1-1- طرح موضوع

موضوع اکتشاف گچ در محدوده شمس‌عرب در استان کهکیویه و بویراحمد، اول بار از طرف سازمان صنایع و معادن استان کهکیلویه و بویراحمد به مدیریت اکتشاف سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران ارائه گردید. این طرح به دنبال نتایج مثبت اولیه طرح اکتشاف عمومی گچ در منطقه دوگنبدان استان کهکیلویه وبویراحمد می‌باشد که توسط سازمان صنایع و معادن استان کهکیلویه و بویر احمد در سال 1385 اجرا شده است. سپس طرح فوق جهت تدوین شرح خدمات از طرف مدیریت اکتشاف سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران به شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران ارجاع داده شد. این شرکت پس از طرح موضوع پروژه‌ای تحت عنوان "اکتشاف گچ دوگنبدان در محدوده شمس‌عرب استان کهکیلویه و بویراحمد" تعریف و با دعوت از شرکت‌های مهندسین مشاور آنرا به مناقصه گذاشت. پس از انجام مناقصه شرکت مهندسین مشاور پیچاب کانسار با احراز شرایط لازم، به عنوان مشاور جت انجام این پروژه انتخاب گردید و طی قرارداد شماره 169 به تاریخ 87/02/02 متعهد شد تا با توجه به شرح خدمات ارائه شده از طرف کارفرما، مطالعات اکتشافی فوق‌الذکررا انجام داده و گزارش مربوط به این پروژه همرا ه با دستاوردهای آن را تحویل کارفرما نماید. شایان ذکر است که مبلغ قرارداد فوق 439/500/000 ریال می‌باشد که در ادامه با نظر کارفرما مبلغ 64/293/600 ریال برای هزینه‌های صرف شده جهت برداشت، نمونه‌گیری و حمل نمونه‌های مربوط به ترانشه‌های طبیعی به مبلغ قرارداد اضافه گردید.

شرح خدمات ارائه شده از طرف کارفرما به شرح زیر می‌باشد:

1- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:1000 به روش برداشت زمینی و با کمک دوربین نقشه‌برداری با در نظر گرفتن عرض لایه‌های معدنی به مساحت 100 هکتار.

2- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 1:1000 و با کمک دوربین نقشه‌برداری جهت تعیین همبری لایه‌های معدنی با سنگ‌های اطراف، ضخامت لایه، سیستم‌های گسلی و چین‌خوردگی، شیب و امتداد لایه‌های گچی و همچنین گسترش آنها، وضعیت کمر بالا و کمر پایین لایه‌های ماده‌ی معدنی و... به مساحت 100 هکتار.

3- طراحی شبکه‌ی حفاری‌های نیمه‌عمیق شامل ترانشه و چاهک اکتشافی، تعیین محل نقاط حفاری بر روی زمین، حفر آنها با توجه به نتایج بدست آمده قبلی (با توجه به نوع ماده‌ی معدنی، حفاری بایستی با استفاده از کمپرسور و پرفراتور انجام شود) به میزان 500 متر مکعب.

4- برداشت طولی ترانشه و چاهک‌های اکتشافی شامل زمین‌شناسی و تغییرات آن و دیگر پارامترهای لازم و ترسیم آنها با مقیاس 1:100 و تعیین وضعیت لایه‌های معدنی و محل نمونه‌گیری‌ها بر روی آنها.

5- احداث یک پیشکار اکتشافی به ابعاد 4×5×10 با استفاده از بلدوزر و یا چکش بیل مکانیکی.

6- نمونه‌گیری از حفاری‌های نیمه‌عمقی شامل ترانشه‌های اکتشافی و یا چاهک‌های اکتشافی و پیشکار اکتشافی به تعداد 125 نمونه و جانمایی کلیه‌ی عملیات اکتشافی بر روی نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی.

7- تجزیه‌ی شیمیایی نمونه‌های اخذشده برای عناصر و ترکیبات مورد نظر (به روش شیمی تر) و کانی‌شناسی پرتو مجهول (XRD) به روش کمی.

8- انجام آزمایش‌های تکنولوژیکی بر اساس نتایج تجزیه‌ی شیمیایی.

9- بررسی و تجزیه و تحلیل نتایج نمونه‌ها به منظور بلوک‌بندی ذخیره از نظر کیفیت و همچنین تعیین ذخیره هر یک از بلوک‌های پیشنهادی.

10- انجام آزمایشهای فیزیکی جهت بدست آوردن مشخصات فیزیکی از قبیل دمای پخت، جذب آب، زمان گیرش اولیه و ثانویه، تاب فشاری و خمشی و درصد خلوص گچ بر روی ملات تهیه شده به تعداد 5 نمونه.

11- انجام آزمایش تکنولوژی و کاربردی بر روی حداقل 10 تن نمونه که از بخش‌های عمقی پیشکار اکتشافی اخذ شده است.

12- بررسی فنی و اقتصادی اولیه و تعیین قیمت تمام شده‌ی ماده معدنی.

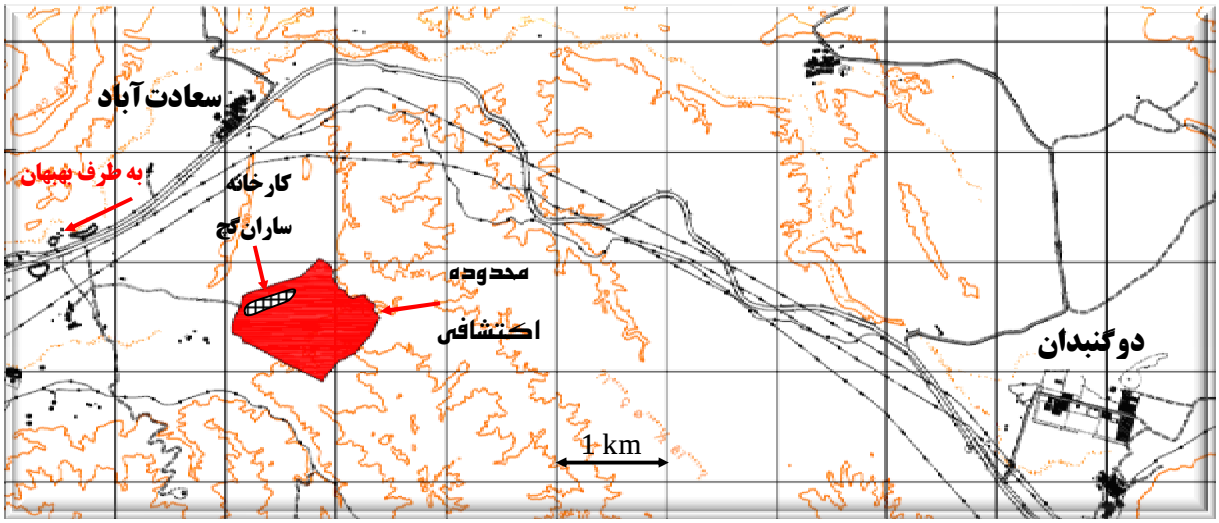
13- تهیه و تنظیم گزارش نهایی انجام مطالعات اکتشاف تفصیلی.

1-1- تعیین محدوده کار اکتشافی

پس از اجرای پروژه طرح اکتشاف گچ در منطقه‌ی دوگنبدان در سال 1385 توسط شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران از بین سه محدوده‌ی امیدبخش معرفی شده، محدوده‌ی شماره‌ی 2 به‌علت رعایت حریم چاه‌های نفت و گاز، نزدیکی به سایت کارخانه و وجود راه دسترسی مناسب برای انجام عملیات اکتشافی تکمیلی معرفی شد که با حضور کارشناسان شرکت مشاور و نماینده

سازمان صنایع و معادن استان کهکیلویه و بویراحمد محدوده مطالعاتی شمس‌عرب با وسعت تقریبی 100 هکتار و با مختصات مرکز X: 46 66 54 و Y: 33 63 609 تعیین گردید.

بر این اساس مرز شمالی محدوده، کارخانه‌ی گچ ساران‌گچ ، مرز خاور - شمال خاور آن رودخانه‌ی عمیقی که در محدوده قرار دارد، و مرز جنوب - جنوب باختر محدوده، جاده‌ی شرکت گاز در نظر گرفته شد. شکل 1-1 موقعیت محدوده‌ی اکتشافی تعیین شده را در نقشه‌ی توپوگرافی 1:25000 دوگنبدان نشان می‌دهد.



شکل 1-1: موقعیت محدوده‌ی اکتشافی شمس‌عرب در نقشه 1:25000 توپوگرافی دوگنبدان (NE 6150).

1-3- جغرافیای طبیعی و سیاسی منطقه

1-3-1- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی منطقه

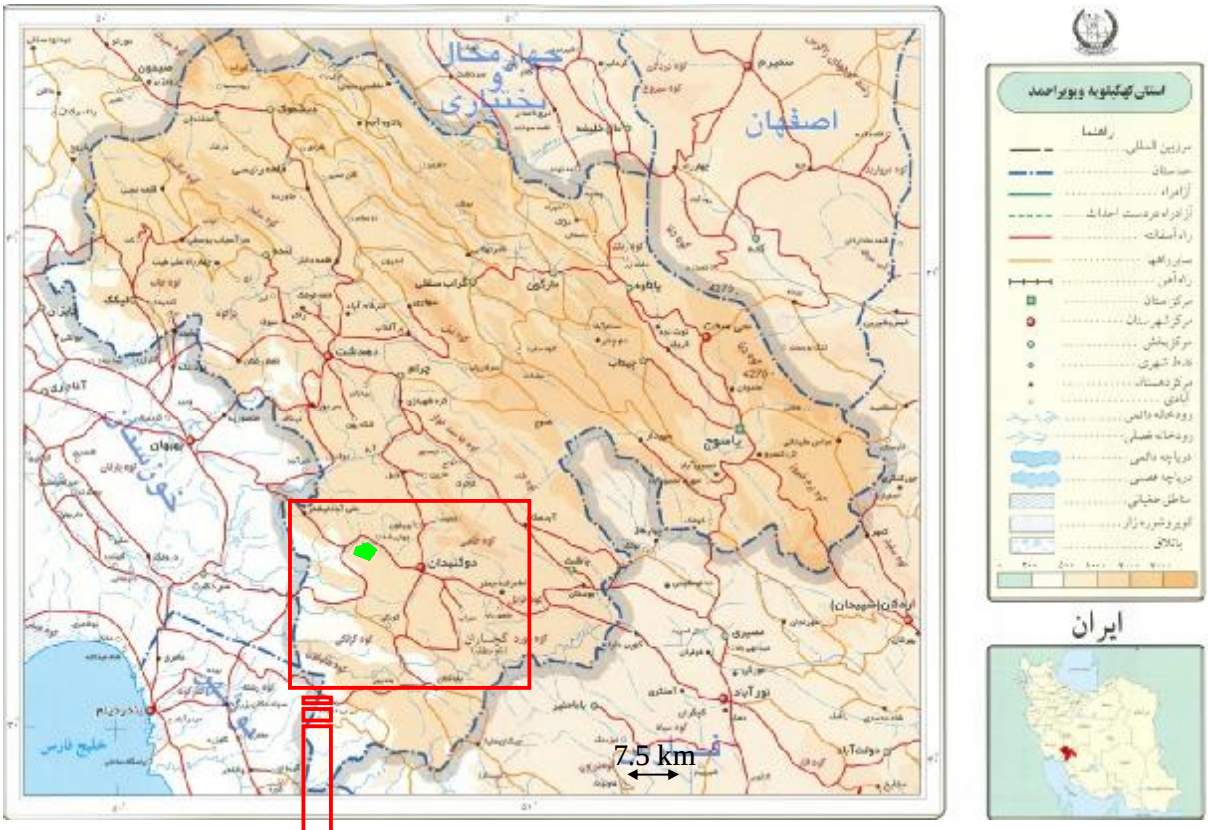
محدوده‌ی اکتشافی شمس‌عرب از لحاظ تقسیمات کشوری در استان کهکیلویه و بویراحمد، منطقه‌ی گچساران واقع شده است. این محدوده با مساحت تقریبی 100 هکتار، بین عرض‌های شمالی 3362000 تا 3364000 و طول‌های خاوری 466000 تا 468000 قرار دارد. نزدیک‌ترین شهرستان به محدوده‌ی مورد مطالعه، دوگنبدان است که در فاصله‌ی 15 کیلومتری جنوب خاور آن قرار گرفته است. نزدیکترین مرکز انتظامی به محدوده پاسگاه انتظامی شمس‌عرب می‌باشد.

یکی از راه‌های دسترسی به محدوده، محور اصلی و آسفالته‌ی گچساران- بهبهان می‌باشد که پس از طی مسافت 15 کیلومتر به روستای سعادت‌آباد رسیده و سپس از جاده‌ی خاکی کارخانه گچِ ساران‌گچ به محدوده‌ی اکتشافی می‌رسیم. راه دیگر از طریق محور دو گنبدان- دژسلیمان از جاده‌ی پازنان می‌باشد، که پس ازطی 6 کیلومتر به طرف راست پیچیده و از طریق جاده‌ی آسفالته شرکت نفت و سپس جاده کارخانه گچِ ساران‌گچ به محدوده اکتشافی می‌رسیم. شکل1-2 موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی منطقه را نشان می‌دهد.

1-3-2- آب و هوا، پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی منطقه

آب و هوای منطقه در تابستان گرم و مرطوب و در زمستان معتدل می‌باشد. حداکثر درجه حرارت در تابستان بیش از 45 درجه سانتیگراد بالای صفر و حداقل آن در زمستان‌ها 2- درجه سانتیگراد می‌باشد. این ناحیه جزء بخش مرکزی شهرستان گچساران (دوگنبدان) و دهستان لیشتر

می‌باشد که به دلیل شرایط آب و هوایی و توپوگرافی ملایم آن، قشلاق زمستانه عشایر بویراحمد می‌باشد. کمترین ارتفاع موجود در محدوده اکتشافی 560 متر و بیشترین آن 725 متر است.



شکل 1-2: موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی محدوده‌ی اکتشافی شمس‌عرب در نقشه جغرافیایی استان کهکیلویه و بویراحمد.

تصویر 1-1: دورنمایی از کارخانه‌ی گچ ساران‌گچ.

(دید به طرف شمال باختر)

1-3-3- ویژگی‌های انسانی، معیشتی و امکانات زیربنایی منطقه

استان کهکیلویه و بویراحمد یکی از استان‌های محروم کشور است که در جنوب باختر کشور قرار داشته، از طرف شمال با استان چهارمحال و بختیاری، ازطرف خاور با استان اصفهان، از طرف باختر با استان خوزستان و از طرف جنوب با استان‌های فارس و بوشهر هم مرز است.

این استان در سال 1385 بیش از 634000 نفر جمعیت داشته و هم اکنون دارای 5 شهرستان (بویراحمد، کهکیلویه، دنا، بهمئی و گچساران) 14 بخش و 15 شهر است. مرکز استان کهکیلویه و بویراحمد شهر یاسوج است که حدود 150000 نفر جمعیت دارد. شهرستان گچساران یکی از مناطق قدیمی نفت‌خیز ایران بوده و تقریباً حدود یک‌سوم گاز و نفت کشور در این منطقه تولید می‌شود تصویر 1-2.

نزدیکترین روستاها به محدوده‌ی مورد مطالعه روستاهای سعادت‌آباد و خلف‌آباد می‌باشند که از همه امکانات رفاهی از قبیل آب، برق و تلفن برخوردارند. گویش مردم منطقه به زبان فارسی (لهجه‌ی لری) و شغل اصلی آنها دامداری و کشاورزی است. دین ساکنان منطقه اسلام و مذهبشان شیعه می‌باشد. تصویر 1-3 دورنمایی از روستای سعادت‌آباد در شمال محدوده را نشان می‌دهد.

تصویر 1-2: نمایی از یک چاه گاز در جنوب باختر محدوده و در جنوب پالایشگاه گاز گچساران.

تصویر 1-3: دورنمایی از روستای سعادت‌آباد در شمال محدوده‌ی اکتشافی شمس‌عرب (دید به طرف شمال).

1-4- فعالیت‌های اکتشافی پیشین انجام‌شده در منطقه

1- در سال 1361 سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور(عابدیان و همکاران) طی انجام شناسائی مواد اولیه مصالح ساختمانی در استان کهکیلویه و بویر احمد این محدوده را شناسائی و جهت ادامه عملیات اکتشافی معرفی نمودند.

2- گزارش اکتشاف نیمه تفصیلی معدن گچ شمس‌عرب توسط شرکت معدنی کانساران (1373).

3- طرح اکتشاف عمومی گچ در منطقه دوگنبدان واقع در استان کهکیلویه و بویراحمد توسط شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران (1385).

1-5- اهداف، روش مطالعات و روند اکتشافی پروژه

1-5-1- اهداف

اهداف کلی مورد نظر در انجام این پروژه به شرح زیر است:

- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی - معدنی و توپوگرافی محدوده‌ی مورد مطالعه در مقیاس 1:1000 و به وسعت تقریبی 100 هکتار.
- حفر ترانشه‌های اکتشافی و برداشت زمین‌شناسی آنها برای تعیین همبری لایه‌های سنگ گچ با سنگ‌های اطراف، ضخامت لایه‌ها، شیب و امتداد لایه‌های سنگ‌گچ و گسترش آنها.
- نمونه‌گیری از ترانشه‌های اکتشافی و پیشکار اکتشافی و تجزیه شیمیایی آنها به روش شیمی‌تر برای عناصر و ترکیبات مورد نظر و کانی شناسی پرتو مجهول [XRD].
- انجام آزمایش‌های تکنولوژیکی بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی.
- بررسی و تجزیه و تحلیل نمونه‌ها به منظور بلوک‌بندی ذخیره از نظر کیفیت و همچنین تعیین ذخیره هر یک از بلوک‌های پیشنهادی.
- انجام آزمایش‌های فیزیکی برای تعیین مشخصات فیزیکی از قبیل دمای پخت، جذب آب، زمان گیرش، مقاومت فشاری و خمشی و درصد خلوص گچ.
- انجام مطالعات فنی و اقتصادی و تعیین قیمت تمام شده‌ی ماده معدنی.
- ارائه‌ی پیشنهادات لازم مربوط به مراحل بعدی اکتشاف یا بهره‌برداری.

1-5-2- روش مطالعات و روند اکتشافی پروژه

انجام این پروژه اکتشافی بر اساس شرح خدمات و اهداف ترسیم شده، طی چند مرحله به شرح ذیل صورت پذیرفت:

1-2-5-1- جمع‌آوری و مطالعه منابع و اطلاعات

این منابع و اطلاعات در قالب گزارش‌ها، نقشه‌ها و عکس‌های هوایی موجود، جمع‌آوری و مطالعه گردید.

1-2-5-2- عملیات صحرایی

عملیات صحرایی در چندین نوبت انجام شد که مشتمل بر مراحل ذیل بوده است:

1- بازدید مقدماتی به منظور شناسایی کلی محدوده مورد مطالعه

2- تهیه‌ی نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:1000 (با استفاده از دوربین نقشه‌برداری و به روش برداشت زمینی)، به وسعت تقریبی 100 هکتار.

3- تهیه‌ی نقشه زمین‌شناسی- معدنی محدوده‌ی مورد مطالعه با مقیاس 1:1000.

4- شناسایی و تفکیک کلیه لایه‌های سنگ گچ و مارن‌های بین لایه‌ای و تعیین مشخصات آنها (شیب و امتداد، ضخامت و ...) و همچنین شناسایی سیستم‌های گسلی، چین‌خوردگی و ترسیم آنها در نقشه‌ی زمین‌شناسی- معدنی.

5- طراحی محل حفر ترانشه‌های اکتشافی و پیشکار اکتشافی.

6- حفر 2 رشته ترانشه‌ی اکتشافی به میزان 500 متر مکعب با استفاده از بیل مکانیکی.

7- تراش قسمت‌های هوازده جهت نمونه‌برداری از بخش غیر فرسوده‌ی 31 لایه‌ی گچی واقع در دو ترانشه‌ی طبیعی (یکی از این ترانشه‌ها شامل دره‌ی عمیقی است که در شمال محدوده قرار دارد، و دیگری جاده‌ی مربوط به شرکت گاز است که در جنوب محدوده واقع شده است).

8- حفر یک پیشکار اکتشافی به ابعاد 4×5×10 متر با استفاده از چکش بیل مکانیکی.

9- نمونه‌برداری به روش کانالی از لایه‌های سنگ گچ پس از تفکیک رخساره‌های ژیپس و انیدریت.

10- برداشت بیش از 10 تن نمونه از بخش‌های عمقی پیشکار اکتشافی.

1-5-2-3- مطالعات آزمایشگاهی

در این مرحله از انجام پروژه، نمونه‌های برداشت‌شده، به منظور مطالعات مختلف آزمایشگاهی با نظر کارفرمای محترم به صورت ذیل دسته‌بندی شدند:

1- تعداد 124 نمونه به منظور تجزیه شیمیایی شیمی تر جهت تعیین میزان:

CaO, SO_3, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, H_2O, Cl, L.O.I

2- تعداد 29 نمونه برای انجام آنالیز کانی شناسی پرتو مجهول [XRD].

3- انجام آزمایش تکنولوژیکی بر روی یک نمونه‌ی10 تنی که از پیشکار اکتشافی برداشت شده است.

4- تعداد 5 نمونه به منظور انجام آزمایش‌های فیزیکی برای به دست آوردن مشخصات فیزیکی از قبیل وزن مخصوص، درجه‌ی پخت، درصد تخلخل، نسبت پوکی، درصد جذب آب و درصد رطوبت.

4-2-5-1- پردازش، تجزیه و تحلیل داده‌ها و تدوین گزارش پایانی

کلیه داده‌های بدست‌آمده از برداشت‌های صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی، پس از مقایسه با سایر استانداردهای موجود فیزیکی و شیمیایی گچ، دسته‌بندی و با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری مانند Excel, AutoCAD, Gemcom پردازش و تجزیه و تحلیل گردید و در نهایت به صورت گزارش نهایی ارائه شد.

1-6- ساختار گزارش

این گزارش از نظر محتوا به شش فصل کلیات، زمین‌شناسی، حجم عملیات اکتشافی، تعبیر و تفسیر نتایج حاصله، مدل‌سازی و ارزیابی ذخیره، مطالعات فنی و اقتصادی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات تقسیم گردیده است.

فصل یکم به توضیحات کلی از قبیل طرح موضوع، جغرافیای طبیعی و انسانی منطقه، فعالیت‌های اکتشافی پیشین انجام شده در منطقه و توصیف اهداف و روش مطالعاتی پروژه می‌پردازد. در این فصل همچنین درباره انواع سنگ‌گچ، شرایط تشکیل و انواع آن، کاربرد، تولید و مصرف گچ در ایران و جهان، روش آماده‌سازی و اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی و چگونگی انجام آزمایش‌های فیزیکی بر اساس استانداردهای موجود برای گچ به تفصیل سخن گفته می‌شود.

فصل دوم از دو بخش زمین‌شناسی ناحیه‌ای و زمین‌شناسی محدوده‌ی اکتشافی تشکیل شده است. در این فصل سعی شده است شرح کاملی از انواع سازندها و واحدهای سنگی منطقه و

محدوده‌ی اکتشافی آورده شود. همچنین به زمین‌شناسی ساختمانی محدوده‌ی اکتشافی اشاره شده است.

در فصل سوم به روش تهیه نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی - معدنی با مقیاس 1:1000، حفریات، برداشت و نمونه‌برداری از ترانشه‌ها و پیشکار اکتشافی پرداخته شده است. همچنین تجزیه‌های شیمیایی، آزمون‌های فیزیکی و تعبیر و تفسیر نتایج حاصل از آن نیز در این فصل بررسی می‌شوند.

فصل چهارم به روش تهیه مدل هندسی سه‌بعدی، بلوک‌بندی بر اساس نوع و عیار ماده معدنی و همچنین برآورد ذخیره اختصاص یافته است.

در فصل پنجم به میزان سرمایه‌گذاری، هزینه‌های جاری سالیانه، قیمت تمام شده‌ی ماده‌ی معدنی، قیمت فروش آن و محاسبه‌ی نرخ برگشت و دوره برگشت سرمایه پرداخته شده است. همچنین نتیجه‌ی بررسی‌های فنی و اقتصادی طرح ارائه گردیده است.

در فصل ششم خلاصه‌ای برای هر یک از فعالیت‌های اکتشافی و کلیه پارامترهای مربوط به ماده معدنی آورده شده و در پایان فصل پیشنهاداتی جهت انجام مراحل بعدی اکتشاف یا بهره‌برداری ارائه شده است.

1-7- کلیاتی در مورد گچ

1-7-1- کانسارهای تبخیری

کانسارهای تبخیری گروهی از کانسارهای رسوبی- شیمیایی می‌باشند که در نتیجه‌ی تبخیر تشکیل می‌شوند. این کانسارها هم در محیط‌های دریاچه‌ای و هم در محیط‌های دریایی تشکیل می‌شوند. تبخیری‌های دریایی متجاوز از 3 درصد از ضخامت چینه‌ای سنگ‌های رسوبی را تشکیل می‌دهد. این کانسارها عموماً در نتیجه جریان یافتن آب دریا به داخل حوضه‌های محدودشده در داخل خشکی‌ها، تبخیر آب و بر جای گزاردن املاح بوجود می‌آیند.

تبخیری‌های دریاچه‌ای در فرورفتگی‌های حاصل از حرکت گسل‌ها و نیز در فرورفتگی‌های موجود در مناطق کویری تشکیل می‌گردند؛ مانند رسوبات تبخیری کویری (Playa Evaporites) موجود در کفه‌ی نمک سیرجان. این کانسارها در نتیجه ورود دوره‌ای آب به داخل آنها و تبخیر آرام حاصل می‌شوند.

تبخیری‌های دریاچه‌ای حاوی موادی هستند که بخشی از آنها در اثر تبخیر آب‌هایی که منشاء آنها آتشفشانی است، حاصل شده اند؛ لذا دارای تنوع کانی‌شناسی بیشتری می‌باشند. در شیلی از تبخیری‌های دریاچه‌ای ترکیب بوراکس، کلمانیت و یولکسیت و از دریاچه‌ی گریت‌سالت‌لیک (یوتا)، برم و لیتیم بدست می‌آید. در جهان سوم، نمک طعام از حوضه‌های کم عمقی که در حاشیه دریا قرار دارند، استخراج می‌شود(گیلبرت و پارک، 1997).

ترتیب ته‌نشینی کانی‌های تبخیری عبارتند از: کربنات‌ها، سولفات‌های کلسیم، نمک طعام، سولفات‌های سدیم و منیزیم و نمک‌های پتاسیم (آدامز، 1975).

ایوگستر و همکاران (1980) دو نوع توالی تشکیل در دو شرایط مختلف برای کانی‌های تبخیری ارائه نموده‌اند. در شرایطی که آب شور باقیمانده با کانی‌های تشکیل شده درتماس باشد، توالی به صورت زیر می‌باشد: ژیپس [$CaSO_4 \quad 2H_2O$] - هالیت [NaCl] - گلاوبریت [$(Na_2Ca \quad (SO_4)_2]$] - پلی‌هالیت [$Ca_2K_2Mg\ (SO_4)_4\ H_2O$].

اگر کانی‌های تشکیل شده ازسیستم خارج شوند یا به عبارت دیگر املاح کلسیم پوشیده شوند، در این صورت کانی‌هایی که بعداً تشکیل می‌شوند از لحاظ کلسیم فقیر می‌باشند و در نتیجه توالی به صورت زیرخواهد بود: ژیپس- هالیت- پلی‌هالیت - بلوریت - کی‌نیت و کارنالیت؛ شریبر (1986) دو مدل برای تشکیل کانسارهای تبخیری بزرگی که درحوضه‌های شورابی تشکیل می‌شوند، ارائه نموده است: مدل حوضه‌های خشکیده و مدل حوضه‌های پُر از شوراب.

در مدل حوضه‌های پُر از شوراب، آب دریا به طور پیوسته وارد حوضه‌ی تبخیری می‌شود. آبهای قدیمی‌تر که چگالی آنها از آب‌های جدیدالورود بیشتر است، به طرف کف حوضه پایین می‌روند و به واسطه‌ی مانعی که بین حوضه‌ی تبخیری و آب دریا وجود دارد تماس آن با آب دریا قطع می‌شود، از این آبهای قدیمی کانی‌ها شروع به ته‌نشین‌شدن می‌نمایند و با افزایش شوری این آبها کانی‌های متفاوتی ته‌نشین می‌شوند.

برای تشکیل نهشته‌های تبخیری به حجم زیادی آب نیاز است. مثلاً اگر حوضه‌های حاوی آب دریا، به عمق 1000 متر به طور کامل تبخیر شود، فقط 14 متر رسوبات تبخیری تشکیل خواهد شد که از این مقدار 12/1 متر نمک طعام، 1/5 متر $MgCl_2$ ، 1 متر $MgSO_4$، 0/7 متر $CaCO_3$ $+CaSO_4 + CaMg(CO_3)_2$ و 0/4 متر KCl خواهد بود. این اعداد نشان‌دهنده‌ی نسبت این املاح در

آب دریا می‌باشد. رطوبت نسبی بر روی ته‌نشینی نوع کانی‌های تبخیری مؤثر است. برای تشکیل شوراب‌هایی که از آنها نمک طعام ته‌نشین می‌شود، رطوبت می‌بایست کمتر از 76 درصد باشد و برای ته‌نشینی املاح پتاسیم رطوبت نسبی می‌بایست کمتر از 67 درصد باشد. اما در اکثر نواحی ساحلی که درعرض‌های جغرافیایی پایین قرار دارند، رطوبت نسبی 80 - 70 درصد می‌باشد. لذا در طول بسیاری از خطوط ساحلی، $CaSO_4$ تنها تبخیری است که ته‌نشین می‌شود و بهترین شرایط برای ته‌نشینی نمک طعام و کلرورپتاسیم، حوضه‌های دریایی بسته است (ایوانز، 1997).

هرگاه میزان تبخیر از مقدار بارندگی بیشتر باشد، نهشته‌های تبخیری تشکیل می‌شوند. این نهشته‌های ممکن است در محیط‌های نسبی و یا درون حوضه‌ها تشکیل شوند. نهشته‌های تبخیری کواترنری و جدید عمدتاً در مناطق زیراستوایی بین مدار 15 و 35 درجه در فلات‌های مرتفع استوایی، بیابان‌های قطبی و مناطق قاره‌ای تشکیل می‌شوند (ایوانز، 1997).

به طور کلی مهمترین کانی‌های تبخیری عبارتند از: نمک، پتاس و ژیپس.

1- **نمک طعام**: 50 تا 60 درصد از تولید نمک طعام (NaCl) دنیا در صنایع شیمیایی برای تهیه‌ی کلر، سدیم و کربنات سدیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخش زیادی از نمک طعام تولیدی در دنیا (به ویژه در کشورهای جهان سوم) نیز برای مصرف خوراکی به کار می‌رود.

2- **املاح پتاسیم**: فراوان‌ترین املاح پتاسیم عبارتند از سیلوین [KCl]، کارنالیت $[KCl,MgCl_2.6H_2O]$، و کی‌نیت $[4\ KCl\text{-}\ 4\ MgSO_4\ .11\ H_2O]$ که محتوای پتاسیم موجود در این املاح برحسب K_2O (پتاس) بیان می‌شود (کوزوارت، 1984). حدود

95 درصد از پتاس تولیدی دنیا در تهیه‌ی کود و بقیه برای تهیه‌ی هیدروکسید پتاسیم، صابون‌سازی، پاک‌کننده‌ها، شیشه‌سازی، داروسازی و رنگرزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

3- **ژیپس و انیدریت**: ژیپس یک کانی تبخیری است و درون حوضه‌های تبخیری و سبخاها تجمع می‌یابد. چنانچه در اثر تبخیر حجم آب حاوی املاح به 50 درصد یا نصف برسد ژیپس شروع به ته‌نشین شدن می‌نماید. ژیپس در زیر لایه‌هایی از سنگ با ستبرای 450 متر آب خود را از دست می‌دهد و به انیدریت $CaSO_4$ تبدیل می‌شود. در اثر این تبدیل، حجم نیز به مقدار 40 درصد کاهش می‌یابد. چنانچه آب دریا غنی از املاح خصوصاً NaCl باشد، انیدریت به طور مستقیم می‌تواند از آب دریا ته نشین شود. ضمن دیاژنز، انیدریت می‌تواند تبدیل به ژیپس گردد (کوزوارت، 1984).

2-7-1- انواع سنگ گچ و شرایط تشکیل آن

سولفات کلسیم در طبیعت به صورت سنگ گچ آبدار (ژیپس - $CaSO_4,2H_2O$) و یا سنگ گچ بی‌آب (انیدریت - $CaSO_4$) یافت می‌شود. انیدریت مصارف بسیار محدودی دارد، در صورتیکه مصارف ژیپس بسیار گسترده است. به طور کلی این دو کانی در شرایط تبخیری به وجود می‌آیند. با توجه به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، انیدریت به دلیل حلالیت بالا و تبدیل به ژیپس به ندرت در سطح زمین یافت می‌شود. لذا کانی ژیپس در حالت آبدارشدن انیدریت و به دلیل پایدار شدن می‌تواند حالت رخنمون داشته باشد. این کانی‌ها در حوضه‌های بسته و باز و در شرایط خاص زمین‌شناسی که میزان تبخیر در آنها زیاد است تشکیل می‌شوند.

ژیپس کانی تشکیل‌دهنده‌ی سنگ گچ است. دارای سیستم تبلور مونوکلینیک با کلیواژ [010]، وزن مخصوص کم(2/32)، سختی کم 1/5 تا 2، ضریب شکست کم(1/530، 1/523 و 1/520) و بیرفرنژانس ضعیف (0/010) می‌باشد.

این کانی دارای منشاء رسوبی می‌باشد. کانی ژیپس سفید رنگ است. البته بسته به شرایط تشکیل، تجمع این کانی که سنگ گچ را به وجود می‌آورد، امکان دارد خاکستری، قهوه‌ای و همچنین صورتی رنگ باشد. نام شیمیایی این سولفات کلسیم همراه با دو مولکول آب تبلور است. ژیپس از مهمترین رسوبات تبخیری می‌باشدکه به میزان زیادی در سطح زمین دیده می‌شود.

باسانیت (Bassanite) کانی حد واسطی است که در نتیجه‌ی جذب آب انیدریت و تبدیل آن به ژیپس تشکیل می‌شود. آلاباستر (Alabaster) شکل ریزدانه‌ی فشرده‌ای از سنگ گچ (ژیپس) است که مورد استفاده در هنرهای ظریفی چون مجسمه‌سازی قرار می‌گیرد. سلنیت (Selenite) شکل ورقه شفاف ژیپس از کانی‌های درشت سولفات کلسیم ثانویه است. ساتین‌اسپار (Satin spar) نام دیگر ژیپس رشته‌ای با جلای نرم است.

به‌نظر می‌رسد که ژیپس بر اثر آبگیری انیدریت تشکیل می‌شود. در بعضی موارد این فرآیند مستلزم افزایش حجمی معادل 30 تا 50 درصد است که تورم حاصله موجب تشکیل اشکال قابل توجهی می‌شود.

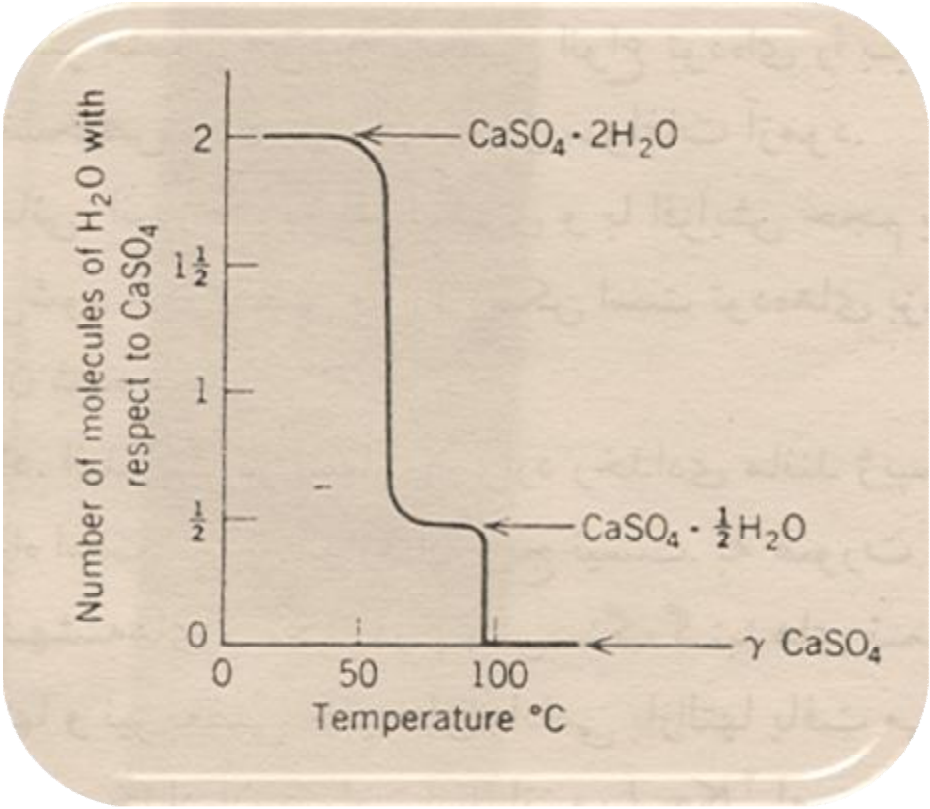
حوضه‌های درون قاره‌ای که در مراحل اولیه‌ی ریفت تشکیل می‌شوند، محیط مناسبی برای تشکیل رسوبات تبخیری از جمله ژیپس می‌باشند. در این مناطق نظر به اینکه ثابت تعادل [k] ژیپس و به واقع درجه حلالیت آن بسیار کمتر از هالیت است، ابتدا ژیپس و سپس هالیت رسوب می‌کند. در

حاشیه حوضه‌های باز که میزان تبخیر آن زیاد است، ژیپس تشکیل می‌شود. مشخصات عمومی کانی‌های ژیپس و انیدریت در جدول 1-1 آمده است.

جدول1-1: مشخصات عمومی کانی‌های ژیپس و انیدریت.

نام کانی	فرمول شیمیایی	CaO %	SO_3 %	H_2O %	رنگ	وزن مخصوص	سختی
ژیپس	$CaSO_4,2H_2O$	32/60	46/5	20/9	سفید تا خاکستری	2/38	1/5-2/5
انیدریت	$CaSO_4$	41/20	58/8	—	سفید تا خاکستری	2/93	3/0-3/5

در نتیجه آبزدایی ژیپس، چند فاز ممکن است تشکیل می‌شود: $CaSO_4$ هنگامی که همه‌ی H_2O خارج شود، و فاز نیم پایدار $CaSO_4,1/2H_2O$. در حین فرآیند آبزدایی، ابتدا 1/5 مولکول H_2O در ژیپس، به طور نسبتاً پیوسته در دمای بین صفر و حدود ċ 65 خارج می‌شود و احتمالاً تغییر اندکی در ساختار ژیپس ایجاد می‌شود. در دمای حدود ċ 65، نیم مولکول H_2O باقیمانده در $CaSO_4,1/2H_2O$، هنوز با پیوندی نسبتاً قوی حفظ می‌شود، اما در دمای حدود ċ 95 این نیم مولکول خارج شده و به ساختار چند ریخت انیدریت تبدیل می‌شود (شکل 1-3).



شکل 1-3: منحنی آبزدایی ژیپس که تشکیل $CaSO_4,1/2H_2O$ نیم پایدار را در دمای حدود 65 ̊c نشان می‌دهد. در دمای 95 ̊c چندریختی γ $CaSO_4$ شکل می‌یابد.

1-7-3- رخداد ژیپس در محیطهای مختلف

ذخایر ژیپس تقریباً به طور کامل حاصل تبخیر آب دریاست که به دو شکل انجام می‌گیرد: ذخائر عظیم ژیپس همراه با هالیت و پتاس که به نظر می‌رسد در طول مراحل اولیه‌ی تبلور آب دریا ایجاد می‌شوند. دیگر ذخایر ضخیم ژیپس با نمک همراه نیستند و به نظر می‌رسد که در کفه‌های نمکی یا سبخاهائی مانند حاشیه خلیج فارس تشکیل می‌شوند. سبخاها پهنه‌های محدوده‌ی جزر و مد هستند که هنگام مد، آب دریا در آنها جاری شده و در حوضه‌ها جمع می‌شود و هنگام جزر، آب

موجود در حوضه در نتیجه‌ی عمل تبخیر، تغلیظ شده و در زمین یعنی جایی که ژیپس ذخیره می‌شود، فرو می‌رود. مقداری نمک نیز ذخیره می‌شود ولی معمولاً هنگام بالا آمدن مجدد آب در آن حل می‌شوند. در فاصله زمانی طولانی این فرآیند می‌تواند منجر به تشکیل ذخیره‌ی ضخیمی از رسوبات غنی از ژیپس گردد. زون‌های سوپراتایدال - اینتراتایدال (سبخاهای ساحلی) سواحل جنوبی خلیج فارس با کیلومترها وسعت یکی از مناطق شاخص محیط‌های تبخیری دنیاست. در این مناطق، ژیپس، انیدریت، نمک و سلستیت به طور مستقیم از شوراب‌های لاگون‌ها رسوب می‌کنند.

ژیپس همچنین در قله‌ی گنبدهای نمکی نیز تشکیل می‌شود. ذخایر ژیپس به استثناء سنگ‌های آرکئن، در سطح زمین گسترش وسیعی دارند. دلیل کمبود این ذخایر در آرکئن را فقدان اکسیژن موجود در اقیانوس‌های آن زمان و عدم امکان باقی ماندن این ذخایر تا به امروز می‌دانند (ریدینگ، 1986؛ وارن، 1989).

در ضمن در اثر حرارت، ژیپس آب خود را از دست داده و به انیدریت تبدیل می‌شود. بنابراین به‌تدریج که ژیپس در زیر لایه‌های رسوبی مدفون می‌ماند، گرم و گرم‌تر شده به انیدریت تبدیل می‌گردد و هنگام رخنمون محدود در سطح در طول فرآیند فرسایش، مجدداً به ژیپس تبدیل می‌گردد.

1-7-4- **کاربرد**

مصارف مهم ژیپس عبارتند از: پوشش داخلی ساختمان، گچ‌بری، قالب‌های ریخته‌گری، دندان و جواهرات، همچنین در تهیه سیمان و کشاورزی.

ژیپس دراثر حرارت در دمای خاص به تدریج مقدار معینی از آب خود را از دست می‌دهد و به گچ ساختمانی تبدیل می‌گردد. گچ‌ها را به دو نوع آلفا و بتا تقسیم می‌کنند. گچ آلفا در اتوکلاو و حرارت حدود 97 ̊c تولید می‌شود در صورتیکه گچ بتا در دمای 107 ̊c به دست می‌آید. به واقع تمامی فرآیندهائی که در این مسیر طی می‌شود پیامد کسری از آب مولکولی ژیپس می‌باشد. گچ نوع بتا به دلیل جذب سریع آب از دست رفته و زمان گیرش کوتاه به مصارف ساختمانی می‌رسد در حالیکه گچ آلفا به دلیل زمان گیرش طولانی به عنوان قالب در دندان‌سازی، مجسمه‌سازی وجواهرات استفاده می‌شود.

ژیپس در صورتیکه تا 500 ̊c حرارت داده شود تمامی آب خود را از دست می‌دهد و به گچ مرده تبدیل می‌شود. گچ مرده قابلیت جذب آب ندارد و ازآن به عنوان ماده‌ی پُرکننده وگاهی برای تهیه‌ی سیمان مخصوص استفاده می‌کنند. ژیپس در صورتیکه تا 900 ̊c حرارت داده شود تمامی آب و مقداری از سولفور خود را از دست می دهد. این گچ به گچ هیدرولیکی معروف است و چنانچه آب به آن اضافه شود آهسته شروع به سفت‌شدن می‌کند. سختی و مقاومت جسم حاصله نسبتا بالا است.

مصارف دیگر ژیپس درکشاورزی است. تغییراتی که توسط ژیپس ایجاد می‌شود عبارتند از: 1) بهبود ساختمان خاک و نرم کردن خاک‌های رس، 2) خنثی کردن سدیم خاک‌های قلیایی، 3) تأمین سولفور و وکلسیم مورد نیاز گیاهان، 4) فعال کردن موجودات میکروسکوپی موجود در خاک، 5) زلال کردن آب برکه‌های گل‌آلود. همچنین ژیپس در تهیه‌ی روغن‌های صنعتی،

اسید سولفوریک و اکسید کلسیم نیز کاربرد دارد. در جداول 2-1 و 3-1، انواع گچ‌ها، موارد مصرف، دمای پخت و ترکیب آنها آورده شده است.

جدول 1-2: انواع گچ‌ها و شرایط تشکیل و مصارف آنها (عباسیان، 1370).

نام	دی‌هیدرات $CaSO_4, 2H_2O$	نیمه هیدرات $CaSO4, {}^{1}/_{2}\ H_2O$		انیدریت III $CaSO_4$ III		انیدریت II $CaSO_4$ II		
		α	β	α	β	انحلال سخت	نامحلول	استریش
تولید آزمایشگاهی دما درجه سانتیگراد	---	100 مرطوب و فشار	کمتر از 45 درجه	50 درجه در خلاء 100 درجه در اتمسفر		300-200 درجه	600-300 درجه	600 درجه <
درجه حرارت تولید در صنعت	---	135-105 مرطوب و فشار	-180 128 خشک	-110 220	310-290	350	400	800
مصارف		گچ صنعتی و دندانسازی	گچ صنعتی	گچ صنعتی			گچ ساختمانی	
استحکام		خیلی زیاد	متوسط	کم		خیلی کم	خیلی زیاد	
زمان گیرش		سریع و آهسته	متوسط	سریع		آهسته		خیلی آهسته

جدول 1-3: دمای پخت و ترکیب انواع گچ (عباسیان، 1370).

انواع گچ	درجه پخت دمای پخت °C	نیمه هیدرات آلفا + بتا	انیدریت III	انیدریت II	دی‌هیدرات %	بقیه
گچ استریش	800-100	--	--	90	--	10
گچ خشک کننده	200	5	80	10	--	5
گچ تمیزکاری (کوره اتاقی)	350-180	38	7	45	--	10
گچ تمیزکاری (برشته کاری)	900-200	32	13	42	3	10
گچ اتوکلاو	135	94	2	1/9	0/1	2
گچ بتا (کوره استوانه‌ای دوار)	180-100	71+2	13	2	2	10
گچ بتا (کوره کوچک)	180	73+2	10	4	1	10

1-7-5- تولید

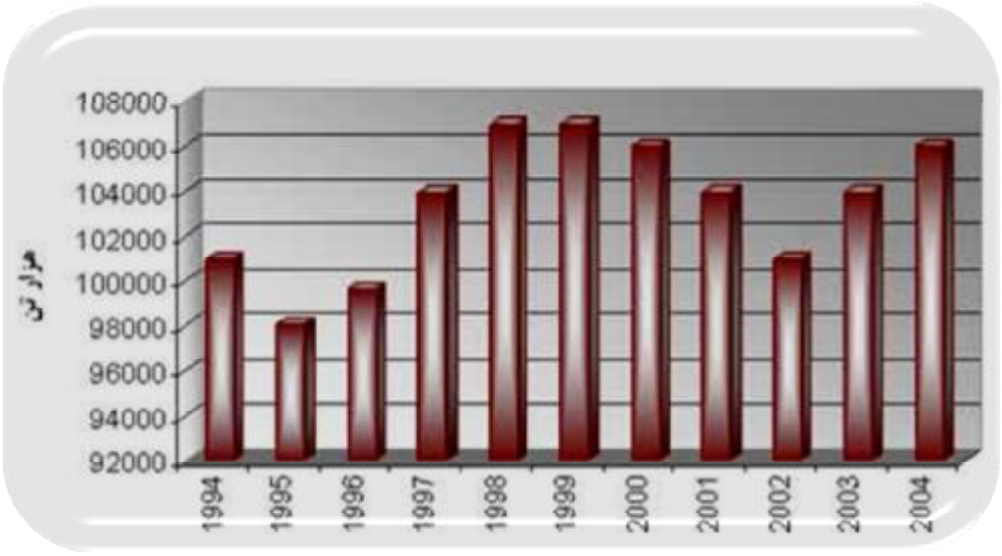
1-5-7-1- تولید ژیپس در جهان

میانگین تولید جهانی ژیپس در فاصله بین سال‌های 1994 تا 2004، 103436/36 هزار تن بوده که از 101000 هزارتن در سال 1994 به 107000 هزار تن در سال 1998، 104000 هزار تن در سال 2001 و 106000 هزار تن در سال 2004 افزایش نشان می‌دهد (جدول4-1) و (شکل2-1). بخش اعظم ژیپس تولیدی جهان توسط کشورهای امریکا، ایران، کانادا، اسپانیا و تایلند تولید می‌شود (جدول 5-1).

جدول 1-4: میزان تولید ژیپس درجهان در سال های 1994 -2004 بر حسب هزارتن.

سال	۱۹۹۴	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴
جهان	۱۰۱۰۰۰	۹۸۱۰۰	۹۹۷۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۷۰۰۰	۱۰۷۰۰۰	۱۰۶۰۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۱۰۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۶۰۰۰

منبع: USGS

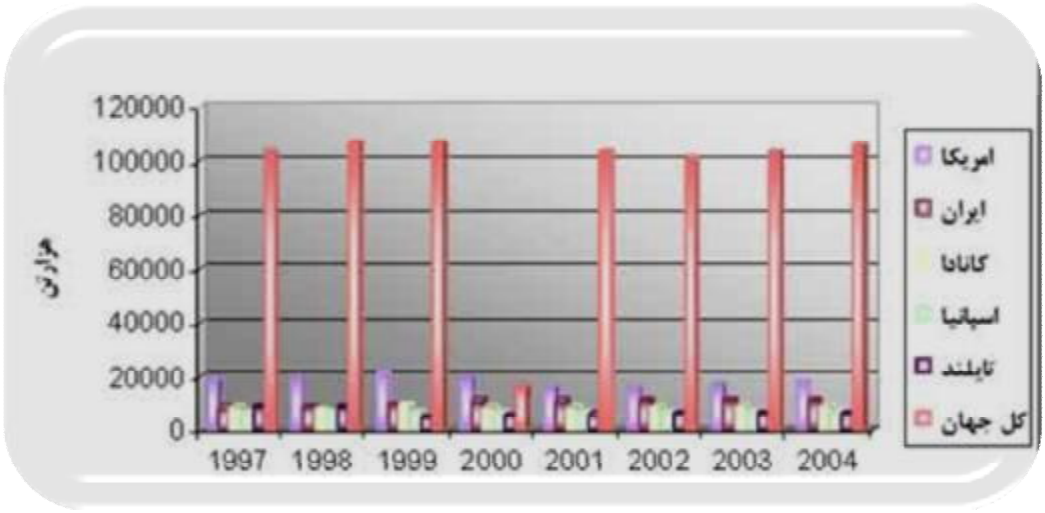


شکل 1-4: میزان تولید ژیپس در جهان در طی سالهای 1994- 2004 (هزارتن).

جدول1-5: میزان تولید ژیپس در کشورهای مهم تولیدکننده جهان در طی سالهای 1997- 2004 (هزارتن).

کشور / سال	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴
امریکا	۱۸۶۰۰	۱۹۰۰۰	۲۲۴۰۰	۱۹۵۰۰	۱۶۳۰۰	۱۵۷۰۰	۱۶۷۰۰	۱۸۰۰۰
ایران	۸۵۰۰	۹۰۰۰	۹۷۵۰	۱۱۰۰۰	۱۱۰۰۰	۱۱۵۰۰	۱۱۵۰۰	۱۱۵۰۰
کانادا	۸۵۰۰	۸۱۰۰	۹۴۷۰	۸۵۵۰	۸۵۶۰	۸۸۵۰	۹۰۰۰	۹۰۰۰
اسپانیا	۷۴۰۰	۷۴۰۰	۷۵۰۰	۷۵۰۰	۷۵۰۰	۷۵۰۰	۷۵۰۰	۷۵۰۰
تایلند	۸۶۰۰	۹۰۰۰	۵۰۰۰	۵۸۳۰	۵۹۰۰	۶۳۳۰	۶۵۰۰	۶۵۰۰
کل جهان	۱۰۴۰۰۰	۱۰۷۰۰۰	۱۰۷۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۱۰۰۰	۱۰۴۰۰۰	۱۰۶۰۰۰

منبع: USGS



شکل 1-5: میزان تولید ژیپس در کشورهای مهم تولیدکننده جهان در طی سالهای 1997- 2004 (هزارتن).

ژیپس در بیش از 100 کشور تولید می‌شود. آمریکا، تایلند، کانادا، ایران و چین حدود نیمی از این تولید را در اختیار دارند. ژیپس‌های استخراج شده به کارخانه‌های نزدیک حمل و فرآوری اساسی، رویِ آن انجام می‌شود. با این وجود بر اساس اقتصاد منطقه‌ای و بازار صادرات بر خلاف ارزش کم، تجارت بین‌المللی در چند سطح اقتصادی به ویژه در کانادا و مکزیک وجود دارد.

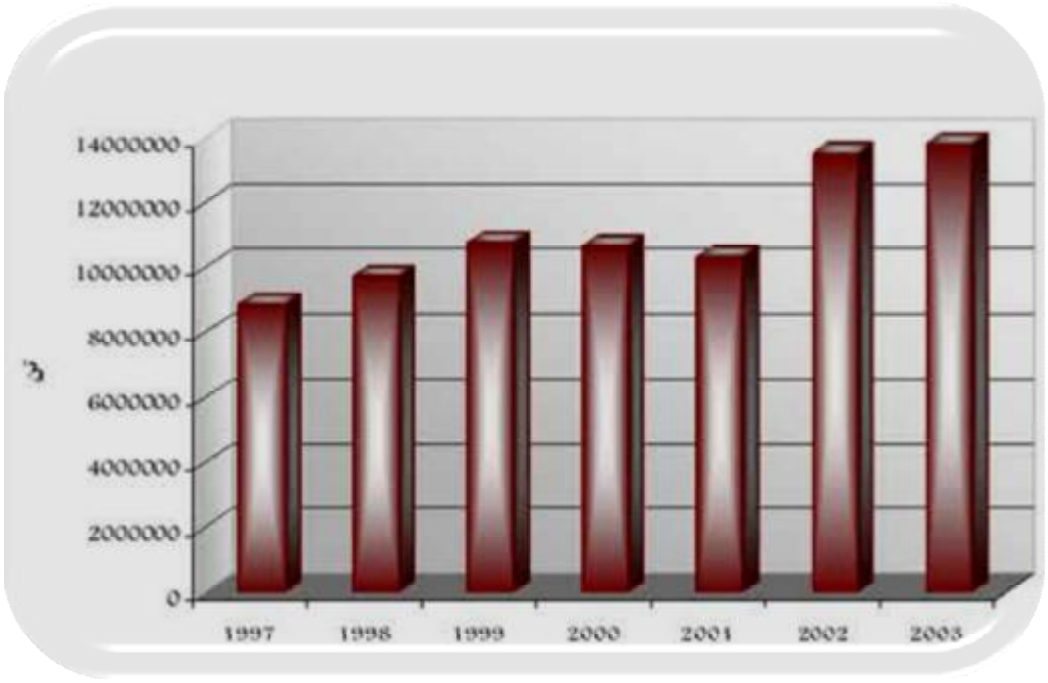
1-7-5-2- میزان تولید ژیپس و روند آن در ایران

تولید ژیپس در ایران درفاصله بین سال‌های 1997 تا 2003 میلادی از 8900000 تن در سال 1997 به 10700000 تن در سال 2000 و 13827609 تن در سال 2003 رسیده است (جدول6-1) و (شکل4-1). ایران در سال 2000 تا 2003 مقام دوم جهان از نظر میزان تولید ژیپس (14/59% تولید جهان) را به خود اختصاص داده است (World Mining Data / Vienna, 2005).

جدول1-6: میزان تولید ژیپس در ایران از سال 1997-2003 (بر حسب تن).

کشور / سال	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	تغییرات از سال ۲۰۰۱-۱۹۹۷	تغییرات از سال ۲۰۰۳-۱۹۹۹
ایران	۸۹۰۰۰۰۰	۹۷۵۰۰۰۰	۱۰۷۹۰۹۱۸	۱۰۷۰۰۰۰۰	۱۰۳۸۱۵۸۰	۱۳۵۳۵۰۰۰	۱۳۸۲۷۶۰۹	۱۶/۶۵	۲۸/۱۴

منبع: World Mining Data



شکل1-6: میزان تولید ژیپس در ایران از سال 1997تا 2003.

1-8- استانداردهای گچ جهت آنالیزهای شیمیایی و آزمون‌های فیزیکی

در این قسمت به روش آماده‌سازی و اندازه‌گیری اکسیدهای اصلی و چگونگی انجام آزمایش‌های فیزیکی بر اساس استانداردهای موجود برای گچ می‌پردازیم.

1-8-1- روش استاندارد آنالیزهای شیمیایی سنگ گچ

1-1-8-1- آماده‌سازی نمونه‌ها

آماده‌سازی نمونه جهت آزمون‌های مربوطه بستگی به نوع موادی که آزمون روی آن انجام می‌گیرد دارد. در ضمن باید مقدار کافی از نمونه مورد استفاده قرار گیرد، به صورتی که بعد از الک کردن طبق بندهای الف و ب، حداقل 50 گرم از نمونه جهت انجام آزمون‌های مربوطه به دست آید.

الف: روش تعیین مقدار گچ ساختمانی در پلاستر با الیاف چوبی، بتن گچی و گچ پلاستر آسیاب و مخلوط شده: پس از الک کردن نمونه بر روی الک شماره 100، باقی مانده روی الک را دورمی‌ریزیم.

ب: روش کار برای بتن گچی شامل تراشه‌های چوب و برای تمام انواع پلاستر خالص شامل الیاف به جز پلاستر الیاف چوبی: نمونه رابا الک شماره 50 الک کرده و باقیمانده روی الک را دور می‌ریزیم.

1-8-1-2- روش کار

1- تعیین درصد آب آزاد

حداقل 50 گرم از نمونه‌ی دریافتی را در یک ظرف مناسب ریخته و آن را به صورت یک لایه‌ی نازک در آورده و سپس آن را برای مدت 2 ساعت در دمای 45 درجه سانتی‌گراد در یک آون خشک کرده و در هوای عاری از رطوبت با دسیکاتور خنک کرده و مجدداً وزن می‌شود. افت وزنی برابر است با آب آزاد و درصد آن بر اساس نمونه دریافتی محاسبه می‌گردد. سپس نمونه‌ی خشک شده برای تجزیه‌ی شیمیایی نگهداری می‌شود.

2- آب ترکیبی

یک گرم از نمونه‌ی آماده‌شده را به مدت 2 ساعت در دمای 45 درجه سانتیگراد خشک کرده، سپس در یک بوته درپوش‌دار ریخته و تا وزن ثابت در دمای 215 تا 230 درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنیم. افت وزنی برابر است با مقدار آب ترکیبی که باید براساس نمونه‌ی دریافتی و به صورت درصد گزارش می‌شود.

3- سیلیس و مواد نامحلول

0/5 گرم از نمونه را درون یک جام چینی ریخته و تقریباً 25 میلی‌لیتر HCl (1+5) به آن اضافه و بر روی اجاق برقی تبخیر کرده تا خشک شود. پس از سرد کردن با HCl (1/19) مرطوب می‌شود. 10 میلی‌لیتر آب مقطر افزوده، جوشانده، صاف کرده و شستشو می‌دهیم. محلول زیر صافی را به جام اولیه برگردانده و آن را تا خشک‌شدن حرارت می‌دهیم و سپس برای مدت یک ساعت تا دمای 120 درجه سانتی‌گراد حرارت می‌دهیم.

سپس با HCl کافی آن را مرطوب کرده و 25 میلی‌لیتر آب مقطر افزوده، جوشانده و سپس صاف می‌کنیم. دو کاغذ صافی را با محتویاتش به یک بوته وزن‌شده منتقل نموده، سوزانده به مدت 45 دقیقه در کوره با حرارت 1150̊C حرارت داده، سردکرده و وزن می‌کنیم. سپس درصد سیلیس و مواد نامحلول را برحسب نمونه‌ی دریافتی محاسبه و گزارش می‌کنیم.

4- اکسیدهای آهن و آلومینیوم

به محلول زیرصافی بدست آمده ازمرحله‌ی قبل چند قطره HNO_3 اضافه کرده تا از اکسیداسیون کامل آهن مطمئن شده و سپس می‌جوشانیم. دو گرم NH_4CL که قبلاً در آب حل شده به آن اضافه کرده و محلول را با NH_4OH قلیایی می‌کنیم. برای چند دقیقه رسوب را هضم کرده تا ذرات آن به هم بچسبد. رسوب را به مدت 30 دقیقه در کوره با حرارت 1100̊C حرارت داده، سردکرده و وزن می‌کنیم. درصد مجموع اکسیدهای آهن و آلومینیوم را در نمونه‌ی دریافتی گزارش می‌کنیم.

5- اکسید کلسیم

به محلول زیر صافیِ حاصل از مرحله‌ی قبل، 5 گرم $(NH_4)_2C_2O_4$ که قبلاً در آب حل شده افزوده و برای مدت 30 دقیقه هضمِ داغ کنید. با اضافه کردن NH_4OH در تمام مدت از قلیایی بودن محلول مطمئن شوید. محلول را صاف کرده (با کاغذ واتمن شماره 42 یا معادل آن) و پس از شستشو با آب سرد آن را در یک بوته‌ی پلاتینی وزن شده می‌ریزیم، سپس بر روی شعله سوزانیده تا وزن ثابت حرارت می‌دهیم و درصد CaO را برحسب نمونه‌ی دریافتی محاسبه و گزارش می‌کنیم.

6- اکسید منیزیم

به محلول زیر صافی بدست آمده از مرحله‌ی قبل به مقدار کافی آب اضافه کرده تا به حجم حدود 600 میلی‌لیتر برسد. سپس آن را سرد کرده و به آن 10 میلی لیتر NH_4OH و پنج گرم از $NaNH_4HpO_4$ حل شده در آب اضافه کنید و به شدت به هم بزنید تا رسوب تشکیل شود. یک شبانه روز آن را نگه داشته و سپس محلول را با استفاده از کاغذ صافی صاف کرده و رسوب را با محلول NH_4NO_3 شستشو می‌دهیم، سپس آن را سوزانده و وزن می‌کنیم. وزن رسوب ضربدر 0/36207 وزن MgO را به ما می‌دهد. درصد MgO را برحسب نمونه دریافتی محاسبه و گزارش می‌کنیم.

7- تری اکسید گوگرد (SO_3)

الف: خلاصه‌ی روش آزمون

در این روش سولفات به وسیله کلروباریم $BaCl_2$ از یک محلول اسیدی گچ رسوب داده می‌شود سپس صاف و وزن می‌شود (به صورت سولفات باریم) و SO_3 معادل در آن محاسبه می‌شود.

ب: اهمیت و کاربرد

در ویژگی‌های سنگ گچ و بعضی ازمحصولات گچی مقدار سولفات کلسیم مورد نیاز به صورت دی‌هیدرات و یا به صورت همی‌هیدرات مشخص شده است ($CaSO_4,^1/_2\ H2O$, $CaSO_4,2H_2O$). در این روش فرض می‌شود که سولفات‌های موجود به غیر از سولفات‌کلسیم مقادیر ناچیزی است. این روش آزمون برای تعیین کردن مطابقت ویژگی‌های گچ و محصولات آن استفاده می‌شود؛ این روش در کارهای کنترل کیفی نیز استفاده می‌شود.

ج: عوامل دخالت کننده (مزاحمت‌ها)

این روش برای سنگ گچ طبیعی وعموماً ناخالصی‌هایی که معمولاً همراه گچ طبیعی هستند تدوین شده است. گچ‌های مصنوعی نسبت به سنگ گچ‌های طبیعی ممکن است حاوی عناصر و ترکیبات مزاحم بیشتر باشند به عبارت دیگر این روش ممکن است دقت کافی در مورد این نوع از گچ‌ها را نداشته باشد و مورد پذیرش واقع نشود. همچنین این روش آزمون شامل مزاحمت‌هایی است که به صورت تئوری بر روی نتایج اثر می‌گذارند. محاسبات مورد استفاده در تجزیه شیمیایی SO_3 بیشتر روی نمونه‌هایی که ما آنها را کاملاً هیدراته یا کاملاً دی‌هیدراته می‌شناسیم دقیق هستند.

د: روش کار

- 0/5 گرم از نمونه‌های آماده شده را با دقت 0/1 میلی‌گرم وزن می‌کنیم.

- نمونه‌ی وزن شده را درون یک بشر 400 میلی‌لیتری ریخته و 50 میلی‌لیتر اسید کلریدریک (1+5) را به آن اضافه می‌کنیم. آن را جوشانده و با یک میله‌ی شیشه‌ای که سرآن پهن است به هم زده و پخش می‌کنیم تا نمونه کاملاً از هم جدا شود. تقریباً 100 میلی‌لیتر آب جوشان به آن اضافه نموده و مدت 15 دقیقه می‌جوشانیم. اضافه کردن آب در صورت لزوم می‌تواند تکرار شود به صورتی که زمان جوشاندن کل کمتر از یک ساعت نباشد.

- با استفاده از کاغذ صافی بافت ریز، آن را درون یک بشر 600 میلی‌لیتری صاف کرده و محتویات بشر 400 میلی‌لیتری را با آب مقطر جوش شستشو داده و بر روی کاغذ صافی می‌ریزیم. به دقت کناره‌های بشر را شستشو داده و با میله‌ی شیشه‌ای سرلاستیکی به دقت پاک می‌کنیم تا مطمئن شویم که تمام مواد نامحلول چسبیده شده شسته و به درون کاغذ صافی ریخته شود، کاغذ صافی را

خشک کرده و می‌سوزانیم. مواد روی کاغذ صافی می‌توانند به عنوان مواد نامحلول گزارش شود. این آزمون نباید برای حالت‌های دیگر بکار رود.

- محلول زیرصافی را جوشانده و به آن 20 میلی‌لیتر محلول نزدیک به جوش باریم‌کلراید 10 درصد اضافه می‌کنیم (ترجیحاً با کمک یک پیپت و قطره قطره در حالی که محلول را به هم می‌زنیم). محلول باریم‌کلراید باید حداقل یک روز قبل از استفاده تهیه شده باشد. جوشش محلول را برای 10 الی 15 دقیقه ادامه داده و برای مدت 3 ساعت آن را داغ کنید تا وقتی که رسوب‌ها ته‌نشین شوند.

- محلول بدست آمده از بند «د» را صاف کرده و با آب داغ شستشو داده تا رسوب عاری از یون کلر شود. 125 تا 150 میلی‌لیتر آب مقطر برای این کار کافی است. می‌توان کمی ازمحلول زیرصافی را برای آزمایش یون کلراید جمع کرده و با اضافه کردن چند قطره محلول $AgNO_3$ 0/1 نرمال به آن از عاری بودن یون کلراید مطمئن شد. یک رسوب سفید نشانگر آن است که رسوب به شستشو بیشتری نیاز دارد.

برای صاف کردن سریع از کروزه گوش می‌توان استفاده کرد (کروزه مورد استفاده باید قبلاً آزمون شود به این صورت که محلول زیرصافی آن از کاغذ صافی عبور داده شود و رسوب باقیمانده بر روی کاغذ نباید بیشتر از 2 میلی‌گرم باشد).

- کاغذ صافی حاوی رسوب را به درون یک کروزه ثابت شده منتقل کرده و سوزانده به قطرفی که شعله‌ور نشود و سپس آن را برای از بین بردن تمامی کربن به یک کوره در دمای 800 تا

900 درجه منتقل می‌کنیم یا با استفاده از قسمت قرمز شعله بنزن به مواد مدت 15 تا 20 دقیقه حرارت می‌دهیم.

توجه 1) کروزه گوش را به وسیله قراردادن آن در یک آون، خشک کرده و سپس آن را درون یک کوره برای مدت 15 تا 20 دقیقه در دمای 800 تا 900 درجه حرارت می‌دهیم.

توجه 2) کروزه‌ها قبل از استفاده باید کاملاً تمیز شده و تا دمای 900 درجه حرارت داده شده و در دسیکاتور سرد و وزن شوند (به وزن ثابت برسند).

- تمام بوته ها را در دسیکاتور سرد کرده و با دقت 0/1 میلی‌گرم، وزن می‌کنیم.
- وزن رسوب را در 0/343 ضرب کرده تا وزن SO_3 را به ما بدهد.
- درصد SO_3 را برحسب نیاز برطبق نمونه‌ی دریافتی محاسبه کرده یا برحسب نمونه‌ای که رطوبت آن خشک شده محاسبه و گزارش می‌کنیم.

8- نمک‌های محلول سدیم و پتاسیم

الف: 20 گرم از نمونه را وزن کرده و به یک بشر 400 میلی‌متر منتقل کرده سپس 150 میلی لیتر آب به آن اضافه نموده و تا زیر نقطه جوش گرم می‌کنیم. با یک شیشه ساعت روی بشر را پوشانده و به مدت یک ساعت با همزن معمولی آن را زیر نقطه جوش نگه می‌داریم. (حداقل 80 درجه سانتی‌گراد).

ب: دوقطره‌ی معرف فنل فتالئین به محلول زیر صافی اضافه می‌کنیم. اگر محلول به رنگ صورتی درآمد به آن قطره قطره NaOH 0/1 نرمال اضافه کرده تا رنگ صورتی کم رنگ، افزایش یابد. HNO_3 0/1 نرمال به آن اضافه کرده تا با هم زدن در یک آن، رنگ صورتی ناپدید شود.

ج: اگر محتویات کلر آن خیلی کم بود آن را تماماً به یک بشر 400 میلی‌لیتر منتقل کرده و مطابق بند «د» عمل می‌کنیم. اگر میزان کلر باقیمانده از انتظار ما بالاتر باشد، محلول زیر صافی را به یک بالن 250 میلی‌لیتری انتقال داده و به حجم رسانده تا در دمای اتاق سرد شود. یک قسمت مساوی مناسب را برمی‌داریم آن را به یک بشر 400 منتقل و تا حجم 100 تا 250 رقیق می‌کنیم.

د: بشر محتوی نمونه را روی یک سطح سفید قرار می‌دهیم 0/5 میلی‌لیتر (10قطره) محلول K_2CrO_4 را به آن اضافه کنید و با محلول نیترات نقره با استفاده از یک میکروبورت که حجم آن 10 میلی‌لیتر و دقت آن 0/02 میلی لیتر است تیتر می‌کنیم تا رنگ زرد آن به یک رنگ نارنجی کم رنگ قابل رؤیت تبدیل شود.

ذ: یک محلول شاهد با حجم مساوی آب همانند حجم نمونه‌های اصلی و همان میزان K_2CrO_4 اضافه می‌کنیم و مانند بالا تیتر کنید تا همان رنگ را مشاهده کنیم.

ر: مقدار کلر را با استفاده از میلی‌لیترهای نیترات نقره مصرفی محاسبه می‌کنیم.

ز: درصد Na_2O و K_2O محلول را بر حسب نمونه‌ی دریافتی محاسبه و گزارش می‌کنیم.

2-8-1- روش‌های استاندارد آزمون‌های فیزیکی گچ

استاندارد گچ‌های ساختمانی ـ روش‌های آزمون فیزیکی که به وسیله‌ی کمیسیون فنی مربوطه تهیه و تدوین شده و در شصتمین جلسه‌ی کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح مورخ 78/10/26 مورد تصویب قرار گرفته، اینک به استناد بند 1 ماده 3 قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه 1371 به عنوان استاندارد رسمی ایران شناخته می‌شود. هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش‌های آزمون فیزیکی برای گچ، گچ پلاستر و بتون گچی می‌باشد.

یادآوری1: محصولات گچی دارای ویژگی خاصی می‌باشند، به طوری که مقادیر کم ناخالصی می‌تواند اثر زیادی بر روی خواص آنها داشته باشد، که این امر ممکن است در اثر کمی بی‌دقتی در آزمایشگاه حاصل شود، لذا برای به دست آوردن نتایج هماهنگ و صحیح، موارد زیر باید با دقت مورد توجه قرار گیرند.

یادآوری2: تمام ابزار باید تمیز باشند، به خصوص باید توجه کرد،که ابزار مورد استفاده از خرده گچ‌های باقی‌مانده و سفت‌شده از آزمون‌های قبلی کاملاً تمیز شوند.

یادآوری3: در هنگام خشک شدن گچ، گچ پلاستر و بتون گچی، باید توجه داشت که دمای اضافی در هنگام خشک‌شدن این محصولات، ممکن است نمونه را کلسینه کرده و موجب عدم صحت نتایج حاصله گردد.

یادآوری4: آب مورد استفاده جهت مخلوط کردن با گچ پلاستر و بتون گچی آب مقطر یا دی یونیزه عاری از کلریدها و سولفات‌ها می‌باشد.

1-8-2-1- **آب آزاد (رطوبت)**

الف: اهمیت و کاربرد

این روش برای تعیین آب آزاد نمونه‌ها در گچ، گچ پلاستر و بتون گچی مورد استفاده قرار می‌گیرد، و نمونه را برای آزمون‌های بعدی آماده می‌کند.

ب: وسائل لازم

1- ترازو با توانایی وزن کردن حداقل 500 گرم و با دقت 0/1گرم.

2- اتوکلاو با قابلیت تنظیم در دمای3±43 درجه سلسیوس جهت خشک کردن نمونه‌ها.

3- دسیکاتور با جاذب‌های مناسب نظیر کلرید کلسیم یا معادل آن.

ج: روش کار500 گرم از نمونه‌ی دریافتی با دقت 0/1 گرم وزن شده و در یک ظرف مناسب بهصورت یک لایه نازک درآورده و به مدت 2 ساعت در اتوکلاو و در دمای3±43 درجه سلسیوس خشک گردیده است (تصویر 1-4). سپس نمونه در دسیکاتور سرد شده و مجدداً وزن گردیده است. مقدار کاهش وزن نشان دهنده‌ی مقدار آب آزاد بوده و درصد آن بر حسب نمونه‌ی دریافتی محاسبه می‌گردد.

تصویر 1-4: حرارت دادن نمونه‌ها در اتوکلاو.

1-8-2-2- غلظت نرمال گچ پلاستر

الف: اهمیت و کاربرد

این روش آزمون، برای تعیین حجم آب لازم برای مخلوط کردن با گچ پلاستر، در هنگام اندازه‌گیری مقاومت فشاری و زمان گیرش به کار می‌رود.

ب: وسایل لازم

1- دستگاه ویکات اصلاح شده[1].

2- ترازو با توانایی وزن کردن حداقل 500 گرم و با دقت 0/1 گرم.

3- استوانه‌ی مدرج با دقت یک میلی‌لیتر و قابلیت اندازه‌گیری در دمای 20 درجه‌ی سلسیوس.

ج: روش کار

صفحه‌ی مبنا، قالب و پیستون مخروطی دستگاه ویکات اصلاح شده به دقت تمیز می‌گردد. برای جلوگیری از نشست نمونه از زیر قالب بر روی صفحه‌ی مبنا، یک لایه‌ی نازک از ژل نفتی یا روغن‌های مناسب دیگر استفاده می‌گردد. مقداری از نمونه (200 تا 300 گرم) را وزن کرده، در یک حجم مشخص از آب با درجه حرارت $21\pm1\ ^{o}C$ می‌پاشیم. اگر گچ غیر کُندگیر باشد، به آب حدود 0/2 گرم از سیترات سدیم به ازای 100 گرم از نمونه اضافه می‌کنیم. اجازه دادیم نمونه به اندازه‌ی 2 دقیقه خیس بخورد، سپس آن را به مدت یک دقیقه با مخلوط‌کن با دقت مخلوط کرده تا یک مخلوط روان و یکنواخت به دست آید.

---

1. دستگاه ویکات اصلاح شده: شامل یک پایه‌ی نگهدارنده پرانتزی (A)، میله‌ی برنجی متحرک و نگهدارنده‌ی پیستون مخروطی (B) با 6/3 میلیمتر قطر و طول مناسب جهت جفت‌شدن در پایه‌ی اصلی است. انتهای پایینی این میله به پیستون مخروطی (C) متصل می‌باشد. جنس این مخروط آلومینیوم بوده و زاویه کج (نوک آن) 53^{o} و $8'$ بوده و ارتفاع آن 45 میلی‌متر می‌باشد. کل وزن میله و مخروط باید 35 گرم باشد. ←

آن را به آرامی درون قالب ریخته تا در اثنای ریختن حباب‌های هوای آن خارج شود و زیادی نمونه را با یک کاردک از روی قالب برداشته و سطح آن را کاملا صاف می‌کنیم.

نوک پیستون مخروطی دستگاه ویکات را بر روی سطح نمونه قرار داده (تقریباً مرکز قالب) به وسیله‌ی نشان دهنده‌ی D عدد روی صفحه‌ی مدرج F را خوانده و بلافاصله مخروط را آزاد می کنیم تا آزادانه به درون نمونه سقوط کند، و پس از توقف میله مجدداً عدد حاصل را می خوانیم. در نمونه‌های کُندگیر این عمل قابل تکرار است، بنابراین برای جلوگیری از خطاهای احتمالی دو یا سه اندازه‌گیری برای هر مخروط باید انجام شود. وزن میله و مخروط در این آزمون 50 گرم می‌باشد.

1-8-2-3- غلظت نرمال بتون گچی

الف: اهمیت و کاربرد

این آزمون مقدار حجم آب لازم جهت مخلوط کردن با بتون گچی را در هنگام تعیین زمان گیرش و مقاومت فشاری تعیین می‌کند.

← وزن میله می‌تواند به وسیله‌ی وزنه‌ی G که سر میله متصل می‌شود، افزایش پیدا کند. این میله به وسیله‌ی پیچ (E) در جای خود ثابت می‌شود و می‌تواند بر روی صفحه مدرج (اشل) F با نشان دهنده‌ی D تا انتها حرکت کند. صفحه‌ی مدرج F به صورت میلی‌متر تقسیم‌بندی شده و به پایه‌ی A متصل است. قالب مخروطی ساخته شده از مواد غیر خورنده و غیر جاذب بوده، و دارای قطر داخلی در پایین برابر 60 میلی‌متر و در بالا برابر 70 میلی‌متر و ارتفاع 40 میلی‌متر می‌باشد. صفحه‌ی مبنأ در زیر قالب قرار گرفته و برای پُر کردن قالب مورد استفاده قرار می‌گیرد، که معمولاً از یک صفحه‌ی شیشه‌ای با مساحت 1100 مترمربع استفاده می‌شود.

ب: وسایل لازم

1- غلظت‌سنج[1].

2- ترازو با توانایی وزن کردن حداقل 2000 گرم و با دقت 0/1 گرم.

ج: روش کار

2000 گرم از نمونه را درون یک حجم مشخص از آب که در آن 0/1 گرم سیترات سدیم قبلاً اضافه شده، پاشیده (دمای آب باید 1±21 درجه سلسیوس باشد) و بعد از آنکه نمونه برای مدت 1 دقیقه خیس خورد، آن را به مدت سه دقیقه مخلوط نموده، تا یک (سیال یکنواخت) به دست آید.

این سیال را درون دستگاه غلظت سنج ریخته تا کاملاً پُر شود. بلافاصله خروجی پایین را کاملاً باز کرده، اجازه می دهیم همه‌ی مخلوط بر روی صفحه‌ی مبنا تخلیه شود.

بتون گچی هنگامی دارای غلظت نرمال در نظر گرفته می‌شود، که بر روی صفحه‌ی مبنا برآمدگی 12/7 ± 381 را ایجاد کند. غلظت نرمال براساس میلی لیترهای آب لازم جهت اضافه کردن به 100 گرم بتون گچی گزارش می گردد.

---

1. غلظت‌سنج: شامل یک ظرف مخروطی است که از مواد غیر خورنده و غیر جاذب ساخته می‌شود، قطر داخلی آن در بالا برابر 229 میلی‌متر و در پایین 44/5 میلی‌متر بوده و ارتفاع برابر 139/7 میلی‌متر را داراست. دارای یک دروازه‌ای اسلایدی (خروجی صفحه‌ای) در پایین می‌باشد، که از پایین با صفحه‌ی مبنا 102 میلی‌متر فاصله دارد. صفحه‌ی مبنا معمولاً صفحه‌ای شیشه‌ای است، که عاری از خراش بوده و مساحتی تقریباً برابر 457 مترمربع را داراست.

1-8-2-4- زمان گیرش

الف: اهمیت و کاربرد

این روش آزمون برای تعیین زمان گیرش گچ پلاستر و بتون گچی، همچنین برای مطابقت با ویژگی استاندارد این محصولات به کار می‌رود.

ب: وسایل لازم

1- دستگاه ویکات[1].

2- ترازو با توانایی وزن کردن 500 گرم و با دقت 0/1 گرم.

3- کورنومتر یا ساعت برای اندازه‌گیری زمان گیرش.

اطاقک کنترل دما و رطوبت با قابلیت نگهداری دمای 1±21 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حداقل 85 درصد.

---

1. دستگاه ویکات: دستگاه ویکات شامل بدنه اصلی A می‌باشد که میله متحرک B به آن متصل می‌باشد، و وزنی در حدود 300 گرم را داراست، که یک سر آن C دارای قطری معادل 10 میلی‌متر و طولی برابر 50 میلی‌متر می‌باشد. به سر دیگر آن سوزن قابل تعویض D متصل می‌باشد، که دارای قطر 1 میلی‌متر و طول 50 میلی‌متر می‌باشد. میله‌ی B باید قابلیت برگشت پذیری را داشته باشد و بتواند در هر نقطه دلخواه به وسیله‌ی پیچ E ثابت شود، و همچنین دارای یک نشان‌دهنده‌ی قابل تنظیم F بوده که بر روی صفحه‌ی مدرج (که به صورت میلی-متر درجه‌بندی شده) متصل‌شده بر روی بدنه‌ی A حرکت می‌کند. خمیر باید درون یک مخروط سخت G که کل آن بر روی صفحه‌ی H قرار گرفته ریخته شود. این مخروط سخت باید از مواد غیر خورنده و غیر جاذب ساخته شود، و قطر داخلی آن در پایین 70 میلی‌متر و در بالا 60 میلی‌متر و ارتفاع 40 میلی‌متر باشد. ←

ج: روش‌کار

کورنومتر را از زمانی که مواد خشک با آب تماس حاصل پیدا می‌کنند به کار انداخته؛ 200 گرم از نمونه مورد آزمون را جهت ساختن یک خمیر با غلظت نرمال با مقدار لازم آب مخلوط می‌کنیم. خمیر حاصله را به اندازه‌ی کافی مخلوط نموده تا یکنواخت شود، و حلقه‌ی مخروطی (قال) را با این خمیر پُر می‌کنیم.

دمای آب مورد مصرف باید 1±21 درجه سلسیوس باشد. حلقه‌ی مخروطی را بر روی صفحه‌ی مبنا قرار داده و آن را تا سطح بالایی از خمیر مربوطه پُر می‌کنیم (تصویر A5-1). سوزن ویکات را درست در موقعیتی قرار دهید که نوک آن با سطح بالایی خمیر مماس باشد، و در همین موقعیت آن را به وسیله پیچ E ثابت کنید.

پیچ را آزاد کرده به صورتی که سوزن آزادانه به درون خمیر سقوط کند (تصویر B5-1). بعد از هر نفوذ سوزن را تمیز نموده و صفحه مبنا را به همراه حلقه اندکی جابه‌جا کرده تا سوزن دوبار در یک محل فرود نیاید.

زمانی که سوزن تا یک میلی‌متر تا انتهای خمیر نفوذ کند، زمان گیرش اولیه در نظر گرفته می‌شود. و زمانی که سوزن به اندازه‌ی حداکثر یک میلی‌متر از سطح فرو نرود زمان گیرش نهایی در نظر گرفته می‌شود.

← به علاوه دستگاه ویکات باید با مشخصات زیر مطابقت داشته باشد: وزن قطرف متحرک (پیستون3) 300 گرم، بزرگترین قطر انتهایی پیستون 10±0/05 میلی‌متر، قطر سوزن 1±0/05 میلی‌متر، قطر داخلی حلقه در پایین (قالب) 3±0/7 میلی‌متر، قطر داخلی حلقه در بالا (قالب) 3±0/6 میلی‌متر، ارتفاع حلقه(قالب) 1±0/4 میلی‌متر، دقت صفحه درجه بندی 0/1 میلی‌متر، میزان درجه‌بندی وقتی با استاندارد آن مقایسه می‌شود 0/1 میلی‌متر می‌باشد، اما نباید کمتر از 0/25 میلیمتر باشد.

تصویر 1-5: A) دستگاه ویکات و پُر کردن حلقه‌ی مخروطی آن از خمیر گچ. B) نفوذ سوزن به درون خمیر جهت تعیین زمان گیرش.

1-8-2-5- مقاومت فشاری

الف: اهمیت و کاربرد

این روش، برای تعیین مقدار مقاومت فشاری گچ پلاستر و بتون گچی و تطابق نتایج با ویژگی استاندارد محصولات به کار می‌رود.

ب: وسایل لازم

1- دستگاه پرس با ظرفیت مناسب.

2- اتوکلاو خشک کننده با قابلیت نگهداری دما در محدوده‌ی 5±38 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حداکثر 50 درصد.

3- دسیکاتور که حجم آن برای نگهداری یک سری 6 عددی از نمونه‌های مکعبی مناسب بوده و دارای جاذب مناسب نظیر پِر کلرات منیزیم یا کلرید کلسیم باشد.

4- قالب‌های مورد نیاز جهت تهیه نمونه‌ها مکعبی[1].

ج: روش آزمون

حداقل 1000 میلی‌لیتر از ملات نمونه با غلظت نرمال تهیه کرده و درون شش قالب می‌ریزیم . برای تعیین مقدار آب و تهیه ملات مطابق بندهای 4 و 5 عمل کرده، با این تفاوت که از مواد کُندگیر کننده استفاده نمی‌شود.

دمای آب مورد استفاده باید 1±21 درجه سلسیوس باشد. مقدار آب مورد نیاز را درون یک ظرف 2 لیتری ریخته (ظرف باید کاملاً تمیز باشد)، و برای تمام انواع پلاستر به جز بتون گچی، نمونه را به آن اضافه کرده، اجازه می‌دهیم برای مدت دو دقیقه خیس بخورد، سپس آن را به مدت یک دقیقه با شدت تمام به هم زده تا ملاتی با غلظت یکنواخت حاصل شود. برای بتون گچی مدت خیساندن یک دقیقه بوده و مخلوط کردن شدید (تقریباً 150 دور در دقیقه) با یک قاشق بزرگ به مدت سه دقیقه می‌باشد.

1- این قالب‌ها مکعبی بوده و ابعاد آن 50/8 میلی‌متر می‌باشد و جنس آن از مواد سخت غیر جاذب و غیر خورنده ساخته می‌شود. قالب‌ها باید به اندازه‌ای سخت باشد که در هنگام پُر کردن، پهن و تغییر شکل ندهند. هر قالب نباید بیش از سه خانه‌ی مکعبی داشته باشد، همچنین هنگامی که قالب‌ها روی هم سوار می‌شوند، اجزاء قالب‌ها باید همدیگر را محکم و سفت نگه دارند و ابعاد آنها به این شرح باشد: فاصله‌ی بین سطوح مقابل هم و ارتفاع قالب‌ها که به صورت مجزا اندازه‌گیری می‌شوند، برای هر خانه‌ی مکعبی در قالب‌های نو 50/8±13 میلی‌متر و قالب‌های کهنه حداکثر 50/8±0/51 میلی‌متر باشند، زاویه بین سطوح داخلی کنار هم بین سطوح داخلی و بالا و پایین قالب‌ها، باید 90±0/5 درجه در نقطه‌ای تقاطع سطوح اندازه‌گیری می‌شود.

قالب‌ها را با لایه‌ی نازکی از ورق‌های قالب‌گیری یا مشابه آن پوشانده، و آن را بر روی یک صفحه‌ی شیشه‌ای یا فلزی روغن مالی شده قرار می‌دهیم. لایه‌ای از ملات به ضخامت تقریباً 25 میلی‌متر را در ته هر قالب ریخته، با یک قاشک پهن 25 میلی‌متر آن را بین سطوح مقابل هم حداقل 10 مرتبه به هم می‌زنیم، تا حباب‌های هوای آن کاملاً خارج شود. قالب‌ها را به آرامی تا نقطه‌ی بالای آن از ملات تهیه شده پُر می‌کنیم (به وسیله‌ی ریختن مقداری از ملات و هم زدن و خارج کردن هوای آن مانند لایه‌ی اول، (تصویر1-A6).

بعد از سفت شدن ملات، به وسیله‌ی یک کاردک اضافه‌ی آن را از روی قالب‌ها پاک کرده و سطح آنها را صاف می‌کنیم (تصویر 1-B6). قالب‌های پُر شده را در هوای مرطوب (90 تا 100 درصد رطوبت نسبی) قرار داده، پس از سفت‌شدن نمونه‌ها آن را از قالب‌ها خارج کرده، و برای مدت حداقل 16ساعت در هوای مرطوب قرار می‌دهیم. بعد از این مدت، نمونه‌ها را در اتوکلاو قرار داده و آنها را خشک کرده تا به وزن ثابت برسند. برای این کار هر روز نمونه‌ها را وزن کرده، خشک کردن نمونه‌ها نباید بیش از هفت روز طول بکشد.

نمونه‌ها را قبل از آزمون به مدت 16 ساعت در دسیکاتور قرار دهید. آزمون بلافاصله پس از خارج کردن نمونه‌ها از دیسیکاتور انجام می‌پذیرد.

بلافاصله پس از خشک شدن نمونه‌ها مقاومت فشاری آنها را تعیین می کنیم. نمونه‌های مکعبی را طوری زیر دستگاه پرس قرار داده، که بار وارده بر سطوحی که با قالب در تماس بوده‌اند وارد شود (تصویر1-7). بار باید آرام و بدون ضربه وارد شود، به طوری که بار وارده در هر ثانیه حدود 1 تا 2/8 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.

تصویر 1-6: A) پُر کردن قالب‌ها جهت تهیه‌ی نمونه‌های مکعبی. B) صاف نمودن سطح روی نمونه‌ی درون قالب پس از سفت شدن ملات.

تصویر 1-7: قرار دادن نمونه‌های مکعبی تهیه شده زیر دستگاه پرس (point loud) جهت تعیین مقاومت فشاری.

1-8-2-6- مقاومت خمشی

الف: اهمیت و کاربرد

این روش برای تعیین مقدار مقاومت خمشی گچ و محصولات آن و تطابق نتایج با ویژگی استاندارد این محصولات به کار می‌رود.

ب: وسایل لازم

1- قالب‌های به کار رفته شرایط عمومی قالب‌های اشاره شده در آزمایش قبل را دارا هستند، با این تفاوت که مکعب مستطیلی بوده و دارای ابعاد 160×40×40 میلی‌متر می‌باشند.

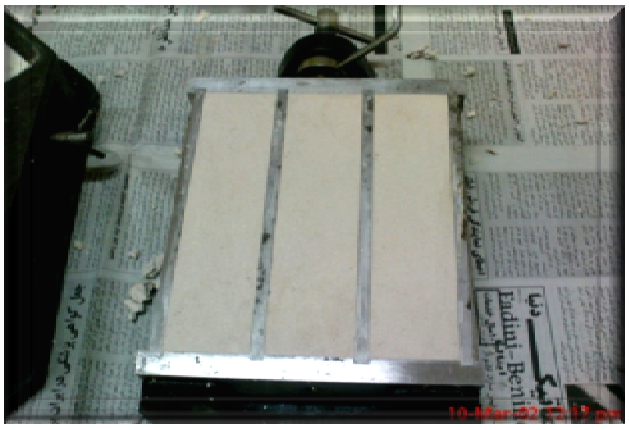
2- اتوکلاو خشک‌کننده.

3- دسیکاتور با حجم مناسب جهت نگهداری 6 نمونه‌ی مکعب مستطیلی و جاذب‌های مناسب.

5- دستگاه اندازه‌گیری مقاومت خمشی.

ج- روش کار

ملات با غلظت نرمال از نمونه‌ی مورد آزمایش را تهیه و قالب‌ها را از آن پُر و آماده کرده (تصویر1-8) و سپس خشک می‌کنیم (تصویر1-A9). سپس با استفاده از دستگاه ویکات اصلاح شده، مقاومت خمشی را اندازه‌گیری می‌کنیم(تصویر1-9 B).



تصویر 1-8: پُر کردن قالب‌ها از خمیر تهیه‌شده جهت تهیه‌ی نمونه‌های مکعب مستطیل.

تصویر 1-9: A) نمونه‌ها پس از خارج کردن از قالب و خشک کردن. B) دستگاه مقاومت تک‌محوری (ویکات اصلاح‌شده‌ی گچ) جهت تعیین مقاومت خمشی.

1-8-2-7- وزن مخصوص

الف: اهمیت و کاربرد

این روش آزمون، برای تعیین وزن مخصوص بتون گچی سخت شده و محصولات دیگر، و مطابقت نتایج با ویژگی‌های استاندارد این محصولات به کار می‌رود.

ب: وسایل لازم

ترازویی با توانایی وزن کردن حداقل 1500 گرم و با دقت یک گرم.

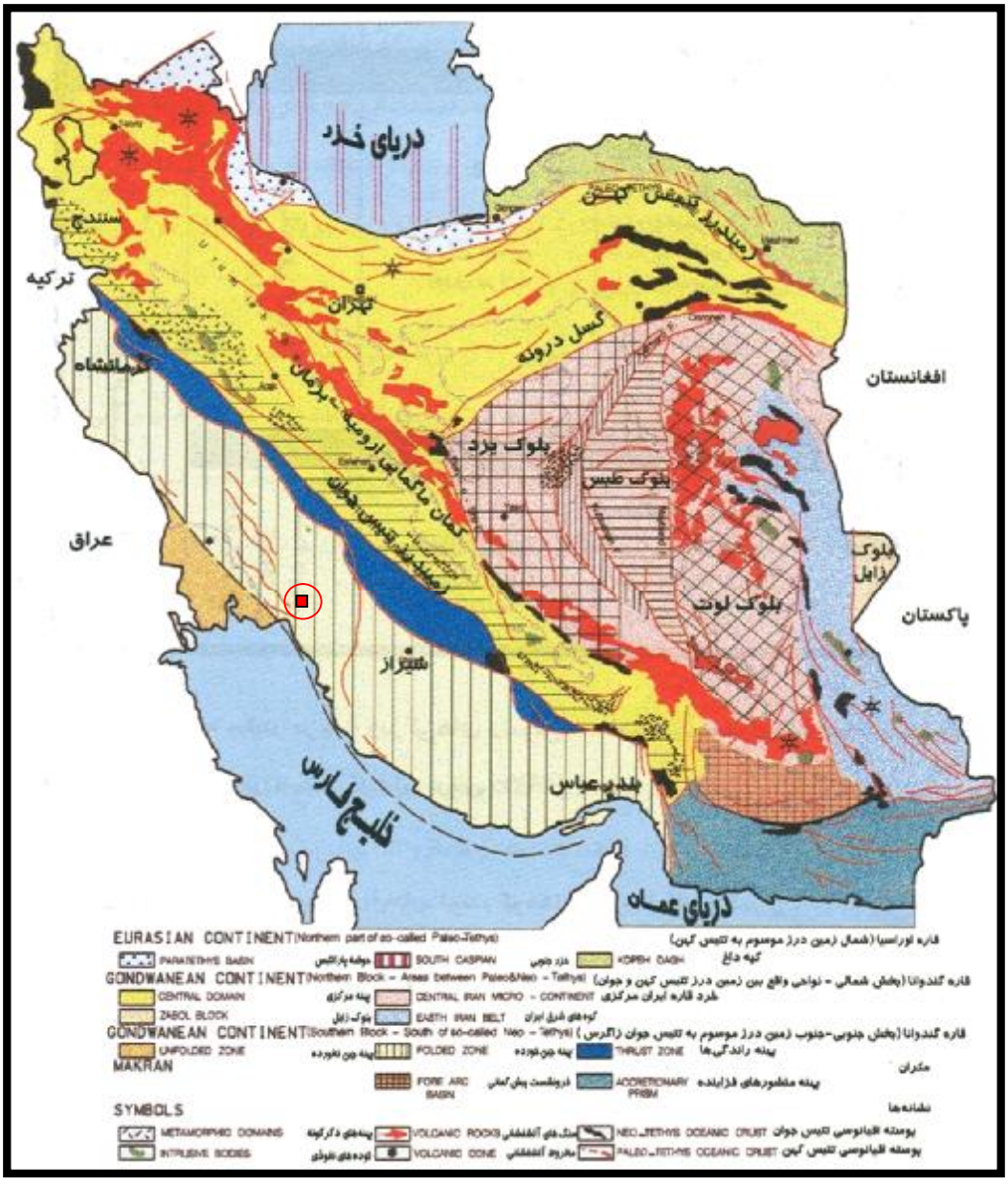
ج: روش کار

تعیین دانسیته‌ی بتون گچی و محصولات دیگر با وزن کردن شش مکعب که از قبل تهیه و خشک شده است، پیش از تعیین مقاومت فشاری انجام می‌پذیرد (تصویر 1-A&B10).

تصویر 1-10 (B & A): وزن کردن نمونه‌های خشک‌شده‌ی مکعبی شکل برای تعیین دانسیته.

2-1- مقدمه

جایگاه محدوده‌ی مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ایران (آقانباتی، 1379)، پهنه‌ی زاگرس چین‌خورده است. (شکل 2-1).



شکل 2-1: پهنه‌های رسوبی –ساختاری عمده‌ی ایران (آقانباتی، 1379).

زاگرس چین‌خورده، به گفته‌ای دیگر « زاگرس بیرونی»، با پهنای 150 تا 250 کیلومتر، ناوه‌ی (Trough) حاشیه‌ای و کراتونی سپر عربستان است که در مزوزوییک و سنوزوییک در حال نشست پیوسته بوده و ترادف‌های ستبر رسوبی در آن انباشته می‌شده است. در گستره‌ی زاگرس چین‌خورده، سنگ‌های پرکامبرین پسین تا تریاس میانی، رخساره‌ی گندوانایی و مشابه با دیگر نواحی ایران دارند. ولی توالی‌های مزوزوییک و سنوزوییک آن، با رسوب‌های هم زمان دیگر نواحی ایران، رخساره‌های سنگی و حتی زیستی متفاوتی دارند و بیشتر معرف رخساره‌های جنوب تتیس جوان است. این نکته نشان می‌دهد که از تریاس میانی به بعد، شرایط رسوبی حاکم بر زاگرس چین‌خورده، نسبت به دیگر مناطق ایران، تفاوت داشته است.

در زاگرس چین‌خورده، رخنمونی از سنگ‌های پرکامبرین دیده نشده و حفاری‌های نفتی نیز تاکنون به پی‌سنگ نرسیده است. با توجه به بررسی‌های ژئوفیزیکی، باور بر این است که پی‌سنگ پرکامبرین زاگرس ادامه‌ی شمال - شمال خاوری سپر نوبی –عربی(Arabian – Nubian Shield) است که از شمال خاور آفریقا تا عربستان و حتی در زیر حوضه‌ی زاگرس ادامه دارد. پوشش رسوبی روی پی‌سنگ، با مجموعه‌ای از سنگ نمک، انیدریت، سنگ‌آهک، دولومیت و سنگ‌های آذرین (مجموعه‌ی هُرمز) آغاز می‌شود که تغییرات سنی آن از پرکامبرین پسین تا کامبرین میانی است و بخشی از آنها به صورت حدود 115 گنبد نمکی، از زمان ژوراسیک به بعد به سطح زمین رسیده‌اند.

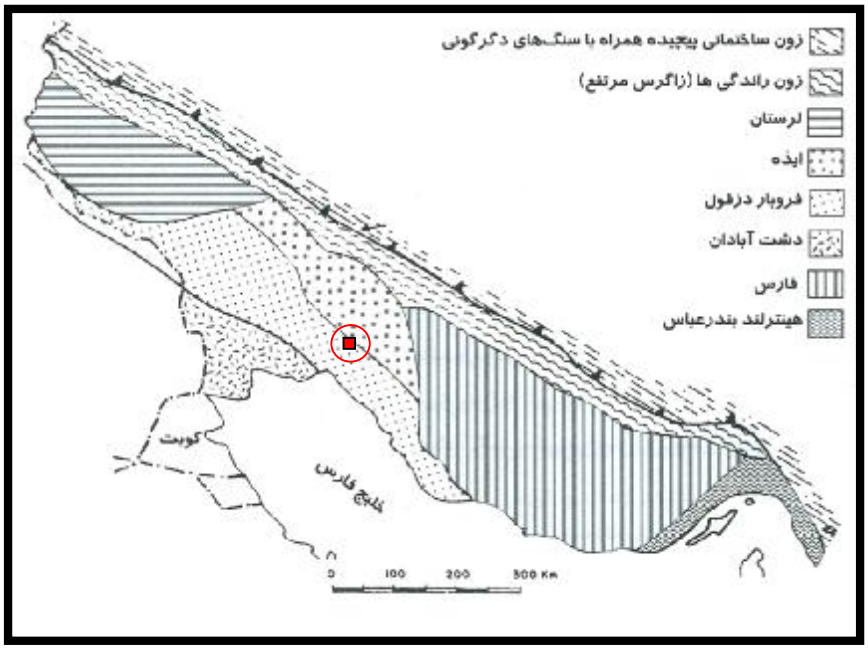
بین سنگ‌های کامبرین (سازند میلا) و اردویسین (سازند ایلبیک)، نبود چینه‌نگاشتی مهمی وجود ندارد. به نظر می‌رسد که یک نبود چینه‌نگاشتی مهم به بزرگی حدود 40 میلیون سال، از

اشکوب ترمادوسین از زمان اردویسین تا میانه‌ی سیلورین در ردیف پالئوزوییک وجود دارد. یک نبود چینه‌شناختی دیگر به بزرگی بیش از 70 میلیون سال، بین اواخر فرازنین از دونین، تمامی کربنیفر تا اشکوب ساکمارین (Sakmarian) از پرمین مشخص است.

در پرمین پسین تمامی زاگرس در زیر یک پیشروی گسترده قرار گرفته که سازند دالان حاصل آن است. سنگ‌های تریاس زاگرس چین‌خورده، رخسارهٔ کربناتی- تبخیری دارد و شامل دو سازند کنگان (در زیر) و دشتک (در بالا) است. رسوبات ژوراسیک تا نئوژن زاگرس چین‌خورده چند هزار متر ضخامت دارند و به طور هم‌شیب بر روی توالی فلات قاره پالئوزوییک قرار دارند. در توالی ژوراسیک - نئوژن این ناحیه هیچ‌گونه دگرشیبی ناحیه‌ای دیده نمی‌شود با این حال، وجود گودی‌های مستقل جدا شده با پشته‌های برآمده، و به ویژه حرکت‌های مشخص زمین‌ساختی، موجب تغییراتی در سنگ رخساره و ضخامت رسوبات گردیده است. چنین تغییراتی به حرکت‌های خشکی‌زای پیش از کوهزایی نسبت داده شده است که گاهی سبب پسروی کامل دریا، نبودهای رسوبی و حتی پدیده‌ی لاتریتی‌شدن گردیده است.

بررسی‌های دیرینه جغرافیا نشان می‌هد که زاگرس چین‌خورده در همه جا ویژگی‌های زمین‌شناختی یکسان ندارد. از این جهت مطیعی در سال 1374 زاگرس چین‌خورده را به زیر پهنه‌های زیر تقسیم کرده است که محدوده‌ی اکتشافی شمس‌عرب در مرز زیر پهنه‌های ایذه و فروافتادگی دزفول واقع شده است (شکل 2-2).

1- فروافتادگی کرکوک
2- لرستان
3- پهنه‌ی ایذه
4- فرو افتادگی دزفول (Embayment Dezful)
5- پهنه‌ی فارس
6- پس‌خشکی بندرعباس
7- دشت آبادان



شکل 2-2: زیر پهنه‌های عمده‌ی زاگرس (مطیعی، 1374).

2-2- زمین‌شناسی عمومی منطقه

2-2-1- سازند تبخیری گچساران (فارس پایینی)

سازند گچساران به عنوان یکی از سازندهای تشکیل دهنده‌ی گروه فارس(جیمز و واینـد، 1965) توسط کارشناسان شرکت ملی نفت ایران معرفی شده است. در این گروه به ترتیب و از قدیم به جدید سازندهای گچساران، میشان وآغاجاری جای گرفته‌اند که اصلی‌ترین سازندهای این گروه بشمار می‌روند.

این سازند به عنوان پوش‌سنگ میدان‌های نفتی آسماری نخستین سازند گروه فارس است که در مناطق فروافتادگی دزفول- لرستان تا حوضه‌ی خلیج فارس گسترش دارد. سن این سازند زمان‌گذر است به گونه‌ای که که مرز پایینی آن در حوالی جزیره ی قشم به الیگوسن و شاید ائوسن برسد ولی در نواحی شمالی به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) می‌رسد.

در ناحیه‌ی فارس، این سازند به بخش‌های چهل، چَمپه و مول تغییر رخساره می‌دهد ولی در نواحی مجاور راندگی زاگرس، به سازند رازک تبدیل می‌شود. کامل‌ترین مقطع این سازند از نظر چینه‌شناسی درچاه‌های میدان گچساران به عنوان برش الگو (غیر رسمی) معرفی شده که 7 عضو و 1600 متر ستبرا دارد.

سنگ نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ، سنگ‌آهک و مقداری شیل بیتومین‌دار، بدون نظم چینه‌ای، واحدهای اصلی سازند گچساران هستند. ویژگی عضوهای هفتگانه برش الگو در جدول2-1 آمده است.

جدول 2-1: ویژگی عضوهای هفتگانه‌ی سازند گچساران.

بخش	سنگ شناختي	ضخامت (متر)
۷	تناوب انیدریت، مارن خاکستري و سنگ‌آهك (قابل تقسیم به ۵ زون)	۱۲۷
٦	انیدریت، مارن‌هاي سرخ و آهك (در پایین)،سنگ نمك (وسط) انیدریت و مارن (در بالا)	۲۷۸
٥	تناوب انیدریت، مارن سرخ، سنگ نمك و لایه‌هاي نازك سنگ‌آهك	۲۰۸
٤	تناوب سنگ نمك ضخیم، مارن‌هاي خاکستري، انیدریت، کمي لایه‌هاي آهکي	۸۲٤/٥
۳	انیدریت، مارن‌هاي خاکستري ضخیم	۲۲٥
۲	سنگ نمك، انیدریت، مارن خاکستري، باندهاي نازك سنگ‌آهك	۱۱۲/٥
۱	٥ چرخه تبخیري شامل انیدریت، مارن، آهك و کمي شیل بیتومین‌دار	٤۰

گفتنی است که ضخامت و سنگ‌شناسی بخش‌های هفتگانه‌ی برش الگو و عضوهای سه‌گانه‌ی منطقه‌ی فارس ثابت نیست. به همین‌رو در بیشتر نواحی، این سازند (گچساران) قابل بخش‌بندی نیست و با نام کلی سازند گچساران از آن یاد می‌شود. سنگواره‌های جانوری موجود در سازند گچساران متعلق به محیط‌های کولابی و لب‌شور، به طور عموم شامل Rotalia, Nonina و به طور محلی شامل Charophytes است. استراکود و بریوزوآ به همراه Farsensis Peneroplis، Dendritina rangi، Chilostomellids و Miliolids در تمامی سازند گچساران یافت می‌شود. در استان فارس، سازند گچساران به سه عضو چهل (در زیر) چَمپه (وسط) و مول (در بالا) تقسیم شده است.

2-2-2- سازند آواری رازک

از جنوب باختری زاگرس (زاگرس چین‌خورده) به طرف شمال خاوری این ارتفاعات (زاگرس بلند)، سازند تبخیری گچساران با حضور یک واحد تدریجی، به ردیف‌های آواری سُرخ‌رنگی به نام «سازند رازک» می‌رسد. به همین‌رو درگذشته رازک درون سازند گچساران دسته‌بندی می‌شد و گاه نیز عنوان «رخساره ی ماسه‌سنگی گچساران» داشت.

در حال حاضر این نهشته‌های آواری یک واحد سنگی رسمی است که بُرش الگوی آن در پهلوی شمالی کوه جهرم، به ضخامت 744/4 متر، متشکل از مارن‌های سُرخ رنگ، سبز تا خاکستری سیلتی با هوازدگی کم، همراه با مقداری آهک سیلتی است که به طور هم‌شیب در روی سازند آهکی آسماری و در زیر «عضو آهکی گوری» از سازند میشان قرار دارد. ولی مرز بالا و پایین آن در همه جا یکسان نیست. برای نمونه در لرستان، سازند رازک در زیر سازند آغاجاری است و یا در شمال بندر عباس این سازند روی مجموعه‌ی نمکی هرمز و در زیر آهک گوری قرار دارد. ضخامت سازند رازک نیز متغیر است، گاهی کمتر از 50 متر و گاهی تا بیش از 1300 متر اندازه‌گیری شده است.

از رازک فسیل‌های زیادی گزارش شده و تغییرات سنی آن نیز در خور توجه است. سازند رازک در لرستان به سن بوردیگالین تا میوسن بالایی، در ناحیه ی فارس مرکزی از بوردیگالین تا میوسن میانی، در بندرعباس الیگوسن تا میوسن پیشین و در حوالی سی‌سخت از آکی تانین تا میوسن پیشین است. با توجه به تغییرات زیاد ویژگی زیست‌چینه‌ای و زمان‌چینه‌ای، این باور وجود دارد که

سازند رازک رسوبات آواری حوضه‌ی تبخیری سازند گچساران و به احتمال سکوهای کربناتی سازند آسماری است. به سوی جنوب و جنوب باختر، به طور زبانه‌ای با سازند گچساران جایگزین می‌شود. این جایگزینی کم و بیش با جایگزینی سازند تاربور با گورپی و سازندهای ساچون و جهرم با سازند پابده هم محل است.

2-2-3- **سازند مارنی میشان (فارس میانی)**

از اواخر بوردیگالین با فرونشست نواحی واقع بین سکوی فارس و فروافتادگی دزفول محیط دریایی گسترش یافته و سازند گچساران با یک دریای پیشرونده و کم ژرفا پوشیده شده است. در گذشته به نهشته‌های مارنی سبز رنگ این دریا، «گروه آرژیلی» و یا «مارن‌های انگورو» گفته می‌شد، ولی امروزه نام «سازند مارنی میشان» دارد که نام آن از دهکده‌ای واقع در 50 کیلومتری جنوب - جنوب خاوری شهرستان گچساران گرفته شده است.

در بُرش الگو (میدان نفتی گچساران) سازند میشان شامل 710 متر مارن خاکستری و آهک‌های رُسی سرشار از پوسته و صدف سنگواره‌ها است. 60 متر قسمت پایینی سازند، بیشتر سنگ آهک‌های دارای کرم است که به نام لایه‌های کرم‌دار نامگذاری شده و به طرف جنوب خاوری با سنگ‌آهک‌های ریفی «بخش گوری» از سازند میشان جایگزین می‌شود. از محل بُرش الگو به طرف شمال خاوری زاگرس، سازند میشان بیشتر ماسه‌ای است ولی در فارس داخلی و بندرعباس بیشتر رخساره‌ی سیلتی دارد. گاهی در این سازند لایه‌های سُرخ رنگی وجود دارد که حاصل نهشت

دوبـاره‌ی مجموعـه ی هرمـز دانسـته شـده اسـت. در نقـاطی کـه ایـن آواری‌هـا ضـخامت زیـاد دارنـد، بـه آن «عضو ماسه‌سنگی میشان» گفته می‌شود.

بـه اسـتثنای فـارس داخلـی کـه میشـان بـر روی سـازند رازک اسـت در دیگـر نقـاط، میشـان بـین دو سـازند گچسـاران (در زیـر) و سـازند آغاجـاری (در بـالا) قـرار دارد. مـرز پـایینی آن ناگهـانی و مـرز بـالایی آن تـدریجی اسـت. از میـدان نفتـی گچسـاران بـه طـرف لرسـتان، سـازند میشـان در جهـت جـانبی بـه رخسـاره‌ی تخریبـی آغاجـاری تبـدیل مـی‌شـود، بـه همـین دلیـل در لرسـتان سـازند میشـان گـزارش نشـده است.

سـنگ‌آهـک ریفـی عضـو گـوری از سـازند میشـان بـه داشـتن مقـدار زیـادی اُپراکولینـا و دیگـر ریـز سـنگواره‌هـا شـاخص اسـت. افـزون بـر آن روزنـه‌داران پلانکتـون، دو کفـه‌ای‌هـا، شـکم پایـان، خارپوسـتان سن این سازند را از میوسن پیشین تا میوسن میانی مشخص می کنند.

2-2-3-1- **عضو آهکی گوری**

در گذشـته ایـن واحـد سـنگی بـه نـام‌هـای «سـازند گـوری» و یـا «آهـک اُپرکولینـا» خوانـده مـی‌شـد ولـی امـروزه عضـوی از سـازند میشـان اسـت کـه بُـرش الگـوی آن در تنـگ گـوری در 28 کیلـومتری جنـوب خـاوری شهرسـتان لار، بـه ضـخامت 111 متـر، شـامل سـنگ‌آهـک‌هـای کـرم رنـگ، سـخت، خشـن، برجسته و حاوی سنگواره‌های فراوان با تناوب مارن خاکستری است.

مرز پایینی این عضو که ممکن است ناگهانی و یا هم‌شیب باشد، با سازند گچساران و یا سازند رازک است. مرز بالایی گوری با سازند میشان گاهی تدریجی و گاهی ناگهانی است. تغییرات ضخامت عضو آهکی گوری زیاد است به گونه‌ای که در ناحیه‌ی بندرعباس تا 1200 متر می‌رسد ولی از فارس به سوی خوزستان، عضو گوری نازک می‌شود و در شمال باختری گسل کازرون ناپدید می‌شود. عضو گوری در میدان گازی سرخون نقش سنگ مخزن دارد.

2-2-4- **سازند آواری آغاجاری (فارس بالایی)**

سازند آغاجاری که در گذشته به نام‌های گروه آبی، طبقه‌ی آبی، طبقات دارای پکتن واسلی، طبقات سُرخ رنگ و فارس بالایی نامیده می‌شد، توالی ستبری (گاهی تا 3000 متر) از نهشته‌های آواری سُرخ رنگ و همزمان با کوهزایی است که گستره‌های وسیعی از لرستان، خوزستان و فارس و حتی عراق، سوریه و ترکیه را زیر پوشش دارد. ولی در خوزستان و لرستان این سازند بیشتر از انواع رسوبات دریاچه‌ای، خلیج دهانه‌ای و رودخانه‌ای است، در حالی که در فارس ساحلی و جزیره‌ی قشم ویژگی‌های دریایی دارد.

نام این سازند از شهرستان آغاجاری اقتباس و بُرش الگوی آن در طول جاده ی اُمیدیه به چاه‌های میدان نفتی آغاجاری مطالعه شده است. در این بُرش، سازند آغاجاری شامل 2966 متر، تناوب تکراری چرخه‌هایی است که به طرف بالا دانه‌ریز می‌شود. هر چرخه، به ضخامت 10 تا 100 متر، با لایه‌های ماسه‌سنگ آهکی، به ضخامت 2 تا 5 متر، به رنگ قهوه‌ای تا خاکستری آغاز و با

لایه‌ی ضخیمی از مارن سُرخ رنگ در تناوب با لایه‌های نازک سیلت‌سنگ و ماسه‌سنگ ریز دانه ادامه می‌یابد. ولی در یک نگاه منطقه‌ای، سازند آغاجاری به دو رخساره‌ی متفاوت دیده می‌شود. در فارس داخلی، بندر عباس، شمال فروافتادگی دزفول و مرز ایران - عراق، سازند آغاجاری رخساره‌ی ماسه‌سنگی دارد. در حالی که، در فارس ساحلی و بخش میانی و جنوبی فروافتادگی دزفول، رخساره‌ی این سازند مارنی است. مرز پایینی این سازند با واحد سنگی میشان بیشتر تدریجی است و درآغاز مارن‌های سُرخ انتخاب می‌شود. ولی در لرستان که سازند میشان وجود ندارد، سازند آغاجاری بر روی سازند گچساران نهشته شده است. مرز بالایی آغاجاری، با و یا بدون بخش لهبری، با سازند کنگلومرای بختیاری است که گاه تدریجی و هم‌شیب و گاه ناگهانی و دگرشیب است. در فروافتادگی دزفول، سازند آغاجاری بیشترین ضخامت را دارد ولی به طرف خاور و جنوب خاور، ستبرای این سازند کاهش می‌یابد.

در این روند، کاهش ضخامت سازند آغاجاری با افزایش ضخامت سازند میشان همراه است، به همین‌رو، گاهی سازندهای آغاجاری و میشان همزمان دانسته می‌شوند و به همین جهت است که سن آغاجاری از میوسن میانی تا پلیوسن فرض می‌شود. اما سازند آغاجاری در همه جا هم‌سن نیست. از شمال باختر به جنوب خاور و از شمال خاور به جنوب باختر، سن این سازند جوان‌تر می‌شود. ریزسنگواره‌های سازند آغاجاری به محیط‌های آب شیرین تا لب شور تعلق دارند که بیشتر در سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای قاعده‌ی این سازند دیده می‌شوند. سنگواره‌های درشت فراوانی را نیز می‌توان در بخش بالایی سازند آغاجاری دید که بیشتر سن پلیوسن دارند. آثاری از اسب هیپاریون نیز

در بخش لهبری گزارش شده که متعلق به پلیوسن است. بنابراین سن آغاجاری میوسن بالایی تا پلیوسن است.

عضو آواری لَهبَری در بخش‌هایی از خوزستان و جنوب باختری لرستان، در بالاترین بخش سازند آغاجاری، توالی همگنی از مارن‌های سیلتی و سیلت‌سنگ، به رنگ نخودی تا خاکی، وجود دارد که در گذشته به نام بختیاری پایینی و یا لایه‌های بدبوم نامیده می‌شد. ولی امروزه، به دلیل شباهت‌های سنگ‌شناختی، این نهشته‌ها عضوی از سازند آواری آغاجاری، به نام «لَهبَری» دانسته می‌شوند که ردیف حدواسط از رسوبات رودخانه‌ای مآندری (سازند آغاجاری) به رسوبات رودخانه‌های بریده بریده و رسوبات مخروط افکنه‌ای (سازند بختیاری) است. بُرش الگوی این عضو در تنگ تکاب واقع در حدود 10 کیلومتری شمال خاوری شهر هفتگل اندازه‌گیری شده که شامل 1575 متر سیلت‌سنگ، مارن‌های سیلتی – گچ‌دار، ماسه‌سنگ کربناتی و ژیپس است و یکی از ویژگی‌های آن، درشت شدن دانه‌ها به طرف بالا است. این عضو رنگ نخودی تا خاکی دارد به همین رو گاهی تفکیک آن از واحدهای جوان حاصل از فرسایش سازند آغاجاری و کنگلومرای بختیاری دشوار است. به طرف شمال خاوری و جنوب خاوری لهبری به صورت زمانی (قائم) و مکانی (جانبی) و به حالت بین‌انگشتی به سازند آغاجاری تبدیل می‌شود. به همین دلیل، گاهی تفکیک این دو دشوار است. ولی رنگ نخودی و فرسودگی بیشتر، کمک زیادی برای تفکیک لهبری از آغاجاری است. در عضو لهبری، سنگوارههای محیط‌های لب شور تا شیرین کم عمق پیدا می‌شود. آثار هیپاریون متعلق به پلیوسن، از جمله آثار یافت شده در عضو لهبری است.

2-5-2- سازند کنگلومرای بختیاری

سازند کنگلومرای بختیاری ویژگی رسوبات آبرفتی - کوهپایه‌ای حاصل از فرسایش ارتفاعات را دارد که بیشتر شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ‌آهکی است که گاهی به صورت هم‌شیب و گاهی دگرشیب بر روی سازندهای کهن‌تر نهشته شده است. باسک (1917)، سازند بختیاری را به سه بخش پایینی، میانی و بالایی تقسیم کرد. ولی امروزه بخش پایینی، عضوی از سازند آغاجاری به نام لهبری است و به مجموعه ی بخش میانی - بالایی نیز بختیاری گفته می‌شود که بُرش الگوی آن در شمال مسجد سلیمان (گدار لندر) شامل 550 متر کنگلومرا با قطعاتی به ابعاد خرسنگ، قلوه سنگ و ریگ، به سن‌های گوناگون است که با کلسیتِ درشت دانه و رُس، سیمانی شده‌اند.

2-3- زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه با وسعت تقریبی 100 هکتار، دربردارنده‌ی سه واحد زمین‌شناسی است که از قدیم به جدید شامل سازندهای گچساران، میشان و رسوبات آبرفتی کواترنری می‌باشد.

تصویر 2-1: دورنمایی از سازند گچساران که در بخشی از محدوده مورد مطالعه واقع شده است.

(دید به طرف جنوب خاور)

2-3-1- **سازند گچساران** [M^{G}_{m}] [M^{G}_{gy}]

شامل تناوبی از لایه‌های گچ و مارن‌های قرمز و خاکستری مایل به سبز می‌باشد (تصویر2-2). امتداد لایه‌ها از شمال باختر- جنوب خاور تا خاوری- باختری متغیر است که این متغیر بودن به علت عملکرد گسل‌های موجود و حالت پلاستیکی و فشارهای جانبی لایه‌های گچی می‌باشد. جهت این فشارهای جانبی شمال خاور- جنوب باختر تا خاور- باخترمی‌باشد. ضخامت لایه‌های گچی از 0/5 متر تا 15 متر متغیر است. شیب عادی لایه‌های گچی از حالت افقی تا 85 درجه متغیر است اما در اکثر قسمت‌ها شیب برگشته و بین 50 تا 88 درجه به طرف شمال خاور تا خاور می‌باشد. در بعضی قسمت‌های دره‌ی موجود در شمال محدوده، شیب لایه‌ها کاملاً افقی می‌باشد. ضخامت مارن‌های سبز و قرمز بین واحدهای گچی از 1 مترتا حداکثر 5 متر است که در همبری یکدیگر و در بین لایه‌های گچ قرار گرفته‌اند. تغییر در رنگ مارن‌ها به دلیل تغییرات در عمق و شرایط فیزیکوشیمیایی محیط رسوبگذاری (عمدتاً تغییرات EH) در زمان نهشته‌شدن می‌باشد.

تصویر2-2: تناوب لایه‌های گچ و مارن سازند گچساران در محدوده مورد مطالعه (دید به طرف جنوب باختر).

در محدوده‌ی مورد مطالعه، کلیه رخنمون‌های سنگ گچ از لحاظ شکل، رنگ، بافت و ساخت، سختی و 000 مورد بررسی کامل قرار گرفت. رنگ نمونه‌های سنگ گچ از سفید تا خاکستری بسیار تیره می‌باشد. سنگ گچ‌های به رنگ خاکستری تا خاکستری تیره با بافت بلورین، متراکم و بسیار سخت‌تر از سنگ گچ‌های سفید رنگی هستند که بافت رشته‌ای و دانه شکری می‌باشند.

مهمترین بافت‌های موجود در سنگ گچ، بافت رشته‌ای،ورقه‌ای، دانه‌ای ریز بلور، متراکم، بلورین و کلوفرم می‌باشد. تصاویر 2-3، 2-4، 2-5 و 2-6 به‌ترتیب نمایی از بافت‌های رشته‌ای، کلوفرم، ، دانه‌شکری و ورقه‌ای سنگ گچ را در محدوده اکتشافی نشان می‌دهند.

تصویر 2-3: نمایی از بافت رشته‌ای سنگ‌گچ در محدوده‌ی اکتشافی.

بافت رشته‌ای در واقع از بافت‌های ثانویه است که در شکستگی‌های هیدرولیکی به صورت رگه‌ای بوجود آمده است. ژیپس دارای این بافت که ساتین‌اسپار نامیده می‌شود، بیشترین سنگ گچ موجود در محدوده می‌باشد.

تصویر 2-4: نمایی از بافت کلوفرم در سنگ‌گچ مربوط به محدوده‌ی اکتشافی.

بافت دانه‌شکری نسبتاً متراکم، که همان آلاباستر می‌باشد، یکی از مهمترین بافت‌های موجود در سنگ‌گچ محدوده مورد مطالعه می‌باشد.

تصویر 2-5: نمایی از بافت دانه‌شکری در واحد سنگ‌گچ مربوط به محدوده‌ی اکتشافی.

سلنیت (Selenite) یا ژیپس ورقه‌ای شکل و شفاف که از کانی‌های درشت سولفات کلسیم ثانویه تشکیل شده است، در برخی از قسمت های محدوده مشاهده می‌شود (تصویر 2-6).

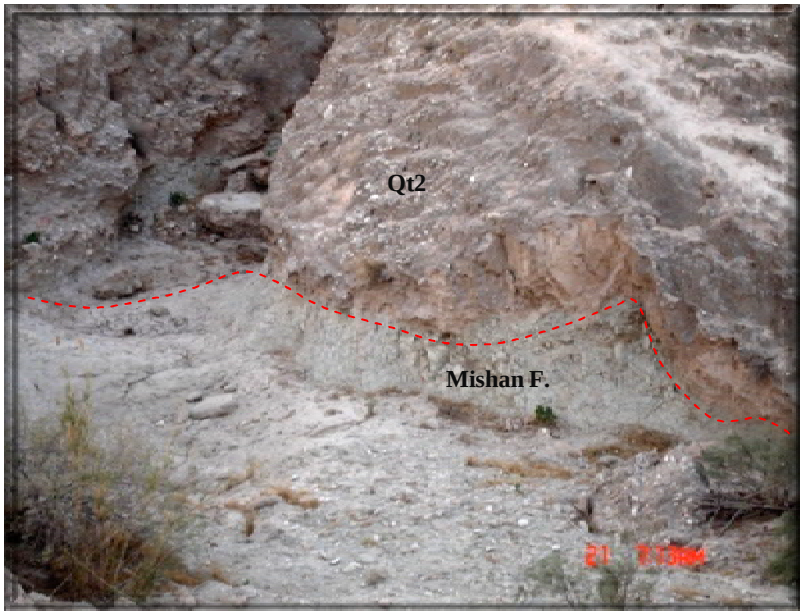
تصویر 2-6: نمایی از ژیپس ورقه‌ای و شفاف در واحد سنگ‌گچ مربوط به محدوده‌ی اکتشافی.

در برخی از رخنمون‌ها، شکاف‌هایی در اثر انحلال بر روی ژیپس به وجود آمده که ساخت انحلالی را به نمایش می‌گذارد (تصویر 2-7). بیشترین ناخالصی که همراه ژیپس دیده میشود، ناخالصی‌های رسی است.

تصویر 2-7: نمایی از ساخت انحلالی در سنگ‌گچ مربوط به محدوده‌ی اکتشافی.

2-3-2- **سازند میشان** [M^{M}_{m}]

این سازند در منطقه شامل مارن‌های خاکستری مایل به سبز و میان لایه‌های نازکی از آهک رُسی فسیل‌دار می‌باشد؛ که مرز سازند میشان با گچساران (قاعده سازند میشان) توسط یکی از همین میان لایه‌های آهکی فسیل‌دار مشخص می‌شود (تصویر A9-2). این مرز ناگهانی و هم‌شیب می‌باشد. امتداد لایه‌ها شمال‌خاور- جنوب باختر شیب لایه‌ها برگشته و حدود 60 تا 65 درجه می‌باشد. این لایه‌های آهکی به ضخامت 10سانتیمترتا 1 متر به تناوب با مارن خاکستری قرار گرفته‌اند و درواقع عضو آهک گوری است که در گذشته به نام‌های سازند گوری ویا آهک اُپرکولینا خوانده می‌شد ولی امروزه بخشی از سازند میشان است. در بعضی قسمت‌ها، لایه‌های مارنی سازند میشان بر اثر فشارهای جانبی چین‌خورده است (تصویرB9-2). عمدتاً به سبب فرسایش سازند میشان، دشت شمس‌عرب بین سازندهای گچساران و آغاجاری تشکیل شده است. مورفولوژی این سازند در محدوده ملایم و آبرفت‌های کواترنری روی آن را پوشانده‌اند (تصویر 2-8).



تصویر 2-8: رسوبات آبرفتی [Qt2] بر روی مارن‌های سبز میشان در حاشیه‌ی مسیر رودخانه.

تصویر 2- 9: A) تناوبی از لایه‌های سنگ‌آهک رس‌دار و مارن در قاعده‌ی سازند میشان.
B) چین‌خوردگی در لایه‌های مارنی میشان بر اثر فشارهای جانبی.

2-3-3- رسوبات آبرفتی کواترنری

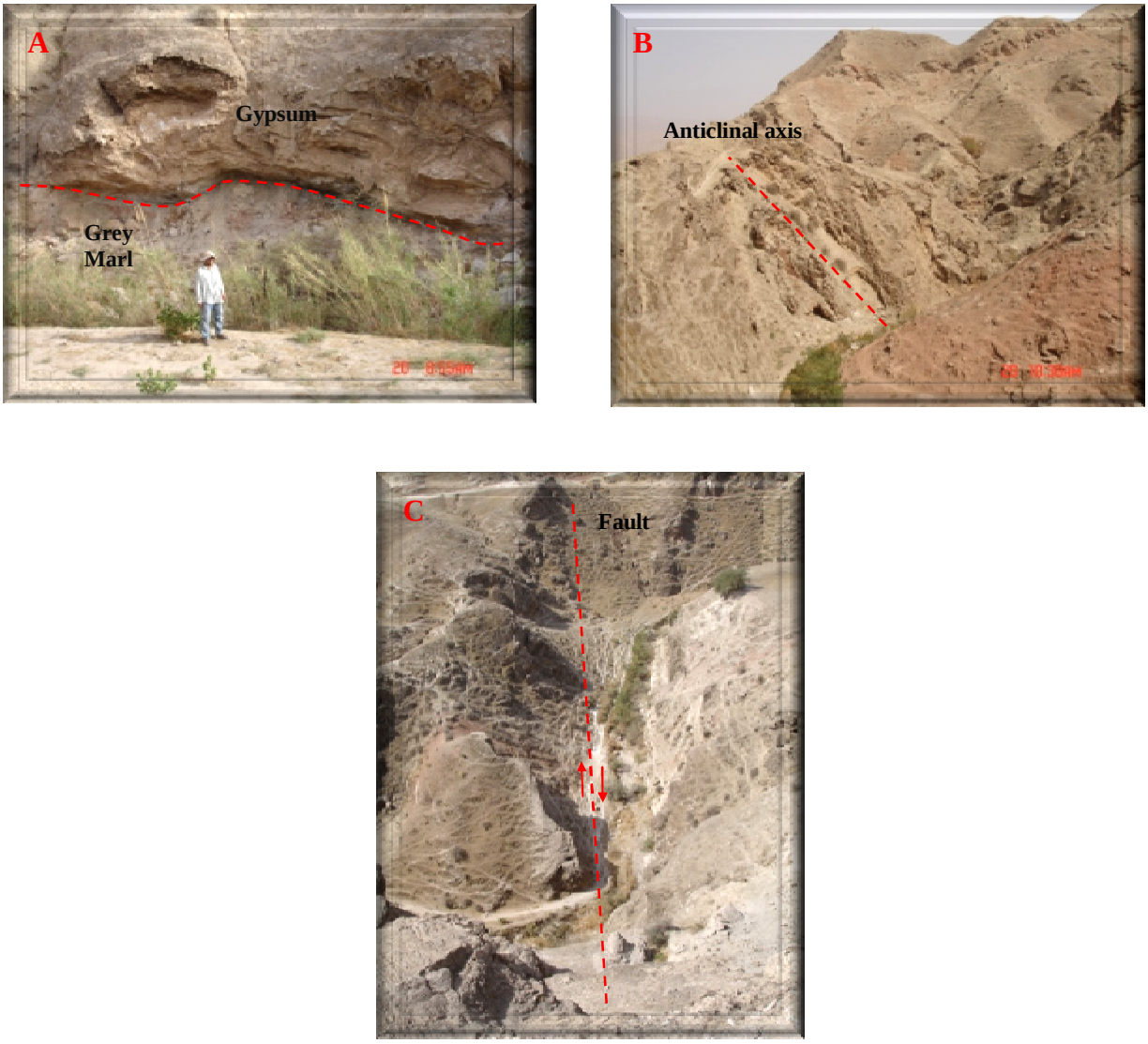
در این محدوده رسوبات آبرفتی به دو صورت رودخانه‌ای [Qal] و رسوبات آبرفتی [Qt2] مشاهده می‌شوند. رسوبات آبرفتی [Qt2] شامل قطعات ریز و درشت گچ در یک زمینه‌ی رُسی - سیلتی خاکی رنگ است که به طرف شمال باختر و باختر، قطعات مارنی میشان نیز در آن افزایش می‌یابد. این نهشته‌ها که دشت آبرفتی شمس‌عرب را تشکیل می‌دهند، بر روی سازند میشان قرار گرفته و به طورگسترده قسمت‌های شمال باختر و باختر محدوده اکتشافی را در برگرفته‌اند (تصویر 2-10). رسوبات [Qal] نهشته‌های کنونی بستر رودخانه‌ی شمس‌عرب است که شامل قطعات ریز و درشت سنگ گچ، سنگ آهک و مارن میشان می‌باشد. رودخانه‌ی موجود در باختر محدوده که از جنوب کارخانه‌ی گچ با جهت شمال خاوری- جنوب باختری عبور می‌کند، نیمرخ کاملی از این رسوبات را به نمایش گذاشته است. در برخی از قسمت‌های مسیر این رودخانه، به خصوص در بخش‌های عمیق‌تر آن، رخنمون‌های باریکی از مارن‌های سبز میشان قابل مشاهده‌اند. شایان ذکر است که تغییر جهت‌های موجود در مسیر این رودخانه می‌تواند بیانگر گسله بودن آن باشد.

تصویر2- 10: پوششی از رسوبات آبرفتی [Qt2] بر روی مارن‌های سبز میشان در دشت شمس‌عرب و در اطراف کارخانه‌ی ساران‌گچ (دید به طرف شمال باختر).

2-4- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک محدوده مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه از نظر ساختمانی در زون زاگرس چین‌خورده قرار دارد. روند عمومی این زون شمال باختر– جنوب خاور می‌باشد، اما در محدوده‌ی مورد نظر خاصیت پلاستیکی و ارتجاعی لایه‌های گچ و عملکرد گسل‌های موجود باعث تغییرات بسیار در شیب و روند لایه‌ها که عمدتاً تناوبی از سنگ گچ و مارن مربوط به سازندهای گچساران و میشان می‌باشند، شده است. در واقع ساختمان چین‌خورده سازند گچساران خود چندین بار چین‌خورده است و باعث ایجاد طاقدیس و ناودیس‌هایی (Flexural fold) در محدوده شده است. به نظر می‌آید در مرکز محدوده، ناودیسی وجود دارد که راستای محورآن شمال‌خاور- جنوب‌باختر می‌باشد. ضخامت لایه‌های گچی در محور این ناودیس چند برابر شده‌است. همچنین دو محور طاقدیس یکی با راستای شمالی- جنوبی، در مرکز محدوده و دیگری با راستای شمال باختر- جنوب خاور، در شمال خاور محدوده مورد مطالعه مشاهده می‌شود (تصویر 2-11). شیب لایه‌ها عمدتاً برگشته و بین 50 تا 88 درجه به طرف خاور تا شمال خاور متغیر است. در بخش‌هایی از محدوده نیز شیب لایه‌ها عادی وبین 20 تا 85 درجه می‌باشد. در قسمتی از دیواره رودخانه عمیق شمال محدوده شیب لایه‌ها افقی است (تصویر 2-A11). روند عمومی لایه‌ها شمال، شمال خاور- جنوب، جنوب باختر می‌باشد، اما در قسمت‌های شمال خاور و جنوب محدوده روند خاوری- باختری نیز دیده می‌شود. در ارتفاعات شستشوی لایه‌های مارنی بین لایه‌های سنگ گچ، باعث به وجود آمدن دره‌های عمیق در محدوده شده است. یک سری گسل در بخش‌های شمالی و جنوبی محدوده با روند شمال باختر- جنوب خاور که همان روند عمومی زاگرس چین‌خورده است، مشاهده می‌شود. همچنین گسل‌هایی با روند شمال خاور- جنوب باختر که عمود بر گسل‌های اصلی می‌باشند، محدوده را تحت تاثیر قرار

داده‌اند. کلیه گسل‌ها دارای جابجایی عمدتاً راست‌گرد می‌باشند و عملکرد این گسل‌ها باعث ایجاد تغییراتی در شیب و امتداد لایه‌های گچی و مسیر رودخانه شده است(تصویر2-C11).



تصویر 2-11: A) حالت افقی لایه‌های سنگ‌گچ که در شمال محدوده دیده می‌شود (دید به طرف شمال).

B) دورنمایی از یک طاقدیس واقع در شمال خاور محدوده‌ی مورد مطالعه (دید به طرف شمال باختر).

C) گسلی با راستای شمالی - جنوبی که باعث تغییر در مسیر رودخانه شده است (دید به طرف شمال).

3-1- مقدمه

عملیات اکتشافی در محدوده‌ی شمس عرب با تهیه‌ی نقشه‌ی توپوگرافی با مقیاس 1:1000 و با منحنی تراز 1 متری به روش برداشت مستقیم زمینی و با دوربین توتال استیشن آغاز شد. سپس بر مبنای نقشه‌ی توپوگرافی، تهیه نقشه‌ی زمین‌شناسی- معدنی که مراحل مختلف آن شامل تعیین همبری لایه‌های گچی با لایه‌های مارنی و تعیین ضخامت آنها، برداشت شیب و امتداد لایه‌ها و گسترش آنها و بررسی زمین‌شناسی ساختمانی منطقه می‌باشد، انجام گردید. در مرحله‌ی بعدی برای نمونه‌برداری دقیق و سیستماتیک، در جهت عمود بر لایه‌های گچی، 2 رشته ترانشه به طول تقریبی 500 متر طراحی و حفر شد. علاوه بر این از یک دره‌ی عمیق در شمال و جاده‌ی شرکت گاز در جنوب محدوده به عنوان دو ترانشه‌ی طبیعی برای نمونه‌برداری از لایه‌های گچی استفاده گردید. پس از حفر ترانشه‌ها، برداشت ترانشه که شامل تهیه‌ی برش مورفولوژی و زمین‌شناسی دیواره و کف ترانشه با مقیاس 1:100 می‌باشد با استفاده از متر، کمپاس، شاقول و GPS انجام شد. نمونه‌برداری از ترانشه‌ها به روش کانالی و با تفکیک رخساره‌ای از کلیه‌ی لایه‌های گچی صورت پذیرفت که از نمونه‌های اخذ شده 124 نمونه برای آنالیز شیمی‌تر و 29 نمونه برای کانی‌پرتونگاری (XRD) در نظر گرفته شد. همچنین یک پیشکار اکتشافی در لایه‌ی M واقع در ترانشه‌ی T1 با استفاده از چکش بیل مکانیکی حفر گردید که مقدار 10 تن نمونه از آن و همچنین لایه‌های A و B همین ترانشه جهت انجام تست تکنولوژیکی و آزمایش‌های فیزیکی برای تعیین کیفیت سنگ گچ برداشت گردید.

3-2- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:1000

عملیات نقشه برداری و تهیه‌ی نقشه توپوگرافی به مقیاس 1:1000 و با منحنی تراز 1 متری در منطقه‌ی نیمه کوهستانی به روش برداشت مستقیم زمینی در وسعت 100 هکتار در خرداد ماه سال 87 انجام گردید. تجهیزات فنی مورد استفاده شامل موارد زیر می‌باشد:

1- دوربین توتال استیشن لایکا مدل TC407

2- دستگاه GPS گارمین مدل VISTA.

3- کامپیوتر

4- بی‌سیم دستی

5- ژالن، منشور، تراز نبشی و متر

پس از انجام عملیات نقشه‌برداری، نقشه‌های توپوگرافی به تعداد 4 فایل با فرمت dwg تهیه و به صورت 4 برگه‌ی A0 گردید. مراحل مختلف عملیات نقشه‌برداری و تهیه نقشه توپوگرافی به شرح ذیل می‌باشد:

3-2-1- شناسایی منطقه و تعیین محدوده برداشت 1:1000 در وسعت 100 هکتار

با حضور کارشناسان شرکت مشاور، نماینده‌ی سازمان صنایع و معادن استان کهکیلویه و بویراحمد، محدوده‌ی به وسعت 100 هکتار برای انجام عملیات نقشه‌برداری زمینی مشخص گردید.

3-2-2- تعیین ایستگاه و ایجاد ساختمان ایستگاه

بعد از شناسایی منطقه و بررسی توپوگرافی محدوده، تعداد 6 ایستگاه اصلی با مختصات ذیل، در داخل محدوده به وسیله‌ی بتن ایجاد و نامگذاری گردید.

جدول 3-1: مختصات ایستگاه‌های اصلی نقشه‌برداری

Y	X	Station
3363770.93	467042.95	**A**
3363858.75	466982.91	**B**
3363805.56	466934.06	**C**
3363749.56	466678.65	**D**
3363676.38	466417.03	**E**
3363399.39	466682.53	**F**
3363479.82	466730.01	**G**

3-2-3- پیمایش (بستن شبکه نقاط بتنی)

بعد از بتن گذاری با استقرار روی هر ایستگاه و نشانه‌روی به ایستگاه قبل (BS) و بعد (FS) با مشاهدات طول و زاویه ایستگاه‌های موردنظر قرائت شد . که بعد از محاسبات و تصحیحات، مشاهدات طول و زاویه تبدیل به مختصات X,Y,Z شد. در جدول 3-1 مختصات ایستگاه‌های اصلی نقشه‌برداری، آمده است.

3-2-4- مختصات‌دار کردن ایستگاه‌ها با استفاده از GPS

بعد از انجام محاسبات پیمایش، کارشناس نقشه‌بردار روی ایستگاه‌های A و B مستقر شده و با GPS (از نوع Garmin مُدل Vista-HCx) مختصات UTM ایستگاه‌های مذکور ثبت گردید و پس از آن مختصات محلی نقشه به UTM تبدیل گردید.

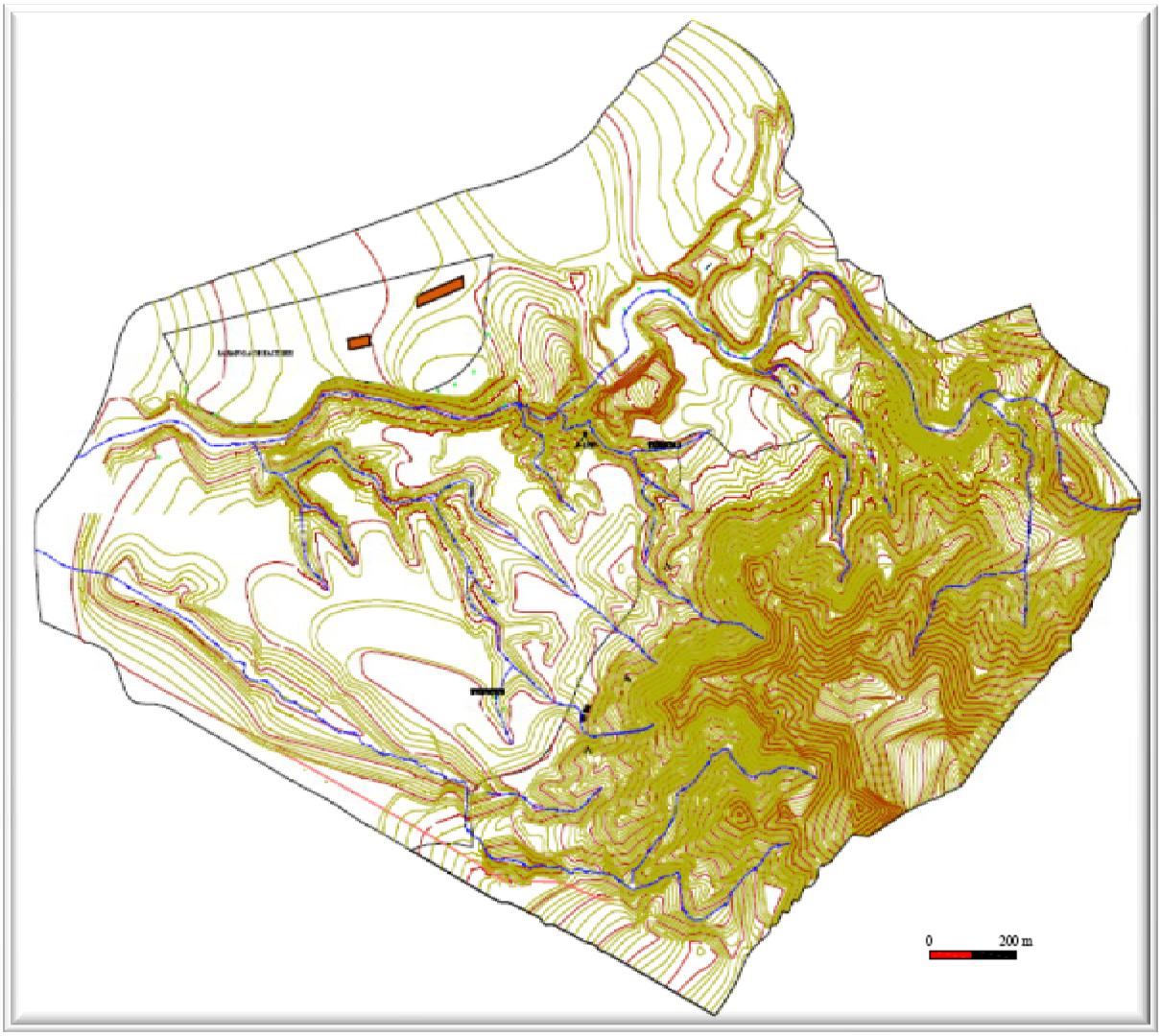
3-2-5- برداشت جزئیات و عوارض

در این مرحله با استقرار روی ایستگاه‌ها به وسیله‌ی دوربین توتال استیشن لایکا مُدل TC407 و با استفاده از نفرات موجود (ژالون‌گیر) به روش طول و زاویه (LHV) کلیه عوارض طبیعی و مصنوعی با تراکم مناسب برای نقشه 1:1000 برداشت شد (تصویر 3-1).

تصویر 3-1: قرائت عوارض طبیعی توسط نقشه‌بردار با دوربین توتال‌استیشن.

3-2-6- ترسیم و کارتوگرافی

در این مرحله پس از اتمام کار زمینی و تبدیل مشاهدات طول و زاویه به مختصات UTM، با استفاده از نرم‌افزار SDRMAP منحنی میزان‌های 1 متری ترسیم گردید. عوارض موجود در منطقه به وسیله‌ی نرم افزار AutoCAD ویرایش و تنظیم شده و در نهایت در فرمت DWG ارائه شده است.



شکل 3-1: نقشه توپوگرافی 1:1000 گچ شمس‌عرب که از کنار هم قرار دادن 4 ورقه‌ی 1:1000 به دست آمده است.

3-3- تهیه نقشه زمین شناسی-معدنی با مقیاس 1: 1000

تهیه نقشه زمین‌شناسی- معدنی در محدوده‌ی شمس‌عرب در چندین مرحله و در گستره‌ای به وسعت 100 هکتار، بر مبنای نقشه توپوگرافی 1000 : 1 انجام گردید. مراحل مختلف انجام نقشه زمین‌شناسی به شرح ذیل می‌باشد.

3-3-1- برداشت‌های صحرایی

عملیات صحرایی شامل مراحل مختلفی می‌باشد که عبارتند از:

1- تعیین همبری لایه‌های گچ با لایه‌های اطراف و تعیین ضخامت لایه‌ها با استفاده از دوربین نقشه‌برداری از نوع توتال‌استیشن و همچنین تعیین همبری سازند میشان با سازند گچساران.

2- برداشت شیب و امتداد لایه‌های گچی و همچنین گسترش آنها (تصویر 3-2).

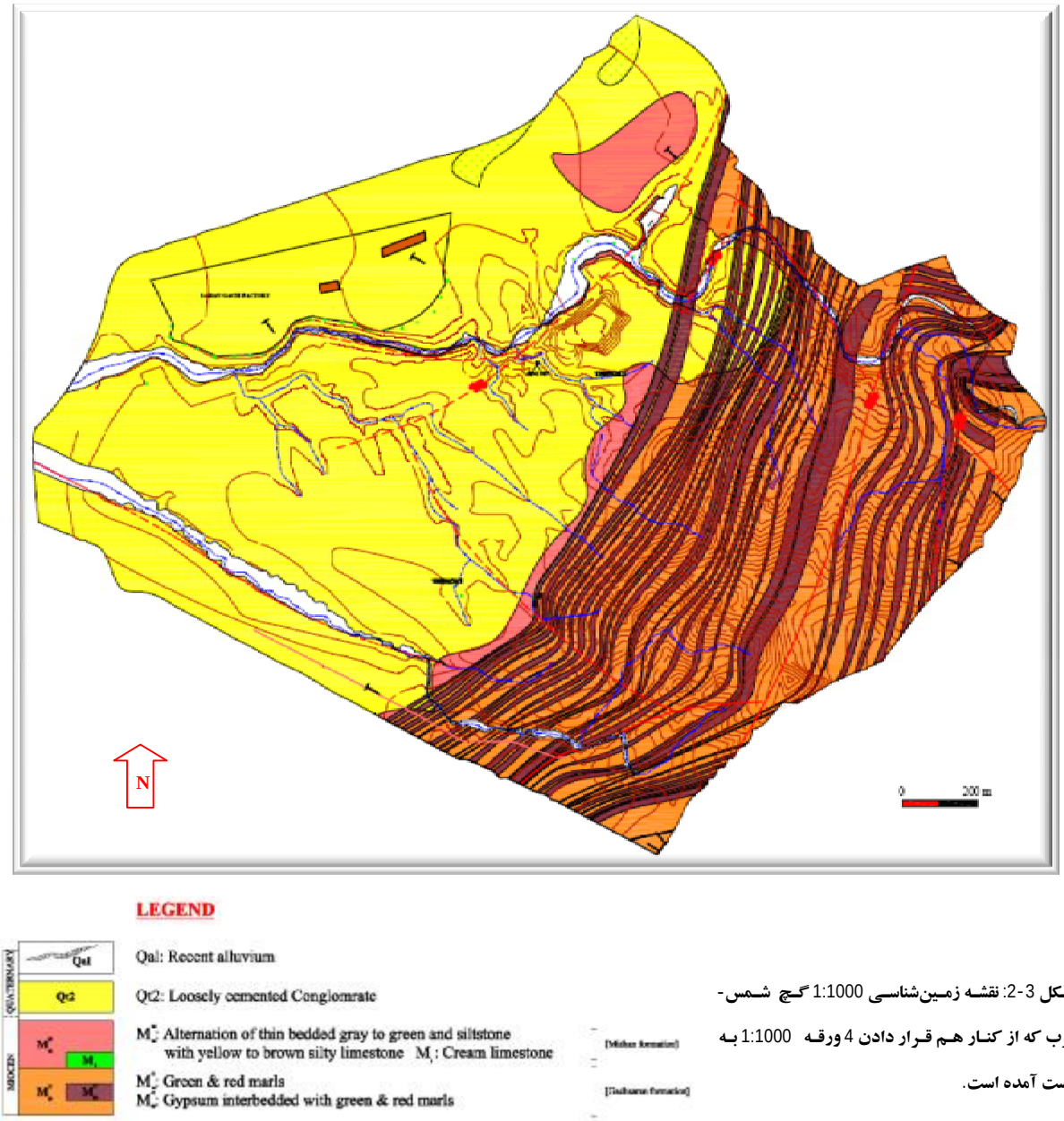
3- تعیین سیستم‌های گسلی و چین‌خوردگی.

تصویر 3-2: برداشت شیب و امتداد لایه‌ها در مرحله‌ی تهیه نقشه زمین‌شناسی.

3-3-2- پردازش داده‌های میدانی

1- پردازش اطلاعات صحرایی شامل وارد نمودن ا طلاعات مربوط به Source Map و Micro Station به نرم‌افزار AutoCAD.

2- رقومی نمودن کلیه اطلاعات ورودی در نرم‌افزار AutoCAD و تهیه نقشه زمین‌شناسی - معدنی.



شکل 3-2: نقشه زمین‌شناسی 1:1000 گچ شمس- عرب که از کنار هم قرار دادن 4 ورقه 1:1000 به دست آمده است.

3-4- حفر و برداشت ترانشه‌های اکتشافی

3-4-1- حفر ترانشه‌های اکتشافی

در این مرحله دو ترانشه هر یک به طول تقریبی 250 متر توسط بیل مکانیکی حفر گردید (تصویر 3-3). عرض هر دو ترانشه حدوداً 120 سانتی‌متر و عمق آنها با توجه به ضخامت پوشش خاک و قسمت‌های هوازده از 1 متر تا 3 متر تغییر می‌کند. این ترانشه‌ها عمود بر امتداد لایه‌های گچی و مارن‌های میان آنها در امتداد تقریباً خاوری- باختری طراحی گردید تا تغییرات ماده معدنی و ضخامت واقعی آنها کاملاً مشخص باشد.

تصویر 3-3: حفر ترانشه‌های اکتشافی به‌وسیله بیل‌مکانیکی در محدوده‌ی اکتشافی.

علاوه بر دو ترانشه‌ی حفرشده، از یک دره‌ی عمیق در شمال محدوده و همچنین جاده‌ی شرکت گاز در جنوب محدوده به عنوان دو ترانشه‌ی طبیعی NT1 و NT2 جهت نمونه‌برداری از لایه‌های گچی استفاده گردید. بدین منظور ابتدا قسمت‌های هوازده به عرض 60 تا 80 سانتیمتر

برداشته شد تا گچ غیر هوازده رخنمون پیدا کند؛ سپس کانالی به عرض 20 سانتیمتر برای نمونه برداری مشخص گردید (تصویر 3-4).

تصویر3-4: تراش قسمت‌های هوازده‌ی لایه‌ی سنگ گچ در ترانشه‌ی طبیعی (NT1)، واقع در حاشیه‌ی رودخانه‌ی شمالی محدوده‌ی اکتشافی.

3-4-2- برداشت ترانشه‌های اکتشافی

پس از حفر هر ترانشه، برداشت ترانشه که شامل تهیه‌ی بُرش مورفولوژی و زمین‌شناسی دیواره و کف ترانشه (با مقیاس 1:100) و از طرف دیگر ثبت ویژگی‌های زمین‌شناختی رخساره‌های سنگی مختلف است، انجام گرفت. ابزار مورد استفاده در این برداشت‌ها عبارتند از: متر، کمپاس، شاقول و GPS. چگونگی اجرای کار به شرح ذیل می‌باشد:

1- متری را به عنوان مبنای تمامی اندازه‌گیری‌ها از ابتدا تا انتهای ترانشه و به موازات دیواره‌ی آن مستقر و با استفاده از کمپاس، آزیموت و شیب متر را اندازه‌گیری کرده و در جدولی مخصوص که برای این منظور تهیه شده درج می‌کنیم (تصاویر 3-5 و 3-6).

تصویر 3-5: استقرار متر جهت اندازه‌گیری مورفولوژی و همبری رخساره‌های سنگی در ترانشه‌ی اکتشافی شماره 2 (دید به سوی باختر).

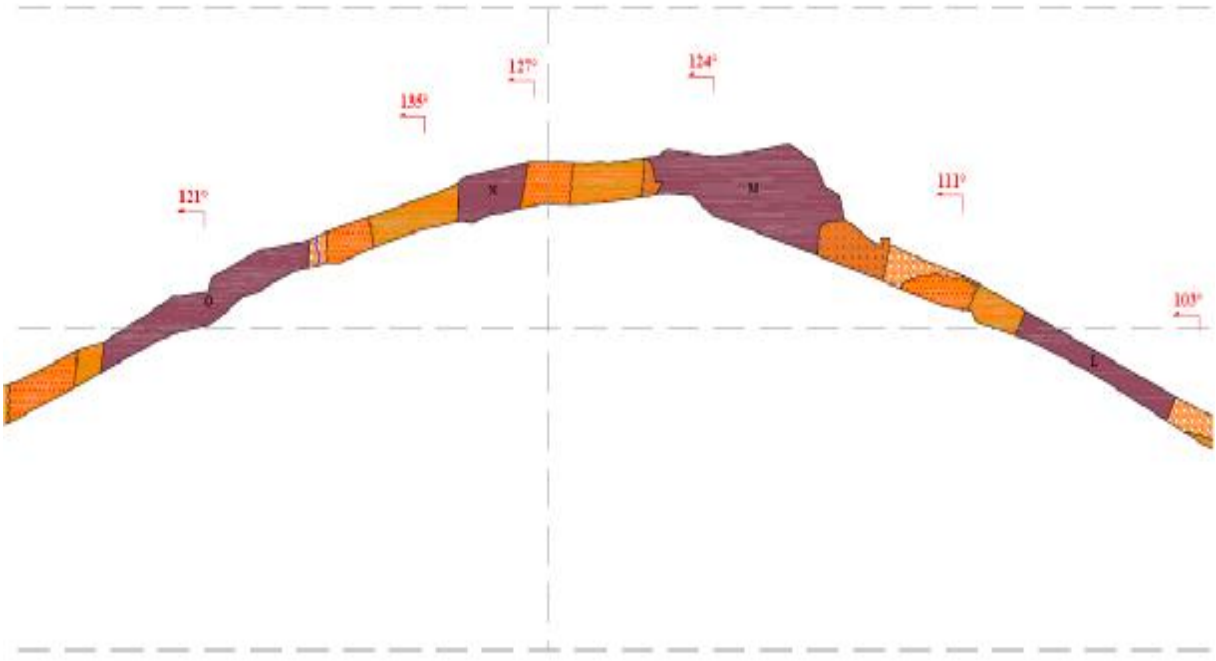
تصویر 3-6: اندازه‌گیری شیب و آزیموت متر با استفاده از کمپاس.

2- طی برداشت ترانشه‌ها به طور هم زمان مورفولوژی دیواره و کف ترانشه را با استفاده از متر فلزی و شاقول اندازه‌گیری کرده (تصویر 3-7) و علاوه بر درج در جداول مخصوص، در کاغذ میلیمتری با مقیاس 1:100 نیز ترسیم می‌نماییم.

تصویر 3-7: قرائت نقاط ارتفاعی و مرز واحدهای سنگی در بالا و پایین دیواره‌ی ترانشه با استفاده از متر فلزی و شاقول.

3- جهت ترسیم واحد های سنگی دیواره و کف ابتدا مرز بین واحدهای سنگی مختلف را در نقشه مورفولوژی دیواره و کف ترسیم نموده، سپس شیب و جهت شیب لایه‌ها در مرز این واحدها با کمپاس اندازه‌گیری می‌شود.

4- ویژگی های زمین شناختی انواع رخساره‌های سنگی مانند سنگ‌شناسی، تغییرات رخساره‌ای، هوازدگی، ساخت و بافت، کانه‌زایی و ... نیز هم زمان با تفکیک واحدهای سنگی دیواره و کف در جدول مخصوص برداشت ترانشه درج شدند. شایان ذکر است که جداول مذکور برای هر ترانشه به طور جداگانه همراه با نتایج آزمایشگاهی نمونه‌ها در ادامه فصل آمده است.



شکل 3-3: تعدادی از واحدهای سنگی گچ و مارن در قسمتی از دیواره‌ی ترانشه شماره 1 یا T1 که مرز بین این واحدها پس از اندازه‌گیری ترسیم شده‌اند.

3-4-2-1- ترانشه T1

طول این ترانشه 226/12، آزیموت آن بین 100 تا120 درجه و مختصات ابتدای آن 99 67 X:46 و 736 33 63 :Y می‌باشد. تعداد 20 لایه‌ی سنگ گچ (لایه A تا لایه T) در این ترانشه مشاهده می‌شود که کم‌ترین ضخامت لایه‌ها متعلق به لایه‌ی S با 0/66 متر و بیش‌ترین آن متعلق به لایه‌ی B با 15 متر می‌باشد. شیب لایه ها در این ترانشه متغیر و بین 61 تا 88 درجه و جهت شیب به طرف جنوب خاور است. بیشترین ضخامت لایه‌های مارن 27/30 متر است که بین لایه‌های سنگ-گچ B و C دیده می‌شود. لازم به ذکر می‌باشد که پیشکار اکتشافی در لایه‌ی M این ترانشه، طراحی

و حفر گردیده است. نتایج مربوط به برداشت ترانشه‌ی T1 در جدول 3-2 آمده است.

در مجموع 45 نمونه به روش کانالی و بر اساس تفکیک رخساره‌ای از لایه‌های سنگ گچ برداشت گردید که 42 نمونه از بین آنها برای آنالیز شیمی تَر و 22 نمونه برای کانی‌شناسی پرتو مجهول (XRD) با نظر کارفرما در نظر گرفته شد.

3-2-4-2- **ترانشه T2**

طول این ترانشه 234/38 متر، آزیموت آن بین 138 تا 150 درجه و مختصات ابتدای آن 82 65 46 :X و 460 63 33 :Y می‌باشد. تعداد 13 لایه‌ی سنگ گچ (لایه A تا لایه M) در این ترانشه قابل مشاهده است که کمترین ضخامت لایه‌ها متعلق به لایه‌ی F با 1/04 متر و بیشترین آن متعلق به لایه‌ی H با 9/01 متر می‌باشد. شیب لایه‌ها در این ترانشه متغیر و بین 72 تا 89 درجه است و جهت شیب آنها به طرف جنوب خاور می‌باشد. بیشترین ضخامت لایه‌های مارن 12/58 متر است که بین لایه‌های J و K دیده می‌شود.

در مجموع 28 نمونه به روش کانالی و بر اساس تفکیک رخساره‌ای از لایه‌های سنگ گچ این ترانشه برداشت گردید که 23 نمونه از بین آنها برای آنالیز شیمی تَر با نظر کارفرما در نظر گرفته شد. نتایج مربوط به برداشت ترانشه‌ی T2 در جدول 3-3 آمده است.