



1-1- طرح موضوع

موضوع اکتشاف گچ در محدوده شمس عرب در استان کهگیلویه و بویراحمد، اول بار از طرف سازمان صنایع و معادن استان کهگیلویه 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 کهگیلویه و بویراحمد می باشد که توسط سازمان صنایع و معادن استان کهگیلویه و بویراحمد 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 پروژه ای تحت عنوان "اکتشاف گچ دوگنبدان در محدوده شمس عرب استان کهگیلویه و بویراحمد" تعریف و با دعوت از شرکت های 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 فوق الذکر را انجام داده و گزارش مربوط به این پروژه همراه با دستاوردهای آن را تحویل کارفرما نماید. شایان ذکر است که مبلغ قرارداد فوق 439/500/000 ریال می باشد که در ادامه با نظر کارفرما مبلغ 64/293/600 ریال برای هزینه های صرف شده جهت برداشت، نمونه گیری و حمل نمونه های مربوط به ترانشه های طبیعی به مبلغ قرارداد اضافه گردید.



شرح خدمات ارائه شده از طرف کارفرما به شرح زیر می باشد:

1- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:1000 به روش برداشت زمینی و با کمک دوربین

نقشه برداری با در نظر گرفتن عرض لایه های معدنی به مساحت 100 هکتار.

2- تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس 1:1000 و با کمک دوربین نقشه برداری جهت تعیین همبری

لایه های معدنی با سنگ های اطراف، ضخامت لایه، سیستم های گسلی و چین خوردگی، شیب

و امتداد لایه های گچی و همچنین گسترش آنها، وضعیت کمر بالا و کمر پایین لایه های

ماده ی معدنی و ... به مساحت 100 هکتار.

3- طراحی شبکه ی حفاری های نیمه عمیق 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 ماده ی

معدنی، حفاری بایستی با استفاده از کمپرسور و پرفراتور انجام شود) به میزان 500 متر مکعب.

4- برداشت طولی ترانشه و چاهک های اکتشافی شامل زمین شناسی و تغییرات آن و دیگر

پارامترهای لازم و ترسیم آنها با مقیاس 1:100 و تعیین وضعیت لایه های معدنی و محل

نمونه گیری ها بر روی آنها.

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

6- نمونه گیری از حفاری های نیمه عمقی شامل ترانشه های اکتشافی و یا چاهک های اکتشافی و

پیشکار اکتشافی به تعداد 125 نمونه و جانمایی کلیه ی عملیات اکتشافی بر روی نقشه های

توپوگرافی و زمین شناسی.



- 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.

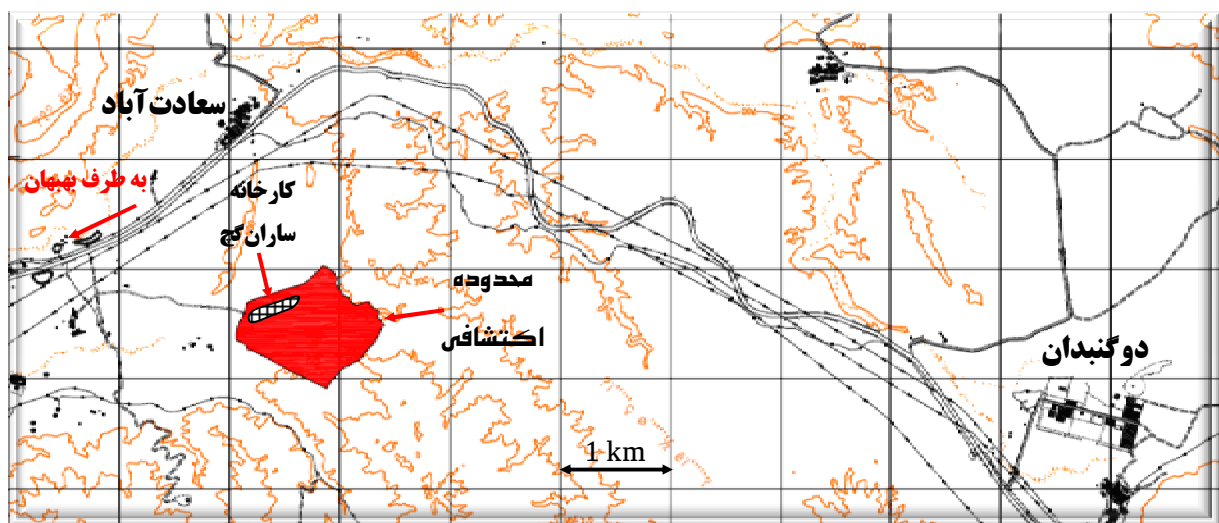
1-1- تعیین محدوده کار اکتشافی

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 کهگیلویه و بویراحمد محدوده مطالعاتی شمس عرب 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 ساران گچ، 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 شمس عرب در نقشه 1:25000 توپوگرافی دوگنبدان (NE 6150).



3-1- جغرافیای طبیعی و سیاسی منطقه

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

محدوده‌ی اکتشافی شمس عرب از لحاظ تقسیمات کشوری در استان کهگیلویه 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 شمس عرب می‌باشد.

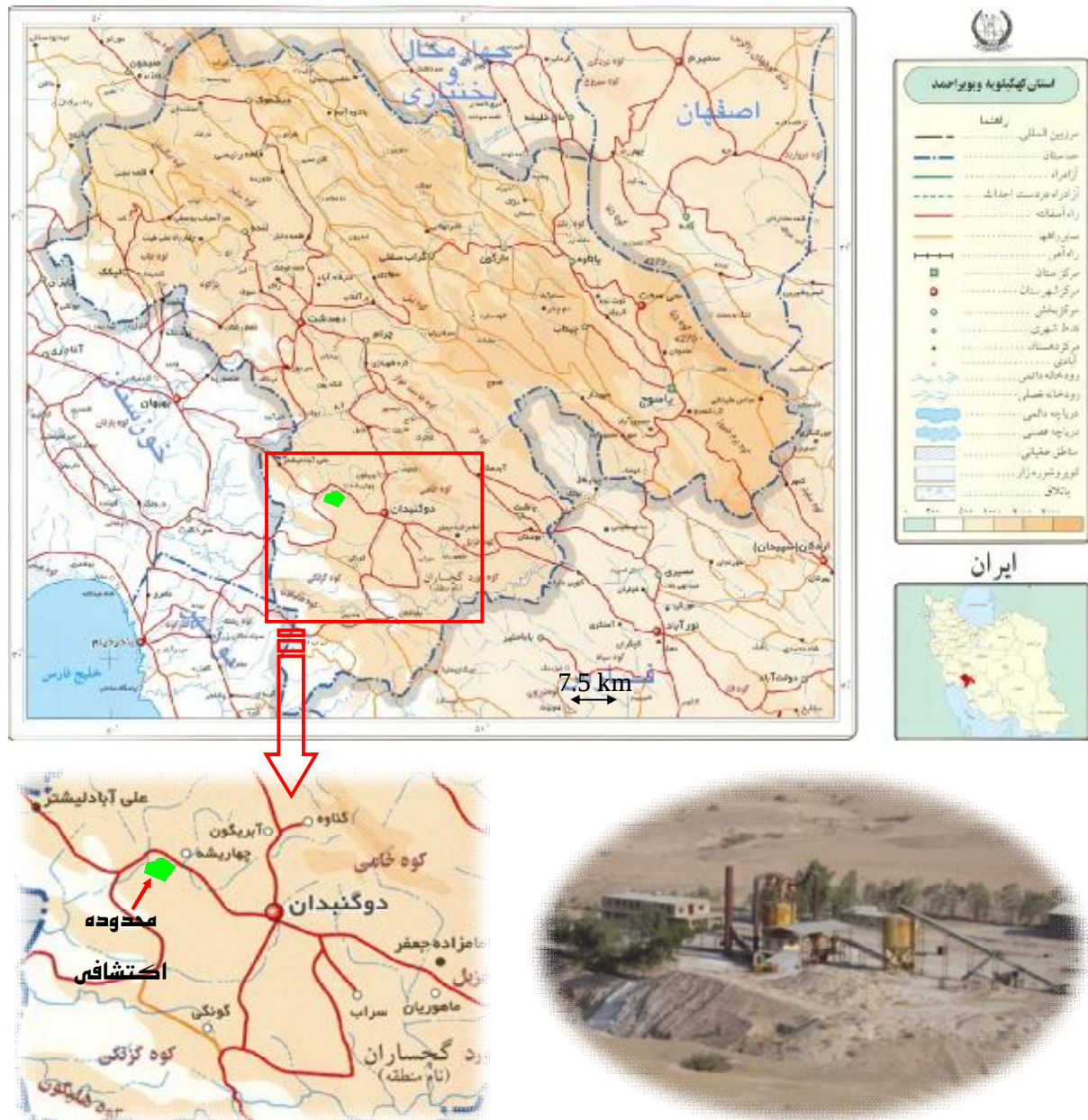
یکی از راه‌های دسترسی به محدوده، محور اصلی و آسفالتی گچساران - بهبهان می‌باشد که پس از طی مسافت 15 کیلومتر به روستای سعادت‌آباد رسیده و سپس از جاده‌ی خاکی کارخانه گچ ساران گچ به محدوده‌ی اکتشافی می‌رسیم. راه دیگر از طریق محور دو گنبدان - دژسلیمان از جاده‌ی پازنان می‌باشد، که پس از طی 6 کیلومتر به طرف راست پیچیده و از طریق جاده‌ی آسفالتی شرکت نفت و سپس جاده کارخانه گچ ساران گچ به محدوده اکتشافی می‌رسیم. شکل 1-2 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 لیستر



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.



تصویر 1-1: دورنمایی از کارخانه‌ی گچ ساران گچ.

شکل 1-2: موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی محدوده‌ی اکتشافی

(دید به طرف شمال باختر)

شمس عرب در نقشه جغرافیایی استان کهگیلویه و بویراحمد.



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

استان کهگیلویه و بویراحمد یکی از استان‌های محروم کشور است که در جنوب باختر کشور قرار داشته، از طرف شمال با استان چهارمحال و بختیاری، از طرف 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، کهگیلویه، دنا، بهمئی و گچساران) 14 بخش و 15 شهر است. مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد شهر یاسوج است که حدود 150000 نفر جمعیت دارد. شهرستان گچساران یکی از مناطق قدیمی نفت خیز ایران بوده و تقریباً حدود یک سوم گاز و نفت کشور در این منطقه تولید می‌شود تصویر 1-2.

نزدیکترین روستاها به محدوده مورد مطالعه روستاهای سعادت آباد و خلف آباد 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 سعادت آباد 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 سعادت آباد در شمال محدوده‌ی اکتشافی شمس عرب (دید به طرف شمال).

4-1- فعالیت‌های اکتشافی پیشین انجام شده در منطقه

1- در سال 1361 سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور (عابدیان و همکاران) طی انجام

شناسائی مواد اولیه مصالح ساختمانی در استان کهگیلویه و بویراحمد این محدوده را شناسائی و

جهت ادامه عملیات اکتشافی معرفی نمودند.

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

3- طرح اکتشاف عمومی گچ در منطقه دوگنبدان واقع در استان کهگیلویه و بویراحمد توسط

شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران (1385).



5-1- 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 سنگ گچ و گسترش آنها.
- نمونه‌گیری از ترانشه‌های اکتشافی و پیشکار اکتشافی و تجزیه شیمیایی آنها به روش شیمی‌تر برای عناصر و ترکیبات مورد نظر و کانی‌شناسی 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.



1-2-5-1- 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.

1-2-5-1- 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- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:1000 (با استفاده از دوربین نقشه‌برداری و به روش برداشت زمینی)،

به وسعت تقریبی 100 هکتار.

3- تهیه 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 $10 \times 5 \times 4$ متر با استفاده از چکش بیل مکانیکی.
- 9- نمونه‌برداری به روش کانالی از لایه‌های سنگ گچ پس از تفکیک رخساره‌های ژپس و انیدریت.
- 10- برداشت بیش از 10 تن نمونه از بخش‌های عمقی پیشکار اکتشافی.

3-2-5-1 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 نمونه‌ی 10 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.



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

کلیه داده‌های بدست آمده 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 سنگ گچ، 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، حفاریات، برداشت و نمونه‌برداری از ترائشه‌ها 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.



7-1- کلیاتی در مورد گچ

1-7-1- کانسارهای تبخیری

کانسارهای تبخیری گروهی از کانسارهای رسوبی - شیمیایی می‌باشند که در نتیجه 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 شده‌اند؛ 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 در تماس باشد، توالی به صورت زیر می‌باشد: ژپس $[\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ - هالیت $[\text{NaCl}]$ - گلاوبریت $[(\text{Na}_2\text{Ca} \cdot (\text{SO}_4)_2)]$ - پلی‌هالیت $[\text{Ca}_2\text{K}_2\text{Mg} (\text{SO}_4)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}]$.

اگر کانی‌های تشکیل شده از سیستم 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 زیر خواهد بود: ژپس - هالیت - پلی‌هالیت - بلوریت - کی‌نیت و کارنالیت؛ شریبر (1986) دو مدل برای تشکیل کانسارهای تبخیری بزرگی که در حوضه‌های 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 ته‌نشین شدن 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 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 در عرض‌های 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 کلروپتاسیم، 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 ژپس.

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 سیلین $[\text{KCl}]$ ،

کارنالیت $[\text{KCl}, \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ ، و کی‌نیت $[\text{KCl} \cdot 4 \text{MgSO}_4 \cdot 11 \text{H}_2\text{O}]$ که محتوای

پتاسیم موجود در این املاح بر حسب K_2O (پتاس) بیان می‌شود (کوزوارت، 1984). حدود



95 درصد از پتاس تولیدی دنیا در تهیه ی کود و بقیه برای تهیه ی هیدروکسید پتاسیم،

صابون سازی، پاک کننده ها، شیشه سازی، داروسازی و رنگریزی مورد استفاده قرار می گیرد.

3- **ژیپس و انیدریت:** ژيپس يك كانی تبخیری است و درون حوضه های تبخیری و سبخاها

تجمع می یابد. چنانچه در اثر تبخیر حجم آب حاوی املاح به 50 درصد یا نصف برسد ژيپس

شروع به ته نشین شدن می نماید. ژيپس در زیر لایه هایی از سنگ با ستبرای 450 متر آب خود

را از دست می دهد و به انیدریت CaSO_4 تبدیل می شود. در اثر این تبدیل، حجم نیز به

مقدار 40 درصد کاهش می یابد. چنانچه آب دریا غنی از املاح خصوصاً NaCl باشد،

انیدریت به طور مستقیم می تواند از آب دریا ته نشین شود. ضمن دیاژنز، انیدریت می تواند

تبدیل به ژيپس گردد (کوزوارت، 1984).

1-7-2- انواع سنگ گچ و شرایط تشکیل آن

سولفات کلسیم در طبیعت به صورت سنگ گچ آبدار (ژيپس - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و یا

سنگ گچ بی آب (انیدریت - CaSO_4) یافت می شود. انیدریت مصارف بسیار محدودی دارد، در

صورتیکه مصارف ژيپس بسیار گسترده است. به طور کلی این دو کانی در شرایط تبخیری به وجود

می آیند. با توجه به ویژگی های فیزیکوشیمیایی، انیدریت به دلیل حلالیت بالا و تبدیل به ژيپس به

ندرت در سطح زمین یافت می شود. لذا کانی ژيپس در حالت آبدار شدن انیدریت و به دلیل پایدار

شدن می تواند حالت رخنمون داشته باشد. این کانی ها در حوضه های بسته و باز و در شرایط خاص

زمین شناسی که میزان تبخیر در آنها زیاد است تشکیل می شوند.



ژیپس کانی تشکیل دهنده ی 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 بیرفرئانس ضعیف (0/010) می باشد.

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

باسانیت (Bassanite) کانی حد واسطی است که در نتیجه ی جذب آب انیدریت و تبدیل آن به ژيپس تشکیل می شود. آلاباستر (Alabaster) شکل ریزدانه ی فشرده ای از سنگ گچ (ژيپس) است که مورد استفاده در هنرهای ظریفی چون مجسمه سازی قرار می گیرد. سلنیت (Selenite) شکل ورقه شفاف ژيپس از کانی های درشت سولفات کلسیم ثانویه است. ساتین اسپار (Satin spar) نام دیگر ژيپس رشته ای با جلای نرم است.

به نظر می رسد که ژيپس بر اثر آبگیری انیدریت تشکیل می شود. در بعضی موارد این فرآیند مستلزم افزایش حجمی معادل 30 تا 50 درصد است که تورم حاصله موجب تشکیل اشکال قابل توجهی می شود.

حوضه های درون قاره ای که در مراحل اولیه ی ریفیت تشکیل می شوند، محیط مناسبی برای تشکیل رسوبات تبخیری از جمله ژيپس می باشند. در این مناطق نظر به اینکه ثابت تعادل [k] ژيپس و به واقع درجه حلالیت آن بسیار کمتر از هالیت است، ابتدا ژيپس و سپس هالیت رسوب می کند. در

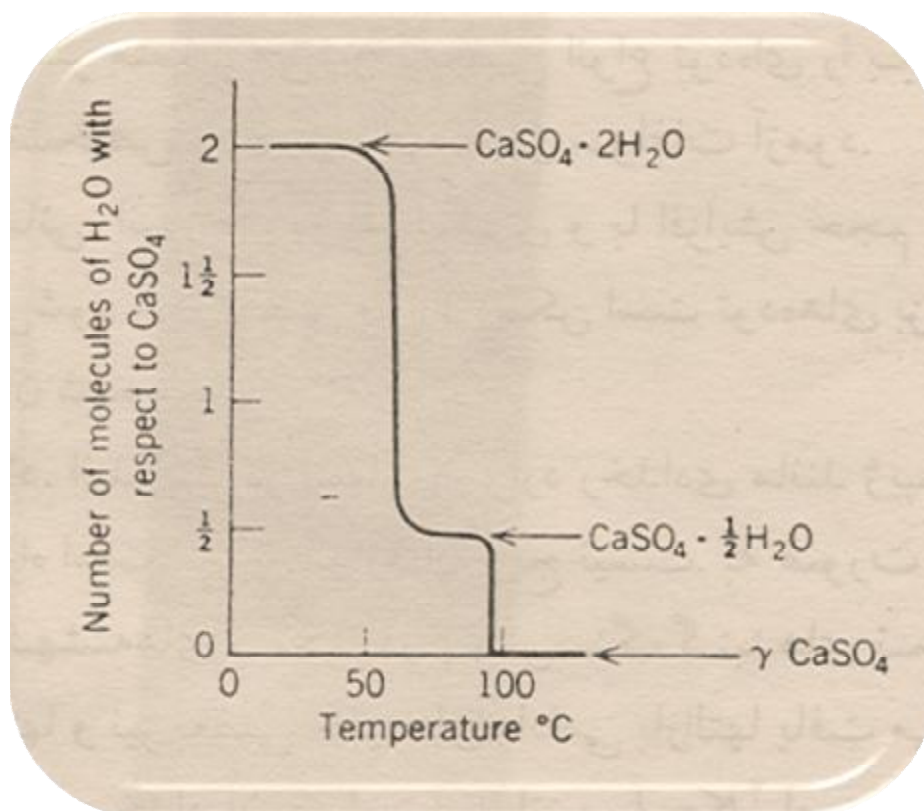


حاشیه حوضه‌های باز که میزان تبخیر آن زیاد است، ژپس تشکیل می‌شود. مشخصات عمومی کانی‌های ژپس و انیدریت در جدول 1-1 آمده است.

جدول 1-1: مشخصات عمومی کانی‌های ژپس و انیدریت.

نام کانی	فرمول شیمیایی	CaO %	SO ₃ %	H ₂ O %	رنگ	وزن مخصوص	سختی
ژپس	CaSO ₄ .2H ₂ O	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 ژپس، چند فاز ممکن است تشکیل می‌شود: CaSO₄ هنگامی که همه‌ی H₂O خارج شود، و فاز نیم پایدار CaSO₄.1/2H₂O. در حین فرآیند آبزدایی، ابتدا 1/5 مولکول H₂O در ژپس، به طور نسبتاً پیوسته در دمای بین صفر و حدود 65 °C خارج می‌شود و احتمالاً تغییر اندکی در ساختار ژپس ایجاد می‌شود. در دمای حدود 65 °C، نیم مولکول H₂O باقیمانده در CaSO₄.1/2H₂O، هنوز با پیوندی نسبتاً قوی حفظ می‌شود، اما در دمای حدود 95 °C این نیم مولکول خارج شده و به ساختار چند ریخت انیدریت تبدیل می‌شود (شکل 1-3).



شکل 1-3: منحنی آزدایی ژپس که تشکیل $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ نیم پایدار را در دمای حدود 65°C

نشان می‌دهد. در دمای 95°C چندریختی $\gamma \text{ CaSO}_4$ شکل می‌یابد.

3-7-1- رخداد ژپس در محیط‌های مختلف

ذخایر ژپس تقریباً به طور کامل حاصل تبخیر آب دریاست که به دو شکل انجام می‌گیرد: ذخائر عظیم ژپس همراه با هالیت و پتاس که به نظر می‌رسد در طول مراحل اولیه‌ی تبلور آب دریا ایجاد می‌شوند. دیگر ذخایر ضخیم ژپس 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 ژپس 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 ژپس گردد. زون‌های سوپراتایدال - ایتراتایدال (سبخاهای ساحلی) سواحل جنوبی خلیج فارس با کیلومترها وسعت یکی از مناطق شاخص محیط‌های تبخیری دنیاست. در این مناطق، ژپس، انیدریت، نمک و سلسیت به طور مستقیم از شوراب‌های لاگون‌ها رسوب می‌کنند.

ژپس همچنین در قله‌ی گنبدهای نمکی نیز تشکیل می‌شود. ذخایر ژپس 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، ژپس آب خود را از دست داده و به انیدریت تبدیل می‌شود. بنابراین به تدریج که ژپس 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 ژپس تبدیل می‌گردد.

1-7-4- کاربرد

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



ژیپس در اثر 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 ژيپس 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 و جواهرات 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 از آن به عنوان ماده‌ی پُرکننده و گاهی برای تهیه‌ی سیمان مخصوص استفاده می‌کنند. ژيپس در صورتیکه تا 900°C حرارت داده شود تمامی آب و مقداری از سولفور خود را از دست می‌دهد. این گچ به گچ هیدرولیکی معروف است و چنانچه آب به آن اضافه شود آهسته شروع به سفت شدن می‌کند. سختی و مقاومت جسم حاصله نسبتاً بالا است.

مصارف دیگر ژيپس در کشاورزی است. تغییراتی که توسط ژيپس 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 ژيپس در تهیه‌ی روغن‌های صنعتی،



اسید سولفوریک و اکسید کلسیم نیز کاربرد دارد. در جداول 1-2 و 1-3، 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).

انیدریت II CaSO ₄ II			انیدریت III CaSO ₄ III		نیمه هیدرات CaSO ₄ , $\frac{1}{2}$ H ₂ O		دی‌هیدرات CaSO ₄ , 2H ₂ O	نام
استریش	نامحلول	انحلال سخت	β	α	β	α	---	تولید آزمایشگاهی دما درجه سانتیگراد
600	600-300	300-200	50 درجه در خلأ 100 درجه در اتمسفر		کمتر از 45 درجه	100 مرطوب و فشار		
800	400	350	310-290	-110 220	-180 128 خشک	135-105 مرطوب و فشار	---	درجه حرارت تولید در صنعت
	گچ ساختمانی		گچ صنعتی		گچ و صنعتی	گچ صنعتی و دندانسازی		مصارف
	خیلی زیاد	خیلی کم	کم		متوسط	خیلی زیاد		استحکام
خیلی آهسته		آهسته	سریع		متوسط	سریع و آهسته		زمان گیرش



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

انواع گچ	درجه پخت دمای پخت C	نیجه هیدرات آلفا + بتا	انیدریت III	انیدریت II	دی هیدرات %	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 استوانه ای دوار)	180-100	71+2	13	2	2	10
گچ بتا (کوره کوچک)	180	73+2	10	4	1	10



5-7-1- تولید

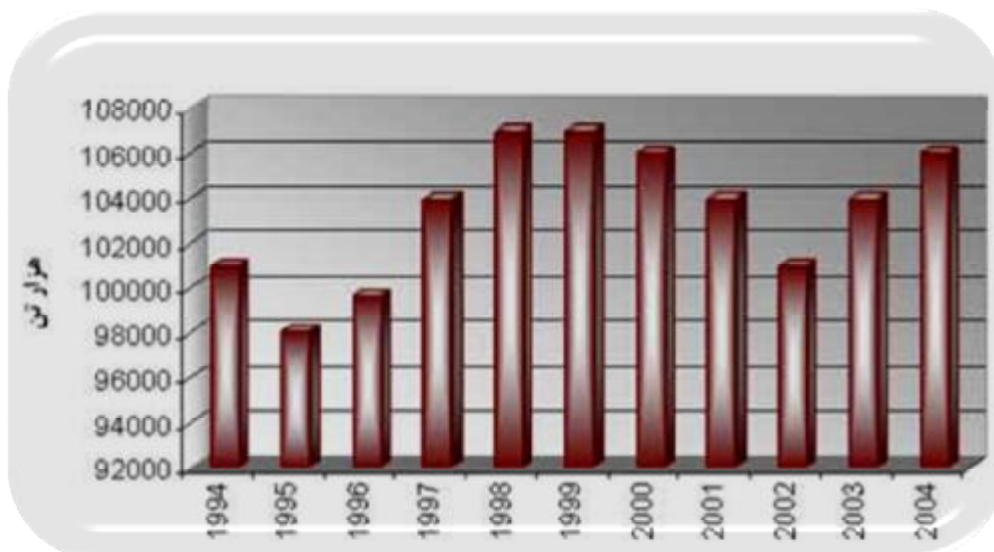
1-5-7-1- تولید ژئیس در جهان

میانگین تولید جهانی ژئیس در فاصله بین سال‌های 1994 تا 2004، 103436/36 هزار تن بوده که از 101000 هزار تن 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 (جدول 1-4) و (شکل 1-2). بخش اعظم ژئیس تولیدی جهان توسط کشورهای امریکا، ایران، کانادا، اسپانیا و تایلند تولید می‌شود (جدول 1-5).

جدول 1-4: میزان تولید ژئیس در جهان در سال‌های 1994 - 2004 بر حسب هزار تن.

سال	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
جهان	101000	98100	99700	104000	107000	106000	104000	101000	104000	106000	103436/36

منبع: USGS



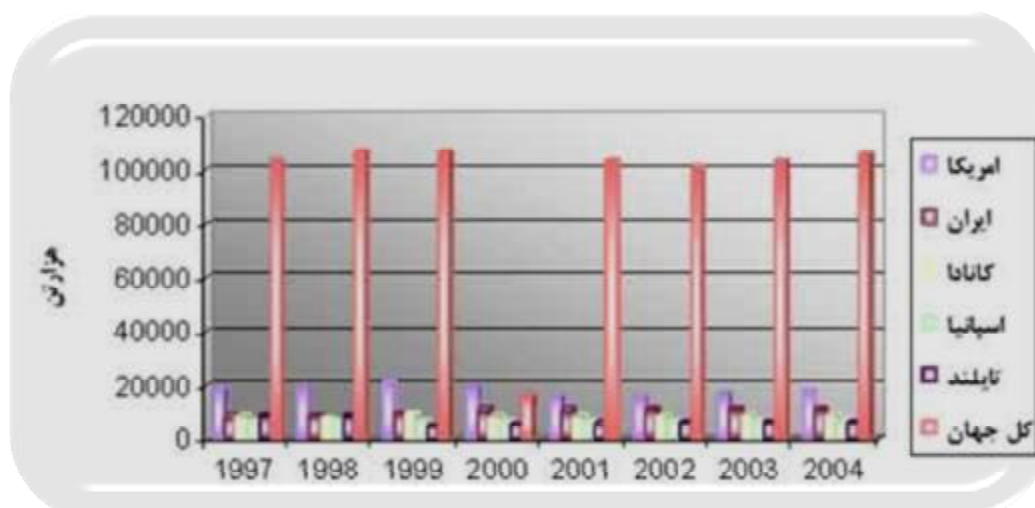
شکل 1-4: میزان تولید ژئیس در جهان در طی سال‌های 1994 - 2004 (هزار تن).



جدول 5-1: میزان تولید ژپس در کشورهای مهم تولیدکننده جهان در طی سالهای 1997-2004 (هزار تن).

سال	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
کشور								
امریکا	18600	19000	22400	19500	16300	15700	16700	18000
ایران	8500	9000	9750	11000	11000	11500	11500	11500
کانادا	8500	8100	9470	8550	8560	8850	9000	9000
اسپانیا	7400	7400	7500	7500	7500	7500	7500	7500
تایلند	8600	9000	5000	5830	5900	6330	6500	6500
کل جهان	104000	107000	107000	16000	104000	103000	104000	106000

منبع: USGS



شکل 5-1: میزان تولید ژپس در کشورهای مهم تولیدکننده جهان در طی سالهای 1997-2004 (هزار تن).

ژپس در بیش از 100 کشور تولید می‌شود. آمریکا، تایلند، کانادا، ایران و چین حدود نیمی از این تولید را در اختیار دارند. ژپس‌های استخراج شده به کارخانه‌های نزدیک حمل و فرآوری اساسی، روی 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.



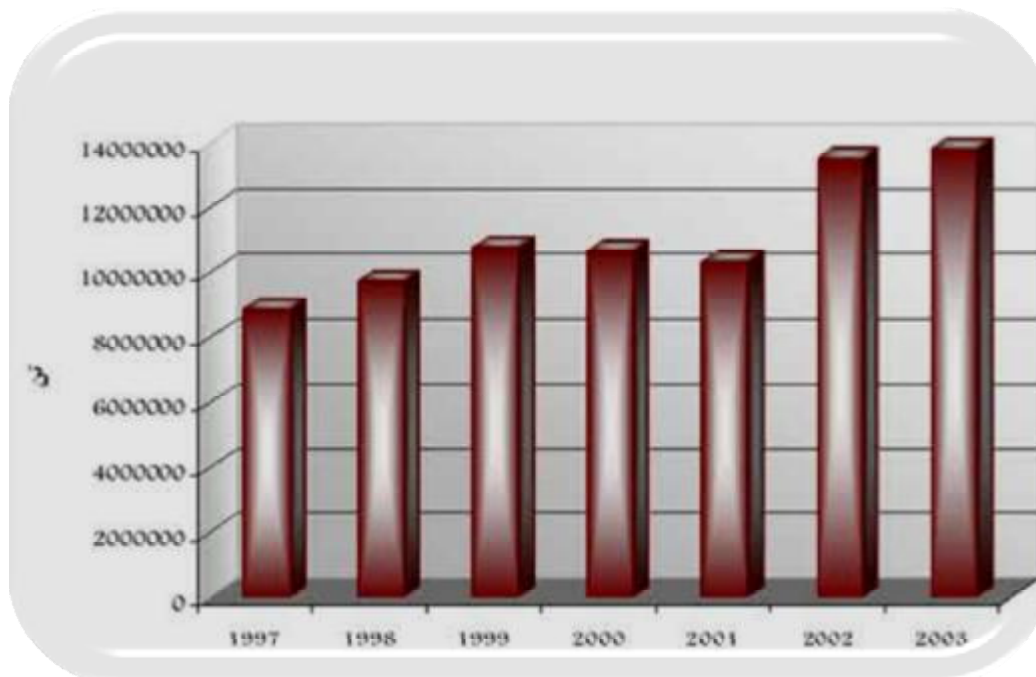
2-5-7-1- میزان تولید ژئیس و روند آن در ایران

تولید ژئیس در ایران در فاصله 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 (جدول 6-1) و (شکل 4-1). ایران در سال 2000 تا 2003 مقام دوم جهان از نظر میزان تولید ژئیس (59/14% تولید جهان) را به خود اختصاص داده است (World Mining Data / Vienna, 2005).

جدول 6-1: میزان تولید ژئیس در ایران از سال 2003-1997 (بر حسب تن).

سال	1997	1998	1999	2000	2001	2002	تغییرات از سال 2003-1999	تغییرات از سال 2001-1997	تغییرات از سال 2003-1999
ایران	8900000	9750000	10700000	10700000	10700000	13827609	28/14	16/65	28/14

منبع: World Mining Data



شکل 4-1: میزان تولید ژئیس در ایران از سال 1997 تا 2003.



8-1- 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 دور می‌ریزیم.

ب: روش کار برای بتن گچی شامل تراشه‌های چوب و برای تمام انواع پلاستر خالص شامل الیاف به جز پلاستر الیاف چوبی: نمونه را با 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 سانتی گراد 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 بوتله درپوش‌دار ریخته و تا وزن ثابت در دمای 215 تا 230 درجه سانتی گراد خشک می‌کنیم. افت وزنی برابر است با مقدار آب ترکیبی که باید بر اساس 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 (1/19) HCl 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 خشک شدن حرارت می‌دهیم و سپس برای مدت یک ساعت تا دمای 120 درجه سانتی گراد حرارت می‌دهیم.



سپس با HCl کافی آن را مرطوب کرده و 25 میلی لیتر آب مقطر افزوده، جوشانده و سپس صاف می کنیم. دو کاغذ صافی را با محتویاتش به یک بوتله وزن شده منتقل نموده، سوزانده به مدت 45 دقیقه در کوره با حرارت 1150°C حرارت داده، سرد کرده و وزن می کنیم. سپس درصد سیلیس و مواد نامحلول را برحسب نمونه‌ی دریافتی محاسبه و گزارش می کنیم.

4- اکسیدهای آهن و آلومینیوم

به محلول زیر صافی بدست آمده از مرحله‌ی قبل چند قطره HNO_3 اضافه کرده تا از اکسیداسیون کامل آهن مطمئن شده و سپس می جوشانیم. دو گرم NH_4Cl که قبلاً در آب حل شده به آن اضافه کرده و محلول را با NH_4OH قلیایی می کنیم. برای چند دقیقه رسوب را هضم کرده تا ذرات آن به هم بچسبند. رسوب را به مدت 30 دقیقه در کوره با حرارت 1100°C حرارت داده، سرد کرده و وزن می کنیم. درصد مجموع اکسیدهای آهن و آلومینیوم را در نمونه‌ی دریافتی گزارش می کنیم.

5- اکسید کلسیم

به محلول زیر صافی حاصل از مرحله‌ی قبل، 5 گرم $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ که قبلاً در آب حل شده افزوده و برای مدت 30 دقیقه هضم 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 بوتله‌ی پلاتینی وزن شده می ریزیم، سپس بر روی شعله سوزانیده تا وزن ثابت حرارت می دهیم و درصد CaO را برحسب نمونه‌ی دریافتی محاسبه و گزارش می کنیم.



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 میلی‌لیتر NH_4OH و پنج گرم از $\text{NaNH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 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 کلرورباریم 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 از محصولات گچی مقدار سولفات کلسیم مورد نیاز به صورت دی‌هیدرات و یا به صورت همی‌هیدرات مشخص شده است ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). در این روش فرض می‌شود که سولفات‌های موجود به غیر از سولفات کلسیم 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 و عموماً 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 میلی گرم 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 سر آن 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 باریم کلراید 10 درصد اضافه می‌کنیم (ترجیحاً با کمک یک پیت و قطره قطره در حالی که محلول را به هم می‌زنیم). محلول باریم کلراید 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 از محلول زیرصافی را برای آزمایش یون کلراید جمع کرده و با اضافه کردن چند قطره محلول $0/1 \text{ AgNO}_3$ 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 قطرفنی که شعله‌ور نشود و سپس آن را برای از بین بردن تمامی کربن به یک کوره در دمای 800 تا



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

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 می دهیم.

توجه 2) کروزه ها 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 میلی گرم، وزن می کنیم.

- وزن رسوب را در 0/343 ضرب کرده تا وزن SO_3 را به ما بدهد.

- درصد SO_3 را برحسب نیاز برطبق نمونه ی دریافتی محاسبه کرده یا برحسب نمونه ای که

رطوبت آن خشک شده محاسبه و گزارش می کنیم.

8- نمک های محلول سدیم و پتاسیم

الف: 20 گرم از نمونه را وزن کرده و به یک بشر 400 میلی متر منتقل کرده سپس 150 میلی

لیتر آب به آن اضافه نموده و تا زیر نقطه جوش گرم می کنیم. با یک شیشه ساعت روی بشر را

پوشانده و به مدت یک ساعت با همزن معمولی آن را زیر نقطه جوش نگه می داریم.

(حداقل 80 درجه سانتی گراد).



ب: دو قطره‌ی معرف فنل فتالین به محلول زیر صافی اضافه می‌کنیم. اگر محلول به رنگ صورتی در آمد به آن قطره قطره $0/1 \text{ NaOH}$ نرمال اضافه کرده تا رنگ صورتی کم رنگ، افزایش یابد. $0/1 \text{ HNO}_3$ 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 (10 قطره) محلول K_2CrO_4 را به آن اضافه کنید و با محلول نیترات نقره با استفاده از یک میکروپورت که حجم آن 10 میلی‌لیتر و دقت آن $0/02$ میلی‌لیتر است تیترو 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 تیترو کنید تا همان رنگ را مشاهده کنیم.

و: 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.



1-8-2- روش‌های استاندارد آزمون‌های فیزیکی گچ

استاندارد گچ‌های ساختمانی - 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.

یادآوری 1: 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.

یادآوری 2: تمام ابزار باید تمیز باشند، به خصوص باید توجه کرد، که ابزار مورد استفاده از خرده گچ‌های باقی مانده و سفت شده از آزمون‌های قبلی کاملاً تمیز شوند.

یادآوری 3: در هنگام خشک شدن گچ، گچ پلاستر و بتون گچی، باید توجه داشت که دمای اضافی در هنگام خشک شدن این محصولات، ممکن است نمونه را کلسینه کرده و موجب عدم صحت نتایج حاصله گردد.

یادآوری 4: آب مورد استفاده جهت مخلوط کردن با گچ پلاستر و بتون گچی آب مقطر یا دی یونیزه عاری از کلریدها و سولفات‌ها می‌باشد.



1-2-8-1- 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: وسایل لازم

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

2- اتوکلاو با قابلیت تنظیم در دمای 43 ± 3 درجه سلسیوس جهت خشک کردن نمونه‌ها.

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

ج: روش کار 500 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 دمای 43 ± 3 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.



1-2-8-2- غلظت نرمال گچ پلاستر

الف: اهمیت و کاربرد

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

ب: وسایل لازم

- 1- دستگاه ویکات اصلاح شده¹.
- 2- ترازو با توانایی وزن کردن حداقل 500 گرم و با دقت 0/1 گرم.
- 3- استوانه‌ی مدرج با دقت یک میلی لیتر و قابلیت اندازه گیری در دمای 20 درجه‌ی سلسیوس.

ج: روش کار

صفحه‌ی مینا، قالب و پیستون مخروطی دستگاه ویکات اصلاح شده به دقت تمیز می گردد. برای جلوگیری از نشست نمونه از زیر قالب بر روی صفحه‌ی مینا، یک لایه‌ی نازک از ژل نفتی یا روغن‌های مناسب دیگر استفاده می گردد. مقداری از نمونه (200 تا 300 گرم) را وزن کرده، در یک حجم مشخص از آب با درجه حرارت $21 \pm 1^\circ \text{C}$ می پاشیم. اگر گچ غیر کُندگیر باشد، به آب حدود 0/2 گرم از سیترات سدیم به ازای 100 گرم از نمونه اضافه می کنیم. اجازه دادیم نمونه به اندازه‌ی 2 دقیقه خیس بخورد، سپس آن را به مدت یک دقیقه با مخلوط کن با دقت مخلوط کرده تا یک مخلوط روان و یکنواخت به دست آید.

1. دستگاه ویکات اصلاح شده: شامل یک پایه‌ی نگهدارنده پرنتری (A)، میله‌ی برنجی متحرک و نگهدارنده‌ی پیستون مخروطی (B) با 6/3

میلیمتر قطر و طول مناسب جهت جفت شدن در پایه‌ی اصلی است. انتهای پایینی این میله به پیستون مخروطی (C) متصل می باشد. جنس این مخروط

آلومینیوم بوده و زاویه کچ (نوک آن) 53° و 8' بوده و ارتفاع آن 45 میلی متر می باشد. 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 کاملاً 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 می‌کنیم تا آزادانه به درون نمونه سقوط کند، و پس از توقف میله مجدداً عدد حاصل را می‌خوانیم. در نمونه‌های گُندگیر 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- فلظت 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 مبنای 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- غلظت سنج¹.

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 21 ± 1 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 همه ی مخلوط بر روی صفحه ی مبنا تخلیه شود. بتون گچی هنگامی دارای غلظت نرمال در نظر گرفته می شود، که بر روی صفحه ی مبنا برآمدگی $381 \pm 12/7$ را ایجاد کند. غلظت نرمال براساس میلی لیترهای آب لازم جهت اضافه کردن به 100 گرم بتون گچی گزارش می گردد.

1. غلظت سنج: شامل یک ظرف مخروطی است که از مواد غیر خورنده و غیر جاذب ساخته می شود، قطر داخلی آن در بالا برابر 229 میلی متر و در پایین 44/5 میلی متر بوده و ارتفاع برابر 139/7 میلی متر را داراست. دارای یک دروازه ای اسلایدی (خروجی صفحه ای) در پایین می باشد، که از پایین با صفحه ی مبنا 102 میلی متر فاصله دارد. صفحه ی مبنا معمولاً صفحه ای شیشه ای است، که عاری از خراش بوده و مساحتی تقریباً برابر 457 مترمربع را داراست.



1-4-2-8- 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 ویکات¹.

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 21 ± 1 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) متصل شده 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: روش کار

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

دمای آب مورد مصرف باید 21 ± 1 درجه سلسیوس باشد. حلقه ی مخروطی را بر روی صفحه ی مبنا قرار داده و آن را تا سطح بالایی از خمیر مربوطه پُر می کنیم (تصویر 1-A5). سوزن و یکات را درست در موقعیتی قرار دهید که نوک آن با سطح بالایی خمیر تماس 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 1-B5). بعد از هر نفوذ سوزن را تمیز نموده و صفحه مبنا را به همراه حلقه اندکی جابه جا کرده تا سوزن دوبار در یک محل فرود نیاید.

زمانی که سوزن تا یک میلی متر تا انتهای خمیر نفوذ کند، زمان گیرش اولیه در نظر گرفته می شود. و زمانی که سوزن به اندازه ی حداکثر یک میلی متر از سطح فرو نرود زمان گیرش نهایی در نظر گرفته می شود.

← به علاوه دستگاه و یکات باید با مشخصات زیر مطابقت داشته باشد: وزن قطرف متحرک (پیستون 3) 300 گرم، بزرگترین قطر انتهایی پیستون $10 \pm 0/05$ میلی متر، قطر سوزن $1 \pm 0/05$ میلی متر، قطر داخلی حلقه در پایین (قالب) $0/7 \pm 3$ میلی متر، قطر داخلی حلقه در بالا (قالب) $0/6 \pm 3$ میلی متر، ارتفاع حلقه (قالب) $0/4 \pm 1$ میلی متر، دقت صفحه درجه بندی $0/1$ میلی متر، میزان درجه بندی وقتی با استاندارد آن مقایسه می شود $0/1$ میلی متر می باشد، اما نباید کمتر از $0/25$ میلیمتر باشد.



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

1-2-8-5- 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 38 ± 5 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 پر کلرات منیزیم یا کلرید کلسیم باشد.



4- قالب‌های مورد نیاز جهت تهیه نمونه‌ها مکعبی¹.

ج: روش آزمون

حداقل 1000 میلی لیتر 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 21 ± 1 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 $50/8 \pm 13$ میلی‌متر و قالب‌های کهنه حداکثر $50/8 \pm 0/51$ میلی‌متر باشند، زاویه بین سطوح داخلی کنار هم بین سطوح داخلی و بالا و پایین قالب‌ها، باید $90 \pm 0/5$ 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، (تصویر 1-6 A).

بعد از سفت شدن ملات، به وسیله‌ی یک کاردک اضافی آن را از روی قالب‌ها پاک کرده و سطح آنها را صاف می‌کنیم (تصویر 1-6 B). قالب‌های پُر شده را در هوای مرطوب (90 تا 100 درصد رطوبت نسبی) قرار داده، پس از سفت شدن نمونه‌ها آن را از قالب‌ها خارج کرده، و برای مدت حداقل 16 ساعت 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 دسیکاتور انجام می‌پذیرد.

بلافاصله پس از خشک شدن نمونه‌ها مقاومت فشاری آنها را تعیین می‌کنیم. نمونه‌های مکعبی را طوری زیر دستگاه پرس قرار داده، که بار وارده بر سطوحی که با قالب در تماس بوده‌اند وارد شود (تصویر 1-7). 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) پر کردن قالب‌ها جهت تهیه 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 load) 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 $40 \times 40 \times 160$ 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 (تصویر 1-8) و سپس خشک می‌کنیم (تصویر 1-9A). سپس با استفاده از دستگاه ویکات اصلاح شده، مقاومت خمشی را اندازه‌گیری می‌کنیم (تصویر 1-9B).





تصویر 1-8: پر کردن قالب‌ها از خمیر تهیه‌شده جهت تهیه نمونه‌های مکعب مستطیل.



تصویر 1-9: A) نمونه‌ها پس از خارج کردن از قالب و خشک کردن. B) دستگاه مقاومت تک‌محوری (ویکات اصلاح‌شده 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 دانسیته 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 1-10A&B).



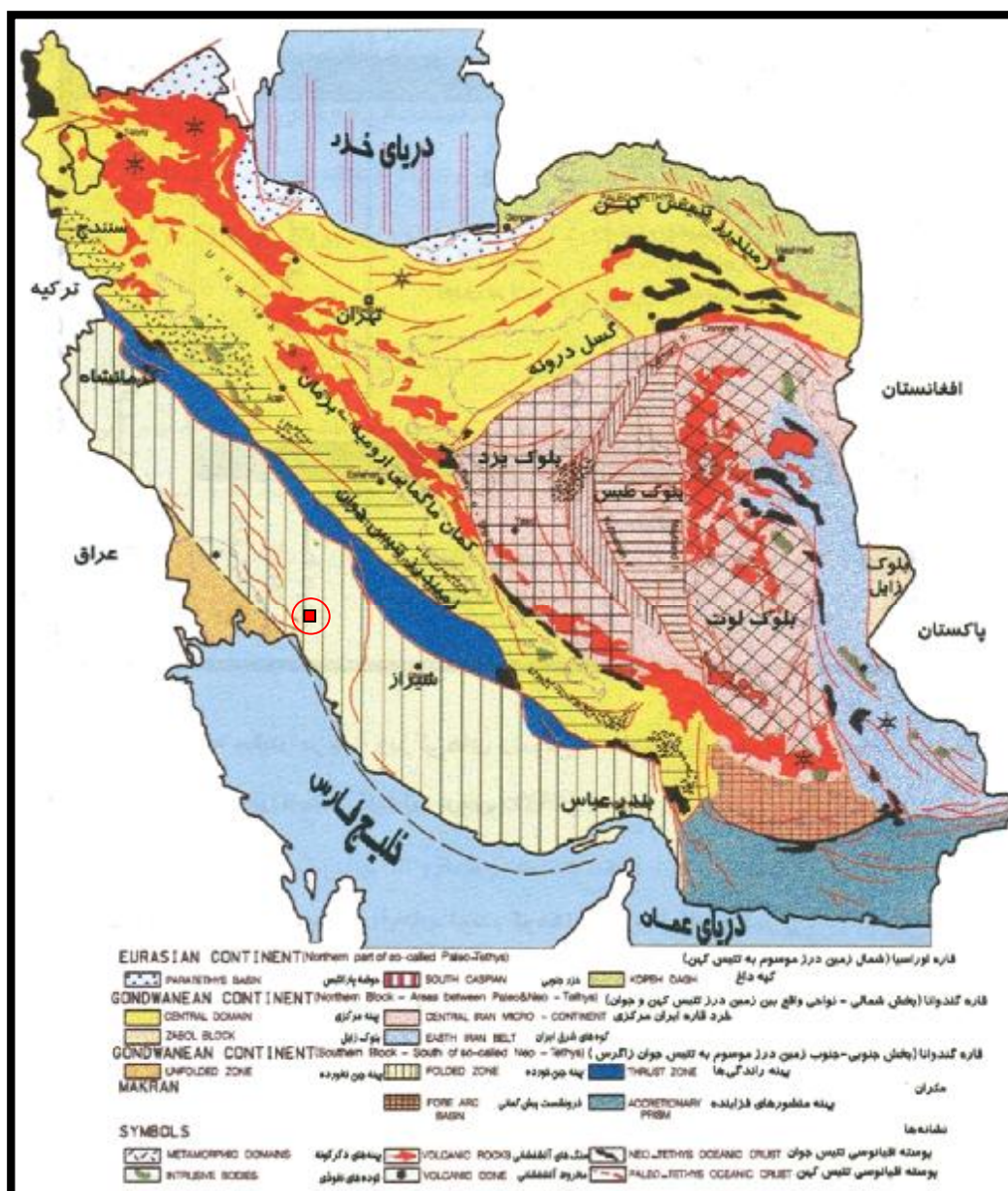
تصویر 10-1 (A & B): وزن کردن نمونه‌های خشک‌شده‌ی مکعبی شکل برای تعیین دانسیته.



1-2- مقدمه

جایگاه محدوده‌ی مورد مطالعه بر اساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ایران (آقاباتی، 1379)،

پهنه‌ی زاگرس چین خورده است. (شکل 1-2).



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



زاگرس چین خورده، 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 چین خورده، 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 چین خورده، نسبت به دیگر مناطق ایران، تفاوت داشته است.

در زاگرس چین خورده، 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، سنگ آهک، 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 اردوئین (سازند ایلبیک)، نبود چینه‌نگاشتی مهمی وجود ندارد. به نظر می‌رسد که یک نبود چینه‌نگاشتی مهم به بزرگی حدود 40 میلیون سال، از



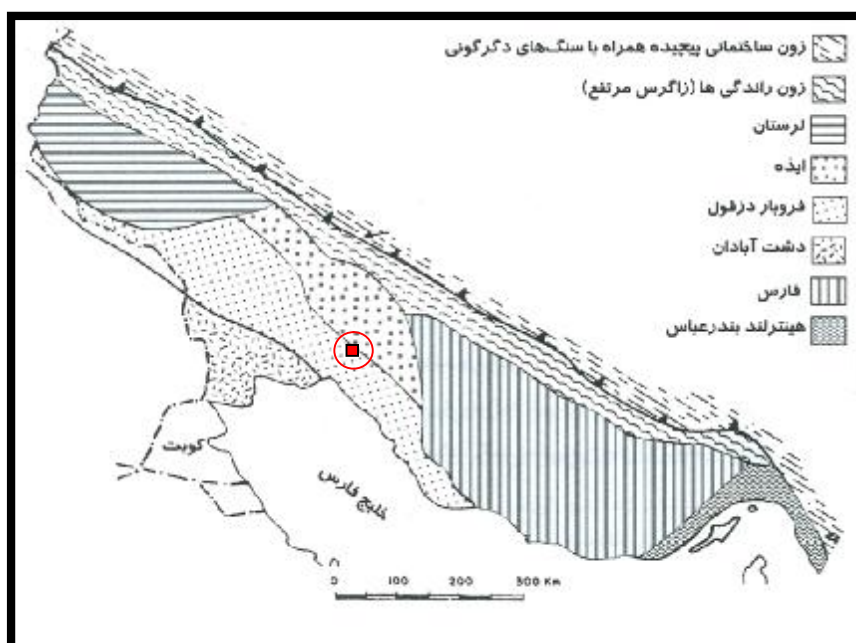
اشکوب ترمدوسین از زمان اردوسین تا میانه‌ی سیلورین در ردیف پالئوزویک وجود دارد. یک نبود چینه‌شناختی دیگر به بزرگی بیش از 70 میلیون سال، بین اواخر فرازین از دونین، تمامی کربنفر تا اشکوب ساکمارین (Sakmarian) از پرمین مشخص است.

در پرمین پسین تمامی زاگرس در زیر یک پیشروی گسترده قرار گرفته که سازند دالان حاصل آن است. سنگ‌های تریاس زاگرس چین‌خورده، رخساره 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 پالئوزویک قرار دارند. در توالی ژوراسیک - نئوژن این ناحیه هیچ گونه دگرشیمی 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 می‌دهد که زاگرس چین خورده در همه جا ویژگی‌های زمین‌شناختی یکسان ندارد. از این جهت مطیعی در سال 1374 زاگرس چین خورده را به زیر پهنه‌های زیر تقسیم کرده است که محدوده‌ی اکتشافی شمس عرب 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 واینند، 1965) توسط کارشناسان شرکت ملی نفت ایران معرفی شده است. در این گروه به ترتیب و از قدیم به جدید سازندهای گچساران، میشان و آغا‌جاری جای گرفته‌اند که اصلی‌ترین سازندهای این گروه بشمار می‌روند.

این سازند به عنوان پوش سنگ میدان‌های نفتی آسماری نخستین سازند گروه فارس است که در مناطق فروافتادگی دزفول - لرستان تا حوضه‌ی خلیج فارس گسترش دارد. سن این سازند زمان‌گذراست به گونه‌ای که که مرز پایینی آن در حوالی جزیره‌ی 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، چمپه و مول تغییر رخساره می‌دهد ولی در نواحی مجاور راندگی زاگرس، به سازند رازک تبدیل می‌شود. کامل‌ترین مقطع این سازند از نظر چینه‌شناسی در چاه‌های میدان گچساران به عنوان برش الگو (غیر رسمی) معرفی شده که 7 عضو و 1600 متر ستبرا دارد.



سنگ نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ، سنگ آهک و مقداری شیل بیتومین‌دار، بدون نظم چینه‌ای، واحدهای اصلی سازند گچساران هستند. ویژگی عضوهای هفتگانه برش الگو در جدول 1-2 آمده است.

جدول 1-2: ویژگی عضوهای هفتگانه‌ی سازند گچساران.

بخش	سنگ شناختی	ضخامت (متر)
۷	تناوب انیدریت، مارن خاکستری و سنگ آهک (قابل تقسیم به ۵ زون)	۱۲۷
۶	انیدریت، مارن‌های سرخ و آهک (در پایین)، سنگ نمک (وسط) انیدریت و مارن (در بالا)	۲۷۸
۵	تناوب انیدریت، مارن سرخ، سنگ نمک و لایه‌های نازک سنگ آهک	۲۰۸
۴	تناوب سنگ نمک ضخیم، مارن‌های خاکستری، انیدریت، کمی لایه‌های آهکی	۸۲۴/۵
۳	انیدریت، مارن‌های خاکستری ضخیم	۲۲۵
۲	سنگ نمک، انیدریت، مارن خاکستری، پاندهای نازک سنگ آهک	۱۱۲/۵
۱	۵ چرخه تبخیری شامل انیدریت، مارن، آهک و کمی شیل بیتومین‌دار	۴۰

گفتنی است که ضخامت و سنگ‌شناسی بخش‌های هفتگانه‌ی برش الگو و عضوهای سه‌گانه‌ی منطقه‌ی فارس ثابت نیست. به همین رو 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*، *Chilostomellids*، *rangi* و *Miliolids* در تمامی سازند گچساران یافت می‌شود. در استان فارس، سازند گچساران به سه عضو چهل (در زیر) چمپه (وسط) و مول (در بالا) تقسیم شده است.



2-2-2- سازند آواری رازک

از جنوب باختری زاگرس (زاگرس چین خورده) 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 همین رو در گذشته 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 آغاچاری 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 سی سخت 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 بوریدیگالین 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 سنگ آهک‌های 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



دوباره‌ی مجموعه‌ی هرمز دانسته شده است. در نقاطی که این آواری‌ها ضخامت زیاد دارند، به آن «عضو ماسه‌سنگی میشان» گفته می‌شود.

به استثنای فارس داخلی که میشان بر روی سازند رازک است در دیگر نقاط، میشان بین دو سازند گچساران (در زیر) و سازند آغاچاری (در بالا) قرار دارد. مرز پایینی آن ناگهانی و مرز بالایی آن تدریجی است. از میدان نفتی گچساران به طرف لرستان، سازند میشان در جهت جانبی به رخساره‌ی تخریبی آغاچاری تبدیل می‌شود، به همین دلیل در لرستان سازند میشان گزارش نشده است.

سنگ آهک ریفی عضو گوری از سازند میشان به داشتن مقدار زیادی اُپراکولینا و دیگر ریز سنگواره‌ها شاخص است. افزون بر آن روزنه‌داران پلانکتون، دو کفه‌ای‌ها، شکم پایان، خارپوستان سن این سازند را از میوسن پیشین تا میوسن میانی مشخص می‌کنند.

2-2-3-1- عضو آهکی گوری

در گذشته این واحد سنگی به نام‌های «سازند گوری» و یا «آهک اُپراکولینا» خوانده می‌شد ولی امروزه عضوی از سازند میشان است که بُرش الگوی آن در تنگ گوری در 28 کیلومتری جنوب خاوری شهرستان لار، به ضخامت 111 متر، شامل سنگ آهک‌های کرم رنگ، سخت، خشن، برجسته و حاوی سنگواره‌های فراوان با تناوب مارن خاکستری است.



مرز پایینی این عضو که ممکن است ناگهانی و یا هم شیب 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 آغاچاری (فارس بالایی)

سازند آغاچاری 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 آغاچاری اقتباس و بُرش الگوی آن در طول جاده‌ی اُمیدیه به چاه‌های میدان نفتی آغاچاری مطالعه شده است. در این بُرش، سازند آغاچاری 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 آغاچاری به دو رخساره‌ی متفاوت دیده می‌شود. در فارس داخلی، بندر عباس، شمال فروافتادگی دزفول و مرز ایران - عراق، سازند آغاچاری 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 در آغاز مارن‌های سُرخ انتخاب می‌شود. ولی در لرستان که سازند میشان وجود ندارد، سازند آغاچاری بر روی سازند گچساران نهشته شده است. مرز بالایی آغاچاری، با و یا بدون بخش لهری، با سازند کنگلومرای بختیاری است که گاه تدریجی و هم‌شیب و گاه ناگهانی و دگرشیب است. در فروافتادگی دزفول، سازند آغاچاری بیشترین ضخامت را دارد ولی به طرف خاور و جنوب خاور، ستبرای این سازند کاهش می‌یابد.

در این روند، کاهش ضخامت سازند آغاچاری با افزایش ضخامت سازند میشان همراه است، به همین رو، گاهی سازندهای آغاچاری و میشان همزمان دانسته می‌شوند و به همین جهت است که سن آغاچاری از میوسن میانی تا پلیوسن فرض می‌شود. اما سازند آغاچاری 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 آغاچاری به محیط‌های آب شیرین تالب شور تعلق دارند که بیشتر در سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای قاعده‌ی این سازند دیده می‌شوند. سنگواره‌های درشت فراوانی را نیز می‌توان در بخش بالایی سازند آغاچاری 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 لهبری 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 یالایه‌های بدبوم نامیده می‌شد. ولی امروزه، به دلیل شباهت‌های سنگ‌شناختی، این نهشته‌ها عضوی از سازند آواری آغاجاری، به نام «لهبری» 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 ژپس 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.



5-2-2- سازند کنگلومرای بختیاری

سازند کنگلومرای بختیاری ویژگی رسوبات آبرفتی - کوهپایه‌ای حاصل از فرسایش ارتفاعات را دارد که بیشتر شامل کنگلومرا و ماسه‌سنگ آهکی 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 آغاچاری به نام لهری است و به مجموعه‌ی بخش میانی - بالایی نیز بختیاری گفته می‌شود که بُرش الگوی آن در شمال مسجد سلیمان (گذار لندر) شامل 550 متر کنگلومرا با قطعاتی به ابعاد خرسنگ، قلوه سنگ و ریگ، به سن‌های گوناگون است که با کلسیت درشت دانه و رُس، سیمانی شده‌اند.

3-2- 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 1-2: دورنمایی از سازند گچساران که در بخشی از محدوده مورد مطالعه واقع شده است.

(دید به طرف جنوب خاور)



1-3-2- سازند گچساران $[M_{gy}^G]$ $[M_m^G]$

شامل تناوبی از لایه‌های گچ و مارن‌های قرمز و خاکستری مایل به سبز می‌باشد (تصویر 2-2). 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 - باختری می‌باشد. 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 متر تا 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 نهشته شدن می‌باشد.



تصویر 2-2: 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 به ترتیب نمایی از بافت‌های رشته‌ای، کلوفرم، دانه شکری و ورقه‌ای سنگ گچ را در محدوده اکتشافی نشان می‌دهند.



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

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



تصویر 2-4: نمایی از بافت کلو فرم در سنگ گچ مربوط به محدوده‌ی اکتشافی.

بافت دانه شکری نسبتاً متراکم، که همان آلاباستر می‌باشد، یکی از مهمترین بافت‌های موجود

در سنگ گچ محدوده مورد مطالعه می‌باشد.



تصویر 2-5: نمایی از بافت دانه شکری در واحد سنگ گچ 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 قسمت‌های محدوده مشاهده می‌شود (تصویر 2-6).

تصویر 2-6: نمایی از ژیپس ورقه‌ای و شفاف در واحد سنگ گچ مربوط به محدوده 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.

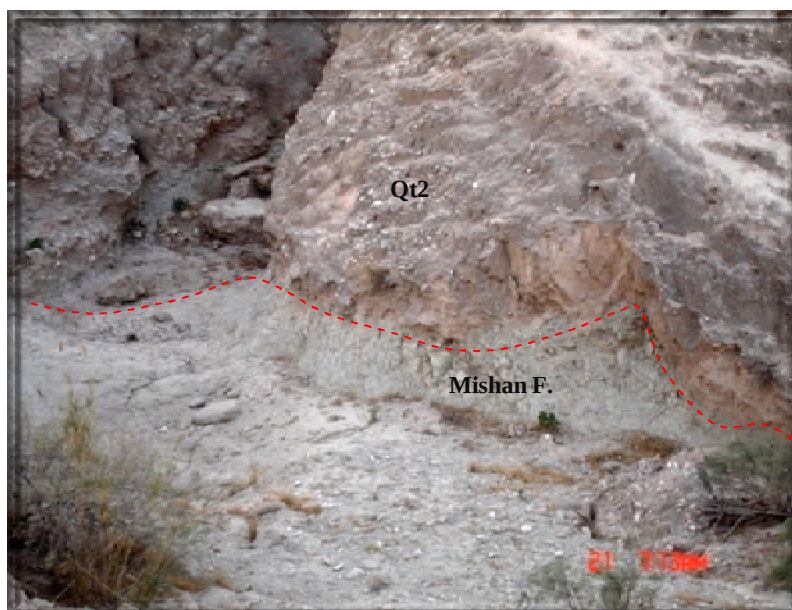


تصویر 2-7: نمایی از ساخت انحلالی در سنگ گچ مربوط به محدوده اکتشافی.



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 فسیل دار می‌باشد؛ که مرز سازند میشان با گچساران (قاعده سازند میشان) توسط یکی از همین میان لایه‌های آهکی فسیل دار مشخص می‌شود (تصویر 2-A9). این مرز ناگهانی و هم شیب می‌باشد. امتداد لایه‌ها شمال خاور - جنوب باختر شیب لایه‌ها برگشته و حدود 60 تا 65 درجه می‌باشد. این لایه‌های آهکی به ضخامت 10 سانتیمتر تا 1 متر به تناوب با مارن خاکستری قرار گرفته‌اند و درواقع عضو آهک گوری است که در گذشته به نام‌های سازند گوری و یا آهک اُپرکولینا خوانده می‌شد ولی امروزه بخشی از سازند میشان است. در بعضی قسمت‌ها، لایه‌های مارنی سازند میشان بر اثر فشارهای جانبی چین خورده است (تصویر 2-B9). عمدتاً به سبب فرسایش سازند میشان، دشت شمس عرب 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 حاشیه مسیر رودخانه.



تصویر 2-9: A) تناوبی از لایه‌های سنگ آهک 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 شمس عرب را تشکیل می‌دهند، بر روی سازند میشان قرار گرفته و به طور گسترده قسمت‌های شمال باختر و باختر محدوده اکتشافی را در بر گرفته‌اند (تصویر 2-10). رسوبات [Qal] نهشته‌های کنونی بستر رودخانه‌ی شمس عرب 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.

تصویر 2-10: پوشی از رسوبات آبرفتی [Qt2] بر روی مارن‌های سبز میشان در دشت شمس عرب و در اطراف کارخانه‌ی ساران گچ (دید به طرف شمال باختر).

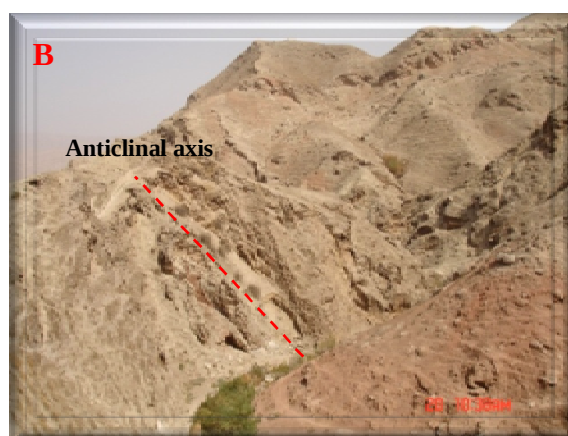
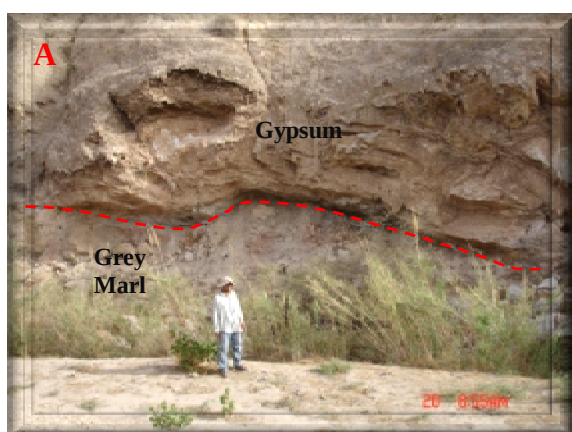


2-4- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک محدوده مورد مطالعه

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، ناودیزی وجود دارد که راستای محور آن شمال‌خاور - جنوب‌باختر می‌باشد. ضخامت لایه‌های گچی در محور این ناودیس چند برابر شده است. 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 و بین 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. کليه گسل‌ها دارای جابجایی عمدتاً راست گرد می‌باشند و عملکرد این گسل‌ها باعث ایجاد تغییراتی در شیب و امتداد لایه‌های گچی و مسیر رودخانه شده است (تصویر 2-11C).



- تصویر 2-11A: حالت افقی لایه‌های سنگ گچ که در شمال محدوده دیده می‌شود (دید به طرف شمال).
 B) دورنمایی از یک طاق‌دیس واقع در شمال خاور محدوده 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 همبندی 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 تهیه 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- بی سیم دستی

5- ژالن، منشور، تراز نبشی و متر



پس از انجام عملیات نقشه برداری، نقشه‌های توپوگرافی به تعداد 4 فایل با فرمت dwg تهیه و به صورت 4

برگه‌ی A0 گردید. مراحل مختلف عملیات نقشه برداری 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 کهگیلویه و

بویراحمد، محدوده‌ی به وسعت 100 هکتار برای انجام عملیات نقشه برداری 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 وسیله ی بتن ایجاد و نامگذاری گردید.

جدول 3-1: مختصات ایستگاه های اصلی نقشه برداری

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

3-2-3- پیمایش (بستن شبکه نقاط بتنی)

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



3-2-4- مختصات دار 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 مدل 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 مدل 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).

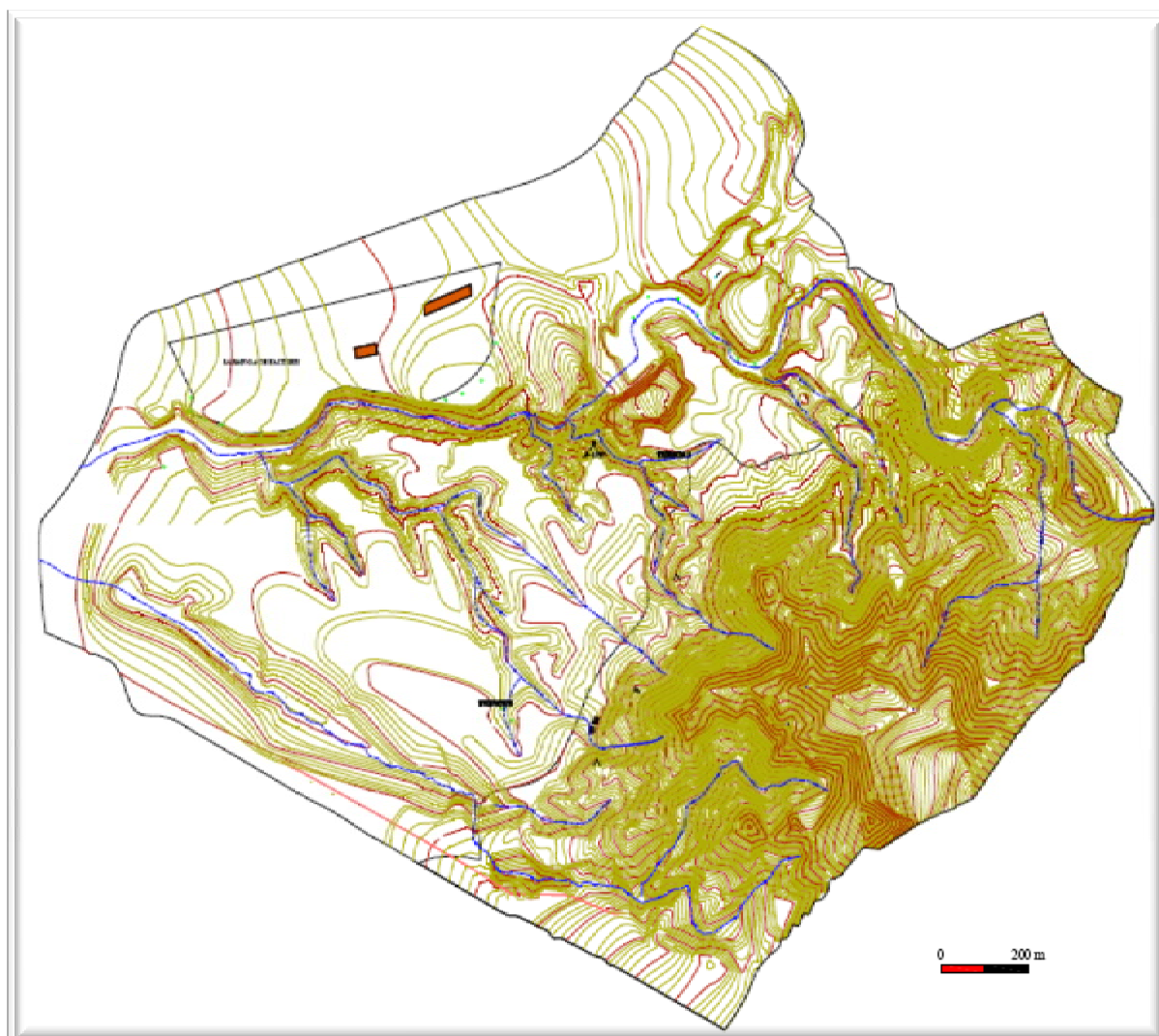


تصویر 3-1: قرائت عوارض طبیعی توسط نقشه‌بردار با دوربین توتال استیشن.



6-2-3- ترسیم و کارتوگرافی

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



شکل 3-1: نقشه توپوگرافی 1:1000 گچ شمس عرب 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 زمین شناسی - معدنی در محدوده‌ی شمس عرب در چندین مرحله و در گستره‌ای به وسعت 100 هکتار، بر مبنای نقشه توپوگرافی 1: 1000 انجام گردید. مراحل مختلف انجام نقشه زمین شناسی 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 2-3).
- 3- تعیین سیستم‌های گسلی و چین خوردگی.



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

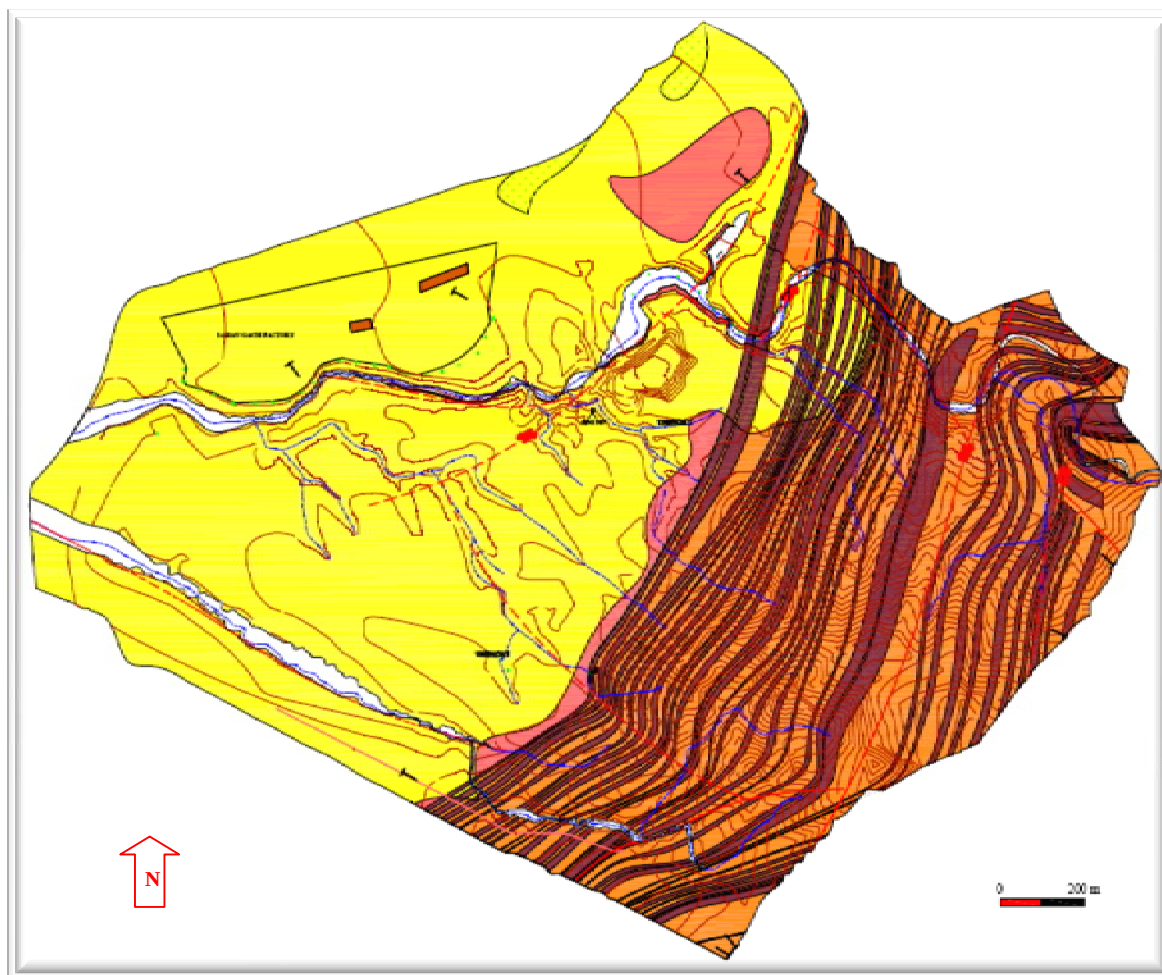


2-3-3- پردازش داده‌های میدانی

1- پردازش اطلاعات صحرایی شامل وارد نمودن اطلاعات مربوط به Map Source و

Micro Station به نرم افزار AutoCAD.

2- رقومی نمودن کلیه اطلاعات ورودی در نرم افزار AutoCAD و تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی.



LEGEND

QUATERNARY	Qal	Qal: Recent alluvium
	Q2	Q2: Loosely cemented Conglomerate
MESOZOIC	M ₁	M ₁ : Alternation of thin bedded gray to green and siltstone with yellow to brown silty limestone
	M ₂	M ₂ : Cream limestone
	M ₃	M ₃ : Green & red marls
	M ₄	M ₄ : Gypsum interbedded with green & red marls

[Miocene formation]
[Tertiary formation]

شکل 2-3: نقشه زمین شناسی 1:1000 گچ شمس -

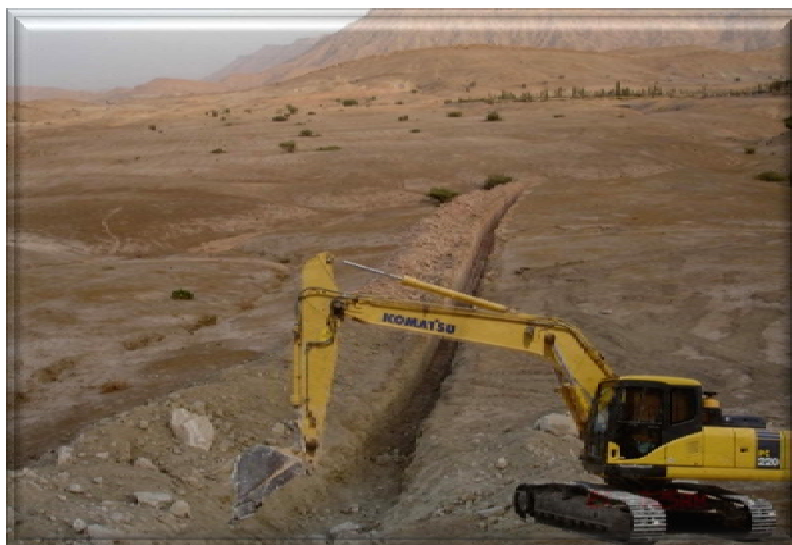
عرب که از کنار هم قرار دادن 4 ورقه 1:1000 به دست آمده است.



3-4- حفرو برداشت ترانشه‌های اکتشافی

3-4-1- حفرو 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 سانتی متر 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 به وسیله بیل مکانیکی 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 رخمون پیدا کند؛ سپس کانالی به عرض 20 سانتیمتر برای نمونه برداری مشخص گردید (تصویر 3-4).



تصویر 3-4: 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 ترائشی 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 واحدهای 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

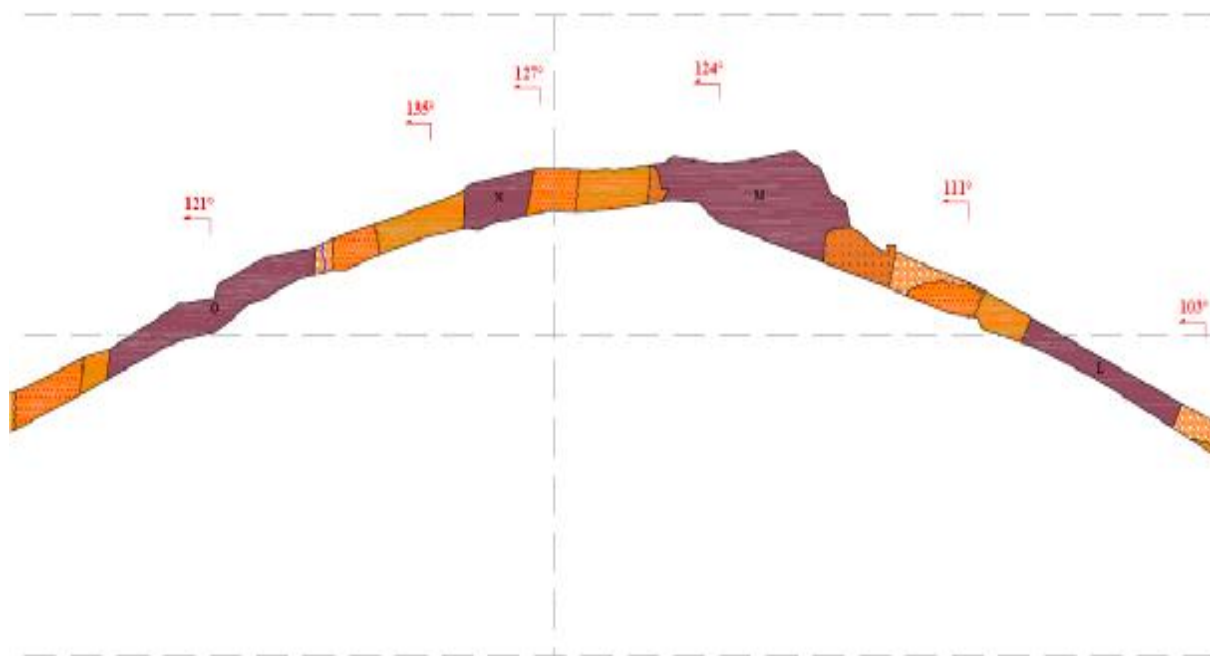
واحدها با کمپاس اندازه‌گیری می‌شود.

4- ویژگی‌های زمین‌شناختی 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 دیواری ترانشه شماره 1 یا T1 که مرز بین این واحدها پس از اندازه گیری ترسیم شده اند.

3-4-2-1- ترانشه T1

طول این ترانشه 226/12، آزمون آن بین 100 تا 120 درجه و مختصات ابتدای آن 67 99 و X:46 و Y: 33 63 736 می باشد. تعداد 20 لایه ی سنگ گچ (لایه A تا لایه T) در این ترانشه مشاهده می شود که کم ترین ضخامت لایه ها متعلق به لایه ی S با 0/66 متر و بیش ترین آن متعلق به لایه ی B با 15 متر می باشد. شیب لایه ها در این ترانشه متغیر و بین 61 تا 88 درجه و جهت شیب به طرف جنوب خاور است. بیشترین ضخامت لایه های مارن 27/30 متر است که بین لایه های سنگ- گچ B و C دیده می شود. لازم به ذکر می باشد که پیشکار اکتشافی در لایه ی 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 تر 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، آزمون آن بین 138 تا 150 درجه و مختصات ابتدای آن 82 X: 46 65 و Y: 33 63 460 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 تر با نظر کارفرما در نظر گرفته شد. نتایج مربوط به برداشت ترانشه‌ی T2 در جدول 3-3 آمده است.