



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن استان خوزستان

اکتشاف عمومی مارن های میشان و آغاچاری

استان خوزستان

اسفند 1379

پیشگفتار

گزارش حاضر نتیجه مطالعات صورت گرفته در راستای اجرای پروژه اکتشاف عمومی مارن های میشان و آغاجاری استان خوزستان به منظور کاربری تولید آجر است. مسئولیت فنی پروژه به عهده آقایان مهندس رستگار، مهندس پرهیز، مهندس حیدری و مهندس تخم چی بوده است. در این راستا از همکاری و مشاوره همکاران محترم سازمان صنایع و معادن استان خوزستان بهره مند گشته ایم. زحمت تایپ گزارش نیز به عهده خانم زهره یوسفی بوده است. لازم است از تمامی عزیزان تقدیر و تشکر به عمل آید.

سازمان صنایع و معادن استان خوزستان

سید نورالدین حسن زاده

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

..... فصل اول: مواد اولیه آجر

..... 1-1 تعریف خاک رس

..... 2-1 رس های کائولینیتی و نسوز

..... 3-1 رس های بنتونیتی

..... 4-1 رس های معمولی

..... 5-1 نحوه تشکیل و ذخایر رس معمولی

..... 6-1 کاربرد رس معمولی

..... فصل دوم: مارن

..... 1-2 تعریف و کاربرد مارن

..... 2-2 کاربرد مارن در صنایع تولید آجر

..... فصل سوم: آجر

..... 1-3 تعریف آجر

..... 2-3 ویژگی های خاک آجر

..... 1-2-3 ویژگی های شیمیائی خاک

..... 2-2-3 ویژگی های فیزیکی خاک

..... 3-3 انواع آجر

..... 4-3 ابعاد و تشکیل ظاهری آجر

..... 5-3 روش تولید آجر

..... 1-5-3 تأمین و انباشت مواد اولیه آجر

..... 2-5-3 ساختن گل

..... 3-5-3 خشت زنی

..... 4-5-3 خشک کردن خشت

..... 5-5-3 پخت آجر

..... فصل چهارم : زون زاگرس

..... 1-4- کلیات

..... 1-1-4 چینه شناسی و مراحل تکوین زاگرس

..... 2-4 زونهای ساختمانی زاگرس

..... 1-2-4 زاگرس رورانده یا زاگرس مرتفع

..... 2-2-4 زاگرس چین خورده

..... 3-2-4 دشت خوزستان

..... 3-4 سازندهای مارن دار زاگرس

..... 1-3-4 سازندهای پایین گروه فارس

..... 2-3-4 سازندهای مارن دار گروه فارس

..... فصل پنجم: شرح عملیات صحرائی

..... 1-5 روش کار

..... 2-5 منطقه امیدیه - آغاچاری

..... 1-2-5 کلیات

..... 2-2-5 اندیس اول

..... 3-2-5 اندیس دوم

..... 4-2-5 اندیس سوم

..... 5-2-5 اندیس چهارم

..... 6-2-5 اندیس پنجم

..... 7-2-5 اندیس ششم

..... 8-2-5 اندیس هفتم

..... 9-2-5 اندیس هشتم

..... 3-5 منطقه بهبهان

..... 1-3-5 کلیات

..... 2-3-5 اندیس اول (خیرآباد)

..... 2-3-5 اندیس دوم (کرنج)

..... 3-3-5 اندیس سوم (کله)

..... 4-5 اندیمشک

..... 1-4-5 کلیات

- 2-4-5 اندیس اول (پل زال)
- 3-4-5 اندیس دوم (تک تکاب)
- 5-5 منطقه شوستر
- 1-5-5 کلیات
- 2-5-5 اندیس اول
- 6-5 منطقه لالی
- 1-6-5 کلیات
- 2-6-5 اندیس اول (پرزد)
- 3-6-5 اندیس دوم (دره شیخ خان)
- 7-5 هفتکل
- 1-7-5 کلیات
- 2-7-5 اندیس اول (چمن لاله)
- 3-7-5 اندیس دوم (کوپال)
- 4-7-5 اندیس سوم (تباکو کار)
- 8-5 رامهرمز
- 1-8-5 اندیس برم گندآب
- 9-5 کارخانه های آجر ماشینی
- 1-9-5 کلیات

..... 2-9-5 کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت (گیلارود سیستان)

..... 3-9-5 کارخانه آجر دژ

..... 4-9-5 کارخانه آجر رسه

..... فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

..... 1-6 نتیجه گیری

..... 2-6 پیشنهادات

..... فهرست منابع

..... پیوست ها

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل 1-5 رخنمون واحدهای میشان هسته طاقدیس آغاچاری در داخل محدوده اندیس اول	
شکل 2-5 نمونه برداری شیاری از افق مارنی واحد میشان	
شکل 3-5 توالی افق های مارنی سازند میشان با میان لایه های نازک آهکی در محدوده اندیس دوم (نگاه به جنوب شرق)	
شکل 4-5 دورنمای افق های مارنی میشان در موقعیت اندیس سوم	
شکل 5-5 دور نمایی ذخیره مارنی اندیس چهارم (نگاه به سمت شرق)	
شکل 6-5 افق مارنی با میان لایه های نازک آهکی در اندیس چهارم	
شکل 7-5 رخنمون مارن میشان با میان لایه های آهکی در محدوده اندیس پنجم	
شکل 8-5 افق های مارنی با میان لایه های آهک سازند میشان در محدوده اندیس پنجم	
شکل 9-5 افق های مارنی با میان لایه های آهکی سازن میشان در محدوده اندیس پنجم	
شکل 10-5 دورنمای افق های مارنی میشان در اندیس هفتم	
شکل 11-5 دورنمای رخنمون سازند آغاچاری با میان لایه های ماسه سنگ و رگه های و قطعات گچی در ارتفاعات مجاور جاده آغاچاری - بهبهان	
شکل 12-5 وفور رگچه های گچی در داخل مارن های قرمز رنگ سازند آغاچاری در مسیر جاده آغاچاری - بهبهان	

- شکل 13-5 عضو لهبری در مسیر جاده آغاچاری - بهبهان بصورت تپه های کم ارتفاع ممتد در محدوده اندیس هشتم ظاهر شده اند (نگاه به شمال شرق)
- شکل 14-5 وفور رگچه های گچ ورقه های گچ در مارنهای قرمز رنگ سازند آغاچاری در منطقه خیرآباد بهبهان
- شکل 15-5 رخنمون مارن سازند میشان در ترانشه جاده در محدوده اندیس مارنی دوم منطقه بهبهان
- شکل 16-5 نمونه برداری از افق مارنی میشان در دیواره جاده میدان نفتی کرنج در محدوده اندیس مارنی دوم منطقه بهبهان
- شکل 17-5 رخنمون های تپه ماهوری عضو لهبری در حاشیه شرق جاده بهبهان - رامهرمز در داخل محدوده سومین اندیس مارنی منطقه بهبهان
- شکل 18-5 افق گچی در میان مارن عضو لهبری و سومین اندیس مارنی منطقه بهبهان
- شکل 19-5 رخنمون افق های مارنی سازند لهبری در محدوده مارنی پل تک تکاب
- شکل 20-5 درونمای بخشی از ذخیره مارنی محدوده پل تک تکاب (نگاه به سوی شمال)
- شکل 21-5 رخنمون مارن های آغاچاری در حاشیه جاده شوشتر - مسجد سلیمان
- شکل 22-5 توالی افق های مارنی و لایه های آهکی در جنوب روستای پرزرد (نگاه به سمت غرب)
- شکل 23-5 موقعیت برداشت نمونه در افق های مارنی جنوب روستای پرزرد

- شکل 5-24 توالی افق های ضخیم مارنی با لایه های کم ضخامت آهکی میشان در محدوده دره شیخ خان - منطقه لالی (نگاه به جنوب غرب)
- شکل 5-25 توالی افق های مارنی میشان با لایه های آهکی در محدوده دره شیخ خان - منطقه لالی (نگاه به شرق)
- شکل 5-26 افق های مارنی میشان و شیار نمونه برداری از آن در محدوده دره شیخ خان
- شکل 5-27 دورنمای باند مارن میشان در غرب محدوده گرین (نگاه به سوی شمال)
- شکل 5-28 مقطع باند مارنی محدوده چمن لاله و موقعیت نمونه برداری از آن
- شکل 5-29 افق مارنی میشان در محدوده مارن اندیس سوم منطقه هفتکل
- شکل 5-30 توالی افق های مارنی و آهک در محدوده مارن برم گندآب در رامهرمز
- شکل 5-31 دور نمای معدن خاک کارخانه آجر مصالح ساختمانی تجارت شوشتر در سازند مارن دار آغاچاری
- شکل 5-32 سینه کار معدن خاک کارخانه آجر دژ در مارن های سازند آغاچاری
- شکل 5-33 ذرات و قطعات آهکی در متن مارن قرمز رنگ آغاچاری در سینه کار استخراجی معدن خاک کارخانه آجر دژ
- شکل 5-34 رخنمون های تپه ماهوری عضو لهبری در اطراف روستای خزینه سلامات و کارخانه آجر رسه
- شکل 5-35 آجر خام تولیدی کارخانه آجر رسه

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول 1-2 طبقه بندی مخلوط های رس و آهک، بخش فوقانی طبقه بندی سنگ شناسی و بخش تحتانی طبقه بندی براساس مصارف صنعتی است.
جدول 1-3 حداقل مقاومت فشاری انواع مختلف آجرها براساس نوع مصرف
جدول 2-3 ماکزیمم مقدار جذب آب براساس استاندارد شماره 7 ایران برای انواع مختلف آجر
جدول 3-3 حداکثر تعداد مجاز شوره زدگی براساس استاندارد شماره 7 ایران برای انواع آجرها
جدول 4-3 ابعاد برخی از انواع آجرها براساس نوع مصرف و کیفیت
جدول 1-5 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس اول
جدول 2-5 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس اول
جدول 3-5 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه مارن اندیس دوم
جدول 4-5 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس دوم
جدول 5-5 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس سوم
جدول 6-5 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس سوم
جدول 7-5 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس چهارم
جدول 8-5 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس چهارم
جدول 9-5 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس پنجم
جدول 10-5 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس پنجم

- جدول 5-11 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس ششم
- جدول 5-12 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس ششم
- جدول 5-13 نتایج آنالیز و XRD نمونه مارن اندیس هفتم
- جدول 5-14 نتایج تعیین خواص فیزیکی نمونه مارن اندیس هفتم
- جدول 5-15 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD عضو لهبری در محدوده اندیس هشتم
- جدول 5-16 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های عضو لهبری اندیس هشتم
- جدول 5-17 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس اول بهبهان
- جدول 5-18 خواص فیزیکی نمونه های مارن اندیس اول بهبهان
- جدول 5-19 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های اندیس مارنی کرنج
- جدول 5-20 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های اندیس مارنی کرنج
- جدول 5-21 نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن عضو لهبری در محدوده اندیس سوم منطقه بهبهان
- جدول 5-22 نتایج تعیین ویژگی های فیزیکی مارن عضو لهبری در محدوده اندیس سوم منطقه بهبهان
- جدول 5-23 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه مارن محدوده روستای پل زال اندیمشک
- جدول 5-24 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه مارن محدوده روستای پل زال - اندیمشک
- جدول 5-25 نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن اندیس تک تکاب
- جدول 5-26 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس تک تکاب

- جدول 5-27 نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن آغاچاری اندیس اول - شرق شوشتر
- جدول 5-28 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن آغاچاری اندیس اول - شرق شوشتر
- جدول 5-29 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارنی محدوده پرزرد - منطقه لالی
- جدول 5-30 نتایج تعیین ویژگی های فیزیکی و کاربرد مارن اندیس اول منطقه لالی
- جدول 5-31 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن محدوده دره شیخ خان - لالی
- جدول 5-32 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن محدوده دره شیخ خان - لالی
- جدول 5-33 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های محدوده مارن چمن لاله - هفتکل
- جدول 5-34 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های محدوده مارن چمن لاله - هفتکل
- جدول 5-35 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های محدوده مارن کوپال - هفتکل
- جدول 5-36 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های محدوده مارن تنباکو کار - هفتکل
- جدول 5-37 نتایج بررسی خواص فیزیکی نمونه های محدوده مارن تنباکو کار - هفتکل
- جدول 5-38 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن محدوده برم گندآب - رامهرمز
- جدول 5-39 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن محدوده برم گندآب - رامهرمز
- جدول 5-40 نتایج آنالیز شیمیایی و کانی شناسی نمونه های مارن معدن خاک کارخانه آجر تجارت (گیدلرد سیستان)

جدول 5-41 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن معدن خاک کارخانه آجر

تجارت (گیدلرد سیستان)

جدول 5-42 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن آغاچاری معدن خاک کارخانه آجر

دژ - دهدز

جدول 5-43 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن پیشگار استخراجی معدن خاک

کارخانه آجر دژ

جدول 5-44 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن کارخانه آجر رسه

جدول 5-45 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن کارخانه آجر رسه

فصل اول

مواد اولیه آجر

1-1 تعریف خاک رس

براساس کاربرد و یا علمی که بار رس ها سروکار دارند، تعاریف و مفاهیم ویژه ای برای خاک رس ارائه می گردد. از واژه رس، بسته به کاربرد آن برداشت های این چنین می شود:

- از دیدگاه کانی شناسی به گروهی از خانواده کانی های سیلیکاتی ورقه ورقه ای دارای یون

OH^- در ساختمان کانی های رسی (Clay Minerals) گفته می شود.

- در سنگ شناسی به نوعی سنگ گفته می شود.

- در رسوب شناسی با توجه به اندازه ذرات تعریف می شود.

در تعریف کلی و کاربردی، خاک رس مخلوطی طبیعی و ریزدانه و عموماً از گروهی کانی

های متبلور موسوم به کانی های رسی به همراه ماسه، سیلت، دانه های ریز سنگ آهک، اکسید آهن،

ذرات فلدسپات تجزیه نشده، میکا و غیره است. اندازه دانه های رس در طبقه بندی های گوناگون

مقادیر متفاوتی دارند. پژوهشگران خاک شناس و کانی شناسان عمدتاً 2 میکرون را بالاترین مرز

اندازه ذرات می دانند در حالیکه در استاندارد آمریکایی ذرات با ابعاد کوچکتر از $\frac{2}{256}$ میلی متر

(3/9 میکرون) را عناصر یا مواد رسی (Clay Size Material) نامند.

رس ها از دیدگاه صنعتی در شش گروه طبقه بندی می شوند:

الف- رس معمولی

ب- بال کلی (Ball Clay)

ج- خاک نسوز

د- بنتونیت

ه- فولرارت یا گل سرشور (Fuller earth)

و- کائولن

در طبقه بندی دیگری، رس ها با سه گروه زیر تقسیم می گردند:

الف- رس های کائولینیتی و نسوز ب- رس های بتونیتی ج- رس های معمولی

2-1 رس های کائولینیتی و نسوز

نسوز یا دیرگداز به موادی گفته می شود که پیش از رسیدن به دمای 1520 درجه سانتی گراد

به حالت خمیری در نیاید یا تغییر فاز ندهد و بطور کلی از دیدگاه صنعت، تغییر شکل ندهد.

بطور کلی ویژگی های مواد نسوز عبارتست از: فراوانی در طبیعت، نقطه گدازه خمیری بالا،

استحکام کافی، انبساط حرارتی کم، پایداری شکل در برابر فشار و تغییرات ناگهانی دما، پایداری

در برابر ضربه، پایداری در برابر عوامل خورنده، پایین بودن میزان تخلخل و روزنه، انبساط و

ضریب انبساط ثابت هنگام گرم کردن دوباره و نداشتن انبساط و انقباض ناگهانی.

رس نسوز یا خاک رس دیرگداز از سیلیکات های آلومینیوم و یا از سیلیکات هیدراته

آلومینیوم و منیزیم با دانه های ریز تشکیل شده است. کانی های اصلی رس های نسوز اعضاء

خانواده کائولینیت، $(Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O)$ هالوئزیت، آلفان، دیکیت، ناکریت و پیرو فیلیت

است.

رس ها از دگرسانی فلدسپات ها و یا سایر سنگ های آلومینیوم و سیلیس دار پدید می آیند و

بطور معمول دارای ناخالصی هایی از مواد آلی، کوارتز، فلدسپات، میکا، اکسید آهن و آنتاز می

باشند که توان دیرگدازی، پلاستیسیته و دیگر ویژگی های فیزیکی نسوزها به مقدار این ناخالصی بستگی دارد. ناخالصی هایی از قبیل K_2O و Na_2O ، TiO_2 ، Fe_2O_3 در رس ها نقطه ذوب را کاهش داده و مقاومت مکانیکی آجرهای نسوز را در گرما پایین می آورند. ولی در عین حال پایداری مکانیکی آنها را در سرما افزایش می دهند. مواد قلیایی باعث انقباض رس ها و افزایش خاصیت خزش در آنها می گردند.

3-1 رس های بتونیتی

بتونیت یک ماده معدنی از دسته رس ها و یا شبه رس ها است که از کانی مونت و موریلونیت و به مقدار کم بیدلیت (نوع پرمایه تر از بتونیت آلومینیوم دار) تشکیل شده است. بتونیت از دیدگاه صنعتی خاک رسی است که ذاتاً از کانی های اسمکتیت بدون توجه به خاستگاه آن تشکیل شده است.

رس های بتونیتی بدلیل خواص نرم بودن، تورم پذیری، کلوئیدی و خوب مخلوط شدن با آب، خمیری شدن، پلاستیک بودن، چسبندگی و چسبانندگی، جاذب بودن و غیره دارای مصارف پرشماری هستند. از جمله صنایع پاک کننده از جمله صابون سازی، تهیه بعضی از انواع سرامیک جهت تکمیل بدنه یا لعاب، رنگبری روغن های صنعتی، نفتی، خوراکی و ... است.

مونت موریلونیت یا بتونیت ها را با توجه به کاربردهای آنها بشرح زیردسته بندی می نمایند:

الف- بتونیت کلسیم

ب- بتونیت سدیم

ج- مونت موریونیت معروف به خاک اسیدی

1-4 رس های معمولی

رس معمولی یا خاک رس خاکی است ریزدانه تر از فورس (کوچکتر از میلی متر) که به اندازه کافی برای تهیه قالب شکل پذیر است و از کانی های کلسیت - کوارتز و فلدسپات های تجزیه نشده، خرده های میکا هیدرومیکا و کانی های بی شکل بنام آلومین فراهم آمده اند.

درصد عناصر و مواد تشکیل دهنده خاک رس به جنس سنگ مادر و طول مسیر حمل شده، شرایط اقلیمی و توپوگرافی منطقه بستگی دارد. برخی از ناخالصی های موجود در خاک رس رنگ های خاصی به آن می دهند. اکسیدهای آهن آنرا قرمز و لیمونیت آن را قهوه ای کم رنگ مایل به زرد می کند و مواد آلی، رنگ خاکستری به آن می بخشد.

1-5 نحوه تشکیل و ذخایر رس معمولی

خاک رس در نتیجه تخریب، فرسایش و تجزیه فیزیکی و شیمیایی سنگ های سیلیکاتی و حمل آنها تشکیل می گردد. جنس عناصر و درصد مواد تشکیل دهنده خاک رس به جنس سنگ های مادر که خاک از تخریب و فرسایش آنها تشکیل یافته و طول مسیری که مواد حمل شده اند، شرایط اقلیمی و توپوگرافی منطقه بستگی دارد. سنگ های آذرین نظیر گرانیت که بخش بزرگی از پوسته زمین را تشکیل می دهند از عمده ترین منابع خاک رس می باشند. این سنگ ها آمیزه ای نامتجانس از فلدسپات، کوارتز و میکا هستند.

سنگ های آذرین (گرانیت و ...) در معرض عوامل فیزیکی - شیمیایی از قبیل آب (اغلب کمی اسیدی)، یخبندان و باد (فرسایش فیزیکی و آتره شدن) قرار می گیرند. سنگ در معرض فرسایش فیزیکی خرد می شود. قطعات خرد شده دارای سطح بسیار بزرگتری در واحد حجم هستند و آسیب پذیری آنها در برابر حمله شیمیایی بیشتر است. توجه به شرایط آب و هوایی بسیار متنوع در دوران های مختلف زمین شناسی و عوامل گوناگون دیگر باعث دگرسانی شیمیایی کانی های سنگ عمدتاً فلدسپات ها به مواد رسی می گردد. رس تولید شده همراه با ناخالصی های دیگری از مواد متشکله سنگ (کوارتز، میکا، فلدسپات و ...) است.

بطور کلی برای پیدایش خاک رس شرایط زیر لازم است:

الف- وجود سنگ های دارای سیلیکات های آلومینیوم دار.

ب- آب و هوای معتدل با بارش مناسب و در برخی نقاط آب و هوای خشک که دو فصل

خشک و مرطوب را بطور متناوب دارا باشد.

ج- مورفولوژی مناسب منطقه

د- زمان کافی برای دگرسانی، شستشوی سنگ مادر و رسوبگذاری

6-1 کاربرد رس معمولی

کاربرد خاک رس بعلت قابلیت جذب آب، چسبناکی و شکل پذیری آن می باشد. خاک رس

مرغوب و با کیفیت بالا معمولاً در صنایع چینی، کاشی، لوازم بهداشتی، کاغذسازی و ... مصرف

می شود. عمده ترین مصرف خاک رس معمولی در تولید آجرهای معمولی و سفالی و یکی از مواد اولیه اصلی سیمان است.

بخش عمده آجرهای مصرفی به عنوان مصالح ساختمانی از مواد اولیه رسی طی فرآیند کلی خمیر کردن، قالب زدن (تهیه خشت خام) و پختن خشت خام در کوره تهیه می شوند. رس در خشت خام، دانه های ماسه را به یکدیگر می چسباند و فضای خالی اسکلت بندی ماسه ای خشت را پر می کند. مقدار زیاد رس در خشت خام باعث توپیر و سنگین شدن آن و ایجاد ترک های موئی در بدنه می گردد و پس از پخت، استحکام آجر را کاهش می دهد. از این رو برای داشتن آجر مرغوب در صورتی که مقدار ماسه خاک کم باشد، باید مقداری ماسه بین 10 تا 15 درصد به خاک رس اضافه نمود. البته اگر بیش از حد مجاز ماسه در ترکیب خاک رس آجری وجود داشته باشد، از چسبندگی گل خشت خام کاسته شده و خاک را کم مایه می کند.

مواد اولیه اصلی که برای سیمان سازی بکار می رود باید دارای نسبت های معین از ترکیبات CaO ، SiO_2 ، Al_2O_3 و Fe_2O_3 باشند. هر گونه موادی که بتوانند تأمین کننده ترکیبات فوق بوده و فاقد مواد مضره باشند، می توانند بعنوان ماده اولیه سیمان بکار روند. خاک رس می تواند تأمین کننده سیلیس و آلومین و بخشی از اکسید آهن مورد نیاز سیمان باشد و بعنوان یکی از مهم ترین مواد اولیه برای تولید سیمان مدنظر قرار گیرد.

فصل دوم

مارن

1-2 تعریف و کاربرد مارن

مارن ها بطور کلی سنگ ها یا خاک هائی با اختلاطی از خاک رس و گرد سنگ آهک هستند که معمولاً بین 35 تا 65 درصد آهک و بقیه از رس تشکیل شده اند. بدلیل همراه داشتن ناخالصی های ترکیبات آهن دار و مواد آلی و سایر عناصر موجود، به رنگ های خاکستری، خاکستری مایل به سبز تا سبز، بنفش، قرمز، قرمز مایل به قهوه ای و ظاهر می شوند.

وجود کانی های رسی نظیر ایلیت و مونت موریلونیت و ... در ترکیب مارن ها باعث گردیده تا برخی از خواص رسها را داشته باشند و ترکیبات ایده آلی در تهیه آجر و سیمان پرتلند محسوب گردند.

مارن ها براساس نسبت اختلاط رس و آهک تقسیم بندی می شوند و بر همین اساس کاربردهای مختلفی را در صنعت دارند. جدول 1-2 تقسیم بندی مارن ها یا ترکیبات حاصل از مخلوط شدن رس - آهک و کاربردهای آنها را نشان می دهد.

امروزه عمده ترین کاربرد مارن در تأمین مواد اولیه تولید سیمان و آجر است. مارن تأمین شده ترکیبات CaO ، SiO_2 و Al_2O_3 در فرآیند تولید سیمان پرتلند است. بطوریکه یک آهک مارنی که نسبت اکسیدی کلسیم، سیلیسیم و آلومینیوم و آهن آن نزدیک به نسبت های معین مورد نظر باشد برای تهیه سیمان، ایده آل محسوب می گردد. اصطلاحاً به چنین سنگی مخلوط طبیعی یا سیمان طبیعی گفته می شود.

همچنین امروز از ماده معدنی مارن به دلیل فراوانی آن در طبیعت، سهولت بهره برداری، عدم نیاز به تخریب و استخراج زمین های کشاورزی، دشت ها و ... در تولید آجر معمولی و ماشینی استفاده می گردد.

جدول 1-2 طبقه بندی مخلوط های رس و آهک، بخش فوقانی طبقه بندی سنگ شناسی و بخش تحتانی طبقه بندی براساس مصارف صنعتی است.

درصد کربنات				95	85	75	65	35	25	15	5	
سنگ آهک	«خالص»	سنگ آهک	مارنی	مارن-آهک	مارن آهکی	مارن	مارن رسی	مارن-رسی	رس	رس-مارنی	رس	«خالص»
5	15	25	35	65	75	85	95	درصد رس	75	90		
10	25	30	40									
آهک سفید	آهک آبی	آهک سیمان	آهک رومی	سیمان	پرتلند	پشمی	خاک آجر	خاک نسوز				
90	75	70	60	درصد کربنات				25	10			

2-2 کاربرد مارن در صنایع تولید آجر

علاوه بر خاک رس دشت ها و کوهپایه ها، منابع رس و مارن در سازندهای مختلف زمین

شناسی نیز برای تولید آجر رسی بکار می روند. برخی از این سازندها عبارتند از:

- بخش هایی از مارن های سازند آغاچاری و میشان

- سازندهای شیلی و همچنین اسلیت ها و شیست های دگرگون که در ایران از گسترش

وسیعتری برخوردارند. لایه های مارنی سازندهای جوان زمین شناسی از جمله افق های مارنی

سازند آغاچاری و میشان در صورتیکه میزان آهک و مواد مضر موجود در آنها در حد مجاز و قابل قبول باشد می تواند جهت تولید آجر معمولی و سفال بکار رود. این سایزهای مارنی در اغلب نقاط کشور وجود دارد و بخصوص در مناطقی که زمین های کشاورزی دشت های آن از ارزش بالایی برخوردارند و یا خاک های رسی آن دارای مواد مضر بالایی هستند، مانند دشت خوزستان که در برخی مناطق آجرهای تولیدی از خاک آن به دلیل همراه داشتن املاح شوره می زنند و از استحکام آجرها می کاهند، بهره برداری از آنها باید مورد توجه قرار گیرد. منابع شناخته شده مارنی در کشور فراوان است ولی همه آنها برای تولید آجر مناسب نمی باشند. در برخی موارد میزان آهک آنها بیش از حد مجاز است و یا در اغلب موارد درصد دانه های ماسه ای سازندهای مارنی برای تولید آجر کافی نیست و اغلب باید به میزانی ماسه یا سیلت بعنوان ماده تصحیح کننده به آن اضافه نمود.

استفاده از مارن سازندهای فوق نیازی به آسیاب کردن ندارد زیرا بعد از استخراج و جذب آب در مدت زمان کمی به شکل گل نرمی تبدیل می شوند.

با توجه به اینکه کاربرد این مارن ها در تولید آجر مستلزم داشتن ویژگی های شیمیائی و فیزیکی مناسب و مجاز است و هر نوع مارنی قابلیت کاربرد در صنایع آجر را ندارد و همچنین با در نظر گرفتن پیشرفت و تنوع صنایع مورد استفاده از خاک های مزبور، پی جویی و اکتشاف مارن با ذخیره و کیفیت مناسب برای کاربرد در صنایع آجر و همچنین صنایع شناخته شده در آینده الزامی است.

در حال حاضر در استان خوزستان و استان های همجوار، چندین کارخانه آجر که ماده اولیه آنها از افق مارنی سازندهای آجاجاری یا میشان تأمین می گردد وجود دارد. کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت (گیلارو سیتان - سابق) با ظرفیت اسمی یکصد هزار آجر در روز در شهرستان شوشتر در مسیر جاده شوشتر - مسجد سلیمان واقع است و به میزان 80 درصد از مارن های قرمز رنگ سازند آجاجاری و 20 درصد از خاک های سیلتی و ماسه ای مجاور کارخانه استفاده می کند. کارخانه آجر دژ واقع در بخش وهذز شهرستان ایذه که به تازگی شروع به کار نموده و محصولات آن از نوع آجر سفال درجه 1، بلوک سقفی و تیغه است برای تأمین مواد اولیه خود از ذخایر مارن سازند میشان استفاده می کند.

فصل سوم

أجر

1-3 تعریف آجر

آجر فرآورده اسلیت مصنوعی است که از پختن خشت خام خشک شده بدست می آید. خشت، گلی است مخلوط ورزیده آب و خاک که به شکل هندسی داده شده است. جهت تهیه گل، آب را در داخل خاک می ریزند و بعد از مخلوط نمودن آنرا مالش می دهند بطوریکه دانه های خاک با آب مخلوط شود. مواد خارجی و زائد نظیر سنگ ریزه، ریشه های گیاهان و ... نبایستی در گلی که برای تولید خشت بکار می رود وجود داشته باشد و همچنین از نظر فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی ویژگی های خاصی را بایستی دارا باشد.

2-3 ویژگی های خاک آجر

دو دسته از ویژگی ها و خواص اصلی که در تولید آجر مرغوب تأثیر گذارند، عبارتند از:

الف- ویژگی های شیمیایی خاک ب- ویژگی های فیزیکی خاک

1-2-3 ویژگی های شیمیایی خاک

بطور کلی در آزمایشگاه اکسیدها و عناصر و مواد زیر اندازه گیری می شوند:

رس Al_2O_3 ، سیلیس SiO_2 ، آهک CaO ، اکسید آهن Fe_2O_3 ، اکسید منیزیم

MgO ، اکسید های سدیم و پتاسیم Na_2O و K_2O کلورهای محلول در آب و سولفاتها.

وجود هر یک از عناصر و ترکیبات فوق با مقادیر مجاز می تواند نقش مؤثری در بالا بردن

کیفیت آجر تولیدی داشته باشد. همچنین برخی از این ترکیبات ناخالص محسوب شده و وجود

آنها بیش از مقدار قابل قبول می تواند از کیفیت آجر بکاهد. در ادامه به تشریح هر یک از این عناصر و ترکیبات و مقادیر مجاز آنها خواهیم پرداخت:

- اکسید آلومینیوم (Al_2O_3)

مقدار مناسب Al_2O_3 موجود در خاک برای تهیه آجر باید نزدیک به $\frac{1}{6}$ وزن خاک باشد. هرگاه مقدار Al_2O_3 در خاک بیش از این مقدار باشد، آجر توپر می شود و هنگام خشک شدن، ترک موئی در آن ایجاد می شود و در هنگام پخت آجر می شکنند. برای تولید آجر ماشینی مرغوب حداکثر مقدار مجاز Al_2O_3 در خاک 17 درصد و حداقل مقدار مجاز آن 12 درصد است. خاک با مقادیر کمتر Al_2O_3 تا حداقل 10 درصد برای تولید آجرهای نامرغوب (آجر ساختمانی) استفاده می شود.

- آهک (CaO)

بیشترین نوع کربنات ها در خاک رس بصورت کلسیت می باشد که اگر کلسیت بصورت ریزدانه باشد (توزیع دانه بندی خاک در اینجا اهمیت می یابد)، بطور یکنواخت در خاک توزیع شود. با مینرالهای دیگر نظیر کانی های رسی، کلریت، میکاها و کوارتز واکنش داده و ایجاد سیلیکات کلسیم را می نماید که این فرآیند باعث افزایش استحکام بدنه در دمای پخت بالای 1000 تا 1050 درجه سانتی گراد می شود. محدوده پخت بسیار کوتاه است و بنابراین در دمای کمی بالاتر، بدنه ذوب می گردد. که بدنه آجر با استحکام بالا وقتی حاصل می شود که مقادیر کافی سیلیکات های کلسیم در دمای بیش از 950 درجه سانتی گراد ایجاد شوند. این میزان همچنین به زمان نگهداری در دمای بالا (Soaking time) بستگی دارد.

مقدار آهک (کربنات کلسیم) تا میزان 30 درصد وزنی بصورت گرد سنگ آهک در خاک لازم و جایز است و به آجر آسیب نمی رساند و آجر را به هنگام پخت سفید رنگ می کند. اگر گرد سنگ آهک در آجر زیاد باشد، در حرارت های بالا در کوره نقش گداز آور (Flax) دارد و نقطه ذوب خاک رس را کاهش داده، باعث قمیری شدن و از شکل افتادن آجر می گردد. همچنین افزایش مقدار CaO در خاک ممکن است باعث افزایش تخلخل و جذب آب و کاهش انقباض پخت و دانسیته بالک بدنه و در نتیجه کاهش استحکام و مقاومت فشاری کلسیت گردد به گونه ای که در فرآیند پخت بطور کامل تبدیل به سیلیکات های کلسیم می گردد و هیدراسیون و کربنیزه شدن در بدنه منجر به افزایش حجم شده که این باعث کاهش استحکام قطعه پخته شده می گردد.

اگر سنگ آهک در خاک بصورت درشت دانه باشد، هنگام پختن آجر می پزد و به آهک زنده (CaO) تبدیل می شود و آهک موجود در آجر بعدها با جذب آب ملات یا آبران شکفته می شود و آجر را می ترکاند. پدیده اخیر را آلوک کردن آجر گویند. بصورتیکه میزان CaO خاک آجر از 15 درصد بیشتر باشد. برای جلوگیری از متلاشی شدن آجر در اثر شکفته شدن آهک باید خاک آجر را از الک 20 مش (85٪ میلی متر) گذراند.

مقدار CaO در خاک تا ماکزیمم 17 درصد برای تهیه آجر ماشینی برای مصارف روکار ساختمان و مواردی که مقاومت زیاد آجر لازم است، مجاز می باشد. خاک های با 20٪ CaO نیز در نواحی خشک در صورتیکه خاک مناسبتری موجود نباشد و خصوصیات فیزیکی آن قابل قبول باشد، می تواند جهت تولید آجر ماشینی بکار رود. این آجرها جهت مصارف توکار ساختمان یا ساختمان های کم طبقه مناسب است.

- سیلیس (SiO_2) و ماسه

سیلیس در ترکیب کلیه سیلیکات ها وجود دارد و از لحاظ فراوانی مهمترین عنصر تشکیل دهنده پوسته جامد زمین (لیتوسفر) می باشد.

کوارتز یا ماسه در پخت رس های عاری از آهک به عنوان یک پرکننده (Filler) برای بدنه سرامیکی عمل می کند و به ندرت با کانی های رسی وارد واکنش می گردد. در این حالت اگر مقدار کوارتز بیش از حد مجاز باشد، استحکام فشاری بدنه و در نتیجه مقاومت فشاری محصول نهایی را کاهش می دهد. زیرا کوارتز بعلت تغییر فاز از β به α در 573°C با تغییر حجم قابل توجهی همراه است و در این حالت ذرات سیلیسی با بالا رفتن دما، دائماً افزایش حجم می یابند و با جمع شدن یکنواخت خشت هنگام پخت هماهنگی ندارد و در بدنه آجر، دور دانه های سیلیسی آزاد ترک های موئی ایجاد می شود که اگر مقدار ترک ها زیاد باشد موجب تردی و پوکی آجر می شود و از مقاومت آن می کاهد و در بدنه های سرامیکی موجب ایجاد ترک در بدنه می گردد. البته در رس های غنی از آهک که در تولید آجر بکار می روند نظیر مارن ها، وجود کوارتز یا ذرات سیلیس آزاد به عنوان عاملی جهت استحکام بدنه است، زیرا در طی فرآیند پخت در دمای بالاتر از 900°C ، سیلیکات های کلسیم پایدار تشکیل می شوند و سبب بالا رفتن مقاومت بدنه می گردند.

میزان اکسید سیلیسیم قابل قبول در ترکیب خاک طبق استاندارد شماره 861 استاندارد ملی ایران 40 تا 60 درصد است. در صورتیکه میزان سیلیس (SiO_2) کمتر از حد مجاز باشد در بخش فرآوری آجر، باید به مقدار مورد لزوم ماسه سیلیسی اضافه شود.

سیلیس آزاد بصورت ذرات ماسه، استخوان بندی خشت خام را تشکیل می دهد و از ترک برداشتن خشت خام قبل از پخت می کاهد. لذا برای داشتن آجر مرغوب در صورتی که مقدار ماسه خاک کم باشد بایستی مقداری ماسه بین 10 تا 15 درصد به خاک رس اضافه نمود. اگر خاک رس بیش از حد مجاز ماسه سیلیسی داشته باشد از چسبندگی خاک کاسته شده و خاک را کم مایه می کند.

- سولفات ها

سولفات ها مانند گچ در دمای 100 تا 300 درجه پخته شده و آب شیمیایی خود را از دست می دهند و به سولفات کلسیم (CaSO_4) تبدیل می شوند و در گرمای زیاد کوره به CaO,SO_3 تجزیه می شوند. CaO مانند گرد سنگ آهک پخته عمل می کند و بر اثر شکفته شدن باعث ترکیدن آجر می گردد و انیدرید سولفوریک (SO_3) در صورت باقی ماندن در حفره های آجر با جذب آب به اسید سولفوریک (H_2SO_4) تبدیل و به آجر آسیب می رساند. سنگ گچ در خاک آجر تا 2/5 درصد وزنش پذیرفته است. همچنین سولفات زیاد در آجر باعث سفیدک زدن آن پس از مصرف می شود. سولفات کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم کم و بیش در رس ها وجود دارند و به دلیل جذب آب توسط این سولفات ها، باعث سفیدک زدن آجر می گردند.

مقدار مجاز سولفات ها در خاک آجر جهت تولید آجر ماشینی مهندسی مرغوب (درجه 1 و 2 و 3) و برای آجرهای نما و معمولی برای مصرف روکار طبق استاندارد شماره 7 ایران (1375) 6 درصد (برای آجرهای توکار الزامی ندارد) و حد مجاز انیدرید سولفوریک (SO_3) حداکثر 0/5 درصد است. اگر مقادیر SO_3 بیشتر باشد جهت مصارف توکار بعنوان آجر نامرغوب تهیه می شود.

- کلورورها

وجود کلورورها نظیر کلوروسدیم (NaCl) و کلور پتاسیم (KCl) به دلیل محلول بودن در آب باعث سفیدک زدن آجر می شود و در صورت تماس دائم این آجرها با آب، به تدریج آجر را پوک می کند و مقاومت آن را کم می سازد.

حد مجاز کلوروها در خاک برای تولید آجر ماشینی روکار ماکزیمم 0/6 درصد است. خاک با مقادیر بیشتر کلوروها در مصارف تولید آجر توکار مورد استفاده قرار می گیرد.

- اکسید آهن

مقدار زیاد اکسید آهن در آجر نقش گدازآور دارد (در گرمای بیش از 1000 درجه سانتی گراد) و باعث قمیری شدن و از شکل افتادن آجر می گردد. مقدار اکسید آهن تا 5 درصد وزن خاک موجب سرخی رنگ آجر می شود. در گرمای کم کوره، آجر نیم پز شده و آهن به FeO تبدیل شده و رنگ آجر کبود و چرک می شود.

سولفور آهن موجود در خاک در فرآیند پخت به اکسید آهن و SO_3 تبدیل می شود و SO_3 سبب تشکیل سولفات های مختلف در آجر می گردد (با عناصری چون MgO ، Na_2O ، CaO و K_2O ترکیب شده و سولفات این عناصر را می دهد) و آجر پس از مصرف سفیدک می زند.

- اکسید منیزیم

مقدار اکسید منیزیم حداکثر تا 4 درصد مجاز است.

- افت حرارتی (L.O.I)

افت وزن آجر در اثر سرخ شدن در 1000 درجه حداکثر تا 16 درصد قابل قبول است. قسمتی از افت وزن حرارتی آجر در طی فرآیند پخت ممکن است ناشی از سوختن مواد آلی و گیاهان موجود در خشت خام باشد. در این حالت، محل آنها در آجر خالی می ماند و آجر پوک می شود.

2-2-3 ویژگی های فیزیکی خاک

الف- دانه بندی خاک (Granulometry)

میزان باقیمانده خاک مناسب آجر روی الک 149 میکرون (100 مش) حداکثر باید 7/5 درصد وزنی باشد.

خاصیت چسبندگی خاک رس به دلیل دانه ریزی و شکل دانه های آن است. تماس ذرات رسی با اشکال پولکی صفحه ای، نواری، سوزنی و غیره با همدیگر معمولاً در یک سطح صورت می گیرد، در حالیکه دانه های درشت تر از 63 میکرون ($\frac{1}{16}$ میلی متر) کروی هستند و تماس شان با یکدیگر نقطه ای است. از طرف دیگر اگر مقدار بخش ریزدانه خاک (ذرات کوچکتر از 2 میکرون) از 20 تا 30 درصد تجاوز کند برای آجر مناسب نیست و آجر ترک بر می دارد. برای تولید آجر مرغوب در صورتیکه مقدار ماسه خاک کم باشد (ذرات با ابعاد بزرگتر از 63 میکرون)، باید به میزانی مناسب ماسه بین 10 تا 15 درصد به خاک اضافه نمود.

ب- حدود اتربرگ (Atterbarg)

- حد مایع یا حد حالت شلی (LL)

این حد، دو حالت روانی و قمیری را از هم مجزا می نماید. میزان رطوبت موجود در خاکی که اگر مقدار بسیار کمی آب به آن اضافه شود، همچون مایعات روان می شود یا به عبارتی دیگر حداکثر مقدار آبی که یک خاک در حالت قمیری می تواند داشته باشد.

در حالت مایع یا روانی خاک، همبستگی بین ذرات خاک بسیار ناچیز است و دانه ها مستقل از یکدیگر بوده و قابلیت تحرک زیادی دارند.

- حد حالت قمیری یا درصد آب پلاستیسیته (PL)

میزان رطوبت خاک که اگر آن رطوبت را از خاک بگیرند، حالت قمیری را از دست می دهد و شکننده می شود. به عبارت دیگر، میزان رطوبت حداقل یک خاک در حالت قمیری است.

در حالت قمیری یا پلاستیکی در مقایسه با حالت روانی خاک، دانه های خاک نسبت به هم نزدیک تر هستند و همبستگی بین ذرات بیشتر است. حالت قمیری ناشی از نیروهای کششی حاصل از آب جذب شده می باشد و در این حالت خاک تحت بارهای کم تغییر شکل می دهد ولی از هم نمی گسلد.

- نشانه یا شاخص حالت قمیری (IP)

شاخص قمیری یا اندکس پلاستیسیته عبارتست از تفاوت مقدار حد مایع با حد حالت قمیری:

$IP=IL-PL$ ، طبق استاندارد آمریکایی در صنعت آجر، شاخص حالت قمیری (IP) در خاک

مورد مصرف باید بالای 7 باشد.

در صورتیکه شاخص حالت قمیری کوچکتر از 7 باشد، خاک رس موجود در نمونه کم است و در نتیجه چسبندگی کم می شود. خاک مزبور جهت ساخت آجر مناسب نیست.

ج- انقباض آجر

- انقباض در اثر خشک شدن

میزان انقباض خشت خام پس از خشک شدن برای تعیین ابعاد استاندارد قالب خشت استفاده می شود.

- انقباض در اثر پخت

میزان انقباض خشت خام پس از پخت در کوره را شامل می شود. انقباض با بالا رفتن دما افزایش می یابد. هر چه ذرات ماده اولیه کوچکتر باشند، میزان انقباض بیشتر است. مقادیر زیاد مواد نسوز مانند آلومینا و کائولینیت انقباض پخت را کاهش می دهد. افزودن کائولینیت به خاک آجرپزی، مدت جمع شدگی را طولانی و در دمای جمع شدگی (انقباض) را به محدوده بالاتری منتقل می کند که این در پخت مطلوب است و افزودن کائولن به خاک، کاهش تغییر شکل احتمالی و انقباض را در تولید آجرها به همراه دارد و مقادیر زیاد مواد گدازآور (Flax) مانند میکا و فلدسپات، انقباض را افزایش خواهد داد.

کلسیت تأثیر عمده ای در انقباض پخت و دانسیته بالک بدنه در نتیجه مقاومت در برابر سرمازدگی دارد. کلسیت بطور قابل ملاحظه ای انقباض پخت و نیز دانسیته بالک بدنه را کاهش می دهد و بنابراین جذب آب و تخلخل را افزایش می دهد.

- انقباض کلی نسبت به قالب اولیه

انقباض کلی آجر شامل مجموع انقباض در اثر خشک شدن و انقباض پخت است.

د- مقاومت فشاری یا استحکام

مقاومت فشاری خشت خشک باید بالاتر از 15 کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد.

مقاومت فشاری آجر به مواد اولیه و روش تولید بستگی دارد بطوریکه مقاومت فشاری آجرها

از 50 تا 500 کیلوگرم بر سانتی متر مربع تغییر می کند. حد استاندارد مقاومت فشاری برای آجر

حداقل 80 کیلوگرم بر سانتی متر مربع (ساختمان سه طبقه به بالا) است. البته آجرهایی که جهت

ساختمان های معمولی کم طبقه مصرف می شوند مقاومت های کمتر حتی تا 30 کیلوگرم بر سانتی

متر مربع (برای ساختمان یک طبقه) نیز قابل قبولند. حداقل مقاومت فشاری انواع مختلف آجرها

براساس نوع مصرف در جدول 1-3 ارائه شده است.

مقاومت گسیختگی (Transvers Strength) آجر عبارتست از مقاومت آجر وقتی که

بصورت یک تیر که بر روی دو تکیه گاه جانبی قرار گرفته است. مقاومت گسیختگی آجر را

ضریب پارگی (Moduls of Rufture) نیز می گویند.

جدول 1-3 حداقل مقاومت فشاری انواع مختلف آجرها براساس نوع مصرف

حداقل مقاومت فشاری $\left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$	نوع آجر	
350	درجه 1	آجر مهندسی مرغوب
250	درجه 2	
150	درجه 3	
120	درجه 1 (کیفیت ویژه)	آجر نما
100	درجه 2 (معمولی)	
60	آجر معمولی (توکار)	

مقاومت گسیختگی آجر نیز از 200 - 20 کیلوگرم بر سانتی متر مربع تغییر می کند. مقاومت

کششی آجر حدود 40 - 30 درصد مقاومت گسیختگی است. مقاومت برشی نیز حدود 40 - 30

درصد مقاومت فشاری می باشد.

هـ- جذب آب آجر

میزان جذب آب آجر را برحسب وزن آب جذب شده نسبت به آجر خشک گویند. آب در

فضای خالی آجر پخته و خشک جای می گیرد و نقش بسیار عمده ای در آجر کاری و در عمل با

ملات دارد. معمولاً حداکثر مقاومت چسبندگی آجر و ملات زمانی بدست می آید که میزان جذب آب آجر حدود 20 گرم در دقیقه باشد. چنانچه میزان جذب آب آجر بیش از این مقدار باشد، باید حتماً آجر را قبل از استفاده در آب غوطه ور نمود (زنجاب کردن).

ماکزیمم مقدار جذب آب آجر براساس استاندارد شماره 7 ایران برای انواع مختلف آجر در جدول 2-3 آورده شده است.

بطور کلی آجر نباید کمتر از 8 درصد و بیش از 20 درصد جذب آب نماید. البته اصولاً مقدار جذب آب آجرهای توکار الزامی ندارد.

یکی از عوامل مؤثر در جذب آب و تخلخل، میزان کلسیت موجود در خاک می باشد. زیرا کلسیت بطور قابل ملاحظه ای انقباض پخت و نیز دانسیته بالک بدنه را کاهش می دهد و در نتیجه میزان جذب آب و تخلخل افزایش می یابد.

جدول 2-3 ماکزیمم مقدار جذب آب براساس استاندارد شماره 7 ایران برای انواع مختلف آجر

حداکثر درصد وزنی جذب آب	نوع آجر	
15	درجه 1	آجر مهندسی مرغوب
16	درجه 2	
18	درجه 3	
20	درجه 1 (کیفیت ویژه)	آجر نما
23	درجه 2 (معمولی)	
28	آجر معمولی (توکار)	

داشتن مقدار معینی تخلخل در آجرهای ساختمانی معمولی الزامی است زیرا عایق حرارتی می شوند و نیز پیوند بین آجر و ملات را تقویت می کند. در صورتیکه میزان تخلخل و در نتیجه جذب آب بالا باشد، آجر آب ملات را به مقدار زیادی جذب می کند و اتصال بین آجر و ملات برقرار نمی شود و اگر میزان تخلخل و در نتیجه جذب آب آجر پایین باشد، اتصال بین آجر و ملات ضعیف می گردد و نفوذ ملات به داخل خلل و فرج آجر کمتر است.

و- درجه حرارت پخت آجر

فرآیند خشک شدن خشت گلی، کاملاً فیزیکی محسوب می گردد ولی پروسه پختن آجر، ترکیب کانی شناسی را تغییر می دهد. در فرآیند پخت آجر، فازهای کانی های جدیدی تشکیل می شود و فازهای مایع بوجود می آید که پس از سرد شدن فازهای شیشه ای را پدید می آورند. نوع و محدوده این تغییرات کانی شناسی به مجموعه کانی ها، توزیع اندازه دانه ها، ترکیب شیمیایی مواد خام، سرعت پخت، دمای پخت، مدت زمان باقی ماندن در دمای بالا و همچنین شکل آجر (تو خالی، پر، ...) اتمسفر کوره و فشار بخار آب بستگی دارد. در فرآیندهای بیشتر شدن، در حالت نهائی پس از رسیدن به یک تعادل جدید به تبلور دوباره منتهی می گردند. معمولاً در فرآیند پخت آجر به این حالت نهایی نمی رسیم، چون خصوصیات مورد نیاز آجر قبل از بیشتر شدن کامل بدست می آید. دمای پختی که در آن تغییرات شروع می شود به توزیع اندازه دانه ها و ترکیب کانی شناسی هر خاک بستگی دارد و معمولاً در حرارت بین 900 تا 1200 درجه سانتی گراد آجر پخته می شود.

ز- رنگ پخت آجر

رنگ آجر بستگی به ترکیب شیمیایی خاک رس و آتش کوره دارد. با کنترل میزان حرارت ناشی از کوره می توان رنگ دلخواه را در آجر ایجاد نمود. خاک رس هایی که مقدار کافی آهن داشته باشند، اگر با آتش زیاد پخته شود رنگ آجر قرمز می شود، ولی اگر مقدار هوای احتراق را کم کنند رنگ آجر ارغوانی کمرنگ می شود. همین آجر اگر کم پخته شود، رنگ عنابی روشن به خود می گیرد و چنانچه این آجر بیش از حد حرارت ببیند رنگ آجر قرمز تیره خواهد شد.

ح- قابلیت شوره زدن

در فرآیند تولید آجرها و سرامیک های زمخت، نمک های محلول می توانند مشکلاتی از جمله ایجاد شوره در بدنه آجر و نیز تغییر شکل فرآورده را به همراه داشته باشند. از جمله سولفات ها معمولاً در برابر درجه حرارت بطور نسبی مقاومت بیشتری نسبت به کربنات ها دارند. بعنوان مثال سولفات کلسیم موجود در بدنه آجرها تا حرارت 1300 - 1200 درجه سانتی گراد تجزیه نمی گردد. با توجه به حلالیت نسبی سولفات کلسیم در آب، سولفات موجود در بدنه بعد از پخت قطعه ممکن است در آب حل شود و پس از متبلور شدن در سطح فرآورده ایجاد شوره نماید.

قابلیت شوره زدگی آجرها براساس آزمایش شوره زدگی هیچ، کم، متوسط، زیاد و شدید بر اساس تعاریف زیر طبقه بندی می گردد.

در بررسی قابلیت شوره زدگی آجرها فقط یکی از سطوح آجر مورد آزمایش قرار گرفته و بقیه سطوح (5 سطح) عایق بندی و پوشیده می گردند.

- قابلیت شوره زدگی هیچ: بدون هیچگونه نشانه ای از شوره زدگی در سطح مورد

آزمایش

- قابلیت شوره زدگی کم: بیش از ده درصد از مساحت مورد بررسی آجر با لایه نازکی از

املاح پوشاننده نشد باشد.

- قابلیت شوره زدگی متوسط: لایه ضخیم تری از حالت کم تا 50 درصد از سطح فوقانی

را بپوشاند ولی همراه با پودر شدن یا ورقه ورقه شدن سطح فوقانی نباشد.

- قابلیت شوره زدگی زیاد: لایه ضخیمی از املاح 50 درصد یا بیشتر از مساحت سطح

فوقانی را بپوشاند ولی همراه با پودر شدن یا ورقه ورقه شدن سطح نباشد.

- قابلیت شوره زدگی شدید: لایه ضخیمی از املاح همراه با پودر شدن و یا ورقه ورقه

شدن بر روی سطح آجر ظاهر شود که در اثر تکرار جذب رطوبت مقدار آنها زیاد گردد.

ط- انبساط رطوبتی

بطور کلی انبساط رطوبتی عمدتاً ناشی از جذب آب بوسیله فاز شیشه ای موجود در بدنه های

پخته می باشد. اگر چه عمل جذب رطوبت بوسیله بدنه پخته شده از همان هنگام سرد شدن بدنه

ها آغاز می گردد ولی اثرات آن بعد از مدت زمان طولانی به عنوان مثال چند ماه و یا چند سال

ظاهر می گردد. ترک های موئی در قطع متخلخل بعد از گذشت سالیان دراز به همین دلیل است.

مهمترین عوامل مؤثر در انبساط رطوبتی عبارتند از: میزان تخلخل که وجود تخلخل به مفهوم نفوذ

بیشتر رطوبت به داخل بدنه و سطح تماس بیشتر فاز شیشه ای با رطوبت محیط می شود. ماهیت بدنه پخته شده و به عبارت دیگر مقدار فاز شیشه ای موجود در بدنه می باشد.

جدول 3-3 تعداد مجاز شوره زدگی براساس استاندارد شماره 7 ایران برای انواع آجرها

نوع آجر	حداکثر درصد وزنی جذب آب
آجر مهندسی مرغوب	درجه 1 نباید بیش از درجه کم باشد
	درجه 2 نباید بیش از درجه کم باشد
	درجه 3 نباید بیش از درجه کم باشد
آجر نما	درجه 1 (کیفیت ویژه) نباید بیش از درجه کم باشد
	درجه 2 (معمولی) نباید بیش از درجه متوسط باشد
آجر معمولی (توکار)	نباید بیش از درجه متوسط باشد

بطور خلاصه در صورت استفاده از Na_2O و K_2O مقدار زیادی فاز شیشه ای بوجود می آید و نهایتاً خطر انبساط رطوبتی به شدت افزایش می یابد. بنابراین آن دسته از قطعات سرامیکی متخلخل که به طور مداوم و دراز مدت در تماس با محیط های مرطوب (داخل ساختمان و بیرون آن) قرار می گیرند بایستی از انبساط رطوبتی اندکی برخوردار باشند. ایجاد مواد کریستالی آلومینوسیلیکات کلسیم و منیزیم به ازای فاز شیشه، اگر چه موجب افزایش تخلخل یا جذب آب می گردد اما میزان انبساط رطوبتی را کاهش می دهد.

3-3 انواع آجر

آجرها براساس برخی ویژگی ها نظیر نوع مصرف، روش تولید، کیفیت، شکل و ... دارای تقسیم بندی و نامگذاری متفاوت هستند که در ادامه این تقسیم بندی بصورت اجمالی تشریح خواهد گردید.

- انواع مختلف آجر از نظر نوع مصرف:

الف- آجر معمولی: آجرهایی هستند که برای کارهای عمومی ساختمان مناسب هستند. این نوع آجر ممکن است به روش دستی (فشاری) یا ماشینی تولید شده باشد.

ب- آجر نما: به طریقه خاصی ساخته می شود تا هنگام مصرف در ساختمان بدون نیاز به اندودکاری یا روکش های دیگر، خود دارای ظاهر جالبی باشد. این نوع آجر نیز ممکن است به روش های ماشینی، پرسی و یا دستی (قزاقی) تولید شده باشد.

ج- آجر مهندسی مرغوب: این آجر دارای حجمی متراکم، پرقدرت و نیمه شیشه ای بوده و عمدتاً در سازه های با قدرت تحمل بار زیاد بکار برده می شود (دیواره تونل های راه آهن، کانال های آبرسانی و ...). این نوع آجر منحصرأ به روش ماشینی تولید می گردد و برحسب میزان مقاومت و جذب آب به سه درجه تقسیم می شود. آجر مهندسی مرغوب باید تا حد امکان متراکم و غیر متخلخل باشد.

- انواع آجر از نظر کیفیت:

الف- آجر با کیفیت مناسب: این نوع آجر فقط برای مصارف داخلی ساختمان (تو کار) مناسب می باشد.

ب- آجر با کیفیت معمولی: این نوع آجر دارای دوامی کمتر از آجرهای با کیفیت ویژه بوده ولیکن معمولاً در نماهای خارجی ساختمان دوام کافی خواهد داشت.

ج- آجر با کیفیت ویژه: این نوع آجر حتی در شرایط محیطی بسیار نامناسب که ممکن است سازه با آب اشباع شود و سپس یخ بزند، مانند دیواره های حائل کانال های فاضلاب، فرش پیاده روها و غیره نیز دارای دوام کافی خواهد بود.

- انواع آجر از نظر شکل:

الف- آجر توپر: در این نوع آجر حجم سوراخ ها از 25 درصد آجر (یا در حالت آجرهای پرسی حجم فرورفتگی از 20 درصد آجر) تجاوز نمی کند. در این نوع آجر سوراخ ها کاملاً یا تقریباً از میان آجر عبور می کنند.

ب- آجر سوراخدار: در این نوع آجر حجم سوراخ هائی که از میان آجر می گذرد از 25 درصد حجم آجر بیشتر است.

ج- آجر توخالی: در آجر تو خالی حجم سوراخ هایی که از میان آجر عبور می کنند از 25 درصد حجم آن بیشتر است و هیچ محدودیتی در ابعاد سوراخ ها وجود ندارد.

د- آجر متخلخل: آجر متخلخل، آجری است که در آن حجم منافذ (سوراخ های بسته شده در یک انتها) بیش از 20٪ حجم آجر باشد.

آجرهای متخلخل معمولاً با روش های پرسی تولید می شوند و آجرهای سوراخدار و توخالی با روش برون رونده (دکسترودر) ساخته می شوند.

ه- آجر با شکل مخصوص: دارای شکل هندسی به غیر از مکعب مستطیل معمولی هستند.

- انواع آجر از نظر روش تولید:

الف- آجر دستی: آجر دستی به شکل مکعب مستطیل تولید می شود و از انواع رایج آن می توان آجر فشاری، آجر قزاقی و آجر نما را نام برد.

ب- آجر نیمه ماشینی: در این روش خشت خام با ماشین تولید شده و بقیه مراحل مشابه روش دستی است.

ج- آجر ماشینی: آجر ماشینی باشکال مختلف جهت مصارف گوناگون از قبیل نما، مصارف عمومی، بلوک دیوار جدا کننده، بلوک سقفی و ... تولید می گردد.

3-4 ابعاد و شکل ظاهری آجر

غالباً آجر به هنگام خشک کردن و پختن حدود $4/5$ تا 15 درصد منقبض می شود. میزان انقباض به ترکیب و نوع خاک رس، تخلخل، مقدار آب لازم برای گل سازی و میزان آتش لازم در کوره دارد و در نتیجه ارائه یک اندازه مشخص و معین برای آجرها تقریباً غیر ممکن است و غالباً یک تفاوت نسبی در ابعاد و اندازه آجرها پذیرفته شده است و به ندرت می توان در آجر با ابعاد و اندازه کاملاً برابر تولید نمود.

علاوه بر این، اندازه و ابعاد آجر بستگی به نوع کاربرد و مواد اولیه دارد. در ایران باستان آجر را با ابعاد حدود $5 \times 20 \times 20$ سانتی متر می ساخته اند. آجر قزاقی که در ساختمان قزاق خانه ها بکار می رفت دارای ابعاد $5 \times 10 \times 20$ سانتی متر بود و به نام آجر قزاقی معروف بودند. امروزه

در ایران انواع آجر و سفال با ابعاد و اندازه های گوناگون برای دیواره های باربر، دیوارنما و بلوک های سفالی مخصوص بتن ریزی، تیغه چینی و غیره ساخته و تولید می شود.

ابعاد برخی از انواع آجرها براساس نوع مصرف و کیفیت در جدول 3-4 آورده شده است.

جنس آجر و کیفیت سطح خارجی آن بستگی به نوع تولید دارد. در کوره های دستی که خشت را با دست می زنند تخلخل آجر بالا است و لذا سطح آن ناصاف و ضمناً زبر و خشن می باشد و جذب آب آن نیز بالا می باشد. اما در آجرهای ماشینی بخصوص در آجرهایی که به روش برون رونده (dextruder) یا اصطلاحاً چرخ گوشتی تولید می شود، به علت فشار رانش گل و خروج هوای آن و صاف بودن سطح قالب، سطح آجر صاف و با تخلخل کم تولید می شود.

جدول 3-4 ابعاد برخی از انواع آجرها براساس نوع مصرف و کیفیت

ارتفاع	عرض	طول	نوع آجر	
55 ± 1	10.5 ± 1	220 ± 2	آجر مهندسی مرغوب	
55 ± 1	10.5 ± 1	220 ± 2	ماشینی	آجرنما و معمولی 55 میلیمتری (کیفیت ویژه و معمولی)
$55 \pm 1/5$	$10.5 \pm 1/5$	220 ± 3	پرسی	
$55 \pm 1/5$	$10.5 \pm 1/5$	210 ± 3	دستی	
$55 \pm 1/5$	$10.5 \pm 1/5$	210 ± 3	ماشینی و نیمه ماشینی	آجر توکار (با کیفیت مناسب)
55 ± 2	$10.0 \pm 2/5$	210 ± 5	دستی - فشاری	

3-5 روش تولید آجر

مراحل تولید آجر عبارتند از:

الف- تأمین و انباشت مواد اولیه

ب- ساختن گل

ج- خشت زنی یا قالب گیری

د- خشک کردن خشت

ه- پختن آجر

و- خنک کردن آجر

در ادامه به تشریح هر یک از مراحل تولید آجر می پردازیم.

3-5-1 تأمین و انباشت مواد اولیه آجر

در ابتدا از خاک های مجاور کارخانه نمونه هایی برداشت و مورد آزمایش قرار می گیرد. بعد از دستیابی به نتایج مورد نظر در حیطه استانداردهای مواد اولیه و امکان کاربرد خاک ها انتخابی برای تولید آجر و با در نظر گرفتن میزان ذخیره خاک مورد نظر و بعد مسافت محل آن که کاملاً اقتصادی باشد، معادن آن مورد بهره برداری قرار می گیرد. بطور معمول در معادن خاک، خاک توسط بلدوزر دپو شده و سپس به وسیله لودر بارگیری و با کامیون تا حمل و کارخانه محل در انبار خاک دپو می گردد. چنانچه خاک بصورت کلوخه و سخت باشد، معمولاً توسط سنگ شکن (سنگ شکن فکی یا غلطکی) خرد می کنند و در ادامه ممکن است خردایش و نرمایش با سایر آسیابها انجام و بعد از پودر شدن به غربال رفته و در آنجا از ضایعات همراه خاک نظیر بقایای

گیاهی و ... جدا می گردد و از آنجا به انبار منتقل و انباشت می گردد. چنانچه یک نوع خاک اصلی مورد استفاده ویژگی های فیزیکی و شیمیایی کاملاً مطلوبی را برای آجر تولیدی نداشته باشد، از انواع خاک های دیگر و یا ماسه با نسبت معینی برای اختلاط با خاک پودر شده استفاده می گردد.

3-5-2 ساختن گل

در این مرحله خاک پودر شده با مقدار معینی آب به روش دستی یا در داخل مخلوط کن، (Mixer) مخلوط می شوند تا گل مناسب پدید آید. مقدار آب افزودنی به خاک بستگی به روش تولید خشت خام دارد و معمولاً به سه روش گل (اختلاط آب و خاک رس) می سازند:

الف- گل شل (خشت زنی سنتی)

ب- گل سفت (اکسترودر)

ج- خشت - فشاری (پرس خشک)

در روش تهیه گل شل که از قدیمی ترین روش های تهیه آجر است، خاک را با مقدار زیادی آب مخلوط می کنند (حدود 30 - 20 درصد وزنی). در کوره های سنتی ایران مقدار آب لازم براساس تجربه کوره پزها و خشت مالها بدست می آید و چون خشت زنی با نیروی دست انجام می شود لذا برای شل کردن گل و امکان بهتر قالب گیری (خشت زنی) از آب بیشتری استفاده می شود. لازم به ذکر است هر چه آب بیشتری به خاک زده شود، به همان نسبت انرژی و زمان بیشتری برای تولید آجر لازم خواهد بود.

در روش خشت زنی با گل سفت، فقط به میزانی آب به خاک زده می شود تا گل را به صورت قمیری و ماده پلاستیک در بیاورد (حدود 15 - 12 درصد وزنی). در روش نیمه خشک یا پرس خشک از کمترین مقدار آب به صورت رطوبت (حداکثر 7 درصد) استفاده می شود.

3-5-3 خشت زنی

روش های خشت زنی و تولید خشت خام عبارتند از:

الف- روش خشت زنی نسبی

ب- روش سیم برش قمیری

ج- روش قمیری سفت

د- روش نیمه خشک یا پرس خشک

در دو روش سیم برش قمیری و قمیری سفت، خاک مورد نظر همراه با مقدار کافی آب وارد مخلوط کن (Mixer) می شود تا میزان مورد نیاز برای قمیری بودن مخلوط بدست بیاید. جهت متراکم ساختن مخلوط قمیری از دستگاه ملات ساز (Pug mill) استفاده می شود. این دستگاه شامل یک استوانه بزرگ مارپیچی شکل است که ضمن جلو راندن گل، آنرا ورز داده و متراکم می کند تا تخلخل آن را کم و مقاومت آنرا افزایش دهد.

در روش سیم برش قمیری یا گل سفت، گل از دستگاه ملات ساز به دستگاه اکسترودر (Extruder) در خلاء هدایت می گردد. این دستگاه شبیه به چرخ گوشت است که در دستگاه دهانه خروجی به صورت مقطع قالب قرار دارد و گل سفت و متراکم به صورت یک ستون گل پیوسته یا شمش گل پیوسته به بیرون رانده می شود. این شمش گل توسط نوار نقاله از زیر یک

برنده اتوماتیک عبور می کند که ستون گل را به فواصل معین و ابعاد مورد نظر برش می دهد و خشت ها توسط نوار نقاله به سمت خشک کن و کوره برده می شوند.

در روش قمیری سفت که رطوبت گل آن کمتر از روش گل سفت بوده و عمدتاً مناسب خاک هایی از نوع سخت (شیلی) یا مقدار آهک بالا (مارنی) است. گل در این روش سفتی است که فقط تحت فشار بالا جریان می یابد. این قمیر از داخل ملات ساز با فشار وارد تعدادی قالب بر روی یک میز دوار می شود. سپس میز می چرخد تا به نقطه ای برسد که در آنجا پرس های مکانیکی، قمیر داخل قالب ها را تحت فشار قرار دهند. در مرحله بعدی چرخش خشت های شکل گرفته از داخل قالبها به بیرون رانده و از میز خارج می شوند. سپس خشت ها در داخل دستگاه دیگری برای بهبود پرداخت سطح آن مجدداً فشرده می شوند.

در روش نیمه خشک یا پرس خشک، خاک را باید بتوان بدون دارا بودن حالت قمیری به روش خشک آسیا نمود. البته خاک باید دارای آب آزاد کافی باشد.

در روش نیمه خشک یا پرس خشک، خاک فقط در حالتی که دارای آب آزاد کافی باشد و بدون اینکه با افزودن آب به حالت قمیری درآید، به روش خشک آسیا می شود و خاک مرطوب پودر شده در داخل قالب با دستگاه پرسی فشرده و تغییر شکل قمیری لازم صورت گرفته و خشت خام تولید می گردد. در این روش عمل خشت زنی، توسط فشار زیاد دستگاه پرس انجام می گردد.

3-5-4 خشک کردن خشت

خشت خامی که با هر یک از روش های خشت زنی تولید می گردد، زمانی که از قالب خارج می شود دارای حدود 30 - 7 درصد رطوبت است. از این رو به منظور ایجاد مقاومت و استحکام

اولیه در خشت خام و کاهش هزینه های تولید (مانند هزینه سوخت) خشت باید خشک شود. در فرآیند خشک کردن، آب داخل آن خشت از طریق فضاهای خالی و لوله های موئینه خارج می شود.

از آنجا که آجرها معمولاً دارای نسبت سطح به حجم کوچکی هستند و همچنین خشک شدن خشت خام همراه با انقباض آن می باشد لذا فرآیند خشک کردن با کندی و تأنی صورت می پذیرد تا ذرات آب کاملاً از آن خارج شده و از ایجاد ترک ها و انقباض سریع خشت جلوگیری شود. روش های مرسوم خشک کردن خشت خام عبارتند از:

الف- فضای باز یا سنتی: در روش سنتی، که به عنوان قدیمی ترین روش، خشت ها در روی زمین و در زیر آفتاب خشک می شوند.

ب- خشک کن اتافکی: آجرها در محفظه های مخصوص که با هوای داغ تغذیه می شوند، خشک می شوند.

ج- خشک کن تونلی: در خشک کن های تونلی، تونل طویلی که در طول آنها دما و رطوبت کنترل شده و پروانه هایی برای چرخش هوا تعبیه شده، خشک می شوند. گرمای خشک کن تونلی معمولاً از حرارت تلف شده کوره تأمین می شود.

در تولید آجرهای لعاب دار معمولاً بعد از خشک کردن آجر، سطح مورد نظر را با لعاب های سرامیکی اندود می کنند. سپس در مرحله پخت آجر، لعاب ذوب شده و در آجر نفوذ می کند و سطح آجر لعاب دار و یا شیشه ای می گردد.

3-5-5 پخت آجر

فرآیند پخت آجر شامل مراحل گرفتن آب خشت (آب فیزیکی)، آب تبلور (آب شیمیایی)، اکسیداسیون و شیشه ای شدن است. درجه حرارت پخت آجر و کنترل هر یک از اعمال فوق بستگی به نوع مواد و روش تولید و کوره بستگی دارد و معمولاً بین 900 تا 1200 درجه سانتی گراد است.

عمل تبخیر آب فیزیکی یا بین دانه ای آجر و خشک شدن آن تا دمای 204 درجه سانتی گراد خاتمه می یابد و از حرارت 150 تا 980 درجه سانتی گراد، آب شیمیایی یا آب تبلور خاک خارج می شود. اکسیداسیون و تبدیل و ایجاد آلومینوسیلیکات های جدید از حرارت 540 درجه آغاز و تا 980 درجه سانتی گراد ادامه می یابد. فاز شیشه ای در حرارت های 870 الی 1300 درجه سانتی گراد تشکیل می گردد.

فرآیند پخت و رخداد هر یک از واکنش های فوق همراه با انقباض آجر است و با بالا رفتن دما و تأثیر برخی عوامل دیگر، انقباض بدنه آجر افزایش می یابد. اندازه ریز ذرات ماده اولیه و مقادیر بالای مواد گدازآور مثل میکا و فلدسپات، انقباض را افزایش می دهد و مقادیر زیاد مواد نسوز مانند آلومینا و کائولینیت، انقباض را کاهش می دهند.

کوره های آجرپزی از نظر پارامترهای گوناگون، نظیر سیستم پخت، ترکیب شکل ها، شکل ساختمانی، هدف مورد نظر و یا روش انتقال حرارت به منطقه پخت تقسیم بندی می شوند. در ادامه به معرفی و تشریح انواع اصلی کوره های پخت آجرپزی می پردازیم:

الف- کوره های متناوب یا دوره ای:

در این نوع کوره ها هر دوره پخت شامل قرار دادن خشت های خام در کوره پخت، مسدود کردن و بستن درهای اتاقک پخت، حرارت دادن و پخت، خنک کردن و باز کردن محفظه کوره و تخلیه آجرهای پخته شده است.

در هر شکل و دوره پخت آجر این مراحل به همین شکل و فقط یکبار تکرار می شود. از مهمترین انواع کوره های دوره ای می توان به کوره های دستی یا سستی تنوره ای و کوره های رومی اشاره نمود. در کوره های سستی تنوره ای ایران، خشت های خام بر روی زمین به شکل نهایی یک مخروط ناقص چیده می شوند و سپس سطح خارجی این مخروط را با گل اندود می کنند. آتش دان در زیر زمین قرار دارد و حرارت به همراه گازهای حاصل از احتراق از حفراتی که در سقف آتش خانه تعبیه شده خارج و از لابلای خشت های چیده شده عبور می کند. از معایب این کوره ها می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

امکان کنترل کامل آتش نبوده و در نتیجه کیفیت آجرها متغیر است، به طوریکه در یک دوره پخت ممکن است تعدادی از آجرها ناپخته (سطح خارجی مخروط) و تعدادی از آجرها به صورت جوش خورده (مجاور آتش دان) بوده و فقط بخش کمی از آجرهای پخته شده مرغوب و با کیفیت مطلوب هستند. اتلاف حرارت ناشی از خنک کردن متناوب بدنه کوره یکی از بزرگترین معایب این کوره ها است. محصولات هر دوره پخت این کوره های سستی ممکن است با تنوع رنگی مختلف نظیر زرد، بهر، قرمز، قهوه ای و ابلق ظاهر شوند. محصول کوره های سستی تنوری به نام آجر «گری» معروف هستند که عمدتاً برای مقاصد سفت کاری و دیوار چین بکار می روند.

کوره های این گروه ممکن است دارای یک یا دو یا چند اتاقک پخت باشد و سوخت آنها معمولاً گاز، نفت یا گازوئیل است.

ب- کوره های با فرآیند نیمه پیوسته

تمامی کوره های چند قمیری (یا اتاقک پخت که به صورت مستقیم به یکدیگر پیوسته اند و یا اینکه با یکدیگر جفت شده اند) در این گروه قرار می گیرند. ویژگی های بارز کوره های نیمه پیوسته شامل ظرفیت بیشتر و استفاده از گازهای خروجی برای گرم کردن خشت ها در قمیر مجاور می باشد.

معمولاً هر دو قمیر با استفاده از یک دیوار مشترک از یکدیگر تفکیک شده اند که به این حالت قمیری جفت گویند. هر اتاقک پخت دارای دری در سمت آزاد دیوار برای پر و خالی کردن محصول است. اتاقک پخت بعدی در فاصله 2 تا 4 متری واقع شده است و لذا فضای کافی برای بارگیری و تخلیه کردن در بین کوره های پخت وجود دارد. مجراهای انتقال دهنده گاز خروجی نیز طول زیادی ندارند.

ج- کوره های پیوسته

شکل ابتدایی این نوع کوره ها شامل یک کوره حلقوی بود که در آن قمیرها به صورت یک دیواره به دور یک دودکش مرکزی قرار داشتند. بعدها این حلقه پیوسته طوری ساخته شد تا امکان مشتعل شدن کوره از بالا وجود داشته باشد. این نوع کوره ها در سال 1870 بنابر قانون هوفمن بنام کوره های هوفمن شناخته شدند. بعد از چند سالی شکل دایره ای اولیه کوره حلقه ای هوفمن کنار گذاشته شد زیرا مشخص گردید که کانال قوس دار طولی با دو انتهای گرد یا مربع بازده

بیشتری داشته و نتایج پخت بهتری را فراهم می کند. کوره های حلقوی در مقایسه با کوره های متناوب یا حتی کوره های نیمه پیوسته، دو سوم در مصرف سوخت صرفه جوئی به همراه دارد.

د- کوره های حلقوی

کوره های هوفمن بین 18 تا 80 اتاقل پخت (قمیر) متصل به هم دارد که مجموعاً مدار بسته ای را تشکیل می دهد. هر قمیری دارای در خروجی برای پر کردن و خالی کردن آجرها است. در هر زمان سوخت تنها در چند قمیر همجوار مشتعل است. این منطقه پخت، قمیر به قمیر حرکت می کند و دور تا دور مدار می گردد. به طوریکه کوره تولید دائمی داشته و اتاقل آجر چینی، آتش خواری و تخلیه آجر به دنبال یکدیگر تغییر می کند. یعنی دائماً در یک خانه از کوره آجر چینی صورت می گیرد، در خانه بعدی آتش داده می شود و در خانه بعدی آجرها خنک می گردد و بالاخره در خانه آخر آجرهای خنک شده تخلیه می گردد. در این کوره ها، حرارت تلف شده قمیرهایی که پخت خشت ها در آنها به تازگی به پایان رسیده و در حال حاضر خنک می شوند، هوا را برای احتراق با سوخت در منطقه پخت جدید پیش گرم می کند.

محصول این نوع کوره از لحاظ کیفیت و هزینه مطلوب است و آنرا برای کارهای سفت کاری و نماکاری استفاده می کنند.

ه- کوره های تونلی

کوره های تونلی کاملترین و اقتصادی ترین نوع کوره ها می باشند. در این کوره ها، محل آتش کوره ثابت می باشد و بدنه آجرهای در حالت پخت در حرکت هستند. شرایط و محیط کاری در این کوره ها بهتر است زیرا کارگران مجبور به تحمل گرما و گرد و غبار نیستند و همچنین یک

تولید کاملاً خودکار و خطی و پیوسته وجود دارد. از مزیت های دیگر کوره تونلی در مقایسه با سایر انواع کوره ها، سرعت بیشتر افزایش دما، پخت و خنک شدن و در نتیجه ظرفیت بالای آن است.

منطقه اصلی پخت واقع در اواسط کوره دارای بیشترین تعداد مشعل های نفت یا گاز است و این نقطه از کوره بیشترین دما را دارد.

واگن های حاوی خشت های خام از یک سر کوره به شکل تونلی وارد و از انتهای دیگر آن خارج می شوند. در این حالت هوای خنک در جهت مخالف یعنی از انتهای کوره به سمت منطقه پخت در جریان است و از میان آجرهائی که به تازگی به دمای پخت رسیده اند عبور کرده و آنها را خنک می کند و در نتیجه هوای داغ نیز حاصل می گردد. در ادامه وقتی این هوای داغ به منطقه پخت برسد، احتراق بهتری را ایجاد خواهد کرد. در نهایت هوای داغی که منطقه پخت را ترک کرده و به سمت ورودی کوره حرکت می کند، خشت های خشک شده داخل واگن های ورودی را در سر راه خود به منطقه پخت گرم می کند.

کوره تونلی به طور پیوسته برای سالیان متمادی و بدون وقفه کار می کند و دمای قسمت های مختلف آن ثابت باقی می ماند. هنگامی که کوره به دمای مورد نظر رسید، فقط باید دما را ثابت نگه داشت.

از آنجا که کوره تونلی پیوسته مانند کوره متناوب دائماً گرم و سرد نمی شود لذا کمتر در معرض تخریب سازه ای قرار دارد. محصول این نوع کوره برای کارهای تزئیناتی بکار می رود و هزینه تولید و پخت آجر این نوع کوره بالا است.

فصل چہارم

زون زاگرس

1-4 کلیات

بطور کلی زون ساختاری واقع در غرب راندگی زاگرس را زون زاگرس نامند که از شرق به گسل میناب (گسل زندان) و از مغرب به کشورهای همجوار (عراق، عربستان و ...) منتهی می گردد. این زون زمین شناسی شامل مجموعه ای از طاقدیس ها و ناودیس های نزدیک به هم و با سطح محوری معمولاً قائم و امتداد شمال غرب - جنوب شرق است.

براساس شواهد چینه شناسی موجود در طی پالئوزونیک صفحه های ایران و عربستان یک بلوک با ثبات یا پلاتفرم را تشکیل می داده است و به وسیله دریای پالئوتیس از صفحه توران جدا بودند. این پلاتفرم تنها تحت تأثیر حرکات آرام خشکی زایی قرار داشته است. به همین سبب رسوبات پالئوزوئیک غالباً از نوع رسوبات دریایی آواری تشکیل شده است. در پالئوزوئیک پسین یا در تریاس پیشین، صفحه ایران از صفحه عربی جدا و پوسته قاره ای بین آن بلوک ها شکافته شده و دریای نئوتیس در حد فاصل آنها ایجاد شده است و اختلاف در تاریخ زمین شناسی ایران و زاگرس را باعث گردیده است.

در کرتاسه پسین ریف طولی در نواحی سندج، همدان و اصفهان احتمالاً به واسطه سابداکشن صفحه عربی به زیر ایران بوجود آمده است. زیرا در این زمان زاگرس توسط اقیانوس نئوتیس از ایران جدا بوده است و باعث شده که رخساره های فروزوئیک زاگرس متفاوت باشد.

تمامی سلسله جبال زاگرس در طی فاز کوهزایی میو - پلیوسن شکل گرفته اند. همزمان با این فاز کوهزایی، رسوبات آواری قاره ای سن اوروژنیک که شامل رسوبات تبخیری در قاعده

بودند، نهشته شده اند. در پلیوسن شمال شرق سلسله جبال زاگرس نسبت به ناحیه فرو افتاده خلیج فارس در جنوب غرب حداکثر تا 12000 متر بالا آمده است.

شواهد زمین شناسی نشان می دهد که چین ها رورانندی های این رشته به وسیله حرکات سپر پوسته ای عربی به سمت شمال شرق که بصورت رانش در زیر عمل می نموده و متعاقب آن در نتیجه چین خوردن رسوبات پوشش دهنده مربوط به فانروزوئیک بوجود آمده اند.

1-1-4 چینه شناسی و مراحل تکوین زاگرس

در طی تریاس زیرین - میانی زون رسوبی زاگرس بواسطه باز شدن دریای نئوتتیس در پالئوزونیک پسین از بخش ایران مرکزی مجزا بوده است. از این زمان به بعد محیط رسوبگذاری و ساختاری حوضه زاگرس با ایران مرکزی تفاوت کرده است به طوری که در حوضه اپی کنتیان زاگرس رسوبات کربناتی، تبخیری و شیل قرمز قاعده ای سازند دشتک (ناحیه فارس) با ضخامت 1000 متر تشکیل شده و همزمان با این رسوبگذاری، در نواحی دیگر زاگرس بویژه خوزستان سازند دولومیتی خانه کت با ضخامت بالغ بر 400 متر رسوبگذاری گردیده است.

در حد فاصل فاز کوهزایی کیمرین پیشین تا پسین، سیکل رسوبگذاری تریاس بالایی - زوراسیک میانی قرار گرفته است. بخش اعظم ایران در فاز کوهزایی کیمرین پیشین به صورت هورست گرابن ظاهر شده است. در ناحیه زاگرس، رسوبگذاری با تشکیل سازند نیریز ادامه داشته است. این سازند در قسمت هایی از زاگرس که طاقدیس ها شدیداً فرسایش یافته اند، در هسته آنها رخنمون دارد. از جمله در مرکز طاقدیس «محل باخ» در استان خوزستان بیرون زدگی دارد. رخداد

تکتونیک ژوراسیک میانی در اکثر نقاط ایران (شمال، مرکز و شرق) نبوده‌های چینه‌شناسی را در اشکوب بازوسین به همراه داشته است و در ناحیه زاگرس سازند سورمه شامل رسوبات دریایی کم عمق (آهک دولومیتی و دولومیت) را بر جای گذاشته است. بر روی سازند سورمه، رسوبات که تا سر زمین متشکل از سازند فهلیان (آهک‌های توده ای و آلیتی)، گدون (مارن‌های تیره، سبز و قهوه‌ای مایل به زرد، شیل و آهک‌های خاکستری مایل به سیاه) و داریان گروه خاصی را تشکیل می‌دهند. بر روی این مجموعه بطور ناپیوسته سازند شیلی کژدمی قرار می‌گیرد. در طی کرتاسه بالایی دو دگرشیبی فرسایشی در زاگرس داخل رخ داده است. یکی دگرشیبی بین سازند کژدمی و سازند داریان که با یک افق قرمز رنگ مشخص است و دیگری در اواخر کرتاسه در نتیجه عقب‌نشستگی عمومی دریا حاصل شده است. کرتاسه بالایی با رسوبگذاری آهک‌های کم عمق سازند سروک شروع می‌شود که به صورت جانبی به رسوبات شیلی (سازند سورگه) تبدیل می‌شود. وجود رخساره‌های کنگلومرایی، برشی در رسوبات آهندار و بالاخره دگرشیبی فرسایشی در بخش فوقانی سازند سروک مبین عقب‌نشینی دریا و بالا آمدگی ناحیه ای قسمتی از زاگرس داخلی در اواخر اشکوب تورونین است. سازند ایلام شامل آهک‌های رسی دانه ریز خاکستری با چینه‌شناسی منظم با دگرشیبی فرسایشی مذکور بر روی سازند سروک تشکیل شده است.

کرتاسه بالایی با رخساره پلاژیک شامل مارن‌های دریایی، شیل‌های تیره و آبی رنگ، آهک و مارن (سازند گورپی) به پایان می‌رسد.

به دنبال حرکات کرتاسه بالایی، در ترشیر رسوبات نریتیک تا عمق و همچنین رسوبات قاره‌ای گچ دار و بالاخره کربنات‌های توده مانند دریایی و کم عمق تشکیل گردیده است.

در طول حرکات ائوسن بالایی، در بخش عمیقی از حوضه زاگرس (به استثنای بخش مرکزی حوضه) پیشروی دریا یا دگرشیبی فرسایشی سطح فوقانی سازند جهرم (در ناحیه فارس و بخشی از لرستان) مشخص می گردد و در ادامه توسط رسوبات پیشرونده دریایی الیگوسن آغازی پوشیده می شود. اما در ناحیه خوزستان بر روی سازند گورپی، سازند شیلی - مارنی پابده با دگرشیبی فرسایشی رسوبگذاری شده است. همه سازندهای امیران، تله زنگ، کشکان و شهبازان در مجموع معال جانبی سازند پابده محسوب می شود. در الیگوسن پایانی، دریا بیشترین بخش نواحی زاگرس را فرا گرفته و موجب رسوبگذاری آهک های آسماری با کتاکت تحولی بر روی سازند پابده شده است.

در طی نئوژن رسوبات گروه فارس متشکل از سازندهای گچساران، میشان و آجاجاری با لیتولوژی شامل ژئیس، انیدریت، مارن، آهک و ماسه سنگ تشکیل شده است که به طور هم شیب بر روی آهک های آسماری (الیگومیوسن) رسوبگذاری شده اند.

حوضه رسوبی زاگرس در فاز کوهزایی آلپی (میو - پلیوسن) چین خوردگی پیدا کرده و به صورت طاقدیس ها و ناودیس های منظم و طویل ظاهر شده است. استثنائاً در بخش های جنوبی زاگرس به دلیل وجود سازن گچساران (رسوبات تبخیری) چین ها نامنظم هستند. روند عمومی چین خوردگی زاگرس شمال غرب - جنوب شرق می باشد ولی چین هایی با محور شمالی - جنوبی نیز وجود دارند. همزمان با چین خوردگی کمربند رسوبی زاگرس و ایجاد محیط های دریاچه ای، رودخانه ای، رسوبات تخریبی ناشی از فرسایش ارتفاعات مجاور به حالت دگرشیب بر روی رسوبات آجاجاری ته نشین شده و سازند کنگلومرای بختیاری تشکیل شده است. در طی ته

نشینی کنگلومرای بختیاری، زاگرس و تمام فلات ایران فاز کوهزایی پاسارنین را پشت سر گذارده و به این ترتیب کنگلومرای بختیاری چین خوردگی پیدا کرده است.

2-4 زونهای ساختمانی زاگرس

زون زاگرس شامل سه واحد جداگانه است:

الف- زاگرس رورانده یا زاگرس مرتفع

ب- زاگرس چین خورده یا زاگرس داخلی

ج- دشت خوزستان

1-2-4 زاگرس رورانده یا زاگرس مرتفع

منطقه رورانده زاگرس مرتفع ترین قسمت زون زاگرس را در بر می گیرد و به این جهت به آن زاگرس مرتفع نیز می گویند. در این منطقه، سنگ های فروزوئیک و پالئوزوئیک به شکل ساختمان های فلسی روی بخش بالایی رسوبات فروزوئیک و سنوزوئیک رورانده شده اند.

روراندهگی زاگرس با امتدادی مستقیم و روند شمال غرب - جنوب شرق معرف یک شکستگی بسیار عمیق و قدیمی است که حد پلاتفرم عربی و ایران را مشخص می سازد. رسوبات این منطقه از دوره پرمین به بعد شباهت زیادی با منطقه چین خورده زاگرس دارد. وجود سنگ های اولترابازیک نظیر افیولیت ها همراه با رادیولاریت ها مربوط به اواخر کرتاسه از ویژگی های منطقه رورانده زاگرس بوده و آنرا از منطقه چین خورده زاگرس متمایز می سازد.

2-2-4 زاگرس چین خورده

منطقه زاگرس چین خورده در جنوب غرب ایران واقع شده و از پهنای تخمینی حدود 150 تا 250 کیلومتر برخوردار است و احتمالاً در برخی نواحی به زیر زاگرس رورانده کشیده شده است. این منطقه بطور کامل توسط رخنمونهای سنگ رسوبی پوشیده شده که سن آنها از پرکامبرین تا هولوسن به آرامی چین خورده اند. رسوبات اینفراکامبرین تا تریاس زاگرس چین خورده مشابه ایران مرکزی و البرز می باشد ولی از دوره تریاس بالایی به بعد وضعی کاملاً مغایر با سایر قسمت های ایران دارد. رسوبات فروزوئیک تا نئوژن با ضخامت بالغ بر چند هزار متر بطور هم شیب رسوبات پلاتفرم پالئوزوئیک را می پوشانند. جنس این رسوبات اصولاً کربناته و در آن مارن، ماسه سنگ و شیل هم به صورت کم و بیش دیده می شود. این رسوبات ضخیم از اینفراکامبرین تا نئوژن فقط در مراحل آخر فاز کوهزایی آلپی (میوپلیوسن) چین خورده است.

3-2-4 دشت خوزستان

دشت خوزستان قسمتی از دشت وسیع بین النهرین است و از نظر ساختمانی - زمین شناسی، جزئی از پلاتفرم عربی محسوب می گردد. این دشت به وسیله رسوبات آبرفتی کاملاً پوشیده شده و تشکیلات زمین شناسی قدیمی از نظر دور مانده است ولی اطلاعات حاصل از حفاری های چاه نفت و مطالعات ژئوفیزیکی مؤید آن است که تشکیلات دوران اول تا ترشیر در آن وجود دارد. دشت خوزستان از نظر ساختمانی ساده بوده و منحصر به چین خوردگی های بسیار ملایم با محور شمالی - جنوبی است که از محور چین خوردگی کلی پلاتفرم عربی تبعیت می کند.

تعیین حد مرزی دشت خوزستان و منطقه زاگرس چین خورده براساس تغییرات رخساره ای امکان پذیر نیست زیرا رسوبات کولایی نئوژن که ضخامت آن به طرف مغرب بیشتر می شود، هر دو قسمت را با وضعیت یکسانی پوشانیده است.

3-4 سازندهای مارن دار زاگرس

تعداد زیادی از سازندهای حوضه رسوبی زاگرس دارای افق های مارنی و یا اینکه عمدتاً از مارن تشکیل شده اند. با توجه به هدف مطالعات جاری در راستای کاربری سازندهای مارنی خاص (میشان و آغاچاری) به عنوان خوراک اولیه صنایع آجر ساختمانی و پارامترهایی که در این مطالعات برای انتخاب افق های مارنی مد نظر گرفته است، سازندهای مارن دار به دو گروه تقسیم بندی گردیده اند.

1-3-4 سازندهای پایین گروه فارس

سازند مارن دار پایین گروه فارس دارای افق هایی و یا بخش اعظم مارنی هستند و عمدتاً شامل سازندهای گدون، گورپی، پابده و ... است. این واحدهای مارنی در قالب طرح مطالعاتی جاری نبوده اند و از اینرو در هیچ نقطه ای با هدف پتانسیل یابی کاربری مورد بررسی و نمونه برداری قرار نگرفته اند. در ادامه به اختصار به معرفی این سازندهای مارن دار می پردازیم:

- سازند گدون: در مقطع تیپ از 116/5 متر مارن های تیره سبز و قهوه ای متمایل به زرد و یا شیل و آهک های خاکستری مایل به سیاه تشکیل شده است.

- سازند گورپی: مقطع تیپ سازند گورپی در تنگ پابده در جنوب غربی دامنه کوه پابده (شمال میدان نفتی لالی) واقع شده است. از نظر لیتولوژی شامل 320 متر مارن های دریایی، شیل های تیره و آبی رنگ و آهک مارنی است. سازند گورپی از دو بخش آهک امام حسن و آهک لوفادار تشکیل شده است.

وجود سطح فرسایشی در مقطع تیپ سازند گورپی نشان دهنده از بین رفتن سازندهای تابور (آهک با فسیل فرانیفر) و ساچون (شیل های آهنگار) و همچنین نشان دهنده ناپیوستگی مربوط به زمان بعد از سنومانین و تورنین خواهد بود.

- سازند پابده: مقطع تیپ سازند پابده در تنگ پابده واقع در جنوب شرق کوه پابده معرفی شده است این سازند شامل 798/5 متر شیل و مارن و آهک رسی خاکستری بوده و از دو بخش تشکیل یافته است. بخش زیرین به صورت شیلی - مارنی ارغوانی و بخش بالایی به نام بخش «تله زنگ» مرکب از شیلهای سیلیسی و ماسه ای قرمز تا خاکستری و آهک رسی نازک لایه است. سازند پابده با سن پالتوسن پایانی - ائوسن و الیگوسن آغازین به صورت دگرشیبی فرسایشی بر روی سازند گورپی و با کنتاکت تحولی در زیر سازند آسماری قرار گرفته است.

2-3-4 سازند های مارن دار گروه فارس

سازندهای گچساران، میشان، آجاجاری گروه فارس را تشکیل می دهند. هر سه سازند اخیر دارای واحدهای مارنی هستند و در مناطق مورد بررسی بویژه در حواشی دشت خوزستان از رخنمون های گسترده و وسیعی برخوردارند. در این پی جویی و پتانسیل یابی واحدهای مارنی

سازندهای میشان و آغاچاری به منظور کاربری در تولید آجر ساختمانی هدف اصلی گزارش حاضر بوده و از اهمیت ویژه ای برخوردارند.

- سازند گچساران: نام سازند از منابع نفتی منطقه گچساران انتخاب شده است. این سازند به دلیل داشتن خواص پلاستیکی ناشی از وجود لایه های ضخیم نمک و لایه های مارنی دارای دگر شکلی لایه ها و به هم ریختگی بوده و از برش نمونه کامل در سطح زمین برخوردار نمی باشد. سن سازند گچساران، میوسن آغازی تعیین شده است و از نظر گسترش جغرافیایی، سنگ های پوششی سنگ مخزن آسماری محسوب می شود و در حوضه هایی که روند شمال غرب - جنوب شرق داشته اند، ته نشین شده است.

لیتولوژی کلی سازند گچساران شامل حدود 1600 متر نمک، انیدریت، مارن های رنگارنگ، آهک و مقداری شیل بیتومن دار می باشد. در سطح زمین به جای انیدریت، عمدتاً ژئیس رخمون دارد و نمک به ندرت در سطح زمین یافت می شود. این سازند در میدان نفتی گچساران به هفت بخش غیر رسمی از پایین به بالا تقسیم شده است.

- سازند میشان: میشان از نام دهکده ای واقع در پنجاه کیلومتری جنوب شرق گچساران اخذ شده و مقطع اصلی این سازند در دامنه های جنوب غربی میدان نفتی گچساران وجود دارد. سازند میشان در مقطع تیپ با ضخامت 710 متر شامل تناوب مارن های خاکستری و آهک رسی مملو از پوسته صدف و سنگواره ها با رنگ زرد تا کرم و نسبتاً سخت است. مرز زیرین سازند میشان با سازند گچساران ناگهانی و هم شیب است ولی گاهی نیز به صورت ناگهانی و کاملاً مشخص ظاهر می گردد.

براساس فسیل های فراوانی که در بخش قاعده سازند میشان پیدا شده است سن آن میوسن
آغازی تا میانی ذکر شده است. بر طبق گزارش اشتوکلین در سال 1972، سازند میشان در امتداد
گودال های خطی در جهت شمال غرب - جنوب شرق امتداد می یابد. رسوبات واحد میشان در
شرایط دریایی ته نشین شده است و به طرف جنوب شرق ضخامت رسوبات زیادتری می باشد اما
شرایط مذکور در جهت شمال غرب دوام چندانی نداشته است به طوریکه از میدان های نفتی
گچساران به سمت لرستان، عراق و عربستان سازند میشان در جهت جانبی به رخساره تخریبی
آغاجاری تبدیل می شود. حد رسوبگذاری سازند میشان در جهت شمال شرق به علت فرسایش
معلوم نیست.

- سازند آغاجاری: مقطع تیپ سازند آغاجاری در امتداد جاده ای که از میدان نفتی آغاجاری
عبور می کند، ارائه شده است و شامل 2966 متر تناوب ماسه سنگ های آهکی قهوه ای تا
خاکستری و مارن های قرمز با رگه های ژپس و بالاخره سیلستون قرمز رنگ است. سن
سازند آغاجاری از میوسن فوقانی تا پلیوسن تعیین شده است.

مرز پایینی سازند آغاجاری با سازند میشان اکثراً بصورت تدریجی و هم شیب است که با
ظهور اولین افق های مارن خاکستری بالای میشان، این مرز مشخص می گردد. در مرز بالایی
سازند آغاجاری بدون بخش لهری، سازند کنگلومرای بختیاری به حالت دگرشیبی قرار دارد.

سازند آغاجاری در اثر فرسایش کوه های زاگرس حاصل شده است. در بسیاری از مقاطع
زمین شناسی، سازند آغاجاری از پایین به بالا دانه درشت و به طوریکه در بخش بالایی حاوی قلوه

سنگ ها و کنگلومرا می شود. سازند آغاچاری در خوزستان و لرستان از نوع رسوبات دریاچه ای در خلیج دانه ای است ولی در ناحیه فارس قسمتی از آن دریایی است.

سازند آغاچاری شامل تناوب تکرار سیکل هایی است که به طرف بالا دانه ریز می شوند. هر سیکل معمولاً بین 10 تا 100 متر ضخامت دارد ولی به طور کلی ضخامت کمتر از 50 متر می باشد. یک ردیف معمولی شامل لایه های ماسه سنگی به ضخامت 2 تا 5 متر و بر روی آن لایه ضخیمی از مارن در تناوب با لایه های نازک سیلتستون و ماسه سنگ ریزدانه می باشد. بعضی از طبقات ماسه سنگی تا صدها متر به طور جانبی گسترش دارند و بعضی دیگر به صورت عدسی بین 50 تا 100 متر درازا دارند. ماسه سنگ های سازند آغاچاری از دانه های تا حدی خوب گرد شده آهکی - سیلیسی تشکیل شده اند که 70 تا 75 درصد آنها آهک و 25 تا 30 درصد بقیه سیلیسی است که 7 تا 10 درصد سیلیس آنها از کوارتز و بقیه از نوع چرت یا سیلیس آبدار می باشد.

ریزدانه شدن سیکل های رسوبی آغاچاری می تواند مؤید رسوبات رودخانه ای باشد که به طرف جنوب در جریان بوده اند. سنگ های رسی مؤید تداوم تبدیل به رسوبات دشت سیلابی است. رگه و رگچه های ژئوپس در تناوب با لایه های سیلتستون و ماسه سنگ های ریزدانه احتمالاً نتیجه تبخیر دریاچه های خشک شونده فصلی هستند.

فصل پنجم

شرح عملیات صحرائی

5-1 روش کار

با توجه به هدف طرح پی چوبی تعریف شده شامل پتانسیل یابی افق های مارنی میشان - آغاجاری از دیدگاه کاربردی در صنعت تولید آجر ساختمانی، ابتدائاً بر مبنای نقشه های زمین شناسی 1:۱۰۰۰۰ موجود، کلیه مناطق رخنمون سازندهای میشان و آغاجاری - لهبری در بخش های شمالی استان خوزستان شناسایی گردید و سپس با در نظر گرفتن پارامترهای مهمی نظیر نزدیکی به بازار مصرف، احتمال وجود و تأمین منابع نیرو و سوخت، تأمین نیروی انسانی و اشتغال زایی، وضعیت راه های دسترسی و ... مناطق مناسب پی جویی و بررسی انتخاب گردیدند. با استقرار اکیپ اکتشافی طرح در نواحی انتخابی فوق الذکر، رخنمون ها و افق های مناسب مارنی با قابلیت کاربردی در صنایع تولید آجر ساختمانی و مدنظر قرار دادن نکات مورد اشاره، انتخاب گردیدند. همچنین این رخنمون های مارنی در ادامه از نظر ذخیره احتمالی، گسترش سطحی، افراز مطلوب، پیوستگی افق های مارنی و ضخامت زیاد آن، یکنواختی و همگن بودن رخساره افق مارنی، برآورد صحرایی از ویژگی های کمی و کیفی خاک و شرایط استخراج و بهره برداری با حداقل نیاز به راه دسترسی، فضای مناسب بررسی احداث سایت کارخانه و ... بررسی و مطالعه گردیدند. با بررسی و تأیید نسبی محدوده های مورد مطالعه از نظر وجود و رعایت عمده پارامترهایی که در سطوح فوق عنوان گردیدند، در راستای مطالعات اکتشافی اولیه ضمن جمع آوری و تکمیل اطلاعات صحرایی مورد نیاز، نمونه برداری های مقدماتی صورت گرفت. نمونه برداری های اولیه با پوشش کامل ضخامت افق های مارنی در راستای حداکثر تغییرات کمی و کیفی ماده معدنی به صورت برداشت چند نمونه از یک افق مارنی ضخیم یا برداشت نمونه های

مجزا از افق های مارنی متوالی بر روی یکدیگر و همچنین برداشت نمونه های دیگر در فواصل مناسب از رخنمون ماده معدنی انتخاب گردید. پس از روباره برداری باطله سطحی ماده معدنی، نمونه های معرف به صورت نمونه برداری کانالی برداشت گردیدند. موقعیت رخنمون ماده معدنی و محدوده نمونه برداری با برداشت مختصات جغرافیایی توسط GPS بر روی نقشه های توپوگرافی 1:50,000 پیاده گردیدند.

پس از جمع آوری کلیه نمونه های برداشت شده با توجه به مشکلات و محدودیت های موجود، تعداد نمونه های مورد لزوم بررسی تعیین ویژگی های شیمیایی و فیزیکی به آزمایشگاه مناسبی ارسال گردیدند.

در نهایت با توجه به اطلاعات صحرائی جمع آوری شده و نتایج آنالیزهای شیمیایی و کانی شناسی به همراه خواص فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن برداشت شده، رخنمون های مارنی محدوده های مورد بررسی به صورتی که در ادامه ارائه می گردد، از نظر کارایی در تولید آجر ساختمانی بررسی و تحلیل گردیدند و مناطق مناسب بررسی ادامه فعالیت های اکتشافی پیشنهاد شدند.

2-5 منطقه امیدیه - آجاجاری

1-2-5 کلیات

این منطقه حدفاصل شرق دشت امیدیه و جاده اهواز - امیدیه - بندر دیلم تا غروب رودخانه کارون و جاده بهبهان - رامهرمز را در بر می گیرد. نواحی شمال و شرق امیدیه تا رودخانه کارون

عمدتاً متشکل از رخنمون واحدهای رسوبی سازندهای آجاجاری بخش لهری و سازند بختیاری به صورت باندهای عریضی با روند منطبق بر چین خوردگی زاگرس است. این باندهای رسوبی در واقع رخنمون دامنه های شمال شرق چین خوردگی های منطقه از جمله طاقدیس آجاجاری و طاقدیس پازنان هستند به همراه مجموعه رسوبی وسیع و گسترده فوق، واحدهای رسوبی میشان و گچساران را قالب رخنمون های نواری شکل کشیده با گسترش عرضی محدود در هسته طاقدیس های منطقه ظاهر شده اند.

تراست بزرگی با روند شمال شرق - جنوب غرب منطبق بر مرز شرقی دشت امیدیه و در نزدیکی سطح محوری چین خوردگی های مورد اشاره عمل کرده و باعث رورانندی واحدهای رسوبی قدیمتر بر روی رسوبات کاملاً جوان دشت آبرفتی امیدیه شده است.

مراکز جمعیتی مهمی مانند شهرهای امیدیه، آجاجاری، میانکوه و ... در محدوده رخنمون سازندهای مارن دار میشان - آجاجاری قرار دارند. با توجه به رخنمون وسیع و گسترده واحدهای مارنی میشان و آجاجاری در سطح منطقه، عوامل فنی نظیر منابع سوخت و نیرو، جاده های دسترسی و حمل و نقل و در نهایت بازارهای مصرف متعدد در داخل و مجاور منطقه، این ناحیه از دیدگاه کاربری مارن های میشان - آجاجاری در صنایع تولید آجر ساختمانی دارای پتانسیل بالایی است. در این راستا با در نظر گرفتن پارامترهای اصلی و مهم در انتخاب ذخایر مارنی و ابتدائاً سازند میشان که در هسته طاقدیس های منطقه رخنمون یافته و به موازات جاده آسفالته اهواز - امیدیه - بندر دیلم کشیده شده در چندین محدوده مختلف مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه افق

های مارنی آغاچاری و بخش لهبری آن در دامنه های شمال شرقی طاقدیس های منطقه و شرق شهرستان آغاچاری تا حاشیه غربی رودخانه مارون مورد پی جویی و بررسی قرار گرفتند.

5-2-2 اندیس اول

- موقعیت جغرافیایی

در 20 کیلومتری جاده آسفالته امیدیه - اهواز حدفاصل روستاهای مویلحه پایین و مویلحه بالا، جاده آسفالته اختصاصی شرکت نفت به طرف تأسیسات دره عباس و میدان نفتی شمال غرب آغاچاری منشعب می گردد. این جاده آسفالته و آبراهه ای که جاده از داخل آن کشیده شده، رخنمون سازند میشان واقع در هسته مرکزی طاقدیس آغاچاری را قطع می کند. مقطع سازند میشان در طول و حاشیه های جاده مذکور در قالب اولین اندیس مارنی منطقه امیدیه - آغاچاری با موقعیت جغرافیایی $30^{\circ}54'47''$ عرض و $49^{\circ}35'46''$ طول بررسی گردیدند.

- زمین شناسی

زمین شناسی اندیس مورد بررسی متأثر از زمین شناسی عمومی منطقه امیدیه بوده و بخشی از هسته طاقدیس آغاچاری محسوب می گردد. در مرز غربی محدوده، واحدهای رسوبی آغاچاری- میشان به واسطه رخداد رورانگی بزرگ منطقه بر روی رسوبات جوان دشت امیدیه قرار گرفته اند. در این محدوده هسته طاقدیس آغاچاری متشکل از رخنمون افق های بالایی سازند میشان است و دامنه غربی طاقدیس بخشی از سازند آغاچاری با ضخامت کمتر از 100 متر بوده که به واسطه عملکرد تراست با شیب برگشته رو به شرق ظاهر شده اند. دامنه شرقی طاقدیس با گسترش وسیعی در سطح منطقه امیدیه - آغاچاری شامل سازند آغاچاری و عضو لهبری است.

پروفیل پیمایشی به موازات جاده آسفالتی اختصاصی شرکت نفت و عمود بر روند عمومی واحدهای رسوبی و با پوشش کامل عرضی سازند میشان با هدف بررسی مارن های این سازند از دیدگاه کاربری در صنعت آجر انتخاب گردید. رخنمون های مارنی با رنگ ظاهری خاکستری تا خاکستری مایل به سبز متعلق به بخش های بالایی میشان است و در مقایسه با رخنمون های آن در دیگر نواحی از ضخامت بیشتری در حد فاصل تکرار افق های آهکی برخوردارند (شکل 1-5). مقادیر قابل توجهی گچ همراه با افق های مارنی مشاهده می گردند.

- بررسی های صحرائی

ناحیه مورد بررسی به لحاظ نزدیکی و مجاورت با جاده آسفالتی امیدیه - اهواز و جاده آسفالتی شرکت نفت در داخل محدوده، مجاورت با خطوط انتقال برق و سوخت دارای ویژگی های مناسبی است. همچنین ضخامت قابل توجه و سهولت استخراج بخش های مارنی سازند میشان از دیگر پارامترهای مثبت محسوب می گردند.



شکل 1-5 رخنمون واحدهای میشان هسته طاقدیس آغاچاری در داخل محدوده اندیس اول

به منظور بررسی ویژگی های شیمیایی - فیزیکی و آزمایشگاهی افق های مارنی اندیس مورد مطالعه، از واحدهای مارنی با ضخامت مناسب و تغییر پذیری ناچیز و محتوی گچ پایین در دیواره ترانشه جاده اختصاصی نمونه های معرف برداشت گردید. این نمونه ها به تعداد 2 نمونه و به صورت شیلیاری و پوشش تقریباً کامل ضخامت افق مارنی برداشت گردیده اند (شکل 2-5).



شکل 2-5 نمونه برداری شیلیاری از افق مارنی واحد میشان

- بررسی های آزمایشگاهی

با هدف بررسی ویژگی های خاک و محصول تولیدی، نمونه های برداشت شده از ناحیه مورد

مطالعه تجزیه شیمیایی و تعیین خواص فیزیکی گردید. خلاصه نتایج آنالیز شیمیایی و XRD و

بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های برداشت شده در جداول ذیل ارائه گردیده است.

جدول 5-1 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس اول

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
Mo1-1	44/35	24/74	7/19	3/24	3/95	1/32	0/45	1/06	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Chlorite, Albite
Mo1-2	95/33	25/63	6/89	2/34	3/64	2/49	2/34	2/09	Calcite, Clay Minerals, Albite, Gypsum

جدول 5-2 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس اول

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
Mo1-1	CL	28	18	10	69	26/7	متوسط
Mo1-2	CL	26	17	9	-	-	-
Mo1-3	CL	29	14	15	-	-	-
Mo1-4	CL	29	19	10	-	-	-
Mo1-5	CL	32	20	12	-	-	-

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن متعلق به اندیس اول، هر دو نمونه Mo1-1 و

Mo1-2 از استانداردهای لازم ترکیب شیمیایی خاک جهت کاربرد در صنایع آجر برخوردار

نیستند. بطوریکه میزان اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) در هر دو نمونه کمتر از حداقل مقدار مجاز آن (9%) برای تولید آجرهای معمولی ساختمانی (توکار) است. مقدار آهک هر دو نمونه نیز بیش از حد مجاز آن در خاک برای تولید آجر روکار ساختمانی ($CaO < 17\%$) است. البته اگر آهک در داخل مارن به صورت کاملاً ریزدانه و با توزیع یکنواخت باشد می تواند با مقادیر اکسید کلسیم تا 20٪ نیز در تولید آجرهای توکار معمولی برای مصارف توکار با تحمل مقاومت فشاری کم بکار رود.

همچنین هر دو نمونه دارای مقادیری گچ در ترکیب معدنی هستند و در نمونه Mo1-2 مقدار گچ بیشتر از حداکثر مقدار مجاز است و حضور این مقدار گچ در نمونه های خاک این منطقه، کاربرد آنها را در تولید آجر ماشینی روکار منتفی می کند.

بررسی های دانه بندی و تعیین حدود اتربرگ برای تعداد 5 عدد جزء نمونه مارن حاصل از تقسیم دو نمونه اصلی منطقه صورت گرفته است. این ویژگی های فیزیکی بیانگر آن هستند که دانه بندی خاک مناسب بوده و مقادیر حد خمیری و شاخص خمیری نمونه های خاک منطقه مطابق استانداردهای لازم برای کاربرد در صنعت تولید آجر ماشینی است. اما با توجه به نتایج تست تکمیلی ویژگی های فیزیکی بر روی یکی از این نمون ها، مقاومت فشاری نمونه آجر تولید شده از این خاک کمتر از حد مجاز استحکام فشاری آجر ساختمانی است. میزان جذب آب آن نیز بالا بوده و اصولاً ترکیب خاکی با این ویژگی های فیزیکی (مقاومت فشاری، جذب آب) را شاید بتوان برای تولید آجرهای ساختمانی توکار برای احداث ساختمان های معمولی و کم طبقه بکار برد.

در نهایت با در نظر گرفتن تجزیه های شیمیایی و XRD و تست های فیزیکی و مکانیکی بر روی نمونه های مارن اندیس اول، این خاک قابلیت قطعی کاربرد در صنایع تولید آجر ماشینی روکار را ندارد و در صورت امکان می توان با اصلاحاتی در ماده اولیه نظیر افزودن ماسه و ... در راستای کاهش میزان CaO و افزایش SiO₂ و Al₂O₃ و بالا بردن مقاومت فشاری در صنعت تولید آجر ماشینی مصرف نمود.

3-2-5 اندیس دوم

این ذخیره مارنی در 14/5 کیلومتری جاده آسفالته امیدیه - اهواز قبل از روستای «ام الحیل» واقع شده است.

در فاصله 1/5 کیلومتری جنوب روستای «ام الحیل» جاده خاکی انتقال گاز از داخل یکی از دره های بزرگی که ارتفاعات شرق جاده آسفالته امیدیه - اهواز را قطع می کند، به طرف کمپ عباس متعلق به شرکت نفت کشیده شده است. در حواشی این دره و جاده احداثی در داخل آن مقطع مناسبی از واحدهای میشان و آجاجاری متعلق به بخش مرکزی طاقدیس آجاجاری ظاهر شده است. محدوده مورد بررسی دارای مختصات جغرافیایی $30^{\circ}52'46''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}37'55''$ طول جغرافیایی است.

- زمین شناسی

این محدوده نیز جزئی از طاقدیس آجاجاری محسوب شده و مقطع کاملی از سازندهای آجاجاری و میشان را می توان در دیواره دره مسیر جاده انتقال مشاهده نمود. دهانه ورودی مشرف به دشت امیدیه و تا بخش هایی از طول آبراهه به طرف شرق متشکل از رسوبات جوان کواترنر

است. دیواره های جنوبی و شمالی آبراهه با فاصله از خط القعر آن که دامنه غربی طاقدیس آغاچاری محسوب می گردد، سازند مارن - ماسه سنگ آغاچاری است که در اثر عملکرد تراست بزرگ پای دامنه طاقدیس، بصورت لایه هایی با شیب برگشته حدود 70 - 60 درجه بسوی شرق ظاهر شده اند. در بخش مرکزی و هسته طاقدیس در دیواره های آبراهه سازند معدنی - آهکی میشان رخنمون یافته است. دامنه های شرقی تاقدیس مجدداً متشکل از رخنمون سازند آغاچاری است.

سازند میشان در هسته مرکزی طاقدیس شامل توالی مارن های خاکستری با ضخامت مناسب و لایه های نازک آهکی با امتداد شمال غرب - جنوب شرق و شیب 40 - 30 درجه رو به سمت شرق می باشد. مرز افق های مارنی با لایه های آهکی تدریجی بوده و از مارن تا مارن آهکی و آهک مارن دار تغییر می نماید.

بخش تحتانی و فوقانی رخنمون سازند میشان توالی افق های مارنی ضخیم لایه با میان لایه های نازک آهکی است و در حد فاصل این دو بخش، یک افق مارنی ضخیم لایه همراه با مقادیر زیادی گچ و میان لایه های نازک آهکی وجود دارند و باعث انفصال دو بخش مارنی فوقانی و تحتانی شده است (شکل 3-5).



شکل 3-5 توالی افق های مارنی سازند میشان با میان لایه های نازک آهکی در محدوده اندیس دوم
(نگاه به جنوب شرق)

- بررسی های صحرایی

رخنمون های مارنی میشان در این منطقه مشابه و ادامه مارن های اندیس اول هستند و از اینرو از فاکتورهای مشترک نظیر مجاورت با جاده امیدیه - اهواز، عبور خطوط انتقال سوخت، رخنمون افق های مارنی با ضخامت و شرایط استخراج مناسب و ... برخوردار است.

بخش تحتانی رخنمون سازند میشان متشکل از سه افق مارنی جدا کننده های لایه ای نازک آهکی است که به واسطه افق مارنی گچ دار میانی از بخش فوقانی تفکیک می گردد. نمونه برداری از رخنمون مارنی بخش تحتانی به روش کانالی صورت گرفته است.

بخش فوقانی رخنمون سازند میشان نیز شامل افق های مارنی ولی همراه با وفور میان لایه های نازک آهکی است و از این رو این بخش از رخنمون سازند میشان، مورد بررسی بیشتر و نمونه برداری قرار نگرفت.

- بررسی های آزمایشگاهی

با هدف تعیین و بررسی خصوصیات نمونه های خاک برداشت شده از افق های مارنی اندیس

دوم منطقه امیدیه - آغاچاری به منظور کاربرد در تولید آجر ماشینی، آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی

لازم بر روی آن نمونه ها صورت گرفت و نتایج حاصل در جداول ذیل ارائه شده است.

جدول 3-5 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه مارن اندیس دوم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
Mo2-1	35.85	23.46	7.49	4.23	3.93	0.36	0.89	1.19	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum

جدول 4-5 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس دوم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری (PI) %
Mo2-1	CL	30	19	11
Mo2-2	CL	27	12	15
Mo2-3	CL	28	13	15
Mo2-4	CL	30	17	13

آنالیز شیمیایی نمونه برداشت شده از ناحیه مورد مطالعه مبین آن است که ترکیب شیمیایی

خاک به منظور کاربرد در صنایع تولید آجر، از کیفیت مناسب برخوردار نیست بطوریکه محتوی

رسی (Al₂O₃) نمونه خاک کمتر از حد مجاز آن برای تولید آجر معمولی ساختمانی می باشد.

همچنین میزان آهک خاک نیز از حد استاندارد در صنایع آجر ساختمانی ($\text{CaO} < 17\%$) بیشتر است.

با توجه به تجزیه شیمیایی و XRD نمونه خاک منطقه، مقدار گچ نمونه (2٪) نزدیک به حد مجاز آن در صنایع تولید آجر است و در صورتیکه میزان گچ از این مقدار فراتر رود، از قابلیت های مارن اندیس مورد بررسی خواهد کاست.

حدود اتربرگ نمونه های برداشت شده از افق های مارنی پتانسیل مورد مطالعه تقریباً از مقادیر مجاز آن تبعیت می کنند و از دانه بندی برخوردارند. از آنجا که تست های فیزیکی اصلی دیگر بر روی این نمونه های صورت نگرفته از این رو نمی توان بطور یقین در ارتباط با ویژگی های فیزیکی مارن مورد بررسی اظهار نظر نمود ولی آنچه مسلم است از نظر ترکیب مارن مذکور قابلیت کاربرد در صنایع آجر را نداشته و شاید بتوان با استفاده از مواد اصلاحی ترکیب مناسبی را برای تولید آجر معمولی بکار برد.

4-2-5 اندیس سوم

سومین اندیس مارن مورد بررسی در 7 کیلومتری جاده آسفالته امیدیه - اهواز در شرق روستای «یرسیه» واقع شده است. این محدوده ادامه جنوبی مارن های اندیس اول و دوم بوده و در مجاورت شرقی جاده آسفالته امیدیه - آغاچاری و در فاصله 1/5 کیلومتری شمال شرق روستای یرسیه در حد فاصل دو آبراهه فرعی که دامنه غربی طاقدیس آغاچاری را قطع می کنند، قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی اندیس مارنی مورد اشاره عبارتست از $30^{\circ}49'59''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}40'37''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

محدوده اندیس سوم از نظر زمین شناسی و ساختمانی مشابه اندیس های قبلی حاشیه شرقی جاده امیدیه - اهواز بوده و تقریباً در انتهای جنوبی طاقدیس آجاجاری و در نزدیکی تلاقی محور طاقدیس اخیر و تراست بزرگ دشت امیدیه واقع شده است. جوانترین واحد رسوبی، نهشته های آبروفتی و ماسه ای بادی دشت امیدیه در غرب محدوده مورد مطالعه و مرز غربی تراست بزرگ منطقه است. ادامه نهشته های ماسه بادی شرق روستای یرسیه تا داخل دهانه ورودی آبراهه های دامنه غربی طاقدیس گسترش یافته و بخش هایی از سازند آجاجاری و میشان را در این قسمت پوشانده اند.

در شروع رخنمون دامنه غربی طاقدیس آجاجاری، سازند مارن - ماسه سنگ آجاجاری با شیب لایه بندی برگشته رو به سمت شرق متأثر از عملکرد تراست بزرگ منطقه، در دیواره آبراهه ها ظاهر شده اند.

رخنمون سازند مارن - آهک میشان نهشته طاقدیس آجاجاری را تشکیل می دهد که به طرف شرق و غرب در دامنه های طاقدیس، سازند آجاجاری قرار می گیرد. محدوده مورد بررسی شامل بخش فوقانی میشان در دیواره شرقی هسته طاقدیس با شیب های 30 - 40 درجه به سوی شرق است.

بیرون زدگی مارن های خاکستری میشان در نزدیکی هسته طاقدیس و در افرازی های پایین، به صورت افق های نسبتاً ضخیم مارن با میان لایه های نازک فاصله دار آهک و آهک مارنی است و در افرازی های بالاتر در دامنه شرقی هسته طاقدیس، توالی افق های مارنی و میان لایه های آهک -

آهک مارنی با مرزی تبدیل تدریجی رخنمون دارند. در این توالی رسوبی بعضاً افق های مارنی قرمز گچ دار نیز بیرون زدگی دارند (شکل 4-5).

- بررسی های صحرایی

مارن های خاکستری میشان با ضخامت های مناسب و تغییرات ناچیز کمی و کیفی ظاهری با گسترش سطحی و افراز مناسب توأم با شرایط استخراج ایده آل در محدوده مورد بررسی ظاهر شده اند، بطوریکه افراز افق های مارنی به 50 - 40 متر و گسترش عرضی آنها با حداقل روباره سطحی و ناخالصی هایی از میان لایه های نازک آهکی به بیش از 100 متر می رسد. همچنین این پتانسیل مارنی از گسترش طولی قابل توجهی برخوردار بوده و در نهایت ذخیره قابل توجهی را شامل می گردد (شکل 4-5).

محدوده مارنی سوم تقریباً در فاصله 300 متری شرق جاده آسفالتی امیدیه - اهواز و 1/5 کیلومتری شرق نزدیکترین آبادی یعنی روستای گریسیه واقع شده است. از طرف دیگر مجاورت با خطوط انتقال نیرو و منابع سوختی و ... از دیگر مزیت های مثبت این محدوده می باشد.

به منظور بررسی ویژگی های فیزیکی - شیمیایی افق های مارنی از نظر کاربری در صنایع تولید آجر، تعداد سه نمونه معرف بصورت کانالی و با پوشش نسبی افق های مارنی در افرازهای مختلف در امتداد گسترش طولی ذخیره برداشت گردید. نمونه Mo3-1 از افق های فوقانی رخنمون میشان در بالاترین افراز بخش جنوبی ذخیره که به لحاظ نزدیک شدن و تبدیل تدریجی لایه های مارن به لایه های آهکی از ترکیب نسبی مارن آهکی برخوردارند، برداشت گردید. نمونه Mo3-2 از بخش میانی رخنمون مارن میشان در اواسط گسترش طولی ذخیره مارنی برداشت

گردید. این قسمت همراه با مقادیر گچ به صورت پوشش سطحی قطعات مارن می باشد. نمونه Mo3-3 از پایین ترین افق های مارنی میشان در انتهای شمالی گسترش طولی ذخیره مارنی گرفته شد.

- بررسی های آزمایشگاهی

نمونه هایی که از رخنمون افق های مارنی میشان در محدوده اندیس سوم برداشت گردیدند، به منظور تعیین و تحلیل ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مارن محدوده صنایع تولید آجر به آزمایشگاه ارسال گردیدند و نتایج این مطالعات آزمایشگاهی در جداول 5-5 و 5-6 گزارش شده اند. در بررسی های فیزیکی بر روی نمونه های اخذ شده به منظور تعیین حدود اتربرگ، هر کدام از سه نمونه اصلی با روش مناسب به صورت دو جزء نمونه تقسیم گردیده و سپس آزمایش های مورد نظر بر روی این جزء نمونه ها صورت گرفته است.



شکل 4-5 دور نمای افق های مارنی میشان در موقعیت اندیس سوم

جدول 5-5 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس سوم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So _r %	XRD
Mo3-1	35/23	24/49	7/43	4/86	5/23	1/56	0/65	0/22	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
Mo3-2	35/22	26/19	5/94	3/89	4/14	0/83	1/04	1/53	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite
Mo3-3	34/31	24/35	7/4	4/29	6/51	1/58	0/48	0/17	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite

جدول 5-6 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس سوم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)
Mo3-1	CL	34	19	15
Mo3-2	CL	31	20	11
Mo3-3	CL	31	20	11
Mo3-4	CL	37	20	17
Mo3-5	CL	39	21	18
Mo3-6	CL	31	17	14

ویژگی های شیمیایی و کانی شناسی نمونه های مارن اندیس سوم بیانگر کیفیت پایین مارن

این محدوده از نظر کاربرد در تولید آجر ماشینی است بطوریکه محتوی رس نمونه ها با توجه به

مقدار Al₂O₃ در هر سه نمونه پایین تر از حداقل مقدار مجاز این اکسید اصلی برای خاک آجر

است و از طرفی دیگر مقدار اکسید کلسیم یعنی آهک همراه مارن های محدوده نیز بالاتر از حداکثر مقدار مجاز آهک در خاک برای کاربری در تولید آجرهای ساختمانی حتی با کیفیت مرغوب و معمولی است.

با توجه به تجزیه دیفراکتومتری اشعه مجهول (XRD) نمونه های مارنی، کانی های اصلی نمونه های اندیس سوم، آهک، کانیهای رسی و کوارتز به شمار می روند و با در نظر گرفتن نتایج آنالیز شیمیایی بخش عمده ترکیب مارن های محدوده ($> 40\%$) آهکی است.

بطوریکه اشاره گردید، نمونه Mo3-2 از بخش میانی رخنمون مارن های میشان در محدوده اندیس سوم همراه با مقادیری گچ (حدود $2/6\%$) است.

نتایج آزمایش های فیزیکی دانه بندی و تعیین حدود اتربرگ نمونه های مارن اندیس مورد بررسی قابل قبول می باشند بطوریکه مقادیر شاخص خمیری و حد خمیری همه نمونه های مارنی مورد مطالعه از استانداردهای مجاز به خوبی تبعیت کرده و رفتارهای رسی مناسبی را از خود نشان داده اند. به دلیل نبود اطلاعات راجع به مقاومت فشاری و جذب آب نمونه های مارنی، امکان تحلیل جامع و نهایی ویژگی های فیزیکی مارن های منطقه به منظور کاربرد در صنایع تولید آجر مقدور نیست.

با توجه به وجود ذخایر وسیع و گسترده ماسه بادی در غرب اندیس مارنی سوم، ممکن است به صورت ماده افزونی اصلاحی به مارن های مورد مطالعه بتوان آنها را اصلاح و در صنایع تولید آجر ساختمانی بکار برد.

5-2-5 اندیس چهارم

- موقعیت جغرافیایی

پس از طی 5 کیلومتر در مسیر جاده آسفالته امیدیه - اهواز قبل از روستای یریسیه، رخنمون های ستیغ ساز سازند میشان در شرق جاده ظاهر شده اند. بخشی از این افق های مارنی مرتفع که ادامه لایه های مارنی اندیس های قبلی هستند، به جهت شرایط مناسب به منظور بررسی و مطالعه کاربری آنها در صنعت آجر، انتخاب گردیدند. موقعیت جغرافیایی محدوده انتخابی و مورد مطالعه $30^{\circ}35'58''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}35'58''$ طول جغرافیایی است.

- زمین شناسی

بطوریکه در تشریح اندیس های مارنی قبلی عنوان گردید، تراست بزرگ امیدیه به موازات سطح محوری طاقدیس آغاچاری و در دامنه غربی آن عمل کرده و باعث روراندگی سازند آغاچاری بر روی رسوبات جوان آبرفتی دشت امیدیه شده است. در انتهای دماغه جنوب شرق طاقدیس مذکور و مجاور روستای «یریسیه» این تراست تقریباً منطبق بر سطح محوری طاقدیس دیگری می گردد و سبب روراندگی و رخنمون واحدهای قدیمی تر (سازند گچساران) بر روی رسوبات دشت امیدیه گردیده است. از این رو در طول پروفیل های پیمایشی غربی - شرقی فقط طبقات رسوبی دامنه شرقی طاقدیس احتمالی به ترتیب شامل سازند گچساران، سازند میشان و بالاخره سازند آغاچاری رخنمون دارند. در محدوده اندیس چهارم، رخنمون های مارنی - آهکی سازند میشان به شکل دیواره بلند و ستیغ سازی به موازات جاده آسفالته امیدیه - آغاچاری رخنمون یافته اند. توالی رسوبی میشان در این نقطه، شامل افق های مارنی ضخیم لایه با میان لایه های نازک آهکی به صورت واحد پوشان سنگ در روی افق های مارنی خاکستری رنگ قرار گرفته

و مانع فرسایش آنها شده اند و دیواره های بلند با شیب تند به طرف غرب را به همراه داشته اند. همچنین فرسایش فیزیکی و خردشدگی بعدی لایه های نازک آهک فوقانی باعث پوشیده شدن نسبی سطح رخنمون مارن های منطقه با این واریزه های آهکی شده است (شکل 5-5).

- بررسی های صحرائی

مارن های خاکستری با افراز زیاد بعضاً بالغ بر 10 متر و میان لایه های نازک آهک - آهک مارنی در حاشیه شرقی جاده آسفالته امیدیه - آغاچاری گسترش یافته اند. با توجه به افراز و گسترش طولی قابل توجه، ذخیره مارنی مناسبی در این محدوده وجود دارد. وجود میان لایه های نازک آهکی در داخل افق های مارنی تأثیرات منفی را در ترکیب شیمیایی خاک و خواص فیزیکی کاربرد محصول آجر تولیدی به همراه دارد و نیازمند خردایش ماده اولیه تا ابعاد خیلی ریز به منظور کاهش اثرات منفی قطعات آهکی است. از این رو ممکن است مستلزم بکار بردن تجهیزات خاص در مرحله استخراج برای حذف افق های نازک آهکی مذکور باشد.

قرار گرفتن ذخیره مارنی مورد بررسی در مجاورت جاده آسفالته امیدیه - اهواز، روستای یریسیه و دیگر روستاهای موجود، خطوط انتقال نیرو، نزدیکی به شهر امیدیه و شرایط مطلوب استخراجی و راهسازی از پارامترهای مثبت فنی و اقتصادی محدوده محسوب می گردد.

در بخشی از رخنمون افق مارنی اندیس مورد بررسی در راستای پروفیلی عمود بر امتداد و با پوشش تقریباً کامل ضخامت افق مارنی، تعداد دو نمونه به صورت کانالی برداشت گردید. نمونه Mo4-1 از بخش فوقانی رخنمون که دارای میان لایه های نازک آهکی بیشتری است (البته در این

مرحله از این نازک لایه های آهکی حتی المقدور نمونه برداری نگردید) و نمونه Mo4-2 از بخش تحتانی رخنمون که عمدتاً مارن خاکستری می باشد، برداشت گردیدند (شکل 5-6).

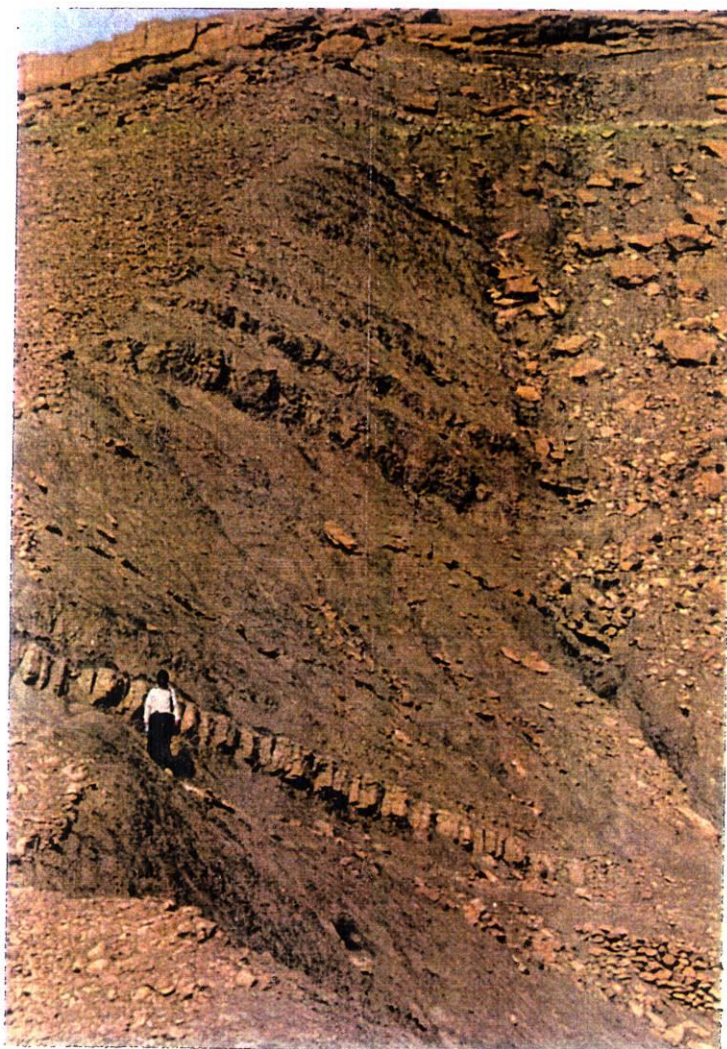
به منظور تعیین ویژگی های فیزیکی شیمیایی مارن محدوده مورد بررسی در راستای تجزیه و تحلیل کاربری آن در صنعت تولید آجر ماشینی، نمونه های برداشت شده آنالیز شیمیایی و فیزیکی گردید.

- بررسی های آزمایشگاهی

به منظور تعیین ویژگی های فیزیکی - شیمیایی مارن محدوده مورد بررسی در راستای تجزیه و تحلیل کاربردی آن در صنعت تولید آجر ماشینی، نمونه های برداشت شده آنالیز شیمیایی و فیزیکی گردید که نتایج آن در جداول زیر ارائه شده اند.



شکل 5-5 دور نمایی ذخیره مارنی اندیس چهارم (نگاه به سمت چپ)



شکل 5-6 افق مارنی با میان لایه های نازک آهکی در اندیس چهارم

نتایج آنالیز شیمیایی دو نمونه برداشت شده از افق فوقانی و تحتانی اندیس مارنی با یکدیگر تفاوت زیادی دارند. نمونه Mo4-2 از نظر میزان رس فقیر بوده و محتوی اکسید آلومینیوم آن (Al_2O_3) با حداقل مقدار مجاز این اکسید ($Al_2O_3 > 9\%$) برای کاربری در تولید آجر اختلاف فاحشی دارند. همچنین این نمونه دارای مقادیر زیادی CaO بوده بطوریکه بیش از 60 درصد ترکیب کانی شناسی نمونه را آهک تشکیل می دهد. از این رو نمونه مذکور از نظر سنگ شناسی مارن آهکی است و چنین خاکی در صورت کاربرد در صنایع اجر باعث کاهش استحکام،

پدیده آلوک زدن، افزایش تخلخل و ضریب جذب آب و ... محصول تولیدی می گردد. در نتیجه بخش تحتانی مارن اندیس پنجم از نظر ترکیب شیمیایی و کانی شناسی براساس نمونه برداشت شده برای تولید آجر مناسب نیست.

جدول 5-7 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس چهارم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So _r %	XRD
Mo4-1	58/36	23/33	8/34	4/67	5/39	1/65	0/55	0/160	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite,
Mo4-2	94/32	35/46	4/92	3/14	1/11	1/02	0/34	0/28	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite,

جدول 5-8 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس چهارم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %. آب	شوره زدگی
Mo4-1	CL	27	18	9	100	21/3	متوسط
Mo4-2	CL	27	15	12	-	-	-
Mo4-3	CL	28	17	11	-	-	-
Mo4-4	CL	33	20	13	-	-	-
Mo4-5	CL	34	18	16	-	-	-
Mo4-6	CL	30	16	14	-	-	-

نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه Mo4-1 متعلق به بخش فوقانی افق مارنی در سطح

مطلوب و ایده آل نمی باشد. اما با توجه به همین نتایج در بقیه اندیس های مارنی مورد بررسی در

حد قابل قبول است. مقدار اکسید آلومینیوم به تبع آن محتوی رس نمونه نزدیک به حداقل مقدار مجاز اکسید مذکور برای تولید آجر ساختمانی است. مقدار اکسید کلسیم نمونه بیش از حداکثر مقدار مجاز اکسید مذکور برای تولید آجر ساختمانی است. مقدار اکسید کلسیم نمونه بیش از حداکثر مقدار مجاز این اکسید در خاک مناسب برای کاربرد در صنعت آجر است. اما معمولاً خاک هایی با 20٪ اکسید کلسیم در نواحی خشک مانند منطقه امیدیه و آغاچاری در صورت داشتن ویژگی های فیزیکی قابل قبول می تواند برای تولید آجر ماشینی معمولی بکار روند.

مقدار سولفات و نهایتاً گچ هر دو نمونه مقدار ناچیزی را شامل می گردد و از این نظر مثبت تلقی می گردد. وضعیت دانه بندی و حدود اتربرگ برای تعداد 6 جزء نمونه حاصل از تقسیم و تفکیک دو نمونه اصلی، تعیین و برآورد گردیده است.

نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مذکور در جدول 8-5 بیانگر آن است که حد خمیری و شاخص خمیری کلیه نمونه ها از مقادیر مناسب مورد لزوم برای کاربرد در تولید آجر ماشینی برخوردارند و شکل کاربردی خاصی وجود ندارد.

پارامترهای فیزیکی دیگر نظیر مقاومت فشاری، ضریب جذب آب و شوره زدگی به همراه پخت فقط برای نمونه Mo4-1 انجام شده است. بطوریکه در جدول 8-5 ملاحظه می گردد، مقاومت فشاری نمونه فوق بیش از حداقل مقدار مجاز آن (80 kg/cm^2) برای آجر ساختمانی است. با توجه به مقدار مقاومت فشاری، جذب آب و شوره زدگی، آجر تولیدی از ماده معدنی مرتبط با نمونه Mo4-1 بویژه قابلیت کاربرد برای تولید آجرنمای درجه دو یا معمولی را دارد و تا حدودی از ویژگی های فیزیکی مورد نیاز برای تولید آجر نمای درجه یک نیز برخوردار است.

در نهایت بخش فوقانی اندیس مارن چهارم از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مورد لزوم برای تولید آجر توکار و آجرنما برخوردار است ولی بخش تحتانی آن از ترکیب شیمیایی مطلوبی برخوردار نمی باشد و شاید با اختلاط با بخش فوقانی و یا افزودن مواد اصلاحی بتوان برای ساخت آجر مناسب بکار برد.

5-2-6 اندیس پنجم

- موقعیت جغرافیایی

در مسیر جاده اصلی امیدیه - بهبهان پس از طی 15 کیلومتر، جاده امیدیه - آغاچاری به سوی شرق از آن منشعب می گردد. رخنمون مارن های سازند میشان در طرفین جاده امیدیه - آغاچاری ظاهر شده اند. در فاصله 3 کیلومتری شهر آغاچاری، یک راه خاکی فرعی به طرف شمال کشیده شده است. محدوده انتخابی به منظور بررسی کاربردی مارن های میشان در فاصله 400 متری از این راه خاکی واقع شده است.

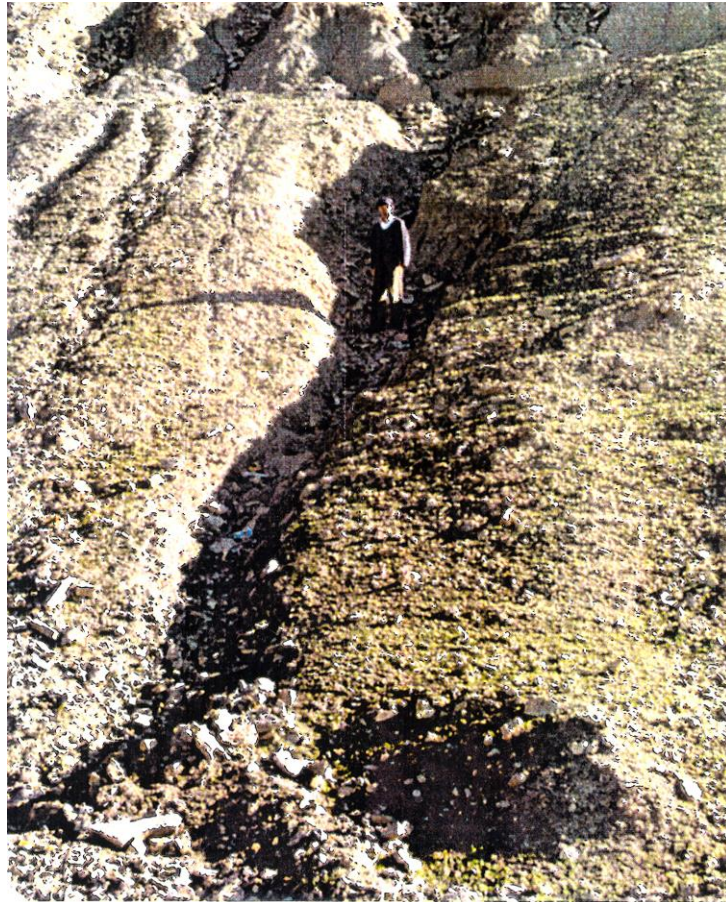
- زمین شناسی

ادامه رخنمون توالی سازندهای گچساران، میشان و آغاچاری شمال دشت امیدیه و موازی با جاده امیدیه - بهبهان، در محدوده مورد پی جویی توسط جاده امیدیه - آغاچاری قطع می گردد. در ابتدای انشعاب جاده مذکور، ادامه تراست بزرگ امیدیه باعث روراندگی سازند گچساران (شامل توالی مارن و گچ با شیب لایه بندی 10-15 درجه به سوی شرق) بر روی رسوبات جوان دشت امیدیه شده است.

سازند میشان با گسترش عرضی نزدیک به 600 متر شامل توالی افق های مارنی خاکستری ضخیم لایه و میان لایه های نازک آهکی با شیب کم رو به سوی شرق که بر روی سازند گچساران ظاهر شده است. سازند آغاچاری با گسترش سطحی قابل توجه بر روی سازند میشان رخنمون یافته است.

- بررسی های صحرایی

پنجمین اندیس مارنی منطقه امیدیه - آغاچاری شامل مارن های خاکستری ضخیم لایه با میان لایه های آهکی است و میزان و تکرار این میان لایه های آهکی به طرف افرازیهای بالاتر کاهش می یابد. ضخامت افق های مارنی از 2 متر تا بالغ بر 20 متر تغییر می کنند. در نتیجه خردشدگی و فرسایش فیزیکی این میان لایه های آهکی نازک و افق های آهکی فوقانی (واحد پوشان سنگ بر روی لایه های مارنی)، سطح رخنمون های مارنی توسط روباره ای از واریزه و قطعات آهک - آهک مارنی پوشیده شده است و رخنمون مناسب و یک دست مارن در ترانشه های طبیعی حاصل از جریان آب های سطحی مشاهده می گردد (شکل 5-7).



شکل 5-7 رخنمون مارن میشان با میان لایه های آهکی در محدوده اندیس پنجم

نمونه های GAM-1 و GAM-2 به روش شیباری با حداکثر پوشش ضخامت بیرون زدگی

لایه های مارنی از ترانسه های سطحی طبیعی برداشت گردیدند.

مجاورت با جاده آسفالته اصلی و شهرهای امیدیه و آغاچاری و دیگر مناطق مسکونی از

ویژگی های قابل توجه این اندیس مارنی به شمار می رود.

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج تعیین ویژگی های شیمیایی و فیزیکی نمونه های برداشت شده از رخنمون های مارنی

پنجمین پتانسیل مورد بررسی در جداول ذیل آورده شده است.

جدول 5-9 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس پنجم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So _r %	XRD
GAM-1	96/24	31/42	6/14	3/5	4/02	1/44	0/34	1/08	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
GAM-2	89/26	30/11	5/15	4/49	3/84	1/28	2/14	2/03	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Gypsum

جدول 5-10 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس پنجم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
GAM-1	CL-ML	28	21	7	106	19/7	متوسط
GAM-2	CL	30	22	8	-	-	-
GAM-3	CL	30	20	10	-	-	-
GAM-4	CL	27	19	8	-	-	-
GAM-5	CL	29	20	9	-	-	-
GAM-6	CL	32	21	11	-	-	-
GAM-7	CL	28	20	8	-	-	-
GAM-8	CL	27	16	11	-	-	-

با در نظر گرفتن مقادیر مجاز اکسیدهای اصلی خاک مناسب در تولید آجر ساختمانی، ملاحظه

می گردد هر دو نمونه متعلق به رخنمون های مارن اندیس پنجم از نظر ترکیب شیمیایی و کانی

شناسی قابلیت کاربردی در تولید آجر را ندارد زیرا مقدار اکسید کلسیم هر دو نمونه بیش از مقدار

حداکثر مجاز آن حتی در تولید آجرهای معمولی توکار ($CaO < 20\%$) است و مقدار آهک این

دو نمونه بالغ بر 50 درصد ترکیب مارن را تشکیل می دهد و باعث کاهش مقاومت فشاری، افزایش تخلخل و ضریب جذب آب محصول تولیدی می گردد و با توجه به وجود میان لایه های نازک آهکی و در نتیجه قطعات آهکی همراه با ماده معدنی، پدیده آلوک زدن محصول تولیدی را نیز به همراه خواهد داشت.

مقدار اکسید آلومینیوم و در نتیجه محتوی رس مارن کمتر از حداقل مقدار مجاز این اکسید در ماده اولیه مورد نیاز در صنایع تولید آجر است.

سیلیس به عنوان عنصری که با تشکیل فازهای جدید سیلیکاتی در طی فرآیند پخت نقش مؤثری در افزایش استحکام آجر دارد در هر دو نمونه از مقدار کمی برخوردار است.

مقادیر عناصر آلكالی (Na_2O و K_2O) بویژه در نمونه GAM-2 بالا بوده و وجود این عناصر به مقدار زیاد در ماده اولیه مورد مصرف باعث کاهش نقطه ذوب و تغییر شکل آجر در طی فرآیند پخت می گردد.

مقدار گچ در هر دو نمونه با مقادیر بیش از 2٪ وجود داشته و مقدار آن در نمونه GAM-2 از حد مجاز آن بیشتر است و باعث افزایش شوره زدگی محصول آجر تولیدی و کاهش استحکام آن می گردد.

دانه بندی خاک و حدود اتربرگ آن برای تعداد 8 جزء نمونه مارنی حاصل از تقسیم دو نمونه اصلی محدوده مورد بررسی در جدول 10-5 ارائه شده است. ویژگی های فیزیکی مذکور در نمونه های مارن به طور نسبی از مقادیر مجاز برخوردارند. دیگر ویژگی های فیزیکی مهم یعنی مقاومت فشاری و جذب آب فقط برای یکی از نمونه ها تعیین شده است. با توجه به مقادیر این

دو ویژگی، مارن مرتبط با نمونه مذکور قابلیت کاربرد در تولید آجر توکار و حتی آجر نمای معمولی (درجه 2) را دارد. مقادیر مقاومت این دو ویژگی، مارن مرتبط با نمونه مذکور قابلیت کاربرد در تولید آجر توکار و حتی آجر نمای معمولی (درجه 2) را دارد. مقادیر مقاومت فشاری و جذب آب مناسب محصول تولیدی که ارتباط مستقیمی با میزان اکسید کلسیم (کربنات کلسیم و گچ) و سیلیس (عمدتاً به صورت کوارتز) و... در نمونه خاک دارد با محتوی عناصر اخیر در آنالیز شیمیایی نمونه های مارن محدوده در تناقص است. در نهایت با توجه به ویژگی های شیمیایی و فیزیکی نمونه های مارن، تأیید کاربرد مارن این محدوده در صنعت تولید آجر مستلزم بررسی و مطالعات بیشتر به ویژه بر روی خواص فیزیکی این افق های مارنی می باشد. همچنین باید امکان اصلاح محتوی مارن با استفاده از مواد افزودنی نظیر ماسه بادی دشت امیدیه بررسی گردد.

5-2-7 اندیس ششم

این اندیس مارنی در مسیر جاده امیدیه - بهبهان و قبل از سه راهی بهبهان و دیلم واقع شده است. در فاصله 20 کیلومتری جاده آسفالته امیدیه - بهبهان یک راه خاکی از مجاور پادگان نظامی از جاده اصلی منشعب می گردد و با طی حدود 500 متر در این راه خاکی به محدوده مورد بررسی می رسیم. این محدوده با مختصات $30^{\circ}38'4''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}50'39''$ طول جغرافیایی رخنمون های مارنی سازند میشان در حدفاصل تنگ بلبلی و تنگ بهدیه که ارتفاعات مشرف به جاده امیدیه - بهبهان را قطع می کنند، شامل می گردد.

- زمین شناسی

زمین شناسی و ساختمان عمومی این منطقه مشابه اندیس های مارنی حاشیه جاده امیدیه - اهواز است. در اینجا نیز ادامه تراست بزرگ امیدیه به موازات جاده امیدیه - بهبهان باعث ظهور و روراندگی سازندهای قدیمی تر گچساران و میشان بر روی رسوبات جوان دشت امیدیه شده است. بطوریکه عنوان گردید محدوده مورد بررسی بخش های داخلی و انتهایی یکی از آبراهه های اصلی در فاصله بین تنگ بلبلی (جنوب) و تنگ بهدیه (شمال) که مقطع سازند گچساران و میشان را قطع کرده شامل می گردد. سرشاخه های فرعی آبراهه مذکور با روندهای شمال غرب - جنوب شرق در داخل سازند میشان جریان دارند و برش های مناسبی با افراز مطلوب در واحدهای رسوبی مارن - آهک این سازند ایجاد کرده اند.

توالی لایه های ضخیم مارن و میان لایه های کم ضخامت آهکی با روند شمال غرب - جنوب شرق و شیب 25° - 30° رو به سوی شرق در دیواره شرقی آبراهه اصلی رخنمون یافته اند (شکل 8-5). به طرف شمال غرب، این توالی در اثر عملکرد تراست اصلی منطقه، با شیب زیاد و رو به سوی غرب ظاهر شده اند (شکل 9-5).

- بررسی های صحرائی

اندیس مارنی مورد بررسی در انتهای یک آبراهه اصلی واقع شده است. در یال شرقی بخش جنوبی آبراهه، توالی مارن های خاکستری رنگ ضخیم لایه و میان لایه های نازک آهکی به صورت دیواره ای با حداقل روباره و باطله با افراز بیش از 50 متر و گسترش طولی بالغ بر 500 متر رخنمون دارد. نمونه Mo6-2 بصورت شیاری از ضخامت یکی از افق های مارنی تحتانی مقطع فوق برداشت گردید (شکل 8-5).



شکل 8-5 افق های مارنی با میان لایه های آهک سازند میشان در محدوده اندیس پنجم



شکل 9-5 افق های مارنی با میان لایه های آهکی سازند میشان در محدوده اندیس پنجم

در یال غربی بخش شمالی آبراهه، توالی مارن ها و میان لایه های نازک آهکی متعلق به افق

های فوقانی سازند میشان با افراز مناسب و روباره واریزه ای کم ظاهر شده اند. نمونه Mo6-1 از

طول ضخامت یکی از این افق های مارنی ضخیم برداشت گردید (شکل 9-5).

افزار گسترش سطحی مناسب افق های مارنی به همراه حداقل پوشش آهکی فوقانی و واریزه آهکی، شرایط استخراج مطلوب و نزدیکی به جاده آسفالته اصلی، منابع سوخت، نیروی انسانی و بازار مصرف از ویژگی های مثبت محدوده مورد بررسی به شمار می رود.

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج بررسی های آزمایشگاهی بر روی نمونه های برداشت شده از افق های مارنی پتانسیل مورد مطالعه شامل تجزیه شیمیایی، تعیین کانی شناسی و برآورد ویژگی های فیزیکی خاک در جداول 5-11 و 5-12 ارائه گردیده است.

جدول 5-11 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس ششم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So _r %	XRD
Mo6-1	26/6	30/5	6/18	3/34	4/06	1/45	0/26	3/65	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Gypsum
Mo6-2	25/93	30/47	6/44	3/19	4/18	1/12	0/33	3/21	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Gypsum

جدول 5-12 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس ششم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)
Mo6-1	CL-ML	28	21	7
Mo6-2	CL	28	20	8
Mo6-3	CL	38	18	20
Mo6-4	CL	32	13	19
Mo6-5	CL	33	13	20

بطوریکه در جداول مربوط به نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارنی اندیس ششم ملاحظه می گردد، مقادیر اکسیدهای اصلی با حدود مجاز آنها از دیدگاه کاربری در صنایع تولید آجر تفاوت قابل توجهی دارند. میزان اکسید کلسیم نمونه ها بیانگر حضور بیش از 50 درصد آهک همراه مارن این محدوده است، در حالیکه حد مجاز و قابل قبول محتوی آهک خاک در فرآیند تولید آجر حداکثر 30 درصد می باشد. همچنین تعداد رس موجود در مارن با در نظر گرفتن مقدار Al_2O_3 نمونه ها از حد مجاز آن پایین تر است. مقدار سیلیس ترکیب شیمیایی نمونه های محدوده مورد مطالعه کم می باشد و در نتیجه سه پارامتر منفی فوق الذکر تأثیر به سزائی در کاهش استحکام (مقاومت فشاری)، افزایش تخلخل، افزایش جذب آب، وقوع پدیده آلوک زدن و ... خواهند داشت و از کیفیت محصول تولیدی به شدت می کاهند.

علاوه بر موارد مطروحه، مقدار گچ در نمونه های مورد بررسی با توجه به میزان SO_3 موجود بالغ بر 6٪ است و لذا ضمن بالا بودن مقدار CaO موجود در نمونه و تبعات منفی مقدار بیش از حد مجاز این اکسید، باعث شوره زدن آجر تولیدی از چنین خاکی خواهد شد.

مقادیر حدود اتربرگ جزء نمونه های حاصل از دو نمونه اصلی برداشت شده با در نظر گرفتن مقادیر مجاز آنها برای خاک مناسب تولید آجر، مشکل خاصی نداشته و قابل قبول است.

در نهایت با توجه به ترکیب شیمیایی و کانی شناسی مارن محدوده مورد بررسی و ناخالصی های همراه آن، این خاک برای تولید آجر مناسب نیست.

8-2-5-8 اندیس هفتم

- موقعیت جغرافیایی

پس از طی حدود 26 کیلومتر در مسیر جاده امیدیه - بهبهان، سه راهی دیلم و بهبهان قرار دارد و جاده امیدیه - بهبهان (پازنان) بعد از سه راهی مذکور و قبل از ایستگاه ایست بازرسی پازنان شرکت نفت واقع شده است. مختصات جغرافیایی محدوده مورد بررسی عبارتست از، $30^{\circ}35'58''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}56'58''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

واحدهای مارنی مورد بررسی با هدف قابلیت کاربرد در تولید آجر ماشینی، بخشی از سازند میشان بوده که در انتهای شمال غرب طاقدیس پازنان رخنمون یافته است. طاقدیس پازنان با روند شمال غرب - جنوب شرق یکی از میادین نفتی مهم به شمار می رود. عملکرد ادامه جنوب شرق تراست بزرگ امیدیه در این ناحیه، باعث رورانگی هسته و یال شرقی طاقدیس مذکور بر روی واحدهای جوانتر دشت امیدیه گردیده است و یال غربی این طاقدیس در منطقه رخنمون ندارد. قدیمی ترین واحد سنگی منطقه، سازند مارن گچ گچساران در هسته طاقدیس به شمار می رود. سازند مارن - آهک میشان با شیب تقریبی 10-20 درجه رو به سوی شرق بر روی سازند گچساران قرار گرفته است و در ادامه به طرف شرق سازند آغاچاری بر روی سازند میشان واقع می گردد.

توالی افق های ضخیم مارنی با میان لایه های نازک و بعضاً ضخیم آهکی متعلق به بخش های میانی سازند میشان در مقطع دیواره بلند دره ای که جاده امیدیه - بهبهان در آن واقع شده، رخنمون یافته است. در این مقطع، از پایین به بالا بر تعداد میان لایه های آهکی و تا حدودی ضخامت آنها افزوده می شود. به واسطه اختلاف در مقاومت فرسایشی، افق های آهکی ضخیم تر به صورت یک

واحد پوشان سنگ در روی رخنمون های مارنی ظاهر شده اند و واریزه های آنها به طور موضعی به صورت روباره کم ضخامت سطح افق های مارنی را پوشانده اند (شکل 10-5)



شکل 10-5 دورنمای افق های مارنی میشان در اندیس هفتم

- بررسی های صحرایی

رخنمون مارن میشان در این محدوده به صورت دیواره ای مرتفع با افراز قابل توجه گسترش طولی مناسب به موازات جاده امیدیه - بهبهان ظاهر شده است. این رخنمون توالی از افق های مارنی با میان لایه های آهکی نازک و بعضاً ضخیم بوده که به طرف بخش های فوقانی بر تعداد این میان لایه های آهکی افزوده می گردد و از این نظر تأثیر منفی در بهره برداری و کاربرد مارن های مذکور خواهد داشت. در صورت تأیید ویژگی های فیزیکی - شیمیایی خاک، به منظور کاهش هزینه های استخراج در بهره برداری از آنها تمهیدات خاص بکار می رود و خردایش ماده اولیه تا ابعاد مناسب برای جلوگیری از رخداد پدیده آلوک زدن در محصول آجر تولیدی صورت می گیرد.

ذخیره مارنی مورد بررسی در مقایسه با دیگر اندیس های مارنی منطقه امیدیه - آغاچاری، در فاصله نسبتاً زیادی از مراکز عمده مصرف یعنی امیدیه و آغاچاری قرار دارد ولی مجاورت با جاده آسفالته امیدیه - بهبهان و خطوط انتقال سوخت و نیرو از ویژگی های مثبت دیگر این ذخیره مارنی محسوب می گردد.

نمونه Mo5-1 از افق های تحتانی مقطع مارن میشان در موقعیت اندیس هفتم برداشت گردید.

- بررسی های آزمایشگاهی

نمونه مارن برداشت شده از رخنمون سازند میشان در محدوده هفتمین اندیس مورد مطالعه، به منظور تحلیل کاربرد آن در صنعت تولید آجر ماشینی، تجزیه شیمیایی و تعیین خواص فیزیکی گردید که نتایج این مطالعات در جداول ذیل ارائه شده است.

جدول 5-13 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه مارن اندیس هفتم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So _r %	XRD
Mo5-1	32/74	22/66	7/73	4/72	6/51	1/7	0/42	1/46	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Albite

جدول 5-14 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس هفتم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)
Mo5-1	CL	24	15	9
Mo5-2	CL	29	16	13
Mo5-3	CL	35	20	15
Mo5-4	CL	36	20	16

مقادیر اکسیدهای اصلی و مهم نمونه مارن محدوده اندیس هفتم یعنی CaO و Al₂O₃

تفاوت زیادی با مقادیر مجاز این اکسیدها در ماده اولیه مناسب تولید آجر ماشینی دارد. همچنین

مقادیر اکسید منیزیم (دولومیت موجود در مارن) و گچ موجود در ترکیب این مارن در حد قابل

قبول نمی باشد.

حدود اتربرگ مارن مورد بررسی در قالب چهار جزء نمونه تعیین شده است. مقادیر شاخص

خمیری واحد خمیری مارن تمامی جزء نمونه های مذکور در سطح قابل قبول و مناسب است. اما

به جهت عدم اطلاع از دیگر ویژگی های فیزیکی مارن محدوده، امکان اظهار نظر قطعی در رابطه با

خواص فیزیکی خاک و محصول تولیدی آن وجود ندارد. البته نتیجه گیری کلی بر اساس نتایج بررسیهای فیزیکی و شیمیایی تنها یک نمونه چندان منطقی نیست ولی از طرف دیگر با در نظر گرفتن موارد که در بررسی های صحرائی این اندیس مارنی اشاره گردید، نمی توان به عنوان یک محدوده امید بخش مدنظر قرار داد.

5-2-9 اندیس هشتم

- موقعیت جغرافیایی

محدوده مورد بررسی در شمال شرقی شهرستان آغاچاری واقع می گردد و شامل مناطق دربرگیرنده رخنمونهای مارنی در اطراف جاده آغاچاری - بهبهان در حدفاصل شهرستان آغاچاری در جنوب غرب تا حاشیه های جنوبی رودخانه مارون در شمال شرق را در بر می گیرد. هشتمین اندیس مارنی که بررسی و مطالعات بیشتری بر روی آن متمرکز بوده، در داخل محدوده کلی فوق الذکر و در فاصله 43 کیلومتری از شهرستان بهبهان در مسیر جاده آغاچاری - بهبهان و قبل از رودخانه مارون واقع شده است.

موقعیت جغرافیایی کلی اندیس هشتم عبارتست از: $30^{\circ}44'03''$ عرض جغرافیایی و

$49^{\circ}53'30''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

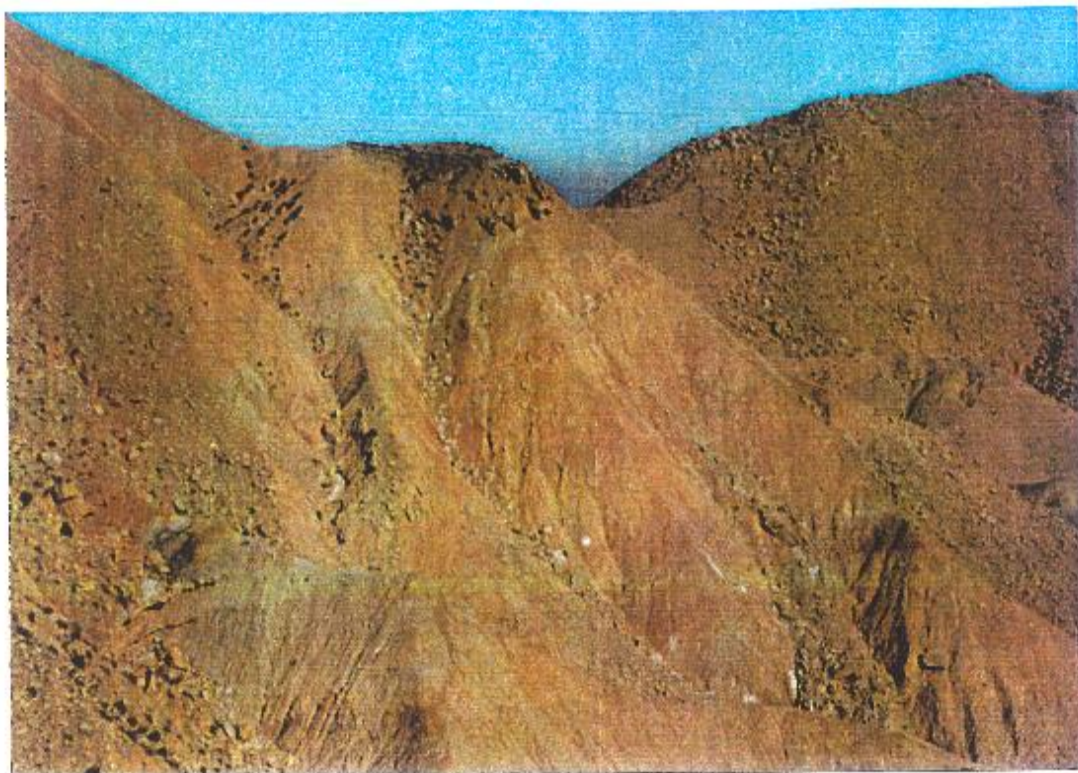
به طور کلی محدوده مطالعاتی در حد فاصل شهرستان آغاچاری تا حاشیه های جنوبی رودخانه مارون در برگیرنده رخنمون های سازند آغاچاری و عضو لهبری است.

سازند آغاچاری متشکل از تناوب مارن های قرمز رنگ با رگچه های گچی و ماسه سنگ های آهکی قهوه ای تا خاکستری است و عمدتاً با روند شمال غرب - جنوب شرق و شیب ملایم 20-10 درجه به سوی شرق بر روی باندها باریک سازند میشان در حاشیه شرقی دشت امیدیه قرار گرفته است. این بخش از سازند آغاچاری جزئی از میدان نفتی بزرگ آغاچاری محسوب می شود. عضو لهبری با ردیفی از سنگ های معادل قسمت پایین سازند بختیاری بوده و قسمت زیرین آن از یک مارن قرمز رنگ مشخص تشکیل شده است. واحدهای رسوبی عضو لهبری با همان روند شمال غرب - جنوب شرق ملایم 20-10 درجه به سوی شرق در بخش تحتانی به طور تدریجی به سازند آغاچاری تبدیل می شود. به طرف شرق در بخش فوقانی عضو لهبری در حاشیه های رودخانه مارون، سازند بختیاری متشکل از کنگلومرا و ماسه سنگ های چرتی بصورت ناهمساز و با شیب بسیار کم بر روی عضو لهبری قرار می گیرد.

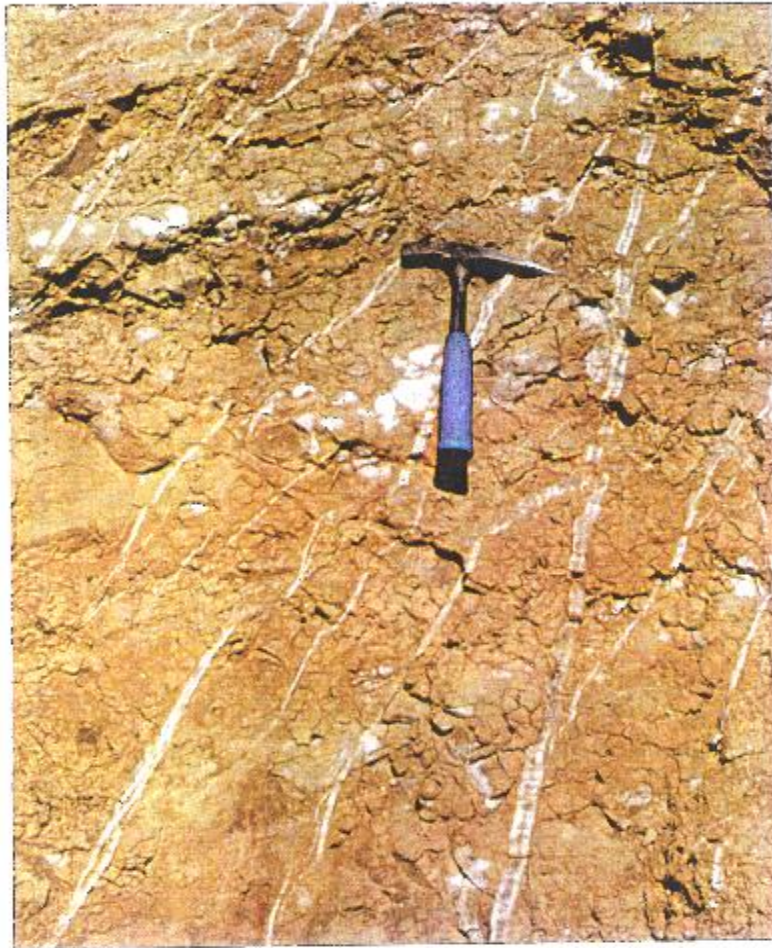
رودخانه مارون در خط القعر ناودیسی بزرگ در جریان است بطوریکه در مناطق شرقی رودخانه مجدداً توالی سازندهایی که تشریح گردیدند با شیب رو به غرب رخنمون یافته اند. سازند آغاچاری و عضو لهبری آن دارای گسترش وسیعی در سطح منطقه بوده بطوریکه ضخامت این دو در ناحیه مورد بررسی بالغ بر 12 کیلومتر و گسترش طولی آن فراتر از منطقه تا بیش از چند ده کیلومتر تداوم می یابد و از نظر کاربرد معدنی افق های مارن و رس آنها بویژه در صنایع تولید سیمان و آجر ساختمانی از اهمیت به سزائی برخوردارند.

- بررسی های صحرائی -

از ابتدای شروع جاده آغاچاری - بهبهان در حاشیه شهر آغاچاری تا فاصله بالغ بر 2 کیلومتر به سوی شرق، سازند آغاچاری شامل تناوب مارن قرمز رنگ و ماسه آهکی رخنمون یافته است و به صورت پستی و بلندی و ارتفاعاتی با افزایشهای مناسب و گسترش طولی قابل توجه ظاهر شده اند (شکل 11-5). اما در اینجا نیز مانند بسیاری دیگر از مناطق خوزستان، افق های مارنی سازند آغاچاری به دلایل مختلف از قابلیت کاربرد صنعتی در تولید آجر ماشینی برخوردار نیست، زیرا این افق های مارن قرمز رنگ به وفور دارای رگچه و رگه های گچی هستند (شکل 12-5). وجود مقادیر زیاد گچ در مارن باعث افزایش CaO در ماده اولیه، شوره زدگی و سولفاته شدن محصول تولیدی، کاهش مقاومت فشاری، افزایش تخلخل، تخریب و فرسودگی آجر و ... را به همراه دارد.



شکل 11-5 دورنمای رخنمون سازند آغاچاری با میان لایه های ماسه سنگی و رگه ها و قطعات گچی در ارتفاعات مجاور جاده آغاچاری - بهبهان



شکل 12-5 و فور رگچه های گچی در داخل مارن های قرمز رنگ سازند آغاچاری در مسیر جاده آغاچاری - بهبهان

ظهور لایه های ماسه سنگ آهکی به میزان زیاد در داخل افق های مارنی علاوه بر تاثیر منفی در دانه بندی ماده اولیه و کاهش استحکام و چسبندگی خشت خام و کمک به رخداد پدیده آلوک زدن در محصول تولیدی، باعث بالا رفتن مقدار CaO به بیش از حداکثر مقدار مجاز آن در صنایع تولید آجر می گردد. توپوگرافی خشن منطقه، وضعیت نامناسب جاده های موجود و در نتیجه بالا رفتن هزینه ها استخراج و حمل ماده معدنی و محصول تولیدی را به همراه دارد. در نهایت علی رغم گسترش سطحی و ذخیره زیاد واحدهای مارن قرمز رنگ سازند آغاچاری در طول مسیر جاده آغاچاری - بهبهان ولی به دلایل متعدد که به برخی از آنها اشاره گردید، پی جویی و بررسی های

بیشتر بر روی افق های مارنی آغاچاری در این منطقه از دیدگاه کاربری در صنایع تولید آجر ماشینی صورت نگرفت.

بطوریکه عنوان گردید در ادامه به طرف شرق در طول مسیر جاده آغاچاری - بهبهان، عضو لهبری با مرز تدریجی بر روی سازند آغاچاری رخنمون یافته است. عضو لهبری متشکل از رسوبات مارن قرمز و قرمز روشن و ماسه با دانه بندی ریز تا درشت به صورت تپه ماهوری هایی ممتد در سطح منطقه ظاهر شده اند.

تپه های مارنی لهبری با گسترش طولی بالغ بر چند کیلومتر و افرازه های نزدیک به 10 متر و فرسایش تپه ماهوری از شرایط استخراجی بسیار مناسبی برخوردارند (شکل 13-5). در رخنمون های مورد بررسی از عضو لهبری، شواهد ظاهری وجود گچ مشاهده نمی گردد. نمونه های ABL-1 و L-AB-1 از دیواره تپه های مارنی عضو لهبری برداشت گردیدند. منطقه مورد مطالعه در مجاورت غربی رودخانه مارون و در حد فاصل شهرستان های بهبهان و آغاچاری و نزدیک به مراکز جمعیتی حاشیه رودخانه مارون واقع شده است و منابع آب و برق و سوخت به سهولت در دسترس می باشد.

- بررسی های آزمایشگاهی

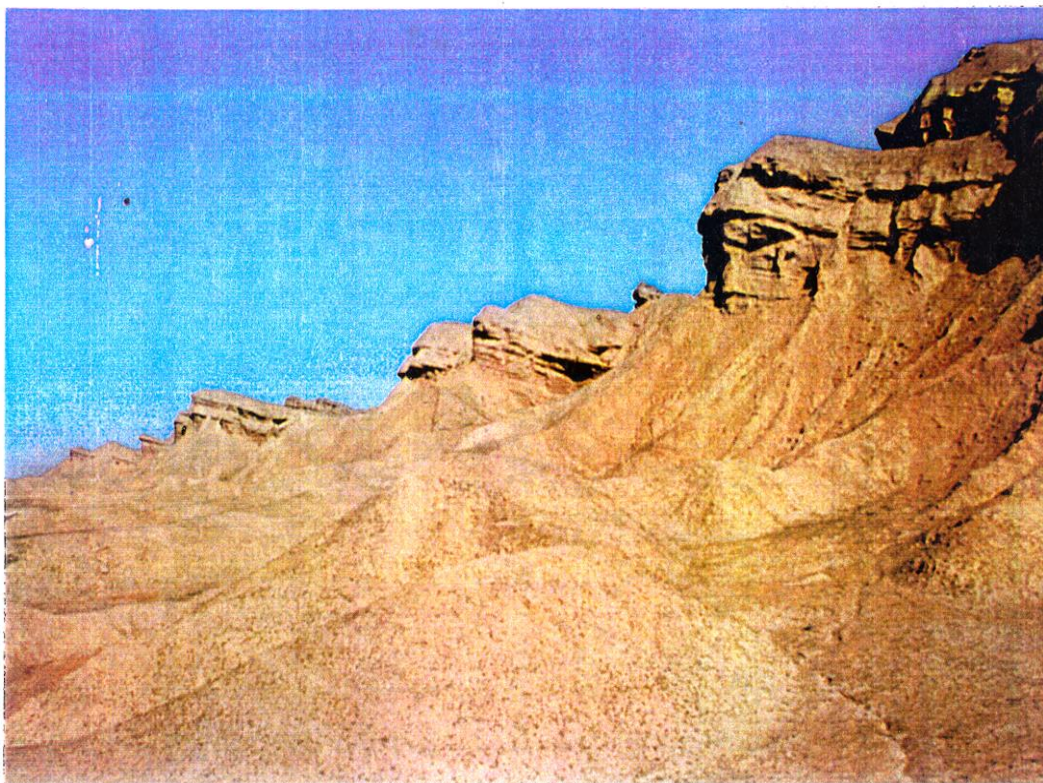
نمونه های خاک برداشت شده از افق های مارن رخنمونهای عضو لهبری اندیس هشتم به منظور تعیین ویژگی های شیمیایی و فیزیکی در راستای بررسی و پژوهش امکان کاربری در صنایع تولید آجر ماشینی به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردید. نتایج بررسی های آزمایشگاهی به شرح جداول ذیل است.

جدول 5-15 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD عضو لهری در محدوده اندیس هشتم

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
L-AB-1	63/31	25/5	7/3	4/2	4/21	1/4	0/7	2/59	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
ABL-1	95/31	25/11	7/12	3/83	5/09	1/86	0/58	2/51	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Gypsum

جدول 5-16 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های عضو لهری اندیس هشتم

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
ABL-1	CL	35	23	12	92	19/9	متوسط
ABL-2	CL	38	24	14	-	-	-
ABL-3	CL	37	21	16	-	-	-
ABL-4	CL	33	18	15	-	-	-
L-AB-1	CL	35	19	16	-	-	-
L-AB-2	CL	39	20	19	-	-	-
L-AB-3	CL	38	21	17	-	-	-
L-AB-4	CL	41	20	21	-	-	-



شکل 13-5 عضو لهبری در مسیر جاده آغاچاری - بهبهان بصورت تپه های کم ارتفاع ممتد در محدوده اندیس هشتم ظاهر شده اند (نگاه به شمال شرق)

مقادیر اکسیدهای اصلی در نمونه های متعلق به مارن های لهبری در مقایسه با مقادیر مجاز آنها بیانگر عدم مطلوبیت ترکیب شیمیایی این مارن ها برای کاربرد در صنایع تولید آجر ساختمانی است. مقدار اکسید کلسیم نمونه های بیش از حداکثر مقدار مجاز آن است و بطوریکه میزان کربنات کلسیم در ترکیب این مارنها بالغ بر 42٪ برآورد می گردد. همچنین مقدار اکسید آلومینیوم و در نتیجه ترکیب رسی مارن ها نیز کمتر از حداقل مقدار مجاز این اکسید برای تولید آجر معمولی توکار ساختمان است. میزان سولفات موجود در نمونه های مارنی علی رغم مشاهدات صحرائی، مبین وجود مقادیر قابل توجهی بالغ بر 4٪ گچ همراه مارن مورد بررسی است و در نتیجه باعث شوره زدگی محصول تولیدی، افزایش میزان CaO و ... خواهد شد. هر کدام از دو نمونه مارن

لهبری در قالب چهار جزء نمونه تقسیم و منحنی توزیع دانه بندی و حدود اتربرگ برای آنها تعیین و در جدول 5-16 ارائه شده است. منحنی توزیع دانه بندی بیانگر آن است که مارن لهبری از نظر دانه بندی رسی بوده و مقادیر بخش درشت دانه با دانه بندی ماسه ای در ترکیب آن بطور متوسط کمتر از 3٪ است. مقادیر شاخص خمیری و حد خمیری نمونه ها و در نتیجه مارن مورد بررسی در مقایسه با مقادیر مجاز آنها کاملاً مطلوب است و مقادیر بالای شاخص خمیری بیانگر دانه بندی غالب رسی ترکیب فیزیکی مارن می باشد.

مقادیر دیگر ویژگی های فیزیکی خاک یعنی مقاومت فشاری، جذب آب و شوره زدگی برای یکی از دو نمونه اصلی مارنی تعیین شده است. مقدار مقاومت فشاری نمونه مارن در حد مورد نیاز برای تولید آجر توکار ساختمانی است و برای تولید آجرنما و آجر مرغوب مناسب نمی باشد. مقدار جذب آب آن نیز در حد مناسب برای آجر معمولی توکار و آجرنمای معمولی (درجه 2) است.

در نهایت ترکیب شیمیایی و کانی شناسی مارن لهبری در محدوده اندیس مورد مطالعه از دیدگاه کاربری در صنایع تولید آجر مناسب نمی باشد، ولی ویژگی های فیزیکی این مارن قابل قبول است و شاید با اصلاح ترکیب مارن مذکور، شرایط کاربری آن را بهبود بخشید.

3-5 منطقه بهبهان

1-3-5 کلیات

در محدوده شهرستان بهبهان، سازند میشان همراه با سازند آغاچاری و عضو لهبری آن در دو منطقه دارای شرایط مناسب برای بررسی افق های مارنی آنها در راستای کاربری در صنعت تولید آجر سیمانی است.

طاقدیس رام چار در جنوب شرق بهبهان واقع شده است. سازند میشان هسته این طاقدیس را تشکیل می دهد و در طرفین آنها سازند آغاچاری و عضو لهبری آن دامنه های طاقدیس را تشکیل می دهند. از این رو طاقدیس مذکور پتانسیل مارنی قابل توجهی را شامل می گردد و با توجه به نزدیکی آن به شهرستان بهبهان بررسی کاربری این مارنها از اهمیت بالایی برخوردار است. طاقدیس کرنج در شمال غرب شهرستان بهبهان و شرق جاده بهبهان - رامهرمز رخنمون دارد. هسته این طاقدیس متشکل از سازند میشان بوده و در بخش هایی از آن بطور موضعی رخنمون هایی از سازند گچساران مشاهده می گردد. در اطراف هسته طاقدیس، سازند آغاچاری و عضو لهبری آن بر روی سازند میشان رخنمون یافته است.

محدوده های مارن مناسب در رخنمون سازندهای میشان و آغاچاری و عضو لهبری در دو منطقه فوق برای پی جویی و بررسی بیشتر انتخاب گردیدند که در ادامه به تشریح ذخایر مارنی این محدوده ها با دیدگاه کاربری آنها در صنعت آجر می پردازیم.

5-3-2 اندیس اول (خیرآباد)

- موقعیت جغرافیایی

روستای خیرآباد در حدود 19 کیلومتری جنوب شرق شهرستان بهبهان و در مسیر جاده آسفالته بهبهان - گچساران واقع شده است. محدوده پی جویی مارن های میشان - آغاچاری، شامل

مناطق اطراف روستای خیرآباد و حاشیه های رودخانه خیرآباد در انتهای شمال غربی طاقدیس
رامچار می باشد.

- زمین شناسی

طاقدیس رامچار مهمترین عارضه زمین شناسی - ساختمانی منطقه خیرآباد محسوب می
گردد. انتهای شمال غربی طاقدیس رامچار با روند شمال غرب - جنوب شرق در مجاورت جنوبی
روستای خیرآباد رخنمون دارد. رودخانه خیرآباد با امتداد شرقی - غربی انتهای دماغه طاقدیس را
قطع و برش مناسبی از سازندهای تشکیل دهنده هسته و دامنه طاقدیس ایجاد شده است.
سازند میشان هسته طاقدیس را تشکیل می دهد و در اطراف سازند آجاجاری و عضو لهبری
در دامنه های طاقدیس بر روی سازند میشان ظاهر شده اند. به طرف جنوب غرب، سازند
کنگلومرای بختیاری بر روی سازند آجاجاری رخنمون یافته است. در راستای شمال غرب و غرب
طاقدیس مذکور و سازندهای تشکیل دهنده آن توسط رسوبات جوان پشت بهبهان پوشیده می
گردد.

- بررسی های صحرائی

سازندهای مارن دار میشان و آجاجاری دارای گسترش سطحی وسیعی در محدوده روستای
خیرآباد هستند و از اینرو پتانسیل مارنی قابل توجهی را شامل می شوند و با توجه به موقعیت
منطقه و نزدیکی آن به شهرستان بهبهان و مراکز جمعیتی اطراف آن، بررسی کاربری ذخایر مارن
این منطقه بخصوص از دیدگاه کاربرد در صنایع تولید آجر از اهمیت بسزائی برخوردار است. با

توجه به رخنمون دو سازند مارنی میشان و آجاجاری در مجاورت یکدیگر و با وضعیت و موقعیت مشابه، لذا افق های مارنی هر دو سازند در سطح منطقه بطور همزمان پی جویی و بررسی گردیدند. پی جویی ها و بررسی های صورت گرفته در داخل سازند آجاجاری، همگی مؤید وجود و همراهی مقادیر زیاد گچ بصورت رگچه و رگه های نازک در میان مارن های قرمز رنگ این سازند است (شکل 14-5). علی رغم اینکه واحد مارن سازند آجاجاری ذخیره بزرگی را در سطح منطقه تشکیل می دهد ولی به دلیل همراهی با گچ در حداکثر نقاط مورد بررسی، نمی تواند بعنوان یک پتانسیل مارنی مناسب بررسی صنایع تولید آجر منظور گردد. از اینرو بررسی های بیشتر و برداشت نمونه از این افق های مارنی صورت نگرفت.

سازند میشان شامل تناوب مارن خاکستری ضخیم لایه و لایه های آهک، در مجاورت جنوبی روستای خیرآباد بویژه در دیواره رودخانه خیرآباد رخنمون یافته است. افق های مارنی با ضخامت های متفاوت 5 تا 50 متر در حدفاصل لایه های آهکی عمدتاً نازک لایه ظاهر شده اند. در برخی موارد این افق های آهکی بصورت واحد پوش سنگ بر روی لایه مارنی ظاهر شده و لذا در زمان بهره برداری مستلزم بکار بردن تمهیدات ویژه برای برداشت افق های آهکی و لایه های مارنی حدفاصل آنها است.

نمونه های khm1 و khm2 از افق های مارنی رخنمون سازند میشان در محدوده مورد بررسی برداشت گردیدند.

این محدوده از نظر بسیاری عوامل فنی و اقتصادی نظیر نزدیکی به شهرستان بهبهان و روستاهای اطراف از نظر بازار مصرف و اشتغال زایی، مجاورت با جاده آسفالتی اصلی بهبهان -

گچساران، وجود منابع سوخت و انرژی و در نهایت ذخایر قابل توجهی مارنی از جایگاه ویژه ای برخوردار است.

- بررسی های آزمایشگاهی

خلاصه ای از بررسی های آزمایشگاهی به منظور تعیین خواص شیمیایی و فیزیکی مارن میشان اندیس اول منطقه بهبهان در جداول (5-17) و (5-18) آمده شده است.



شکل 5-14 و فور رگچه های گچ ورقه های گچ در مارن های قرمز رنگ سازند آغاچاری در منطقه خیرآباد بهبهان

جدول 5-17 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن اندیس اول بهبهان

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
KHM-1	22/34	24/35	8/07	4/48	5/41	1/67	0/48	0/12	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
KHM-2	9/33	23/63	7/1	4/33	5/19	1/94	1/48	0/44	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Dolomite

با در نظر گرفتن مقادیر مجاز اکسیدهای اصلی خاک مناسب در صنایع تولید آجر، ترکیب

شیمیایی هر دو نمونه مارنی قابل قبول نمی باشد، بطوریکه مقادیر Al₂O₃ آنها کمتر از حداقل

مقدار مجاز (Al₂O₃ > 9٪) و مقادیر CaO بیشتر از حداکثر مقدار مجاز این اکسید (20٪ >

CaO) است و بطور محسوسی با توجه به آنالیز شیمیایی و تجزیه XRD، مقدار دولومیت نمونه

ها بالاتر از حد مجاز می باشد ولی با توجه به نزدیکی ترکیب شیمیایی این نمونه ها به ترکیب

شیمیایی ماده اولیه کاربردی در تولید آجر معمولی ساختمانی امکان اصلاح ترکیب این مارن تا حد

قابل قبول با مواد افزودنی وجود دارد.

جدول 5-18 خواص فیزیکی نمونه های مارن اندیس اول بهبهان

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm^2	جذب آب %	شوره زدگی
KHM-1	CL	31	20	11	112	22/9	متوسط
KHM-2	CL	33	19	14	-	-	-
KHM-3	CL	35	22	13	-	-	-
KHM-4	CL	33	20	13	-	-	-
KHM-5	CL	31	20	11	-	-	-
KHM-6	CL	39	23	16	-	-	-
KHM-7	CL	42	24	18	-	-	-
KHM-8	CL	40	23	17	-	-	-

منحنی توزیع دانه بندی و حدود اتربرگ برای تعداد 8 جزء نمونه حاصل از نمونه های مارن منطقه برآورد شده است و بطوریکه ملاحظه می گردد، دانه بندی و حدود اتربرگ نمونه های مارن از وضعیت مطلوبی برای کاربرد در صنایع آجر برخوردار هستند. ویژگی های فیزیکی دیگر شامل مقاومت فشاری و جذب آب و شوره زدگی فقط برای یکی از دو نمونه مارنی منطقه تعیین شده است و بطوریکه از مقادیر این پارامترها برآورد می گردد، مارن منطقه با توجه به ویژگی های فیزیکی فوق الذکر می تواند در تولید آجر توکار (معمولی) و آجر نمای معمولی (درجه 2) بکار رود.

5-3-2 اندیس دوم (کرنج)

- موقعیت جغرافیایی

این اندیس مارنی در شمال غرب شهر بهبهان و حدفاصل این شهر و شهر رامهرمز در میدان نفتی کرنج واقع شده است. پس از طی بیش از 55 کیلومتر در مسیر جاده آسفالت بهبهان (بیدبلند)

- رامهرمز در محل روستای ارمش سه راهی کرنج قرار دارد. اندیس مارنی کرنج در 10 کیلومتری جاده آسفالته ابوالفارس به طرف میدان نفتی کرنج در مجاورت واحد بهره برداری شماره 1 کرنج واقع می گردد. مختصات جغرافیایی محدوده مورد بررسی عبارتست: $30^{\circ}58'30''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}52'58''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

اندیس مارنی دوم منطقه بهبهان جزئی از طاقدیس کرنج است. طاقدیس کرنج در شمال غرب شهر بهبهان و مجاورت شرقی جاده بهبهان - رامهرمز واقع شده است.

رخنمون هسته طاقدیس عمدتاً متشکل از سازند ستیغ ساز مارنی - آهکی میشان است و بطور پراکنده بخش هایی از سازند قدیمتر گچساران به صورت پنجره های فرسایشی در میان سازند میشان رخنمون یافته اند. سازند آغاچاری به صورت نوار حلقه ای شکل با گسترش عرضی حدود چندین متر دور تا دور هسته طاقدیس بیرون زدگی دارد. عضو لهبری سازند آغاچاری به عنوان جوانترین رخنمون سنگی طاقدیس کرنج با گسترش سطحی وسیع در دامنه های اطراف طاقدیس ظاهر شده است.

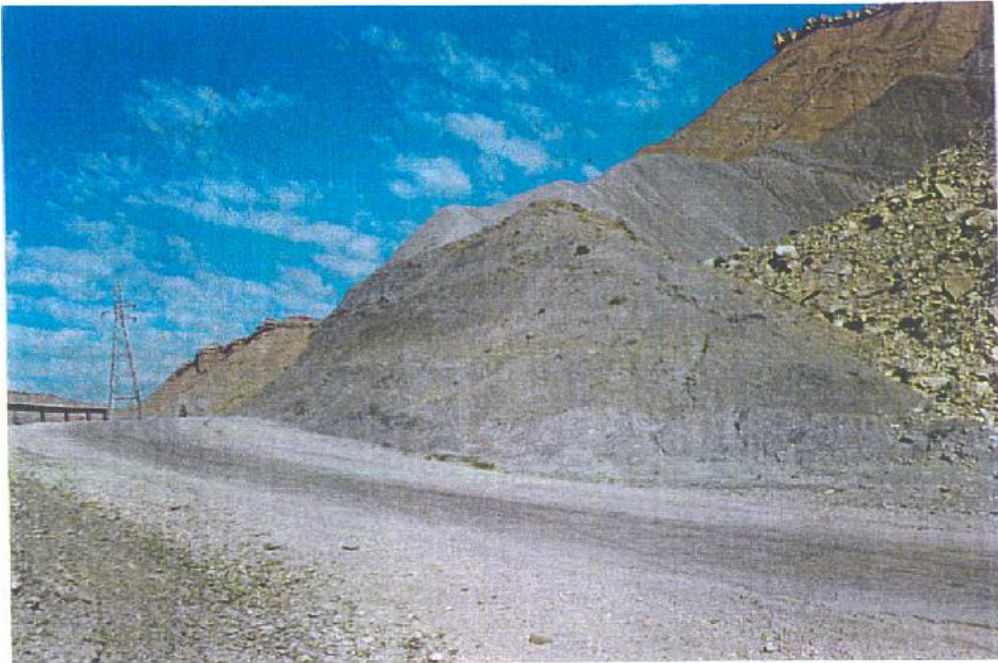
سرشاخه های اصلی رودخانه بابا احمد در داخل سازند میشان و در نزدیکی مرز این سازند با سازند آغاچاری جریان یافته و برش های مناسبی از افق های مارن - آهک میشان در دیواره ها ایجاد شده است. رخنمون سازند میشان به صورت افق های مارنی نرم و میان لایه های آهکی مقاوم در هسته طاقدیس و جریان سرشاخه های رودخانه فوق در این سازند، باعث ظهور مورفولوژی خشن با ستیغ های مرتفع شده است.

- بررسی های صحرائی

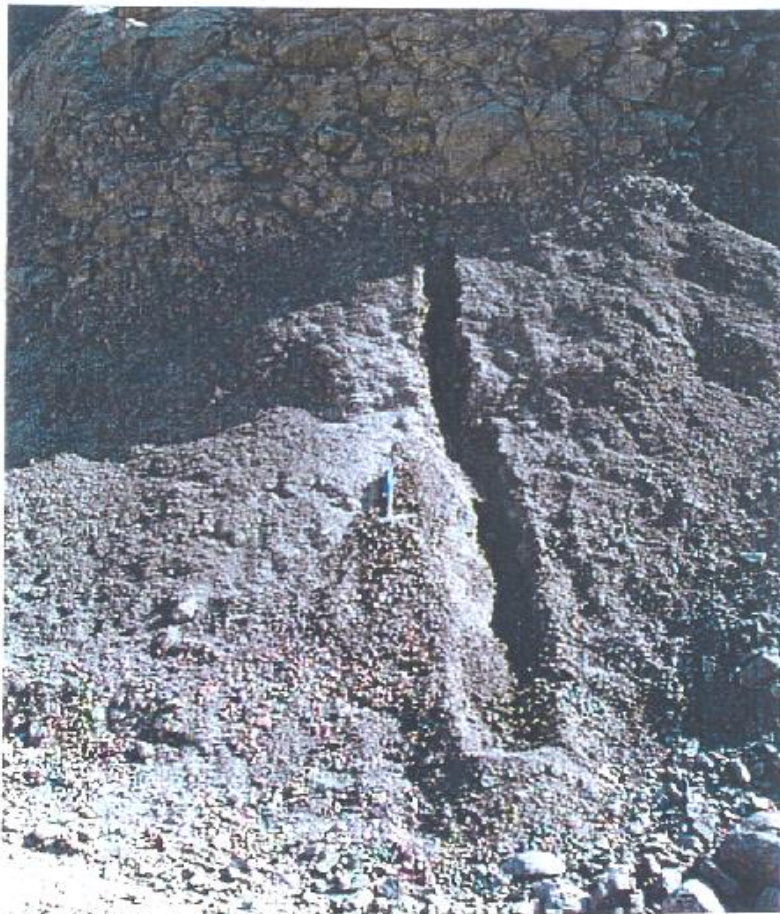
اندیس مارنی دوم منطقه بهبهان شامل قسمتی از بخش فوقانی سازند میشان در دیواره های شاخه فرعی شمالی رودخانه بابا احمد و ترانشه جاده آسفالته میدان نفتی کرنج به طرف ابوالفارس در حدفاصل واحد بهره برداری شماره 1 و 2 کرنج است. در دیواره آبراهه و ترانشه جاده تناوبی از افق های مارنی خاکستری ضخیم لایه و لایه های آهکی به صورت واحد پوشان سنگ رخنمون های مارنی مذکور ظاهر شده اند. این افق های مارنی از حداقل تغییر پذیری ظاهری بخصوص به لحاظ فقدان میان لایه های نازک آهکی و ضخامت های بالغ بر 20 متر برخوردارند. قرار گرفتن افق های مارنی میشان فاقد واحد پوشان سنگ آهکی در دیواره جاده آسفالته سهولت استخراج و حداقل راهسازی را به همراه دارد (شکل 15-5). ولی از طرف دیگر، دوری از مراکز جمعیتی و بازار مصرف، نبود فضای مناسب برای احداث کارخانه در نزدیکی ذخیره مارنی و در نتیجه فاصله حمل زیاد ماده معدنی و ... از مشخصه های فنی - اقتصادی منفی اندیس مارنی کرنج است.

تعداد چهار نمونه مارن به صورت شیاری از ضخامت افق های مارنی حاشیه جاده میدان نفتی

کرنج در محدوده اندیس مورد بررسی برداشت گردید (شکل 16-5).



شکل 15-5 رخنمون مارن سازند میشان در ترانشه جاده در محدوده اندیس مارنی دوم منطقه بهبهان



شکل 16-5 نمونه برداری از افق مارنی میشان در دیواره جاده میدان نفتی کرج در محدوده اندیس مارنی دوم منطقه بهبهان

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج برآورد ترکیب شیمیایی و کانی شناسی و تعیین خواص فیزیکی - مکانیکی در مقیاس

آزمایشگاهی نمونه های برداشت شده از افق های مارنی محدوده کرنج در جداول 5-19 و 5-20

آورده شده است.

جدول 5-19 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های اندیس مارنی کرنج

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
MAB-1	52/36	22/67	8/47	4/52	4/76	1/78	0/53	0/27	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Dolomite, Albite
MAB-2	85/37	22/18	9/14	5/22	4/42	1/96	0/51	0/29	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Seriate
MAB-3	61/34	25/36	8/17	4/6	4/24	1/79	0/49	0/23	Calcite, Quartz, Clay Seriate Minerals, Dolomite
MAB-3	36/35	24/55	6/18	5/13	3/19	1/18	2/56	0/94	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Chlorite, Albite

جدول 20-5 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های اندیس مارنی کرنج

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی (LL) %	حد خمیری (PL) %	شاخص خمیری (PI) %	مقاومت فشاری kg/cm^2	جذب آب %	شوره زدگی
MAB-1	CL-ML	27	20	7	85	21/4	متوسط
MAB-2	CL	29	19	10	-	-	-
MAB-3	CL	31	19	12	-	-	-
MAB-4	CL	32	21	11	-	-	-
MAB-5	CL	29	19	10	-	-	-
MAB-6	CL	31	19	12	-	-	-
MAB-7	CL	26	15	11	-	-	-
MAB-8	CL	28	16	12	-	-	-
MAB-9	CL	28	14	14	-	-	-
MAB-10	CL	33	20	13	-	-	-
MAB-11	CL	32	18	14	-	-	-

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های متعلق به محدوده مارن میشان کرنج، مقادیر عناصر آنها با استانداردهای لازم برای ترکیب شیمیایی کاربردی در تولید آجر تطابق ندارد. البته مقدار متوسط اکسیدهای اصلی مارن منطقه نزدیک به مقادیر مجاز آن در صنایع تولید آجر است بطوریکه محتوی متوسط اکسید آلومینیوم براساس نمونه های آنالیز شده حدود 8 % و مقدار متوسط اکسید کلسیم حدود 23/5 % است. نمونه های مارن دارای مقدار سیلیس متوسط حدود 36 درصد است و در مقایسه با دیگر اندیس های مارنی از محتوی بالاتر و نزدیک به محدوده قابل قبول این اکسید در خاک مورد مصرف برای آجر است (60 - 40 % - استاندارد شماره 1162 استاندارد ملی ایران) مقادیر حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی تعداد 8 جزء نمونه مارنی مطابق با

استانداردهای این پارامترها در صنایع تولید آجر است. مقادیر استحکام فشاری و جذب آب و شوره زدگی فقط برای یکی از نمونه های اندیس کرنج تعیین شده است. مقاومت فشاری نمونه بررسی شده پایین بوده و در حد آجر ساختمانی معمولی (توکار) است. ولی مقدار جذب آب آن مطلوب و مناسب برای آجر نمای مرغوب می باشد. البته توزیع دانه بندی و شاخص خمیری پایین نمونه MAB-1، بیانگر حضور نسبت دانه بندی ماسه به رس بیشتر در این نمونه در مقایسه با دیگر نمونه ها است و از این رو تا حدودی باعث کاهش مقاومت فشاری محصول تولیدی شده است. لذا با توجه به ویژگی های فیزیکی دیگر نمونه های موجود می توان انتظار افزایش مقاومت فشاری محصول تولیدی از مارن منطقه را داشت.

در نهایت ممکن است با استفاده از روشهای فرآوری و اصلاحی نظیر افزودن مواد معدنی مکمل ترکیب شیمیایی - کانی شناسی و ویژگی های فیزیکی مارن مورد مطالعه را به منظور کاربرد در تولید آجر مرغوب بهبود بخشید ولی با توجه به برخی پارامترهای فنی - اقتصادی که تشریح گردید، این پتانسیل مارنی از اولویت بالایی برخوردار نمی باشد.

3-3-5 اندیس سوم (کله)

- موقعیت جغرافیایی

روستای کله پس از سه راهی میدان نفتی کرنج در فاصله 74 کیلومتری جاده آسفالت بهبهان - رامهرمز واقع شده است. اندیس مارن سوم منطقه بهبهان بخشی از عضو لهری بوده که در فاصله تقریبی 2 کیلومتری پس از روستای کله در مجاورت شرقی جاده آسفالت بهبهان - رامهرمز

رخنمون یافته است. مختصات جغرافیایی محدوده مورد مطالعه عبارتست از: $30^{\circ}59'27''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}46'41''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

محدوده اندیس مارنی کهله بخشی از یک ناودیس بزرگ با روند شمال غرب - جنوب شرق است. در خط القعر و سطح محوری این ناودیس، رودخانه مارون جریان دارد و حاشیه های آن متشکل از رسوبات آبرفتی و تراس های رودخانه ای عهد حاضر است.

جوانترین واحد سنگی منطقه که در امتداد سطح محوری ناودیس فوق و در حاشیه های دشت رودخانه مارون رخنمون یافته، سازند کنگلومرای بختیاری می باشد. سازند بختیاری در دامنه های شرقی و غربی این ناودیس با شیب بسیار ملایم بر روی عضو لهبری قرار می گیرد. عضو لهبری با گسترش سطحی وسیع، عمده ترین رخنمون واحدهای رسوبی در سطح منطقه محسوب می گردد.

در شرق روستای کهله عضو لهبری به موازات جاده بهبهان - رامهرمز با شیب حدود 20 درجه به سوی غرب به صورت مجموعه رخنمون های تپ ماهوری ظاهر شده است (شکل 17-5). در این ناحیه، رخنمون عضو لهبری به طرف غرب توسط رسوبات آبرفتی و تراس های رودخانه ای لهبری عهد حاضر پوشیده می شود و به طرف شرق بر روی سازند مارن - ماسه سنگ آهکی آغاچاری در دامنه غربی طاقدیس کرنج قرار می گیرد. اندیس مارن سوم منطقه بهبهان شامل این بخش از رخنمون عضو لهبری است.



شکل 5-17 رخنمون های تپه ماهوری عضو لهبری در حاشیه شرق جاده بهبهان- رامهرمز در داخل محدوده سومین اندیس مارتی منطقه بهبهان

- بررسی صحرائی

عضو لهبری به شکل یک مجموعه تپه ماهوری در مجاورت شرقی جاده آسفالت بهبهان - رامهرمز رخنمون یافته است (شکل 17-5). عضو لهبری علاوه بر افق های مارنی دارای میان لایه ها و تجمع های عدسی شکل با دانه بندی درشت و ناهمگون آهکی است که مشکلاتی را در زمینه دانه بندی خاک و تشدید پدیده آلوک زدن محصول تولیدی به همراه خواهد داشت. همچنین افق ها و عدسی های کوچکی از قطعات گچ در مقطع لایه بندی عضو لهبری مشاهده می گردد (شکل 5-18).



شکل 18-5 افق گچی در میان مارن عضو لهبری و سومین اندیس مارنی منطقه بهبهان

بخش هایی از افق های مارنی عضو لهبری با دانه بندی یکنواخت و رسی، تغییر پذیری ظاهری ناچیز و حداقل ناخالصی های همراه از جمله تجمع های گچی به منظور بررسی کاربری آنها در صنایع تولید آجر انتخاب گردیدند. تعداد دو نمونه از رخنمون عضو لهبری در دیواره

تراشه جاده لوله گازی با ویژگی ها و مشخصه های ظاهری مطرح شده به منظور تعیین و بررسی خواص شیمیایی و فیزیکی خاک برداشت گردیدند.

گسترش سطحی وسیع و در نتیجه ذخیره بالا، حداقل هزینه های راهسازی و حمل ماده معدنی، مجاورت با جاده اصلی بهبهان - رامهرمز، وجود منابع سوخت و انرژی و آب از مهمترین پارامترهای فنی - اقتصادی مثبت پتانسیل مارنی کهله محسوب می گردند و در مقابل تغییرات شدید دانه بندی و ترکیب مارن و وفور ناخالصی های مضر نظیر گچ از ویژگی های منفی عضو لهبری در این محدوده به شمار می رود و مشکلاتی را در زمان بهره برداری نظیر استفاده از روش های استخراج انتخابی به همراه خواهد داشت.

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج تعیین ویژگی های شیمیایی و فیزیکی نمونه های مارن عضو لهبری اندیس سوم منطقه بهبهان جداول 5-21 و 5-22 ارائه شده است.

جدول 5-21 نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن عضو لهبری در محدوده اندیس سوم منطقه بهبهان

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
LK-01	44/28	30/11	6/15	3/33	2/87	1/17	0/4	2/88	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Seriate, Gypsum
LK-02	93/28	31/27	5/10	3/74	2/36	0/83	1/04	1/01	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite

جدول 22-5 نتایج تعیین ویژگی های فیزیکی مارن عضو لهبری در محدوده اندیس سوم منطقه بهبهان

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی (LL) %	حد خمیری (PL) %	شاخص خمیری (PI) %	مقاومت فشاری kg/cm^2	جذب آب %	شوره زدگی
LKO-1	CL	23	14	9	105	24/3	زیاد
LKO-2	CL	26	23	13	109	20/1	متوسط
LKO-3	CL	30	15	15	-	-	-
LKO-4	CL	28	12	16	-	-	-
LKO-5	CL	28	13	15	-	-	-
LKO-6	CL	32	15	17	-	-	-
LKO-7	CL	27	13	14	-	-	-
LKO-8	CL	26	16	10	-	-	-

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های عضو لهبری منطقه کهله، محتوی رس

نمونه ها بسیار کمتر از حداقل مقدار مجاز برای تولید حتی آجر ساختمانی معمولی توکار (9% >

Al_2O_3) است و مقدار اکسید کلسیم آنها بسیار بیشتر از حداکثر مقدار مجاز در صنایع آجر

ساختمانی (20% < CaO) است بطوریکه مقدار آهک در نمونه های مارنی مذکور نزدیک به 50

درصد می باشد. مقدار SO_3 در هر دو نمونه بسیار کم از مقدار مجاز آن در ماده اولیه استاندارد

آجر می باشد. همچنین محتوی گچ نمونه ها نیز بالا بوده بطوریکه مقدار گچ در یکی از این نمونه

ها حدود 5% است و در نتیجه ممکن است باعث شوره زدگی، تخریب و کاهش استحکام

محصول آجر تولیدی گردد.

دو نمونه خاک برداشت شده از عضو لهبری منطقه کهله در قالب 8 جزء نمونه تقسیم شده اند

و مقادیر حدود اتربرگ به همراه توزیع دانه بندی برای این جزء نمونه ها تعیین شده است.

بطوریکه ملاحظه می گردد، نمونه ها دارای دانه بندی غالب رسی بوده و مقادیر حدود اتربرگ

بویژه مقدار شاخص خمیری آنها کاملاً مطابق با مقادیر استاندارد در ماده اولیه مناسب تولید آجر ساختمانی است.

دیگر ویژگی های فیزیکی خاک برای هر دو نمونه اصلی تعیین شده است و با توجه به مقاومت فشاری و جذب آب و دیگر خواص فیزیکی این نمونه ها، مارن عضو لهبری محدوده کلهه قابلیت کاربرد در تولید آجر نمای معمولی (درجه 2) را دارد.

به دلیل همراهی مقادیر قابل ملاحظه ای گچ در نمونه های مارن عضو لهبری، محصول آجر تولیدی از شوره زدگی بالایی برخوردار خواهد بود در نهایت علی رغم ترکیب شیمیایی و کانی شناسی کاملاً نامطلوب مارن عضو لهبری اندیس سوم منطقه بهبهان از دیدگاه کاربری در صنایع تولید آجر، اکثر ویژگی ها و خواص فیزیکی این مارن مطابق با ویژگی های فیزیکی آجر نمای معمولی و آجر ساختمانی توکار است ولی به لحاظ شوره زدگی بالای محصول تولیدی اجباراً می توان این مارن را در صورتیکه ویژگی های فیزیکی در مقیاس صنعتی براساس نمونه کلی تأیید گردد و میزان شوره زدگی محصول تولیدی کمتر از حد متوسط باشد در تولید آجر توکار ساختمانی بکار برد.

4-5 اندیمشک

1-4-5 کلیات

یکی از مناطقی که در طرح حاضر بسیار حائز اهمیت بوده است، منطقه اندیمشک می باشد و این به دو دلیل است یکی به خاطر رخنمون های وسیع و گسترده ای از مارن های سازند آغاچاری

و عضو لهبری در شمال شهرستان اندیمشک و در اطراف جاده اندیمشک - خرم آباد و دیگری وجود مراکز جمعیتی بزرگ نظیر اندیمشک و دزفول و نزدیکی این ذخایر به جاده های اصلی است. از این رو بررسی و پی جویی این سازندهای مارنی برای یافتن ذخایر مارنی مناسب جهت مصرف واحدهای تولیدی آجر ساختمانی به منظور تأمین نیاز بازارهای مصرف محلی و ایجاد اشتغال و همچنین تعیین کاربری این نهشته های مارنی از اهمیت بالایی برخوردار است.

رخنمون های مارنی سازند آغاچاری به عنوان اولین اندیس مارنی منطقه اندیمشک در مجاورت جنوبی روستای پل زال و در ادامه افق های مارنی عضو لهبری سازند آغاچاری در نزدیکی پل تک تکاب و حاشیه جاده اندیمشک - خرم آباد مورد پی جویی و بررسی قرار گرفتند.

5-4-2 اندیس اول (پل زال)

- موقعیت جغرافیایی

روستای پل زال در 55 کیلومتری جاده آسفالته اندیمشک - خرم آباد در محل پل زال واقع شده است. اولین اندیس مارنی منطقه اندیمشک در مرز استان خوزستان و استان لرستان و در جنوب روستای پل زال قرار دارد بطوریکه پس از طی 1 کیلومتر در مسیر راه شوسه روستای پل زال - روستای چم شیر به شروع رخنمون سازند آغاچاری و موقعیت محدوده مارنی مورد بررسی می رسیم. این محدوده دارای مختصات $32^{\circ}47'19''$ عرض جغرافیایی و $48^{\circ}4'54''$ طول جغرافیایی است.

- زمین شناسی

محدوده اندیس مارن مورد بررسی در جنوب روستای پل زال بخشی از طاقدیس کبیر کوه بوده که در انتهای دماغه جنوب شرقی طاقدیس مذکور قرار می گیرد. هسته مرکزی این طاقدیس از آهک های سازند آسماری بوده و با رخساره ستیغ ساز، ارتفاعات بلند کبیرکوه را تشکیل می دهد. در حاشیه جنوب شرق این طاقدیس، مجموعه مارن - گچ سازند گچساران با سن میوسن بر روی هسته آهکی طاقدیس قرار می گیرد. سازند مارن - آهک میشان در کل منطقه شمال اندیمشک رخنمون ندارد و سازند آجاجاری با ناپیوستگی فرسایشی بطور هم شیب در روی گچساران تشکیل شده است.

در راستای شرق و جنوب، عضو لهبری با گسترش سطحی وسیع در روی سازند آجاجاری ظاهر می گردد و به طرف شمال در حاشیه جاده اندیمشک - خرم آباد این سازند توسط واحد کنگلومرای جوان کواترنر و رسوبات عهد حاضر پوشیده می شود.

توالی مارن - ماسه سنگ آهکی آجاجاری با روند عمومی زون زاگرس چین خورده و شیب تقریبی 20-25 درجه رو به سوی شرق در سطح منطقه ظاهر شده اند.

- بررسی های صحرائی

در فاصله کمی از جنوب روستای پل زال و جاده اندیمشک - خرم آباد، مجموعه مارنهای قرمز رنگ با میان لایه های نازک آهکی آجاجاری با مورفولوژی ملایم در طرفین راه شوسه روستای پل زال به روستای چم شیر ظاهر شده اند.

افق های مارنی با ضخامت های کمتر از 10 متر در میان توالی لایه های آهکی قرار گرفته اند و بعضاً خود نیز دارای میان لایه های نازک آهکی هستند که شدت تغییر پذیری ظاهری ویژگی

های کیفی ماده معدنی را به همراه داشت و شرایط بهره برداری را پیچیده تر می نماید و مستلزم بکارگیری تمهیدات خاص در مرحله استخراج و خردایش ماده معدنی است تا از اثرات منفی حضور و اختلاط قطعات آهکی با ماده معدنی نظیر پدیده آلوک زدن و یا بالا رفتن مقدار CaO و در نتیجه کاهش استحکام فشاری و افزایش تخلخل محصول تولیدی کاسته شود.

از طرف دیگر نزدیکی به جاده های دسترسی اصلی و مراکز جمعیتی مهم و نیز حداقل راهسازی های داخلی و وجود منابع سوخت و انرژی و فضاهای مناسب برای احداث سایت تولیدی از ویژگی های مثبت اندیس مارنی پل زال به شمال می روند.

- بررسی های آزمایشگاهی

تعداد 1 نمونه از افق مارنی قرمز رنگ آغاچاری در شروع محدوده مارن جنوب روستای پل زال برداشت گردید و نتایج آنالیز شیمیایی و XRD و بررسی های فیزیکی آن در جداول 23-5 و 24-5 آورده شده است.

جدول 5-23 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه مارن محدوده روستای پل زال اندیمشک

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
APZ1-1	73 24	33/77	7/84	4/95	5/02	0/76	0/55	0/71	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Seriate, Albite, Chlorite

جدول 24-5 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه مارن محدوده روستای پل زال - اندیمشک

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی (LL) %	حد خمیری (PL) %	شاخص خمیری (PI) %	مقاومت فشاری kg/cm^2	جذب آب %	شوره زدگی
APZ1-1	CL	27	19	8	94	24	کم
APZ1-2	CL	28	15	13	-	-	-
APZ1-3	CL	32	15	17	-	-	-
APZ1-4	CL	34	17	17	-	-	-

با توجه به جداول آنالیز شیمیایی نمونه برداشت شده از مارن آغاچاری محدوده روستای پل زال، ترکیب شیمیایی نمونه مذکور با مقادیر استاندارد عناصر اصلی خاک مورد نیاز در صنایع آجر ساختمانی اختلاف زیادی دارد. بطوریکه محتوی سیلیس نمونه به عنوان یک ماده پرکننده آجر در مقایسه با حد مجاز آن بسیار کمتر است و مقدار CaO در ترکیب نمونه بسیار بیشتر از حداکثر مقدار مجاز می باشد بطوریکه ترکیب نمونه با مقدار کربنات کلسیم نزدیک به 60 % به سمت مارن آهکی سوق می یابد. همچنین مقدار کانی های رسی نمونه با توجه به مقدار Al_2O_3 از حداقل مقدار مجاز این اکسید حتی در خاک های نامرغوب مورد استفاده در تولید آجر ساختمانی معمولی (توکار) کمتر است.

البته با توجه به تعداد محدود نمونه برداشت شده از این گستره وسیع مارنی، نمی توان بطور قطع در ارتباط با ترکیب شیمیایی مارن منطقه از دیدگاه کاربری در صنایع تولید آجر اظهار نظر نمود.

توزیع دانه بندی و حدود اتربرگ برای تعداد 4 جزء نمونه مارنی محدوده مورد بررسی برآورد شده است که همگی این ویژگی های فیزیکی از معیارهای استاندارد در صنعت تولید آجر

ساختمانی تبعیت می کنند. مقادیر دیگر ویژگی های فیزیکی با اهمیت برای نمونه اصلی تعیین گردیده است ولی این ویژگی های فیزیکی از ارزش بالایی برخوردار نبوده و با توجه به مقدار مقاومت فشاری و جذب آب ارائه شده، مارن مرتبط با نمونه مذکور فقط قابلیت استفاده در تولید آجر ساختمانی معمولی (توکار) را دارد. استحکام فشاری کم و جذب آب بالای نمونه مورد مطالعه ارتباط مستقیمی با بالا بودن مقدار کربنات کلسیم موجود در مارن دارد.

3-4-5 اندیس دوم (تک تکاب)

- موقعیت جغرافیایی

این اندیس مارنی در شمال شهرستان اندیمشک و در 35 کیلومتری جاده اندیمشک به خرم آباد واقع شده است. در مسیر جاده آسفالتی اندیمشک به طرف خرم آباد، در فاصله 2/5 کیلومتری بعد از روستای بزرگ حسینیه، روستای تک تکاب و پل تک تکاب بر روی جاده آسفالتی اصلی قرار دارد. محدوده اندیس مارنی مورد بررسی شامل رخنمون های مارن اطراف پل تک تکاب در دیواره های شاخه فرعی رودخانه بالارود است. مختصات جغرافیایی این محدوده عبارتست از: $32^{\circ}42'11''$ عرض جغرافیایی و $48^{\circ}15'20''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

عمده ترین رخنمون های منطقه شامل سازند آغاچاری و عضو لهبری آن با سن میوسن فوقانی تا پلیوسن و رسوبات عهد حاضر است. سازند مارن - ماسه سنگ آهکی آغاچاری در شمال منطقه و حوالی روستای بیدروبه در طرفین جاده اندیمشک - اهواز بیرون زدگی دارد. رخنمون های این سازند در مقطع ترانشه جاده مذکور و آبراهه های منطقه علی رغم فقدان رگچه

و قطعات گچی، به وفور دارای میان لایه های نازک آهکی در داخل افق های مارنی مشاهده می گردد و همچنین در اکثر نقاط دارای روباره از یک افق کنگلومرای جوان و رسوبات آبرفتی عهد حاضر است و از این رو از اهمیت مارن های آن به منظور بررسی کاربردی در صنایع آجر می کاهد.

به طرف جنوب در حوالی روستای تک تکاب، عضو لهبری سازند آغاچاری به صورت بانندی عریض با گسترش سطحی شرقی - غربی بر روی سازند آغاچاری قرار گرفته است. یک افق کنگلومرای جوان با سنگ شدگی ضعیف به صورت ناهمساز بر روی سازند آغاچاری و لهبری قرار می گیرد و در نهایت مجموعه سازندهای مذکور بخصوص در شمال و جنوب اندیس مارنی تک تکاب توسط رسوبات واریزه ای، آبرفتی و تراس های رودخانه ای عهد حاضر پوشیده می شوند.

در موقعیت پل تک تکاب و در امتداد دیواره سرشاخه فرعی رودخانه بالا رود رخنمونی از توالی و افق های مارنی و لایه های آهکی متعلق به عضو لهبری (نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰/۱ بالارود) با روند شرقی - غربی و شیب کم 15° - 10° به سوی جنوب ظاهر شده اند که در سطح توسط واحد پوشان سنگ از جنس کنگلومرای جوان با سیمان شدگی ضعیف پوشیده می گردند. محدوده مارنی مورد بررسی و پی جویی این مجموعه مارن - آهک حاشیه آبراهه مذکور را شامل می گردد.

- بررسی های صحرائی

همانطور که اشاره گردید در شرق پل تک تکاب (جاده اندیمشک - اهواز) و در مقطع دیواره های یکی از سرشاخه های فرعی آبدار رودخانه بالارود که پل مذکور بر روی آن ایجاد شده است، توالی از افق های مارنی قرمز رنگ و لایه های آهکی با گسترش طولی در جهت شرق، رخنمون یافته اند. ضخامت لایه های آهکی بین 1 تا 3 متر بوده و افق های مارنی حدفاصل آنها از ضخامت های بیش از 10 متر برخوردارند. این افق های مارنی دارای میان لایه های نازک آهک مارنی و ماسه سنگ آهکی با ضخامت های در حد 10-15 سانتی متر هستند و این میان لایه های نازک باعث ناهمگنی و تغییرپذیری ظاهری رخنمون های مارنی شده اند (شکل 19-5). لایه های آهکی بصورت واحد پوشان سنگ افق های مارنی ظاهر شده اند و علاوه بر این در بالاترین افراز، این مجموعه مارن - آهک توسط واحد کنگلومرای جوان و رسوبات آبرفتی پوشیده شده اند.



شکل 5-19 رخنمون افق های مازنی سازند لهری در محدوده

در بخش هایی از دیواره آبراهه، افق های مارنی قرمز رنگ با گسترش سطحی و افراز مناسب و بدون واحد پوشان سنگ و روباره سطحی رخنمون یافته اند و ذخایر مارنی با ویژگی های مطلوبی را تشکیل داده اند (شکل 20-5). وجود میان لایه های نازک آهکی در افق های مارنی مورد بررسی از دیدگاه کاربری در صنعت تولید آجر مشکل ساز بوده و ممکن است باعث رخداد پدیده آلوک زدن و افزایش بیش از حد میزان CaO گردد و از این رو در طی بهره برداری ماده معدنی نیازمند خردایش تا دانه بندی مناسبی می باشد.



شکل 20-5 دورنمای بخشی از ذخیره مارنی محدوده پل تک تکاب (نگاه به سوی شمال)

نزدیکی به جاده اصلی و منابع نیرو و سوخت، سهولت استخراج ماده معدنی، وجود راههای دسترسی داخلی و ... از ویژگی های مثبت ذخایر مارنی اندیس مورد مطالعه است.

تعدادی نمونه از افق های مارنی هر دو دیواره آبراهه با روش شیباری و پوشش کامل ضخامت

ماده معدنی موجود برداشت گردید.

- بررسی های آزمایشگاهی

نمونه های برداشت شده از افق های مارنی منطقه پل تک تکاب به منظور تعیین امکان کاربری

در تولید آجر ساختمانی تحت بررسی های فیزیکی و شیمیایی قرار گرفتند. نتایج این بررسی ها

جداول 5-25 و 5-26 آورده شده است.

جدول 5-25 نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن اندیس تک تکاب

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
ABR1-1	47/31	28/06	8/49	4/25	3/53	1/52	0/16	0/01	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
ABR1-2	86/37	22/12	8/93	5/21	4/39	1/55	0/17	0/02	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite

جدول 5-26 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس تک تکاب

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
ABR1-1	CL	35	23	12	-	-	-
ABR1-2	CL	40	24	16	104	23/8	متوسط
ABR1-3	ML	42	28	14	-	-	-
ABR1-4	CL	44	32	21	-	-	-
ABR1-5	CL	43	23	20	-	-	-

براساس نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های اندیس مارن محدوده تک تکاب، محتوی رس، آهک و سیلیس هر یک از نمونه ها با مقادیر استاندارد در صنعت تولید آجر مطابقت ندارد. بطوریکه میزان CaO که بیانگر محتوی آهک نمونه های مارنی است، بیش از حداکثر مقدار مجاز در ترکیب استاندارد خاک آجر می باشد. همچنین میزان Al_2O_3 یا مقدار ترکیب رسی نمونه ها کمتر از حداقل مقدار مجاز این اکسید در خاک مناسب برای تولید آجر ساختمانی معمولی است. البته مقدار انحراف Al_2O_3 نمونه ها از حداقل مقدار مجاز خیلی کم و قابل اغماض است. مقادیر دیگر عناصر موجود در مارن مورد مطالعه مطابق با استانداردهای موجود است.

مقادیر حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی برای تعداد 5 جزء نمونه برآورد شده است. مقدار شاخص خمیری کلیه جزء نمونه ها با توجه به شاخص خمیری استاندارد در صنعت آجر قابل قبول است و مقادیر تقریباً بالای شاخص خمیری و همچنین نتیجه توزیع دانه بندی بیانگر آنست که بخش عمده نمونه های مارنی از نظر دانه بندی رسی هستند.

مقدار مقاومت فشاری، جذب آب و شوره زدگی برای یکی از دو نمونه اصلی تعیین شده است. مقاومت فشاری و جذب آب نمونه آجر آزمایشگاهی مطابق با ویژگیهای آجر معمولی (توکار) و آجرنمای معمولی (درجه 2) است و می توان خاک مرتبط با این نمونه را برای تولید انواع آجرهای معمولی مورد اشاره بکار برد.

5-5 منطقه شوشتر

1-5-5 کلیات

در شرق شهرستان شوشتر و در طول جاده شوشتر - مسجد سلیمان رخنمون هایی از مارن های قرمز رنگ سازند آجاجاری به عنوان بخشی از طاقدیس شوشتر گسترش یافته است. این مارنها به صورت تپه ماهوری های کم ارتفاعی در طرفین جاده آسفالتی مذکور و در مرز با رسوبات آبرفتی عهد حاضر رخنمون یافته اند.

در حال حاضر یک واحد بزرگ تولید آجر ماشینی و تعدادی کوره های آجرپزی کوچکتر از این مارن های آجاجاری به عنوان ماده اولیه در تولید آجر بهره برداری می کنند. با توجه به گستردگی این ذخیره مارنی و سابقه کاربرد آن تولید آجر و همچنین فقدان ناخالصی های گچی در مارن های آجاجاری برخلاف اکثر مناطق دیگر، باند مارن حدفاصل شهر شوشتر تا سه راهی مسجد سلیمان - اهواز با هدف کاربری در صنایع تولید آجر مورد پی جویی و بررسی قرار گرفت.

بررسی ذخیره مارنی آجاجاری معدن خاک کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت (گیلاروسیستان سابق) شوشتر و تحلیل ویژگی های کمی و کیفی ماده اولیه مصرفی و محصول تولیدی در ادامه ی طی مبحث جداگانه ارائه خواهد شد.

2-5-5 اندیس اول

- موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد بررسی بخشی از رخنمون های مارن آجاجاری در طرفین جاده آسفالتی شوشتر - مسجد سلیمان حد فاصل 2 کیلومتری شرق کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت (آجر ماشینی

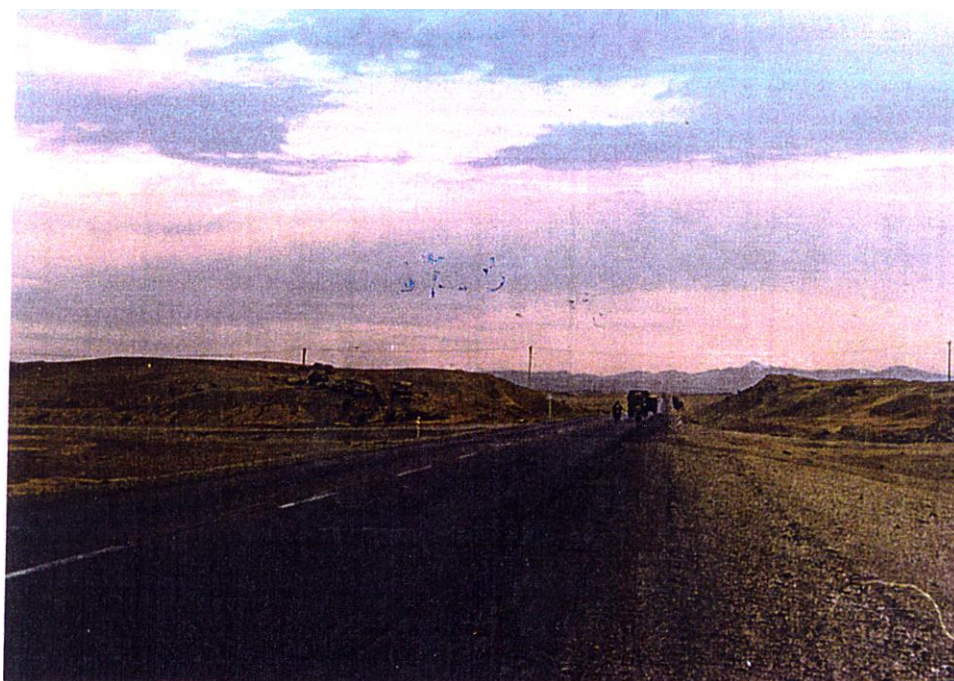
گیلا روسیستان) در شروع راه فرعی خاکی روستای توک توآب تا 7 کیلومتری جاده آسفالته شوشتر
- مسجد سلیمان را در بر می گیرد.

- زمین شناسی

طاقدیس شوشتر با روند شمال غرب - جنوب شرق از شمال شهر شوشتر و مجاورت
رودخانه کارون تا حوالی سه راهی شوشتر به مسجد سلیمان و اهواز امتداد می یابد. این طاقدیس
در شمال جاده آسفالته شوشتر به مسجد سلیمان واقع می گردد. دامنه های جنوبی طاقدیس فقط تا
فاصله 4 کیلومتری شرق شوشتر رخنمون دارند و به طرف شرق توسط رسوبات عهد حاضر
پوشیده شده اند.

هسته طاقدیس متشکل از توالی مارن - ماسه سنگ آهکی آغاچاری می باشد که به طرف
جنوب در زیر رسوبات آبرفتی و نهشته های جوان عهد حاضر قرار می گیرد و در دامنه شمالی
طاقدیس که ارتفاعات منطقه را تشکیل می دهند، عضو لهری و سازند بختیاری بر روی سازند
آغاچاری رخنمون یافته اند.

جاده آسفالته شوشتر - مسجد سلیمان به موازات محور طاقدیس در داخل هسته مارن - آهک
آغاچاری کشیده شده و رخنمون های مارنی این سازند به صورت تپه ماهوری هایی در طرفین
جاده رخنمون یافته اند و ذخایر مارنی مورد بررسی و مطالعه را تشکیل می دهند (شکل 21-5).



شکل 21-5 رخنمون مارن های آجاجاری در حاشیه جاده شوشتر - مسجد سلیمان

- بررسی های صحرائی

در فاصله 2 کیلومتری شرق کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت، مارن های قرمز روشن تا قهوه ای آجاجاری مشابه و در ادامه مارن مورد بهره برداری در معدن کارخانه آجر فوق رخنمون یافته است. بیرون زدگی این مارن ها بویژه در مجاورت جاده آسفالته به صورت تپه های کم ارتفاع بدون روباره، واحد پوشان سنگی آهکی و رسوبات آبرفتی فوقانی ظاهر شده اند و از شرایط بهره برداری و استخراجی بسیار مناسبی برخوردارند (شکل 21-5). این رخنمون مارنی با ویژگی های ذکر شده در طول حدود 7 کیلومتر از جاده شوشتر - مسجد سلیمان و در طرفین آن ظاهر شده اند.

علاوه بر ویژگی های ذکر شده برای مارن مورد بررسی، نزدیکی به مراکز جمعیتی نظیر شهر شوشتر و مناطق مسکونی اطراف آن، مجاورت با جاده آسفالته اصلی شوشتر به مسجد سلیمان و

اهواز و سابقه کاربری آن در تولید آجر ساختمانی در کارخانه های آجرپزی ماشینی و سستی منطقه از دیگر پارامترهای مثبت به شمار می روند.

دو نمونه از مقطع ذخیره مارنی در ترانشه جاده اصلی به روش شیاری و با پوشش حتی المقدور کامل ضخامت افق مارنی از محدوده ای به مختصات جغرافیایی $32^{\circ}1'25''$ عرض و $48^{\circ}53'38''$ طول برداشت گردید.

- بررسی های آزمایشگاهی

نمونه های برداشت شده از افق های مارنی آجاجاری در شرق شهرستان شوشتر به منظور تعیین ترکیب شیمیایی و ویژگی های فیزیکی و کاربردی به آزمایشگاه ارسال و نتایج این مطالعات به شرح جداول 5-27 و 5-28 می باشد.

جدول 5-27 نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارن آجاجاری اندیس اول - شرق شوشتر

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
Ash2-1	84 25	34/19	7/94	4/8	4/44	0/58	0/62	0/43	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Seriate
Ash2-2	54 27	33/01	5/85	4/13	4/03	1/83	0/13	0/32	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Seriate

جدول 28-5 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن آجاجاری اندیس اول - شرق شوشتر

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی (LL) %	حد خمیری (PL) %	شاخص خمیری (PI) %	مقاومت فشاری kg/cm^2	جذب آب %	شوره زدگی
Ash2-1	ML	38	25	13	92	20/9	متوسط
Ash2-2	CL	45	21	24	-	-	-
Ash2-3	CL	39	22	17	-	-	-
Ash2-4	ML	41	28	13	-	-	-

مقادیر اکسیدهای اصلی و پایه ترکیب مارن آجاجاری منطقه (Al_2O_3 و CaO ، SiO_2) با

مقادیر استاندارد و حدود مجاز اکسیدهای مذکور و ترکیب خاک مناسب برای کاربرد در صنایع

آجر اختلاف زیادی دارند و مارن منطقه از نظر ترکیبی بیشتر مشابه به یک مارن آهکی بوده و با در

نظر گرفتن ترکیب شیمیایی و XRD نمونه های برداشت شده، مارن منطقه قابلیت کاربرد در

صنایع تولید آجر را ندارد و محصول آجر تولیدی علاوه بر احتمال شکفته شدن، از استحکام

خمش پایین، تخلخل بالا و جذب آب بالا و ... برخوردار خواهد بود.

مقادیر حدود اتربرگ نمونه های مارن از مقادیر استاندارد این پارامترها در صنایع تولید آجر

ماشینی تبعیت می کنند. دیگر پارامترهای فیزیکی فقط برای یکی از دو نمونه برداشت شده برآورد

گردیده است و بطوریکه ملاحظه می گردد مقدار مقاومت فشار نمونه پایین بوده و تقریباً معادل با

مقاومت فشاری آجر ساختمانی معمولی (توکار) است و مقادیر جذب آب و شوره زدگی محصول

تولیدی این نمونه معادل با آجر توکار و آجر نمای معمولی است.

علیرغم ترکیب شیمیایی کاملاً نامطلوب و ویژگی های فیزیکی نسبتاً قابل قبول نمونه های

مارن برداشت شده از رخنمون های مارنی آجاجاری شرق شوشتر ولی از ترکیب شیمیایی و کانی

شناسی مشابه با مارن معادل کارخانه آجر گیلارود سیتان و دیگر کوره های آجر پزی منطقه برخوردار بوده که در حال حاضر برای تولید آجر ماشینی و سنتی روکار و توکار بکار می رود. البته محصول تولیدی این کارگاه ها دارای برخی ویژگی های منفی می باشند که در بخش مربوطه بیان خواهد شد.

5-6 منطقه لالی

5-6-1 کلیات

در حد فاصل جاده مسجد سلیمان به سه راهی شوشتر - اهواز در جنوب و شهرستان لالی در شمال، تعدادی طاقدیس و ناودیس با روند شمال غرب - جنوب شرق رخنمون یافته اند. این ساختمان های زمین شناسی عمدتاً متشکل از سازندهای مارن دار گچساران، میشان، آغاجاری و عضو لهبری هستند.

سازند مارن - آهک میشان به کرات و به صورت باندهای با گسترش عرضی کمتر از 500 متر و گسترش طولی زیاد و روند شمال غرب - جنوب شرق در دامنه های ساختمان های زمین شناسی مذکور ظاهر شده است.

جاده مسجد سلیمان - لالی تقریباً تمامی باندهای مارنی میشان در منطقه جنوب شهرستان لالی را قطع می کنند و ذخایر مارنی با موقعیت مناسب به منظور ارزیابی کاربری آنها در صنایع مختلف از جمله تولید آجر ساختمانی ایجاد نموده است. در این راستا، ذخایر مارنی میشان در این منطقه در قالب دو اندیس مارنی مطالعه گردید. اندیس اول، رخنمون های مارنی میشان در شمال

دشت لازیالی و مجاور روستای پرزرد را در بر می گیرد و اندیس دوم، شامل بیرون زدگی های مارنی میشان در شرق جاده مسجد سلیمان - لالی در بدو ورود به دشت لالی است.

5-6-2 اندیس اول (پرزرد)

- موقعیت جغرافیایی

این محدوده در جنوب شهرستان لالی و حاشیه جاده آسفalte لالی - مسجد سلیمان قرار دارد. در 38 کیلومتری جاده لالی - لالی اصل به مسجد سلیمان قبل از روستای هفت شهیدان، روستای پرزرد واقع شده است. محدوده مارن پرزرد شامل رخنمون های مارن - آهک سازند میشان غرب جاده آسفalte فوق الذکر در حد فاصل جنوب روستای پرزرد تا دشت زیالی است. مختصات جغرافیایی این منطقه عبارتست از: $32^{\circ}11'28''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}4'52''$ طول جغرافیایی.

- زمین شناسی

این ناحیه بخشی از انتهای جنوب شرق طاقدیس میدان نفتی لالی است. توالی منظمی از سازندهای قدیم تا جدید در امتداد جاده آسفalte مسجد سلیمان - لالی رخنمون یافته اند و ساخت های ناودیس و طاقدیس نامنظم را تجلی داده اند.

کمترین رخنمون سنگی منطقه سازند گچ - مارن گچساران است که در جنوب محدوده در دشت زیالی و ارتفاعات کوه پرزرد بیرون زدگی دارد. در راستای شمال، سازند مارن - آهک میشان بصورت نواری با گسترش عرضی حداکثر 200 متر و گسترش طولی بسیار زیاد بر روی سازند گچساران قرار گرفته است. این نوار کم ضخامت سازند میشان متشکل از توالی افق های مارنی خاکستری رنگ ضخیم و لایه های آهکی با امتداد شمال غرب - جنوب شرق و شیب زیاد 80-

70 رو به شمال است. در ادامه در راستای جاده آسفالته مسجد سلیمان - لالی بر روی باند مارنی - آهکی میشان سازند مارنی آجاجاری تشکیل شده است. در این سازند نیز توالی افق های مارن قرمز رنگ و ماسه سنگ های آهکی با روند عمومی منطقه و شیب زیاد (70-80) رو به شمال ظاهر شده اند. واحدهای سنگی جوان شامل عضو لهبری و کنگلومرای عهد حاضر با گسترش سطحی محدود و شیب کم بر روی سازند آجاجاری رخنمون دارند. به طرف شمال توالی رسوبی و سازندهای تشریح شده مجدداً تکرار می گردند و تقریباً یک ساختمان ناودیس محلی را تشکیل می دهند. عضو لهبری و کنگلومرای عهد حاضر به عنوان جوانترین واحدهای سنگی منطقه در هسته مرکزی این ناودیس ظاهر شده اند.

- بررسی های صحرائی

بطوریکه اشاره گردید سازند مارن دار میشان در جنوب روستای پرزرد و در طرفین جاده مسجد سلیمان - لالی گسترش با عرض کمتر از 200 متر و گسترش طولی بسیار زیاد ظاهر شده است. محدوده مورد بررسی شامل افق های مارنی بخشی از رخنمون این سازند در حدفاصل غرب جاده مذکور تا جنوب غرب روستای پرزرد است. در این محدوده توالی از افق های مارنی خاکستری رنگ با ضخامت تقریبی 10 متر و لایه های آهک فسیل دار با بافت بیواسپاری و با شیب لایه بندی زیاد و نزدیک به قائم رخنمون یافته اند (شکل 22-5).



شکل 22-5 توالی افق های مارنی و لایه های آهکی در جنوب روستای پرزرد (نگاه به سمت غرب)

این توالی رسوبی در شرق محدوده مورد مطالعه و در مجاورت غربی جاده آسفالته با افراز کمتری ظاهر شده است. نمونه ML1-1 از این بخش از ضخامت دو افق مارنی مجاور یکدیگر برداشت گردید (شکل 22-5). در فاصله کمتر از 1 کیلومتری جنوب روستای پرزرد در غرب محدوده، رخنمون مارن - آهک مشابه با قسمت شرقی ولی با افراز مناسبتری ظاهر شده است. در این بخش علاوه بر توالی افق های مارنی و لایه های آهکی، میان لایه های نازکی از آهک ماسه ای و بیواسپاری در میان افق های مارنی خاکستری رنگ وجود دارند و ممکن است تأثیر نامطلوبی در کیفیت مارن این قسمت ها داشته و تغییر پذیری کیفیت ترکیب مارن را افزایش دهند. نمونه ML1-2 از افق مارنی این قسمت از محدوده مورد بررسی به صورت شیاری با پوشش ضخامت یک افق مارنی با میان لایه های نازک آهکی در حدفاصل دو لایه آهکی ضخیم برداشت گردید (شکل 23-5).

از ویژگی های مثبت ذخیره مارنی روستای پرزرد می توان به افراز مناسب و وضعیت لایه بندی افق های مارنی و آهکی، فقدان واحد پوشان سنگ و روباره و در نتیجه سهولت بهره برداری و استخراج ماده معدنی، نزدیکی به جاده اصلی، عبور خطوط انتقال نیرو و سوخت از داخل محدوده مورد بررسی و ... اشاره نمود. ولی از طرف دیگر تغییر پذیری کیفی ماده معدنی به دلیل حضور میان لایه های نازک آهکی، ضخامت کم افق های مارنی و ... از معایب ذخیره مارنی محدوده محسوب می گردد.



شکل 23-5 موقعیت برداشت نمونه در افق های مارنی جنوب روستای پرزرد

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج آنالیز شیمیایی و XRD به همراه بررسی ویژگی های فیزیکی و کاربردی مارن میشان

جنوب روستای پرزرد در جداول 5-29 و 5-30 آورده شده است.

جدول 5-29 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارنی محدوده پرزرد - منطقه لالی

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
ML1-1	94/36	21/83	8/23	5/45	6/19	0/34	0/34	0/09	Calcite, Clay Minerals, Quartz,
ML1-2	94/32	24/58	5/84	5/42	1/04	1/18	0/36	0/94	Calcite, Clay Minerals, Quartz,

جدول 5-30 نتایج تعیین ویژگی های فیزیکی و کاربرد مارن اندیس اول منطقه لالی

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
ML1-1	CL	36	17	19	131	19/8	متوسط
ML1-2	CL	33	18	15	-	-	-
ML1-3	CL	35	20	15	-	-	-
ML1-4	CL	38	22	16	-	-	-
ML1-5	CL	37	20	17	-	-	-
ML1-6	CL	35	18	17	-	-	-

نظر به نتایج آنالیز شیمیایی و کانی شناسی نمونه ML1-1 متعلق به بخش شرقی محدوده

مارن مورد بررسی در حاشیه جاده آسفالته، مقادیر اکسیدهای اصلی نمونه تقریباً نزدیک به مقادیر

استاندارد و مجاز ترکیب شیمیایی خاک مناسب در تولید آجر است و ویژگی های فیزیکی محصول

آزمایشگاهی حاصل از این نمونه بویژه مقدار مقاومت فشاری و جذب آب آن نزدیک به آجر نمای

درجه 1 (کیفیت ویژه) است اما نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ML1-1 که از بخش غربی محدوده

مارنی در جنوب روستای پرزرد برداشت شده، در مقایسه با نمونه قبلی و مقادیر مجاز ترکیب شیمیایی خاک در صنعت آجر، قابل قبول نمی باشد و این نتایج با ویژگی های این قسمت که در بررسی های صحرایی اشاره گردید تطابق دارد. مقادیر حدود اتربرگ و دانه بندی این خاک مطلوب است ولی دیگر ویژگی های فیزیکی و کاربردی آن برآورد نشده است.

با توجه به تعداد کم نمونه های برداشت شده از این منطقه، اظهار نظر قطعی در ارتباط با کاربری مارن میشان محدوده اندیس اول (پرزرد) منطقه لالی منوط به برداشت تعداد نمونه های بیشتر و انجام بررسی های فیزیکی و شیمیایی است.

3-6-5 اندیس دوم (دره شیخ خان)

- موقعیت جغرافیایی

این محدوده مارنی بخشی از رخنمون سازند مارن دار میشان در 4 کیلومتری جنوب شهر لالی است. اندیس مارنی دره شیخ خان از شمال و غرب به جاده آسفالت لالی - مسجد سلیمان و از جنوب و شرق به روستاهای شگفت آباد، دره شیخ خان و قاخفت و ارتفاعات مشرف به رودخانه کارون منتهی می گردد. دسترسی به بخش های داخلی محدوده مورد بررسی از طریق راه های فرعی خاکی و راه های روستاهای فوق الذکر در فاصله 6 کیلومتری جاده لالی به مسجد سلیمان امکان پذیر است.

- زمین شناسی

این محدوده جزئی از بخش شمال شرقی طاقدیس و میدان نفتی لالی است. واحدهای سنگی آن عمدتاً متعلق به سه سازند گچساران، میشان و آغاچاری است. سازند مارن - ماسه سنگ آهکی

آغاچاری به عنوان جوانترین رخنمون در بخش مرکزی محدوده و به شکل ستیغ ساز ظاهر شده اند. رخنمون سازند میشان به شکل نواری حلقه ای شکل در اطراف سازند آغاچاری بیرون زدگی دارد. قدیمی ترین رخنمون سنگی محدوده، سازند گچساران با گسترش سطحی وسیع در اطراف سازندهای مارن دار آغاچاری و میشان مشاهده می گردد. شکل رخنمون و احدهای سنگی سه سازند مذکور و وضعیت شیب و لایه بندی آنها، نمایشگر یک ناودیس کوچک با هسته مارن - ماسه سنگ آهکی آغاچاری است. اندیس مارن دره شیخ خان قسمتی از رخنمون افق های مارنی میشان با شیب 20-30 درجه رو به جنوب در دامنه شمالی ناودیس محلی فوق الذکر محسوب می گردد.

- بررسی های صحرائی

رنخمون های مارن میشان در محدوده دره شیخ خان در دو نقطه بررسی و نمونه برداری گردید. موقعیت اول به مختصات جغرافیایی $49^{\circ}4'50''$ طول و $32^{\circ}18'11''$ عرض در اواسط راه خاکی دسترسی به روستای دره شیخ خان و آبراهه مشرف به آن قرار دارد. در این قسمت توالی از افق های ضخیم مارنی خاکستری و مایل به قرمز و لایه های کم ضخامت آهکی با گسترش سطحی و افراز مناسب بیرون زدگی یافته اند (شکل 24-5).

نمون ML2-1 از یک افق مارنی به ضخامت 8 متر در ترانشه جاده واقع در دیواره آبراهه برداشت شده است.

در ادامه بخش غربی محدوده در انتهای سرشاخه های غربی دره شیخ خان به مختصات جغرافیایی $49^{\circ}4'35''$ طول و $32^{\circ}18'14''$ عرض مورد بررسی و پی جویی قرار گرفت. در این

قسمت از جمله افق مارنی با میان لایه های آهکی هر یک به ضخامت تقریبی 8 و 15 متر و گسترش طولی بیش از 500 متر با شیب تقریبی 25° رو به سوی جنوب رخنمون دارند (شکل 5-25).

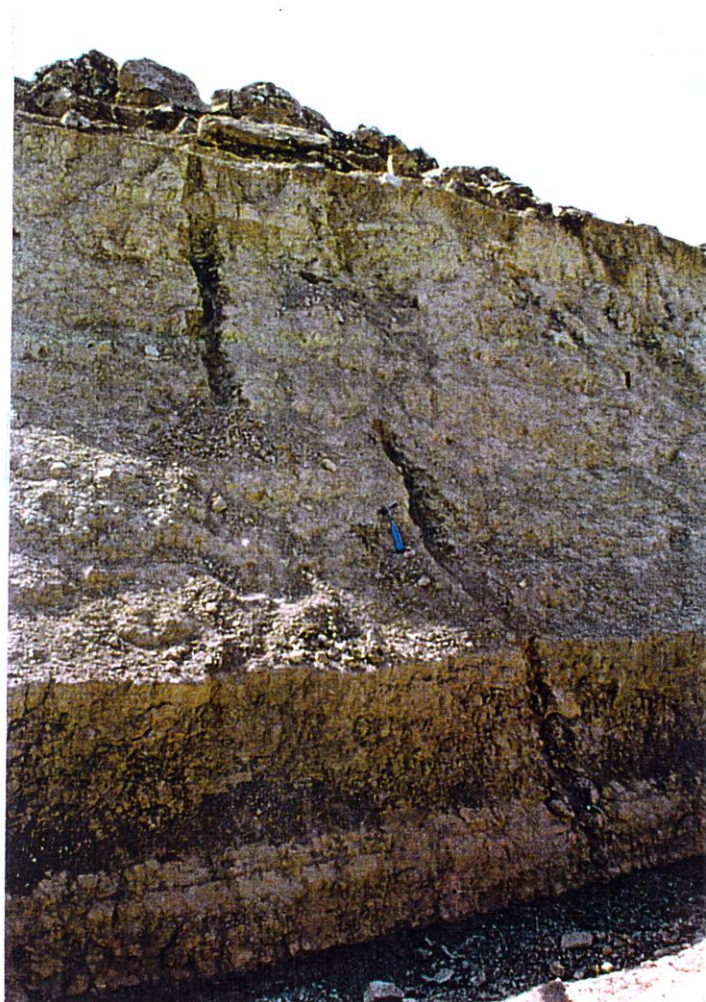


شکل 5-24 توالی افق های ضخیم مارنی با لایه های کم ضخامت آهکی میشان در محدوده دره شیخ خان - منطقه لالی (نگاه به جنوب غرب)



شکل 5-25 توالی افق های مارنی میشان با لایه های آهکی در محدوده دره شیخ خان - منطقه لالی (نگاه به شرق)

نمونه های ML3-1 و ML3-2 به صورت شیاری از ضخامت این افق های مارنی برداشت گردیدند (شکل 26-5). گسترش سطحی و افراز مناسب در نتیجه ذخیره مارنی قابل توجه، مجاورت با جاده آسفالته لالی - مسجد سلیمان، نزدیکی به مراکز جمعیتی نظیر شهر لالی، وجود راه های دسترسی در داخل محدوده که در گذشته با اهداف دیگری احداث شده اند و... از ویژگی های مثبت محدوده مارنی دره شیخ خان محسوب می گردند.



شکل 26-5 افق های مارنی میشان و شیار نمونه برداری از آن در محدوده دره شیخ خان

- بررسی های آزمایشگاهی

نمونه های برداشت شده از افق های مارنی محدوده دره شیخ خان به منظور تعیین ویژگی

های شیمیایی و فیزیکی آزمایشگاه ارسال گردیدند. نتایج این بررسی ها و مطالعات به شرح جداول

31-5 و 5-32 می باشد.

جدول 5-31 نتایج تجزیه شیمیایی و XRD نمونه های مارن محدوده دره شیخ خان - لالی

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So _p %	XRD
ML2-1	36/29	24/48	6/16	5/08	1/29	1/42	0/8	0/12	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Seriate
ML3-1	38/25	19/44	9/18	5/67	7/18	1/61	0/42	0/06	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Dolomite
ML3-1	35/29	26/01	9/24	3/85	1/18	1/89	0/57	0/02	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Seriate

جدول 5-32 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن محدوده دره شیخ خان - لالی

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری (PI) %. (PI)
ML2-1	CL	38	20	18
ML2-2	CL	40	19	21
ML2-3	CL	41	20	21
ML2-4	CL	39	21	18
ML2-5	CL	37	17	20
ML2-6	CL	37	16	21
ML3-1	CL	43	22	21
ML3-2	CL	40	19	21
ML3-3	CL	42	21	21
ML3-4	CL	43	21	22
ML3-5	CL	41	20	21
ML3-6	CL	37	18	19

نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ML2-1 از افق های مارنی بخش شرقی محدوده بیانگر آن است که محتوی آهک نمونه مارنی بیشتر از حد مجاز و میزان اکسی آلومینیوم این نمونه کمتر از مقدار استاندارد آن در ماده اولیه مناسب برای کاربرد در تولید آجر است. ولی نتایج آنالیز شیمیایی دو نمونه دیگر متعلق به بخش غربی محدوده بخصوص از نظر میزان رس و سیلیس مطلوبست و مارن مربوطه قابلیت کاربرد در تولید آجر ساختمانی را دارد و فقط میزان کربنات کلسیم (آهک) در نمونه ML3-2 و میزان دولومیت در نمونه ML3-1 بالاتر از مقدار استاندارد بوده و این امر موجب افزایش تخلخل، جذب آب و در نتیجه کاهش مقاومت فشاری می گردد که امکان اصلاح محتوی آهک و دولومیت این نمونه ها با افزودن مواد معدنی دیگر امکان پذیر است.

حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی برای سه نمونه اصلی و 9 جزء نمونه دیگر حاصل از تقسیم نمونه های اصلی با استانداردهای موجود در صنایع آجر مطابقت دارند. مقادیر بالای شاخص خمیری مبین دانه بندی عمدتاً رسی نمونه های مارنی است. به دلیل عدم تعیین دیگر ویژگی های فیزیکی مهم نمونه ها امکان تحلیل کامل ویژگی های فیزیکی و کاربردی مارن محدوده دره شیخ خان مقدور نمی باشد. ولی نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های مارنی بخش غربی و پارامترهای فیزیکی از جمله حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی این نمونه ها بیانگر قابلیت کاربرد مارن منطقه در تولید آجر ساختمانی معمولی (توکار) و احتمالاً آجرنما معمولی است.

7-5 هفتکل

1-7-5 کلیات

در اطراف شهر هفتکل و در فاصله بین این شهر و شهرهای اطراف رخنمون های متعددی از سازندهای مارن دار میشان، آغاچاری و عضو لهبری عمدتاً در طاقدیس های موجود گسترش یافته اند و پتانسیل های مارنی مناسبی از نظر گسترش و ذخیره و موقعیت مارنی با هدف بررسی کاربری آنها در صنایع تولید آجر وجود دارند.

در شمال غرب شهر هفتکل در مسیر جاده هفتکل به نفت سفید بعد از روستای چمن لاله، سازند مارن دار میشان در دامنه های مجموعه طاقدیس های میدان نفتی هفتکل رخنمون یافته اند. بخشی از این رخنمون های مارنی در قالب محدوده مارنی چمن لاله مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. در جنوب غرب شهر هفتکل و در شمال جاده هفتکل - اهواز، مارن های عضو لهبری سازند آغاچاری در طاقدیس کوپال بیرون زدگی دارند. افق های مارنی مقطع عرضی این طاقدیس در دیواره رودخانه کوپال و ترانشه جاده اصلی فوق الذکر که از افراز مناسب و شرایط بهره برداری آسانی برخوردارند به عنوان محدوده مارنی کوپال بررسی و نمونه برداری گردید.

در ادامه جاده هفتکل - اهواز به طرف سه راهی اهواز به ماهشهر و هفتکل در محل روستای غیزانیه بیرون زدگی های دیگری از آغاچاری و عضو لهبری در انتهای شمال غرب طاقدیس مارون وجود دارند. این محدوده در فاصله 60 کیلومتری جنوب غرب هفتکل و 45 کیلومتری شرق شهر اهواز قرار دارد. مجموعه افق های مارنی قرمز رنگ با بیان لایه های ماسه سنگ آهکی آغاچاری در جنوب روستای غیزانیه که بخشی از دامنه غربی طاقدیس مارون است، دارای رگچه و رگه های نازک فروان گچی هستند. از این رو و به دلیل وفور گچ در افق های مارنی، از بررسی و مطالعه بیشتر در این محدوده صرفنظر گردید.

در شرق هفتکل و در مسیر جاده هفتکل به رامهرمز قبل از کارخانه سیمان رامهرمز رخنمون های دیگری از سازند مارن دار میشان و آجاجاری وجود دارند. افق های مارنی قرمز رنگ آجاجاری اطراف معادن سنگ لاشه این منطقه به وفور دارای رگچه های گچی بوده و از اینرو بر روی افق های مارنی آجاجاری بررسی بیشتر و نمونه برداری صورت نگرفت اما رخنمون افق های مارنی سازند میشان در حاشیه جاده هفتکل - رامهرمز قبل از کارخانه سیمان رامهرمز در اطراف روستای تنباکو کار که از افراز و گسترش طولی و موقعیت مکانی مناسبی قرار داشته، به عنوان محدوده مارنی تنباکوکار مورد پی جویی و نمونه برداری قرار گرفتند.

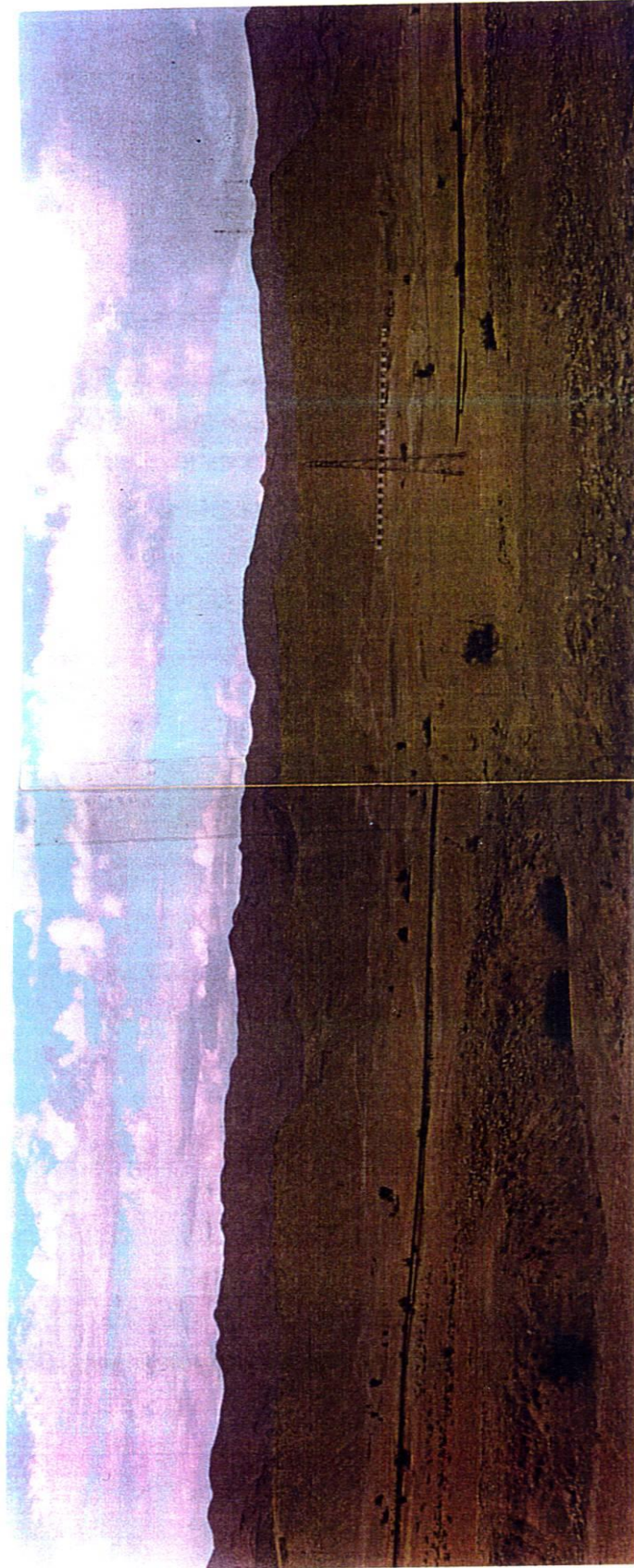
5-7-2 اندیس اول (چمن لاله)

- موقعیت جغرافیایی

این محدوده در شمال غرب شهرستان هفتکل در حاشیه شمالی جاده آسفالت هفتکل به نفت سفید در حاصل فاصل روستای چمن لاله و روستای گزین واقع می گردد. در فاصله 13/5 کیلومتری شهر هفتکل و 4/5 کیلومتری شمال شرق روستای چمن لاله، راه فرعی خاکی چاه های نفت و مرغداری های موجود از جاده اصلی هفتکل - نفت سفید به سمت شمال منشعب می شوند و امکان دسترسی به رخنمون های مارنی میشان در شمال جاده اصلی مهیا می گردد. محدوده اندیس چمن لاله بخشی از رخنمون های مارنی میشان در حدفاصل طول جغرافیایی $49^{\circ}26'18''$ تا $49^{\circ}26'56''$ و عرض جغرافیایی $31^{\circ}32'29''$ تا $31^{\circ}32'7''$ را در بر می گیرد.

- زمین شناسی

اندیس مارن چمن لاله بخشی از رخنمون های مارن سازند میشان در میدان نفتی و طاقدیس هفتکل است. میدان نفتی در شمال غرب شهر هفتکل متشکل از تعدادی طاقدیس مجاور هم و تقریباً موازی با روندهای شمال غرب - جنوب شرق هستند. هسته طاقدیس ها شامل سازند گچساران است و در دامنه های آنها بر روی این سازند مجموعه مارن - آهک میشان قرار می گیرد. در ادامه به طرف شمال و شمال غرب، سازند آغاچاری با گسترش سطحی وسیع در دامنه های این طاقدیس ها ظاهر شده اند. اما در قسمت جنوبی مجدداً سازند گچساران در هسته طاقدیس نفت سفید مجاور افق های مارن - آهک میشان دامنه جنوبی مجموعه طاقدیس های هفتکل رخنمون یافته اند. محدوده مارن مورد بررسی بخشی از مارن های میشان با روند شمال غرب - جنوب شرق و شیب 10 - 15 درجه به سوی شمال در شمال غرب روستای چمن لاله و انتهای دماغه شمال غربی مجموعه طاقدیس های میدان نفتی هفتکل است.



شکل 5-27 دورنمای باند مارن میشان در غرب محدوده گرین (نگاه به سوی

- بررسی های صحرائی

در غرب محدوده مارنی چمن لاله و به فاصله کمتر از 1 کیلومتری شمال جاده آسفالتی در مجاورت واحد مرغداری بهروز باند مارنی خاکستری میشان به موازات جاده کشیده شده است. این باند با گسترش طولی بیش از 700 متر و افراز حدود 25-30 متر رخنمون یافته است (شکل 27-5).

تعداد خیلی محدود میان لایه نازک آهکی در داخل افق مارنی و یک واحد پوشان سنگ آهکی در بخش فوقانی آن وجود دارد و باعث پوشش سطح مارن با یک روباره از واریزه های آهکی با ضخامت کمتر از 30 سانتی متر شده است.

بخش های مارنی در دیواره ترانشه های طبیعی حاصل از جریان آب، باران، به صورت یکدست و یکنواخت با رنگ خاکستری و بافت نودولار ظاهر شده است. نمونه های Mha1-1 و Mha1-3 به صورت نمونه برداری از دیواره این ترانشه های طبیعی با پوشش بخش عمده ضخامت افق مارنی برداشت گردید.

پس از طی 2/5 کیلومتر در مسیر راه شوسه چاه های نفت شماره 22 و 27 که از مجاورت واحد مرغداری نسیم می گذرد، به بخش شرقی محدوده مارنی می رسیم. در این قسمت، ادامه باند مارنی فوق الذکر با افراز کمتر در ترانشه جاده ظاهر شده است. نمونه Mha1-2 از مقطع افق مارنی در دیواره جاده برداشت گردید (شکل 28-5).



شکل 28-5 مقطع باند مارنی محدوده چمن لاله و موقعیت نمونه برداری از آن

حداقل راه دسترسی مورد نیاز، ذخیره مناسب و شرایط استخراجی آسان همراه با نزدیکی به جاده آسفالته هفتکل - نفت سفید، عبور خطوط انتقال سوخت و نیرو از داخل محدوده مارنی و... از شاخصه های بارز این محدوده مارنی به شمار می روند.

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج آنالیز شیمیایی و کانی شناسی به همراه بررسی ویژگی های فیزیکی و کاربردی نمونه های محدوده مارنی چمن لاله در جداول 33-5 و 34-5 ارائه شده است.

جدول 5-33 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارنی محدوده پرزرد - منطقه لالی

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
Mha1-1	12/33	27/42	7/69	3/84	4/84	1/08	0/22	0/48	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Chlorite, Dolomite
Mha1-2	83/31	28/42	7/14	4/23	4/73	1/06	0/83	1/04	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Chlorite, Dolomite, Seriate
Mha1-3	15/34	26/83	6/93	3/18	4/79	0/83	0/92	0/85	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Dolomite

جدول 5-34 نتایج بررسی های فیزیکی نمونه های محدوده مارن چمن لاله - هفتکل

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
MHa1-1	CL-ML	26	20	6	-	-	-
MHa1-2	CL-ML	27	20	7	86	29/3	متوسط
MHa1-3	CL	29	19	10	-	-	-
MHa1-4	CL	30	21	9	-	-	-
Mha2-1	CL	30	20	10	-	-	-
Mha2-2	CL	28	20	8	-	-	-
Mha2-3	CL	26	17	9	-	-	-
Mha3-1	CL	28	18	10	-	-	-
Mha3-2	CL	29	19	10	-	-	-
Mha3-3	CL	32	20	12	-	-	-

ترکیب شیمیایی و مقادیر اکسیدهای اصلی نمونه های مارن محدوده چمن لاله در مقایسه با مقادیر مجاز و استاندارد آن در صنایع تولید آجر ساختمانی قابل قبول نمی باشد و از محتوی رس و سیلیس پایین و مقدار آهک و دولومیت بالایی برخوردار است که در نتیجه محصول تولیدی دارای مقاومت فشاری پایین، تخلخل و جذب آب بالا و ... خواهد بود.

مقادیر حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی نمونه های مارن اصلی و جزء نمونه های آنها مناسب می باشند ولی دیگر ویژگی های فیزیکی و کاربردی که برای یکی از نمونه ها برآورد شده چندان مطلوب محسوب نمی گردد. بطوریکه محصول آزمایشگاهی حاصل از این نمونه از مقاومت فشاری پایین و جذب آب بالایی برخوردار است.

در نهایت علیرغم پارامترهای مثبت محدوده مارنی چمن لاله که در بررسی های صحرائی آن عنوان گردید، ولی با توجه به داده های آزمایشگاهی موجود، مارن منطقه مناسب تولید آجر ساختمانی نمی باشد.

3-7-5 اندیس دوم (کوپال)

- موقعیت جغرافیایی

این محدوده در جنوب غرب شهرستان هفتکل و در حاشیه شمالی جاده هفتکل - اهواز واقع شده است. پس از طی حدود 29 کیلومتر، در جاده آسفالت هفتکل - اهواز در محل روستای حویر، مرز شرقی رخنمون مارن های لهبری مورد بررسی شروع می گردد و تا شروع جاده آسفالت فرعی یونیت نفتی کوپال در کیلومتر 36 جاده هفتکل - اهواز تداوم می یابد.

ناحیه مورد در حدفاصل طول جغرافیایی $49^{\circ}19'37''$ تا $49^{\circ}17'29''$ و عرض جغرافیایی $31^{\circ}21'30''$ تا $31^{\circ}18'54''$ قرار می گیرد.

- زمین شناسی

محدوده مارنی کوپال بخشی از مقطع عرضی طاقدیس کوپال در حاشیه جاده اهواز - هفتکل و دیواره رودخانه کوپال است. طاقدیس کوپال با روند شمال غرب - جنوب شرق در غرب شهرستان هفتکل واقع شده است. کمترین و تنها واحد سنگی که در این طاقدیس رخنمون دارد توالی افق های عضو لهبری است که در نقاط مورد بررسی عمدتاً شامل افق های مارن، رسی، ماسه ای همراه با گچ می باشد. عضو لهبری هسته طاقدیس در حاشیه دامنه های آن توسط رسوبات آبرفتی و جوان عهد حاضر و انباشته های ماسه ای پوشیده می شوند.

در انتهای جنوب شرق طاقدیس، رودخانه کوپال این طاقدیس را قطع کرده و مقطع مناسبی از افق های عضو لهبری در دیواره رودخانه و جاده هفتکل - اهواز ظاهر شده است.

- بررسی های صحرایی

عضو لهبری در هسته طاقدیس کوپال به موازات جاده هفتکل - اهواز در سه نقطه مورد بررسی قرار گرفت. بخش شرقی محدوده شامل دامنه شرقی طاقدیس کوپال در مجاورت شمالی روستای حویر واقع می گردد. در این قسمت، مقطع عضو لهبری شامل افق های مارنی - رسی به همراه لنزهای ماسه ای بعضاً گچ دار در دیواره ترانشه جاده آسفالته ظاهر شده است. گچ بعضاً حتی به صورت لایه های نازک نیز وجود دارد. ضخامت عضو لهبری بیش از 10 متر است. نمونه L-KP-1 به صورت شیاری از مقطع لهبری در این قسمت برداشت گردید.

در بخش میانی مقطع عرضی طاقدیس کوپال با فاصله 5 کیلومتری از نقطه قبلی مجدداً مقطع عضو لهبری با افراز بیش از 15 متر و ویژگی های ظاهری جالب توجه در ترانسه جاده هفتکل - اهواز و دیواره رودخانه کوپال ظاهر شده است. در این قسمت عضو لهبری عمدتاً شامل افق های مارن - رس با مقادیر بسیار ناچیز گچ و فاقد لنزهای رسی است. نمونه L-KP-2 از دیواره ترانسه جاده با پوشش تقریباً کامل مقطع قائم عضو لهبری برداشت گردید.

در فاصله 2 کیلومتری غرب نقطه قبلی و قبل از روستای چموم (بوغار) راه آسفالتی یونیت نفتی کوپال از جاده اصلی به طرف شمال غرب در دامنه های غربی طاقدیس کوپال منشعب می گردد. این قسمت، غرب محدوده مورد مطالعه در طاقدیس کوپال را تشکیل می دهد. در مجاورت یونیت نفتی کوپال و به فاصله 2/5 کیلومتری از جاده اصلی، عضو لهبری دامنه غربی طاقدیس کوپال در ترانسه جاده یونیت نفتی با افراز مناسب متشکل از افق های رسی - مارنی ظاهر شده است. نمونه های L-KP-3 از دیواره ترانسه جاده یونیت نفتی و نمونه L-KP-4 از رخنمون های تپه ماهوری عضو لهبری همراه با مقادیر قابل ملاحظه ای گچ برداشت گردید.

تغییر پذیری ظاهری مقطع عضو لهبری شامل ظهور لایه ها و لنزهای ماسه ای ریز و درشت دانه، وجود گچ در برخی از افق ها، از ویژگی های منفی پتانسیل مارنی کوپال است ولی از طرف دیگر رخنمون های تپه ماهوری بدون واحد پوشان سنگ و روباره سطحی و در نتیجه شرایط مطلوب بهره برداری و استخراج آنها، مجاورت با جاده اصلی هفتکل - اهواز، وجود خطوط انتقال نیرو و سوخت از داخل محدوده و... از پارامترهای مثبت محدوده مارن کوپال محسوب می گردد.

- بررسی های صحرائی

نمونه های برداشت شده از عضو لهری طاقدیس کوپال به منظور آنالیز شیمیایی و XRD و

تعیین ویژگی های فیزیکی و کاربردی به آزمایشگاه ارسال گردیدند که نتایج این بررسی به شرح

جدول 5-35 است.

جدول 5-35 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های محدوده مارن کوپال - هفتکل

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
L-KP-1	CL	36	15	21	-	-	-
L-KP-2	CL	32	18	14	-	-	-
L-KP-3	CL	30	14	16	59	23/1	-
L-KP-4	CL	31	13	18	-	-	-
L-KP-5	CL	37	20	17	-	-	-
L-KP-6	CL	39	20	19	-	-	-
L-KP-7	CL	37	20	17	-	-	-
L-KP-8	CL	41	21	20	-	-	-
L-KP-9	CL	43	23	20	-	-	-
L-KP-10	CL	36	15	21	-	-	-
L-KP-11	CL	33	14	19	-	-	-
L-KP-12	CL	39	16	23	-	-	-
L-KP-13	CL	38	18	20	-	-	-
L-KP-14	CL	32	15	17	-	-	-
L-KP-15	CL	35	14	21	-	-	-
L-KP-16	CL	29	15	14	-	-	-
L-KP-17	CL	41	22	19	-	-	-
L-KP-18	CL	42	20	22	-	-	-

مقدار Al_2O_3 نمونه های خاک که نقش تعیین کننده ای در افزایش چسبندگی خشت خام و

تشکیل فازهای پایدار آلومینوسیلیکات در طی فرآیند پخت آجر دارد، در کلیه نمونه ها خیلی کمتر

از حداقل مقدار مجاز آن در خاک مناسب برای تولید آجرهای معمولی با کیفیت پایین جهت مصارف توکار ساختمانی است. همچنین مقداری CaO که معرف محتوی آهک نمونه های مارن محسوب می شود، بیشتر از حداکثر مقدار مجاز این اکسید در خاک مورد لزوم برای تولید آجر معمولی (توکار) است. در نتیجه باعث کاهش استحکام فشاری و افزایش تخلخل و جذب آب محصول تولیدی می گردد. محتوی سیلیس نمونه ها نیز کمتر از حداقل مقدار مجاز آن در خاک مورد استفاده در صنعت به شمار می رود.

مقادیر عناصر آلكالی (K_2O و Na_2O) و گچ موجود در نمونه های مارن عضو لهری طاقدیس کوپال بیشتر از مقادیر مجاز بوده و در نتیجه باعث شوره زدگی محصول تولیدی خواهد شد.

اگر چه از نظر ترکیبی، مقدار کانی های رسی نمونه ها، مارن عضو لهری کمتر از حداقل مقدار مجاز می باشد، ولی مقادیر حدود اتربرگ بویژه شاخص خمیری بالاتر از نمونه های اصلی و جزء نمونه های حاصل از نمونه های اصلی نشانگر توزیع دانه بندی عمدتاً رسی و سیلیسی افق مارنی است. دیگر پارامترهای فیزیکی شامل مقاومت فشاری و جذب آب فقط برای یکی از نمونه ها تعیین شده و بطوریکه ملاحظه می گردد مقدار مقاومت فشاری آن حتی کمتر از حداقل مقدار مجاز برای آجر ساختمانی معمولی (توکار) است. در نتیجه ذخایر مارن عضو لهری طاقدیس کوپال با توجه به آنالیز شیمیایی و XRD و برخی از ویژگی های فیزیکی نمی تواند به تنهایی برای تولید آجر ساختمانی حتی برای مصارف توکار بکار رود.

5-7-4 اندیس سوم (تباکوکار)

- موقعیت جغرافیایی

این محدوده مارنی بخشی از رخنمون های سازند میشان در شرق شهرستان هفتکل و مجاور جاده هفتکل - رامهرمز است. پس از طی حدود 15 کیلومتر در مسیر جاده هفتکل - رامهرمز و عبور از سه راهی هفتکل به رامهرمز و مسجد سلیمان پل واقع در روی رودخانه تنباکوکار و راه فرعی روستای تنباکوکار می رسیم. باند مارن میشان مورد بررسی قبل از پل و انشعاب راه فرعی روستای تنباکوکار در شرق جاده اصلی و مجاور یک واحد مرغداری قرار گرفته است.

مختصات جغرافیایی بخش میانی محدوده مارن تنباکوکار عبارتست از: $31^{\circ}26'31''$ عرض جغرافیایی و $49^{\circ}35'59''$ طول جغرافیایی.

- بررسی های صحرائی

رخنمون مارن میشان به موازات جاده هفتکل - رامهرمز و در مجاورت شرقی واحد مرغداری با افراز حدود 30 متر و گسترش طولی بیش از چند صد متر ظاهر شده است. افق مارن خاکستری تا قرمز رنگ متعلق به بخش های بالایی میشان دارای تعدادی میان لایه آهکی کم ضخامت و یک واحد پوشان سنگ آهکی در بخش فوقانی به همراه روباره ای از واریزه های آهکی در سطح رخنمون است (شکل 29-5).

تعدادی نمونه مارنی از دیواره ترانشه های طبیعی حاصل از جریان آب در سطح رخنمون افق

مارنی، برداشت گردید.



شکل 29-5 افق مارنی میشان در محدوده مارن اندیس سوم منطقه هفتکل

قرار گرفتن در حاشیه جاده هفتکل - رامهرمز، عبور خطوط انتقال نیرو و سوخت از مجاورت محدوده مارن مورد بررسی، افراز بالا و شرایط استخراجی مناسب و ... از شاخصه های مثبت این محدوده به شمار می رود. اما از طرف دیگر روباره و پوشش واریزه های آهکی در سطح رخنمون افق مارنی و میان لایه های آهکی که تأثیر نامطلوب در کیفیت و ویژگی های محصول تولیدی خواهد داشت از مشخصه های منفی ذخیره مارنی است.

- بررسی های آزمایشگاهی

نتایج آنالیز شیمیایی و XRD به همراه ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن اندیس سوم هفتکل در جداول 5-36 و 5-37 ارائه شده است.

جدول 5-36 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های محدوده مارن تنباکوکار - هفتکل

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
MR1-1	53/33	24/83	8/19	5/59	6/03	1/43	0/31	0/14	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Sericite
MR1-2	33/35	21/05	9/32	5/42	8/52	2/04	0/28	0/02	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite

جدول 5-37 نتایج بررسی خواص فیزیکی نمونه های محدوده مارن تنباکوکار - هفتکل

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %. آب	شوره زدگی
MR1-1	CL	38	20	18	85	18/6	کم
MR1-2	CL	33	17	16	-	-	-
MR1-3	CL	39	21	18	-	-	-
MR1-4	CL	30	16	14	-	-	-

مقادیر Al₂O₃ در یک نمونه بیشتر و در نمونه دیگر نزدیک به حداقل مقدار مجاز (9٪)

(=> Al₂O₃) آن در خاک مناسب برای تولید آجر است ولی مقدار CaO و MgO و در نتیجه

محتوی آهک و دولومیت در هر دو نمونه بیشتر از حداکثر مقدار مجاز (20٪ <= CaO و 4٪

<= MgO) است و در محصول تولیدی باعث شکفته شدن آجر تولیدی، کاهش مقاومت

فشاری، افزایش تخلخل و جذب آب آن می گردد.

مقادیر حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی نمونه ها مطابق با مقادیر استاندارد در صنعت آجر

است. مقدار مقاومت فشاری محصول آزمایشگاهی تولید شده از نمونه MR1-1 معادل مقاومت

فشاری آجر ساختمانی معمولی (توکار) است و یکی از دلایل پایین بودن مقاومت فشاری می تواند ناشی از بالا بودن مقدار آهک و دولومیت و پایین بودن محتوی سیلیس نمونه باشد. جذب آب و شوره زدگی این نمونه معادل ویژگی های آجرنمای درجه 1 (کیفیت ویژه) و حتی آجر مهندسی مرغوب درجه 3 است.

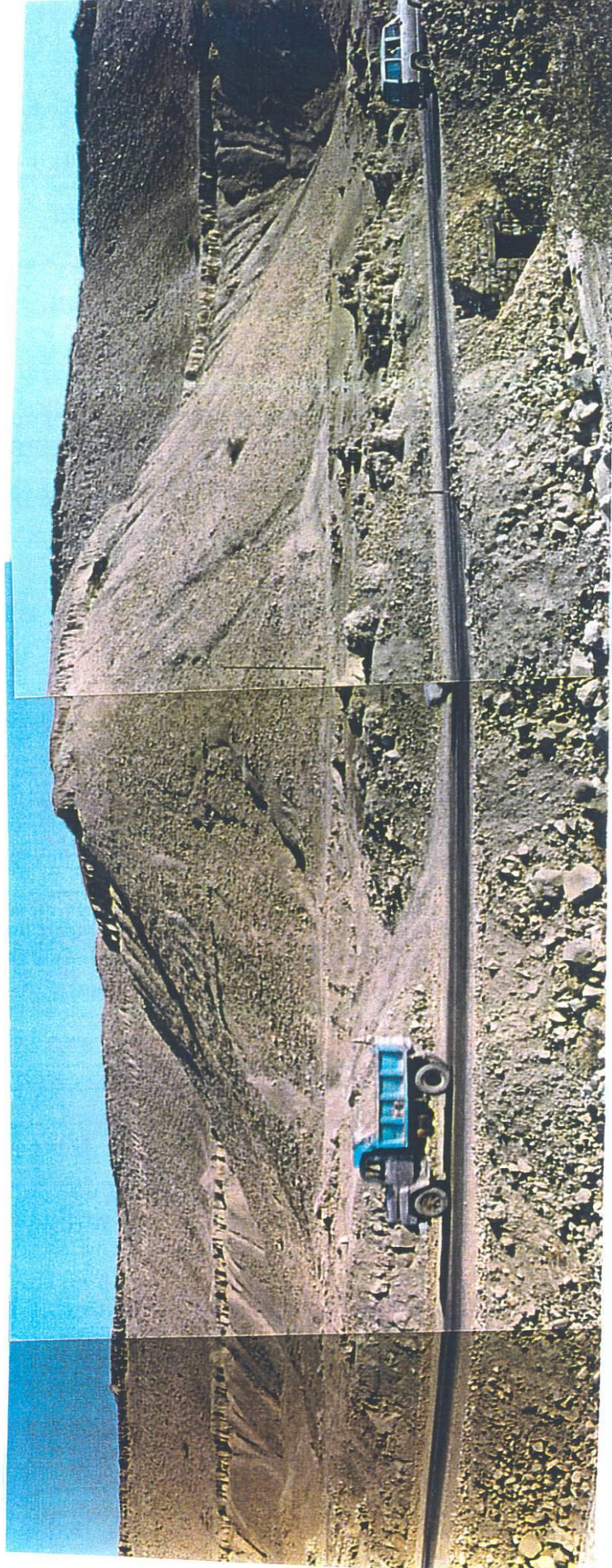
با توجه به نتایج و ویژگی های شیمیایی و فیزیکی موجود در نمونه های مارن برداشت شده، ممکن است اصلاح ترکیب مارن محدوده با کاهش میزان آهک و دولومیت و افزایش میزان رس و سیلیس در تولید آجرهای مناسب بکار همراه شود.

8-5 رامهرمز

1-8-5 اندیس برم گندم آب

- موقعیت جغرافیایی

پس از طی 15 کیلومتر در جاده رامهرمز - هفتکل و باغ ملک قبل از سه راهی دشت دنا در جنوب غرب روستای برم گندآب و شرق جاده آسفالته فوق الذکر مجموعه مارن - آهک سازند میشان به موازات جاده و در فاصله کمتر از 100 متری رخنمون یافته است. محدوده مارن برم گندآب بخشی از این باند مارنی میشان در حدفاصل طول جغرافیایی $49^{\circ}38'41''$ تا $49^{\circ}38'50''$ و عرض جغرافیایی $31^{\circ}20'46''$ تا $31^{\circ}20'59''$ را شامل می شود.



شکل 5-30 توالی افق های مارینی و آهک در محدوده مارن برم گندآب در رامهرمز

- بررسی های صحرایی

در حاشیه شرقی جاده رامهرمز - هفتکل یک مجموعه مارن - آهک میشان شامل دو افق ضخیم لایه مارنی با یک میان لایه ضخیم آهکی و یک واحد آهکی پوشان سنگ در سطح فوقانی و گسترش طولی زیاد رخنمون یافته است. لایه های آهکی در حال حاضر به عنوان سنگ لاشه استخراج می گردند (شکل 30-5). افق مارنی زیرین از افراز بیشتر و روباره سطحی و واریزه های آهکی کمتری برخوردار است. مارن افق زیرین خاکستری رنگ و عمدتاً با بافت نودولار و از میزان آهک بالاتری برخوردار است.

نمونه MR2-1 از بخش شمالی باند و از قسمت های بالایی افق مارنی زیرین از دیواره یک ترانشه طبیعی حاصل از جریان آب های سطحی، و نمونه MR2-2 از بخش جنوبی باند و از قسمت های تحتانی افق مارنی زیرین به صورت شیلیاری برداشت شدند. این اندیس مارنی از نظر گسترش طولی و افراز مناسب، مجاورت با جاده رامهرمز - هفتکل، نزدیکی به شهر رامهرمز و ... قابل ملاحظه است.

- بررسی های آزمایشگاهی

به منظور تجزیه و تحلیل کاربردی مارن محدوده برم گندآب در منطقه رامهرمز، نمونه های برداشت شده از این ناحیه به آزمایشگاه ارسال گردیدند و اطلاعات حاصل از تجزیه شیمیایی و XRD و همچنین بررسی های فیزیکی نمونه ها در جداول 38-5 و 39-5 ارائه شده است.

جدول 5-38 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن محدوده برم گندآب - رامهرمز

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
MR2-1	45/29	29/58	7/39	4/35	2/71	1/89	0/16	0/01	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite
MR2-2	12/31	28/93	7/14	4/78	2/17	1/18	0/24	0/39	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite

جدول 5-39 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن محدوده برم گندآب - رامهرمز

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %. آب	شوره زدگی
MR2-1	CL	29	15	14	-	-	-
MR2-2	CL	28	15	13	-	-	-
MR2-3	CL	32	17	15	-	-	-
MR2-4	CL	29	13	16	-	-	-

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی، مقادیر اکسیدهای اصلی SiO₂ ، Al₂O₃ کمتر از حداقل

مقدار مجاز و مقدار CaO بیشتر از حداکثر مقدار مجاز مورد قبول در صنایع تولید آجر است و لذا

با در نظر گرفتن ترکیب شیمیایی و کانی شناسی نمونه های محدوده برم گندآب رامهرمز، مارن این

ناحیه قابلیت کاربرد در تولید آجر ساختمانی را ندارد.

حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی نمونه ها مطلوب و قابل قبول است ولی دیگر ویژگی های

فیزیکی با اهمیت این نمونه ها در دسترس نیست و در نتیجه در ارتباط با ویژگی های کاربردی

محصول تولیدی از این ذخیره مارنی نمی توان ارزیابی دقیقی نمود.

5-9 کارخانه های آجر ماشینی

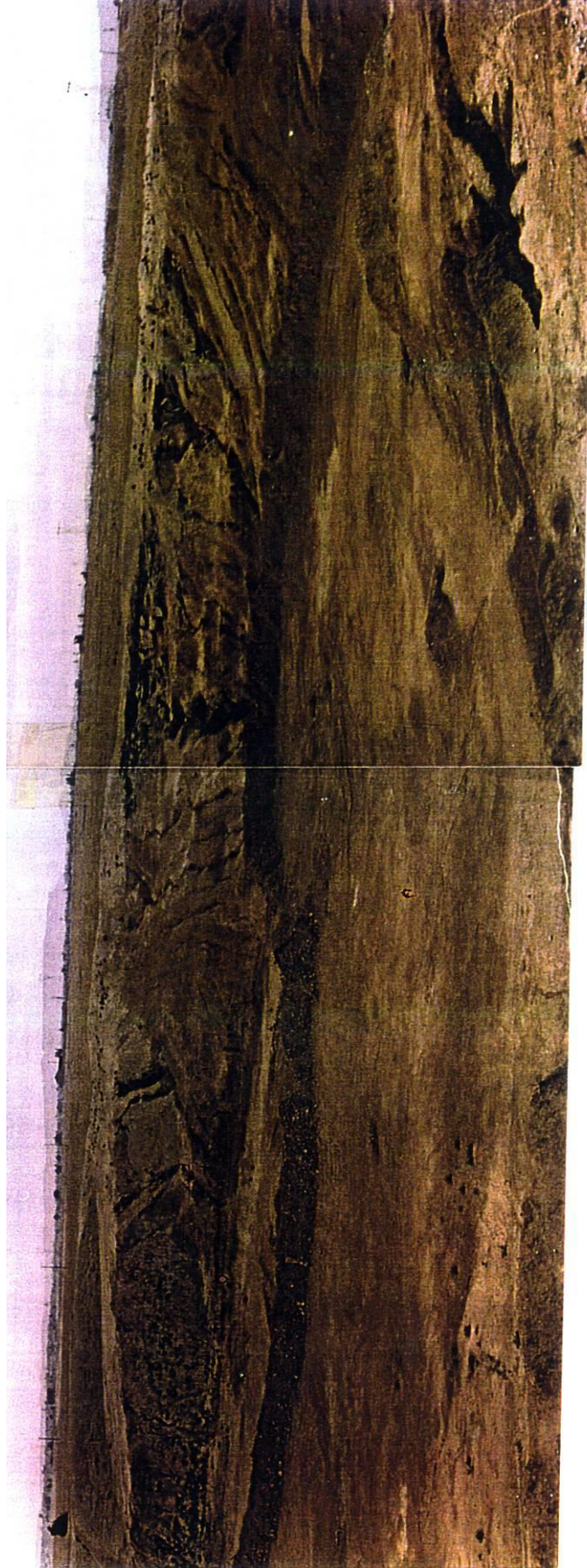
5-9-1 کلیات

در این قسمت به بررسی تعدادی از کارخانه های تولید آجر ماشینی در سطح استان خوزستان می پردازیم. این کارخانه های آجر ماشینی از ماده اولیه مارن متعلق به سازندهای آغاچاری و عضو لهبری برای تولید آجر استفاده می کنند. محصول تولیدی این کارخانه ها عمدتاً آجر ساختمانی روکار و آجرنما و ... است.

5-9-2 کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت (گیلارود سیستان)

کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت در شرق شهرستان شوشتر و در فاصله 2 کیلومتری جاده شوشتر - مسجد سلیمان واقع شده است. کارخانه آجر گیلارود سیستان در سال 1355 توسط بخش خصوصی تأسیس و بهره برداری گردید و پس از انقلاب بعد از تغییر تحولات مختلف در اختیار شرکت شاهد نماده شد و در حال حاضر با نام کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت مشغول فعالیت است.

ظرفیت تولیدی کارخانه، در فصول گرم سال (6 تا 7 ماه) به واسطه آن که خشک کردن خشت خام تولیدی در هوای آزاد صورت می گیرد حدود 70 تا 80 هزار عدد و در دو شیفت کاری می باشد و در فصول سرد سال و به دلیل احتمال ریزش باران که خشک کردن خشت خام با مشکلاتی همراه است، حدود 20 - 15 هزار عدد می باشد.



شکل 31-5 دورنمای معدن خاک کارخانه آجر مصالح ساختمانی تجارت شوستر در سازند مارن دار

معدن خاک کارخانه در مجاورت آن و بخشی از سازند مارن دار آغاچاری در حاشیه های دامنه جنوبی طاقدیس شوشتر قرار دارد. ماده اولیه مارن قرمز روشن تا قهوه ای با میان لایه های پراکنده و نازک ماسه سنگ آهکی است که پس از استخراج و دپوسازی به طور مستقل به عنوان خوراک کارخانه مصرف می گردد (شکل 31-5). به دلیل حضور قطعات آهکی در داخل محصول تولیدی، باعث شکفته شدن بدنه آجر و وقوع پدیده آلوک زدن در زمان مصرف می گردد.

نمونه های Ash1-1 و Ash1-2 از مارن های قرمز رنگ آغاچاری در سینه کار معدن خاک کارخانه آجر برداشت گردید و به منظور بررسی های شیمیایی و فیزیکی به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج به شرح جداول 40-5 و 41-5 می باشد

جدول 40-5 نتایج آنالیز شیمیایی و کانی شناسی نمونه های مارن معدن خاک کارخانه آجر تجارت (گیلارود سیستان)

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
Ash1-1	47/29	31/49	7/88	4/16	2/79	0/74	0/68	0/52	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Sericite
Ash1-2	85/29	30/75	7/18	4/93	2/13	1/47	0/74	1/94	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsam

جدول 41-5 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن معدن خاک کارخانه آجر تجارت
(گیلارود سیستان)

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی % (LL)	حد خمیری % (PL)	شاخص خمیری % (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
Ash1-1	CL	40	23	17	-	-	-
Ash1-2	CL	42	22	20	-	-	-
Ash1-3	ML	41	16	15	-	-	-
Ash1-4	CL	37	22	15	-	-	-

مقدار اکسیدهای SiO_2 ، Al_2O_3 کمتر از حداقل مقدار مجاز و مقدار CaO نمونه خیلی

بیشتر از حداکثر مقدار مجاز آنها ($CaO \leq 20\%$) در خاک مناسب برای تولید آجر ساختمانی

است و در نتیجه محتوی رس و سیلیس مارن کمتر و مقدار آهک آن بیشتر از مقادیر مناسب در

ترکیب مارن با قابلیت کاربرد در تولید آجر مرغوب است.

مقادیر حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی نمونه های مارن با استانداردهای موجود برای این

پارامترهای فیزیکی تطابق دارد. دیگر پارامترهای فیزیکی نمونه ها بویژه مقاومت فشاری محصول

آزمایشگاهی تولید در دسترس نمی باشد و نمی توان تأثیر ترکیب شیمیایی و کانی شناسی نا

مطلوب مارن را بر روی این ویژگی های فیزیکی بررسی نمود.

5-9-2 کارخانه آجر دژ

روستای دهدز در فاصله 65 کیلومتری شرق شهرستان ایذه در مسیر جاده ایذه - لردگان واقع

شده است. کارخانه آجر دژ در 4/5 کیلومتری جنوب شرق روستای دهدز قرار دارد.

کارخانه آجر دژ درسالهای اخیر راه اندازی شده و در حال حاضر به صورت آزمایشی برای رفع مشکلات فنی موجود و انتخاب خاک مناسب فعالیت می کند. محصول تولیدی آجر سفال و بلوک سفالی و ... است.

ماده اولیه خوراک کارخانه از مارن های قرمز رنگ سازند آجاجاری تأمین می گردد. شکل 32-5 نمای بخشی از سینه کار معدن خاک کارخانه را نشان می دهد و بطوریکه مشاهده می گردد این سینه کار بخشی از سازند مارن آجاجاری بوده و متشکل از سه افق خاک و حاصل تأثیر فرآیند های سطحی و فرسایش فیزیکی و شیمیایی می باشند. افق فوقانی بخشی از مارن آجاجاری با رنگ طبیعی خاک و فاقد قطعات و ذرات آهکی است و در حال حاضر خوراک کارخانه از این افق تأمین می گردد. افق دوم بخشی از مارن قرمز رنگ فاقد ذرات آهکی قابل مشاهده است و افق سوم ادامه مارن قرمز رنگ آجاجاری ولی دارای مقادیر زیادی ذرات و قطعات آهکی است که در متن مارن قرمز رنگ توزیع شده اند (شکل 33-5).

نمونه های AD2-1 و AD2-2 از افق مارن سطحی و نمونه های AJ-D2-1 و AJ-D2-3

از افق مارن زیرین (سوم) برداشت گردیدند.



شکل ۳۲-۵ سینه کار معدن خاک کارخانه آجر دژ در مارن‌های سازند آغاچاری



شکل ۳۳-۵ ذرات و قطعات آهکی در متن مارن قرمز رنگ آغاچاری در سینه کار استخراجی معدن خاک کارخانه آجر دژ

نتایج آنالیز شیمیایی و تجزیه کانی شناسی به همراه مقادیر ویژگی های فیزیکی و کاربردی

نمونه های مارن پیشکار استخراجی درون خاک کارخانه آجر دژ در جدول 5-43 و 5-44 ارائه

شده است.

جدول 5-42 نتایج آنالیز شیمیایی XRD نمونه های مارن آغاجاری معدن خاک کارخانه آجر دژ- دهدز

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
ADZ-1	85/31	30/92	6/12	4/88	0/94	0/98	0/42	0/38	Calcite, Clay Minerals, Quartz,
ADZ-2	58/34	25/22	5/36	5/94	1/39	0/65	1/46	1/69	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsam
AJ-DZ-2	26/1	31/09	3/18	5/32	3/00	0/72	1/14	2/44	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsam, Albite
AJ-DZ-3	44/24	32/14	3/99	5/67	3/44	1/14	0/28	2/29	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Chlorite

جدول 5-43 نتایج بررسی ویژگی های فیزیکی نمونه های مارن پیشکار استخراجی معدن خاک کارخانه آجر

دژ

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی (LL) %	حد خمیری (PL) %	شاخص خمیری (PI) %	مقاومت فشاری kg/cm^2	جذب آب %	شوره زدگی
ADZ-1	CL	43	21	22	-	-	-
ADZ-2	CL	41	23	18	102	21/1	متوسط
ADZ-3	CL	44	24	20	-	-	-
ADZ-4	CL	44	22	22	-	-	-
ADZ-5	CL	40	19	21	-	-	-
ADZ-6	CL	42	21	21	-	-	-
ADZ-7	CL	47	25	22	-	-	-
ADZ-8	CL	45	23	22	-	-	-
AJ-DZ-1	CL	28	25	13	-	-	-
AJ-DZ-2	CL-ML	27	20	7	-	-	-
AJ-DZ-3	CL	29	23	6	68	22/7	متوسط
AJ-DZ-4	CL	27	14	13	-	-	-
AJ-DZ-5	CL	29	15	14	-	-	-
AJ-DZ-6	CL	29	13	16	-	-	-
AJ-DZ-7	CL	31	16	15	-	-	-
AJ-DZ-8	CL	25	12	13	-	-	-

در مجموعه ترکیب شیمیایی هر دو افق ماده معدنی سینه کار استخراجی معدن خاک آجر دژ

از استانداردهای موجود تبعیت نمی کنند. بطوریکه میزان رس و سیلیس نمونه های پایین تر و

مقدار آهک و گچ آنها بیشتر از حد مجاز است و این وضعیت باعث افت مقاومت فشاری و

افزایش تخلخل، جذب آب و شوره زدگی و ... محصول تولیدی می گردد. در این بین افق زیرین

مارن آغاچاری و پشتکار استخراجی به مراتب از میزان Al_2O_3 و SiO_2 پایین تری برخوردارند و

با مقادیر حد مجاز این عناصر اختلاف فاحشی ندارند. همچنین دارای میزان So_3 و CaO بالاتر

از حد مجاز ومورد قبول در صنایع تولید آجر هستند. بالا بودن مقدار SO_3 و در نتیجه محتوی گچ در خاک مورد مصرف و همچنین بالا بودن مقادیر عناصر آلكالی باعث شوره زدن آجر تولیدی در زمان مصرف می گردد. مقادیر حدود اتربرگ و توزیع دانه بندی هر دو افق خاک پیشکار معدن از مقادیر حد مجاز تبعیت می کنند. با مقایسه مقادیر حدود اتربرگ نمونه های دو افق ملاحظه می گردد که افق مارن فوقانی در مقایسه با افق مارن تحتانی از دانه بندی ریزدانه تر و رسی تر برخوردار است و این تفاوت ترکیب دانه بندی عمدتاً در مرحله تولید خشت خام تأثیر گذار خواهد بود.

دیگر پارامترهای فیزیکی حاصل از آزمایش پخت یکی از نمونه های مارن افق فوقانی و در حال بهره برداری سینه کار معدن، علی رغم ترکیب شیمیایی نه چندان مطلوب، معادل با مقاومت فشاری و جذب آب استاندارد و مجاز برای آجر ساختمانی معمول و آجرنمای درجه 2 (معمولی) است.

ویژگی های پخت آزمایشی نمونه متعلق به افق زیرین سینه کار معدن خاک کارخانه تقریباً معادل با پارامترهای استاندارد آجر ساختمانی معمولی (توکار) است. پایین بودن مقاومت فشاری آزمایشگاهی نمونه متعلق به این افق مارنی ناشی از بالا بودن مقدار آهک و پایین بودن مقدار رس و سیلیس است که باعث کاهش تشکیل فازهای سیلیکاتی جدید در مرحله پخت آجر و افزایش میزان تخلخل و جذب آب در نتیجه کاهش استحکام محصول تولیدی می گردد.

3-9-5 کارخانه آجر رسه

کارخانه آجر رسه در مسیر جاده آسفالته اهواز - مسجد سلیمان بعد از شهر ملاثانی قرار دارد. این کارخانه در نزدیکی روستای خزینه سلامات و در فاصله 1/5 کیلومتری جاده اصلی واقع شده است.

این کارخانه با دو کوره پخت و ظرفیت چهارصد هزار آجر در روز در سال 1377 راه اندازی شده است. ماده اولیه کارخانه از رس مارن عضو لهبری آغاجاری تأمین می گردد. عضو لهبری با گسترش سطحی وسیع و ذخیره بالا به صورت تپه ماهوری های با شرایط استخراج و بهره برداری آسان در اطراف روستای خزینه سلامات رخنمون یافته است (شکل 34-5). به دلیل بالا بودن میزان رس عضو لهبری، خشت خام ترک بر می دارد از این رو در حال حاضر با تلفیقی از 70٪ رس و 30٪ ماسه مشکل ترک برداشتن آجر تولید حل شده است (شکل 35-5).



شکل 34-5 رخنمون های تپه ماهوری عضو لهبری در اطراف روستای خزینه سلامات و کارخانه آجر رسه



شکل 35-5 آجر خام تولید کارخانه آجر رسه

تعداد دو نمونه از ماده اولیه مصرفی کارخانه برداشت گردید. نمونه MS-RO-1 دارای ماسه

زیادی بوده و آجر تولیدی از این خاک ترک برمی دارد. نمونه MS-RO-2 از خاک با میزان ماسه

کم که آجر تولیدی از آن دارای ترک و درزه کمتری است، برداشت گردید.

نتایج آنالیز شیمیایی و XRD و بررسی آزمایشگاهی ویژگی های فیزیکی - کاربردی نمونه

های فوق الذکر در جداول 5-45 و 5-46 ارائه شده است.

جدول 44-5 نتایج آنالیز شیمیایی و XRD نمونه های مارن کارخانه آجر رسه

کد نمونه	SiO ₂ %	CaO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	So ₃ %	XRD
MS-Ro-1	32/7	45 24	7/76	4/64	5/79	1/63	0/53	0/28	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Dolomite
MS-Ro-2	34/52	54 23	6/98	4/85	5/23	1/29	0/34	0/36	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Albite, Dolomite,
MS-Ro-3	28/94	69 33	4/93	5/1	4/27	0/84	0/94	0/22	Calcite, Clay Minerals, Dolomite, Quartz, Albite

جدول 5-45 نتایج بررسی های فیزیکی و کاربردی نمونه های مارن کارخانه آجر رسه

کد نمونه	کد دانه بندی	حد روانی %. (LL)	حد خمیری %. (PL)	شاخص خمیری %. (PI)	مقاومت فشاری kg/cm ²	جذب آب %	شوره زدگی
MS-Ro-1	CL	26	17	9	121	21/2	متوسط
MS-Ro-2	CL	28	18	10	-	-	-
MS-Ro-3	CL	25	16	9	-	-	-
MS-Ro-4	CL	27	17	10	-	-	-
MS-Ro-5	CL	27	15	12	-	-	-
MS-Ro-6	CL	29	18	11	-	-	-
MS-Ro-7	CL	31	19	12	-	-	-
MS-Ro-8	CL	25	12	13	-	-	-
MS-Ro-9	CL	26	14	12	-	-	-
MS-Ro-10	CL	28	18	10	-	-	-

فصل ششم

نتیجه گیری و پیشنهادات

6-1 نتیجه گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته نکات کلی و نتایج زیر را می توان بیان نمود:

الف- خاک رس معمولی از نظر کاربردی مخلوطی طبیعی و ریزدانه عمدتاً شامل کانی های رسی به همراه ماسه، سیلت، دانه های ریز سنگ آهک، اکسید آهن، ذرات فلدسپات تجزیه نشده، میکا و غیره است و از نظر دانه بندی با ابعاد کوچکتر از $\frac{1}{256}$ میلی متر اطلاق می گردد. خاک رس معمولی به علت قابلیت جذب آب، چسبناکی و شکل پذیری در تولید آجرهای معمولی، سفالی، سیمان و ... بکار می رود.

ب- مارن مخلوطی از خاک رس و آهک است بطوریکه معمولاً بین 35 تا 65 درصد آهک و بقیه از رس تشکیل شده است. عمده ترین کاربرد مارن در تأمین مواد اولیه تولید سیمان و آجر است.

ج- خاک مورد استفاده در تولید آجر باید دارای ویژگی های شیمیایی - کانی شناسی و فیزیکی مطلوبی باشد. مقدار مناسب Al_2O_3 در خاک آجر $\frac{1}{6}$ وزن خاک با 17 درصد و حداقل مقدار مجاز آن 12 درصد است، اگر چه خاکهای با مقدار کمتر Al_2O_3 تا 9 درصد برای تولید آجر ساختمانی معمولی و توکار استفاده می شوند. مقدار CaO در خاک تا ماکزیمم 17 درصد (معادل 30٪ آهک یا کربنات کلسیم) برای تولید آجر با مصارف روکار مجاز است. در نواحی خشک خاکهایی با مقادیر CaO حدود 20٪ (معادل 30٪ آهک) می توانند در تولید آجر ساختمانی معمولی (توکار) بکار روند. مقادیر بیش از حد مجاز CaO باعث افزایش تخلخل، جذب آب و کاهش استحکام فشاری می گردد. در صورت وجود ذرات آهکی دانه درشت در متن

خاک مورد استفاده ممکن است پدیده آلوک کردن (شکفته شدن) محصول آجر تولیدی را به همراه داشته باشد.

سیلیس با دانه بندی ماسه ای به میزان مناسب عامل استخوان بنی خشت خام و استحکام آن قبل از پخت می گردد. همچنین سیلیس آزاد در مرحله پخت بویژه در خاک های غنی از آهک (مارن) تشکیل فازهای جدید سیلیکات کلسیم و آلومینوسیلیکات داده و افزایش استحکام بدنه را به دنبال دارند. حد مجاز سیلیس در مواد اولیه کاربردی در تولید آجر براساس استانداردهای موجود 40-60 درصد است. سولفات ها (نظیر گچ) و کلورورها باعث سفیدک زدن محصول تولیدی و در نتیجه تخریب و پوکی و کاهش استحکام آجر مورد استفاده می شوند.

د- مهمترین ویژگی های فیزیکی خاک مناسب برای کاربرد در صنایع آجر عبارتند از: توزیع دانه بندی و حدود اتربرگ خاک، مقاومت فشاری یا استحکام محصول تولیدی، جذب آب، قابلیت شوره زدن، دمای پخت و انقباض آجر هر کدام از انواع آجرهای توکار (معمولی)، نما و مهندسی مرغوب دارای مشخصه های فیزیکی استاندارد هستند. حداقل مقاومت فشاری با استحکام خمشی آجر ساختمانی برای مصارف معمولی و ساختمان های کم طبقه حدود $60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ و بررسی انواع آجر مهندسی مرغوب درجه 1 به بیش از $350 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ می رسد.

ه- آجرها براساس برخی از ویژگی ها نظیر نوع مصرف، روش تولید، کیفیت، شکل و... به انواع مختلفی تقسیم می شوند. آجرها از نظر نوع مصرف شامل آجرهای معمولی، آجرنما و آجر مهندسی مرغوب هستند.

و- مراحل تولید آجر شامل تهیه و دپوی مواد اولیه، ساختن گل، خشت زنی یا قالبگیری، خشک کردن خشت خام، پختن آجر و خنک کردن محصول تولیدی است.

ز- علاوه بر خاک های رس معمولی دشت ها و کوهپایه ها، از برخی منابع رس دیگر نظیر سازندها زمین شناسی رس و مارن دار در تولید آجر ساختمانی بهره برداری می گردد. در بخش هایی از جنوب و جنوب غرب کشور از افق های مارنی (عمدتاً با ترکیب مارن رسی) سازندهای مارن دار جوان زمین شناسی نظیر سازند میشان و آجاجاری در تولید انواع آجرهای ساختمانی بهره برداری می گردد. از جمله می توان به کارخانه تولید مصالح ساختمانی تجارت (گیلارد سیستان) شوشتر و آجر دژ دهدز در استان خوزستان و کارخانه ماشینی اهرم در استان بوشهر اشاره نمود.

ح- تعداد زیادی سازند مارن دار جوان در زون ساختمانی زاگرس وجود دارد و منابع ذخایر عظیم مارنی را تشکیل می دهند. مهمترین این سازندها مارن دار عبارتند از: سازندهای مارنی - شیلی پایین گروه فارس (گرون، گورپی و پابده) و سازندهای مارن دار گروه فارس (گچساران، میشان و آجاجاری).

ط- وفور ذخایر مارنی در سطح استان خوزستان، جلوگیری از تخریب زمین های کشاورزی با ارزش که از خاک آنها در تولید آجر بهره برداری می گردد، وجود املاح بیش از حد در خاکهای دشت خوزستان که اثر منفی بر روی کیفیت محصول تولیدی از جمله شوره زدن را به همراه دارد و تجربیات مثبت موجود کاربرد مارن برای تولید آجر ساختمانی در استان خوزستان و استان های همجوار بیانگر لزوم پتانسیل یابی و شناسایی و بررسی ذخایر مارنی استان با هدف کاربری در صنایع تولید آجر ساختمانی است.

ی- پتانسیل یابی ذخایر مارنی میشان و آغاچاری در سطح استان خوزستان با دیدگاه کاربرد در صنایع تولید آجر در محدوده باندی با روند شمال غرب - جنوب شرق که بخشی از زون زاگرس ساحلی (چین خورده) حذفاصل منطقه اندیمشک در شمال غرب تا منطقه بهبهان در جنوب غرب را در بر می گیرد، صورت پذیرفت. در طی این پی جویی و شناسایی ها حدود 20 اندیس مارنی در قالب 7 منطقه با توجه به ویژگی ها و پارامترهای موجود، انتخاب و مطالعات مقدماتی صورت گرفت.

ک- اکثر رخنمون های مارن قرمز رنگ سازند آغاچاری در سطح استان خوزستان بویژه در اطراف شهرستان مسجدسلیمان بوفور دارای رگچه، رگه و عدسی های گچی هستند و کاربرد این نوع مارن در تولید آجر، کاهش کیفیت محصول تولیدی را به همراه دارد. از این رو فقط در نقاط محدودی که از وضعیت مناسبی برخوردار بودند، بررسی و مطالعه بیشتر انجام شد.

ل- رخنمون های مارن عضو لهری سازند میشان در مقایسه با سازند آغاچاری و میشان دارای تغییر پذیری ظاهری بیشتر به دلیل حضور عدسی ها و لایه های با دانه بندی نا همگن و درشت دانه هستند و همچنین همراه با مقادیر قابل توجهی گچ و دیگر املاح بوده و از میزان رس (Al_2O_3) پایینی برخوردارند.

م- بطور کلی ترکیب شیمیایی اکثر رخنمون های مارنی مورد بررسی (سازند میشان، آغاچاری و عضو لهری) در مناطق مورد مطالعه از ترکیب شیمیایی استاندارد و حدود مجاز موجود در صنایع تولید آجر تبعیت نمی کنند. به طوریکه عمدتاً دارای کربنات کلسیم و منیزیم (آهک و دولومیت) بالاتر و محتوی رس (Al_2O_3) و سیلیس (SiO_2) کمتر از حدود مجاز حتی برای تولید

آجرهای ساختمانی توکار نامرغوب هستند. اصولاً با توجه به استانداردهای موجود در زمینه ترکیب شیمیایی خاک مناسب برای تولید آجر ماشینی، مارن هایی با ترکیب حتی الامکان مارن رسی در صورتی که از دانه بندی و ویژگی های فیزیکی قابل قبول برخوردار باشند، قابلیت کاربرد در تولید آجر ماشینی مرغوب را دارند. اگر چه در حال حاضر برخی از کارخانه های آجر در سطح استان و مناطق مجاور بعضاً از ذخایر مارن با ترکیب شیمیایی نه چندان مطلوب و ویژگی هایی که اشاره گردید در تولید آجر استفاده می نمایند و عملاً با ویژگی های فیزیکی قابل قبول و نسبتاً مقاومی به بازار ارائه می دهند.

ن- در صورتی که از جنبه های فنی و اقتصادی توجیه پذیر باشد، امکان اصلاح ترکیب شیمیایی و کانی شناسی ذخایر مارن سازندهای مورد بررسی در مناطق انتخابی با روش های فرآوری اولیه و افزودن مواد اصلاحی نظیر ماسه بادی یا خاک رس وجود دارد.

اکثر افق های مارنی در سازند میشان و آغاجاری دارای واحد ضخیم لایه پوشان سنگ و یا میان لایه های نازک آهکی غیرقابل جدایش و سنگجوری در مرحله بهره برداری هستند و در صورتی که در زمان بهره برداری یا کاربرد تمهیدات مناسب نظیر استخراج انتخابی و سنگجوری اولیه و نیز خردایش تا ابعاد مناسب صورت نگیرد، ممکن است باعث افزایش میزان کربنات خاک و بخصوص باعث رخداد پدیده آلوک کردن در محصول تولیدی گردد. کاربرد تمهیدات مذکور باید از دیدگاه فنی و اقتصادی توجیه پذیر باشد.

2-6-2 پیشنهادات

تحلیل ویژگی های شیمیایی و فیزیکی و نتیجه آن برای کلیه ذخایر مارن مورد بررسی در متن گزارش ارائه شده است. با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مؤثر نظیر ترکیب شیمیایی، خواص فیزیکی مارن و جنبه های فنی و اقتصادی از دیدگاه بهره برداری ذخایر مارن، بازار مصرف و ... افق های مارن سازند میشان در منطقه امیدیه - آغاچاری، منطقه دره شیخ خان دشت لالی و سازند آغاچاری در محدوده پل توک تکاب جاده اندیمشک - خرم آباد برای مطالعات و بررسی های بیشتر پیشنهاد می گردد.

در ضمن در مطالعات آتی باید ضمن حفریات اکتشافی (چاهک و ترانشه) به منظور بررسی بخش های عمیق تر افق های مارنی، بر حجم و تعداد نمونه های خاک و آنالیز شیمیایی، فیزیکی و پخت افزوده گردد تا بر مبنای میزان اطلاعات بیشتر بتوان تجزیه و تحلیل دقیق تری بر روی ذخایر مارنی مورد مطالعه ارائه نمود.

برداشت نمونه های بزرگ در حد چند کامیون از مناطق انتخابی به منظور تولید آجر ماشینی در کارخانه های آجر معتبر و بررسی ویژگی های محصول آجر تولیدی، توصیه می گردد.

کاربرد روش های اصلاح و فراوری و همچنین بررسی توجیه فنی و اقتصادی کاربرد این روش ها نظیر افزودن ماسه بادی، ماسه کوهی و خاک رس به ذخایر مارنی در راستای بهبود ویژگی های شیمیایی و فیزیکی آنها به منظور کاربرد در تولید آجرهای ساختمانی مطلوب مورد مطالعه قرار گیرد. از این رو بهتر است ضمن بررسی ذخایر مارنی، مواد افزودنی نیز شناسایی گردند.

بررسی افق های شیل و مارن دیگر سازند های استان خوزستان به ویژه سازندهای کژدمی و گدون با هدف کاربرد آنها در صنایع تولید آجر ساختمانی نیز توصیه می گردد.

فهرست منابع

- 1- بررسی و مطالعه مارن های استان خوزستان، 1373 ، حسین امیری بختیار و همکاران، سازمان صنایع و معادن خوزستان.
- 2- گزارش بررسی خاک رس محدوده شهرستان اهواز، 1364، عبدالمحمد زهره بخش، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور – منطقه جنوب باختری.
- 3- گزارش مطالعه و بررسی خاک رس در اطراف شهرستان شوشتر، 1364، امیر شاه بیک و عبدالمجید افشاریان زاده، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور – منطقه جنوب باختری.
- 4- گزارش بررسی و پی جوئی مارن های استان بوشهر از دیدگاه کاربری آن در صنایع آجر، 1374، شرکت خدمات اکتشافی کشور، سازمان صنایع و معادن بوشهر، 1374.
- 5- گزارش مختصری پیرامون مواد اولیه آجر در استان بوشهر، 1372، اسماعیل مرحمتی، سازمان صنایع و معادن بوشهر.
- 6- گزارش بررسی نمونه های مارن شهرستان ممسنی و کازرون از دیدگاه کاربری در صنایع آجر، 1376، پژوهشگاه مواد و انرژی.

7- مواد اولیه مصالح ساختمانی، 1363، احمد نبیان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی

کشور.

8- شناخت مواد و مصالح ساختمانی، 1، علی اصغر حمزه گودرزی، جهاد دانشگاهی دانشگاه

تهران.

9- آجر رسی - ویژگی و روش آزمون، 1375، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

شرکت زمین سنجش پویا (با مسئولیت محدود)

موضوع: نتایج آزمایش XRD روی 60 نمونه مارن

مجری طرح اکتشاف عمومی مارن های میشان و آغاچاری خورستان

نمونه	کانیهای تشکیل دهنده
M-AB-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Dolomite, Albite
M-03-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Gypsum
L-AB-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
A-Sh2-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Sericite
A-PZ1-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Albite, Sericite
AJ-DZ-3	Calcite, Minerals, Quartz, Albite, Chlorite
MS-R0-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Dolomite
M-Ha1-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Chlorite, Dolomite, Sericite
M-01-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Chlorite, Albite
M-Ha1-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Chlorite, Dolomite
SH-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Dolomite
M-AJ-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Dolomite, Albite, Gypsum
IZ-Zg-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Albite
M-04-1	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Dolomite
M-06-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Gypsum
M-AB-2	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Sericite
M-03-3	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite
A-Br1-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
M-05-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Albite
M-R2-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite
M-R1-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
L-KP-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
M-L3-1	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Dolomite
L-KP-3	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite
M-L3-2	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Sericite



نمونه

کانیهای تشکیل دهنده

KHM-1	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Dolomite
A-Br1-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
M-AB-3	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Dolomite, Sericite
L-KP-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
L-K0-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Sericite, Gypsum
GAM-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
MS-R0-2	Calcite, Quartz, Clay Minerals, Albite, Dolomite
M-03-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
M-04-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
M-L2-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Seicite
M-L1-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz
A-DZ-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz
A-DZ-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
A-Sh1-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Sericite
A-BL-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Gypsum
A-Sh1-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
L-KP-4	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Gypsum
M-R1-1	calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Sericite
M-06-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Gypsum
M-02-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum
M-R2-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite
M-L1-1	Calcite, Clay Minerals, Quartz
L-KP-5	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Dolomite
M-01-2	Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Gypsum



نمونه

کانیهای تشکیل دهنده

نمونه	کانیهای تشکیل دهنده
M	
M	
G	
A	M-AB-4 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Dolomite, Albite
M	MS-R0-3 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Albite
I	GAM-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Gypsum
M	A-Br1-3 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Albite
A	M-Ha1-3 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Dolomite
A	IZ-Zg-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Dolomite, Sericite
K	M-AJ-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Chlorite, Gypsum
L	A-Sh2-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Sericite
	AJ-DZ-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Gypsum, Albite
	KHM-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite, Dolomite
	L-K0-2 Calcite, Clay Minerals, Quartz, Albite



شرکت زمین سنجش پویا (با مسئولیت محدود)

موضوع: نتایج آزمایش XRF روی 60 نمونه مارن

مجری طرح اکتشاف عمومی مارن های میشان و آغاچاری خوزستان

نمونه	SiO2 %	CaO %	Al2O3 %	Fe2O3 %	MgO %	MxO %	TiO2 %	K2O %	P2O5 %	Na2O %	SO3 %
M-04-1	36.58	23.33	8.34	4.67	5.39	0.05	0.66	1.65	0.11	0.55	0.016
M-06-1	26.60	30.50	6.18	3.34	4.06	0.03	0.52	1.45	0.09	0.26	3.65
IZ-Zg-1	34.93	26.42	7.55	4.49	2.45	0.06	0.64	1.43	0.29	0.34	0.04
M-03-3	34.31	24.35	7.40	4.29	6.51	0.06	0.63	1.58	0.12	0.48	0.17
M-AB-2	37.85	22.18	9.14	5.22	4.42	0.07	0.67	1.96	0.11	0.51	0.29
A-Br1-2	37.86	22.12	8.93	5.21	4.39	0.08	0.68	1.55	0.11	0.17	0.02
M-05-1	32.74	22.66	7.73	4.72	6.51	0.04	0.60	1.70	0.12	0.42	1.46
M-R2-1	29.45	29.58	7.39	4.35	2.71	0.05	0.59	1.89	0.07	0.16	0.01
L-KP-2	24.04	24.63	5.92	3.57	4.28	0.03	0.53	1.15	0.06	1.84	12.07
M-R1-2	35.33	21.05	9.32	5.42	8.52	0.06	0.68	2.04	0.11	0.28	0.02
M-L3-1	38.25	19.44	9.18	5.67	7.18	0.06	0.72	1.61	0.09	0.42	0.06
M-AJ-1	24.54	32.04	5.87	3.29	3.67	0.03	0.52	1.34	0.08	0.34	2.28
M-AB-1	36.52	22.67	8.47	4.52	4.76	0.07	0.65	1.78	0.11	0.53	0.27
L-AB-1	31.63	25.50	7.30	4.20	4.21	0.05	0.60	1.40	0.11	0.70	2.59
L-KP-3	32.65	24.55	8.27	5.31	4.16	0.05	0.64	1.72	0.10	0.33	1.74
M-L3-2	35.29	26.01	9.24	3.85	1.18	0.04	0.61	1.89	0.14	0.57	0.02
KIIM-1	34.22	24.35	8.07	4.48	5.41	0.05	0.61	1.67	0.11	0.48	0.12
A-Br1-1	31.47	28.06	8.49	4.25	3.53	0.07	0.60	1.52	0.15	0.16	0.01
M-AB-3	34.61	25.36	8.17	4.60	4.24	0.06	0.65	1.79	0.12	0.49	0.23
L-KP-1	24.58	29.44	6.22	3.63	3.34	0.02	0.52	1.51	0.11	1.03	3.22
L-KO-1	28.44	30.11	6.15	3.33	2.87	0.04	0.56	1.17	0.11	0.40	2.88
GAM-1	24.96	31.42	6.14	3.50	4.02	0.04	0.53	1.44	0.09	0.34	1.08
M-01-1	35.44	24.74	7.19	3.24	3.95	0.05	0.64	1.32	0.07	0.45	1.06
MS-RO-1	32.87	24.45	7.76	4.64	5.79	0.06	0.65	1.63	0.09	0.53	0.28
MS-RO-2	34.52	23.54	6.98	4.85	5.23	0.08	1.02	1.29	0.07	0.34	0.36
M-Ha-1-1	33.12	27.42	7.69	3.84	4.84	0.06	0.94	1.08	0.12	0.22	0.48
M-03-2	35.22	26.19	5.94	3.89	4.14	0.08	1.14	0.83	0.09	1.04	1.53
M-Ha1-2	31.83	28.42	7.14	4.23	4.73	0.06	1.06	0.62	0.07	0.83	1.04
A-SH2-1	25.84	34.19	7.94	4.80	4.44	0.07	0.93	0.58	0.06	0.62	0.43
A-PZ1-1	24.73	33.77	7.84	4.95	5.02	0.04	0.62	0.76	0.01	0.55	0.71

نمونه	SiO2 %	CaO %	Al2O3 %	Fe2O3 %	MgO %	MxO %	TiO2 %	K2O %	P2O5 %	Na2O %	SiO3 %
AJ-DZ-3	24.44	32.14	3.99	5.67	3.44	0.03	0.55	1.14	0.14	0.28	2.29
SH-1	24.88	30.19	6.42	3.78	3.49	0.02	0.44	0.39	0.07	0.94	1.14
M-03-1	35.23	24.49	7.43	4.86	5.23	0.08	0.64	1.56	0.21	0.65	0.22
M-04-2	32.94	35.46	4.92	3.14	1.11	0.02	0.31	1.02	0.14	0.34	0.28
M-L2-1	36.29	24.48	6.16	5.08	1.29	0.03	0.26	1.42	0.36	0.80	0.12
M-L1-2	32.94	24.58	5.84	5.42	1.04	0.05	0.49	1.18	0.25	0.36	0.94
ADZ-1	31.85	30.92	6.12	4.88	0.94	0.01	0.64	0.98	0.18	0.42	0.38
A-DZ-2	34.58	25.22	5.36	5.94	1.39	0.04	0.47	0.65	0.25	1.46	1.69
A-Sh1-1	29.47	31.49	7.88	4.16	2.79	0.07	0.50	0.74	0.30	0.68	0.52
A-BL-1	31.95	25.11	7.12	3.83	5.09	0.06	0.89	1.86	0.07	0.58	2.51
A-Sh1-2	29.85	30.75	7.18	4.93	2.13	0.06	0.53	1.47	0.16	0.74	1.94
L-KP-4	31.66	26.59	6.10	5.13	3.84	0.03	0.60	1.02	0.43	1.08	1.92
M-R1-1	33.53	24.83	8.19	5.59	6.03	0.05	0.86	1.43	0.12	0.31	0.14
M-06-2	25.93	30.47	6.43	3.19	4.18	0.04	0.63	1.12	0.06	0.33	3.21
M-02-1	35.85	23.46	7.49	4.23	3.93	0.06	0.42	0.36	0.17	0.89	1.19
M-R2-2	31.12	28.93	7.14	4.78	2.17	0.03	0.63	1.18	0.03	0.24	0.39
M-L1-1	36.94	21.83	8.23	5.45	6.19	0.02	0.14	0.34	0.05	0.34	0.09
L-KP-5	23.58	29.42	6.83	3.94	3.84	0.04	0.89	2.05	0.15	1.45	1.98
M-01-2	33.95	25.63	6.89	2.34	3.64	0.06	0.73	2.49	0.48	2.34	2.09
M-AB-4	35.36	24.55	6.18	5.13	3.19	0.04	0.43	1.18	0.17	2.56	0.94
MS-RO-3	28.94	33.66	4.93	5.10	4.27	0.08	0.09	0.84	0.13	0.94	0.22
GAM-2	26.89	30.11	5.15	4.49	3.84	0.03	0.31	1.28	0.33	2.14	2.03
A-Br1-3	31.01	29.18	7.94	5.47	3.39	0.02	0.09	0.88	0.09	1.04	0.08
M-Hal-3	34.15	26.83	6.93	3.18	4.79	0.08	0.29	0.83	0.05	0.92	0.85
IZ-Zg-2	35.18	25.99	7.10	4.15	2.15	0.05	0.39	1.83	0.12	0.24	0.05
M-AJ-2	23.92	32.19	5.17	2.94	3.26	0.03	0.42	1.49	0.15	0.49	2.94
A-Sh2-2	27.54	33.01	5.85	4.13	4.03	0.03	0.88	1.83	0.43	0.13	0.32
AJ-DZ-2	26.10	31.09	3.18	5.32	3.00	0.06	0.33	0.72	0.11	1.14	2.44
KHM-2	33.09	23.63	7.10	4.33	5.19	0.03	0.53	1.94	0.18	1.43	0.44
L-KO-2	28.93	31.17	5.10	3.74	2.36	0.05	0.43	0.83	0.18	1.43	1.01



شرکت زمین سنجش پویا (بامسئولیت محدود)

نتایج آزمایش پخت مقدماتی آجر روی ۲۰ نمونه مارن میشان و آغاچاری (عطف به نامه ۱۰/۶۵۱۰ مورخ ۱۹/۱۰/۷۹)

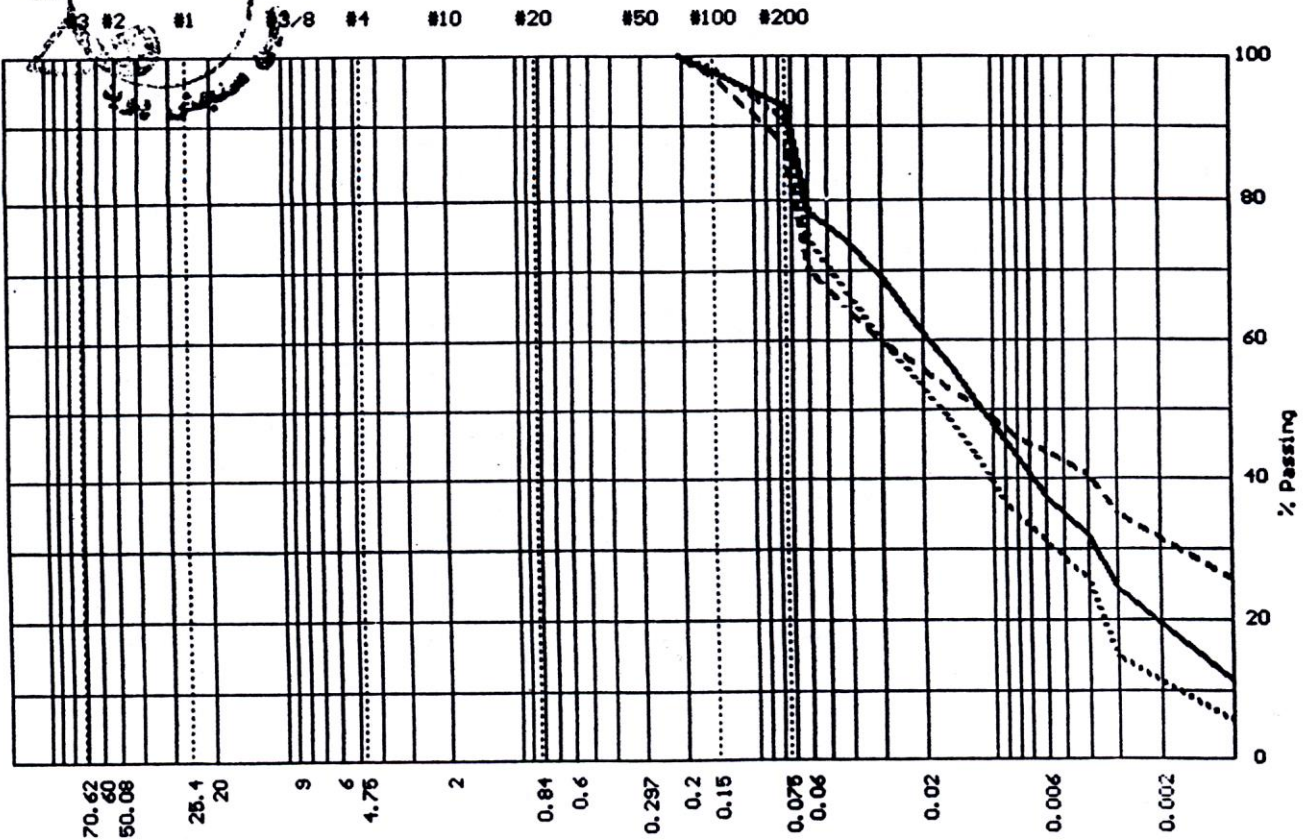
کارفرما: مجری طرح اکتشاف مارن های میشان و آغاچاری خوزستان

کد نمونه	کد دانه بندی خاک	مقاومت فشاری Kg/Cm2	جذب آب %	شوره زدگی	طول Cm	عرض Cm	ارتفاع Cm	تحدب Mm	تقعر Mm	درجه پخت C
M-AB-1	CL-ML	85	21.4	متوسط	20.9	10.1	5.3	1.4	1.6	1000
ABL-1	CL	92	19.9	متوسط	21.2	9.9	5.4	1.6	1.8	1000
ADZ-2	CL	102	21.1	متوسط	21.1	10.0	5.4	1.2	1.3	1000
AJDZ-3	ML	68	22.7	متوسط	21.5	10.2	5.6	1.3	1.5	1000
ABr1-2	CL	104	23.8	متوسط	20.8	10.3	5.3	1.4	1.2	1000
M-O4-1	CL	100	21.3	متوسط	20.5	10.3	5.4	1.3	1.4	1000
LKP-3	CL	59	23.1	کم	21.4	10.1	5.1	0.8	1.0	1000
MHal-2	CL	86	29.3	متوسط	21.1	10.2	5.5	0.8	1.2	1000
APZ1-1	CL	94	24.0	کم	21.3	10.3	5.6	0.5	0.8	1000
GAM-1	CL	106	19.7	متوسط	20.8	10.6	5.5	1.0	0.9	1000
MS-RO1	CL	121	21.2	متوسط	21.3	10.3	5.3	1.2	1.5	1000
ASH2-1	CL	92	20.9	متوسط	22.0	10.9	5.3	1.4	1.7	1000
IZ-Zg1	CL	76	23.5	متوسط	20.9	10.5	5.2	1.0	1.6	1000
M-L1-1	CL	131	19.8	متوسط	21.6	10.2	5.5	1.6	1.8	1000
M-R1-1	CL	85	18.6	کم	22.2	11.0	5.4	0.5	1.1	1000
M-AJ-1	CL	79	20.7	متوسط	23.0	10.5	5.6	1.9	2.1	1000
L-KO-1	CL	105	24.3	زیاد	21.5	10.8	5.7	2.1	2.6	1000
KHM-1	CL	112	22.9	متوسط	20.7	11.1	5.2	1.4	1.9	1000
L-KO-2	CL	109	20.1	متوسط	21.4	10.1	5.5	1.9	2.8	1000
M-O1-1	CL	69	26.7	متوسط	20.6	10.6	5.8	2.5	1.8	1000

نشانی: تهران، پونک، خیابان سردار جنگل، خیابان اردیبهشت، پلاک ۳۲

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION


Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و انماجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

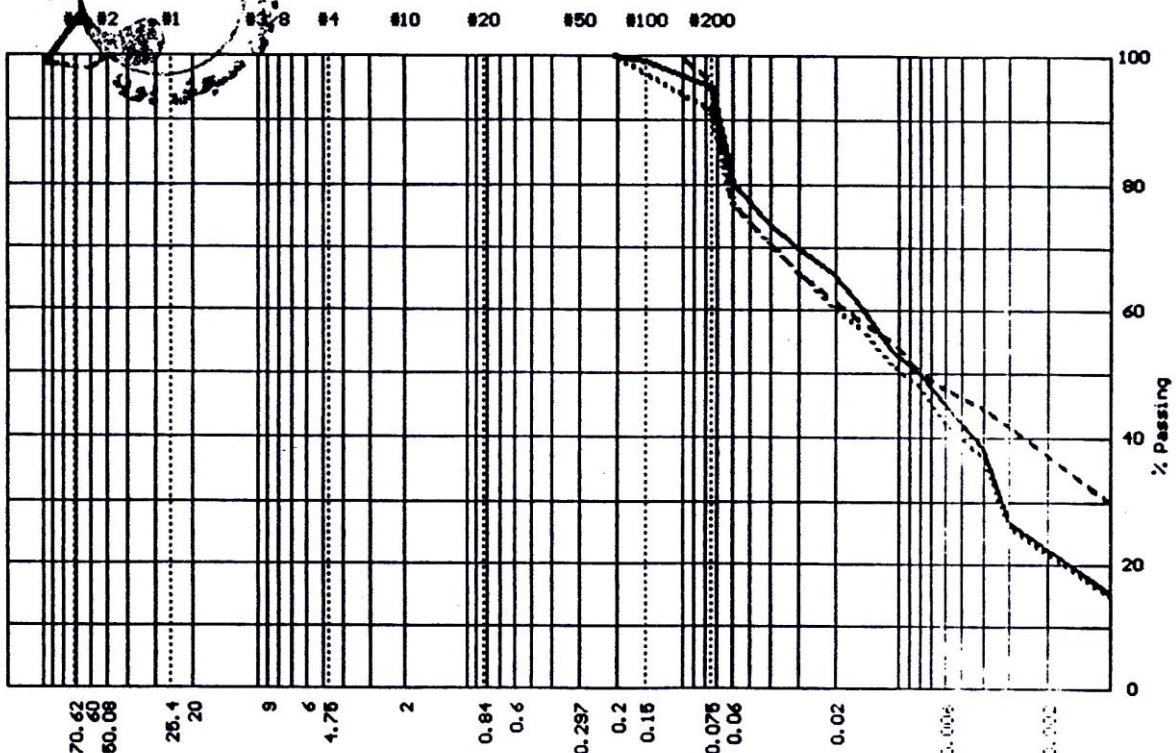


COBBLE	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	CLAY OR SILT	Symbol
0 %	0 %		7.20 %		92.80 %	————
0 %	0 %		9.41 %		90.59 %	.....
0 %	0 %		12.70 %		87.30 %	-----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.02	0.21	11	23	12	35	CL	1.00	ABL-1	————
2	0.002	0.01	0.03	0.21	11	24	14	38	CL	1.00	ABL-2	.....
3	--	0.00	0.03	0.21	10	21	16	37	CL	1.00	ABL-3	-----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

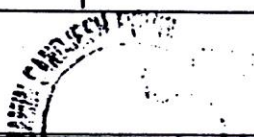
Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارشهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره منابع و معادن استان خوزستان

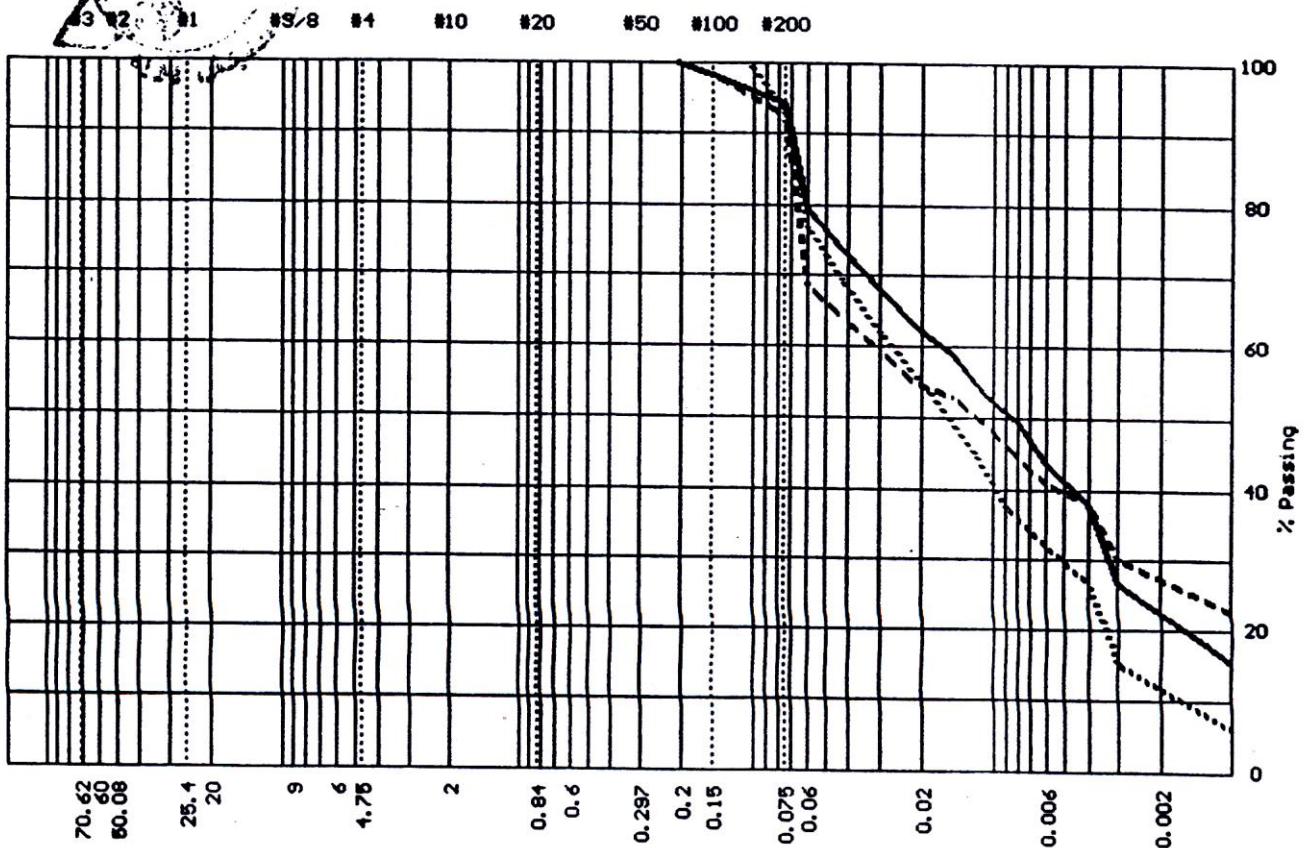


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	4.86 %			95.14 %	——
0 %	0 %	8.80 %			91.20 %	.....
0 %	0 %	4.00 %			96.00 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	Tp No.	Symbol
1	—	0.00	0.01	0.21	8	18	15	33	CL	1.00	rEL-4	——
2	—	0.00	0.02	0.21	16	23	12	35	CL	1.00	rEr-11	.....
3	—	0.00	0.02	0.11	17	24	16	40	CL	1.00	rEr-12	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

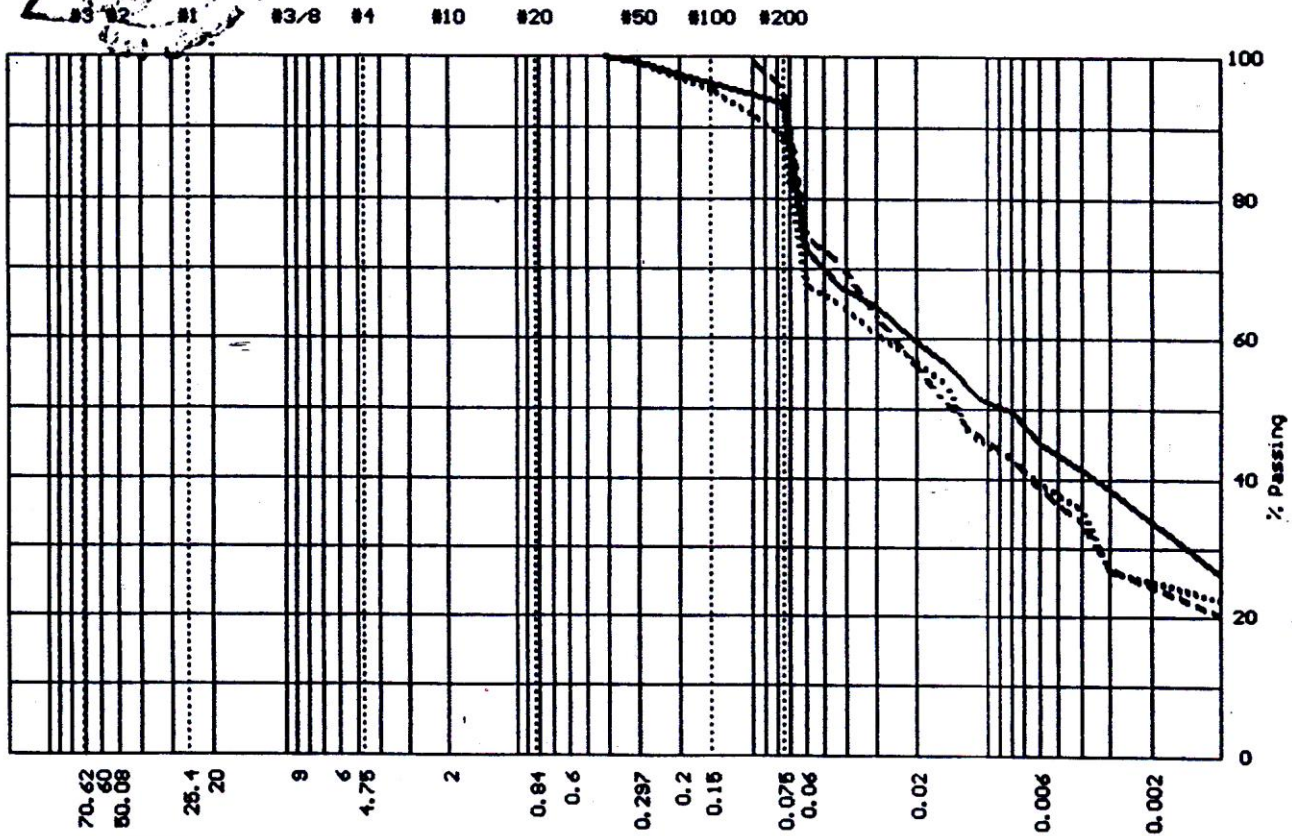


COBBLE	GRAVEL	SAND			CLAY OR SILT	Symbol
		COARSE	MEDIUM	FINE		
0 %	0 %	5.81 %			94.19 %	————
0 %	0 %	6.69 %			93.31 %	.....
0 %	0 %	7.67 %			92.33 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	—	0.00	0.02	0.21	19	23	14	42	ML	1.00	ABr13	————
2	0.002	0.01	0.03	0.11	12	23	21	44	CL	1.00	ABr14	.....
3	—	0.00	0.03	0.21	12	23	20	43	CL	1.00	ABr15	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000 	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اعاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

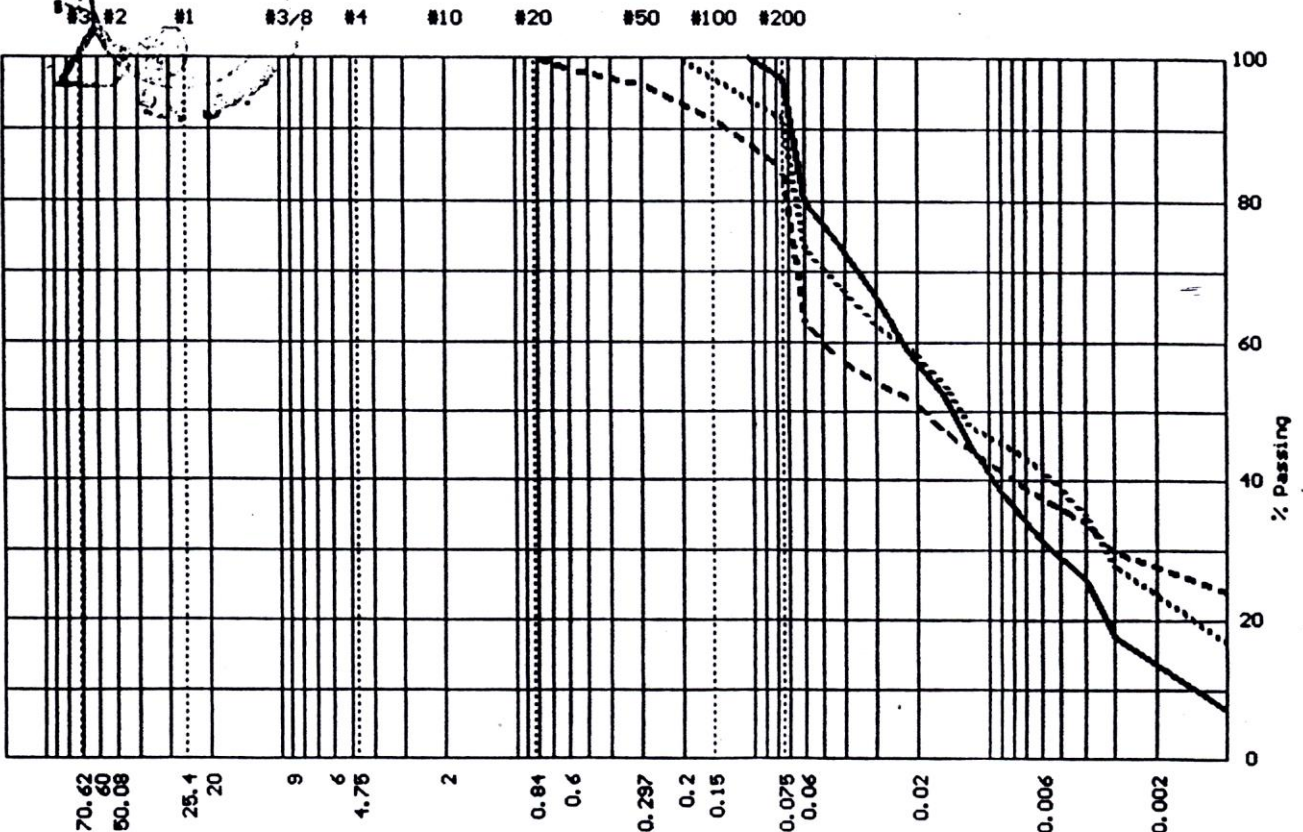
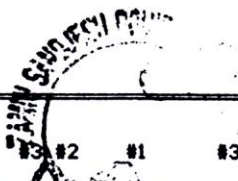


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	
		SAND				
0 %	0 %	6.81 %			93.16 %	—
0 %	0 %	11.41 %			88.59 %	.....
0 %	0 %	4.71 %			95.29 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	—	0.00	0.02	0.12	10	20	20	40	CL	1.00	ABr21	—
2	—	0.00	0.03	0.12	8	19	19	38	CL	1.00	ABr22	.....
3	—	0.00	0.03	0.11	10	22	24	46	CL	1.00	ABr23	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اناجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

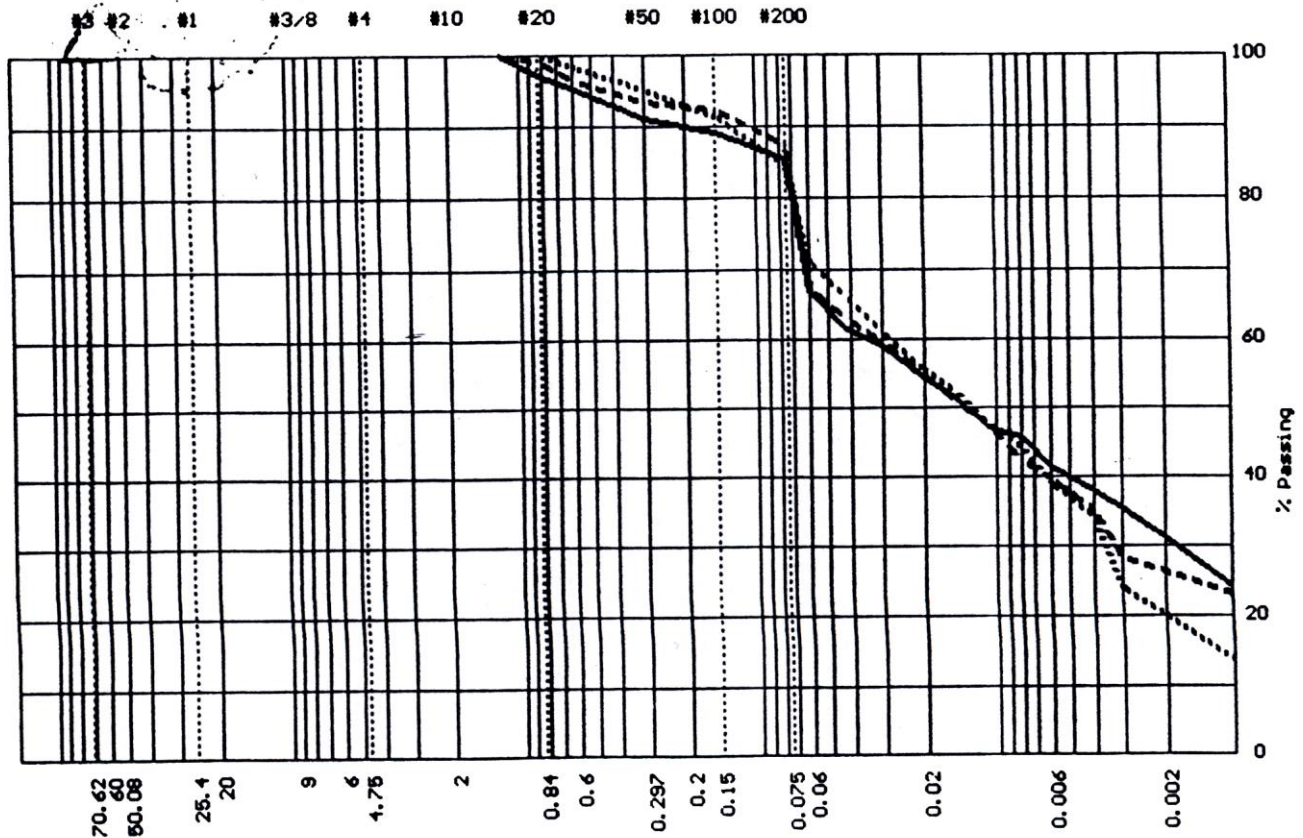


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	
		SAND				
0 %	0 %	2.93 %			97.07 %	——
0 %	0 %	8.68 %			91.32 %	.....
0 %	0 %	15.64 %			84.36 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	0.002	0.01	0.02	0.11	10	22	26	48	CL	1.00	ABr 24	——
2	—	0.00	0.02	0.21	11	24	23	47	CL	1.00	ABr 25	.....
3	—	0.00	0.05	0.84	11	21	22	43	CL	1.00	ADZ-1	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

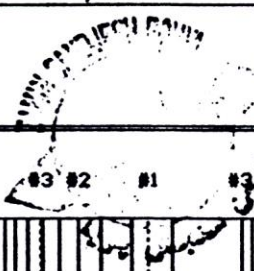
Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

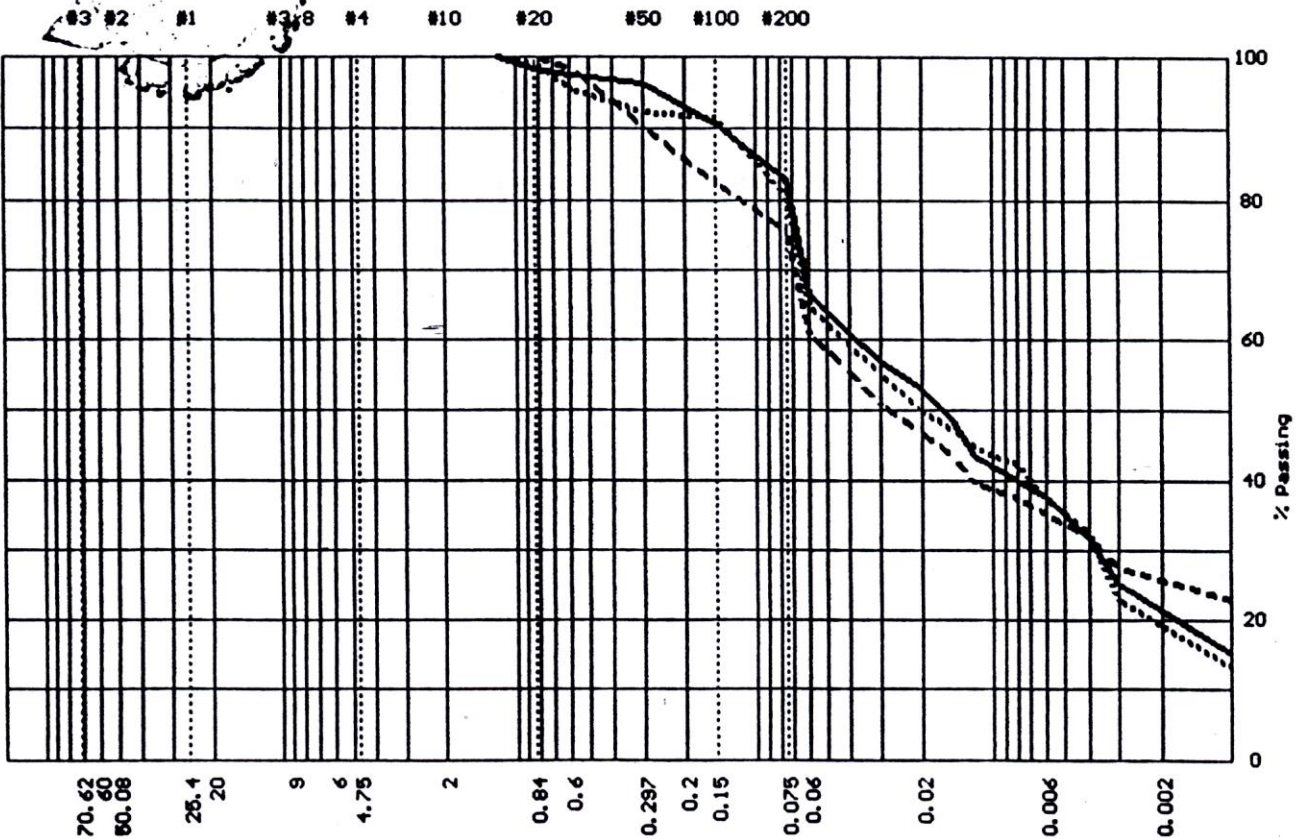


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	14.60 %			85.40 %	————
0 %	0 %	15.59 %			84.41 %	.....
0 %	0 %	12.66 %			87.34 %	-----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	—	0.00	0.03	1.19	9	23	18	41	CL	1.00	ADZ-2	————
2	—	0.00	0.03	0.84	12	24	20	44	CL	1.00	ADZ-3	.....
3	—	0.00	0.03	1.19	11	22	22	44	CL	1.00	ADZ-4	-----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان




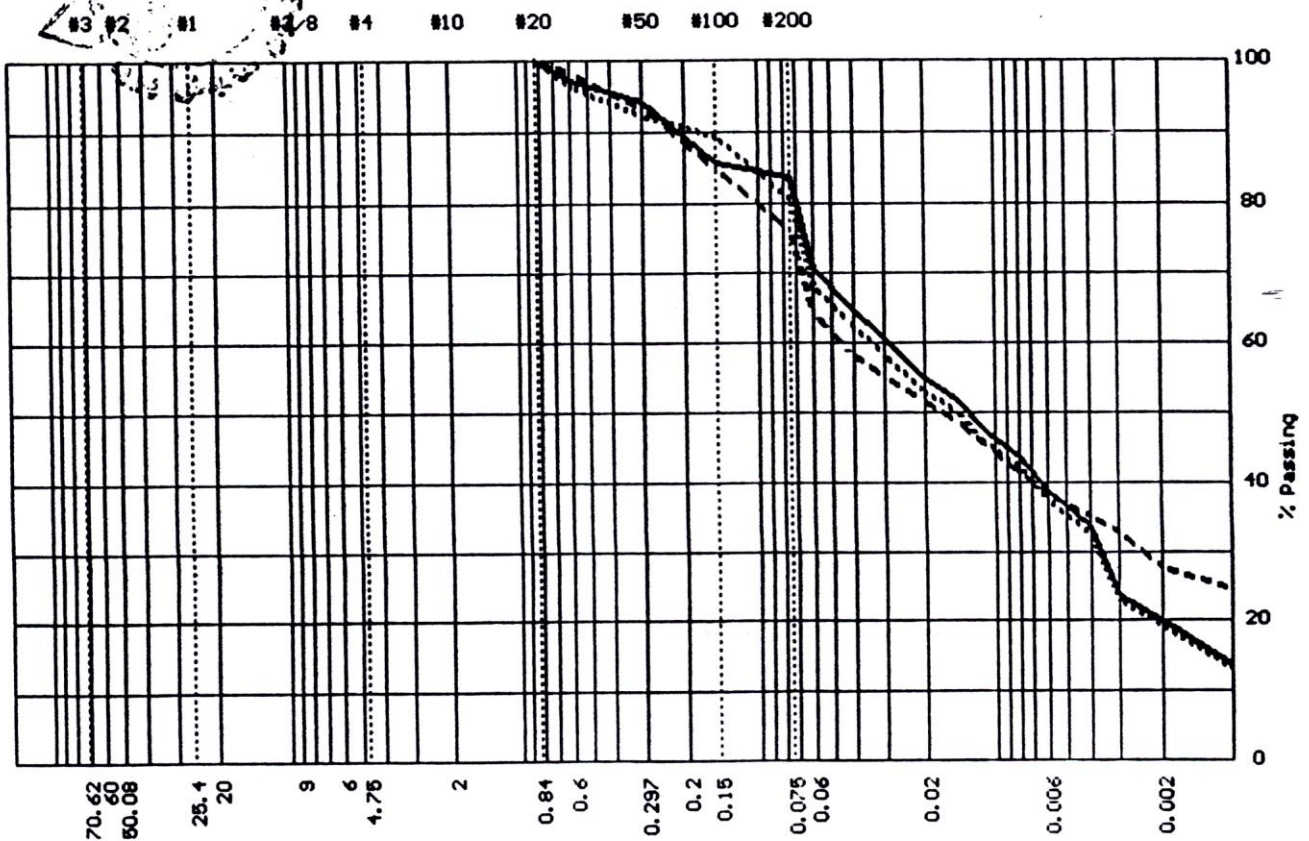
COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	17.03 %			82.97 %	————
0 %	0 %	19.31 %			80.69 %	.....
0 %	0 %	24.37 %			75.63 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.04	1.19	9	19	21	40	CL	1.00	ADZ-5	————
2	--	0.00	0.04	1.19	11	21	21	42	CL	1.00	ADZ-6	.....
3	--	0.00	0.06	0.84	13	25	22	47	CL	1.00	ADZ-7	----

Soil Data Processing (22)

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

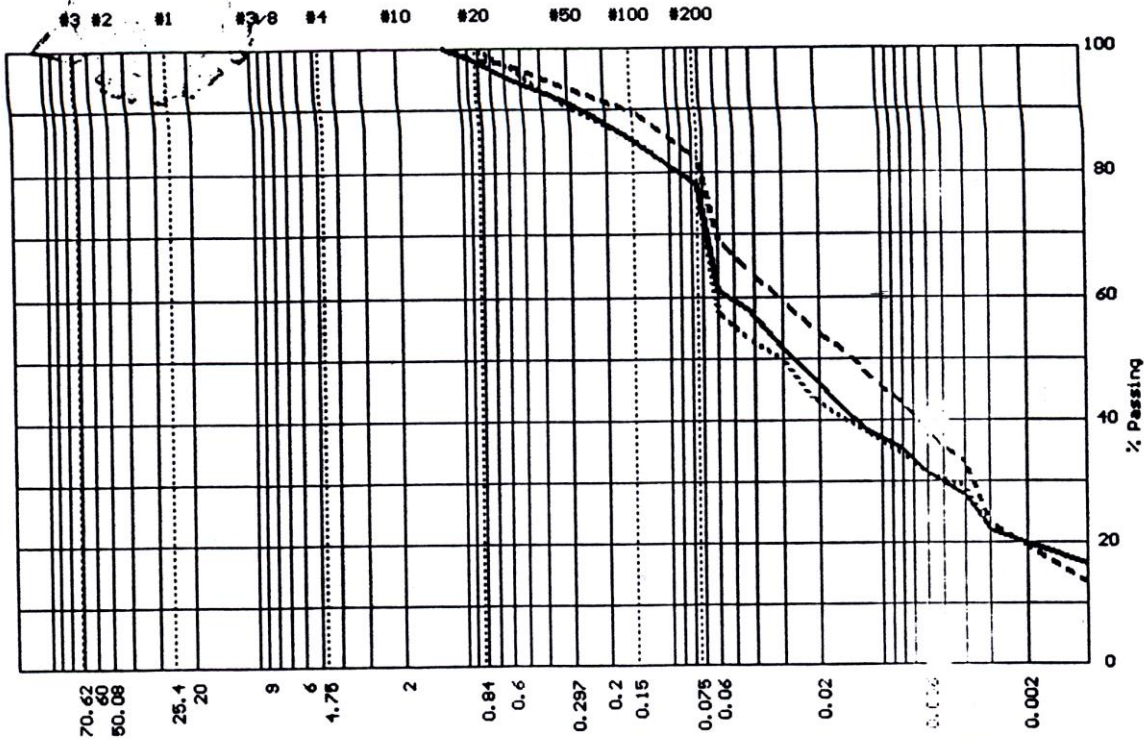


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	16.41 %			83.59 %	————
0 %	0 %	19.50 %			80.50 %	.....
0 %	0 %	23.98 %			76.02 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.03	0.84	11	23	22	45	CL	1.00	A02-8	————
2	--	0.00	0.03	0.84	9	25	13	28	CL	1.00	AJD21	.....
3	--	0.00	0.06	0.84	9	20	7	27	CL-ML	1.00	AJD22	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میغان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

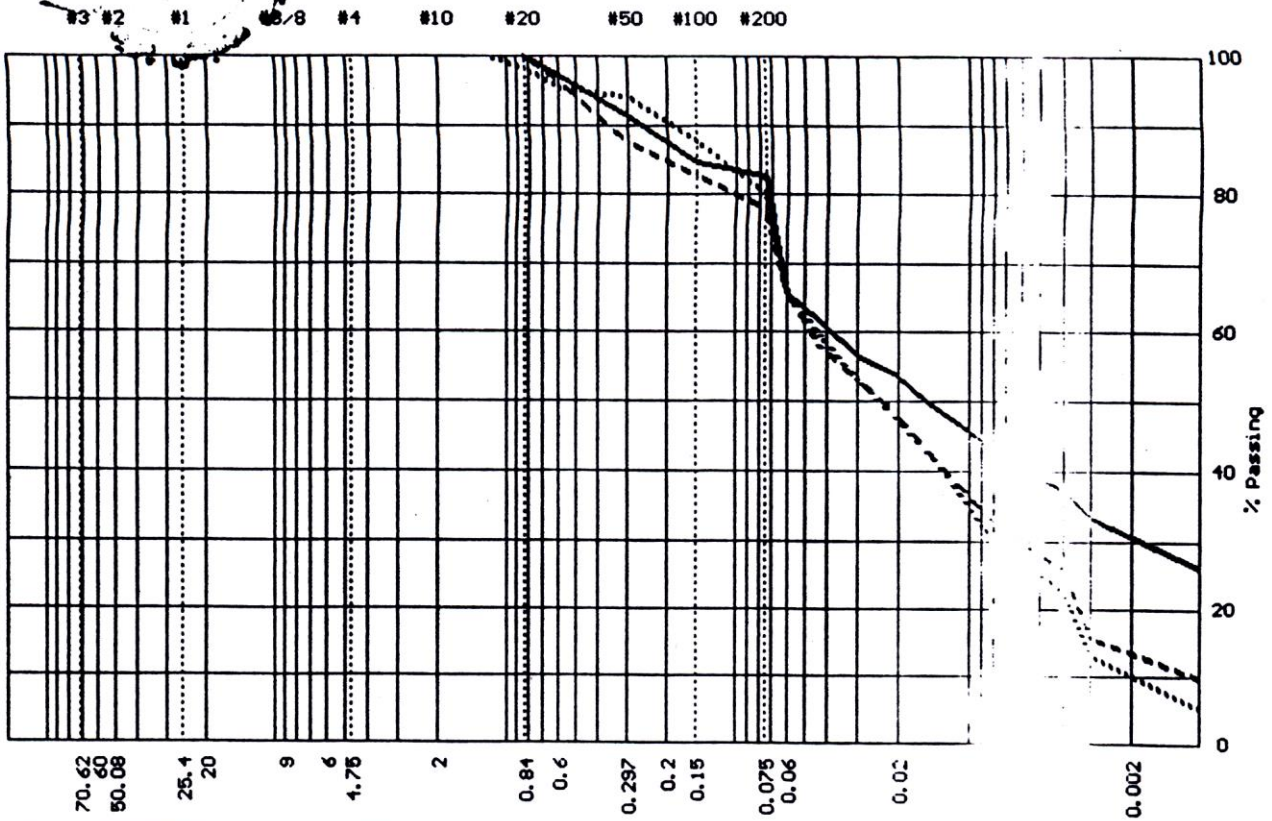


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	22.00 %			78.00 %	————
0 %	0 %	22.42 %			77.58 %	.....
0 %	0 %	17.99 %			82.01 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	No.	Symbol
1	--	0.01	0.05	1.19	10	23	6	29	ML	1.00	1023	————
2	--	0.01	0.06	0.84	7	14	13	27	CL	1.00	1022	.....
3	--	0.00	0.03	1.19	6	15	14	29	CL	1.00	1025	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان



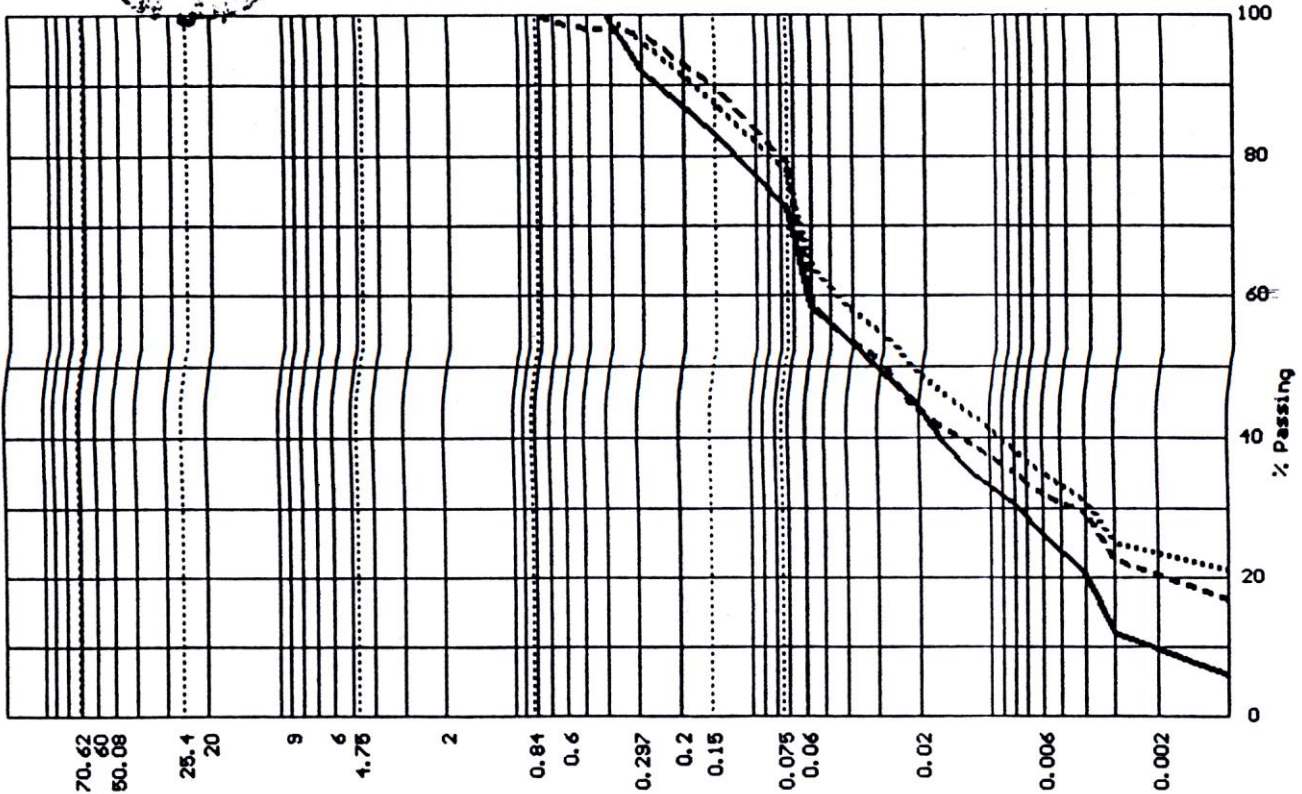
COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY
		SAND			
0 %	0 %	17.44 %			82.56 %
0 %	0 %	20.09 %			79.91 %
0 %	0 %	22.28 %			77.72 %

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U. S. C. S	Depth (m)	Symbol
1	--	0.00	0.04	0.84	6	13	16	29	CL	1.00	AJ026
2	0.003	0.01	0.04	1.19	7	16	15	31	CL	1.00	AJ027
3	0.002	0.01	0.05	0.84	6	12	13	25	CL	1.00	AJ028

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

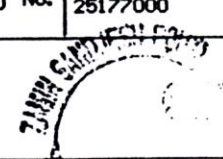
#3 #2 #1 #1/2 #4 #10 #20 #50 #100 #200

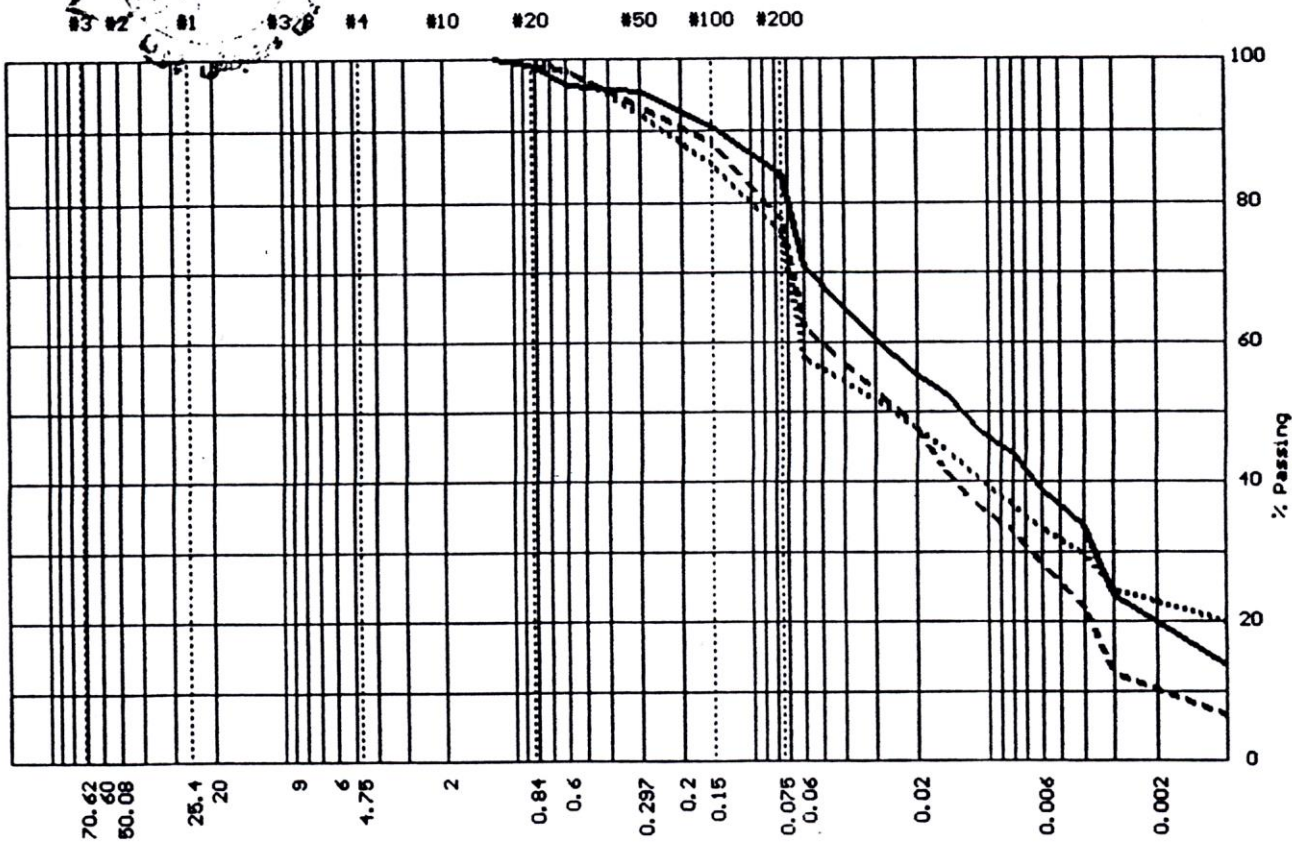


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	27.60 %			72.40 %	————
0 %	0 %	22.36 %			77.64 %	.....
0 %	0 %	20.91 %			79.09 %	.....

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	0.003	0.01	0.06	0.42	10	19	8	27	CL	1.00	APZ11	————
2	--	0.00	0.05	0.42	8	15	13	28	CL	1.00	APZ12	.....
3	--	0.00	0.06	0.84	7	15	17	32	CL	1.00	APZ13	.....

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION


Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

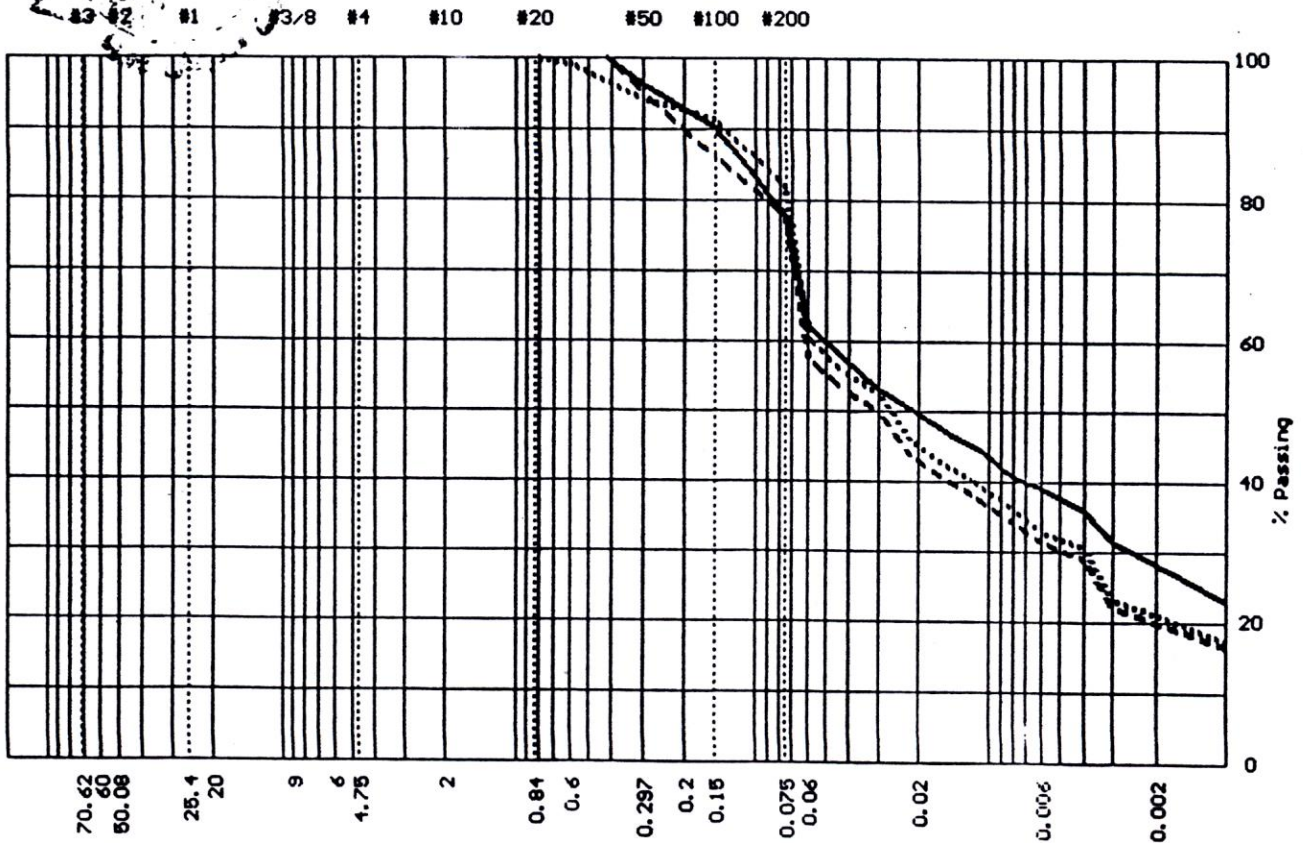


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT
		SAND			
0 %	0 %	16.16 %			83.84 %
0 %	0 %	24.38 %			75.62 %
0 %	0 %	22.47 %			77.53 %

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.03	1.19	8	17	17	34	CL	1.00	AP214	————
2	--	0.00	0.06	0.84	11	23	17	40	CL	1.00	ASH11	.....
3	0.003	0.01	0.05	1.19	11	22	20	42	CL	1.00	ASH12	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

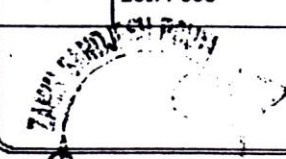


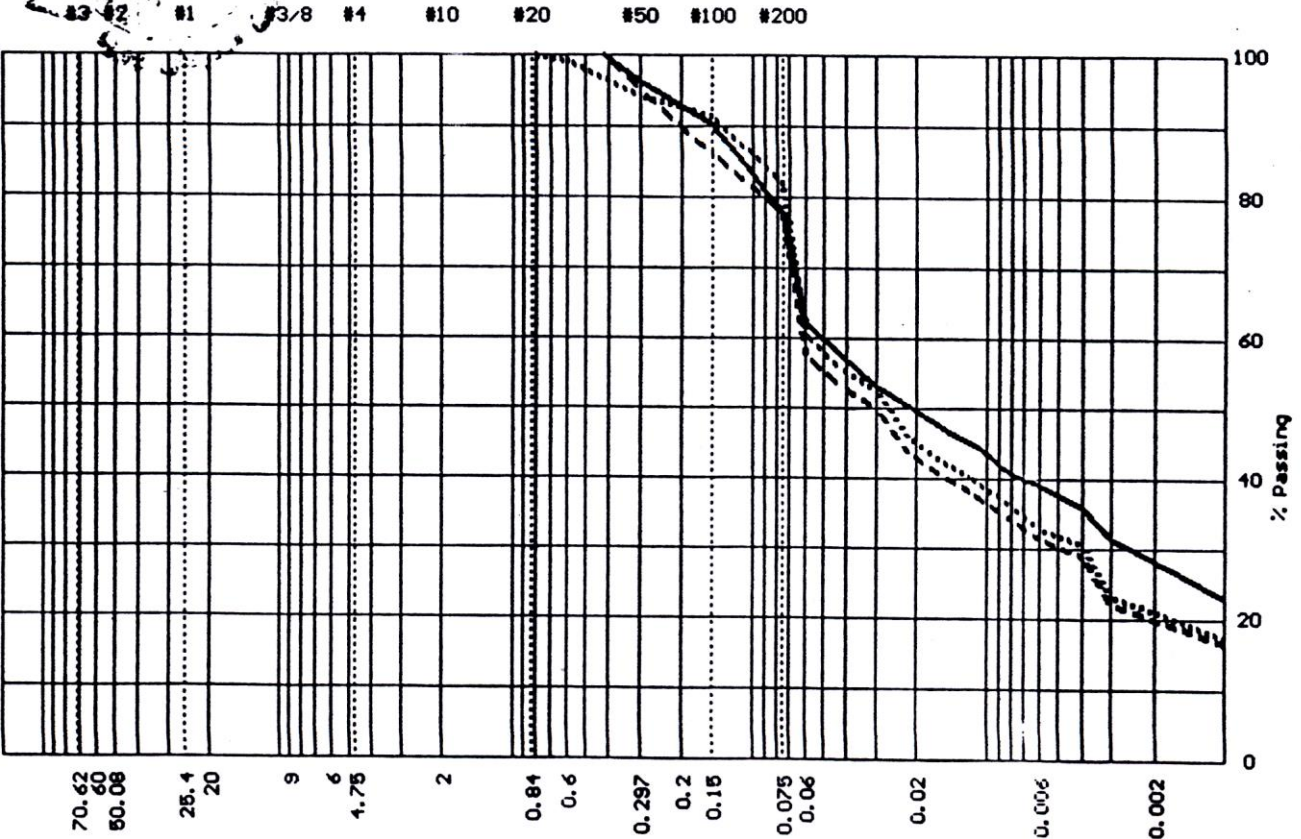
COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	22.42 %			77.58 %	————
0 %	0 %	18.53 %			81.47 %	.....
0 %	0 %	22.50 %			77.50 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U. S. C. S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.05	0.42	15	26	15	41	ML	1.00	mSh13	————
2	--	0.00	0.06	0.84	13	22	15	37	CL	1.00	mSh14	.....
3	--	0.01	0.06	0.42	16	25	13	38	ML	1.00	mSh21	----

Soil Data Processing (2)

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان




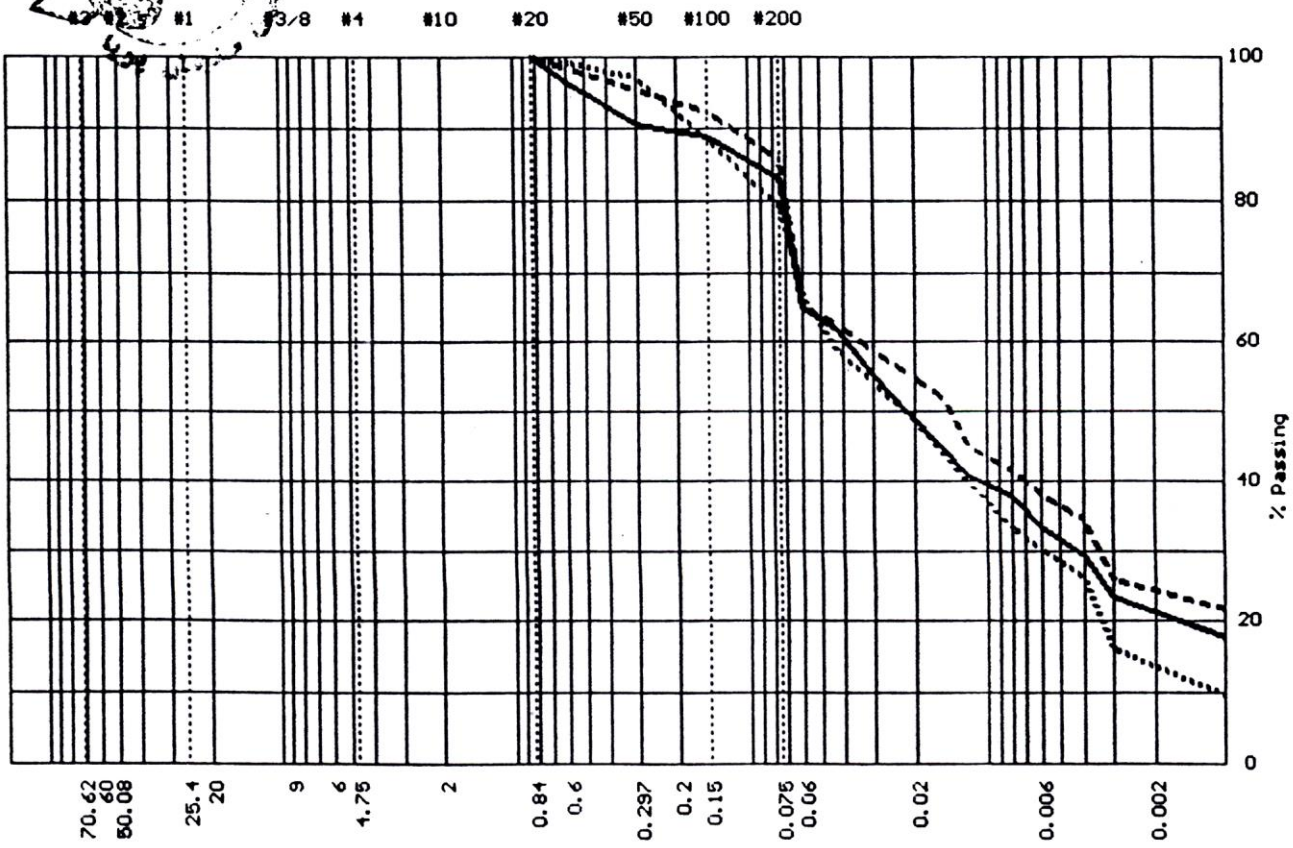
COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	22.42 %			77.58 %	————
0 %	0 %	18.53 %			81.47 %	.....
0 %	0 %	22.50 %			77.50 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	IP No.	Symbol
1	--	0.00	0.05	0.42	15	26	15	41	ML	1.00	nSh13	————
2	--	0.00	0.06	0.84	13	22	15	37	CL	1.00	nSh14	.....
3	--	0.01	0.06	0.42	16	25	13	38	ML	1.00	nSh21	----

Soil Data Processing (2)

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان




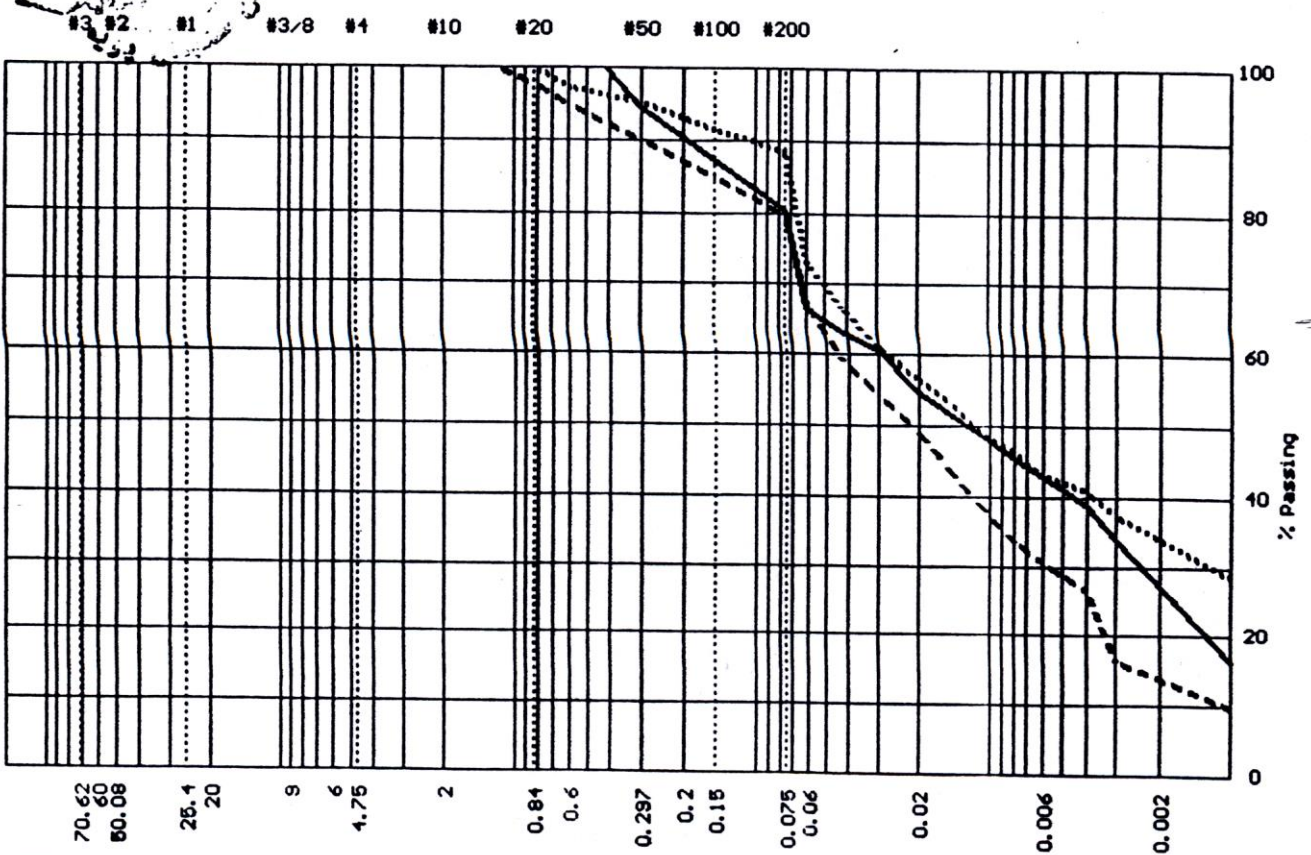
COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	17.11 %			82.89 %	—
0 %	0 %	21.02 %			78.98 %	.....
0 %	0 %	14.53 %			85.47 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.04	0.84	10	21	24	45	CL	1.00	ASH22	—
2	0.001	0.01	0.05	0.84	10	22	17	39	CL	1.00	ASH23	.....
3	--	0.00	0.04	0.84	15	28	13	41	ML	1.00	ASH24	----

Soil Data Processing (2)

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

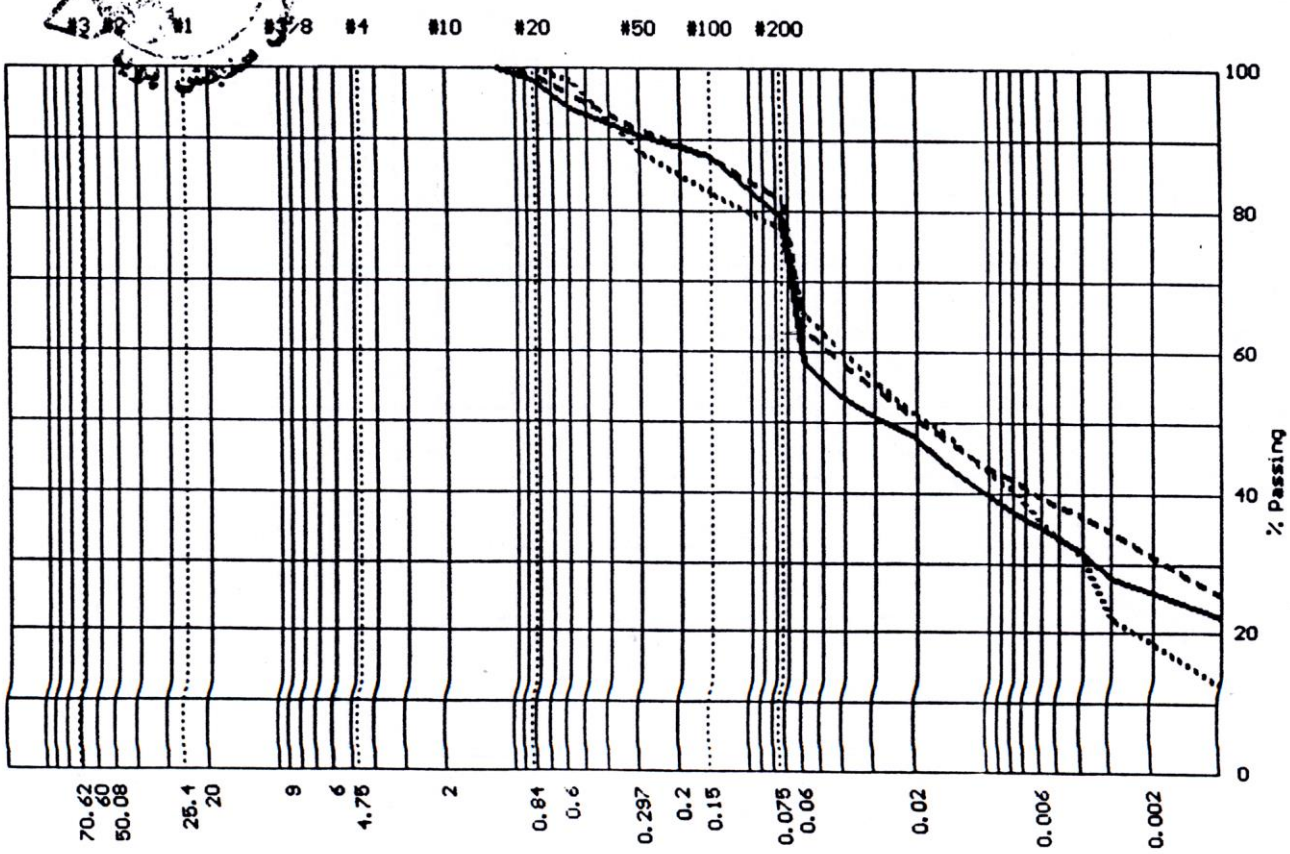
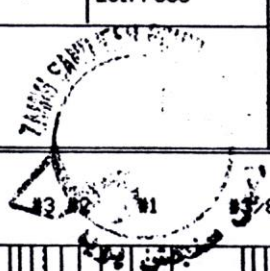


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	19.54 %			80.46 %	————
0 %	0 %	11.70 %			88.30 %	.....
0 %	0 %	20.50 %			79.50 %	-----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	—	0.00	0.03	0.42	9	18	19	37	CL	1.00	ASH31	————
2	—	0.00	0.03	0.84	9	17	21	38	CL	1.00	ASH32	.....
3	0.001	0.01	0.04	1.19	13	21	7	28	CL-ML	1.00	GAM-1	-----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

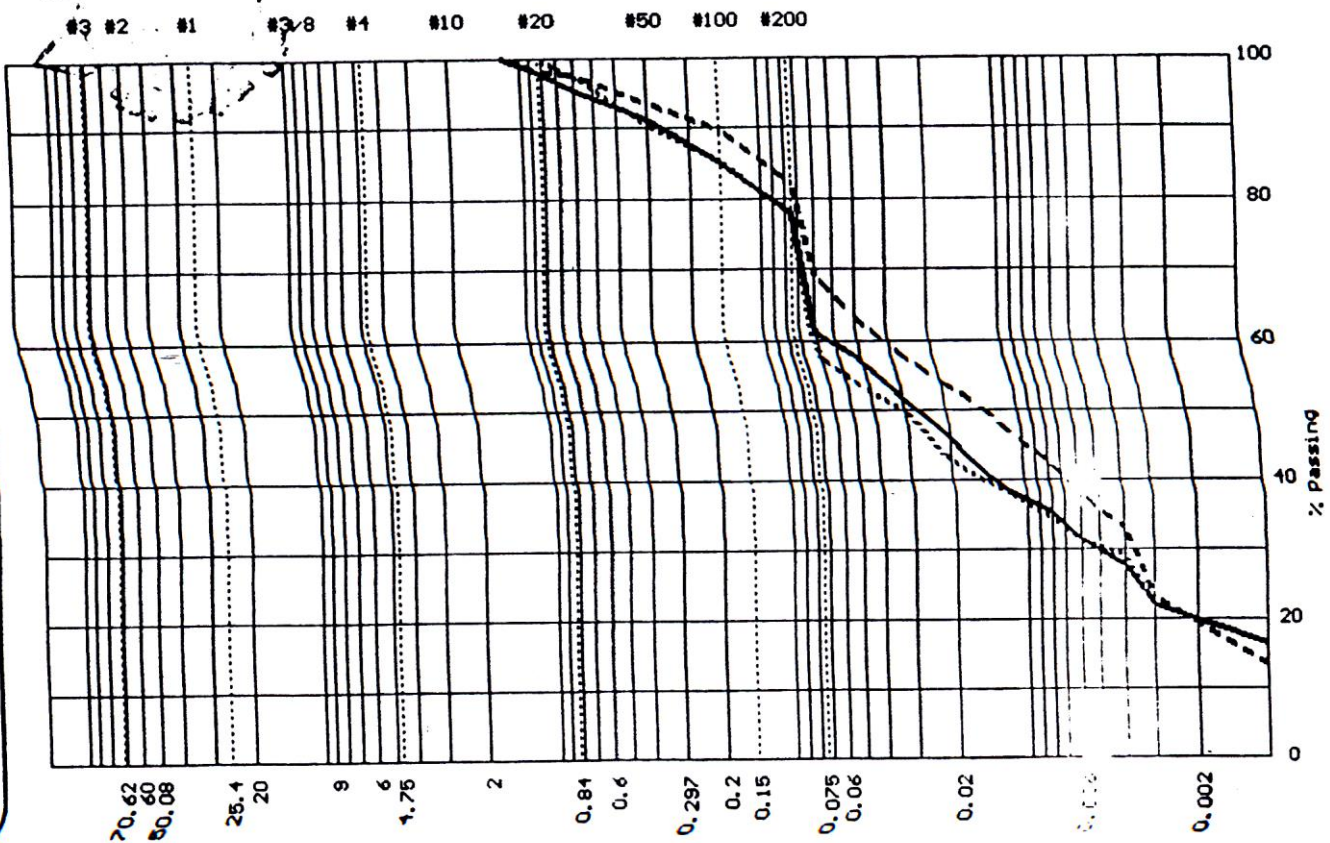


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	
		SAND				
0 %	0 %	21.11 %			78.89 %	—
0 %	0 %	22.63 %			77.37 %	.....
0 %	0 %	18.52 %			81.48 %	-----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.06	1.19	10	22	8	30	CL	1.00	GAM-2	—
2	--	0.00	0.04	0.84	9	20	10	30	CL	1.00	GAM-3	.....
3	--	0.00	0.05	1.19	7	19	8	27	CL	1.00	GAM-4	-----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان



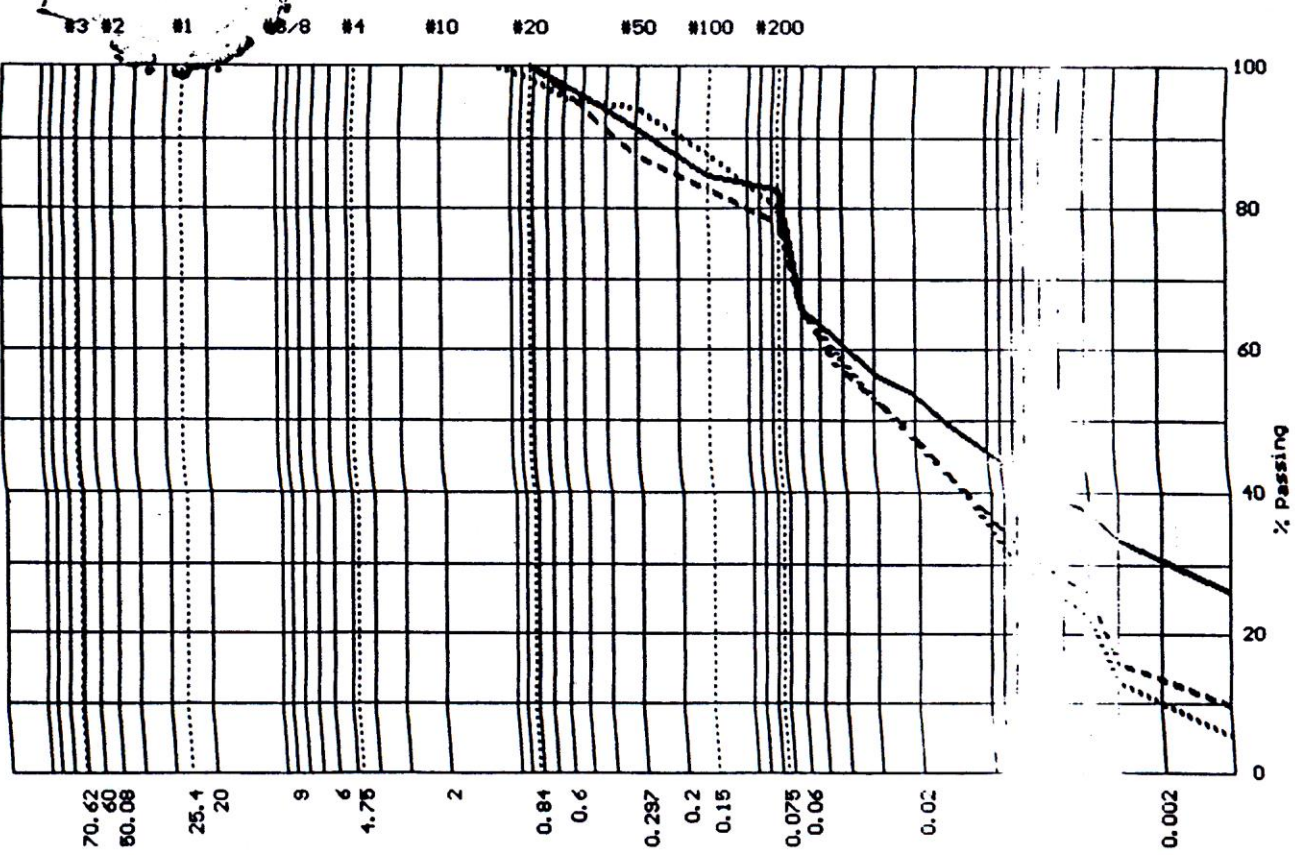
COBBLE	GRAVEL	SAND			CLAY OR SILT	Symbol
		COARSE	MEDIUM	FINE		
0 %	0 %	22.00 %			78.00 %	————
0 %	0 %	22.42 %			77.58 %	.....
0 %	0 %	17.99 %			82.01 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	Symbol
1	--	0.01	0.05	1.19	10	23	6	29	ML	1.00	————
2	--	0.01	0.06	0.84	7	14	13	27	CL	1.00	.....
3	--	0.00	0.03	1.19	6	15	14	29	CL	1.00	----

Soil Data Processing (22)

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	26177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان



COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT
		SAND			
0 %	0 %	17.44 %			82.56 %
0 %	0 %	20.09 %			79.91 %
0 %	0 %	22.28 %			77.72 %

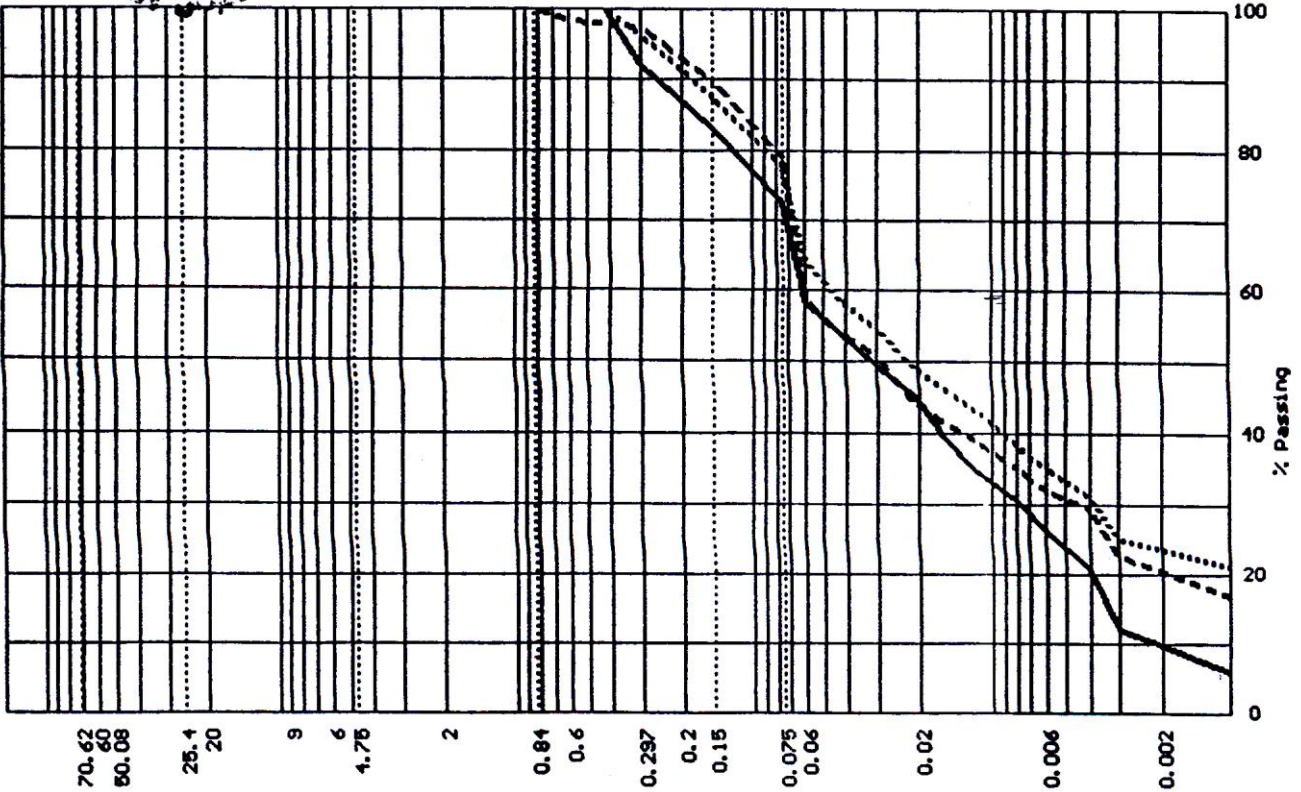
NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	Symbol
1	--	0.00	0.04	0.84	6	13	16	29	CL	1.00	AJ026
2	0.003	0.01	0.04	1.19	7	16	15	31	CL	1.00	AJ027
3	0.002	0.01	0.05	0.84	6	12	13	25	CL	1.00	AJ028

SOIL DATA PROCESSING

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اناجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

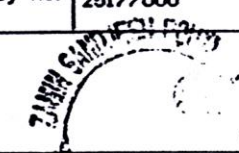
#3 #4 #10 #20 #50 #100 #200

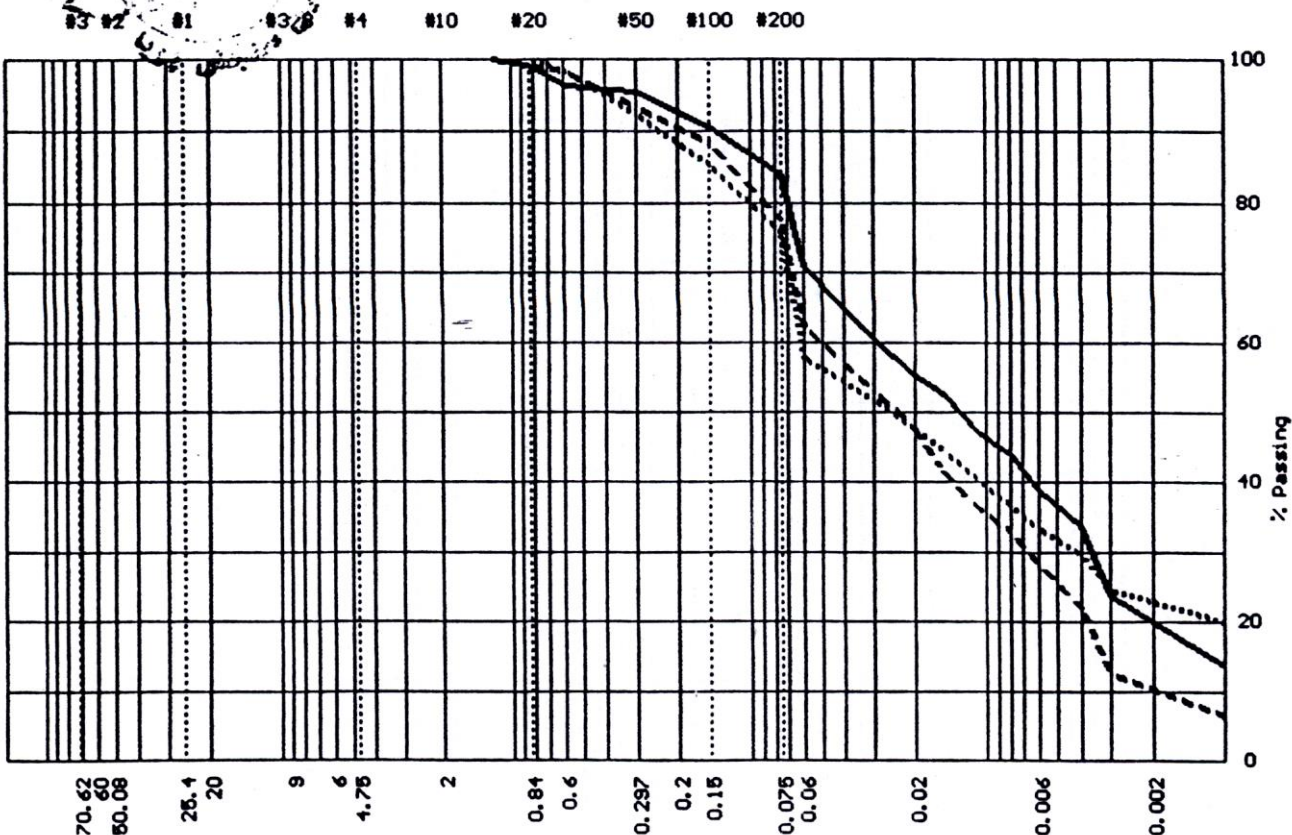


COBBLE	GRAVEL	SAND			CLAY OR SILT
		COARSE	MEDIUM	FINE	
0 %	0 %	27.60 %			72.40 %
0 %	0 %	22.36 %			77.64 %
0 %	0 %	20.91 %			79.09 %

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	0.003	0.01	0.06	0.42	10	19	8	27	CL	1.00	AP211	—————
2	--	0.00	0.05	0.42	8	15	13	28	CL	1.00	AP212	.....
3	--	0.00	0.06	0.84	7	15	17	32	CL	1.00	AP213	.....

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

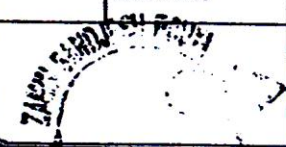
Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

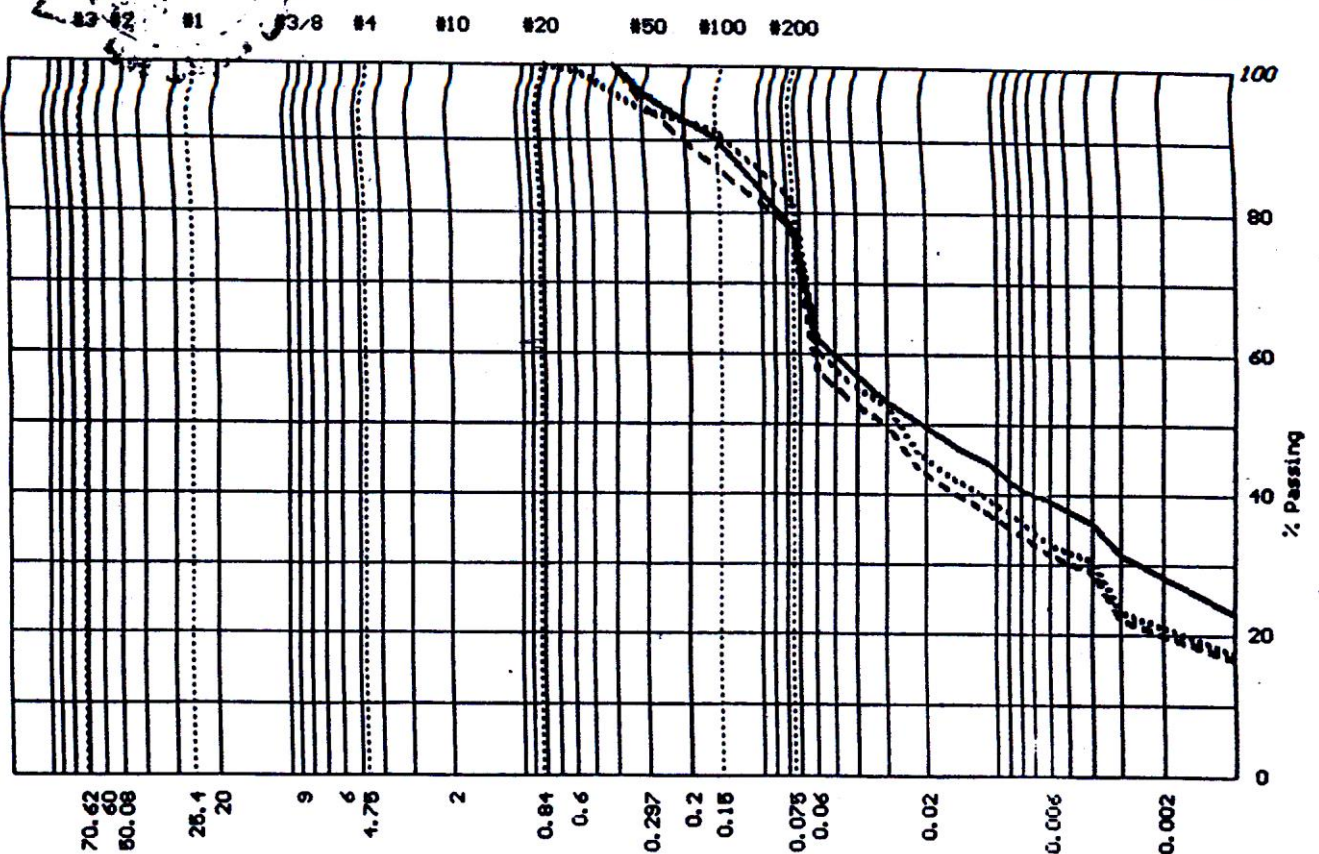


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	16.16 %			83.84 %	——
0 %	0 %	24.38 %			75.62 %	.....
0 %	0 %	22.47 %			77.53 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.03	1.19	8	17	17	34	CL	1.00	APZ14	——
2	--	0.00	0.06	0.84	11	23	17	40	CL	1.00	ASH11	.....
3	0.003	0.01	0.05	1.19	11	22	20	42	CL	1.00	ASH12	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION


Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان

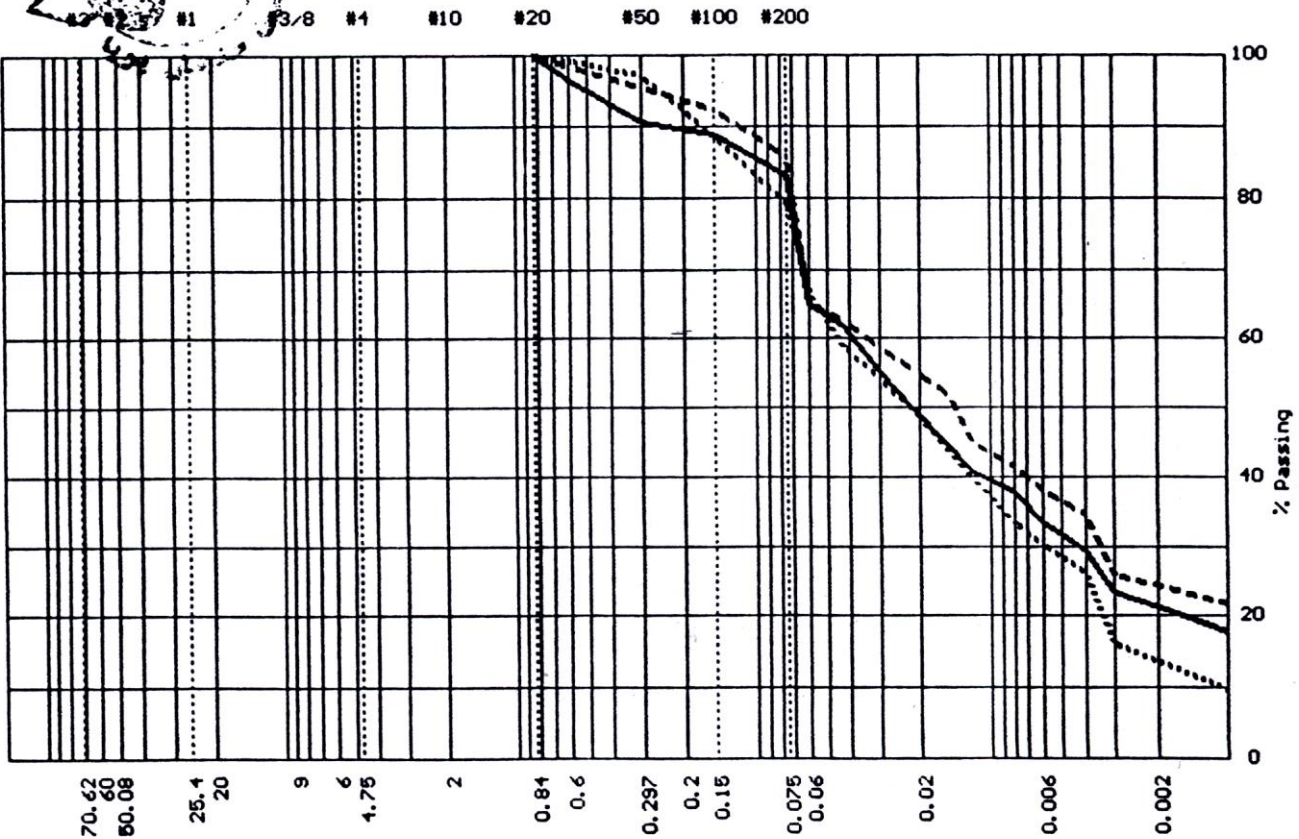


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	22.42 %			77.58 %	————
0 %	0 %	18.53 %			81.47 %	.....
0 %	0 %	22.50 %			77.50 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.05	0.42	15	26	15	41	ML	1.00	nSh13	————
2	--	0.00	0.06	0.84	13	22	15	37	CL	1.00	ASh14	.....
3	--	0.01	0.06	0.42	16	25	13	38	ML	1.00	ASh21	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION


Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خورستان

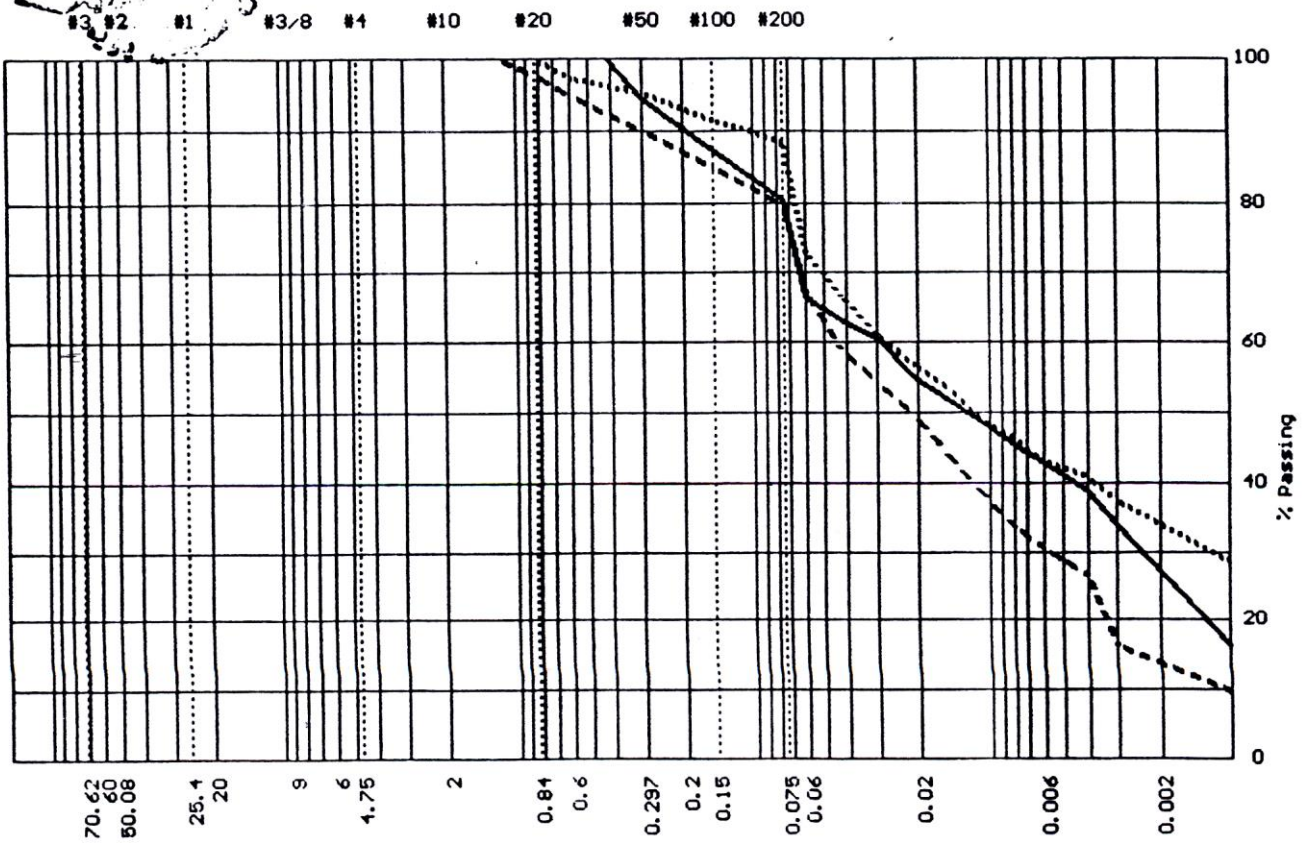


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	17.11 %			82.89 %	————
0 %	0 %	21.02 %			78.98 %	.....
0 %	0 %	14.53 %			85.47 %	-----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	—	0.00	0.04	0.84	10	21	24	45	CL	1.00	ASh22	————
2	0.001	0.01	0.05	0.84	10	22	17	39	CL	1.00	ASh23	.....
3	—	0.00	0.04	0.84	15	28	13	41	ML	1.00	ASh24	-----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No. 25177000	Project : طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اغاجاری
	Client : اداره صنایع و معادن استان خوزستان

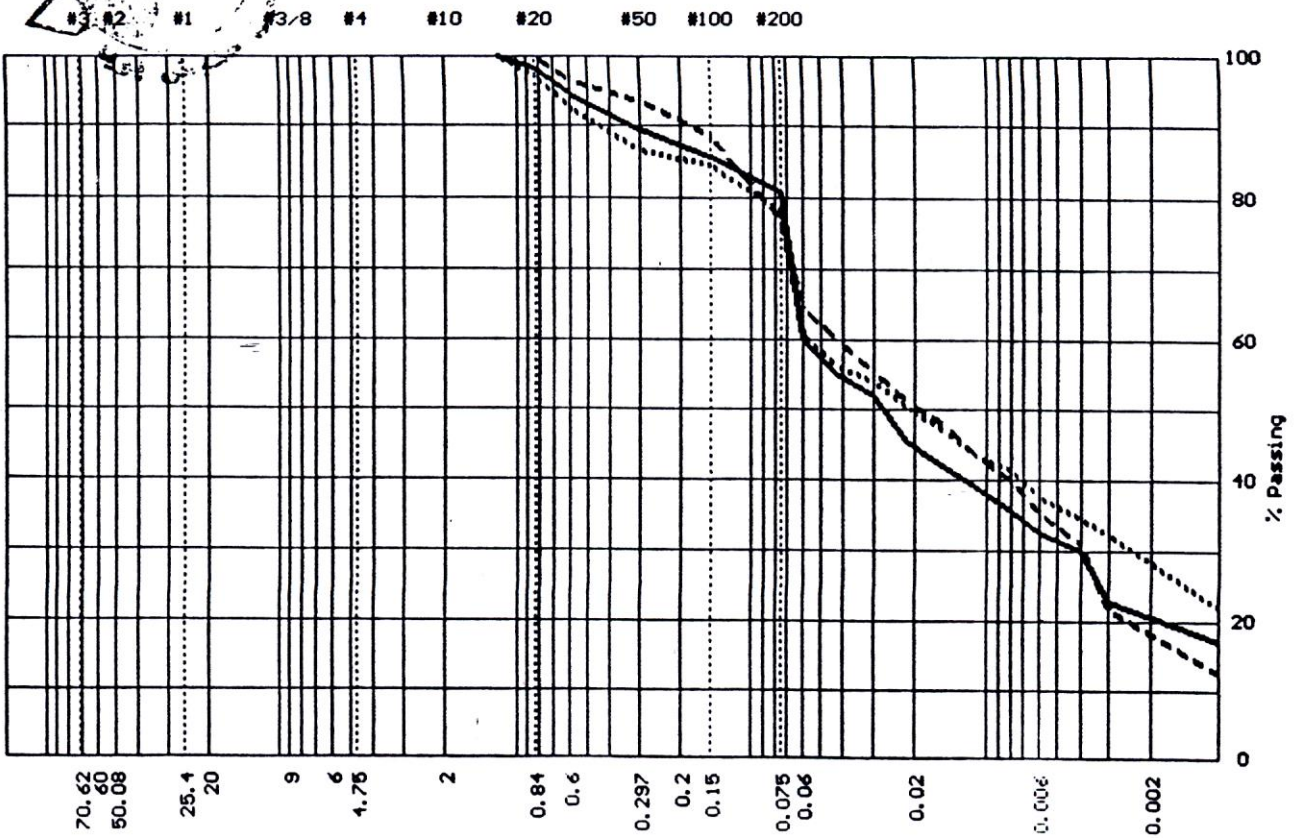


COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	
		SAND				
0 %	0 %	19.54 %			80.46 %	—
0 %	0 %	11.70 %			88.30 %	.....
0 %	0 %	20.50 %			79.50 %	----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.03	0.42	9	18	19	37	CL	1.00	ASH31	—
2	--	0.00	0.03	0.84	9	17	21	38	CL	1.00	ASH32	.....
3	0.001	0.01	0.04	1.19	13	21	7	28	CL-ML	1.00	GAM-1	----

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

Proj No.	25177000	Project :	طرح اکتشاف عمومی مارنهای میشان و اجاری
		Client :	اداره صنایع و معادن استان خوزستان



COBBLE	GRAVEL	COARSE	MEDIUM	FINE	CLAY OR SILT	Symbol
		SAND				
0 %	0 %	19.37 %			80.63 %	————
0 %	0 %	22.21 %			77.79 %	.....
0 %	0 %	23.40 %			76.60 %	-----

NO	D10	D30	D60	D100	SL	PL	PI	LL	U.S.C.S	Depth (m)	TP No.	Symbol
1	--	0.00	0.06	1.19	9	20	9	29	CL	1.00	Gn11-5	————
2	--	0.00	0.06	1.19	11	21	11	32	CL	1.00	Gn11-6	.....
3	--	0.00	0.04	0.84	9	20	8	28	CL	1.00	Gn11-7	-----