه سنگ ریز دانه سازند آغاچاری در محلی با مختصات 3817099, 570561 برداشت شد.

در این محدوده گستره وسیعی از تپه ماهورهای سازند آغاچاری متشکل از تناوب مادستون، سیلستون و ماسه سنگ ریز دانه، رخنمون یافته است که امکان استخراج مادستون به صورت

جداگانه در آنها وجود دارد. در تصویر شماره ۸۲ دورنمای رخنمون سازند آغاچاری و در تصویر شماره ۸۳ رخنمون سازند مذکور در محل نمونه برداری نشان داده شده است. نتیجه آنالیز این نمونه در جدول ذیل درج شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|---------|-------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-21 | 42.21 | 9.41 | 6.21 | 17.21 | 4.88 | 0.003 | 16.70 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که مقدار CaO و MgO کمی بیشتر از حد مجاز است. نتیجه تست فیزیکی میزان PI را ۱۲/۹، مقدار PL ۲۱/۸، دانسیته قبل از پخت ۱/۹۱ و دانسیته بعد از پخت ۱/۶۴ گرم بر سانتی متر مکعب، تغییرات حجمی ۱۰/۹۲ سانتی متر مکعب، میزان جذب آب ۱۲/۶۴ درصد و مقاومت فشاری ۴۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع تعیین شده است. رنگ آجر قبل از پخت قهوه‌ای کمرنگ دارای حفره در بدنه و ترک بوده و رنگ آن بعد از پخت گلبهی، دارای ترکهای زیاد می‌باشد. در مجموع باید گفت که از این نمونه امکان تهیه آجر معمولی وجود دارد و امکان تهیه آجر سفال با سیستم قالب پرسی نیز وجود دارد.



تصویر-۸۲ رخنمون دیگری از سازند آغاچاری در مسیر جاده سرپل ذهاب- قصر شیرین



تصویر ۸۳- نمای نزدیک از مادستون آجاجاری در مسیر جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین

- نمونه شماره **GKTT-22**:

نمونه GKTT-22 در کیلومتر ۱۰ جاده قصرشیرین- سرپل ذهاب از تناوب مادستون و سیلتستون سازند آجاجاری در مختصات 3819521، 563544 برداشت شد. در تصویر شماره ۸۴ دورنمای رخنمون سازند آجاجاری در محدوده مذکور و در تصویر شماره ۸۵ نمای نزدیک آن نشان داده شده است. نتیجه آنالیز نمونه مربوطه در جدول ذیل آورده شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-22 | 41.56 | 9.45 | 6.14 | 17.25 | 5.20 | 0.103 | 16.71 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان CaO و MgO کمی بیشتر از حد مجاز می‌باشد. تست فیزیکی میزان PI ۱۳/۶ به مقدار PL ۱۲/۸ دانسیته قبل از پخت ۱/۱۱ و دانسیته بعد از پخت ۱/۷۹ گرم بر سانتیمترمکعب است. تغییرات حجمی آن ۶/۶۱ سانتیمترمکعب، جذب آب آن ۲۸/۵۶ درصد و مقاومت فشاری آن ۱۱۷ کیلوگرم بر سانتی مترمربع است. رنگ آجر قبل از پخت قهوه‌ای کم رنگ دارای حفره و رنگ بعد از پخت قهوه‌ای روشن با دانه‌های سفید و شوره در سطوح می‌باشد.

در مجموع از نمونه یاد شده امکان تهیه آجر معمولی وجود دارد و امکان تولید آجر سفال با سیستم پرسی نیز برای آن وجود دارد.



تصویر-۸۴ رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۰ جاده قصرشیرین- سرپل ذهاب



تصویر-۸۵ نمایی نزدیک از رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۰ جاده قصرشیرین - سرپل ذهاب

- نمونه شماره **GKTT-23**:

نمونه GKTT-23 در جاده قصرشیرین - خسروی، ۱۶ کیلومتر مانده به خسروی از مادستون سازند آغاچاری در دیواره ترانشه جاده که افراز آن ۱۰ متر است برداشت شد. مختصات محل نمونه برداری 3818269, 551515 است. در این محدوده سازند آغاچاری مشتمل بر مادستون و سیلتستون نودولار با مرفولوژی تپه ماهوری در وسعت چندین کیلومتر مربع رخنمون دارد. در تصویر شماره ۸۶ نمای دور سازند آغاچاری و در تصویر شماره ۸۷ نمای نزدیک آن نشان داده شده است.

نتیجه آنالیز این نمونه در جدول ذیل درج شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|-----------------|-------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-23 | 38.49 | 9.17 | 5.36 | 21.09 | 4.06 | 0.003 | 18.8 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان سیلیس کمتر از حد مجاز، میزان MgO کمی بالاتر از حد مجاز و میزان CaO بیشتر از حد مجاز می‌باشد. در تست فیزیکی میزان PI آن ۱۴/۴ مقدار PL آن

۲۲/۷، دانسیته قبل از پخت ۱/۸۵، دانسیته بعد از پخت ۱/۶۵ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی ۲۱/۱۱ سانتیمترمکعب، جذب آب ۳۳/۰/۷ درصد و مقاومت فشاری ۳۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد. رنگ آجر قبل از پخت قهوه‌ای کمرنگ مایل به کرم دارای حفره و بعد از پخت به رنگ گلبهی دارای ترک و حفره می باشد. در مجموع باید گفت که این نمونه برای تولید آجر معمولی مناسب است.



تصویر-۸۶ رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۶ جاده خسروی - قصرشیرین



تصویر ۸۷- دورنمای رخنمون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۸ جاده خسروی - قصرشیرین

- نمونه شماره - GKTT-24:

نمونه GKTT-24 در کیلومتر ۱۸ جاده خسروی - قصرشیرین از دیواره ترانشه جاده که افراز آن ۸ متر است برداشت شد. مختصات محل نمونه برداری 551864-3819363 بوده و از مخلوط

مادستون و سیلتستون نودولار سازند آغاچاری برداشت شده است. در تصویر شماره ۸۸ دورنمای رخنمون سازند آغاچاری در محدوده مذکور و در تصویر شماره ۸۹ دورنمای تپه ماهورهای سازند آغاچاری در سایر محدوده‌ها نشان داده شده است. نتیجه آنالیز این نمونه در جدول ذیل آورده شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|---------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-----------------|-------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-24 | 8.309 | 8.67 | 5.41 | 21.82 | 4.16 | 0.003 | 18.96 |

نتیجه آنالیز نشان می‌دهد که میزان سیلیس و آلومین کمی پائین‌تر از حد مجاز و میزان CaO و MgO بیشتر از حد مجاز برای تولید آجر می‌باشد. نتیجه تست فیزیکی مقدار PI را ۱۴/۵۱، مقدار PL را ۲۶/۸، دانسیته قبل از پخت را ۲/۰۸ و دانسیته بعد از پخت را ۱/۶۲ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی را ۳/۱۹ سانتیمترمکعب، جذب آب را ۲۵/۹ درصد و مقاومت فشاری را ۱۰۴ کیلوگرم بر سانتی مترمربع نشان داده است. رنگ آجر قبل از پخت کرم و در یکی از سطوح دارای درز و شکاف و بعد از پخت نخودی رنگ با شوره در اضلاع و ترک و چندین حفره در سطوح می‌باشد. در مجموع باید گفت که این نمونه برای تهیه آجر معمولی مناسب است.



تصویر ۸۸- نمای نزدیک از رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۶ جاده خسروی-

قصر شیرین



تصویر-۸۹ دورنمای تپه ماهورهای سازند آغاچاری در منطقه خسروی

- نمونه شماره **GKTT-25**:

نمونه GKTT-25 در ۲۵ کیلومتر جاده سر پل ذهاب به کرند در مختصات 601431, 38S - 3803054, از رخنمون سازند آغاچاری مشتمل بر تناوب مادستون، سیلتستون و ماسه سنگ ریزدانه برداشت شد. در تصویر شماره ۹۰ رخنمون مذکور نشان داده شده است. نتیجه آنالیز نمونه مذکور در جدول ذیل آورده شده است.

| Sample | آنالیز به روش XRF | | | | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
| | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | LOI |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| GKTT-25 | 39.74 | 10.35 | 6.03 | 17.87 | 4.74 | 0.155 | 17.26 |

نتیجه آنالیز نشان می دهد که میزان سیلیس کمی کمتر از حداقل مجاز و میزان CaO و MgO کمی بیشتر از حداکثر مجاز برای تهیه آجر می باشد. تست فیزیکی میزان PI را ۱۰/۹ میزان PL را ۲۱/۶، دانسیته قبل از پخت را ۲/۲۳ و دانسیته بعد از پخت را ۱/۹۴ گرم بر سانتیمترمکعب، تغییرات حجمی را ۱۴/۲۱ سانتیمترمکعب، جذب آب را ۲۵/۱۳ درصد و مقاومت فشاری را ۹۷ کیلوگرم بر سانتیمترمربع نشان می دهد. رنگ آجر قبل از پخت قهوه ای کمرنگ با حفره در بدنه و رنگ آن بعد از پخت قرمز آجری، دارای حفره و ترک در سطوح می باشد. در مجموع باید گفت که

از نمونه مذکور امکان تهیه آجر معمولی وجود دارد و امکان تهیه آجر سفال با سیستم قالب پرسی نیز دارد.



تصویر ۹۰- رخنمون تناوب مادستون، سیلتستون و ماسه سنگ ریز دانه سازند آغاچاری در کیلومتر ۲۵ جاده سرپل ذهاب- کرند

۳-۶- نتایج آزمایشات ۱۷ نمونه تست تکنولوژی مرحله دوم واولویت بندی مناطق

در انجام آزمایشات فیزیکی با توجه به این که هدف از انجام پروژه، پخت آجر و آزمایشات مقاومتی بر روی آن بود بنابراین پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه شرکت پرسی آزمایش اقدام به آماده سازی آنها گردید. در این ارتباط نمونه‌ها به دو قسمت تقسیم گردید. یک قسمت از نمونه جهت خردایش به بخش مربوطه ارسال شد و نمونه بر اساس دستورالعمل، تا ابعاد ۴۰ مش خرد گردید. پس از دریافت نمونه‌های خرد شده برای آماده سازی آنها در آغاز برای مدت ۲ روز غرق آب گردیدند تا با جذب آب و خیس شدن کامل برای تهیه آجر مناسب شوند زیرا در این مرحله مهم بود که کلیه بخش‌ها خیس شده و آب جذب کرده باشند. در نهایت زمانی که نمونه‌های مورد نظر از نظر قوام و غلظت به حد مطلوب رسیدند، در قالب های ۷×۷×۷ سانتی متری آجرهای مورد نظر ساخته شدند و برای جلوگیری از انقباض ناگهانی و به تبع آن ایجاد ترک های بزرگ، در ابتدا در هوای آزاد قرار داده شد تا رطوبت آن به حد مطلوبی کاهش یافته و سپس برای پخته شدن در کوره قرار داده شدند.

در زمان پخت دمای کوره به تدریج افزایش پیدا کرد به طوری که از دمای محیط (حدود ۲۰ درجه سانتی گراد) شروع و به تدریج به ۱۰۰۰ درجه ختم گردید. قابل ذکر است در مرحله ساخت

آجر سعی گردید از هر نمونه (جز نمونه‌های ۱۲ و ۱۳ که دو عدد تهیه شد) سه عدد آجر با مشخصات یکسان تهیه شود تا در زمان نیاز بتوان از آنها استفاده نمود.

لازم به ذکر است که ابعاد آجر مربوط به هر نمونه یک بار قبل از قرار گیری در کوره (بعد از خشک شدن در هوای آزاد) و یک بار بعد از قرار گیری در کوره اندازه گیری شد تا میزان تغییرات حجم نسبت به حجم اولیه برآورد گردد.

از هر یک از نمونه‌ها مقدار مناسبی جهت انجام آزمایش‌های مربوط به حدود روانی، خمیری و محاسبه شاخص خمیری تهیه شد و با اعمال فشار و سایش و عبور دادن از الک شماره ۴۰ مقدار ۱۵۰ گرم از آنها برداشت شد و با روش سه نقطه آزمایش مربوطه بر روی آنها صورت پذیرفت.

به منظور برآورد میزان جذب آب هر آجر، بعد از قرار گیری در کوره به مدت ۲۴ ساعت غرق آب گردید و با در نظر گرفتن وزن نمونه قبل و بعد از غرق شدن و اعمال فرمول زیر میزان درصد جذب آب محاسبه شد.

"وزن نمونه قبل از جذب آب / (وزن نمونه قبل از جذب آب - وزن نمونه بعد از جذب آب) × ۱۰۰"

لازم به ذکر است که محاسبه میزان جذب آب از طریق حجم نیز امکان پذیر است، اما محاسبه از طریق وزن درباره آجر بیشتر قابل اعتماد می‌باشد.

جهت محاسبه میزان مقاومت فیزیکی آجرها، از آجر تهیه شده از هر نمونه بعد از پخت مقاومت تک محوری اندازه گیری شد و میزان نیروی وارد بر واحد سطح محاسبه شد. لازم به توضیح است که میزان سرعت عمل بار در حد استاندارد و برای کلیه نمونه‌ها ثابت در نظر گرفته شد.

لازم به توضیح است نمونه های:

GKTT-12, GKTT-13, GKTT-14, GKTT-18, GKTT-19 فاقد چسبندگی بوده و نتیجه آزمایش آنها، حدود اتربرگ NPI ندارد.

در اشکال صفحات بعد مقادیر حدود اتربرگ اندازه‌گیری شده و نمودارهای مربوط به آن نشان داده شده است.

همچنین در مجموعه اشکال ۱۳ تا ۱۹، تصویر ۹۱، نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری نشان داده شده است.

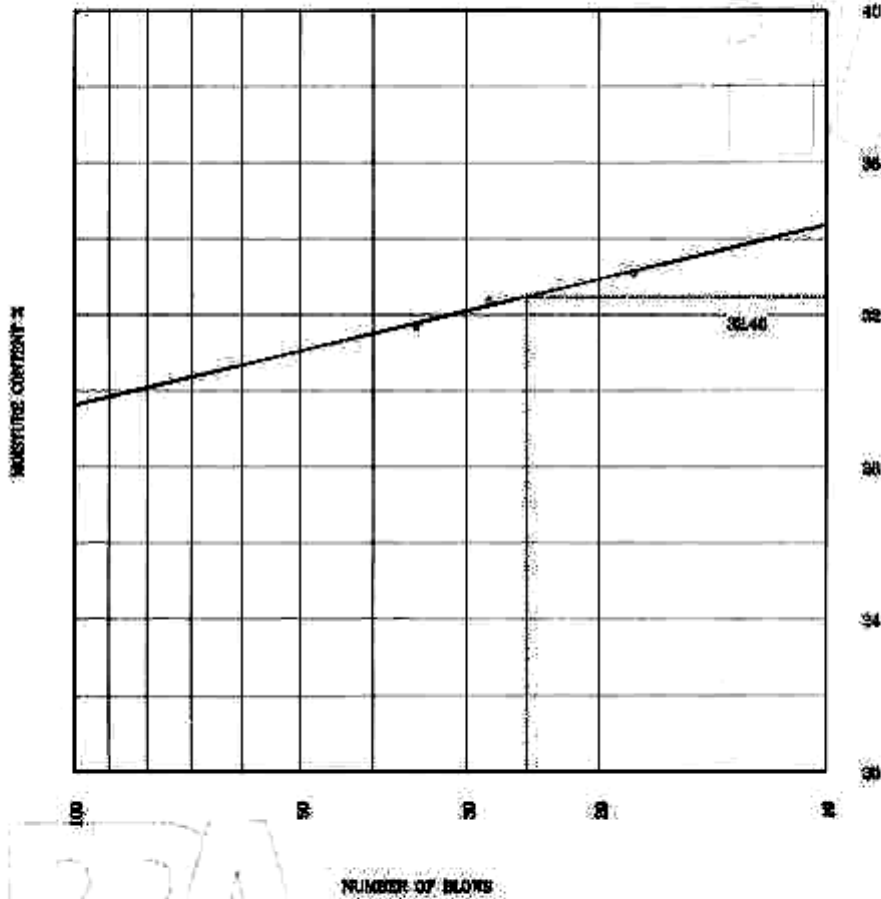
شکل ۱۳ - نتایج آزمایشات انجام شده بر روی نمونه های تست تکنولوژی مرحله دوم

PARS PEYAZMA
Consulting Engineers



شرکت مهندسين مشاور
پارس پی آزما
آمدن - (اراک) - (ارک)

| | | |
|------------|---------------------------|------------------------|
| ASTM D-412 | LIQUID AND PLASTIC LIMITS | AASHTO T-22 |
| PROJECT : | فیل فلوتارگرمالیه | CODE NO. : 87-180-1176 |
| CLIENT : | زرکوه | |



| | |
|---------------|-----------|
| HR/DP NO. = | GATES |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = 32.5 | PL = 21.8 |
| PI = 10.8 | |

PARS PEYAZMA
Consulting Engineers



شرکت مهندسين مشاور
پارس پی آزما
(معدن - ژئوتکنیک)

ASTM D-4318

LIQUID AND PLASTIC LIMITS

AASHTO T-22

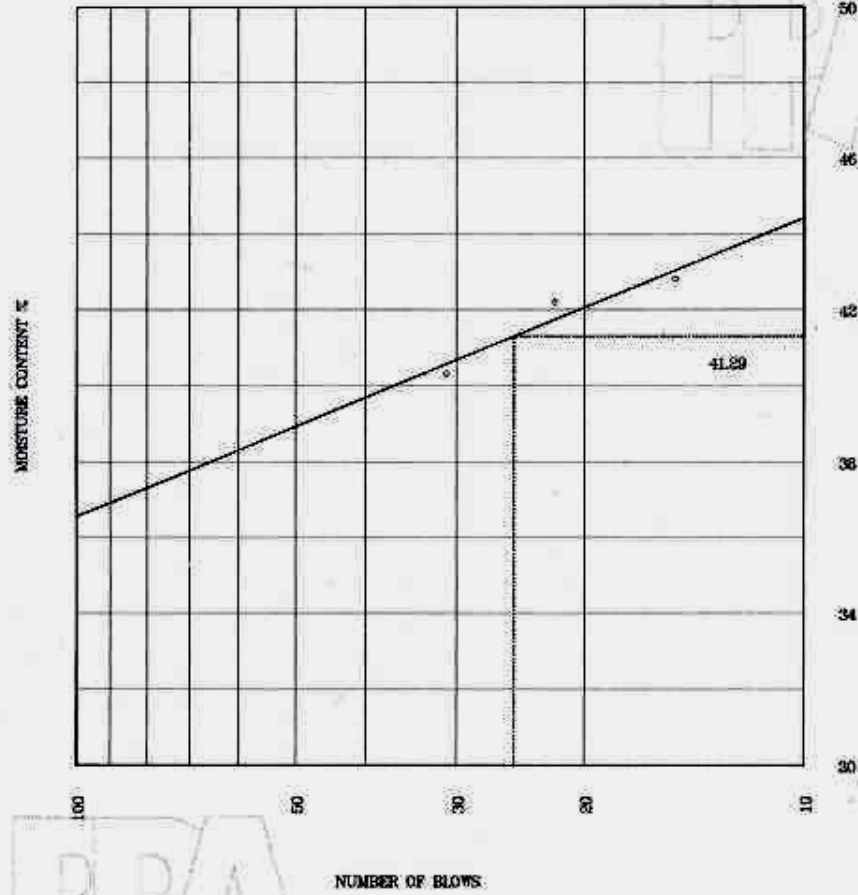
PROJECT :

شیل های استان کرمانشاه

CODE NO. : 87-120-1178

CLIENT :

زرکوه

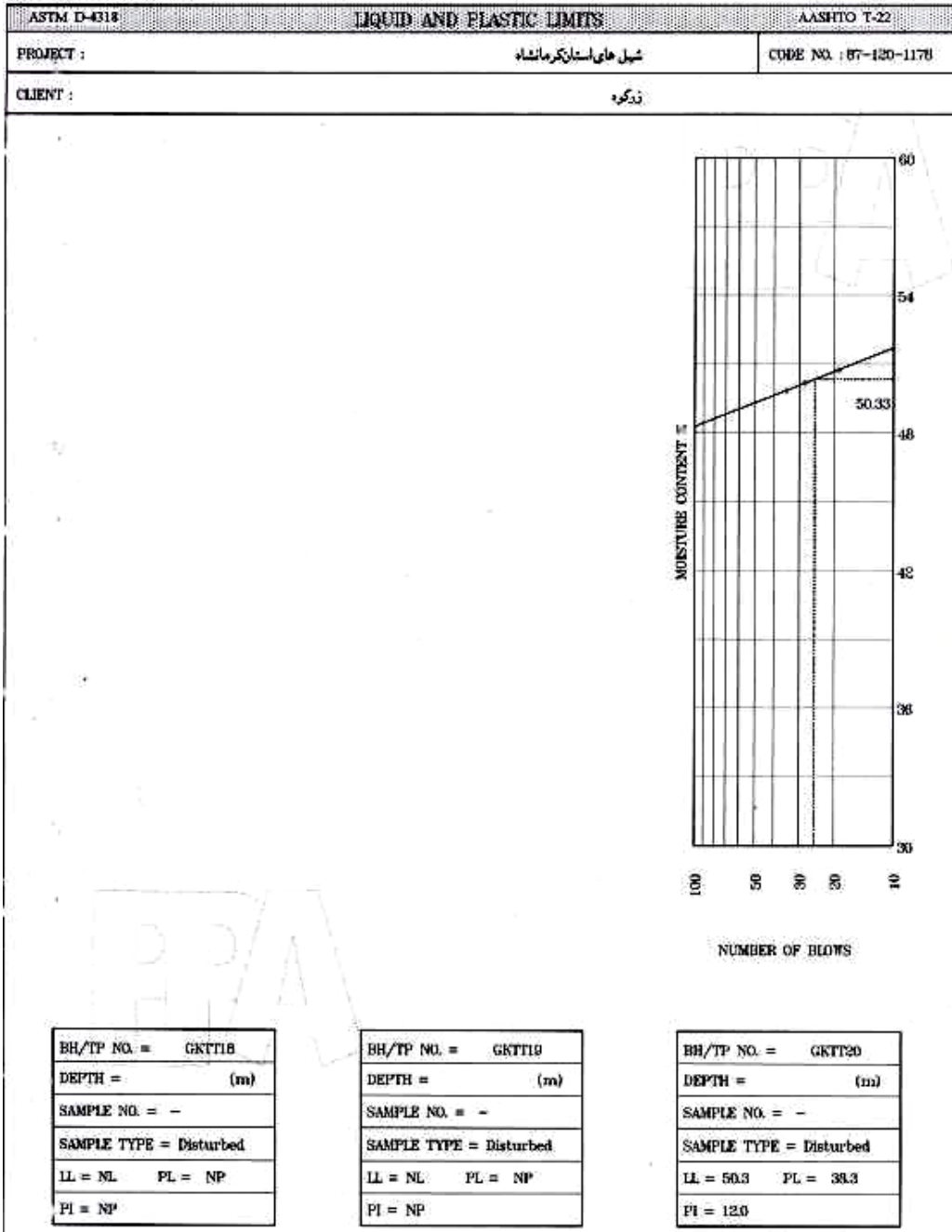


| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT24 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 41.3 |
| PL = | 26.8 |
| PI = | 14.5 |

PARS PEYAZMA
Consulting Engineers



شرکت مهندسين مشاور
پارس پی آزما
(معدن - ژئوتکنیک)



PARS PEYAZMA
Consulting Engineers



شرکت مهندسی مشاور
پارس پی آزما
(معدن - ژئوتکنیک)

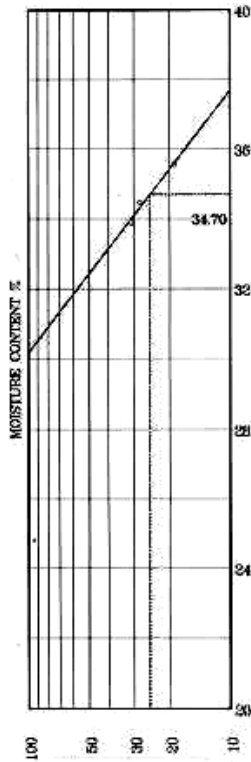
| | | |
|---|---|---|
| ASTM D-4318 | LIQUID AND PLASTIC LIMITS | AASHTO T-22 |
| PROJECT : | شیل های استان کرمانشاه | CODE NO. : 87-120-1178 |
| CLIENT : | زرکوه | |
| | | |
| BH/TP NO. = GKTI12 DEPTH = (m) SAMPLE NO. = - SAMPLE TYPE = Disturbed LL = NL PL = NP PI = NP | BH/TP NO. = GKTI13 DEPTH = (m) SAMPLE NO. = - SAMPLE TYPE = Disturbed LL = NL PL = NP PI = NP | BH/TP NO. = GKTI14 DEPTH = (m) SAMPLE NO. = - SAMPLE TYPE = Disturbed LL = NL PL = NP PI = NP |

PARS PEYAZMA
Consulting Engineers



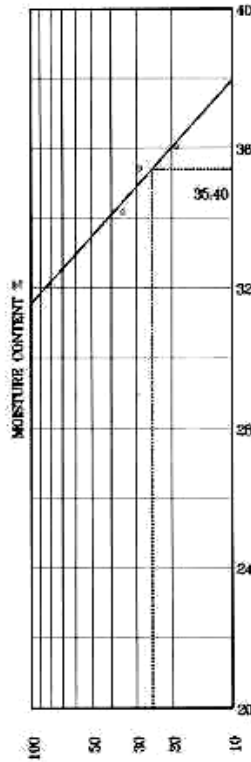
شرکت مهندسين مشاور
پارس پی آزما
(میدان - ژئوتکنیک)

| | | |
|-------------|---------------------------|------------------------|
| ASTM D-4318 | LIQUID AND PLASTIC LIMITS | AASHTO T-22 |
| PROJECT : | شیل های استان کرمانشاه | CODE NO. : 07-120-1178 |
| CLIENT : | زرکوه | |



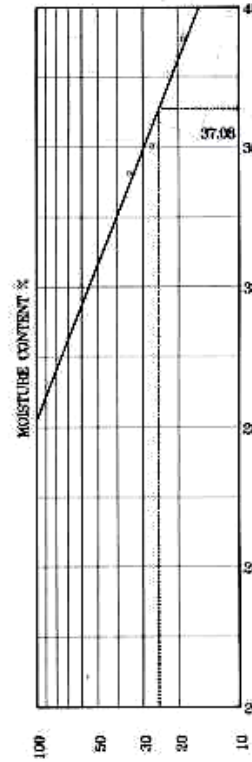
NUMBER OF BLOWS

| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKTT21 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = 34.7 | PL = 21.6 |
| PI = 12.9 | |



NUMBER OF BLOWS

| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKTT22 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = 35.4 | PL = 21.8 |
| PI = 13.6 | |



NUMBER OF BLOWS

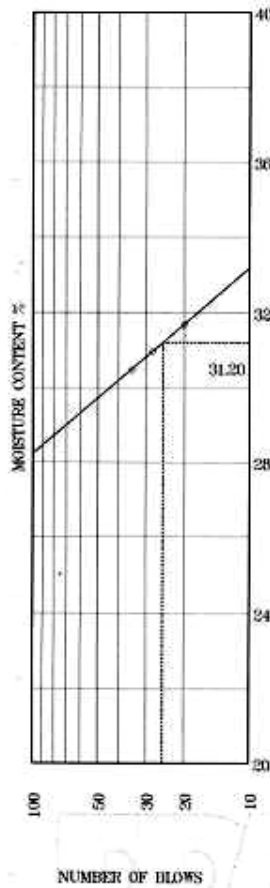
| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKTT23 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = 37.1 | PL = 22.7 |
| PI = 14.4 | |

PARS PEYAZMA
Consulting Engineers

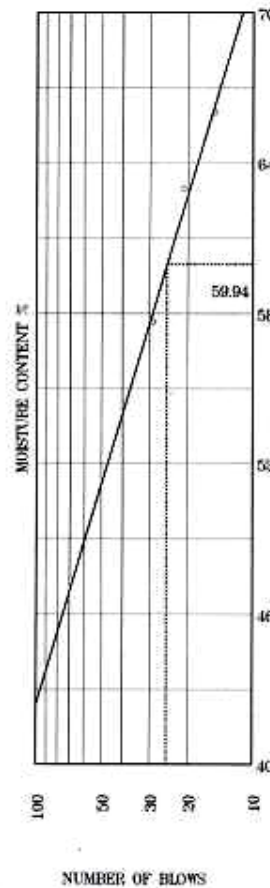


شرکت مهندسين مشاور
پارس پی آزما
(معدن - ژئوتکنیک)

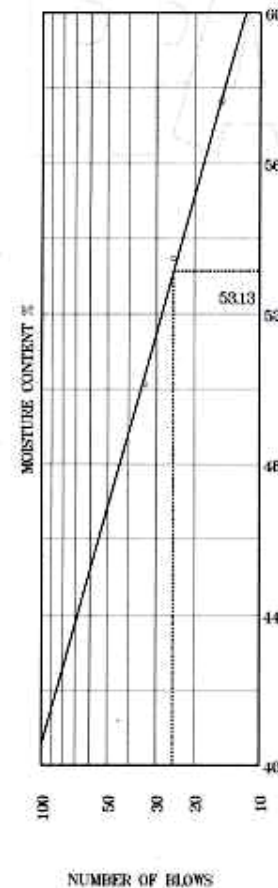
| | | |
|-------------|---------------------------|------------------------|
| ASTM D-4318 | LIQUID AND PLASTIC LIMITS | AASHTO T-22 |
| PROJECT : | شیل های استان کرمانشاه | CODE NO. : 87-120-1178 |
| CLIENT : | زرکوه | |



| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT115 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 31.2 |
| PL = | 20.5 |
| PI = | 10.7 |



| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT116 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 59.9 |
| PL = | 39.5 |
| PI = | 20.4 |



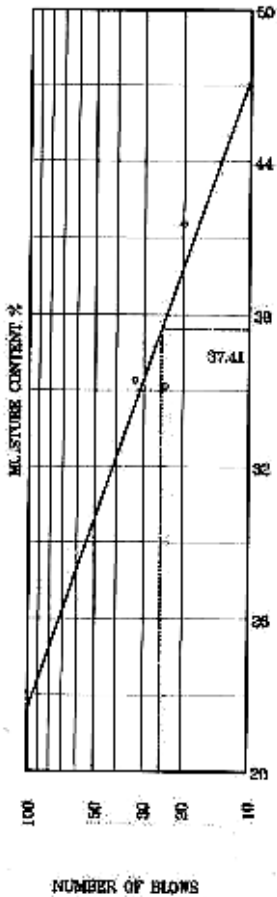
| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT117 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 53.1 |
| PL = | 32.1 |
| PI = | 21.0 |

PARS PEY AZMA
Consulting Engineers

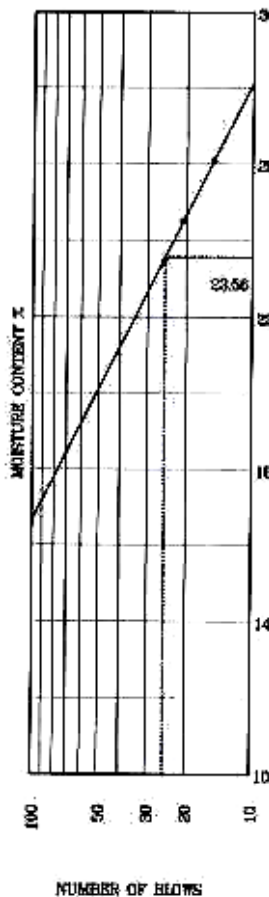


شرکت مهندسين مشاور
پارس پی آزما
(مهندس - ژئوتکنیک)

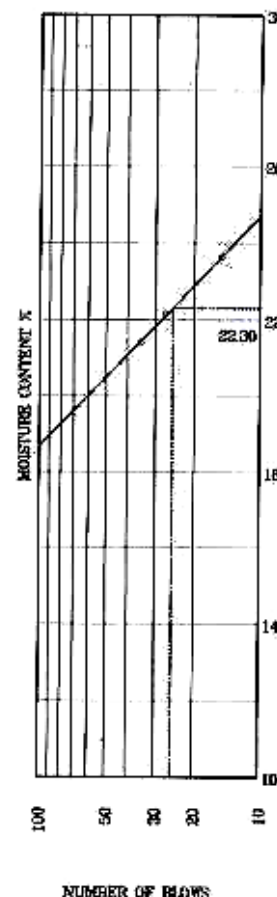
| | | |
|-------------|---------------------------|------------------------|
| ASTM D-4318 | LIQUID AND PLASTIC LIMITS | AASHTO T-22 |
| PROJECT : | شیل های استان کرمانشاه | CODE NO. : 87-120-1178 |
| CLIENT : | زرکوه | |



| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT19 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 37.4 |
| PL = | 24.9 |
| PI = | 12.5 |



| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT10 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 23.5 |
| PL = | 16.5 |
| PI = | 7.1 |



| | |
|---------------|-----------|
| BH/TP NO. = | GKT11 |
| DEPTH = | (m) |
| SAMPLE NO. = | - |
| SAMPLE TYPE = | Disturbed |
| LL = | 22.9 |
| PL = | 18.8 |
| PI = | 3.5 |

| شماره نمونه | تصویر قبل پخت | توصیف ظاهری قبل پخت | تصویر بعد پخت-قبل شکست | توصیف ظاهری بعد پخت | تصویر بعد از کنترل مقاومت |
|-------------|--|--|--|--|--|
| GKTT-9 |  | دارای حفره در کل بدنه - رنگ قهوه‌ای مایل به سفید - بدون ترک خوردگی - سطح نسبتاً زیر |  | قهوه‌ای کم رنگ همراه با شوره در اصلاح آجر-ترک در کف به طول ۱۵ سانتی متر - دارای ماسه. |  |
| GKTT-10 |  | رنگ خاکستری نسبتاً پر رنگ - دارای یک حفره بزرگ در بدنه - دارای چند حفره کوچک - بدون ترک - بدنه نرم (دارای ماسه است). |  | قهوه‌ای همراه با شوره در کل سطح نمونه - دارای یک ترک موئی در کف و راستای بدنه به سمت بالا - نسبتاً سفت |  |
| GKTT-11 |  | دارای دو حفره در ظاهر - رنگ سبز کم رنگ - بدون ترک خوردگی - درصد ماسه بالاتر است - سطحی تقریباً زیر دارد. |  | رنگ قهوه‌ای متمایل به نارنجی - دارای ماسه در ظاهر - بدون ترک بعد از پخت. |  |
| GKTT-12 |  | رنگ خاکستری مایل به سبز کم رنگ - بدون ترک و حفره. |  | رنگ آجری - بدون ترک و حفره فقط یک ترک کوچک موئی در کف |  |

تصویر ۹۱- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری

| شماره نمونه | تصویر قبل پخت | توصیف ظاهری قبل پخت | تصویر بعد پخت-قبل شکست | توصیف ظاهری بعد پخت | تصویر بعد از کنترل مقاومت |
|-------------|--|--|---|---|--|
| GKTT-13 |  | رنگ خاکستری - بدون ترک - دارای چند حفره ریز در بدنه- بدنه دارای ماسه- (تقریباً نرم است). |  | کرم رنگ و در برخی نواحی رنگ آن روشن تر شده، یک ترک موئی در کف مشاهده می شود. |  |
| GKTT-14 |  | دارای حفره در کل بدنه و در ضلع آن- رنگ سبز کم رنگ-بدنه واقعاً نرم و پودری- ۴ گوشه آجر بالاتر از وسط است. |  | رنگ قهوه‌ای مات مایل به خاکستری-یک ترک موئی شکل در کف دارد-بدنه آن پودری است-از نظر ظاهر در مقابل فشار مقاوم نیست. |  |
| GKTT-15 |  | آجری رنگ- دارای حفره و ترک‌های مویی در کل سطح نمونه- بدنه نسبتاً سفت دارد- دارای رس‌های حل نشده. |  | آجری رنگ همراه با دانه های بی زرد و سفید در کل بدنه- دارای ماسه درشت- ترک های عمیق در کل نمونه مقاومت نمونه کم است. |  |
| GKTT-16 |  | دارای ترک موئی و حفره در کف و بدنه- اندازه حجمی کوچک است- نسبتاً سفت- رنگ کرم پر رنگ- کم وزن و کم حجم است. |  | رنگ کرم قهوه‌ای- دارای ترک‌های زیادی در کف و اطراف آجر- دارای حفره |  |

ادامه تصویر ۹۲- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری

| شماره نمونه | تصویر قبل پخت | توصیف ظاهری قبل پخت | تصویر بعد پخت-قبل شکست | توصیف ظاهری بعد پخت | تصویر بعد از کنترل مقاومت |
|-------------|---|---|--|---|---|
| GKTT-17 |  | کرم پر رنگ - دارای ۲ یا ۳ عدد حفره و ترک موئی در بدنه- بدنه‌ای سفت و مقاوم دارد- دارای دانه‌ای براق و مسکویت مانند می‌باشد. |  | نخودی تیره- دارای حفره- دارای ترک‌های موئی کوچک- سبک و حالت پودری ندارد- در کف آن لکه‌های روشن مشاهده می‌شود. |  |
| GKTT-18 |  | تقریباً شکل قالب- دارای بدنه نرم- دارای چند حفره کوچک- رنگ خاکستری مایل به سبز کم‌رنگ- درصد ماسه زیادتر است (نرم است)- بدون ترک |  | قهوه‌ای کم‌رنگ- سطح روشن تر- بدون ترک بعد پخت- بدنه نسبتاً پودری است. |  |
| GKTT-19 |  | رنگ خاکستری مایل به سبز کم رنگ- بدون ترک - دارای چند حفره ریز در بدنه - سطح نسبتاً زبری دارد. |  | رنگ قهوه‌ای- دارای شوره در اضلاع آن- دارای ماسه - بدون ترک بعد پخت. |  |
| GKTT-20 |  | دارای چند حفره و ترک موئی در بدنه - رنگ قهوه‌ای - سطح برجسته ای دارد (دانه دانه‌ای). |  | آجری رنگ همراه با دانه‌های زرد و سفید در کل بدنه- دارای یک حفره در کف نمونه- بدنه ای سفت. |  |

ادامه تصویر ۹۳- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری

| شماره نمونه | تصویر قبل پخت | توصیف ظاهری قبل پخت | تصویر بعد پخت-قبل شکست | توصیف ظاهری بعد پخت | تصویر بعد از کنترل مقاومت |
|-------------|---|--|--|---|---|
| GKTT-21 |  | رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ-دارای حفره در کل بدنه - یک ترک کوچک در بین کف و بدنه-تقریباً شکل قالب دارد. |  | رنگ گلبهی- دارای حفره- دارای ترک‌های زیادی در کف آجر- ترک کوچک در کف آن باقی مانده-شکل قالب را حفظ کرده. |  |
| GKTT-22 |  | قهوه‌ای کم‌رنگ- بدون ترک -دارای چند حفره ریز در بدنه- بدنه نسبتاً مقاوم- تقریباً شکل قالب حفظ کرده. |  | رنگ قهوه‌ای خیلی روشن با دانه‌های سفید در بدنه و شوره در سطح و کف آن-نسبتاً سفت |  |
| GKTT-23 |  | دارای حفره‌های ریز- بدون ترک- رنگ قهوه‌ای کم رنگ مایل به گرم- بدنه نسبتاً نرم (دارای کمی ماسه در آجر) |  | رنگ گلبهی - دارای ترک های و حفره در کف نمونه- شکل قالب را حفظ کرده. |  |
| GKTT-24 |  | رنگ گرم- بدون درز و ترک و تنها در ته نمونه دارای درز و شکاف می باشد- شکل قالب حفظ شده- دارای حفره کوچک در پهلوئی نمونه |  | نخودی رنگ با کمی شوره در اضلاع آن- دانه های آهنی در بدنه آن و ترک در بالا و کف بطول ۱ سانتی متر- دارای چند حفره در بدنه و از نظر ظاهری نسبتاً مقاوم |  |

ادامه تصویر ۹۴- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری

| تصویر بعد از کنترل مقاومت | توصیف ظاهری بعد پخت | تصویر بعد پخت-قبل شکست | توصیف ظاهری قبل پخت | تصویر قبل پخت | شماره نمونه |
|---|---|--|--|---|-------------|
|  | رنگ آجری-دارای حفره و ترک در کف- در سطح آن رنگ آجر روشن است - دارای سطح ناهموار |  | فهره‌ای کم رنگ- دارای ماسه و رس‌های حل نشده درشت در بدنه- سطحی ناهموار دارد- بدون ترک - حفره در بدنه دارد- دارای بدنه تقریباً صفت. |  | GKTT-25 |

ادامه تصویر ۹۵- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری

همانطور که ملاحظه می شود میزان مقاومت فشاری اغلب آجرها پایین بوده و برای تهیه آجر برابر مناسب نمی باشد. به کارشناسان شرکت پارس پی آزما، دلیل این امر خرد کردن نمونه ها تا حد ۴۰ مش بوده و همچنین اینکه از خاکهای مشابه (مادستون، آجاجاری، مارن رازک و شیل پالئوژن)، بدون خردایش و صرفاً به روش ورز دادن با آب و تولید گل هموژن، آجر تهیه و آزمایش شده است، مقاومت فشاری بالاتری را نشان داده اند. پس از بحث و تبادل نظر با ناظر محترم پروژه احتمال داده شد که دستگاه پرس آزمایشگاه کالیبره نباشد و یا اینکه ممکن است دلیل پایین بودن مقاومت فشاری آجرها، پخت آنها در ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد باشد که ذوب کامل برای یکپارچه شدن آجر و افزایش مقاومت فشاری آن صورت نگرفته است. لذا اقدام به تهیه مجدد آجر از پودر ۴۰ مش باقیمانده نمونه ها شده و کلیه نمونه ها در ۱۱۰۰ درجه پخته شد.

جهت کنترل دستگاه پرس آزمایشگاه پارس پی آزما، نمونه ها به شرکت مهندسی مشاور خاک پی تهران ارسال شد. نتیجه تعیین مقاومت فشاری نمونه ها در جدول شماره ۴۷ درج گردیده است. مقایسه نتایج بدست آمده از انجام آزمایشات مجدد در جدول زیر آمده است.

| شماره نمونه | تغییرات | مقدار تغییر (کیلوگرم بر سانتی متر مربع) |
|-------------|---------|---|
| GKTT-10 | افزایش | ۶ |
| GKTT-11 | افزایش | ۱۰ |
| GKTT-12 | کاهش | ۷ |
| GKTT-13 | کاهش | ۶ |
| GKTT-14 | - | ۰ |
| GKTT-16 | کاهش | ۱۰ |
| GKTT-17 | کاهش | ۱۰ |
| GKTT-19 | کاهش | ۶ |
| GKTT-20 | کاهش | ۷ |
| GKTT-21 | کاهش | ۱ |
| GKTT-22 | کاهش | ۱۶ |
| GKTT-24 | افزایش | ۴ |
| GKTT-25 | کاهش | ۱۰ |

شایان ذکر است که مقاومت فشاری آجرهای تهیه شده از خاکهای مشابه در آزمایشگاه مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن دارای مقاومت فشاری به مراتب بالاتری نسبت به آزمایشگاههای پارس پی آزما و خاک پی تهران هستند.

جدول ۴۷- نتایج آزمایش مقاومتی نمونه های آجر

کلیه آجر کربن ۴۰

نتایج آزمایش مقاومتی نمونه های آجر

| Sample No. | Area (cm ²) | Volume (cm ³) | γ gr/cm ³ | qu kg/cm ² |
|------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| GKT,T10 | 44.3 | 252.1 | 1.71 | 84 |
| GKT,T11 | 47.0 | 258.5 | 1.57 | 43 |
| GKT,T12 | 49.7 | 266.0 | 1.55 | 56 |
| GKT,T13 | 49.7 | 279.8 | 1.50 | 54 |
| GKT,T14 | 54.0 | 248.8 | 1.33 | 19 |
| GKT,T16 | 36.9 | 176.8 | 1.25 | 76 |
| GKT,T17 | 40.3 | 194.0 | 1.13 | 52 |
| GKT,T19 | 49.6 | 263.9 | 1.52 | 38 |
| GKT,T20 | 49.2 | 263.2 | 1.48 | 53 |
| GKT,T21 | 45.9 | 249.2 | 1.32 | 39 |
| GKT,T22 | 39.7 | 204.5 | 1.52 | 101 |
| GKT,T24 | 36.1 | 176.5 | 1.46 | 108 |
| GKT,T25 | 45.9 | 225.4 | 1.54 | 87 |



| | | | |
|--|---------------|-----------------------------|-------------|
| S&FE | Project Name: | - | Sheet No: |
| | Client : | مهندسين مشاور پارس پيژ اژما | Page No.: |
| Soil & Foundation Engineering, Tehran, Consulting Engineers. | | | Project No: |

فصل چهارم - کنترل خطای آزمایشگاه

با توجه به اینکه آنالیز شیمیایی نمونه‌ها، تأثیر مستقیمی در نتایج محاسبات و اخذ تصمیم در موارد مختلف دارد، کنترل خطای آزمایشگاه یا بررسی دقت آنالیز شیمیایی مبحث مهمی است که می‌بایستی مد نظر قرار گیرد. در این مبحث از پرداختن به سایر منابع خطا از جمله خطای نمونه برداری، خردایش، تقسیم و ... خودداری شده و فرض بر آن است که با دقت در انجام عملیات صحرائی، مقادیر خطا در هر یک از موارد فوق حداقل ممکنه باشد. لازم به ذکر است که خطای آزمایشگاهی امری اجتناب‌ناپذیر است که می‌تواند متأثر از خطای سیستماتیک یا تصادفی باشد. خطای سیستماتیک عامل ثابتی است که به احتمال زیاد از دستگاه آنالیز کننده ناشی می‌شود. این عامل بایستی شناخته شده و حذف گردد و آنالیزها اصلاح گردند. اما خطای تصادفی به مجموع خطاهایی اطلاق می‌شود که به حداقل رساندن آنها ممکن، ولی حذف آنها تقریباً غیرممکن است. کنترل خطای آزمایشگاه به دو صورت کنترل صحت و دقت اندازه‌گیری انجام می‌گیرد. منظور از صحت اندازه‌گیری، درست بودن اعداد اعلام شده، در مقایسه با مقدار واقعی عیار اکسیدها و عناصر در نمونه است که با استفاده از نمونه‌های استاندارد یعنی نمونه‌هایی که مقدار دقیق عناصر و اکسیدهای آن مشخص و معلوم بوده، کنترل می‌گردد.

دقت اندازه‌گیری، یعنی بدست آوردن مقدار خطای آزمایشگاه یا روش استفاده شده برای اندازه‌گیری مقدار عناصر و اکسیدها؛ به این ترتیب، دقت، میزان فاصله اعداد اعلام شده را تا مقدار واقعی آن در نمونه بدست نداده و فقط نشان دهنده وجود منابع خطای سیستماتیک در آزمایشگاه و احتمال حذف آن به روش آماری است.

به منظور اندازه‌گیری دقت آزمایشگاه، از نمونه‌های تکراری که با کد دیگری برای همان آزمایشگاه و یا آزمایشگاه دیگر ارسال می‌گردد، استفاده می‌شود. پس از اخذ نتایج آزمایشگاه‌های مختلف، با استفاده از روش‌های مختلف آماری، مقدار خطای سیستماتیک بدست می‌آید.

برای اندازه‌گیری صحت آنالیزهای اعلام شده و به حداقل رساندن خطای تصادفی به دو صورت می‌توان عمل نمود:

۱- ارسال نمونه تکراری برای آزمایشگاه ثانویه و مقایسه دو آزمایشگاه با یکدیگر که در این حالت علاوه بر صحت باید دقت اندازه‌گیری نیز کنترل شود.

۲- استفاده از نمونه‌های استاندارد با مقدار مشخص عیار اکسیدها و عناصر و ارسال آنها برای آزمایشگاه همراه با سایر نمونه‌های ارسالی و سپس بررسی صحت اندازه‌گیری آنها و استنتاج نتایج این بررسی‌ها برای سایر نمونه‌ها.

در این مطالعات، بررسی دقت آزمایشگاه با استفاده از روش اول، یعنی بدون استفاده از نمونه‌های استاندارد انجام شده است. بدین منظور تعداد ۲۰ نمونه (جدول شماره ۴۸) از مجموعه نمونه‌های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه، بصورت تکراری و با کد متفاوت به همان آزمایشگاه زرازا ارسال گردید. یادآوری می‌گردد که آنالیز نمونه‌های تکراری با استفاده از همان روش XRF و برای اکسیدهای اصلی انجام شده است. نتایج آنالیز نمونه‌های اصلی و تکراری در جدول شماره ۴۹ و اختلاف مابین مقادیر اندازه گیری شده برای نمونه‌های اصلی و تکراری در جدول شماره ۵۰ نشان داده شده است.

جدول ۴۸- لیست نمونه های تکراری ارسالی برای آزمایشگاه زرازا و نمونه اصلی معادل آنها

| <i>Row</i> | <i>Duplicate sample</i> | <i>Original sample</i> |
|------------|-------------------------|------------------------|
| 1 | GKSD-T1 | GKSD-398 |
| 2 | GKSD-T2 | GKSD-391 |
| 3 | GKSD-T3 | GKSD-384 |
| 4 | GKSD-T4 | GKSD-375 |
| 5 | GKSD-T5 | GKSD-369 |
| 6 | GKSD-T6 | GKSD-364 |
| 7 | GKSD-T7 | GKSD-425 |
| 8 | GKSD-T8 | GKSD-418 |
| 9 | GKSD-T9 | GKSD-411 |
| 10 | GKSD-T10 | GKSD-404 |
| 11 | GKSD-T11 | GKSD-301 |
| 12 | GKSD-T12 | GKSD-313 |
| 13 | GKSD-T13 | GKSD-319 |
| 14 | GKSD-T14 | GKSD-324 |
| 15 | GKSD-T15 | GKSD-329 |
| 16 | GKSD-T16 | GKSD-336 |
| 17 | GKSD-T17 | GKSD-339 |
| 18 | GKSD-T18 | GKSD-345 |
| 19 | GKSD-T19 | GKSD-351 |
| 20 | GKSD-T20 | GKSD-358 |

جدول ۴۹- نتایج آنالیز نمونه های اصلی و تکراری

Duplicate sample

| IDENT | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| GKSD-T1 | 38.0 | 8.0 | 6.0 | 13.8 | 0.1 | 1.0 | 0.02 | 0.08 | 10.3 | 0.51 | 0.10 | 0.09 | 0.00 | 0.06 | 21.8 |
| GKSD-T2 | 48.5 | 11.4 | 4.3 | 14.4 | 0.98 | 2.3 | 0.04 | 0.01 | 2.6 | 0.62 | 0.07 | 0.15 | 0 | 0.06 | 14.3 |
| GKSD-T3 | 27.4 | 2.8 | 6.2 | 15.1 | 0.18 | 0.11 | 0.04 | 0.16 | 20.1 | 0.26 | 0.19 | 0.02 | 0 | 0.03 | 27.4 |
| GKSD-T4 | 47.4 | 12.3 | 5.8 | 12.9 | 1.6 | 1.9 | 0.04 | 0.02 | 3.4 | 0.8 | 0.1 | 0.16 | 0 | 0.11 | 13.2 |
| GKSD-T5 | 45.7 | 11.9 | 5.8 | 13.7 | 0.98 | 2.1 | 0.06 | 0.03 | 4.2 | 0.62 | 0.1 | 0.14 | 0 | 0.1 | 14.5 |
| GKSD-T6 | 44.8 | 10.3 | 5.3 | 14.7 | 0.95 | 1.8 | 0.07 | 0.03 | 4.6 | 0.56 | 0.11 | 0.13 | 0 | 1.5 | 15 |
| GKSD-T7 | 55.8 | 15.7 | 6.3 | 6.5 | 3.3 | 2.2 | 0.02 | 0 | 2 | 0.69 | 0.09 | 0.23 | 0 | 0.05 | 7.1 |
| GKSD-T8 | 40.4 | 5.6 | 2.5 | 25.5 | 1.2 | 0.8 | 0.1 | 0.01 | 1.3 | 0.3 | 0.22 | 0.11 | 0 | 0.08 | 21.5 |
| GKSD-T9 | 59 | 8 | 8.5 | 0.24 | 0.01 | 0.17 | 0 | 0.29 | 11 | 0.59 | 0.03 | 0 | 0 | 0.05 | 11.6 |
| GKSD-T10 | 29.7 | 5.4 | 4 | 22.7 | 0.09 | 0.7 | 0.04 | 0.11 | 9.7 | 0.36 | 0.09 | 0.07 | 0 | 0.07 | 26.9 |
| GKSD-T11 | 46.5 | 14.1 | 7.3 | 9.2 | 3.7 | 0.31 | 0.02 | 0.04 | 7.5 | 1.1 | 0.1 | 0.15 | 0 | 0.04 | 10.4 |
| GKSD-T12 | 49.7 | 9.9 | 4.2 | 15.8 | 1.4 | 1.9 | 0.05 | 0 | 2 | 0.47 | 0.16 | 0.11 | 0 | 0.07 | 14.6 |
| GKSD-T13 | 43.5 | 9 | 4 | 18.1 | 0.98 | 1.4 | 0.08 | 0.03 | 3.8 | 0.6 | 0.09 | 0.13 | 0.01 | 0.43 | 17.8 |
| GKSD-T14 | 36.4 | 9 | 4.1 | 21.5 | 0.84 | 1.7 | 0.18 | 0.02 | 2.7 | 0.49 | 0.08 | 0.11 | 0 | 6.6 | 16.3 |
| GKSD-T15 | 36.9 | 5.7 | 5.1 | 12.8 | 0.02 | 0.2 | 0.02 | 0.25 | 13.6 | 0.47 | 0.04 | 0 | 0 | 0.05 | 24.7 |
| GKSD-T16 | 55.3 | 17.5 | 6.5 | 1.1 | 0.19 | 7.2 | 0 | 0 | 4.5 | 0.95 | 0 | 0.11 | 0.01 | 0.07 | 5.9 |
| GKSD-T17 | 46.7 | 11.8 | 5.2 | 13.8 | 1.2 | 1.9 | 0.03 | 0.01 | 2.7 | 0.62 | 0.1 | 0.11 | 0 | 2.9 | 12.6 |
| GKSD-T18 | 43 | 10.7 | 5.4 | 16 | 0.55 | 1.7 | 0.07 | 0.03 | 4.4 | 0.6 | 0.08 | 0.14 | 0 | 0.75 | 16.7 |
| GKSD-T19 | 48.4 | 10.8 | 5.2 | 13.9 | 0.89 | 1.8 | 0.06 | 0.02 | 3.6 | 0.61 | 0.1 | 0.11 | 0 | 0.11 | 14.4 |
| GKSD-T20 | 45.8 | 7.9 | 4.3 | 17.2 | 0.93 | 1.1 | 0.04 | 0.05 | 4.3 | 0.5 | 0.1 | 0.09 | 0 | 0.1 | 17.2 |

Original sample

| Old | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|----|------|------|
| GKSD-398 | 38.2 | 7.9 | 5.9 | 14 | 0.07 | 1 | 0.03 | 0.09 | 10.2 | 0.53 | 0.1 | 0.09 | 0 | 0.04 | 21.8 |
| GKSD-391 | 48.4 | 11.3 | 4.4 | 14.7 | 0.99 | 2.4 | 0.04 | 0.02 | 2.7 | 0.63 | 0.07 | 0.16 | 0 | 0.05 | 14.2 |
| GKSD-384 | 27.5 | 2.8 | 6.2 | 15.5 | 0.19 | 0.11 | 0.05 | 0.15 | 20.2 | 0.23 | 0.18 | 0 | 0 | 0.02 | 27.4 |
| GKSD-375 | 47.5 | 12.2 | 5.8 | 13.2 | 1.7 | 1.9 | 0.04 | 0.01 | 3.3 | 0.78 | 0.1 | 0.14 | 0 | 0.1 | 13.1 |
| GKSD-369 | 45.8 | 11.8 | 5.7 | 14.1 | 0.92 | 2 | 0.06 | 0.03 | 4.1 | 0.63 | 0.1 | 0.15 | 0 | 0.09 | 14.5 |
| GKSD-364 | 44.7 | 10.3 | 5.4 | 15 | 0.91 | 1.7 | 0.07 | 0.02 | 4.7 | 0.58 | 0.11 | 0.11 | 0 | 1.5 | 14.9 |
| GKSD-425 | 55.7 | 15.6 | 6.3 | 6.7 | 3.3 | 2.2 | 0.02 | 0 | 1.9 | 0.67 | 0.09 | 0.26 | 0 | 0.03 | 6.6 |
| GKSD-418 | 40.6 | 5.6 | 2.4 | 25.8 | 1.2 | 0.78 | 0.08 | 0 | 1.2 | 0.31 | 0.22 | 0.11 | 0 | 0.07 | 21.5 |
| GKSD-411 | 59.1 | 8.1 | 8.5 | 0.23 | 0.06 | 0.18 | 0.01 | 0.29 | 11.1 | 0.56 | 0.02 | 0 | 0 | 0.03 | 11.7 |
| GKSD-404 | 29.6 | 5.3 | 4.1 | 22.9 | 0.09 | 0.72 | 0.04 | 0.11 | 9.7 | 0.39 | 0.09 | 0.08 | 0 | 0.05 | 27 |
| GKSD-301 | 46.3 | 14 | 7.3 | 9.1 | 3.6 | 0.31 | 0.03 | 0.04 | 7.4 | 1 | 0.11 | 0.13 | 0 | 0.02 | 10.3 |
| GKSD-313 | 49.3 | 9.9 | 4.1 | 16.1 | 1.4 | 1.9 | 0.04 | 0.01 | 1.9 | 0.43 | 0.17 | 0.12 | 0 | 0.05 | 14.5 |
| GKSD-319 | 43.3 | 8.8 | 4 | 18.4 | 0.98 | 1.4 | 0.08 | 0.02 | 3.7 | 0.63 | 0.1 | 0.11 | 0 | 0.42 | 17.6 |
| GKSD-324 | 36.4 | 8.9 | 4.2 | 21.7 | 0.8 | 1.7 | 0.17 | 0.02 | 2.7 | 0.5 | 0.08 | 0.09 | 0 | 6.6 | 17.4 |
| GKSD-329 | 36.9 | 5.6 | 5 | 13 | 0.01 | 0.17 | 0.02 | 0.24 | 13.7 | 0.47 | 0.05 | 0 | 0 | 0.03 | 24.3 |
| GKSD-336 | 55.5 | 17.6 | 6.6 | 1.2 | 0.18 | 7.2 | 0 | 0.01 | 4.5 | 0.96 | 0.01 | 0.1 | 0 | 0.05 | 5.9 |
| GKSD-339 | 46.5 | 11.7 | 5.2 | 14 | 1.2 | 2 | 0.04 | 0.02 | 2.6 | 0.6 | 0.11 | 0.11 | 0 | 2.8 | 13.2 |
| GKSD-345 | 42.8 | 10.7 | 5.3 | 16.2 | 0.54 | 1.7 | 0.07 | 0.03 | 4.4 | 0.6 | 0.09 | 0.14 | 0 | 0.73 | 16.8 |
| GKSD-351 | 48.5 | 10.6 | 5.2 | 14 | 0.94 | 1.8 | 0.05 | 0.01 | 3.5 | 0.59 | 0.1 | 0.13 | 0 | 0.09 | 14.3 |
| GKSD-358 | 46.8 | 8 | 4.5 | 17.6 | 0.93 | 1.1 | 0.05 | 0.03 | 4.5 | 0.56 | 0.11 | 0.1 | 0 | 0.08 | 17.2 |

جدول ۵۰- اختلاف مابین مقادیر اندازه گیری شده برای نمونه های اصلی و تکراری

| IDENT | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | SrO | Cr2O3 | MgO | TiO2 | MnO | P2O5 | Cl | SO3 | LOI |
|----------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| GKSD-T1 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| GKSD-T2 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.30 | 0.01 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.10 |
| GKSD-T3 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| GKSD-T4 | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.30 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.10 |
| GKSD-T5 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.40 | 0.06 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| GKSD-T6 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.30 | 0.04 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.10 |
| GKSD-T7 | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.02 | 0.50 |
| GKSD-T8 | 0.20 | 0.00 | 0.10 | 0.30 | 0.00 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.10 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| GKSD-T9 | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.10 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.10 |
| GKSD-T10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.10 |
| GKSD-T11 | 0.20 | 0.10 | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.10 |
| GKSD-T12 | 0.40 | 0.00 | 0.10 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.10 |
| GKSD-T13 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.03 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.20 |
| GKSD-T14 | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 1.10 |
| GKSD-T15 | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.10 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.40 |
| GKSD-T16 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 |
| GKSD-T17 | 0.20 | 0.10 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.10 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.60 |
| GKSD-T18 | 0.20 | 0.00 | 0.10 | 0.20 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.10 |
| GKSD-T19 | 0.10 | 0.20 | 0.00 | 0.10 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.10 |
| GKSD-T20 | 1.00 | 0.10 | 0.20 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.20 | 0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |

پس از بدست آمدن نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های اصلی و تکراری، خطای آزمایشگاه از طریق فرمول هوارد- تامسون به شرح زیر محاسبه شد:

$$RAE\% = 2/n \sum \left| \frac{x_1 - x_2}{x_2 + x_1} \right| \times 100$$

RAE= Relative analytical error

n= Number of duplicate samples

x_1 = Original sample result

x_2 = Duplicate sample result

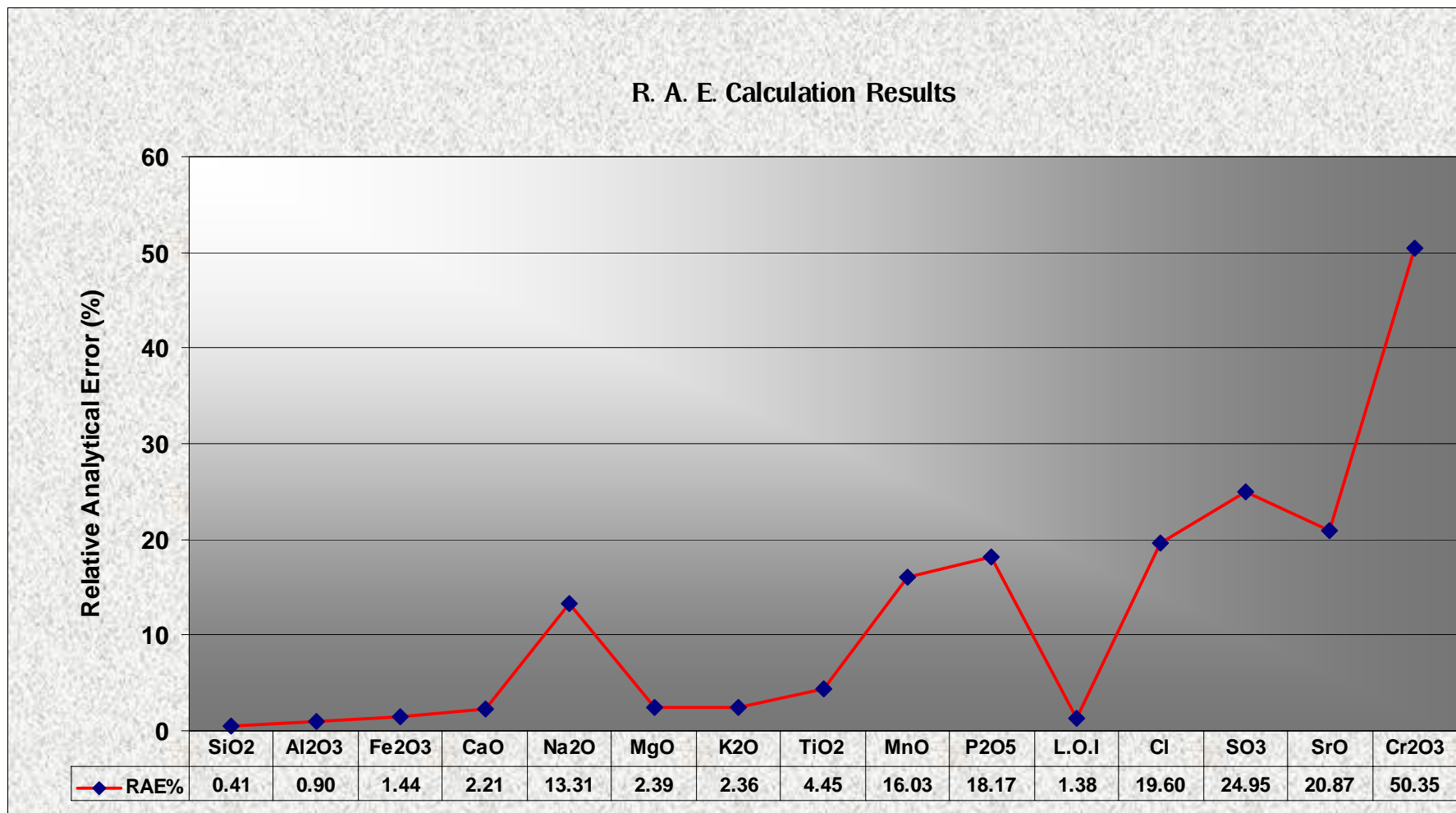
مقدار خطای اندازه‌گیری محاسبه شده برای هر یک از اکسیدها در نمونه‌های اصلی و تکراری در نمودار شکل ۲۰ نشان داده شده است.

مقایسه دو مقدار اندازه‌گیری شده ترکیبات متناظر در نمونه‌های اصلی و تکراری (۲۰ نمونه) و همچنین مقدار خطای اندازه‌گیری برای هر یک از اکسیدها، نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف اندازه‌گیری به میزان ۵۰/۳۵ درصد و مربوط به Cr_2O_3 می‌باشد که با توجه به مقادیر پایین Cr_2O_3 موجود در نمونه‌های برداشت شده و همچنین عدم اهمیت مقادیر پایین این اکسید در ترکیب مواد اولیه مورد نیاز در تولید آجر قابل چشم پوشی است.

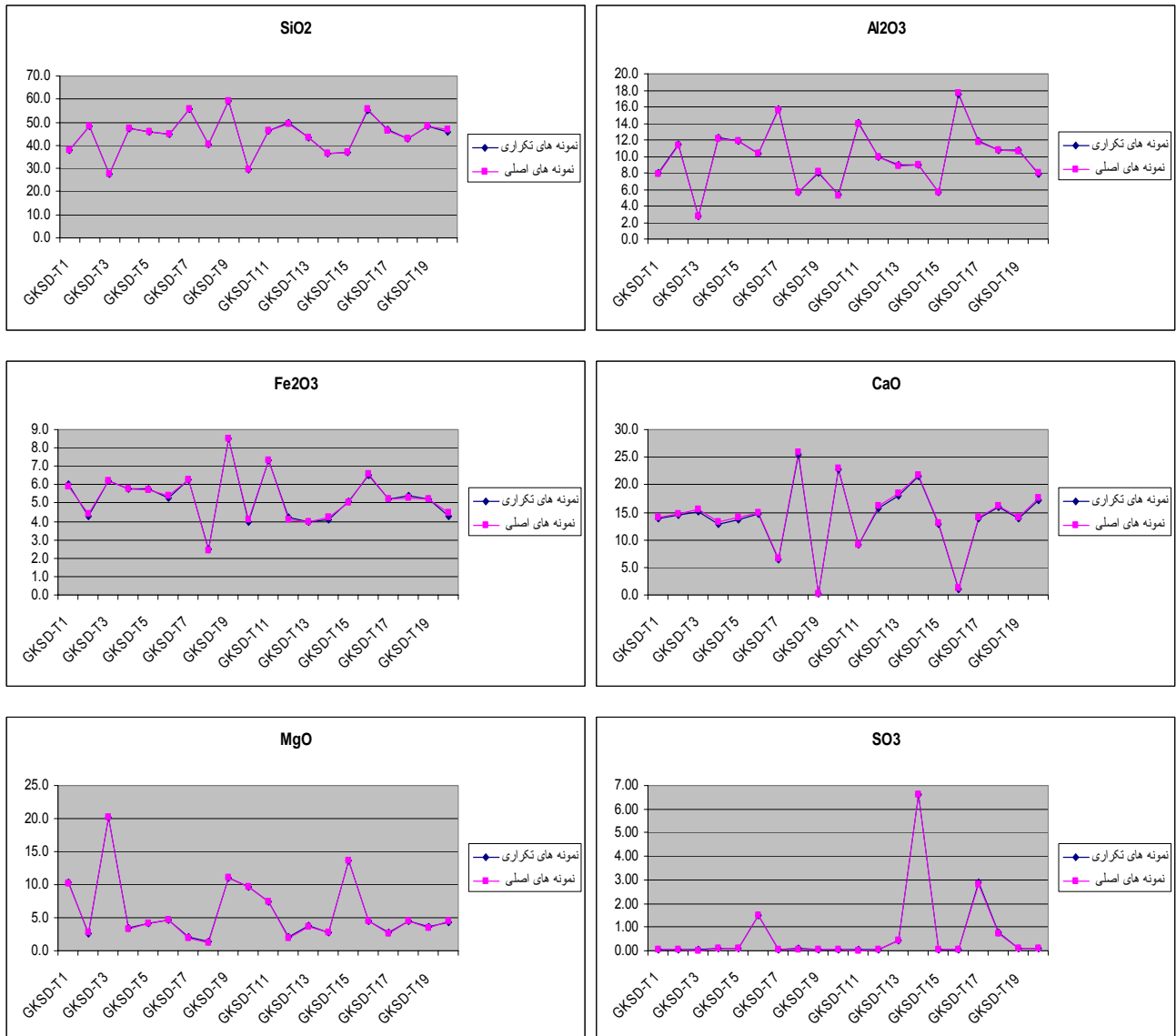
مقدار خطای اندازه‌گیری محاسبه شده برای اکسیدهای SrO و $Na_2O, MnO, P_2O_5, Cl, SO_3$ بین ۱۰ تا ۲۵ درصد می‌باشد که با توجه به مقدار ناچیز این اکسیدها در ترکیب نمونه‌های برداشت شده، این مقدار خطا بالا نبوده و قابل قبول است.

مقدار خطای اندازه‌گیری محاسبه شده برای اکسیدهای $SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O, TiO_2$ و LOI که از جمله اکسیدهای اصلی در ترکیب مواد اولیه مورد نیاز در تولید آجر می‌باشند، در حد مجاز و کمتر از ۱۰ درصد می‌باشد.

بعنوان نتیجه کلی از مبحث اندازه‌گیری میزان دقت آزمایشگاه، می‌بایستی عنوان نمود که دقت اندازه‌گیری کلیه ترکیبات بالا بوده بطوریکه می‌توان اعداد ذکر شده را با اطمینان بالا مورد استناد قرار داد. در شکل ۲۱ نمودارهای مربوط به اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های اصلی و تکراری نشان داده شده است.



شکل ۲۰- نمودار درصد خطای اندازه گیری اکسیدهای موجود در نمونه‌های آنالیز شده



شکل ۲۱- نمودارهای مربوط به اختلاف مقادیر اندازه گیری شده برای اکسیدهای اصلی، در نمونه های اصلی و تکراری

فصل پنجم - نتیجه گیری و پیشنهادات

اجرای عملیات اکتشافی در استان کرمانشاه نشان داد که منابع سازندی متنوع و گسترده‌ای در محدوده شهرستانهای سر پل ذهاب، قصر شیرین، کرد، نفت شهر، سنقر، کرمانشاه و مناطق میانراهان و بوژان وجود دارد که می‌تواند برای تولید آجر و سفال مورد استفاده قرار گیرد. جایگزینی ذخایر مذکور با خاکهای کشاورزی، که در حال حاضر برای تولید آجر مورد استفاده قرار می‌گیرد، قدم مثبتی در راستای حفظ خاکهای کشاورزی با ارزش و حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست می‌باشد. مضافاً اینکه به دلیل نامرغوب بودن و کیفیت پایین خاکهای کشاورزی در استان کرمانشاه، تاکنون موفقیتی در امر تولید آجر سفال (اعم از سفال تیغه و سفال سقف) که مصرف قابل توجهی در ساختمان سازی دارد، حاصل نشده است. شایان ذکر است که بدلیل کمبود چسبندگی در خاک مورد استفاده در کوره‌های آجر شرق کرمانشاه، حتی تولید آجر معمولی میسر نبوده و با اضافه نمودن کاه به خاک مذکور موفق به تولید آجر معمولی می‌شوند. ولی بعضی از منابع سازندی شناسائی شده می‌تواند، علاوه بر تولید آجر معمولی، برای تولید آجر سفال (سفال تیغه و سفال سقف) نیز مورد استفاده قرار گیرد.

به هر حال، نتایج حاصل از عملیات اکتشافی بر روی سازندهای مناسب مختلف موجود در استان در سطور زیر تشریح می‌شود. نظر به اینکه اجرای عملیات اکتشافی در دو فاز صورت گرفته و انجام تستهای فیزیکی بر روی آجرهای تهیه شده از منابع سازندی مختلف در دو آزمایشگاه مختلف انجام شده و نتایج آنها مغایرتهایی با یکدیگر داشته‌اند که منجر به دو اولویت بندی مختلف شده است، ابتدا نتایج حاصل از مطالعات در دو حالت مختلف تشریح شده و سپس نتیجه‌گیری نهایی ارائه و پیشنهاد چگونگی ادامه کار نگاشته شده است:

۵-۱- نتیجه گیری حاصل از تست تکنولوژی نمونه های مرحله اول

در مرحله اول با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و کانی شناسی ۴۹ نمونه تعداد ۸ نمونه جهت تست تکنولوژی از واحدهای مناسب برداشته شد. آنالیز شیمیایی ۸ نمونه مذکور (به همراه شماره‌های معادل آنها در جدول (۵۱) آورده شده است. تست تکنولوژی (فیزیکی) این نمونه‌ها در آزمایشگاه پژوهشگاه مواد و انرژی کرج انجام شده است. با توجه به نتایج تستهای فیزیکی انجام گرفته بر روی آجرهای تهیه شده از این نمونه‌ها و دخالت دادن و امتیازبندی مهمترین پارامترهای موثر در بحث فنی اقتصادی، محدوده‌های دارای پتانسیل برای تامین مواد اولیه آجر طبق جدول ذیل اولویت بندی شد. علاوه بر آن نقشه اولویت بندی مناطق بر اساس نتایج تست تکنولوژی فاز ۱ اکتشاف در پیوست آورده شده است.

جدول ۵۱- نتایج آنالیز شیمیایی و مختصات نمونه‌هایی که تست فیزیکی بر روی آنها انجام شده است

| SAMPLE | XX | YY | #Sample | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | LOI |
|---------|-----------|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GKTT-1 | 766399 | 3827515 | GKSD-1 | 49,92 | 10,50 | 4,04 | 16,40 | 1,44 | 0,030 | 14,00 |
| GKTT-2 | 746637 | 3828176 | GKSD-2 | 56,75 | 16,10 | 5,77 | 8,32 | 1,99 | 0,030 | 5,00 |
| GKTT-3 | 731129 | 3842277 | GKSD-3 | 63,86 | 15,70 | 6,48 | 2,40 | 0,67 | 0,050 | 5,00 |
| GKTT-4 | 731479 | 3841721 | GKSD-4 | 58,25 | 16,50 | 6,06 | 4,87 | 1,62 | 0,040 | 7,00 |
| GKTT-5 | 571007 | 3816040 | GKSD-30 | 48,09 | 11,20 | 5,80 | 12,20 | 4,93 | 0,060 | 14,00 |
| GKTT-6 | 557657 | 3820384 | GKSD-32 | 49,66 | 11,20 | 4,20 | 13,90 | 3,17 | 0,070 | 13,00 |
| | | | GKSD-33 | 48,07 | 13,50 | 6,34 | 9,89 | 5,25 | 0,060 | 12,00 |
| GKTT-7 | 711076 | 3836875 | GKSD-5 | 58,01 | 14,60 | 5,99 | 6,16 | 2,44 | 0,040 | 7,00 |
| GKTT-8 | 697102,23 | 3836514,61 | GKSD-44 | 44,84 | 10,10 | 4,54 | 16,80 | 3,58 | 0,050 | 16,00 |
| GKTT-9 | 731475 | 3841724 | GKTT-9 | 58,29 | 15,05 | 6,48 | 5,76 | 1,65 | 0,003 | 7,88 |
| GKTT-10 | 731135 | 3842279 | GKTT-10 | 65,27 | 17,14 | 6,27 | 1,17 | 0,59 | 0,003 | 4,40 |
| GKTT-11 | 746597 | 3829672 | GKTT-11 | 62,04 | 18,68 | 6,92 | 0,80 | 2,05 | 0,003 | 4,31 |
| GKTT-12 | 746403 | 3828854 | GKTT-12 | 55,40 | 15,92 | 6,28 | 7,06 | 1,96 | 0,003 | 8,40 |
| GKTT-13 | 753801 | 3812303 | GKTT-13 | 51,84 | 10,15 | 4,68 | 14,07 | 2,37 | 0,003 | 12,74 |
| GKTT-14 | 753341 | 3812204 | GKTT-14 | 47,69 | 8,27 | 5,39 | 18,43 | 2,42 | 0,003 | 14,25 |
| GKTT-15 | 688918 | 3759295 | GKTT-15 | 30,92 | 5,23 | 9,98 | 14,99 | 11,85 | 0,003 | 25,41 |
| GKTT-16 | 699100 | 3758474 | GKTT-16 | 33,96 | 7,38 | 7,32 | 17,50 | 8,90 | 0,003 | 22,54 |
| GKTT-17 | 701183 | 3757987 | GKTT-17 | 25,62 | 6,05 | 6,71 | 22,80 | 11,05 | 0,003 | 25,65 |
| GKTT-18 | 759981 | 3806620 | GKTT-18 | 55,45 | 13,82 | 6,15 | 7,46 | 2,97 | 0,003 | 8,95 |
| GKTT-19 | 760383 | 3806424 | GKTT-19 | 45,01 | 8,99 | 4,50 | 19,39 | 2,14 | 0,003 | 15,80 |
| GKTT-20 | 601255 | 3803073 | GKTT-20 | 44,50 | 11,70 | 6,79 | 14,09 | 4,22 | 0,003 | 14,65 |
| GKTT-21 | 570561 | 3817099 | GKTT-21 | 42,21 | 9,41 | 6,21 | 17,21 | 4,88 | 0,003 | 16,70 |
| GKTT-22 | 563544 | 3819521 | GKTT-22 | 41,59 | 9,45 | 6,14 | 17,25 | 5,20 | 0,103 | 16,71 |
| GKTT-23 | 551515 | 3818269 | GKTT-23 | 38,49 | 9,17 | 5,36 | 21,09 | 4,06 | 0,003 | 18,80 |
| GKTT-24 | 551864 | 3819363 | GKTT-24 | 38,09 | 8,67 | 5,41 | 21,82 | 4,16 | 0,003 | 18,96 |
| GKTT-25 | 601431 | 3803054 | GKTT-25 | 39,74 | 10,35 | 6,03 | 17,87 | 4,74 | 0,155 | 17,26 |

Sample - شماره نمونه تست تکنولوژی

Sample-3 شماره نمونه معادل در آزمایش شیمیایی

- اعداد با رنگ قرمز نشانگر محدوده های خارج از استاندارد برای تهیه آجر و سفال است.

| ردیف | فاکتور | وضعیت مناسب | امتیاز | GKTT-1 | GKTT-2 | GKTT-3 | GKTT-4 | GKTT-5 | GKTT-6 | GKTT-7 | GKTT-8 |
|------|----------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | فاکتور پلاستیسته | بیشتر | 20 | 4 | 17 | 14 | 3 | 12 | 0 | 1 | 20 |
| 2 | روش شکل دهی مناسب | اکستروود گل | 15 | 0 | 13 | 11 | 0 | 10 | 0 | 0 | 15 |
| 3 | استحکام فشاری | بیشتر | 6 | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 6 | 4 | 4 |
| 4 | درصد مواد محلول در آب | کمتر | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 |
| 5 | تعیین شوره زدگی | کمتر | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | دانسیته پس از پخت | کمتر | 5 | 5 | 5 | 4 | 1 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| 7 | جذب آب پس از پخت | کمتر | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 8 | دامنه محدوده حرارتی | بیشتر | 10 | 3 | 10 | 8 | 3 | 7 | 7 | 8 | 10 |
| 9 | میزان ذخیره | بیشتر | 9 | 5 | 9 | 8 | 5 | 9 | 6 | 5 | 5 |
| 10 | سهولت استخراج | سهلتر | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 3 | 2 |
| 11 | نزدیکی به محل مصرف (داخلی) | کمتر | 6 | 4 | 4 | 6 | 4 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| 12 | نزدیک بودن به محل تأمین آب | کمتر | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 2 | 3 | 1 |
| 13 | نزدیک بودن به شبکه برق | کمتر | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 14 | آب و هوا | خشک و گرم | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| | جمع کل امتیاز: | | 100 | 44 | 82 | 79 | 47 | 75 | 45 | 42 | 74 |
| | اولویت | | | 7 | 1 | 2 | 5 | 3 | 6 | 8 | 4 |

بر اساس جدول فوق اولویت بندی اولیه ذخایر مورد مطالعه بصورت زیر در نظر گرفته شد:

- ۱) ذخایر اسلیت کرتاسه در منطقه جنوب سنقر (سردهلق و)
- ۲) ذخایر شیل پالتوسن در جنوب غرب و غرب سنقر (مسیر سنقر - کرمانشاه)
- ۳) مارن و مادستون سازند آغاچاری در اطراف جاده سرپل ذهاب و قصرشیرین
- ۴) مارن سازند رازک در منطقه بوژان
- ۵) ذخایر شیل پالتوسن (واحد PE) در مسیر جاده سنقر - بیستون
- ۶) مارن و مادستون سازند آغاچاری در شرق قصرشیرین
- ۷) ذخایر اسلیت کرتاسه در شرق سنقر (مسیر سنقر - صحنه)
- ۸) ذخایر اسلیت شمال غرب میانراهان (جنوب شرق ازنا بعلیا)

بر اساس نتایج بررسی‌ها و نمونه برداری‌ها در مرحله اول، به صورت خیلی عمومی می‌توان گفت که جهت تولید آجر و سفال، سازند یا واحد: اسلیت کرتاسه اولویت اول، شیل پالتوسن اولویت دوم، مادستون آغاچاری اولویت سوم و مارن رازک اولویت چهارم دارد.

۵-۲- نتیجه گیری حاصل از تست تکنولوژی نمونه های مرحله دوم

در فاز دوم اکتشاف با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و کانی شناسی نمونه های فاز دوم اکتشاف، تعداد ۱۷ نمونه جهت تست تکنولوژی از واحدهای مناسب برداشته شد. آنالیز شیمیایی نمونه های مذکور در جدول ۵۱ آورده شده است. تست تکنولوژی (فیزیکی) این نمونه ها در آزمایشگاه شرکت پارس پی آزما انجام شده است با توجه به نتایج تست فیزیکی ۱۷ نمونه مذکور و دخالت دادن و امتیاز بندی مهمترین پارامترهای موثر در بحث فنی اقتصادی محدوده های دارای پتانسیل برای آجر و سفال به صورت جدول ذیل اولویت بندی شد. علاوه بر آن نقشه اولویت بندی مناطق بر اساس نتایج تست تکنولوژی مرحله دوم در پیوست آورده شده است.

| GKTT-25 | GKTT-24 | GKTT-23 | GKTT-22 | GKTT-21 | GKTT-20 | GKTT-19 | GKTT-18 | GKTT-17 | GKTT-16 | GKTT-15 | GKTT-14 | GKTT-13 | GKTT-12 | GKTT-11 | GKTT-10 | GKTT-9 | امتیاز | وضعیت مناسب | فاکتور | ردیف |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------|----------------------------|------|
| 14 | 19 | 19 | 18 | 17 | 16 | 0 | 0 | 24 | 23 | 13 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 16 | 24 | بیشتر | فاکتور پلاستیسته (PI) | 1 |
| 7 | 7 | 4 | 8 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 6 | 3 | 2 | 5 | 5 | 4 | 6 | 4 | 8 | بیشتر | استحکام فشاری | 2 |
| 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | کمتر | ترک و حفره بعد از پخت | 3 |
| 2 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | کمتر | تعیین شوره زدگی | 4 |
| 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 6 | 7 | 8 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 8 | کمتر | دانشیه پس از پخت | 5 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | کمتر | جذب آب پس از پخت | 6 |
| 20 | 18 | 18 | 20 | 20 | 20 | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 6 | 5 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 | بیشتر | میزان ذخیره | 7 |
| 11 | 7 | 7 | 11 | 11 | 11 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 6 | 6 | 11 | 11 | 11 | سهلتر | سهولت استخراج | 8 |
| 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | کمتر | نزدیکی به محل مصرف (داخلی) | 9 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | کمتر | نزدیک بودن به محل تأمین آب | 10 |
| 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | کمتر | نزدیک بودن به شبکه برق | 11 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | خشک و گرم | آب و هوا | 12 |
| 81 | 78 | 75 | 86 | 84 | 80 | 34 | 36 | 54 | 53 | 40 | 36 | 38 | 53 | 55 | 73 | 78 | 100 | جمع کل امتیاز: | | |
| 3 | 5 | 6 | 1 | 2 | 4 | 14 | 13 | 9 | 10 | 11 | 13 | 12 | 10 | 8 | 7 | 5 | اولویت | | | |

با توجه به جدول فوق، اولویت بندی مرحله دوم ذخایر مورد اکتشاف بصورت زیر می باشد.

۱) مادستون سازند آغاچاری در مسیر سرپل ذهاب - قصرشیرین

۲) مادستون سازند آغاچاری در مسیر کوند- سرپل ذهاب

۳) مادستون سازند آغاچاری در مسیر قصرشیرین - خسروی

۴) شیل پالئوسن (واحد PE) در جنوب و غرب سنقر

۵) ذخایر مارن سازند رازک در منطقه بوژان

۶) اسلیت کرتاسه در جنوب سنقر (منطقه سردهلق)

۷) شیل مدادی میوسن در مسیر صحنه - کنگاور

۸) شیل مدادی ائوسن در منطقه دوآب (در امتداد گاماسیاب)

بر اساس بررسی ها و نمونه برداری ها در مرحله دوم، به صورت خیلی عمومی می توان گفت که جهت تولید آجر ذخایر سازند یا واحد، آغاچاری اولویت اول و شیل پالئوسن اولویت دوم را دارند.

لازم به ذکر است که در برخی موارد، یک سازند یا ذخیره، در دو یا چند نقطه نزدیک به هم، مورد نمونه برداری قرار گرفته است که بدلیل تغییر در ترکیب شیمیایی و همچنین تفاوت در اختصاصات فیزیکی، بر اساس شماره نمونه ها میبایستی در اولویتهای مختلف قرار می گرفت که به جهت سهولت در اولویت بندی سازندها، این موارد بطور کلی در نظر گرفته شد و نتایج با یکدیگر تلفیق گردید. بعنوان مثال سازند شیلی پالئوسن (PE) بر اساس شماره نمونه ها در اولویتهای ۵ و ۷ میبایستی قرار گیرد که با عنایت به موارد فوق، بعنوان اولویت چهارم معرفی گردیده است. نتایج بررسی آزمایشات انجام شده نشان داد که هر یک از نمونه های نماینده برداشت شده از مناطق مختلف، با توجه به خصوصیات متفاوت خود، امکان استفاده در تولید آجر معمولی و سفال را در حالات مختلفی دارند که خلاصه این بررسیها در جدول زیر آمده است.

| لیتولوژی | شماره نمونه | موقعیت جغرافیایی | قابلیت تولید | توضیحات |
|-----------------------|--------------------------|---|--------------|---|
| واحد شیل PE | GKTT-9,10 | منطقه سنقر | آجر و سفال | --- |
| اسلیت کرتاسه | GKTT-11,12 | اطراف جاده سنقر - صحنه | آجر معمولی | به دلیل فقدان چسبندگی برای تهیه سفال مناسب نمی باشند |
| شیل واحد Mf | GKTT-13 GKTT-14 | جنوب روستای بیدسرخ (جاده صحنه - کنگاور) | آجر معمولی | به دلیل فقدان چسبندگی برای تهیه سفال مناسب نمی باشند |
| مارن سازند رازک | GKTT-15,16,17 | منطقه بوژان - هلیلان | --- | برای تولید آجر و سفال مناسب نیست |
| واحد Ef | GKTT-18 GKTT-19 | منطقه دوآب در حاشیه رودخانه گاماسیاب | آجر معمولی | به دلیل فقدان چسبندگی برای تهیه سفال مناسب نمی باشند |
| مادستون سازند آغاچاری | GKTT-20,21,22 GKTT-25 | منطقه سرپل ذهاب | آجر معمولی | امکان تهیه آجر سفال با سیستم قالب پرسی دارند ولی برای تهیه آجر سفال با سیستم اکستروود گل نیاز به تست تکنولوژی و تولید سفال در مقیاس نیمه صنعتی دارند. |
| سازند آغاچاری | GKTT-23,24 | مسیر قصرشیرین به خسروی | آجر معمولی | --- |

۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج تست تکنولوژی مراحل اول و دوم

مقایسه نتایج حاصل از تست فیزیکی آجرهای تهیه شده طی دو مرحله، در پژوهشگاه مواد و انرژی و آزمایشگاه شرکت پارس پی آزما، نشان داد که مقادیر ضریب خمیری (PI) و مقاومت فشاری اعلام شده برای نمونه توسط دو آزمایشگاه تفاوت فاحشی با یکدیگر دارند. از جمله این اختلافها موارد ذیل می باشد:

۱- بررسیهای به عمل آمده نشان داد که PI، ۸ نمونه تست شده در مرحله اول به روش ففرکرن انجام گرفته و ۱۷ نمونه تست شده در مرحله بعد به روش اتربرگ و توسط دستگاه کاساگرانده، صورت پذیرفته است. بعنوان مثال، میزان PI در نمونه GKTT-2 (اسلیت کرتاسه در جنوب سنقر) به روش ففرکرن، ۱۸۸۴ اندازه گیری شده است، درحالیکه در روش اتربرگ PI یک نمونه مشابه از همین واحد به شماره GKTT-12 فاقد چسبندگی تشخیص داده شده و قابل اندازه گیری نبوده است.

۲- مقاومت فشاری در پژوهشگاه مواد و انرژی بر روی نمونههای آجر ساخته شده با ابعاد ۲×۲ سانتیمتر اندازه گیری شده است و در توضیحات آزمایش ذکر شده است که عدد

مقاومت فشاری اندازه گیری شده بر روی آجرهای با این ابعاد، بزرگتر از میزان مقاومت فشاری اندازه گیری شده آجرهای با ابعاد $7 \times 7 \times 7$ سانتیمتر می باشد.

در خصوص اختلاف در مقدار ضریب خمیری (PI)، پس از بحث و تبادل نظر با کارشناسان هر دو آزمایشگاه، نمونه شماره GKTT-9 (از باقیمانده نمونه های اسلیت کرتاسه)، برای تعیین PI، به روشهای اتربرگ (استفاده از کاساگرانده) و همچنین ففرکرن، مجدداً به پژوهشگاه مواد و انرژی ارسال گردید. ضریب خمیری (PI) نمونه مذکور $10/6$ تعیین شد و برای تبدیل عدد حاصل از روش ففرکرن به کاساگرانده، هیچگونه رابطه ریاضی پیدا نشد و کارشناس پژوهشگاه مواد و انرژی اظهار داشتند که روش ففرکرن برای سرامیک است و رابطه ریاضی برای تبدیل آن به روش اتربرگ وجود ندارد. مراجعه به کتابها، اینترنت و تماس با اساتید آزمایشگاهها، اساتید ژئوتکنیک و ... نیز کمکی ننمود. نظر به اینکه نتیجه آزمایش به روش ففرکرن کتباً اعلام نشده بود، لذا پس از مکاتبه و مذاکره مستمر با پژوهشگاه مواد و انرژی، عدد 742 به صورت تلفنی برای نمونه مذکور اعلام شد که تفاوت فاحشی با نتیجه قبلی که عدد 1884 است دارد. نظر به اینکه نمونه GKTT-9 همان نمونه GKTT-2 بوده و پس از گذشت یکسال مجدداً برای آزمایش به روش ففرکرن- کاساگرانده به پژوهشگاه مواد و انرژی ارسال شده است، لذا تفاوت در ارقام ارائه شده می تواند نشاندهنده عدم دقت در انجام آزمایش باشد.

پس از بحث و تبادل نظر با کارشناس آزمایشگاه پارس پی آزمایشگاه و مراجعه حضوری به آزمایشگاه مذکور، مشخص شد که خشتهای خام تهیه شده از اسلیت کرتاسه و همچنین شیلهای مدادی میوسن و ائوسن یعنی نمونه های شماره GKTT-12,13,14,18,19 به دلیل فقدان چسبندگی با تماس دست پودر شده و می ریزند. بنابراین برای تهیه سفال به هیچوجه مناسب نیستند و اندازه گیری های انجام شده برای بدست آوردن PI در این آزمایشگاه مورد تایید می باشد.

باتوجه به مطالبی که ذکر شد به نظر ما اولویت بندی مناطق جهت تولید آجر و سفال بر اساس نتایج تست تکنولوژی نمونه های مرحله دوم (آزمایشگاه پارس پی آزما) اعتبار بیشتری از نتایج تست تکنولوژی نمونه های مرحله اول (آزمایشگاه پژوهشگاه مواد و انرژی) را دارد.

۵-۴- پیشنهادات

با عنایت به موارد فوق می توان گفت که نمونه های شماره GKTT-1,2,7 که در فاز اول از اسلیت کرتاسه در منطقه سنقر برداشت شده و همچنین نمونه های شماره GKTT-11,12 در مرحله دوم که از همان سازندها در منطقه سنقر برداشت گردیده هیچکدام برای تهیه سفال مناسب نیستند، ولی برای تهیه آجر معمولی مناسب هستند.

نمونه GKTT-6 که در فاز اول از سازند آجاجاری در منطقه سرپل ذهاب برداشت گردیده و نمونه‌های GKTT-20,21,22,25 که همگی در فاز دوم از سازند مذکور در منطقه سرپل ذهاب برداشت شده اند، برای تولید آجر معمولی و آجر سفال با سیستم پرسی مناسب هستند و برای پی بردن به امکان تهیه آجر و سفال با اکستروودگل نیاز به تست تکنولوژی دارند.

نمونه GKTT-8 که از مارن سازند رازک در منطقه بوژان- هلیلان برداشت گردیده برای تولید آجر معمولی مناسب است، ولی نمونه‌های شماره GKTT-15,16,17 که از همین سازند در فواصل نه چندان دور از نمونه GKTT-8 برداشت شده، هیچکدام برای تهیه آجر معمولی مناسب نیستند. شایان ذکر است که مارن سازند رازک در منطقه بوژان- هلیلان رخنمونهای قابل توجهی نداشته و تغییر ترکیب آنها نیز شدید می‌باشد، نظر به اینکه بر روی سازند مذکور پوشش جنگلی بلوط قرار گرفته و اغلب رخنمونها، زیر کشت هستند. لذا پیشنهاد می‌شود که منطقه مذکور از برنامه عملیات اکتشافی آینده حذف شود.

لذا در اولویت بندی نهایی، با حذف ذخایر اسلیت کرتاسه در جنوب سنقر و همچنین ذخایر شیل مدادی واحدهای Ef و Mf، سه ذخیره مهم از مجموعه مناطق مطرح شده، بصورت زیر اولویت بندی گردید:

- ۱) مادستون سازند آجاجاری در مناطق قصرشیرین، سرپل ذهاب و نفت شهر
- ۲) شیل پالتوسن در جنوب سنقر
- ۳) مادستون سازند آجاجاری در منطقه خسروی

با عنایت به نتایج حاصل از اجرای عملیات اکتشافی و مطالب فوق الذکر، پیشنهادات زیر برای ادامه کار در مناطق سه اولویت یاد شده ارائه می‌گردد:

- ۱- حفر ترانشه و چاهک اکتشافی در رخنمونهای مناسب مادستون آجاجاری در مناطق سرپل ذهاب و قصرشیرین و همچنین در شیل های جنوب و غرب سنقر (واحد PE)
- ۲- نمونه برداری از حفریات و انجام تستهای شیمیایی، کانی شناسی و فیزیکی بر روی آنها
- ۳- تهیه نقشه های توپوگرافی- زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰۰ از مناسب ترین محدوده های اولویت بندی شده
- ۴- رسم مقاطع، بلوک بندی و تعیین ذخیره در بخشهای اولویت بندی شده
- ۵- برداشت نمونه های نماینده به وزن ۱۵ تن و انجام تست نیمه صنعتی بر روی آجر و سفال های تولید شده از نمونه ها
- ۶- جمع بندی و تلفیق داده ها، تهیه و تدوین گزارش نهایی

در خاتمه پیشنهاد می گردد که برای بررسی هر چه بیشتر علل اختلاف نتایج تستهای انجام شده بر روی آجرهای تولیدی در آزمایشگاههای پارس پی آزما و پژوهشگاه مواد و انرژی نمونه های مشابهی به آزمایشگاه ثالث (مثلاً مؤسسه تحقیقات مسکن و ساختمان) ارسال گردد تا در پروژه های تکمیلی، با مقایسه نتایج ارائه شده توسط سه آزمایشگاه مزبور، بتوان با اطمینان بیشتری قضاوت نمود.

فهرست منابع

- ۱- خسرو تهرانی، خسرو، (۱۳۵۲)، چینه شناسی ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- آقائاتی، علی، (۱۳۸۳)، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- نبوی، محمدحسین، (۱۳۵۰)، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۴- مؤسسه تحقیقات و استانداردهای صنعتی ایران، ویژگیهای آجر و مواد اولیه آن، استاندارد شماره ۷ و ۱۱۶۲
- ۵- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ کرمانشاه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۶- نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین و ایلام- کوهدشت، شرکت ملی نفت ایران.
- ۷- نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ سنقر، کرد، میانراهان، هرسین و کرمانشاه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۸- عابدیان، ناصر (۱۳۶۱) گزارش بررسی مقدماتی مواد اولیه مصالح ساختمانی دربخش غربی استان کرمانشاه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- ۹- مهندسین مشاور تهران پادیر (۱۳۷۸) گزارش پیجویی کانسارهای رسوبی درغرب استان کرمانشاه، سازمان صنایع و معادن استان کرمانشاه.
- ۱۰- مهندسین مشاورکان آذین (۱۳۸۴) اکتشاف ذخایرخاک رس مناسب برای تولید آجردر اراضی کشاورزی، سازمان صنایع و معادن استان کرمانشاه.
- ۱۱- جهاددانشگاهی کرمانشاه (۱۳۸۴) اکتشاف نیمه تفصیلی مواد اولیه آجر سازندهای زمین شناسی، سازمان صنایع و معادن استان کرمانشاه.

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان صفحه

چکیده

تشکر و قدردانی

| | |
|------------|--|
| ۱..... | فصل اول- کلیات |
| ۱-۱-۱..... | ۱-۱- مقدمه |
| ۱..... | ۲-۱- روش کار و حجم عملیات |
| ۲..... | ۱-۲-۱- مطالعات دفتری |
| ۲..... | ۲-۲-۱- عملیات صحرائی |
| ۳..... | ۳-۲-۱- آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها |
| ۳..... | ۴-۲-۱- مطالعات نهایی و تدوین گزارش |
| ۴..... | ۳-۱- مطالعات انجام شده قبلی |
| ۴..... | ۱-۳-۱- گزارش بررسی مقدماتی مواد اولیه مصالح ساختمانی در بخش غربی استان باختران |
| ۴..... | ۲-۳-۱- گزارش پیجویی کانسارهای رسوبی در غرب استان کرمانشاه |
| ۴..... | ۳-۳-۱- اکتشاف ذخایر خاک رس مناسب برای تولید آجر ساختمان در اراضی کشاورزی |
| ۵..... | ۴-۳-۱- گزارش اکتشاف نیمه تفصیلی مواد اولیه آجر سازندهای زمین شناسی |
| ۶..... | ۴-۱- موقعیت جغرافیایی، راههای دسترسی و وضعیت آب و هوا |
| ۸..... | ۵-۱- کلیاتی در مورد آجر و مواد اولیه آن |
| ۸..... | ۱-۵-۱- آجر |
| ۱۰..... | ۲-۵-۱- کانی شناسی آجر |
| ۱۰..... | ۳-۵-۱- رنگ آجر |
| ۱۱..... | ۴-۵-۱- ارزیابی مواد اولیه برای تهیه آجر |
| ۱۲..... | ۵-۵-۱- پخت آجر |
| ۱۳..... | ۱-۵-۵-۱- روش توده کردن |
| ۱۳..... | ۲-۵-۵-۱- کوره محفظه ای |
| ۱۳..... | ۳-۵-۵-۱- کوره تونلی |
| ۱۳..... | ۶-۵-۱- ویژگی‌های مختلف در طبقه‌بندی انواع آجر |
| ۱۳..... | ۱-۶-۵-۱- پایداری و مقاومت در برابر هوازگی |
| ۱۳..... | ۲-۶-۵-۱- خواص فیزیکی |
| ۱۴..... | ۳-۶-۵-۱- حفره‌ها |
| ۱۴..... | ۴-۶-۵-۱- Frogs |
| ۱۴..... | ۷-۵-۱- طبقه‌بندی آجر |

- ۱۵-۱-۷-۵-۱- آجر بنا (Building) ۱۵
- ۱۵-۱-۷-۵-۲- آجر نما (Facing) ۱۵
- ۱۵-۱-۷-۵-۳- آجر پوک (Hollow) ۱۵
- ۱۵-۱-۷-۵-۴- آجر سنگفرش (Paving) ۱۵
- ۱۵-۵-۷-۵-۵- انواع مختلف آجر برحسب روش تولید ۱۵
- ۱۶-۱-۷-۵-۱- آجر رسی دستی ۱۶
- ۱۶-۱-۷-۵-۲- آجرهای رسی نیمه ماشینی ۱۶
- ۱۶-۱-۷-۵-۳- آجرهای رسی ماشینی ۱۶
- ۱۷-۸-۵-۱- انواع آجر برحسب شکل ۱۷
- ۱۷-۱-۸-۵-۱- آجر توپر ۱۷
- ۱۸-۲-۸-۵-۱- آجر سوراخ‌دار ۱۸
- ۱۹-۳-۸-۵-۱- آجر توخالی ۱۹
- ۱۹-۴-۸-۵-۱- آجر متخلخل ۱۹
- ۱۹-۵-۸-۵-۱- آجر با شکل مخصوص ۱۹
- ۱۹-۹-۵-۱- انواع مختلف آجر برحسب کیفیت ۱۹
- ۱۹-۱-۹-۵-۱- آجر با کیفیت مناسب ۱۹
- ۱۹-۲-۹-۵-۱- آجر با کیفیت معمولی ۱۹
- ۲۰-۳-۹-۵-۱- آجر با کیفیت ویژه ۲۰
- ۲۰-۱۰-۵-۱- ویژگیهای انواع آجر بر حسب کیفیت آنها ۲۰
- ۲۰-۱-۱۰-۵-۱- اندازه ابعاد ۲۰
- ۲۰-۲-۱۰-۵-۱- کیفیت سطوح خارجی ۲۰
- ۲۰-۳-۱۰-۵-۱- پیچیدگی در اثر تحذب و تقعر ۲۰
- ۲۱-۴-۱۰-۵-۱- مقاومت فشاری ۲۱
- ۲۱-۵-۱۰-۵-۱- جذب آب ۲۱
- ۲۱-۱۱-۵-۱- شوره‌زدگی ۲۱
- ۲۱-۱۲-۵-۱- مواد محلول ۲۱
- ۲۱-۱۳-۵-۱- مقاومت در مقابل یخ‌زدگی ۲۱
- ۲۱-۱۴-۵-۱- ویژگیهای آجر با کیفیت مناسب برای مصارف داخلی ۲۱
- ۲۱-۱-۱۴-۵-۱- اندازه ابعاد ۲۱
- ۲۲-۲-۱۴-۵-۱- کیفیت سطوح خارجی ۲۲
- ۲۲-۳-۱۴-۵-۱- پیچیدگی در اثر تحذب و تقعر ۲۲
- ۲۲-۴-۱۴-۵-۱- مقاومت ۲۲
- ۲۲-۵-۱۴-۵-۱- جذب آب ۲۲
- ۲۳-۶-۱۴-۵-۱- شوره‌زدگی ۲۳
- ۲۳-۷-۱۴-۵-۱- مواد محلول ۲۳

| | |
|-----|---|
| ۲۳ | ۱-۵-۱۵- مقاومت در مقابل یخزدگی |
| ۲۳ | ۱-۵-۱۶- ویژگیها و اصطلاحات خاک رس جهت آجر رسی |
| ۲۴ | ۱-۵-۱۶-۱- طبقه‌بندی رسها |
| ۲۴ | ۱-۵-۱۶-۲- انطباق خاک مورد مصرف در ساخت آجر با ویژگیهای الزامی و اختیاری |
| ۲۵ | ۱-۶- وضعیت تولید آجر در استان کرمانشاه |
| ۲۷ | فصل دوم: زمین شناسی منطقه |
| ۲۷ | ۱-۲- زمین شناسی عمومی |
| ۲۹ | ۲-۲- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک |
| ۳۲ | ۲-۳- زمین شناسی سازندهای مناسب برای تولید آجر و سفال |
| ۳۶ | ۲-۳-۱- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی کرمانشاه |
| ۳۹ | ۲-۳-۲- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی سنقر |
| ۴۲ | ۲-۳-۳- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی میانراهان |
| ۴۴ | ۲-۳-۴- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی هرسین |
| ۴۷ | ۲-۳-۵- نقشه ۱:۱۰۰.۰۰۰ زمین شناسی کرند |
| ۵۰ | ۲-۳-۶- نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین شناسی ایلام-کوه‌دشت |
| ۵۳ | ۲-۳-۷- نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ زمین شناسی قصرشیرین |
| ۵۷ | فصل سوم- عملیات اکتشافی |
| ۵۷ | ۳-۱- مقدمه |
| ۵۹ | ۳-۲- شرح نمونه های برداشت شده از سازندهای مناطق مختلف جهت آزمایشات شیمیایی و کانی شناسی |
| ۶۱ | ۳-۲-۱- اسلیتهای کرتاسه در مسیر صحنه- سنقر |
| ۷۰ | ۳-۲-۲- شیل‌های پالئوسن در محور سنقر- میانراهان و شمال سنقر |
| ۷۷ | ۳-۲-۳- اسلیتهای کرتاسه در مسیر محور میانراهان- کامیاران |
| | ۳-۲-۴- شیل‌های مدادی، ولکانیک‌های آندزیتی و اسلیت ائوسن در شمال محور میانراهان- کامیاران و صحنه- کنگاور |
| ۸۲ | کنگاور |
| ۸۶ | ۳-۲-۵- شیستهای زیتونی رنگ ژوراسیک- کرتاسه در محور سنقر- کنگاور |
| ۹۰ | ۳-۲-۶- مارن‌های سازند قم در شهرستان هرسین |
| ۹۳ | ۳-۲-۷- شیل سازند گورپی در مسیر کرمانشاه- بوژان، گردنه پاتاق، گهواره به جوانرود و جوانرود به تازه آباد |
| ۹۳ | جوانرود به تازه آباد |
| ۹۹ | ۳-۲-۸- مارن‌های سازند کشکان در مسیر جاده بوژان- هلیلان و کرمانشاه- اسلام آباد |
| | ۳-۲-۹- شیل سازند امیران در شهرستانهای کرمانشاه، کرند، سرپل ذهاب، قصرشیرین، نفت شهر و بوژان- هلیلان |
| ۱۰۵ | ۳-۲-۱۰- واحد شیل M^f در جنوب و شرق صحنه و مسیر کوزران- جوانرود |
| ۱۲۲ | |

| | |
|-----|---|
| ۱۲۵ | ۱۱-۲-۳- مارن سازند رازک در جنوب کرمانشاه |
| ۱۳۲ | ۱۲-۲-۳- مارن سازند گچساران در شهرستان قصرشیرین |
| ۱۳۴ | ۱۳-۲-۳- مادستونهای سازند آغاچاری در شهرستانهای کرد- سرپل ذهاب- قصرشیرین و نفت شهر |
| ۱۴۹ | ۳-۳- انتخاب نمونه ها و نتایج آزمایشات ۸ نمونه تست تکنولوژی مرحله اول |
| ۱۵۴ | ۱-۳-۳- بررسی نتایج حاصل از تست تکنولوژی ۸ نمونه مرحله اول و اولویت بندی مناطق |
| ۱۶۳ | ۴-۳- جمع بندی و تلفیق نتایج تست تکنولوژی مرحله اول |
| ۱۶۵ | ۵-۳- شرح ۱۷ نمونه تست تکنولوژی مرحله دوم |
| ۱۶۶ | ۱-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از شیل پالئوسن در منطقه سنقر |
| ۱۷۱ | ۲-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از اسلیت کرتاسه در جنوب سنقر |
| ۱۷۴ | ۳-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از واحد شیل مدادی میوسن در منطقه هرسین |
| ۱۷۶ | ۴-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از واحد مارن قرمز سازند رازک در مسیر بوژان- هلیلان |
| ۱۸۲ | ۵-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از شیل مدادی ائوسن در منطقه شمال شرق هرسین |
| ۱۸۶ | ۶-۵-۳- نمونه برداری تست تکنولوژی از سازند آغاچاری در شهرستانهای سرپل ذهاب، قصرشیرین و نفت شهر |
| ۱۹۵ | ۶-۳- نتایج آزمایشات ۱۷ نمونه تست تکنولوژی مرحله دوم و اولویت بندی مناطق |
| ۲۱۱ | فصل چهارم- کنترل خطای آزمایشگاه |
| ۲۱۷ | فصل پنجم- نتیجه گیری و پیشنهادات |
| ۲۱۷ | ۱-۵- نتیجه گیری حاصل از تست تکنولوژی نمونه های مرحله اول |
| ۲۲۰ | ۲-۵- نتیجه گیری حاصل از تست تکنولوژی نمونه های مرحله دوم |
| ۲۲۳ | ۳-۵- تجزیه و تحلیل نتایج تست تکنولوژی مراحل اول و دوم |
| ۲۲۴ | ۴-۵- پیشنهادات |
| ۲۲۷ | فهرست منابع |

ضمائم:

- ۱- نتایج آنالیز XRF و XRD نمونه ها
 - ۲- نتیجه تست فیزیکی پژوهشگاه مواد و انرژی ۵ صفحه
 - ۳- نتایج تست فیزیکی آزمایشگاه پارس پی آزما ۱۷ صفحه
 - ۴- نتیجه آزمایش مقاومت فشاری در آزمایشگاه خاک پی تهران ۱ صفحه
 - ۵- نقشه جانمایی نمونه های برداشت شده از مناطق مختلف ۳ برگ
- ۱-۵- نقشه نمونه های برداشت شده همراه با جداول مربوطه
- ۲-۵- نقشه اولویت بندی سازندها و واحدهای سنگی براساس نتایج نمونه های تست تکنولوژی مرحله اول
- ۳-۵- نقشه اولویت بندی سازندها و واحدهای سنگی براساس نتایج نمونه های تست تکنولوژی مرحله دوم

فهرست اشکال

| عنوان شکل | شماره صفحه |
|---|------------|
| شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان کرمانشاه و راههای دسترسی موجود در این استان | ۷ |
| شکل ۲- نقشه زون بندی ساختاری ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه در آن (نبوی، ۱۳۵۵) | ۲۸ |
| شکل ۳- نقشه زون بندی تکتونیکی ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه در آن | ۳۰ |
| شکل ۴- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرمانشاه | ۳۸ |
| شکل ۵- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ سنقر | ۴۱ |
| شکل ۶- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ میانراهان | ۴۳ |
| شکل ۷- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ هرسین | ۴۵ |
| شکل ۸- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰.۰۰۰ کرد | ۴۸ |
| شکل ۹- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ ایلام- کوهدشت | ۵۲ |
| شکل ۱۰- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ قصرشیرین | ۵۶ |
| شکل ۱۱- ایندکس نقشه های ۱:۱۰۰.۰۰۰ پوشش دهنده استان کرمانشاه | ۵۷ |
| شکل ۱۲- ایندکس نقشه های ۱:۲۵۰.۰۰۰ پوشش دهنده استان کرمانشاه | ۵۸ |
| شکل ۱۳- نتایج آزمایشات انجام شده بر روی نمونه های تست تکنولوژی مرحله دوم | ۱۹۷... |
| شکل ۲۰- نمودار درصد خطای اندازه گیری اکسیدهای موجود در نمونه های آنالیز شده | ۲۱۵ |
| شکل ۲۱- نمودارهای مربوط به اختلاف مقادیر اندازه گیری شده برای اکسیدهای اصلی، در نمونه های اصلی و تکراری | ۲۱۶ |

فهرست تصاویر

| شماره صفحه | عنوان تصویر |
|------------|--|
| ۱۱..... | تصویر ۱- ضایعات حاصل از پخت نامناسب |
| ۱۶..... | تصویر ۲- واحد تولید آجرهای رسی دستی |
| ۱۷..... | تصویر ۳- واحد تولید آجرهای رسی ماشینی |
| ۱۸..... | تصویر ۴- نمایی از آجرهای توپر |
| ۱۸..... | تصویر ۵- نمایی از آجرهای سوراخ‌دار |
| ۲۵..... | تصویر ۶- تصویری از برداشت خاک رس در زمینهای کشاورزی حاصل خیز |
| ۲۵..... | تصویر ۷- نمایی از مرحله خشک شدن خشت پس از قالب زدن |
| ۶۲..... | تصویر ۸- نمایی از واحد اسلیتی کرتاسه و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-1 (دید به سمت غرب) |
| ۶۳..... | تصویر ۹- دورنمای واحد اسلیت کرتاسه در سردهلق |
| ۶۵..... | تصویر ۱۰ و تصویر 11 - نمایی از محل برداشت نمونه های شماره GKSD-85 تا GKSD-114 در شمالشرق روستای دهلق |
| ۶۶..... | تصویر ۱۲- نمایی از اسلیتهای نمونه برداری شده در پروفیل نمونه های شماره GKSD-85 تا GKSD-114 |
| ۶۷..... | تصویر ۱۳- نمایی از محل پیمایش و برداشت نمونه های GKSD-115 تا GKSD-134 و نمایی از رخنمون اسلیت در ابتدای پروفیل |
| ۷۱..... | تصویر ۱۴- نمایی از واحد شیل پالئوسن و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-3 (دید به سمت شمال) |
| ۷۳..... | تصویر ۱۵- نمایی از سازند شیلی در شمال سنقر و محل نمونه برداری نمونه های شماره GKSD-9 و GKSD-10 (دید به سمت جنوب غرب) |
| ۷۴..... | تصویر ۱۶- نمایی از محل پیمایش پروفیل و محل برداشت نمونه های GKSD-135 تا GKSD-158 |
| ۷۵..... | تصویر ۱۷- نمایی از محل برداشت نمونه GKSD-310 |
| ۷۵..... | تصویر ۱۸- نمایی از محل برداشت نمونه GKSD-311 |
| ۷۸..... | تصویر ۱۹- نمایی از واحد اسلیت کرتاسه و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-5 (دید به سمت شمال) |
| ۷۹..... | تصویر ۲۰- نمایی از رخنمون اسلیت در تصویر چپ و برونزد واحد سرپانتین در تصویر راست |
| ۸۰..... | تصویر ۲۱- نمایی از محل پیمایش پروفیل و محل برداشت نمونه های GKSD-261 تا GKSD-265 |
| ۸۳..... | تصویر ۲۲- نمایی از سنگ ولکانیکی و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-7 |
| ۸۷..... | تصویر ۲۳- نمایی از واحد دگرگونه و محل نمونه برداری نمونه های شماره GKSD-11 و شماره GKSD-12 |
| ۹۱..... | تصویر ۲۴- نمایی از سازند قم و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-13 (دید به سمت جنوب) |
| ۹۲..... | تصویر ۲۵- نمایی از سازند قم و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-14 (دید به سمت جنوب) |
| ۹۴..... | تصویر ۲۶- نمایی از شیل آهکی کرتاسه و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-15 (دید به سمت جنوب) |
| ۹۵..... | تصویر ۲۷- نمایی از سازند گورپی و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-28 |
| ۹۶..... | تصویر ۲۸- نمایی از سازند گورپی در گردنه پاتاق و محل نمونه برداری نمونه شماره GKSD-35 |
| ۹۷..... | تصویر ۲۹- نمایی از سازند گورپی در جاده گهواره- جوانرود در تصویر چپ، در تصویر راست تناوب لایه های شیل، مارن و سیلتستون دیده میشود. |

- تصویر ۳۰- نمایی از مارن قرمز و سبز سازند کشکان و محل نمونه برداری نمونه های **GKSD-16** و **GKSD-17** (دید به سمت شمال شرق)..... ۱۰۰
- تصویر ۳۱- نمایی از سازند کشکان و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-18** ۱۰۱
- تصویر ۳۲- نمایی از سازند کشکان در جوار جاده اسلام آباد غرب- گهواره و محل نمونه برداری نمونه شماره **GKSD-36**..... ۱۰۲
- تصویر ۳۳- نمایی از سازند کشکان و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-46** ۱۰۳
- تصویر ۳۴- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه شماره **GKSD-8** (دید به سمت شرق)..... ۱۰۶
- تصویر ۳۵- نمایی از سازند امیران (دید به سمت شمال شرق)..... ۱۰۷
- تصویر ۳۶- نمایی پانورامیک از سازند امیران (دید به سمت جنوب)..... ۱۰۸
- تصویر ۳۷- نمایی از واحد امیران و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-22** (دید به سمت شمال)..... ۱۰۸
- تصویر ۳۸- نمایی از واحد امیران و محل نمونه شماره **GKSD-23**..... ۱۰۹
- تصویر ۳۹- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-24** (دید به سمت شمال غرب)..... ۱۱۰
- تصویر ۴۰- نمایی از سازند امیران در جنوب روستای رفیع و محل نمونه برداری نمونه شماره **GKSD-29**..... ۱۱۲
- تصویر ۴۱- نمایی از سازند امیران در جوار جاده اسلام آباد غرب - گهواره و محل نمونه برداری نمونه شماره **GKSD-38**..... ۱۱۳
- تصویر ۴۲- نمایی از سازند امیران در جوار جاده اسلام آباد غرب- گهواره و محل نمونه برداری نمونه شماره **GKSD-40**..... ۱۱۴
- تصویر ۴۳- نمایی از سازند امیران در جوار جاده گهواره- جوانرود و محل برداشت نمونه شماره **GKSD-42**..... ۱۱۵
- تصویر ۴۴- نمایی از سازند امیران در جوار جاده گهواره - جوانرود و محل برداشت نمونه شماره **GKSD-43**..... ۱۱۶
- تصویر ۴۵- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-47**..... ۱۱۷
- تصویر ۴۶- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-48**..... ۱۱۸
- تصویر ۴۷- نمایی از سازند امیران و محل نمونه برداری نمونه **GKSD-49**..... ۱۱۹
- تصویر ۴۸- نمایی از سازند رازک در جوار جاده بوژان- هلیلان و محل نمونه شماره **GKSD-44**..... ۱۲۶
- تصویر ۴۹- نمایی از سازند رازک در جاده بوژان- هلیلان در تصویر چپ؛ در تصویر راست لایه های مادستون نمونه برداری شده دیده میشود..... ۱۲۷
- تصویر ۵۰- نمایی از سازند گچساران در جاده کمربندی قصرشیرین- سرپل ذهاب و بخشهای مارنی نمونه برداری شده (دید به سمت شمال)..... ۱۳۳
- تصویر ۵۱- نمایی از سازند آغاچاری و محل نمونه برداری نمونه شماره **GKSD-27**..... ۱۳۵
- تصویر ۵۲- نمایی از سازند آغاچاری در جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین در تصویر بالا، در تصویر پایین سمت راست نمایی از بخشهای مادستونی نمونه برداری شده دیده میشود..... ۱۳۷
- تصویر ۵۳- نمایی از سازند آغاچاری در جاده سرپل ذهاب - قصرشیرین در تصویر چپ، در تصویر سمت راست نمایی از بخشهای مادستونی نمونه برداری شده دیده می شود..... ۱۳۸
- تصویر ۵۴- نمایی از سازند آغاچاری در جاده کمربندی قصرشیرین- سرپل ذهاب در تصویر بالا، در تصویر پایین نمایی از بخشهای سیلتستون مارنی در تناوب با مارن نمونه برداری شده دیده میشود..... ۱۳۹

- تصویر ۵۵- نمایی از سازند آغاچاری در جوار جاده اسلامآباد غرب - گهواره و محل نمونه برداری نمونه شماره
GKSD-39 ۱۴۱
- تصویر ۵۶- نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه های **GKSD-197** تا **GKS-216** و همچنین نمایی
نزدیک از مادستون نمونه برداری شده ۱۴۲
- تصویر ۵۷- نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه های **GKSD-222** تا **GKS-217** و همچنین نمایی
نزدیک از مادستون نمونه برداری شده ۱۴۳
- تصویر ۵۸- نمایی از پروفیل پیمایش شده و محل برداشت نمونه های **GKSD-230** تا **GKS-238** ۱۴۴
- تصویر ۵۹- تصویر مربوط به تست تکنولوژی آجرهای تهیه شده در پژوهشگاه مواد و انرژی ۱۵۳
- تصویر ۶۰- دورنمای رخنمون شیل واحد **PE** در کیلومتر ۱۰ جاده سنقر- میانراهان (نگاه به سمت شرق) ۱۶۷
- تصویر ۶۱- رخنمون شیل واحد **PE** در دیواره ترانشه جاده میانراهان-سنقر ۱۶۸
- تصویر ۶۲- دورنمای رخنمون شیل واحد **PE** در کیلومتر ۷ جاده سنقر- میانراهان ۱۶۹
- تصویر ۶۳- نمای نزدیک از شیل متورق واحد **PE** ۱۷۰
- تصویر ۶۴- نمایی دیگر از رخنمون شیل **PE** ۱۷۱
- تصویر ۶۵- دورنمای رخنمون اسلیت کرتاسه در مسیر سنقر- صحنه ۱۷۲
- تصویر ۶۶- رخنمون اسلیت کرتاسه در مسیر سنقر- صحنه (حوالی روستای گرگلان) ۱۷۲
- تصویر ۶۷- رخنمون اسلیت کرتاسه در کیلومتر ۲۲/۵ جاده سنقر- صحنه ۱۷۳
- تصویر ۶۸- نمای نزدیک اسلیت کرتاسه در کیلومتر ۲۲/۵ جاده سنقر- صحنه ۱۷۴
- تصویر ۶۹- دورنمای رخنمون شیل مدادی واحد **Mf** در جنوب بیدسرخ ۱۷۵
- تصویر ۷۰- دورنمای رخنمون سازند رازک در حوالی روستای نیلان ۱۷۷
- تصویر ۷۱- محل برداشت نمونه از مارن سازند رازک در حوالی روستای نیلان ۱۷۸
- تصویر ۷۲- دورنمای رخنمون مادستون قرمز سازند رازک در مسیر بوژان- هلیلان در محل ترانشه جاده انتقال گاز
..... ۱۷۹
- تصویر ۷۳- نمای نزدیک از مادستون قرمز سازند رازک در مسیر بوژان- هلیلان ۱۸۰
- تصویر ۷۴- دورنمای سازند رازک مشتمل بر تناوب مارن، سیلتستون و ماسه سنگ در مسیر بوژان - هلیلان ۱۸۰
- تصویر ۷۵- دورنمای گستره سازند رازک در حوالی روستای مسگره ۱۸۱
- تصویر ۷۶- رخنمون مادستون سازند رازک در دیواره رودخانه در شرق روستای مسگره ۱۸۱
- تصویر ۷۷- مادستون قرمز نودولار سازند رازک در دیواره رودخانه روستای مسگره ۱۸۲
- تصویر ۷۸- رخنمون واحد **Ef** در ترانشه جاده بعد از روستای دوآب در امتداد گاماسیاب ۱۸۴
- تصویر ۷۹- رخنمون واحد شیل مدادی ائوسن در مسیر جاده انتقال گاز ۱۸۵
- تصویر ۸۰- نمایی از رخنمون سازند آغاچاری در مسیر سرپل ذهاب- کوند ۱۸۷
- تصویر ۸۱- محل برداشت نمونه **GKTT-20** در سازند آغاچاری ۱۸۷
- تصویر ۸۲- رخنمون دیگری از سازند آغاچاری در مسیر جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین ۱۸۸
- تصویر ۸۳- نمای نزدیک از مادستون آغاچاری در مسیر جاده سرپل ذهاب- قصرشیرین ۱۸۹
- تصویر ۸۴- رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۰ جاده قصرشیرین- سرپل ذهاب ۱۹۰

- تصویر ۸۵- نمایی نزدیک از رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۰ جاده قصرشیرین- سرپل ذهاب ۱۹۱
- تصویر ۸۶- رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۶ جاده خسروی- قصرشیرین ۱۹۲
- تصویر ۸۷- دورنمای رخنمون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۸ جاده خسروی- قصرشیرین ۱۹۲
- تصویر ۸۸- نمای نزدیک از رخنمون مادستون و سیلتستون سازند آغاچاری در کیلومتر ۱۶ جاده خسروی- قصرشیرین ۱۹۳
- تصویر ۸۹- دورنمای تپه ماهورهای سازند آغاچاری در منطقه خسروی ۱۹۴
- تصویر ۹۰- رخنمون تناوب مادستون، سیلتستون و ماسه سنگ ریز دانه سازند آغاچاری در کیلومتر ۲۵ جاده سرپل ذهاب- کردند ۱۹۵
- تصویر ۹۱- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری ۲۰۴
- تصویر ۹۲- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری ۲۰۵
- تصویر ۹۳- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری ۲۰۶
- تصویر ۹۴- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری ۲۰۷
- تصویر ۹۵- نمونه آجر تهیه شده قبل از پخت، بعد از پخت و بعد از آزمایش مقاومت فشاری تک محوری ۲۰۸

فهرست جداول

| عنوان جدول | شماره صفحه |
|--|------------|
| جدول ۱- ویژگی‌های ترکیب آجر (بر حسب درصد) مطابق با استاندارد ۱۱۶۲ | ۱۲ |
| جدول ۲- ابعاد این آجرها باید مطابق جدول زیر باشد. | ۲۰ |
| جدول ۳- میانگین مقاومت فشار و حداکثر درصد وزنی جذب آب | ۲۱ |
| جدول ۴- ابعاد آجر با کیفیت مناسب | ۲۲ |
| جدول ۵- ویژگی‌های مورد نیاز در آجر با کیفیت مناسب | ۲۳ |
| جدول ۶- ویژگی‌های الزامی | ۲۴ |
| جدول ۷- ویژگی‌های اختیاری | ۲۴ |
| جدول ۸- نمونه‌های آزمایش شیمیایی برداشت شده در فاز اول اکتشاف و مختصات جغرافیایی آنها | ۵۹ |
| ۱. ج | |
| دول ۹- نتیجه آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه های GKSD-1 و GKSD-2 | ۶۳ |
| جدول ۱۰- مختصات و نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از اسلیت‌های کرتاسه (واحد $K_2^{sl,s}$) | ۶۸ |
| جدول ۱۱- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از واحد شیل‌های پالئوسن در سنقر | ۷۶ |
| جدول ۱۲- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از واحد اسلیتی Kt_2 | ۸۱ |
| جدول ۱۳- نتیجه آنالیز نمونه GKSD-7 در مسیر میانراهان- کامیاران | ۸۲ |
| جدول ۱۴- مختصات و نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از واحد E_2^f در مسیر صحنه- کنگاور در مرحله دوم اکتشاف | ۸۵ |
| جدول ۱۵- نتایج آنالیز XRD نمونه های واحد E_2^f | ۸۵ |
| جدول ۱۶- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از واحد شیلی JK^{v2} در مسیر سنقر- کنگاور | ۸۹ |
| جدول ۱۷- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند قم در اطراف هرسین | ۹۲ |
| جدول ۱۸- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند گورپی در استان کرمانشاه | ۹۸ |
| جدول ۱۹- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند کشکان در استان کرمانشاه | ۱۰۴ |
| ۲. ج | |
| دول ۲۰- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند امیران در استان کرمانشاه | ۱۲۱ |
| جدول ۲۱- مختصات و نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد شیل MF در مرحله دوم اکتشاف | ۱۲۴ |
| جدول ۲۲- نتایج آنالیز XRD نمونه های واحد شیل MF | ۱۲۴ |
| جدول ۲۳- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه GKSD-44 | ۱۲۵ |
| جدول ۲۴- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه GKSD-45 | ۱۲۷ |

| | |
|---|-----|
| جدول ۲۵- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از بخش مارنی سازند رازک در مرحله ۲ اکتشاف | ۱۲۹ |
| جدول ۲۶- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده در فاز ۱ اکتشاف از سازند رازک | ۱۲۹ |
| جدول ۲۷- نتایج آنالیز XRD نمونه های مارن سازند رازک برداشته شده در مرحله ۲ اکتشاف | ۱۳۱ |
| جدول ۲۸- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و عناصر مهم نمونه های GKSD-34 | ۱۳۳ |
| جدول ۲۹- نتایج آنالیز برخی از اکسیدها و مختصات محل نمونه های برداشت شده از سازند آغاچاری در مرحله اول | ۱۴۰ |
| جدول ۳۰- مختصات و نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از مادستون آغاچاری در مرحله دوم | ۱۴۶ |
| جدول ۳۱- نتایج آنالیز XRD نمونه های مادستون سازند آغاچاری در مرحله دوم | ۱۴۸ |
| جدول ۳۲- لیست و مختصات نمونه های دارای ترکیب شیمیایی مناسب | ۱۴۹ |
| جدول ۳۳- لیست و مختصات نمونه های تست فیزیکی | ۱۴۹ |
| جدول ۳۴- نتایج تست فیزیکی پس از اندازه گیری فاکتور پلاستیسیته (P) و روش شکل دهی | ۱۵۰ |
| جدول ۳۵- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت 1030°C | ۱۵۰ |
| جدول ۳۶- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت 1060°C | ۱۵۰ |
| جدول ۳۷- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت 1100°C | ۱۵۱ |
| جدول ۳۸- نتایج تست فیزیکی دانسیته در دمای پخت 1170°C | ۱۵۱ |
| جدول ۳۹- نتایج آزمون تعیین استحکام فشاری | ۱۵۱ |
| جدول ۴۰- نتایج آزمون تعیین درصد مواد محلول در آب و تعیین شوره زدگی | ۱۵۱ |
| جدول ۴۱- پخت نمونه ها در دماهای مختلف پیش بینی شده | ۱۵۲ |
| جدول ۴۲- محدوده دمای پخت متوسط نمونه ها | ۱۵۲ |
| جدول ۴۳- داده های خام حاصل از تست تکنولوژی روی نمونه های نماینده گرفته شده از محدوده های مناسب | ۱۶۳ |
| جدول ۴۴- جدول امتیاز دهی به محدوده های معدنی منتخب با توجه به پارامترهای مؤثر مختلف | ۱۶۳ |
| جدول ۴۵- مختصات و واحد زمین شناسی نمونه های برداشت شده جهت انجام تست تکنولوژی مرحله دوم | ۱۶۵ |
| جدول ۴۶- آنالیز شیمیایی ۱۷ نمونه برداشت شده جهت تست فیزیکی در مرحله دوم | ۱۶۶ |
| جدول ۴۷- نتایج آزمایش مقاومتی نمونه های آجر | ۲۱۰ |
| جدول ۴۸- لیست نمونه های تکراری ارسالی برای آزمایشگاه زراآزما و نمونه اصلی معادل آنها | ۲۱۲ |
| جدول ۴۹- نتایج آنالیز نمونه های اصلی و تکراری | ۲۱۳ |
| جدول ۵۰- اختلاف مابین مقادیر اندازه گیری شده برای نمونه های اصلی و تکراری | ۲۱۳ |
| جدول ۵۱- نتایج آنالیز شیمیایی و مختصات نمونه هایی که تست فیزیکی بر روی آنها انجام شده است | ۲۱۸ |

پیوست‌ها

پیوست ۱

- ۱-۱- نقشه نمونه برداری شناسایی ذخایر شیل برای صنایع آجر در استان کرمانشاه
- ۱-۲- نقشه محدوده های امید بخش ذخایر شیل برای صنایع آجر در استان کرمانشاه (بر اساس نمونه های تست تکنولوژی مرحله اول)
- ۱-۳- نقشه محدوده های امید بخش ذخایر شیل برای صنایع آجر در استان کرمانشاه (بر اساس نمونه های تست تکنولوژی مرحله دوم)

پوست ۲

نتایج آنالیز XRF و XRD نمونه‌ها

پوست ۳

نتیجه تست فیزیکی پژوهشگاه مواد و انرژی

پوست ۴

نتایج تست فیزیکی آزمایشگاه پارس پی آزما

پیوست ۵

نتیجه آزمایش مقاومت فشاری در آزمایشگاه خاک پی تهران