

جمهوری اسلامی ایران
وزارت معادن و فلزات
سازمان صنایع و معادن استان تهران
طرح بررسی مقدماتی سیلیس بین دماوند و فیروزکوه

گزارش نهایی
بررسی مقدماتی سیلیس بین دماوند و فیروزکوه

مجری طرح
عزیز میرزائیانی

مشاور
مهندسان مشاور معدنکاو

سال 79

| |
|---|
| وزارت صنایع و معادن سازمان صنایع و معادن استان تهران |
| بررسی مقدماتی سیلیس بین دماوند و فیروزکوه |

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| مرحله : مقدماتي | شماره گزارش : Mn1287010 |
| تهيه کنندگان به ترتيب حروف الفبا : | کنترل : مهربان اردشيريان |
| 1- مهربان اردشيريان | مدیر پروژه : مهدي محمدي فناتي |
| 2- مهدي زمرديان | |
| 3- علي عابدي | تايپ : خانمها اسدي و مير علي نقي |
| 4- زينب کریمی | |
| 5- مهدي محمدي فناتي | |
| | تاريخ : آبان ماه 1379 |

چکیده

پروژه بررسی مقدماتی سیلیس بین دماوند – فیروزکوه، از طرف اداره کل معادن و فلزات تهران در تاریخ 79/5/26 به شرکت مهندسين مشاور معدنکاو واگذار شد. جهت انجام پروژه، ابتدا کلیه اطلاعات و مدارك موجود جمع آوري گردید. پتانسیل سیلیس در منطقه، لایه تاپ کوارتزیت بود که با پیمایش و اکتشاف چکشی، در طول حدود 34 کیلومتر از لایه تاپ تاپ کوارتزیت در 8 نقطه نمونه برداری شد. از روی نتایج آزمایش نمونه‌ها و توپوگرافی منطقه محدوده‌ای به وسعت حدود 9 کیلومتر مربع جهت کارهای خاص معدنی انتخاب و با مقیاس 1:000.00 مطالعه گردید و بقیه با مقیاس 1:20.000 مطالعه شد. در محدوده 1:10.000 طی حفر 7 رشته ترانشه و نمونه‌گیری از آنها و همچنین نمونه‌گیری سیستماتیک، مجموعاً 90 نمونه تهیه و درصد ترکیبات سیلیس آزمایش شد. در ضمن تعداد 4 نمونه سنگ‌شناسی نیز تهیه و مطالعات کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی بر روی آنها انجام شد.

نتیج بررسی‌ها، ذخیره قطعی 5/656 میلیون تن و ذخیره احتمالی 86/972 میلیون تن با عیار متوسط $SiO_2 = \%97.94$, $Fe_2O_3 = \%0.25$, $Al_2O_3 = \%0.73$ و ذخیره قطعی 11/911 میلیون تن و ذخیره احتمالی 194/046 میلیون تن با عیار متوسط $SiO_2 = \%92.20$, $Fe_2O_3 = \%0.64$ را برای محدوده 1:10.000 و ذخیره احتمالی 550/47 میلیون تن با عیار متوسط $SiO_2 = \%1.69$, $Al_2O_3 = \%0.22$, $Fe_2O_3 = \%96.79$ = برای محدوده 1:20.000 مشخص نمود.

فهرست مطالب

صفحه

1-1

عنوان

فصل اول : مقدمه

فصل دوم : توصیف عمومی منطقه

- 2-1-2-1- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
- 2-1-2-2- آب و هوای منطقه مورد مطالعه
- 2-2-2-3- راه‌های ارتباطی استان
- 2-4-2-4- ارتفاعات استان تهران
- 2-5-2-5- رودخانه‌ها
- 2-6-2-6- جمعیت استان تهران
- فصل سوم : خلاصه عملیات و مطالعات گذشته
- 3-1-3-1- کانی‌شناسی گروه سیلیس
- 3-1-3-1-1- کوارتز
- 3-5-3-1-2- کوارتز بتا
- 3-8-3-1-3- اوپال
- 3-10-3-2- ویژگی‌های زمین‌شناسی سیلیس
- 3-10-3-2-1- کانسارهای سیلیس رسوبی یا کوارتز آرنیت‌ها
- 3-11-3-2-2- کانسارهای آذرین
- 3-12-3-2-3- کانسارهای دگرگونی
- 3-12-3-2-4- کانسارهای پگماتییتی
- 3-12-3-2-5- کانسارهای هیدروترمال
- 3-13-3-2-6- کانسارهای سیلیس از خاستگاه دگرسانی
- 3-13-3-2-7- ذخایر پلاسز
- 3-14-3-3- اصول پی‌جویی و اکتشاف ذخایر سیلیس
- فصل چهارم : زمین‌شناسی عمومی ناحیه و منطقه مورد مطالعه
- 4-1-4-1- شرح زمین‌شناسی عمومی ناحیه
- 4-4-4-2- پرکامبرین در البرز
- 4-4-4-2-1- شیبست‌های گرگان
- 4-5-4-3- اینفراکامبرین (ائوکامبرین)
- 4-11-4-3-1- دگرگونی اینفراکامبرین پسین
- 4-11-4-4- محیط رسوبی پرکامبرین
- 4-13-4-5- پالئوزوئیک زیرین
- 4-13-4-5-1- کامبرین زیرین
- 4-14-4-5-2- کامبرین میانی و فوقانی – اردویسین آغازی

- 4-14 4-6- پالئوزوئيك فوقاني
- 4-14 4-6-1- دونين - كربونيفر
- 4-16 4-6-2- پرمين در البرز
- 4-18 4-7- مزوزوئيك
- 4-21 4-7-1- ژوراسيك
- 4-21 1- ژوراسيك در البرز
- 4-26 2- ماگماتيسم در ژوراسيك
- 4-27 3- سنگ‌هاي آتشفشاني ژوراسيك
- 4-29 4-7-2- كرتاسه در ناحيه البرز مركزي
- 4-29 1- كرتاسه زيرين
- 4-30 2- كرتاسه فوقاني
- 4-33 4-8- سنوزوئيك - ترسير
- 4-34 4-9- زمين‌شناسي عمومي منطقه مورد مطالعه
فصل پنجم : تشریح فعالیت‌های صحرایی
- 5-1 5-1- جمع‌آوری اطلاعات اولیه و تعیین محدوده
- 5-2 5-2- فعالیت‌های صحرایی و برداشت‌های زمین‌شناسي
- 5-5 5-3- عملیات حفر ترانشه و نمونه‌برداری
- 5-5 5-3-1- حفر و نمونه‌گیری از ترانشه‌ها
- 5-6 5-3-2- نمونه‌برداری سیستماتيك
- فصل ششم : مطالعات آماری و تجزیه و تحلیل نتایج
- 6-1 6-1- محدوده نقشه 1:10.000
- 6-1 6-1-1- لایه کوارتزیت
- 6-2 1- محاسبه عیار متوسط
- 6-5 2- محاسبه ذخیره
- 6-6 6-1-2- لایه میکرو کنگلومرای کوارتزیت
- 6-7 1- محاسبه عیار متوسط
- 6-8 2- محاسبه ذخیره
- 6-10 6-2- محدوده 1:20.000 (به استثنای محدوده 1:10.000)
- 6-10 6-2-1- محاسبه عیار متوسط
- 6-11 6-2-2- محاسبه ذخیره

فصل هفتم : مصارف و کاربرد

- 7-1- مصرف و کاربرد سیلیس
- 7-1-1- صنایع شیشه
- 7-1-2- موارد استفاده مستقیم از سیلیس
- 7-2- آجرهای ماسه خاکی
- 7-2- آجرهای ماسه آهکی
- 7-2- صنایع نسوز و دیرگدازها
- 7-4- کاربردهای اختصاصی و ظریف
- 7-2- استانداردهای سیلیس
- 7-2-1- استاندارد ایالات متحده آمریکا
- 7-6- 1- شیشه فلینت
- 7-7- 2- شیشه جام
- 7-7- 2-2- استاندارد انگلستان
- 7-7- 1- شیشه جام
- 7-8- 2- شیشه فلینت
- 7-10- 3- بطری‌های رنگی
- 7-11- 4- پشم شیشه
- 7-11- 5- شیشه‌های عینک
- 7-11- 3-2- استاندارد ترکیه
- 7-13- 4-2- استانداردهای ماسه‌ها، سیلیس در ریخته‌گری
- 7-14- 5-2- استاندارد ایران
- 7-17- 3- فرآوری سیلیس
- 7-17- 3-1- روش‌های معمول در فرآوری سیلیس
- 7-18- 3-2- فرآوری سیلیس در ایران
- 7-19- 3-3- فرآوری سیلیس در محدوده دماوند – فیروزکوه
- 7-20- 4- واحدهای مصرف کننده سیلیس و نیاز سالیانه آنها
- 7-20- 4-1- شیشه و بلور
- 7-21- 4-2- ریخته‌گری
- 7-22- 4-3- فروآلیاژها
- 7-22- 4-4- سایر مصارف

فهرست جداول

| <u>عنوان</u> | <u>صفحه</u> |
|--|-------------|
| جدول شماره 2-1- طول کل راه‌های استان، شهرستان‌های دماوند و فیروزکوه | 2-3 |
| جدول شماره 2-2- میزان جمعیت استان تهران و شهرستان‌های دماوند و فیروزکوه | 2-6 |
| جدول شماره 2-3- میزان جمعیت استان تهران بر حسب خانوارهای شهری و روستایی در 1377 | 2-7 |
| جدول شماره 6-1- محاسبه عیار متوسط SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 در لایه کوارتزیت | 6-3 |
| جدول شماره 6-2- محاسبه لایه ضخامت لایه کوارتزیت | 6-5 |
| جدول شماره 6-3- محاسبه عیار متوسط SiO_2, Fe_2O_3 در لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت | 6-8 |
| جدول شماره 6-4- محاسبه ضخامت لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت | 6-9 |
| جدول شماره 6-5- محاسبه عیار متوسط SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 در لایه تاپ کوارتزیت | 6-11 |
| جدول شماره 6-6- محاسبه ضخامت لایه تاپ کوارتزیت | 6-12 |
| جدول شماره 7-1- ترکیب نسوزهای سیلیسی | 7-3 |
| جدول شماره 7-2- خواص نسوزهای سیلیسی | 7-4 |
| جدول شماره 7-3- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه فلینت در آمریکا | 7-6 |
| جدول شماره 7-4- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه جام در آمریکا | 7-7 |
| جدول شماره 7-5- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه جام در انگلستان | 7-8 |
| جدول شماره 7-6- استاندارد دانه‌بندی سیلیس برای تولید شیشه جام انگلستان | 7-8 |
| جدول شماره 7-7- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه فلینت نوع A در انگلستان | 7-9 |
| جدول شماره 7-8- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه فلینت نوع C در انگلستان | 7-10 |
| جدول شماره 7-9- تجزیه شیمیایی شیشه جام و بلور ترکیه | 7-12 |
| جدول شماره 7-10- استاندارد دانه‌بندی سیلیس برای کارخانه شیشه ترکیه | 7-12 |
| جدول شماره 7-11- درصد اکسید آهن سیلیس در محصولات مختلف ترکیه | 7-13 |
| جدول شماره 7-12- ترکیب شیشه جام به روش قدیمی | 7-14 |
| جدول شماره 7-13- ترکیب شیشه جام به روش فلوت | 7-15 |
| جدول شماره 7-14- ترکیب بطری سازی | 7-15 |
| جدول شماره 7-15- ترکیب لعاب سازی | 7-15 |

| | |
|------|--|
| 7-16 | جدول شماره 7-16- ترکیب لامپ و شیشه‌های صنعتی |
| 7-16 | جدول شماره 7-17- ترکیب وسائل خانگی، بلور و ظروف |
| 7-16 | جدول شماره 7-18- ترکیب کریستال و بلور ممتاز |
| 7-18 | جدول شماره 7-19- کاخانات آرایش سیلیس موجود و طرح‌های توسعه |

فهرست نقشه‌ها

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u> |
|-------------|------------------------------|
| 2-4 | نقشه 2-1- نقشه راه‌های منطقه |

فهرست عکس‌ها

| <u>صفحه</u> | <u>عنوان</u> |
|-------------|---|
| 4-38 | عکس شماره 4-1- لایه تاپ کوارتزیت در دره شمال جابان (معدن) |
| 4-39 | عکس شماره 4-2- لایه تاپ کوارتزیت در دره شمال سیدآباد |
| 4-39 | عکس شماره 4-3- تشکیلات الیکا در دره شمال ورزان |

فصل اول

مقدمه

پروژه بررسی مقدماتی امکان وجود سیلیس در محدوده بین دماوند و فیروزکوه طی قرارداد شماره 79/9930 مورخ 79/5/26 فی مابین اداره کل معادن و فلزات استان تهران به عنوان کارفرما و مهندس مشاور معدنکار به عنوان مشاور منعقد گردید. هدف از این طرح بررسی امکان وجود سیلیس در محدوده‌ای به وسعت 120 کیلومتر مربع با جزئیات ذیل بود:

- جمع‌آوری مدارک و اطلاعات عمومی مربوط به منطقه
- اکتشاف چکشی و تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 1:20,000 برای محدوده‌ی به وسعت 120 کیلومتر مربع و انتخاب محدوده امید بخش به وسعت 5 کیلومتر مربع
- عملیات حفاری و نمونه‌برداری و تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس 1:10,000 بر روی محدوده امید بخش

- مطالعه و بررسی تحولات زمین‌شناسی ساختمانی و تعیین موقعیت ماده معدنی
- تهیه پروفیل‌های زمین‌شناسی با نمایش وضعیت زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه
- ارزیابی ذخیره موجود و توجیه ادامه عملیات

پس از مطالعه منابع موجود در آرشیو مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی و همچنین نقشه‌های زمین‌شناسی موجود منطقه، مشخص گردید که لایه تاپ کوارتزیت به ضخامت حدود 50 متر که در یال جنوبی تاق‌دیس شمال روستای آینه و رزان گسترش دارد می‌تواند به عنوان پتانسیل سیلیس مورد اکتشاف و بررسی قرار گیرد و کلیه عملیات صحرایی باید بر روی این لایه متمرکز گردد.

در بررسی‌های صحرایی اولیه، سعی بر آن شد که در مسیر کلیه آبراهه‌هایی که امکان دسترسی به لایه مذکور را دارد، از لایه نمونه‌برداری شده و همچنین وضعیت توپوگرافی محدوده گسترش لایه تاپ کوارتزیت بررسی گردد.

با توجه به گسترش زیاد لایه تاپ کوارتزیت (از شمال روستای آینه و رزان تا شرق روستای کهنک حدود 34 کیلومتر)، محدوده‌ای به وسعت 160 کیلومتر مربع مورد پی‌جویی و اکتشاف چکشی قرار گرفت و از 8 نقطه نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها آنالیز گردید.

با توجه به نتایج آنالیز 8 نمونه، وضعیت توپوگرافی منطقه و همچنین محدوده‌هایی که قبلاً توسط اداره کل معادن و فلزات استان تهران به افراد واگذار شده بود، گستره‌ای به وسعت 9/5 کیلومتر مربع جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی 1:10,000 و عملیات ترانشه‌زنی و نمونه‌برداری انتخاب گردید.

در این گزارش کلیه عملیات انجام شده بر روی منطقه بین دماوند - فیروزکوه و نتایج حاصل از بررسی‌های صحرایی، آنالیزهای آزمایشگاهی و اطلاعات حاصل از مراکز تحقیقاتی به اجمال تقدیم می‌گردد.

فصل دوم

توصیف عمومی منطقه

1-2- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در 23 کیلومتری شرق شهرستان دماوند بین طول شرقی 13°، 12°، 52° الی 37°، 32°، 52° و عرض شمالی 2°، 39°، 35° الی 57°، 41°، 35° محدود می‌گردد و دارای مساحتی حدود 165 کیلومتر مربع است که با شهرستان فیروزکوه 35 کیلومتر فاصله دارد. از لحاظ آب و هوایی، راه‌های دسترسی، وضعیت اجتماعی، ژئومورفولوژی و سایر مشخصات جغرافیایی، محدوده مذکور با شهرستان‌های دماوند و فیروزکوه مشابه می‌باشد.

2-2- آب و هوای منطقه مورد مطالعه

استان تهران در فصول سرد سال متأثر از سیستم‌های شمالی و شمال غربی و غربی و جنوب غربی است که طی نفوذ خود به فلات ایران، استن تهران را تیز تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. اصولاً

زمستان‌ها در این استان سرد و خشک می‌باشد. نزدیک بودن به کویر نیز موجب می‌شود تا در تابستان‌ها بادهای گرم و خشک شرقی و جنوب شرقی بر آن تأثیر بگذارد. تابستان‌های این استان در مجموع گرم و خشک و غبارآلود است. بارندگی‌های آن از ماه‌های آبان و آذر آغاز و معمولاً در اواسط اردیبهشت ماه نیز پایان می‌یابد.

به دلیل وجود ارتفاعات در منطقه فیروزکوه – دماوند میزان بارش برف و باران نسبتاً زیاد، درجه حرارات میانگین منطقه نسبت به تهران پایین‌تر است، به طوریکه طبق آمار موجود در شهرستان فیروزوه میانگین حداکثر درجه حرارت 41/1 درجه سانتیگراد، میانگین حداقل درجه حرارت 5 درجه سانتیگراد و میانگین درجه حرارت منطقه 9/6 درجه سانتیگراد است. همچنین میزان بارندگی سالیانه در این شهرستان 347/7 میلیمتر، رطوبت نسبی 73 درصد و حداقل رطوبت نسبی 28 درصد می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان 166 روز در سال می‌باشد که باید مورد توجه قرار گیرد.

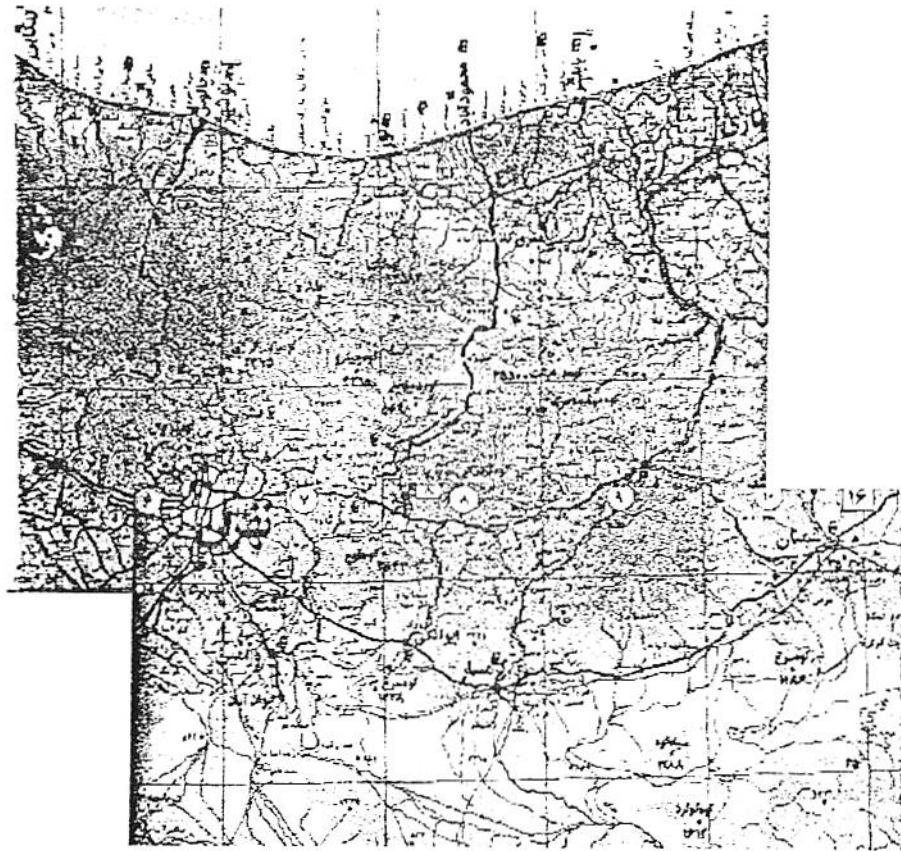
3-2- راه‌های ارتباطی استان

منطقه فیروزکوه – دماوند توسط راه آسفالت‌ه درجه یک و راه‌آهن با تهران و همچنین با استان مازندران از یک طرف و باراه‌های آسفالت‌ه با شه‌های مختلف استان سمنان مرتبط می‌آشد. در جدول شماره 2-1 طول کل راه‌های استان تهران و راه‌های تحت پوشش حوزه‌های استحفاظی شهرستان فیروزکوه دماوند بر حسب کیلومتر آمده است. همچنین در صفحه بعد نقشه راه‌های منطقه (نقشه شماره 2-1) آمده است.

جدول شماره ۱-۲- طول کل راههای استان ، شهرستانهای

دماوند و فیروزکوه (کیلومتر)

| سایر راهها | راه فرعی شنی | | | راه فرعی آسفالته | | | راه اصلی | | | شهرستان | |
|------------|--------------|--------|------|------------------|--------|------|----------|-------|---------|---------|----------|
| | درجه ۲ | درجه ۱ | عریض | درجه ۲ | درجه ۱ | عریض | معمولی | عریض | بزرگراه | | آزادراه |
| ۳۴۹/۵۵ | ۰ | ۸ | ۰ | ۵۰/۸ | ۲۳۴/۸ | ۷۴/۶ | ۵۰۸/۷ | ۱۹۱/۱ | ۳۳۱/۸ | ۱۸۹ | کل استان |
| ۹۲/۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۴۲ | ۰ | ۶۹/۶ | ۰ | ۲۳/۱ | ۰ | دماوند |
| ۱۱۱/۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۳۰ | ۰ | ۰ | ۰ | فیروزکوه |



نقشه ۱-۲- نقشه راههای منطقه

2-4- ارتفاعات استان تهران

استان تهران در دامنه‌های جنوبی بخش مرکزی سلسله جبال البرز قرار گرفته است. این بخش از ارتفاعات البرز، مرتفع‌ترین قله البرز را به خود اختصاص داده است که در حقیقت بخش‌های شمالی استان تهران را تشکیل می‌دهد. ارتفاع کوه‌های این بخش در سمت شرق افزایش یافته و ارتفاع قله‌ها از مرز 5000 متر گذشته، به طوریکه ارتفاع قله دماوند 5671 متر از سطح دریا می‌باشد. در قسمت‌های شمال شرقی ارتفاعات با نان رشته کوه‌های فیروزکوه و سوادکوه تا دره رودخانه فیروزکوه که از شعبات اصلی حبله رود است، امتداد دارد. از ارتفاعات بخش مرکزی و منطقه جنوبی

می‌توان ارتفاعات لواسانات و قره داغ دماوند را نام برد. ارتفاعات شمیرانات با قله توچال به ارتفاع 3933 متر و کوه‌های کهار نیز از جمله ارتفاعات استان تهران در این بخش است. در قسمت‌های جنوب و شرق تهران، کوه‌های حسن‌آباد، بی‌بی‌شهربانو، القادر و قصر فیروزه قرار دارد.

2-5- رودخانه‌ها

مهمترین رودخانه‌های استان عبارتند از: جاجرود، حبله‌رود، رودخانه کرج و رودشور. نزدیکترین رودخانه به منطقه مورد نظر، رودخانه دلیچای می‌باشد که در سمت شمال منطقه مورد نظر جریان داشته و سپس از قسمت شرق وارد منطقه مورد مطالعه می‌گردد و پس از عبور از آن به حبله‌رود می‌پیوندد.

جدول ۲-۳- میزان جمعیت استان تهران بر حسب خانوارهای شهری و

روستایی در: ۱۳۷۷

| خانوار روستایی | جمعیت روستایی | استان |
|----------------|---------------|-----------|
| ۲۴۳۴۴۸ | ۱۱۵۲۸۷۶ | کل استان |
| ۵۶۸۸ | ۲۲۵۶۰ | دماوند |
| ۴۰۰۳ | ۱۶۸۹۶ | فیروز کوه |

2-6- جمعیت استان تهران

بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال 1375 جمعیت کل استان 10.343.786 نفر می‌باشد که از این عده 9.190.725 نفر در مناطق شهری و 1.153.061 نفر در مناطق روستایی سکونت داشته‌اند. در جدول شماره (2-2) میزان جمعیت کل استان و شهرستان‌های دماوند و فیروزکوه بر حسب جنس آمده است.

جدول ۲-۲- میزان جمعیت استان تهران و شهرستانهای

دماوند و فیروزکوه بر حسب جنس: ۱۳۷۵

| استان | مرد و زن | مرد | زن |
|----------|----------|---------|---------|
| کل استان | ۱۰۳۴۳۷۸۶ | ۵۳۲۵۳۹۴ | ۵۰۱۸۳۹۲ |
| دماوند | ۶۵۲۱۹ | ۳۳۸۶۴ | ۳۱۳۵۵ |
| فیروزکوه | ۳۴۲۰۶ | ۱۸۲۴۷ | ۱۵۹۵۹ |

در جدول 2-3 میزان جمعیت استان تهران و شهرستانهای دماوند و فیروزکوه بر حسب خانوار شهری و روستایی ذکر شده است.

فصل سوم

خلاصه عملیات و مطالعات گذشته

3-1- کانی‌شناسی گروه سیلیس

واژه سیلیس نامی است همگانی برای کانی‌هایی که ترکیب شیمیایی اکسید سیلیسیم (SiO_2) دارند. زیر پوشش این ترکیب شیمیایی، کانی‌های گوناگون با ویژگی‌های فیزیکی و تا حدودی شیمیایی گوناگون جای دارند. این کانی‌ها در شرایط مختلف زمین‌شناسی (آذرین، رسوبی و دگرگونی) پدید می‌آیند و می‌توانند بصورت متبلور و یا غیر متبلور و آبدار یا بدون آب در طبیعت یافت شوند.

3-1-1- کوارتز

کوارتز معمولی یا کوارتز آلفا در سیستم تری‌گوناو و کوارتز در سیستم هگزاگوناو متبلور می‌شود. دارای سختی 7 و وزن مخصوص 2/5 تا 2/8 است. ناخالصی را به دشواری می‌پذیرد و اگر بپذیرد، به رنگ‌های گوناگون در می‌آید. گونه‌های خالص آن شفاف و گونه گل سرخی آن (Rose Quartz).

به سبب داشتن تیتان، قرمز یا صورتی رنگ است. آمیتیست به سبب داشتن آهن سه ظرفیتی به رنگ بنفش پدیدار می‌شود. کوارتز دودی، ناخالصی زیادی ندارد و وجود ادخال‌های حبابی، رنگ شیری به آن می‌دهد. این کانی‌ها به طور معمول دارای 46/7 درصد سیلیسیم و 53/3 درصد اکسیژن می‌باشند. ناخالصی‌های موجود در این کانی بیشتر به صورت ادخال‌هایی از اکسیدهای فلزات است. در اسیدها نامحلول است و تنها اسید فلئوریدریک و یا مذاب کربنات سدیم می‌تواند آن را در خود حل کند. کوارتز در طبیعت به دو صورت متبلور و نهان بلور وجود دارد. گونه دانه ریز و نهان بلور (Cryptocrystalline) آنها کلسدوئن نام دارد، که بصورت رشته‌ای یا دانه‌ای پیدا می‌شود. واژه کلسدوئن بطور معمول برای گونه‌های رشته‌ای بکار برده می‌شود که به رنگ قهوه‌ای تا خاکستری دیده می‌شوند. کلسدوئن، آگات، کارنلین، اونیکس، هیلوتروپ و کریزوبراز، از گونه‌های رشته‌ای و فلینت و ژاسب از گونه‌های دانه‌ای آن است. این کانی‌ها بیشتر از محلول‌ها جدا شده و بصورت مواد پرکننده، حفره‌های موجود در سنگ‌ها را پر می‌کنند. کریزوبراز به سبب داشتن اکسید نیکل به رنگ سبز است. گرچه کوارتز در ردیفی گسترده از دما پدید می‌آید، ولی در هر ردیف دمائی، کانی کوارتز وابسته بدان، شکلی ویژه به خود می‌گیرد. این تغییرات که بیشتر در دمایی بالا صورت بصورت پیدایش سطوح بر آن است، در دماهای پایین؟ سرد معمولی به تدریج از شمار این سطوح کاسته می‌شود. این ویژگی در کانی‌شناسی، رخساره تیپومورف نام گرفته است. انواع کوارتز در طبیعت به اشکال مختلف دیده می‌شود که مهمترین آنها عبارتند از :

درکوهی یا بلور سنگ (Rock crystal)

در کوهی، کوارتز کوهی نیز نامیده می‌شود، بی‌رنگ و شفاف است و به هر شکل و اندازه‌ای یافت می‌شود. بلورهای درشت آن در شکاف‌ها و حفره‌ها و در پگماتیت‌ها و گرانیت‌ها پیدا می‌شود.

آمتیست (Amethyste)

رنگ بنفش آمیتیست در اثر وجود ناخالصی آهن سه ظرفیتی است. کوارتز معمولی را نیز می‌توان در اثر تابش پرتوهای ونتگن (X-Ray) بنفش نمود. نام فارسی آمیتیست، جمست یا گمست است. این کانی درون ژئودها یافت می‌شود.

کوارتز دودی (Smoky Quartz)

این نوع کوارتز به رنگ دودی یا سیاه قهوه‌ای سیر است که نوع سیاه آن موریول نیز نامیده می‌شود.

سیتترین (Citrine)

سیتترین با رنگ زرد تا لیمونی است و به غلط به آن توپاز طلائی می‌گویند.

رز کوارتز (Rose Quartz)

با رنگ صورتی (از روشن تا تیره) است که ناخالصی منگنز باعث رنگ آن می‌شود. بیشتر به صورت توده‌ای یافت می‌شود.

کوارتز آبی (Blue Quartz)

با رنگ آبی تیره که گاهی به آن کوارتز سافیر نیز گفته می‌شود.

کوارتز سبز (Prasem Quartz)

کوارتز سبز رنگ به رنگ سبز است که این رنگ به علت وجود بلورهای اکتینولیت در درون کوارتز است.

آوانتورین (aventurine)

آوانتورین یا دلر با با رنگ سبز و یا سرخ است. این کانی در برابر نور از خود درخشش‌های ویژه‌ای نشان می‌دهد که رنگ سبز به علت میکا و رنگ قرمز به گمان، به دلیل پولک‌های هماتیت درون آن است. آوانتورین بصورت متراکم و توده‌ای تشکیل می‌شود.

کوارتز شیری (Milkiy Quartz)

این گونه کوارتز به دلیل داشتن حباب‌های هوا یا محلول‌های گوناگون مانند کلورسیدیم و یا آب رنگ شیری دارد. این بلورها بیشتر، دارای شکل منظم بوده و از منشور هگزاگونال (Hexagonal Prism) و رومبوهدرهای (Phombohcdr) اصلی تشکیل می‌شود و در رگه‌های معدنی و ماسه‌های حاصل از تخریب سنگ‌ها پیدا می‌شود.

کوارتز الیافی یا رشته‌ای (Fiber Quartz) یا چشم ببری (Tiger's eye)

اگر بلورهای کوارتز بصورت الیافی بوده یا (شکل دروغین) به جای کانی‌های الیافی قرار گیرد، تشکیل کوارتز الیافی را می‌دهد. گونه سبز تا خاکستری رنگ کوارتز الیافی، چشم گربه‌ای (cat's eye) و گونه قهوه‌ای و گاهی آبی آن چشم ببری نامیده می‌شود.

3-1-2- کوارتز بتا (β Quartz)

کوارتز بتا، دارای سیستم هگزاگونال است. ویژگی‌های نمادین و رنگ این کانی همانند کوارتز معمولی می‌باشد. بورهای آن ممکن است بصورت بی پیرامیدال Bipyramidal باشد. در برخی موارد سطوح منشوری نیز در آن دیده می‌شود. در کوارتز آلفا رویش سطح منشوری زیاد است.

تری‌دیمیت (Tridimite)

در سیستم اوتورومبیک پسودوهگزاگونال مثبت ($\text{Hexagonal pseudo Orthorombic}^+$) متبلور می‌شود. چون ساختمان اتمی تری‌دیمیت بر عکس کوارتز، باز است، پس ورود یون‌های بزرگ به درون ساختمان آن آسان است. مقداری Al می‌تواند جانشین Si شود و برای جبران کمبود ظرفیت مربوط به این جانشینی، عناصر قلیائی (Na.K) و کلسیم در فضای میان شبکه کانی جای می‌گیرد. بلورهای آن بیشتر ریز و میکروسکوپی است. بطور کلی بلورهای تری‌دیمیت بصورت منشورهای پهن شش گوش است که از سه مزوارتورومبیک فراهم آمده است.

تری‌دیمیت تنها در سنگ‌های آتشفشانی اسیدی تا حد واسط دیده می‌شود. این کانی را در شماری از سنگ‌های آتشفشانی همچون ابسیدین (Obsidiane)، ریولیت‌ها (Riolitea)، تراکیت‌ها (Trachites)، داسیت‌ها (Dasites) و آندزیت‌ها (Andesites) می‌توان دید و همواره شکاف سنگ‌ها و حفرات بین کانی‌های سنگ را پر می‌کند. کانی ناپایداری است و سرانجام به کوارتز تبدیل می‌شود. در آجرهای سیلیسی مصنوعی تری‌دیمیت ماده تشکیل دهنده مهمی است که با کریستوبالیت، کوارتز و پسودولاستونیت همراه است. چون تری‌دیمیت هم در دماهای بالا و هم در دماهای نسبت پایین پدید می‌آید، پس وجود آن در سنگ‌ها مشخص کننده درجه حرارت معینی نمی‌باشد.

کریستوبالیت (Cristobalite)

درای سیستم تبلور تترآگونال پسودوکوبیک با فرمول SiO_2 است. کریستوبالیت نسبت به تری‌دیمیت، ساختمان اتمی بازتری دارد و بنابراین عناصر زیادتری می‌توانند در فضای میان اتم‌های تشکیل دهنده آن جای گیرند. بطور معمول مقداری Al, Ca, Fe و Na در آن دیده می‌شود. Al در موقعیت تتراهدري جانشین Si می‌شود.

کریستوبالیت مانده تری‌دیمیت در حفرات سنگ‌های آتشفشانی تشکیل می‌شود. همچنین گمان می‌رود که مانند کانی یاد شده پیدایش آن پس از انجماد مواد آتشفشانی انجام گرفته باشد. در تراکیت‌ها و آندزیت‌های دماوند، بلورهای تری‌دیمیت و کریستوبالیت گهگاه دیده می‌شود. تری‌دیمیت نیز مانند کریستوبالیت در گدازه‌های آتشفشانی پیش از دوران سوم دیده نمی‌شود، زیرا با گذشت زمان تبدیل به کوارتز می‌شود. کریستوبالیت چون در حرارت‌های گوناگون پدیدار می‌شود، بنابراین وجود آن در سنگ‌ها حرارت معینی را مشخص نمی‌کند.

کلسدوئن (Chalcedoine)

SiO₂ يك محوري مثبت، کلسدوئن و انواع آن، کوارتز نهان بلور است که یا بصورت توده‌هاي دانه دانه‌اي و یا انبوه‌هاي رشته رشته‌هاي مي‌باشند. ترکیب شیمیایی آن SiO₂ با مقادیر گوناگون آب (حتی تا ده درصد) است. برخی از انواع رنگین آن دارای مقدار قابل ملاحظه‌اي از کانی‌هاي دیگر از قبیل هماتیت، گوتیت (Goethite) و گرافیت (graphite) است.

اصطلاح به کار رفته برای انواع کلسدوئن به گونه‌اي فراگیر تعریف نشده است. به طور کلی کلسدوئن به ساختمان رشته‌اي ریز ساختاری که در نمونه دستی به صورت توده‌هاي گرد و خوشه انگوری است و در حفره‌ها و شکاف‌هاي سنگ‌ها پدید می‌آید، گفته می‌شود. رنگ کلسدوئن به واسطه ناخالصی‌ها، بسیار متغیر است و می‌تواند سفید، قهوه‌اي، قرمز، سبز تیره، سبز سیبی و غیره باشد. جلای آن شیشه‌اي تا چرب، سختی آن 6/5-7 و وزن مخصوص آن 2/64 – 2/57 است. کلسدوئن دارای انواع کارنلیا، ساردر، آگات، عقیق جلبکی، اونیکس، کریزوپراس، پشم، فلینت، چرت و پراس می‌باشد.

3-1-3- اوپال (Opal)

SiO₂ و nH₂O – بی‌شکل (Amorphous) یا نابلورین. اوپالسیلیس آبداری است که مقدار آب آن بسیار متغیر و از 5 تا 10 درصد تغییر می‌کند (گاه تا 20 درصد هم می‌رسد). این آّب در فضاهاي خالی کانی جای می‌گیرد و چنانچه آنرا گرم کنند بتدریج بیرون می‌رود و معمولاً از حجم کانی کاسته می‌شود و شکافهائی در آن هویدا می‌شود. اوپال را مدت‌هاي مدید به عنوان ماده‌اي آمورف و ژله‌اي شکل توصیف کرده‌اند. ولی امروزه به این نتیجه رسیده‌اند که از شبه کره‌هاي بسیار ریز میکروسکوپی تشکیل شده که دارای ذراتی از تری‌دی‌میت یا کریستوبالیت نامنظم یا هر دو آنها است. غالباً ساختمان خوشه انگوری، قله‌اي، استالاکتیتی و غیره دارد. درون آن لکه‌هايی از کلسدوئن رشته‌اي شکل دیده می‌شود. در بسیاری از سنگ‌هاي اوپالی پوسته‌هاي میکروسکوپی رادیولارها (radiolars)، دیاتومه‌ها (Diatomes) و سوزن‌هاي اسفنجها دیده می‌شود. رنگ اوپال بسیار متغیر است و معمولاً بی‌رنگ، سفید با رنگ‌هاي پریده زرد، قرمز یا قهوه‌اي است. رنگ‌هاي طیفی داخلی مشخص اوپال‌هاي قیمتی است و گمان می‌رود که در اثر پدیده انحراف نور در وابستگی با سطوح ریز داخلی کانی، پدید می‌آید. از انواع اوپال‌هاي قیمتی می‌توان اوپال سیاه (Black opah) و اوپال آتشین (Opal Fire) را نام برد. اوپال سیاه بیشتر پرتو‌هايی با طول موج کوتاه (بنفش، آبی، سبز) و اوپال آتشین پرتو‌هايی با طول موج بلند (قرمز، نارنجی و زرد) را نشان می‌دهد. جلای اوپال شیشه‌اي تا چرب و شکستگی آن صدفی

است. اوپال اصولاً ناپایدار است و به کلسدوئن تبدیل می‌شود و از همین رو است که در سازندهای قدیمتر از ترسیری یافت نمی‌شوند. اوپال دارای انواع اوپال معمولی، اوپال اصل، اوپال آتشی، اوپال چوبی، هیپالیت، تریبولیت و جیسریت می‌باشد.

2-3- ویژگی‌های زمین‌شناسی سیلیس

کانی‌های گروه سیلیس پس از فلدسپات‌ها (Feldspars) فراوان‌ترین کانی موجود در پوسته جامد زمین است. کوارتز یا به عنوان کانی اصلی سنگ‌ها یا به عنوان کانی‌های همراه در بسیاری از سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی یافت می‌شود. اندازه دانه‌های کوارتز بر حسب بافت سنگ متغیر است. گاهی در سنگ‌های پگماتیته طول بلورهای کوارتز به بیش از یک متر می‌رسد. (یک بلور کوارتز در یک پگماتیت در هندوستان یافت شده که طول بلور آن به 17 متر می‌رسد) و گاهی به سبب ریز بودن در سنگ‌های ریولیتی (Rhyolitic Rock) با آسانی قابل تشخیص نیست. در طبیعت، سیلیس به فراوانی یافت می‌شود و گاهی ذخایر سیلیس به درجه خلوص 99 درصد می‌رسد که این درجه خلوص را مقابل با کالسیفر سیلیس کمیاب است. منابع سیلیس به شیوه‌های گوناگون دسته‌بندی می‌شوند که یکی از آنها دسته‌بندی بر پایه خاستگاه و چگونگی پیدایش آنهاست.

1-2-3- کانسارهای سیلیس رسوبی یا کوارتز آرنیت‌ها (Quartz Arenites)

چنانچه عناصر تشکیل دهنده ماسه‌سنگ و سیمان بین آنها سیلیس باشد، می‌تواند به عنوان ذخایر سیلیس مورد بهره‌برداری قرار گیرد. ماسه سنگ‌های سیلیسی خالص، معمولی‌ترین منبع سیلیس در تأمین سیلیس مورد نیاز کارخانجات تولید پودر سیلیس و یا کارخانجات شیشه و غیره می‌باشد. ماسه سنگ‌های قابل بهره‌برداری بیشتر، به صورت عدسی‌ها و لایه‌های رسوبی در میان لایه‌های سازندهای مختلف زمین‌شناسی جای گرفته‌اند. این ماسه سنگ‌ها عموماً رنگ سفید دارند و بیشتر یکنواختی ترکیب در ضخامت لایه و حتی در راستای لایه‌های ندارند. از همین رو برای بهره‌برداری از لایه‌های ماسه‌سنگی، باید مطالعات دقیق اکتشافی بر روی آنها انجام گیرد. کنگلومرای سیلیسی از دیگر واحدهای رسوبی‌اند که می‌توانند به عنوان انباشته‌هایی از مواد سیلیسی به کار گرفته شوند. این رخساره‌های رسوبی، بطور معمول از قلوه‌های ریز و درشت کوارتز که بوسیله یک خمیره سیلیسی به هم متصل شده‌اند، پدید می‌آیند.

2-2-3- کانسارهای آذرین

در فاز پایانی تبلور ماگماهای گرانیتی – تونالیتی باقیمانده این ماگماها به صورت محلول‌های آبکی سرشار از سیلیس سبب پیدایش رگه‌های سیلیسی می‌شوند. محلول‌های تفریق شده، افزون بر اینکه در درزهای و شکاف‌های سنگ‌های آذرین نفوذ می‌کنند، در نقاط سست (درزها، شکستگی‌ها و لایه‌بندی‌ها) سنگ‌های مجاور خود نیز نفوذ می‌کنند و رگه‌های سیلیسی را پدید می‌آورند. ستبرای این رگه‌ها ممکن است از چندین سانتیمتر تا چندین ده متر تغییر کند.

3-2-3- کانسارهای دگرگونی

این گونه انباشته‌ها از دو را تشکیل می‌شوند یا از دگرگون شدن واحدهای ماسه‌سنگی پدید می‌آیند که در این حالت لایه‌های کوارتزی را پدید می‌آورند یا آنکه واحدهای رسوبی در درجات متوسط یا بالا دگرگون می‌شوند و در نتیجه فرآیندهای دگرگونی مقدار قابل توجهی از سیلیس‌های موجود در ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی سنگ‌ها، آزاد و بصورت رگه‌ها و عدسی‌های نازک یا ستبر در میان رخساره‌های دگرگونی دیده می‌شوند.

3-2-4- کانسارهای پگماتی (Pegmatitic Ores)

این کانسارها به طور معمول رگه‌ای شکل می‌باشند و در ارتباط با توده‌های اسیدی پگماتی یافت می‌شوند. این نوع کوارتزها بطور معمول بسیار خالص بوده و مناسب فرآوری چینی‌اند و حتی در مواردی که فرآیند لازم بر روی آن انجام شود، برای تهیه شیشه‌های مخصوص نیز به کار می‌روند.

3-2-5- کانسارهای هیدروترمال (Hydrothermal Ores)

این کانسارها همیشه رگه‌ای شکل بوده و در ارتباط با توده‌های گرانیتی می‌باشند. خلوص این رگه‌های کوارتز بسیار گوناگون است. هرچند که در آنها کوارتز بسیار خالص یا کوارتز با کیفیت بالا ممکن است پیدا شود، ولی این نوع کوارتزها دارای سیال‌های دربرگیرنده (Inclusions) مایع و گازند و نمی‌توانند در فرآوری شیشه شفاف بکار برده شوند. اگر رگه‌های کوارتز هیدروترمال همراه با سنگ‌های همبر و فراگیر خود تحت پدیده‌های دگرگونی روند، به طوری که انکلوژیون‌های گاز و مایع از آن بیرون رود، شرایط استفاده از آن در فرآوری شیشه شفاف، به شرط تغلیظ شیمیایی، فراهم خواهد شد.

3-2-6- کانسارهای سیلیس از خاستگاه دگرسانی

سیلیس، بالاترین ناحیه (Upper zone) را پدید می‌آورد و فرآورده‌های دگرسانی (Alteration) مثل آلونیت و کائولینیت (Kaolinite) ناحیه‌های زیرین را تشکیل می‌دهند. انباشته‌های سیلیسی از نوع یاد

شده، در بالاي زون هاي دگر ساني مي تواند از خلوص بسيار بالا برخوردار بوده و قابل بهره برداري باشند. اين انباشته ها، بطور معمول، از ذخيره بالايي برخوردار نيستند.

7-2-3- ذخاير پلاسر (Plaser deposits)

قلوه ها و ماسه هاي كوارتزي موجود در مسير رودخانه ها و سواحل دريا با بصورت تپه هاي ماسه بادي و يا انباشتگي ماسه اي پاي كوه هاي گرانيتي كه از فرسايش گرانيت ها به پاي كوه حمل شده و در آنجا انباشته شده اند، چنانچه خلوص كافي داشته باشند ممكن است بصورت انباشته هاي سيليس در صنايع مورد استفاده داشته باشند. بطور معمول اين گونه از ماسه ها خلوص كافي براي كاربرد در صنايع شيشه را ندارند و ممكن است در صنايع توليد آجر ماسه آهكي مورد بهره برداري قرار گيرند. ولي ذخاير ماسه هاي سيليسي دامنه كوه هاي گرانيتي در برخي از مناطق داراي خلوص كافي بوده و يا مي توان با انجام روش هاي مختلف تغليظ (Dressing) آنها را قابل بهره برداري براي كاربرد در صنايع شيشه يا صنايع ديگر نمود.

3-3- اصول پي جويي و اكتشاف ذخاير سيليس

با توجه به ويژگي هاي زمين شناسي و تپه هاي گوناگون آن مكان ها و محيطه اي كه احتمال وجود رگه ها، لايه، افق ها و توده هاي سيليسي هست، تقريباً مشخص است. از آنجا كه انباشته هاي كوچك آن به ويژه در ابعاد كوچك اقتصادي نيست و توده هاي كوچك پراكنده آن در محيطي گسترده به دليل آلودگي به ديواره با ناخالصي فراوان همراه است، بنابراين مناسب ترين راه پي جويي آن دنبال كردن افق هاي سيليسي شناخته شده نظير ماسه سنگ لالون و ماسه سنگ گروه گرشك است. در پي جويي درون پگماتيت ها و يا هر انباشته ديگر مشاهده و اريزه هاي آن در آبرفت ها بسيار آسان خواهد بود.

فصل چهارم

زمين شناسي عمومي ناحيه و منطقه مورد مطالعه

1-4- شرح زمين شناسي عمومي ناحيه

كوه هاي البرز، در شمال ايران و جنوب درياچه خزر، رشته شرقي - غربي نسبتاً پيچ و خمداري را تشكيل مي دهد. سلسله جبال البرز خود جزئي از قسمت شمالي كوهزايي آلپ - هيماليا در آسياي غربي به شمار مي رود و از شمال به بلوك فرورفته كاسپين و از جنوب به فلات ايران مركزي محدود مي شود. روند ساختماني كوه هاي بخش غربي البرز، شمال غرب - جنوب شرق و تا اندازه اي با نوار شمالي زاگرس چين خورده و با امتداد ساختماني قفقاز كوچك و بزرگ همجهت است، در حالي كه

روندهای ساختمانی بخش شرقی کوه‌های البرز تقریباً شمال‌شرقی – جنوب‌غربی بوده و با امتداد گسل بزرگ کویر (یا گسل درونه) موازی است (بربریان 1976، نوگل 1978). گانسر (1962) معتقد است که جبال البرز در شرق از طریق هندوکش به جبال پامیر متصل می‌شود، ولی امتداد غربی و شمال‌غربی البرز با ابهام توأم است. اگرچه مجموعه البرز از آذربایجان تا خراسان ادامه می‌یابد، ولی از نظر چینه‌شناسی و تکتونیک اختصاصات یکنواخت نداشته و به همین دلیل به واحدهای مختلف زیر تقسیم شده است :

الف – کپه داغ و البرز شرقی شامل :

- زون کپه داغ

- زون بینالود

ب – البرز مرکزی شامل :

- زون گرگان – رشت

- البرز مرکزی و غربی

ج – البرز غربی و آذربایجان

ساختمان البرز نتیجه دو کوهزایی مهم است : یکی کوهزایی پرکامبرین، و دیگری کوهزایی آلپی مربوط به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک، چین‌خوردگی پرکامبرین در البرز، سخت شدن و به هم پیوستگی پی‌سنگ‌ها را به دنبال داشته است.

اولین حرکات واقعی که منجر به چین‌خوردگی البرز شد، در ماستریشتین پایانی و پالئوسن اتفاق افتاد (فاز لارامید) و در اثر آن، محدوده فرورفتگی کاسپین در شمال به خشکی مبدل شده و موجب تشکیل جبال البرز در اوایل دوران سنوزوئیک گردید. دومین فاز کوهزایی در اوایل تا اواسط الگوسن اتفاق افتاده است (فاز پیرنه). این حرکات موجب بیشتر شدن و فرسایش بعدی قسمت مرکزی کمر بند البرز شد. آخرین حرکات کوهزایی مهم در البرز در اواخر پلیوسن یا اوایل پلیستوسن اتفاق افتاده است (فاز پاسادنین). پی‌آمد این حرکات گسل‌خوردگی‌ها، رورندگی‌های ملایم و مرتفع شدن البرز بوده است (خسرو تهرانی 1364).

به کمک چند زون گسلی بزرگ که تقریباً با روند کلی ساختمان البرز موازی‌اند، البرز را به چند زون ساختمانی تقسیم کرده‌اند (اشتوکلین 1974؛ بربریان 1974؛ چالانکو و دیگران 1974 و دلنباخ 1964)، بر اساس طرح پیشنهادی اشتوکلین (1974)، کوه‌های البرز از شمال به جنوب، به 6 زون ساختمانی و به شرح زیر تقسیم‌بندی شده است :

زون بالا آمده گرگان – زونی متشکل از سنگ‌های متبلور پی‌سنگ بوده و اغلب توسط رسوبات ک ضخامت دوران مزوزوئیک (300 تا 500 متر) پوشیده شده است.

زون نئوژن شمالی - شامل کمر بند چین خورده‌ای از سنگ‌های دوران مزوزوئیک و به ویژه نئوژن بوده که توسط رخساره‌های مولاس دنبال می‌شود. این زون با یک راندگی در قسمت جنوبی خود از زون شمالی - مرکزی جدا می‌شود.

زون شمالی - مرکزی - این زون با رسوبات کم عمق که تقریباً از اینفراکامبرین تا کرتاسه بالایی ادامه دارد، مشخص می‌شود. ضمناً دوره‌های کوتاه فعالیت ولکانیکی و تغییر شکل‌های ساختمانی در دوران سنوزوئیک از مشخصات دیگر آن است.

زون جنوبی - مرکزی - در این زون رسوبات کم عمق متعلق به قبل از دوران سنوزوئیک به صورتی که در زون شمالی - مرکزی وجود دارد، توسط ولکانیک‌های بسیار ضخیم دوران سنوزوئیک به ویژه ائوسن پوشیده شده است. روراندگی مهم بعد از ائوسن در این زون مشاهده می‌شود.

زون ترسیری جنوبی - دارای ولکانیک‌های بسیار ضخیم ائوسن و رسوبات خشکی نئوژن است و با روراندگی ملایم به سمت جنوب مشخص می‌شود.

زون بالا آمده جبهه جنوبی - دارای رسوبات کم عمق و سنگ‌های ولکانیکی بوده، مراحل چین‌خوردگی از کرتاسه آغازی به بعد و گسل‌خوردگی‌های عادی و معکوس در آن مشهود است. دو فاز چین‌خوردگی در رسوبات کرتاسه این زون مشخص شده است و چون این فازها بقیه البرز را تحت تأثیر قرار نداده ولی در قسمت‌هایی از ایران مرکزی قابل تشخیص‌اند، لذا این زون از تقسیمات البرز را علوی و فلاندرن (1970)، قسمتی از ناحیه چین‌خورده ایران مرکزی در نظر گرفته‌اند.

4-2- پرکامبرین در البرز

4-2-1- شیست‌های گرگان

وجود شیست‌های دگرگونی در البرز شرقی، اولین بار بوسیله تیتزه (Titze) در سال 1877، در حوالی گرگان گزارش شد. در همین منطقه گانسر در سال 1951، با ارائه مقطعی نشان داد که ضخامت شیست‌های مذکور در حدود 2000 متر، از فیلیت و شیست‌های سربیسیت - کلریت‌دار تشکیل شده و در بخش فوقانی آن کوارتزیت وجود دارد. نامبرده این مجموعه را شیست‌های دگرگونی نامید. اگرچه در برخی نوشته‌ها، سن شیست‌های گرگان را به حرکات کالدونین نسبت داده‌اند (نبوی، 1355)، ولی ژنی 1977 با ذکر دلایل شیست‌های گرگان را به پرکامبرین نسبت می‌دهد.

4-3- اینفراکامبرین (ائو کامبرین)

طبق نوشته پروو (Pruvost)، رسوباتی اینفراکامبرین نامیده می‌شود که به طور هم‌شیب در زیر رسوبات کامبرین و به طور دگرشیب بر روی پی‌سنگ دگرگونی قرار داشته باشد. این نام تقریباً معادل

پرتروزوئیک فوقانی، یعنی سینین (Sinin)، ریفتن (Riphean)، بلتین (beltin) و ائوکامبرین است که توسط محققان مختلف به کار برده شده است.

- سازند بایندر : نام این سازند از کوه بایندر و روستای بایندر، در منطقه سلطانبه جنوب شرقی زنجان (سر راه زنجان به بیجار) گرفته شده است. مقطع نمونه آن در دامنه غربی کوه بایندر، واقع در شمال دهکده دوران قرار دارد. ضخامت این سازند در مقطع نمونه 498 متر است (اشتوکلین و دیگران، 1964) و از نظر لیتولوژی شامل ماسه‌سنگ ارغوانی تیره و شیل‌های میکادار و سیلتی تا شیل‌های ماسه‌ای دانه ریز است که در آن دولومیت، به صورت بین لایه‌ای قرار گرفته است.

این دولومیت‌ها به طور کلی آهن‌دار و نبلور مجدد یافته‌ای به رنگ قهوه‌ای مایل به کرم و در آن نودول‌هایی از چرت به رنگ کرم تا بنفش دیده می‌شود. در بخش تحتانی مقطع، شیل‌ها، بیشتر سبز رنگ‌اند.

سازند بایندر با یک سطح هوازده و فرسایشی روی گرانیت دوران قرار می‌گیرد (در محل کنتاکت ضخامتی تا حدود 2 تا 3 متر از گرانیت هوازده به صورت رس‌های قاره‌ای کوارتزار دیده می‌شود) و خود به طور هم شیب و به وسیله سازند سلطانبه پوشیده می‌شود. تنها آثار فسیل در این سازند جلبک‌های استروماتولیت و آرکئوسیاتید است.

سن این سازند، اینفراکامبرین تشخیص داده شده است. از نظر جغرافیایی، این سازند قسمت‌های مهمی از کوه‌های سلطانبه را در بر دارد و گسترش آن از شمال غرب تا جنوب آذربایجان دیده شده است، ولی به طرف مشرق - در حدود کوه‌های سلطانبه، نازک می‌شود و از بین می‌رود، اما دوباره در البرز مرکزی ظاهر می‌شود و تا منطقه فیروزکوه توسعه دارد. در مشرق فیروزکوه، ناگهان از ضخامتش کاسته و محو می‌شود. هنگامی که سازند بایندر فیروزکوه را به طرف مغرب دنبال کنیم، تناوب شیل، ماسه سنگی و دولومیتی این سازند از طرف جانبی رفته رفته به دولومیت‌های سلطانبه تغییر جنس می‌دهد. از این نظر در انتساب این سازند به بایندر، تردیدهایی وجود دارد. در مقاطع دیگر، غیر از مقطع نمونه، سازند بایندر مستقیماً روی گرانیت معادل دوران قرار نداشته، بلکه با سیلت‌های سبز رنگ سازند کهر در تماس است که این تماس به صورت نبود رسوبی (Hiatus) بوده و با تغییر رنگ شدید همراه است. درگشایی مشخص بین سازند بایندر و سازند کهر، فقط در قرمداغ (جنوب شرقی کوه‌های سلطانبه) مشاهده می‌شود. سازند بایندر در زاگرس، ایران مرکزی و شرقی دیده نشده است. قاعده سازند بایندر در مقطع نمونه به عنوان مرز بین اینفراکامبرین و پی‌سنگ پرکامبرین انتخاب شده است (اشتوکلین 1972).

- سازند سلطانیه : مقطع نمونه این سازند که به آن دولومیت سلطانیه هم گفته می‌شود، در کوه‌های شرق دهکده چپقلو در جنوب شرقی سلطانیه انتخاب شده است. ضخامت مقطع نمونه 1160 متر و شامل سه بخش است (اشتوکلین و دیگران، 1964) :

الف - بخش دولومیت زیرین، به ضخامت 123 متر شامل دولومیت‌هایی با لایه‌بندی منظم و زرد رنگ، تبلور یافته و با چرت‌های فراوان سیاه و سفید که گاهی نوارهای آن بیش از 50 سانتی‌متر ضخامت دارد.

ب - بخش شیل چپقلو، به ضخامت 247 متر به رنگ قرمز که از شیل‌های سیلیسی - رسی و سلیتی میکادار تشکیل یافته که رنگ آنها گاهی تا خاکستری متغیر است. این بخش، از لحاظ رنگ و مورفولوژی لایه کلید بسیار مشخصی را تشکیل می‌دهد که در شناسایی این سازند حتی از مسافت دور مؤثر است. گاهی لایه‌هایی از آهک یا آهک سیلیسی نودول‌دار، یا قهوه‌ای به رنگ آبی - تیره، به صورت ورقه‌های نازک در آن ظاهر می‌شوند. به علاوه لایه‌هایی از شیل‌های آهکی جابه‌جا در آن دیده می‌شود. این آهک‌ها گاهی در بخش‌های بالایی همین قسمت بر شیل‌ها غلبه دارد، به نحوی که به صورت طبقات منظم آهکی نمایان می‌شوند.

ج - بخش دولومیت فوقانی، به ضخامت 790 متر که شامل دولومیت‌های زرد رنگ تجدید تبلور یافته، گاهی خاکستری روشن با لایه‌بندی واضح که در آن، قلوها و نوارهایی از چرت سیاه هم دیده می‌شود. کنتاکت زیرین آن هم به طور هم شیب روی سازند بایندر بوده و کنتاکت فوقانی آن با سازند باروت حالت تدریجی دارد. به نحوی که در دولومیت‌های فوقانی سلطانیه رفته رفته لایه‌های نازک شیل ارغوانی پیدا می‌شود و به طرف بالا به تناوب منظمی از شیل و دولومیت و سپس شیل و آهک تبدیل می‌شود. از فسیل‌های موجود در دولومیت‌ها و آهک‌های دولومیتی نوع سلطانیه، آثار جلبک‌های استروماتولیت (جنس کولنیا (Collenia)) که اولین بار از افق آهکی کولنیادار البرز مرکزی گزارش شده است. (میر Meyer، 1967). به علاوه، رشته‌های لوله‌ای شکل از منشاء ارگانیک نیز در این افق چینه‌شناسی مشاهده شده که به اسفنج‌های هیولیتید (hydithid) نسبت داده شده، از کیسه تنان ابتدایی جنس بی‌کونولیتس (Biconulites) قابل ذکر است (آسرتو، 1966). شیل‌های چپقلو که از کوه‌های سلطانیه تا البرز مرکزی گسترش دارند، حاوی قدیم‌ترین آثار فسیلی در شمال ایران است (از آن جمله فوکوئید Focoids، فرموریا Feromoria، کواریا Chuaria). کلیه این فسیل‌ها، سن دولومیت‌های سلطانیه را به اینفراکامبرین بالایی نسبت می‌دهد.

- سازند باروت : نام آن از دهکده باروت آقاجی، واقع در شمال غرب کوه‌های سلطانیه، در 17 کیلومتری جنوب غرب زنجان گرفته شده است. مقطع نمونه بر روی دامنه تپه‌های شمال غرب روستا انتخاب شده است (اشتوکلین و دیگران، 1964). ضخامت آن 714 متر و از نظر لیتولوژی شامل شیل‌های رسی - سلیتی و ماسه‌ای دانه ریز و به شدت میکادار با رنگ ارغوانی است که در شیل‌ها،

اینترکالاسیون‌های متعدد دولومیتی و آهکی به رنگ خاکستری تا زرد دیده می‌شود که ضخامت آنها از 50 سانتیمتر تا حداکثر 30 متر در تغییر است. به علاوه، نودول‌های زیاد و لایه‌های چرت به ضخامت میلیمتر تا سانتیمتر فراوان دارد. آهک‌ها و شیل‌های آهکی در بخش‌های زیرین فراوان‌ترند، ولی در رأس آن توالی دولومیت‌های زیادتر است که در برخی نقاط مقداری انیدریت در ترکیب دولومیت‌های رأسی وارد می‌شود. همانطور که قبلاً اشاره شد، کنتاکت آن با سازند سلطانیه به طور هم شیب و تدریجی است و در زیر شیل‌های زاگون به طور هم‌شیب قرار دارد. از نظر دیرینه‌شناسی، در آن فسیل‌های استروماتولیت، به ویژه جنس کولنیا و کیسه تنان ابتدایی یافت شده است که به علت وجود همین فسیل‌ها و موقعیت چینه‌شناسی، سن این سازند را اینفراکامبرین معرفی می‌کند.

از نظر گسترش جغرافیایی، سازند باروت در پهنه وسیعی از البرز مرکزی و زاگرس مرتفع بیرون‌زدگی داشته و اگرچه از لحاظ لیتولوژی تا اندازه‌ای شباهت هم است، ولی ضخامت آن از جایی به جایی دیگر متفاوت است. به نوشته شمیرانی (1365)، در جهت جانی، بین بخش زیرین سازند باروت و بخش بالایی دولومیت سلطانیه و بخش بالایی باروت با بخش پایین زاگون، حالت تداخل بین‌انگشتی وجود دارد.

سازند زاگون: نام آن از دهکده و دره زاگون در البرز مرکزی، در بستر علیای دره جاجرود در شمال فشم گرفته شده است (آسرتو، 1963). مقطع نمونه آن 600 متر ضخامت داشته و در غرب روستای زاگون بر سر جاده فشم به گرمابدر واقع است. از نظر لیتولوژی، شیل‌های سیلتی تا ماسه‌ای ریزدانه، ماسه‌سنگ‌های دانه ریز میکادار به رنگ قرمز تیره و در قاعده آن رنگ‌های متنوع بنفش، سبز، ارغوانی، خاکستری و غیره دیده می‌شود. در طبقات دانه درشت‌تر آن چینه‌بندی متقاطع زیاد به چشم می‌خورد. چنان که گفته شد، کنتاکت زیرین آن با سازند باروت هم‌شیب و بر سطح چینه‌بندی آخرین لایه‌های دولومیتی قرار دارد که ظاهراً حالت پیوستگی رسوبی در آن دیده می‌شود. کنتاکت بالایی با ماسه‌سنگ‌های لالون نیز تدریجی و همراه با پیوستگی رسوبی است و اولین لایه‌های ماسه‌سنگی دانه درشت فلدسپات‌دار، آغاز سازند لالون است، ولی به عقیده اشتوکلین و دیگران (1965)، در کوه‌های سلطانیه، کنتاکت آن بر روی ماسه‌سنگ‌های لالون ناگهانی، حتی احتمالاً از نوع ناپیوستگی هم‌شیب است. همچون فسیل در این سازند دیده نشده است و فقط بر اساس موقعیت چینه‌شناسی، سن آن را اینفراکامبرین انتهایی تعیین کرده‌اند و برخی نیز آن را کامبرین آغازی می‌دانند.

از نظر گسترش جغرافیایی، سازند زاگون در قسمت‌های مهمی از شمال غرب، شمال و مرکز و مشرق ایران گسترش دارد که در همه جا همراه با ماسه‌سنگ‌های لالون است. در شمال گلپایگان، رخساره سازند زاگون به طور متناوب با ماسه‌سنگ لالون قرار دارد که از همدیگر قابل تشخیص نیست. بدین لحاظ به نام سازند زاگون - لالون از آن یاد شده است. (تیله و دیگران، 1968). شاید به

همین دلیل است که برخی از زمین‌شناسان ایرانی در سال‌های اخیر، سازند زاگون را جزئی از سازند لالون محسوب می‌دارند.

2-3-4- دگرگونی اینفراکامبرین پسین

حقی‌پور (1981) عقیده دارد که گرانیتهای ساب و لکانیک زیریگان و سنگ‌های آتشفشانی پرکامبرین پسین (اینفراکامبرین) تحت تأثیر دگرگونی استاتیک ناحیه‌ای با اختصاصات متاسوماتیک قرار گرفته است. به نظر نامبرده، عملکرد این فاز، احتمالاً قبل از تهنشینی ماسه‌سنگ لالون بوده و موجب متاسوماتیسم سدیم شدیدی در منطقه شده است. شدت تأثیر آن بیشتر در شکستگی‌های شمالی - جنوبی قدیمی منطقه دیده می‌شود که موجب آلیتی شدن، اسکاپولیتی شدن، سرپانتینی شدن و حتی کانی‌زایی برخی از نهشته‌های آهنش شده است.

4-4- محیط رسوبی پرکامبرین

بنا به نوشته حقی‌پور (1974) منشاء قدیم‌ترین تشکیلات پرکامبرین شناخته شده ایران یعنی مجموعه چاپدونی، رسوبات تخریبی دانه‌درشتی (گریواک دانه‌درشت و آرکوز) است که سنگ‌های والد آنها از نظر ترکیب تا اندازه‌های مشابه سنگ‌های آذرین اسید تا حد واسط است. رسوبات تخریبی مذکور در یک حوضه فرونشینی کم‌عمق تهنشین شده که در آن فعالیت‌های آتشفشانی (با گدازه‌های حد واسط) نیز برقرار بوده است و نهشته‌هایی از سنگ‌های آتشفشانی تخریبی در این حوضه به جا گذاشته است. از نظر لیتواستراتیگرافی، منشاء سنگ‌های مجموعه پرکامبرین میانی (مثلاً مجموعه بنه شورو) هم از نوع گریواک‌ها و آرکوز دانه‌ریز است که به طور متناوب با سنگ‌های آتشفشانی (با ترکیب حد واسط تا بازیک) و آتشفشانی تخریبی قرار داشته و در آن تناوبی از رسوبات پلیتی هم دیده می‌شود. سنگ‌های مذکور نیز در یک حوضه کم‌عمق در حال فرونشینی تهنشین می‌شده و در آن به ویژه در قسمت‌های فوقانی، لایه‌هایی از افق کربناته هم وجود داشته است.

وجود افق‌هایی از مرمر آهکی، به خصوص دولومیتی و گریواک‌های دگرگون شده همراه با سنگ‌های آذرین خروجی که خود نیز دگرگونی یافته‌اند، تماماً حاکی از آن است که این سنگ‌ها عموماً در یک محیط کم‌عمق دریایی تهنشین شده و گهگاه نوساناتی در سطح آب دریا وجود داشته است.

با توجه به تغییرات لیتولوژیکی رسوبات سازندهای جدید (تاشک زیرین با گریواک‌های دانه‌ریزتر و گاهی پلیتی و تاشک فوقانی بیشتر از رسوبات پلیتی ساخته شده است) که بر روی مجموعه‌های بنه شورو تهنشین شده‌اند به نظر می‌رسد که محیط رسوبی پرکامبرین، فرونشینی شدیدی متحمل شده است. حقی‌پور (1974)، بر اساس ضخامت زیاد و جنس نسبتاً یکنواخت رسوبات سری تاشک، تشکیل آن را به محیط ژئوسنکلینالی مرتبط می‌داند. به عقیده وی، در حد بین مجموعه بنه شورو و سازند تاشک، نه

دگرشیبی زاویه‌دار دیده می‌شود و نه وقفه‌ای در دگرگونی در حد بالا و پایین این حد و مرز، فاز (حرارت بالا، فشار زیاد) همراه با تغییر شکل دیده می‌شود. در بالای حد مزبور، یعنی روی لایه کلید - مرمر دولومیتی - مواد آتشفشانی و آتشفشانی - تخریبی و سنگ‌های کنگلومرایی وجود دارد که احتمالاً نشانه‌ای از یک فرسایش و یک وقفه لیتولوژیکی در قاعده سازند تاشک، یعنی قبل از پیدایش رخساره‌های عمیق است. با توضیحات فوق، این حد، در داخل تشکیلات پرکامبرین، نشانه‌ای از حرکات بدون چین‌خوردگی قابل توجه است که حقیقتاً به آن فاز تاشکین گفته است.

4-5- پالنورونیک زیرین

4-5-1- کامبرین زیرین

- سازند لالون : مقطع تیپ سازند لالون در البرز مرکزی به وسیله آسرتو (1963) معرفی شد. ضخامت آن 582 متر و اساساً شامل :

- ماسه‌سنگ آرکوزی قرمز تا گلی‌رنگ به ضخامت 497 متر.
- شیل‌ها و ماسه‌سنگ‌های قرمز بین لایه‌ای به ضخامت 35 متر.
- بخش فوقانی کوارتزیت سفید به ضخامت 50 متر که به آن تاپ کوارتزیت می‌گویند و به عنوان لایه کلید در تشخیص سازند لالون مفید است. در این مورد، به تدریج از قاعده به قله، از میزان فلدسپات‌ها کاسته و بر میزان کوارتز افزوده می‌شود. تنها فسیلی که در سازند لالون یافت شده از شیل‌های زیر تاپ کوارتزیت در ساحل خلیج فارس به دست آمده که به گونه‌ای از تریلوبیت ردلیشیا تعلق دارد و مشخص کامبرین زیرین است (اشتوکلین، 1972).

4-5-2- کامبرین میانی و فوقانی - اردویسین آغازی

- سازند میلا : این سازند بوسیله اشتوکلین و دیگران (1964) در ناحیه دامغان (میلا کوه) مشخص شد. ضخامت آن 585 متر بوده، ولی از نظر لیتولوژی بسیار متفاوت است و از این نظر، مقطع نمونه آن به 5 ممبر (بخش) تقسیم‌بندی شده است.

سازند میلا به طور هم سبب بر روی تاپ کوارتزیت سازند لالون (ولی با گسستگی لیتولوژی) قرار دارد و خود نیز به صورت ناپیوستگی هم شیب در زیر رسوبات پیش رونده دریایی دونین فوقانی پوشیده شده است. سن آن برای بخش 2 و 3 و 4 و 5 بر اساس فسیل‌های تریلوبیت، براکیپود و مرجان، کامبرین میانی تا اردویسین تعیین شده ولی بخش یک آن تعیین سن نشده است (اشتامپلی 1978).

4-6- پالنورونیک فوقانی

4-6-1- دونین - کربنیفر

- سازند جاجرود : در البرز مرکزی، دونین فوقانی با سازند جیرود معرفی شده که آن را معادل خوش بیلاق می‌دانند. سازند جیرود بر روی سازند میلا قرار می‌گیرد و خود به وسیله روانه‌های بارانی پوشیده می‌شود که احتمالاً همین روانه‌ها پایان دونین و حد بین دونین و کربونifer است. در البرز مرکزی، رسوبات اواخر دونین با سازند جیرود (آسرتو، 1963 و /اسرتو و گتانی، 1964) مشخص شده است که نام آن از دهکده جیرود، واقع در بالای دره جاجرود گرفته شده است. این سازند از نظر لیتولوژی به چهار بخش A, B, C, D تقسیم شده است، که تنهایی قسمتی از بخش A آن (واحد 1 و 2 و 3) به دونین فوقانی تعلق دارد.

در بخش A لایه‌های ماسه سنگ، شیل، آهک‌های ماسه‌اس فسیل‌دار و لایه‌هایی از فسفات که خود در زیر لایه‌های ماسه سنگی و شیلی با آثار گیاهی قرار دارد. روی سنگ‌های فوق‌الذکر، 150 متر گدازه بازالتی فرسوده (ملافیر) وجود دارد. بر روی بازالت‌های مزبور، ابتدا کنگلومرا و سپس کاسه سنگ و بعد آهک‌های ماسه‌ای پر فسیل دیده می‌شود. در مقطع اصلی، رسوبات جیرود، به طور دگرسیب بر روی سازند کامبرین میلا قرار دارد. بنا به پیشنهاد اشتوکلین (1972)، سازند جیرود را باید تنها به بخش A آن محدود دانست.

رسوباتی مشابه با بخش A سازند مذکور، در بسیاری از نقاط البرز تا جاده فیروزکوه به طرف مشرق (آشتیگ، 1966) دیده می‌شود که در آن سازند جیرود مستقیماً ب روی تاپ کوارتزیت سازند میلا قرار می‌گیرد. در منطقه دامغان نیز رسوبات جیرود تا اندازه‌ای مشابه به بخش A مقطع اصلی در البرز مرکزی است. در منطقه علم کوه نیز وجود ضخامت قابل توجهی از بازالت ب روی دونین زیرین گزارش شده است.

- سازند مبارک : سازند مبارک را آهک مبارک هم می‌گویند، نام آن از روستای مبارک آباد، سر راه تهران به آبعلی، در شرق تهران – البرز مرکزی و به وسیله آسرتو در سال 1963 تعریف شده است. این سازند شامل 450 متر آهک سیاه رنگ فسیل داری است که در بخش‌های زیرین آن مارن هم وجود دارد. سطح زیرین آن با دگرشیبی فرسایشی ب روی بخش A سازند جیرود قرار دارد و سازند آهک – مارنی نسن پرمین هم با دگرشیبی زاویه‌دار آن را می‌پوشاند. در سایر مناطق آهک یا دولومیت تریاس به طور دگرشیب آن را می‌پوشاند.

به نظر می‌رسد که سازند مبارک با توجه به رخساره ثابتی که در سرتاسر البرز دارد با شرایط یکنواختی طی کربونifer زیرین ته نشین شده است. مطالعات رسوب‌شناسی حاکی از آن است که این سازند، در محیطی که آب ساکن و فقیر از اکسیژن (یعنی با شرایط احیا کننده) است، ته نشین شده و میزان گوگرد در حوضه رسوبی بیش از حد معمول بوده است. به علت آنکه رسوبات تخریبی آن کم است لذا، در سرزمین‌های دور از برجستگی‌های قابل توجه، ته نشین شده، به علاوه آب دریا نسبتاً عمیق بوده و دو نوع رخساره متفاوت یکی میکرایتی و دیگری بیوکلاستی در آن رسوب کرده‌اند.

2-6-4- پرمین در البرز

در دامنه جنوبی البرز دو سازند دورود، روته و در دامنه شمالی سه سازند درود، روته و نسن معرفی شده است :

سازند دورود : مقطع اصلی سازند دورود به وسیله آسرتو (1963) مشخص شده است. نام آن از روستای دورود (واقع در سر دوراهی دورود به شمشک) انتخاب شده، ضخامت آن 150 متر و به شرح زیر تشکیل یافته است :

واحد 1- واحد یک سازند را قبلاً در کربونifer (نامورین) قرار می‌دادند که در مقطع نمونه شامل کنگلومرا است و حاکی از دگرشیبی فرسایشی رسوبات پرمین بر روی رسوبات مختلف پالئوزوئیک است (ف.بزرگنیا 1973). ولی واحدهای عمده سازنده دورود در مقطع نمونه عبارتند از :

واحد 2- کنگلومرا و شیل رنگین به ضخامت 25 متر

واحد 3- آهک بیورنیک فوزولین‌دار هب ضخامت 50 متر که بزرگنیا، سن آن را ساکمارین و اشتوکلین (1972) آسلین ذکر می‌کند.

واحد 4- سیلتستونریال شیل و ماسه سنگ به ضامت 55 متر که به وسیله آهک دورود پوشیده می‌شود. به طور کلی سازند دورود به پرمین زیرین تعلق دارد. در منطقه رامیان (البرز شرقی)، در قاعده سازند دورود، لایه‌های توف و بازالت گزارش شده است.

- **سازند روته یا آهک روته :** مقطع اصلی این سازند در دره روته، در بستر علیای دره جاجرود واقع است که به وسیله آسرتو (1963) مطالعه و معرفی شده و شامل 6 واحد لیتولوژیکی است که مجموع ضخامت آنها به 230 متر می‌رسد. بزرگنیا در سال 1973، این سازند را تجدید نظر کرد و نشان داد که 25 متر آخر این سازند که بین لایه لاتریتی و قاعده تریاس وجود دارد سن جلفین داشته و باید آن را معادل نسن دانست.

با توضیحات فوق، سازند روته به بخش‌ها 1 تا 5 و به قاعده بخش 6 محدود می‌شود که در این حال ضخامت آن 205 متر است. این سازند اساساً از آهک خاکستری تا تیره که در آن تناوبی از لایه‌های نازک مارنی نیز وجود دارد تشکیل یافته و حاوی فسیل‌های فراوان است. بین سازند دورود و روته یک واحد لاتریتی وجود دارد که اشتامپلی (1978) آن را به نبود آرتینسکین مربوط می‌داند.

- **سازند نسن :** مقطع اصلی سازند نسن در البرز مرکزی به وسیله گلوس (1964) از دهکده نسن واقع در بالای دره نور گرفته شده است. در دامنه جنوبی البرز هیچ گونه آثاری از سازند نسن دیده نشده لذا باید تصور کرد که دامنه جنوبی در این زمان از آب خارج بوده است.

این سازند از نظر لیتولوژی شامل تناوبی از آهک‌ها و شیل‌های مارنی تیره تا ماسه‌سنگی است که در قاعده آن لایه‌هایی از آهک چرت‌دار دیده می‌شود. بخش بالایی نیز از آهک ضخیم لایه با قلوه‌هایی از

چرت است که ضخامت آن در مجموع به 144 متر می‌رسد که خود به طور هم شیب روی سازند روته قرار می‌گیرد، ولی در قاعده آن لایه‌های رسی قرمر تا سبز رنگ به ضخامت تقریباً 2 متر وجود دارد که تا اندازه‌ای می‌توان به شناسایی سطح تماس مذکور کمک کند. سن سازندسن را گوادلوپین فوقانی تا جلفین (پرمین فوقانی) می‌دانند که در زیر سازند الیکا به صورت ناپیوستگی هم شیب قرار می‌گیرد.

4-7- مزوزونیک

- سازند الیکا : مقطع نمونه سازند الیکا، در دره چالوس در مشرق دره البرز مرکزی، به وسیله گلوس (1964) توصیف شده و وجه تسمیه آن از روستایی به همین نام انتخاب شده است که از آغاز گردنه کندوان به سمت شرق منشعب می‌شود (اشتوکلین، 1972)، ضخامت کلی آن 295 متر و اساساً از دو بخش تشکیل شده است :

بخش زیرین (ممبر زیرین) را اصطلاحاً آهک ورقه‌ای و یا آهک ورمیکوله هم می‌گویند (ریبن، 1935)، که ضخامت آن 95 متر و شامل آهک‌های به شدت ورقه ورقه، زرد رنگ، تا آهک شیلی و گاهی مارنی و دولومیتی است. رنگ آن ممکن است به طور محلی صورتی تا خاکستری، یا سبز خاکستری تغییر کند. در قاعده آن مقداری آهک‌های الیتی تا آهک‌های خالص ضخیم لایه به رنگ خاکستری دیده می‌شود. وجود کنگلومرایی بین لایه‌های در برخی جاها ممکن است به نبود ثبات حوضه مربوط دانست (شمیرانی، 1365).

بخش بالایی (ممبر فوقانی)، شامل دولومیت ماسیو تا آهک دولومیتی زرد تا خاکستری به ضخامت 200 متر است، که لایه‌بندی در آن منظم و به طور کلی ضخیم لایه است.

در زیر سازند الیکا، در دامنه‌های شمالی البرز مرکزی، سازند سن قرار می‌گیرد که بین آنها پیوستگی رسوبی کامل برقرار است، ولی در دامنه جنوبی، سازند الیکا بر روی سازند روته یا سازندهای قدیم‌تر قرار دارد که در این صورت معرف دگرشیبی یا انفصال رسوب است. چنانکه در ناحیه غزنوی (گنبد قابوس، اشتامپلی، 1978)، بین این دو مجموعه، افق سیدرولیتی در همه جا قابل مشاهده است که نشانه فرسایش و خزوج از آب می‌باشد.

- حد فوقانی سازند الیکا : دولومیت‌های فوقانی سازند الیکا در اغلب مناطق، به وسیله سازند شمشک و به طور دگرشیب پوشیده می‌شود و در کنتاکت آنها لایه‌ای از اکسید آهن و منگنز قرمز رنگ وجود دارد (اشتوکلین، 1972)

- سن و گسترش سازند الیکا : فسیل‌های سازند الیکا بیشتر از انواع دو کفه‌های کوچک از جنس کلارایا (claraia) است که در آن دو کفه‌های دیگر، نظیر پسودومونوتیس (Pseudomonotios)، همویا (Homomya) و آثار فراوان از کرم‌ها و شکم‌پایان هم دیده می‌شود. این فسیل‌ها فقط در بخش زیرین

یافت شده است و بخش فوقانی از نوع مونوتیس آلبرتی (*Monotus alberti*) دیده شده که سن ویرگلورین (*Virglorian*) (آنیسین) به آن داده شده است. آلباخ، (1966) نیز نمونه‌هایی از آمونیت‌های تریاس را در مشرق‌الجزیر مرکزی خاطر نشان کرده است. سازندالیکا در البرز گسترش بسیار زیادی دارد و می‌توان آن را تا مناطق مختلف آذربایجان و مرز ایران و شوروی و جلفا با رخساره‌های مشابه تعقیب کرد. در مشرق تهران، در آینه ورزان و جابان واقع در مسیر جاده فیروزکوه در بخش فوقانی سازند الیکا، رخساره ژیبسی وجود دارد. این مسئله نشان می‌دهد که رخساره دولومیتی در برخی مناطق به تدریج از آب خارج شده و حالت ژیبسی به خود گرفته است.

1-7-4- ژوراسیک

پس از حرکات ژوراسیک میانی، قسمت اعظم ایران از آب خارج شد و به صورت محیط مردابی - رودخانه‌ای درآمد که نتیجه آن گسترش جنگل‌های انبوه در تریاس پایانی و اوایل ژوراسیک است. وجود ملاخیرها در قاعده رسوبات ژوراسیک و الیاس، نشان دهنده فاز کششی است که به دنبال قاز کمپرسیونی میانی حادث شده است.

در البرز، جنین به نظر می‌رسد که فاز کششی مورد بحث تا ژوراسیک پایانی به طول انجامیده است و چون در همین موقع با پسروری دریا، بخش‌هایی از ایران مرکزی و البرز از آب خارج می‌شود، به علاوه در اکثر نقاط، رسوبات کرتاسه به طور دگرشیب بر روی طبقات ژوراسیک قرار می‌گیرد، لذا فاز کوهزایی از نوع کمپرسیونی که آن را سیمین پسین نامیده‌اند در اواخر ژوراسیک کشور ما را تحت تأثیر قرار داده است و نتیجه آن پیدایش دگرگونی‌ها و توده‌های آذرینی است که به ویژه در طول نوار سنندج - سیرجان اثرات آن بیشتر است.

1- ژوراسیک در البرز

- سازند شمشک: سازند شمشک یکی از گسترده‌ترین رسوباتی است که در ایران و در شمال راندگی زاگرس ته نشین شده و چون قسمت اعظم آن از رس - ماسه‌ای تشکیل یافته است، لذا برجستگی‌های کم ارتفاعی به وجود می‌آورند که در روی زمین به آسانی قابل تشخیص است. این سازند از نظر اقتصادی برای کشور ما اهمیت خاصی دارد، گرچه تقریباً تمام زغال‌های ایران در این سازند ذخیره شده است. طبق فرهنگ چینه‌شناسی ایران (اشتوکلین، 1972)، تا سال 1972 بیش از 30 مقاله درباره این سازند در نقاط مختلف کشور نوشته شده است.

مقطع نمونه این سازند در شمال گردنه لاسم در دره علیایی روته، بخش شرقی منطقه معدنی شمشک انتخاب شده است (آسرتو، 1966، اشتوکلین، 1972). سازند شمشک شامل مجموعه‌ای از ماسه‌سنگ، سیلتستون، شیل و کلیستون است و می‌توان آن را به عنوان مولاس سلسله کوه‌های پیشین دانست که

بین پلانفرم توران و ایران - افغانستان به وجود آمد. ضخامت کل این سازند 1027 متر و از نظر لیتولوژی شامل 4 بخش است.

- **بخش ماسه سنگی تحتانی** : ضخامت آن حدود 76 متر و شامل تناوبی از ماسه‌سنگ‌های دانه ریز تا دانه متوسط همراه با ساب گریواک‌ها و لایه‌های نازک شیل و شیل زغالی با بقایای گیاهی است.

- **بخش زغال‌دار تحتانی** : ضخامت آن 333 متر و شامل رسوبات سیلیتی - رسی است و واجد عدسی‌ها و لایه‌های زغالی بسیار همراه با بقایای گیاهی است.

- **بخش ماسه سنگی فوقانی** : به ضخامت 531 متر و شامل ماسه سنگ دانه متوسط و ساب گریواک‌ها، سیلتستون‌های میکادار، شیل آمونیت‌دار همراه با فسیل‌های دو کفه‌ای، مرجان، کرینوتید و آثار گیاهی است.

- **سری زغال‌دار فوقانی** : به ضخامت 87 متر و اساساً شیل رسی که در بخش زیرین آن رگه‌های زغال‌سنگی قابل توجه وجود دارد، ولی در بخش فوقانی بیشتر سیلتستون مارنی و شیل‌های مارنی همراه با آثار گیاهی است.

حر زیرین سازند شمشک در مقطع نمونه، بخش D سازند جیرو (کربونیفر) قرار گرفته است، ولی در سایر نواحی حد زیرین آن روی زمین‌های متفاوت از پرکامبرین تا سازند الیکا متغیر است. سطح تماس در همه جا از نوع دگرشیبی زاویه‌دار است و این مسئله خود نشانه فاز کوهزایی مهمی است (سیمرین پیشین) که قبل از پیشروی دریای ژوراسیک در البرز مؤثر افتاده است. حد فوقانی سازند شمشک، سازند دلیچای با اشکوب کالوین شروع می‌شود، ولی در سایر نواحی ممکن است با باتونین یا باژوسین فوقانی شروع شود.

در البرز مرحله تهاجم و پیشروی آب دریا در آغاز لیاخ فوقانی (آلنین) کاملاً مشخص است. اگرچه در باژوسین میانی دریا کمی پسروی داشته است (سید امامی، 1371)، ولی پیشروی گسترده دریا در البرز مجدداً با رسوبگذاری سازند دلیچای (دوگر) مشخص می‌شود. (فخر 1975 و 1977).

- **سازند دلیچای** : مقطع نمونه این سازند، در ساحل راست رودخانه دلیچای (سر راه تهران به فیروزکوه)، 700 متر پایین‌تر از تقاطع رودخانه با جاده تهران - فیروزکوه، در محلی بهنام پل فردوسی واقع است. (اشنوکلین، 1972). ضخامت آن 107 متر و از نظر لیتولوژی شامل آهک مارنی تا لایه نازک به رنگ سبز خاکستری است که در آن گاهی شیل مارنی به صورت لایه‌ای دیده می‌شود. در بخش قاعده‌ای آن الیت‌های آهکی با قلوه‌های لیمونیت و گاهی ترک‌های گلی را می‌توان ملاحظه کرد.

در زیر سازند دلیچای، سازند شمشک با کنتاکت هم شیب قرار دارد که در آنمی‌توان تغییر و تبدیل سریع لایه‌های ماسه‌ای شمشک به لایه‌های آهکی دلیچای را مشاهده کرد. سطح فوقانی سازند دلیچای

هم به تدریج به آهک‌های لار به رنگ روشن ختم می‌شود. با توجه به اینکه آهک‌های لار حاوی نودول چرت است، بنابراین ظهور لایه‌های آهکی چرت‌دار مشخص شروع سازند لار به حساب می‌آیند. در سازند لار فسیل‌های متعددی یافت می‌شود که بر اساس آمونیت‌های موجود، سن باژوسین انتهایی تا کالوین انتهایی برای آن منظور می‌کنند، ولی همانطور که درباره شمشک ذکر کرده‌ایم حد زیرین سازند دلیچایکناخت نیست و از جایی به جایی دیگر فرق می‌کند. همین مسئله در مورد حد فوقانی آن نیز صدق می‌کند.

سازند دلیچای در اکثر نقاط البرز مرکزی تا کوه‌های سلطانیه و ساحل جنوب‌شرقی دریاچه ارومیه، قابل تعقیب و در روی زمین به آسانی قابل تشخیص است.

- **آهک لار** : وجه تسمه آهک لار از دره لار در البرز مرکزی (در دامنه شمالی کوه کلوم بستک) گرفته شده است. از لحاظ لیتولوژی، شامل آهک‌های نازک لایه میکریتی تا توده‌ای، ولی متراکم با رنگ خاکستری روشن است و حاوی قلوها (نودول) و یا لایه‌های چرتی (سیلکس) به رنگ سفید تا بنفش کم رنگ است. ضخامت آن بین 250 تا 350 متر گزارش شده است (آسرتو، 1966 b و اشتوکلین، 1972).

حد زیرین آن با سازند دلیچای را در بالا ذکر کرده‌ایم، ولی حد بالایی آهک‌های لار با یک دگرشیبی زاویه‌دار و سطح فرسایشی قابل توجه، در زیر آهک‌های اربیتولین‌دار سازند تیزکوه یا آهک‌های کرتاسه فوقانی و حتی ترسیر قرار می‌گیرد.

در آهک لار، فسیل‌های زیادی یافت می‌شود از جمله آنها آمونیت‌های ایدوسراس، آتاکسیوسراس و انواع مختلف جنس پریسفنکتس است که در مجموع سن قسمتی از آهک‌های لار را به اکسفوردین – کیمریجین (ژوراسیک فوقانی) تعیین می‌کند، ولی در مورد حد زیرین و فوقانی آن مسائل حل نشده‌ای وجود دارد.

- **سازند ژیبس – ملافیر** : این سازند به طور غیر رسمی به وسیله آلباخ (1966) و اشتیگر (1966) به توالی از مارن – ژیبس و جریان‌هایی از گدازه دیابازی با ساخت بادامی «ملافیر» اطلاق شد که منطقه محدودی از مشرق کوه دماوند را می‌پوشاند و در حد بین آهک لار (ژوراسیک فوقانی) و سازند آهکی تیزکوه (کرتاسه زیرین) قرار دارد. این مقطع از پایین به بالا شامل :

- تناوبی از مارن‌های الوان (سبز، قرمز و زرد رنگ)، آهک نازک لایه، ژیبس و دیاباز به ضخامتی تقریبی 40 متر.
- لایه‌ای از گچ به ضخامت 100 متر.
- دیاباز اوژیت و الیوین‌دار با ضخامت بیش از 200 متر.

گسترش اصلی آن در سمت شمال شناخته نشده است، ولی توالی مذکور در جهت مشرق و مغرب به تدریج کاسته می‌شود و به وصرت زبانه‌ای در بین آهک لار و سازند تیزکوه ناپدید می‌شود. فسیل‌هایی

که در این سازند بویژه در مارن‌ها و آهک‌های قاعده‌ای یافت شده از نوع کاروفیت (Charophytae) است که سن آن را کرتاسه زین تعیین می‌کند و نشانه عمق بسیار کم دریا یعنی نزدیک به ساحل تشکیل دهنده است. اشتیگر (1966) در منطقه فیروزکوه لایه‌های مارن و گچ را به آهک لار وابسته می‌داند، در ناحیه مورد مطالعه وی، سنگ‌های دولومیتی و کنگلومرایی نیز یافت شده است. با توضیحات فوق، می‌توان نتیجه گرفت که کوهزایی سیمین پسین (در اواخر ژوراسیک)، این منطقه از البرز را به طور کامل از آب خارج نکرده و تنها موجب فعالیت آتشفشانی و کم شدن عمق دریا شده است.

2- ماگماتیسم در ژوراسیک

- **گرانیت لیسار** : این توده در قسمت میانی رودخانه لیسار (حاره دشت، در مسیر جاده آستارا - انزلی) واقع است. این گرانیت با مشخصات خاص خود - بافت پورفیروئید، دانه درشت و رنگ گلی به خوبی قابل تشخیص است. در داخل کنگلومرای قاعده‌ای کرتاسه (نزدیک هروآباد خلخال) قطعات بزرگ و مدور شبیه آن دیده شده است، با این ترتیب تعیین سن دقیق آن امکان پذیر نیست و فقط آن را به مزوزوئیک و قبل از کرتاسه نسبت می‌دهیم. سرانجام در مشرق ماسوله، گرانیت‌های ژوراسیک هم با حجم کوچک وجود دارد که سری پالئوزوئیک فوقانی را قطع کرده‌اند.

3- سنگ‌های آتشفشانی ژوراسیک

- در قاعده سازند شمشک در البرز مرکزی سنگ‌های آتشفشانی بازیک دیده می‌شود (گلوس، 1964).
- در سنقر و کامیاران، رسوبات معادل ژوراسیک از نوع آهک فسیل‌دار است که در آن گدازه‌های آندزیتی - اسپیلیتی به صورت بین لایه ای وجود دارد (بلون و برود، 1975).
- در منطقه قزوین - رشت سازند شمشک به طور دگرشیب بر روی دولومیت الیکا، یا بر روی آهک پرمین قرار دارد. در بسیاری از مناطق، به ویژه در کوه‌های شمال قزوین، در حد بین آنها، گدازه‌های بازالتی به ضخامت زیاد وجود دارد. بنا به نوشته شمیرانی (1365) محفوظ ماندن دگرشیبی و گاه فاز فرسایشی در زیر گدازه‌های مزبور، نشانگر آن است که فوران آتشفشانی بعد از فاز فرسایشی تریاس فوقانی و در نتیجه در آغاز ژوراسیک و احتمالاً در رسین صورت گرفته است. ضخامت سنگ‌های آتشفشانی در این مناطق بیش از 400 متر و ضخامت کل زمین‌های ژوراسیک (متشکل از شمشک - دلیچای - لار) بین 1000 تا 3400 متر در نقاط مختلف اندازه‌گیری شده است.

در شمال دامغان، گدازه‌های آتشفشانی در داخل رسوبات شمشک ذکر شده است (به نقشه زمین‌شناسی دامغان مراجعه شود).

در البرز شرقی نیز اشتهامپلی وجود گدازه‌های مختلف (داسیت تا بازالت) را در داخل رسوبات شمشک ذکر می‌کند.

در البرز جنوبی نیز عموماً در قاعده رسوبات ژوراسیک تحتانی گدازه‌های بازالتی (ملافیر) وجود دارد (منطقه جابون و امام زاده هاشم).

• در منطقه فیروزکوه، اشتیگر (1966) از ملافیرهایی بحث می‌کند که در بالای سازند لار وجود داشته و در تمام البرز مرکزی یافت می‌شود. در منطقه جواهر ده رامسر – لایه‌های بازالتی ژوراسیک فوقانی بیابانک در سانتونین صورت پذیرفته است.

در بسیاری از سنگ‌های آهکی کرتاسه زیرین، کانسارهای رسوبی سرب و روی وجود دارد که از نظر اقتصادی قابل استخراج‌اند.

حوادث کوهزایی و خشکی‌زایی نسبتاً مهم در دوره کرتاسه، وقوع آتشفشان‌های قابل توجه و به ویژه وجود ریفت‌های بسیار مهم با پوسته اقیانوسی، که سرانجام در اواخر کرتاسه به کلی بسته می‌شوند و افیولیت ملانژهای کشور ما را به وجود می‌آورند.

2-7-4- کرتاسه در ناحیه البرز مرکزی

1- کرتاسه زیرین

رسوبات کرتاسه زیرین در البرز مرکزی با دگرسیبی زاویه‌دار مشخص و به حالت پیشرونده بر رسوبات رخساره ژپیس – ملافیر (به طور محلی) یا سازند لار (ژوراسیک فوقانی) یا رسوب قدیم‌تر قرار می‌گیرد که نشانگر عملکرد کوهزایی سیمیرین پسین است. این رسوبات به نام سازند تیزکوه (پارمین – آپسین) نامیده شده است، بنابراین رسوبات نوکومین در البرز مرکزی وجود ندارد.

- سازند تیزکوه: نام سازند تیزکوه از کوهی به همین نام واقع در جنوب غربی دماوند و در نزدیکی آبادی پلور اخذ شده است. مقطع نمونه آن هنوز به طور رسمی منتشر نشده، ولی سکانس‌های آن به وسیله آسرتو و همکار (1964)، آسرتو (1966b)، دلنباخ (1964)، اشتوکلین (1972)، سید امامی (1350)، شمیرانی (1363)، اشتیگر (1966) و آلنباخ (1966) توصیف شده است.

چنان که در بحث مربوط به ژوراسیک البرز گفته شد، در منطقه محدودی از البرز مرکزی و در حد بین آهک و لار و سازند آهکی تیزکوه (کرتاسه زیرین)، واحدی به نام سازند ژپیس – ملافیر با ضخامت متفاوتی (حداکثر 340 متر) دیده می‌شود. در راس آن مقداری آهن پیزولیتی و خاک قهوه‌ای قرمز وجود دارد که مبین شرایط قاره‌ای بوده و نشانه خروج از آب البرز مرکزی قبل از رسوب گذاری سازند تیزکوه است.

-2- کرتاسه فوقانی

عموماً در البرز مرکزی، در حد بین سازند تیزکوه و رسوبات کرتاسه فوقانی (سنومانین)، انفصال رسوب یا دگرشیبی مشخصی وجود دارد که به حرکات کوهزایی استیرین ارتباط داده می‌شود، به نحوی که رسوبات سنومانین در اغلب موارد از آهک‌های آلی تخریبی حاوی بریوزوا تشکیل یافته، حتی گاهی با کنگلومرای قاعده‌ای بر روی سازند تیزکوه یا آهک‌های لار قرار گرفته است (سید امامی، 1352).

به علت وجود رخساره‌های گوناگون و علی‌رغم مطالعاتی که به وسیله محققان مختلف در البرز صورت گرفته، تاکنون هم ارزی رسوبات کرتاسه به نحو مطلوب انجام نشده است. چه هر یک از افراد علائم اختصاری جداگانه‌ای برای توصیف واحدهای لیتولوژیکی و کروئواستراتیگرافی خود انتخاب کرده‌اند که تطبیق آنها حتی در مناطق همجوار به سادگی امکان‌پذیر نیست. در این مورد باید به کوشش سید امامی (1350 و 1351)، شیمیرانی (1363)، نبوی (1355) و خسرو تهرانی (1353 و 1977) در جمع‌بندی و هم‌ارزی رسوبات اشاره کنیم.

دلنباخ (1964)، رسوبات کرتاسه بالایی کوه‌های سه پایه را (جنوب شرق تهران) با نام‌های K2C, K2b, K2a, K3، اشتیگر با حروف C3, C2 و C4 آسرتو (1966b) آسرتو و همکار (1964)، رسوبات کرتاسه فوقانی را به بخش‌ها یا واحدهایی تقسیم کرده‌اند. در تقسیمات آسرتو و ایپولیتو (1964)، آسرتو (1966b)، رسوبات کرتاسه بالایی به اختصار چنین معرفی شده است:

- در بخش 1 یا واحد 2، آهک بیومیکرتی، در برخی نقاط با قاعده کنگلومرای که به حالت دگرشیبی زاویه‌دار بر روی سازند تیزکوه و حتی لار قرار دارد. ضخامت آن صفر تا 50 متر و سن آن سنومانین – تورونین آغازی است (؟)
- بخش 2 یا واحد 3، آهک میکریتی لایه نازک به ضخامت صفر تا 400 متر به سن تورونین انتهایی – کنیاسین.
- بخش 3 یا واحد 4، آهک آلی – تخریبی ضخیم لایه با نوودل چرت که با قسمت فوقانی بخش 2، حالت بین‌انگشتی دارد. ضخامت آن متجاوز از 300 متر و سن آن سنونین میانی اعلام شده است.

K3 شامل آهک‌های گل سفیدی و مارن‌های کمی به رنگ روشن است که ضخامت کلی آن در حدود 400 متر بوده و رأس رسوبات کرتاسه بالایی را در مشرق تهران تشکیل می‌دهد. رسوبات مذکور به طور هم‌شیب بر روی آهک‌های آگزوژیرادار قرار می‌گیرد و خود به صورت دگرشیب به وسیله کنگلومرای فجن پوشیده می‌شود.

اشتیگر با مطالعه زمین‌شناسی مغرب فیروزکوه، رسوبات کرتاسه بالایی را به صورت زیر معرفی کرده است :

- تشکیلات C₂ : شامل آهک میکریتی و اسپاریتی است که در برخی جاها به کنگلومرای قاعده‌ای آغاز می‌شود. ضخامت آن 0 تا 120 متر و کنتاکت آن با سازند تیزکوه نامشخص و تدریجی است.

- تشکیلات C₃ : اصولاً شامل آهک به ضخامت 0 تا 300 متر است و به صورت پیشرونده بر روی C₂ و یا سازند تیزکوه و حتی بر روی آهک لار قرار دارد.

- تشکیلات C₄ : شامل آهک آلی - تخریبی به ضخامت تقریبی 320 متر است. کنتاکت زیرین آن با C₃ دگرشیبی زاویه‌دار و در برخی جاها با گدازه‌های بازیک و یک کنگلومرای قاعده‌ای است، ولی در بعضی مناطق تدریجی و نامشخص است.

با مقایسه آنچه که در بالا ذکر شد، ملاحظه می‌کنیم که سن و انطباق این واحدها با تناقصات و ابهاماتی مواجه است و در اکثر موارد بین آنها همخوانی وجود ندارد.

به طور خلاصه، رسوبات و رخساره‌های متنوعی که در کرتاسه جنوب البرز مرکزی به وجود آمده است نشان می‌دهد که دریا بر روی سرزمین‌های قاره‌ای اواخر ژوراسیک، از بارمین (شرق تهران) تا آپسین (دماوند و فیروزکوه)، شروع به پیشروی کرده و این مناطق بوسیله دریای کم عمقی پوشیده می‌شد که در آن آهک‌های اربیتولین‌دار و سپس آهک‌های رودیست‌دار ته‌نشین می‌شده است. تغییرات رخساره‌ای متنوعی که در کرتاسه دیده می‌شود حاکی از تغییرات شرایط این دریا از محلی به محل دیگر است.

در اواخر آلبین، بر اثر فاز کوهزایی استیرین تمام منطقه البرز جنوبی از آب خارج شد، ولی مجدداً با پیشروی دریای سنومانین رسوبات آهکی همراه با فسیل‌های فراوان بر جا گذاشته می‌شود که شرایط آن تا اواخر تورونین برقرار می‌ماند. از آغاز تورونین تا اواخر کامپانین، به علت عدم کفایت مطالعات انجام شده، تناقصات و سردرگمی‌های ویژه‌ای در سرگذشت زمین‌شناسی منطقه به چشم می‌خورد (شمیرانی، 1363).

در اواخر تورونین، فاز کوهزایی سوب هرسینین آثار مهمی در مناطق جنوبی البرز به جا گذاشت و موجب تشکیل محیط دریایی نسبتاً وسیع در نواحی اخیر شد. در اواخر کنیاسین، فاز کوهزایی دیگری به وقوع می‌پیوندد که موجب دگرشیبی مهم در غرب فیروزکوه، رسوب‌گذاری کنگلومرای پیشرونده در شرق تهران شد.

بعد از این کوهزایی، دریای سانتونین پیشروی می‌کند و جنوب البرز را فرا می‌گیرد و به سرعت به دریای کم عمقی تبدیل می‌شود که مشخصات پلاژیک دارد (شمیرانی، 1363). به عقیده همین محقق، رسوبات این دریا در منطقه جاجرود (بخش 4 تشکیلات آسرتو در البرز مرکزی) با افق‌های مختلف در

اواخر کامپانین و اوایل مستریشترین، فاز کوهزایی لارامید متمم منطقه البرز را از آب خارج و به خشکی مبدل می‌سازد که پیشروی بعدی در پالئوسن آغازی صورت می‌گیرد.

8-4- سنوزوئیک – ترسیر

ترسیر در البرز شامل سازند فجن می‌باشد. مقطع اصلی این سازند، در 100 کیلومتری شرق تهران و نزدیک دهکده فجن، به وسیله دلنباخ (1964) مطالعه و نامگذاری شده است. ضخامت آن در مقطع نمونه حدود 1500 متر و از نظر لیتولوژی شامل کنگلومرای پلیژنیک، ماسه‌سنگ قرمز و مارن های ماسه‌ای است و در آن تناوبی از آگلومراها و گدازه‌های آندزیتی هم دیده می‌شود. (اشتوکلین، 1972). طبق گزارش واتان و یاسینس (1969)، در محل مقطع نمونه، 80 متری کنگلومرای قرمز رنگ در قاعده و نزدیک به 1500 متر سنگ جوش آتشفشانی (آگلومرا) روی آن قرار دارد. در ناحیه توچال (40 کیلومتری جنوب شرق تهران – در مسیر جاده تهران – خراسان)، ضخامت این سازند نزدیک به 1100 متر و مرکب از سنگ جوش آتشفشانی و گدازه است.

9-4- زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، تاقدیس شمال آینه‌ورزان است که جهت گسترش آن شرقی غربی بوده و محور آن به سمت غرب پلانژ دارد و در قسمت غربی دوزدگی لایه‌ها که در حاصل پلانژ محور تاقدیس می‌باشد دیده می‌شود. یال جنوبی تاقدیس بصورت برگشته بوده و شیب لایه‌های جوان به زیر لایه‌های قدیمی می‌باشد.

در محور تاقدیس تشکیلات مربوط به اینفراکامبرین رخنمون دارد که به سمت شمال به گسل رورانده مشاء – فشم محدود می‌گردد. این گسل رورانده، تشکیلات دوران اول را بر روی تشکیلات جوانتر قرار داده است.

هر چه از محور تاقدیس به سمت جنوب حرکت کنیم به غلت برگشته بودن یال جنوبی، تشکیلات جوانتر می‌شوند به طوریکه در مجاورت دشت آینه ورزان تشکیلات ائوسن (توفهای کرج) نیز رخنمون داشته و به سمت غرب با پیچش ملایم در جهت شمال که مربوط به پلانژ تاقدیس می‌باشد، گسترش می‌یابد. در ادامه تشکیلاتی را که در محدوده رخنمون دارند، شرح می‌دهیم :

- **تشکیلات بایندر** : این تشکیلات در محور تاقدیس رخنمون داشته و گسترش عرضی آن در یک طرف محور به حدود 1000 متر می‌رسد که دارای شیب حدود 40 درجه می‌باشد.

جنس تشکیلات بایندر را اکثراً ماسه سنگ‌ها و شیبست‌های سبز رنگ و به ندرت قرمز رنگ تشکیل می‌دهند.

- **تشکیلات سلطانیه :** ضخامت این تشکیلات حدود 350 متر می‌باشد و شامل شسیت‌های میکتدار سبز رنگ و دولومیت‌های زرد رنگ می‌باشد.
- تشکیلات مذکور به طور هم شیب زیر تشکیلات بایندر قرار می‌گیرند (علت برگشته بودن طبقات) و مرز آن با تشکیلات باروت دقیقاً مشخص نیست.
- **تشکیلات باروت :** این تشکیلات از ماسه سنگ و شیسیت‌های سبز و قرمز رنگ که گاهی لایه‌های دولومیتی و آهکی در بین آنها دیده می‌شود، تشکیل شده است و بطور هم شیب با سازند سلطانیه قرار گرفته است. ضخامت تشکیلات باروت حدود 350 متر می‌باشد.
- **تشکیلات زاگون :** این تشکیلات دارای ضخامتی حدود 200 متر بوده و شامل شیسیت‌های سیلانی میکادار قرمز رنگ می‌باشد. مرز آن با یازند باروت بصورت هم شیب و تدریجی می‌باشد. تشکیلات زاگون به سمت جوانتر، بیشتر ماسه سنگی شده و شیسیت‌های آن کمتر می‌شود.
- **تشکیلات لالون :** از ماسه سنگ‌های متوسط و مطبق و دارای چین‌بندی متقاطع تشکیل یافته که به سمت بالا رنگ ماسه سنگ کاملاً روشن می‌شود. این قسمت که ضخامت آن حدود 30 تا 50 متر است به کوارتزیت فوقانی (تاپ کوارتزیت) مشهور می‌باشد.
- ضخامت تشکیلات لالون و کوارتزیت فوقانی حدود 250 متر می‌باشد که به طور هم شیب توسط رسوبات مبارک پوشیده می‌شود.
- **تشکیلات میلا :** این تشکیلات در محدوده مورد مطالعه به صورت، نبود چین‌های بوده و به نظر می‌رسد که در کامبرین فوقانی، تاقدیس آینه ورزان از آب خارج بوده است.
- **تشکیلات مبارک :** ضخامت تشکیلات مبارک در منطقه مورد مطالعه حدود 200 متر بوده و از آهک‌های خاکستری دانه ریز تا آهک‌های سیاه رنگ دارای برآکیوپود، مرجان و کرینویید و شیسیت تشکیل شده است. این تشکیلات هم شیب روی کوارتزیت فوقانی قرار می‌گیرند.
- **تشکیلات دورود :** این تشکیلات شامل ماسه سنگ‌های دارای چین‌بندی متقاطع به ضخامت 140 متر بوده و بطور هم شیب روی سازند مبارک قرار می‌گیرد.
- **تشکیلات روته :** آهک‌های تیره رنگ که بخش هوازده آن رنگ زرد داشته و ضخامت آن حدود 110 متر می‌باشد، بطور هم شیب روی تشکیلات دورود قرار می‌گیرد.
- **تشکیلات الیکا :** این تشکیلات با ضخامت 550 متر، کاملترین مقطع را در منطقه مورد مطالعه داشته و شامل آهک‌های دولومیتی خاکستری سبز رنگ (کرم گون) می‌باشد که بخش ضخیمی از دولومیت، حفره‌دار و گچ‌دار است.
- مرز تشکیلات الیکا با دورود کاملاً مشخص می‌باشد و بطور هم شیب روی سازند درورد قرار می‌گیرد.

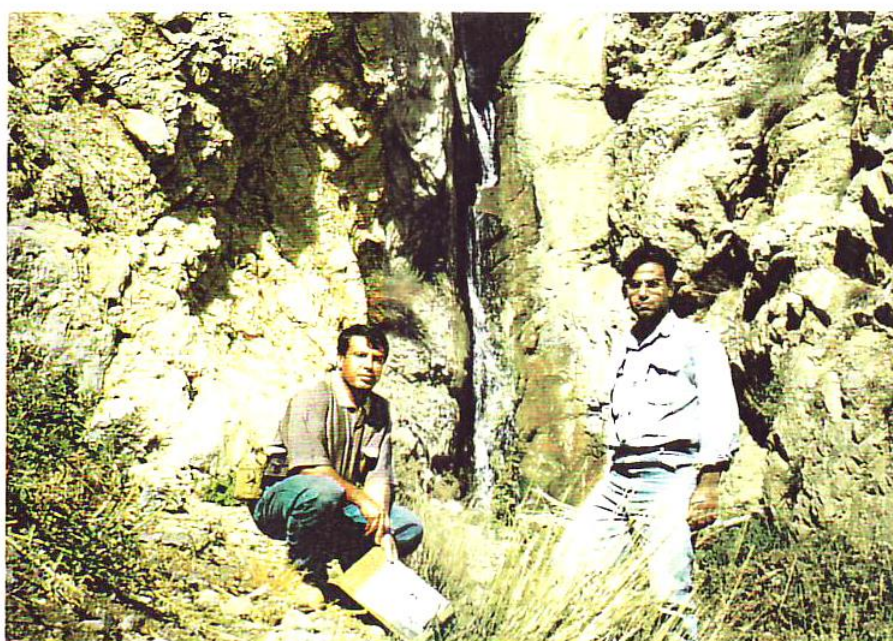
- **ولکانیک‌های بازیک بین الیکا و شمشک (ملافیر) :** در منطقه مورد مطالعه روی تشکیلات شمشک، گدازه‌های دیابازی با ساخت بادامب قرار می‌گیرد که حدود 100 متر ضخامت داشته و احتمالاً مربوط به آتشفشان‌های کرتاسه می‌باشد.
- **تشکیلات شمشک :** شامل سنگ‌های آواری به رنگ قهوه‌ای است که در ماسه سنگ‌ها تغییرات تدریجی دانه‌بندی دیده می‌شود. به همراه شیست‌های سیلتی و رسی و گریوک می‌باشد. این تشکیلات روی ملافیرها قرار می‌گیرد و خود توسط تشکیلات دلیچای بطور هم شیب پوشانده می‌شوند.
- **تشکیلات دلیچای :** شامل آهک‌های مارنی و آهک‌های مطبق دارای فسیل آمونیت می‌باشد که ضخامتی حدود 80 متر داشته و بطور هم شیب توسط آهک‌خای لار پوشانده می‌شود.
- **تشکیلات لار :** تشکیلات لار شامل آهک‌های متراکم و دانه‌ریز به رنگ خاکستری روشن می‌باشد که اغلب کنکرسین‌هایی از سیلکس سفید رنگ دارند. بخش زیرین آهک لار با مرز نامشخصی به رسوبات دلیچای منتهی می‌شود. ضخامت آن حدود 300 متر بوده و توسط رسوبات کرتاسه فوقانی پوشانده می‌شود.
- **تشکیلات کرتاسه فوقانی :** تشکیلات C2 و C3 مربوط به کرتاسه فوقانی می‌باشد که تشکیلات C2 شامل آهک متبلور به رنگ خاکستری متمایل به قهوه‌ای بوده و تکه‌های فراوانی از فسیل در آن دیده می‌شود.
- تشکیلات C3 شامل آهک‌های مطبق و دانه‌ریز به رنگ خاکستری روشن است که هوازدگی آن رن سفید دارد. این تشکیلات حدود 400 متر ضخامت دارند.



عکس شماره ۱-۴ - لایه تاپ کوارتزیت در دره شمال جابان (معدن)



عکس شماره ۲-۴ - لایه تاپ کوارتزیت در دره شمال سیدآباد



عکس شماره ۳-۴ - تشکیلات الیکا در دره شمال آینه ورزان

فصل پنجم

تشریح فعالیت‌های صحرایی

1-5- جمع‌آوری اطلاعات اولیه و تعیین محدوده

محدوده‌ای به وسعت 500 کیلومتر مربع بین دماوند و فیروزکوه، توسط کارشناسان اداره کل معدن و فلزات استان تهران بر روی نقشه توپوگرافی 1/250.000 منطقه مشخص گردید و در اختیار این مهندسیین مشاور قرار گرفت.

به منظور جمع‌آوری مدارک و اطلاعات مربوط به منطقه، نقشه زمین‌شناسی 1/100.000 دماوند و نقشه‌های توپوگرافی 1/50.000 دماوند از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه گردید. به علت موجود نبودن عکس‌های هوایی با مقیاس 1/20.000 در سازمان نقشه‌برداری کشور و همچنین سازمان نیروهای مسلح کشور، جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی 1/20.000، نقشه‌های توپوگرافی 1/50.000 تبدیل به 1/20.000 گردید و به عنوان نقشه پایه استفاده شده است.

2-5- فعالیت‌های صحرایی و برداشت‌های زمین‌شناسی

با توجه به بازدید اولیه از منطقه و همچنین نقشه زمین‌شناسی موجود در منطقه (1/100.000)، محدوده‌ای به وسعت تقریبی 165 کیلومتر مربع که لایه تاپ کوارتزیت در آن رخنمون داشت جهت اکتشاف چکشی و تهیه نقشه زمین‌شناسی 1/20.000 انتخاب گردید، سپس برداشت‌های زمین‌شناسی نمونه‌گیری از مناطقی که توپوگرافی امکان می‌داد، صورت گرفت که در این مرحله مناطق زیر پی‌جویی گردید:

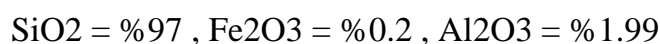
الف – پی‌جویی دره شمال خسروان: به طول تقریبی 6 کیلومتر و نمونه‌گیری از لایه تاپ کوارتزیت (نمونه شماره TD-8). در این محدوده جاده دسترسی تا لایه سیلیس وجود ندارد و احداث جاده دسترسی به حدود یک کیلومتر کوهبری دارد. ضخامت لایه حدود 45 کیلومتر بوده و کیفیت سیلیس با توجه به آنالیز نمونه

($\text{SiO}_2 = 7.6\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.18\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.96\%$)

خوب بوده و در صورتی که جاده دسترسی احداث گردد، از نظر توپوگرافی نیز امکان استخراج وجود دارد. امتداد شیب و شیب لایه 40 / 85 می‌باشد.

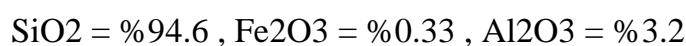
ب – پی‌جویی دره شمال جابان: به طول تقریبی 6 کیلومتر و نمونه‌گیری از لایه تاپ کوارتزیت (نمونه شماره TD-2). در این محدوده آثار بهره‌برداری از سیلیس دیده شد ولی توپوگرافی منطقه

امکان بهره‌برداری در آینده را مشکل می‌سازد. ضخامت لایه حدود 50 متر بوده و نتیجه آنالیز نمونه به قرار ذیل است :

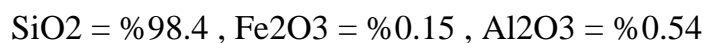


امتداد شیب و شیب لایه 60 / 70 می‌باشد. در ضمن نمونه شماره (TD-1) از واریزه‌های کنار دره در نقطه‌ای با مختصات طول شرقی 50 درجه و 14 دقیقه و 51 ثلثیه و عرض شمالی 35 درجه و 40 دقیقه و 17 ثانیه برداشت شده که از لاتریت‌های احتمالاً داریا بوکیست می‌باشد. چون اخنمون اصلی پیدا نشد و واریزه‌ها مربوط به ارتفاعات غیر قابل کار بوده نمونه جهت آنالیز ارسال نشد.

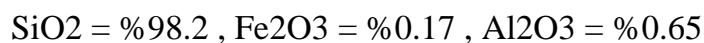
ب- پی‌جویی دره شمال سربندان : به طول تقریبی 5 کیلومتر و نمونه‌گیری از لایه تاپ کوارتزیت (نمونه شماره TD-3). در این محدوده کیفیت سیلیس و همچنین توپوگرافی منطقه جهت بهره‌برداری مناسب نبود. نتیجه آنالیز نمونه به قرار ذیل است :



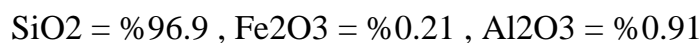
امتداد شیب و شیب لایه 30 / 73 می‌باشد و ضخامت لایه حدود 25 متر است.
ت - پی‌جویی دره شمال سیدآباد : به طول تقریبی 4 کیلومتر و نمونه‌گیری از لایه تاپ کوارتزیت (نمونه شماره TD-7). در این محدوده آثار خاکبرداری دیده می‌شود ولی محدوده کار شده روی لایه تاپ کوارتزیت نبوده و احتمالاً محل دقیق آن را پیدا نکرده‌اند. این محدوده از نظر کیفیت سیلیس و توپوگرافی مناسب می‌باشد. نتیجه آنالیز نمونه به قرار ذیل است :



امتداد شیب و شیب لایه 5 / 55 می‌باشد. و ضخامت لایه حدود 55 متر است.
ث - پی‌جویی دهکده محدوده آرو : به طول تقریبی 5 کیلومتر و نمونه‌گیری از لایه تاپ کوارتزیت (نمونه شماره TD-5) که در این محدوده کیفیت سیلیس و همچنین وضعیت توپوگرافی بسیار مناسب است. جاده آسفالته روستای آرو لایه تاپ کوارتزیت را قطع می‌کند. نتیجه آنالیز نمونه به قرار ذیل است :



امتداد شیب و شیب لایه 15 / 60 می‌باشد. و ضخامت لایه حدود 45 متر است.
در قسمت جنوب غربی دهکده نیز از رخنمون لایه تاپ کوارتزیت نمونه‌برداری شد (نمونه شماره TD-6). نتیجه آنالیز نمونه به قرار ذیل است :



امتداد شیب و شیب لایه 15 / 60 می‌باشد. و ضخامت لایه حدود 45 متر است.

ج - پیجویی دره جنوب کهنک : به طول تقریبی 5 کیلومتر و نمونه‌گیری از لایه تاپ کوارتزیت (نمونه شماره TD-4). کیفیت سیلیس و همچنین توپوگرافی منطقه جهت کار مناسب است. نتیجه آنالیز نمونه به قرار ذیل است :

$SiO_2 = 98.6\%$, $Fe_2O_3 = 0.32\%$, $Al_2O_3 = 0.65\%$

امتداد شیب و شیب لایه 85 / 345 می‌باشد. و ضخامت لایه حدود 40 متر است.

چ - پیجویی دره جنوب شرق کهنک : به طول 3 کیلومتر که انتهای لایه تاپ کوارتزیت بوده و لایه مذکور توسط گسل مشاء - فشم قطع می‌گردد. کیفیت ظاهری سیلیس و همچنین توپوگرافی منطقه جهت کار مناسب بود.

با توجه به نتایج اکتشافی 7 منطقه عنوان شده فوق و همچنین مناطق واگذار شده به اشخاص جهت استخراج سیلیس، با هماهنگی کارشناسان اداره کل معادن و فلزات تهران، محدوده‌ای به وسعت حدود 8 کیلومتر مربع جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی 1/000،10 و عملیات خاص معدنی، طبق شرح خدمات انتخاب گردید. البته از 8 کیلومتر مربع انتخاب شده بعضی از قسمت‌ها به علت ارتفاع زیاد قابل کار نبوده که نهایتاً حدود 5 کیلومتر مربع از آن مورد پیمایش و برداشت زمین‌شناسی، عملیات ترانشه‌زنی و نمونه‌گیری قرار گرفت.

3-5- عملیات حفر ترانشه و نمونه‌برداری

1-3-5 حفر و نمونه‌گیری از ترانشه‌ها

جهت مطالعه دقیق لایه تاپ کوارتزیت، تعداد 7 رشته ترانشه به عمق حداکثر 1/5 متر، طول کلی 630 متر و فواصل حدود 300 متر از یکدیگر مشخص و حفاری گردید که از ترانشه‌های مذکور نمونه‌گیری صورت گرفت. البته نمونه‌برداری بر اساس تغییرات ظاهری و لیتولوژی سنگ انجام گرفته است. در جاهایی که تغییرات ظاهری چندانی در لیتولوژی دیده نشد، فواصل نمونه‌برداری حدود 10 متر انتخاب شد. نمونه‌ها جهت تعیین درصد خلوص سیلیس و آهن به آزمایشگاه ارسال گردید. نقشه توپوگرافی شماره 1 که لایه تاپ کوارتزیت، محل نمونه‌برداری‌ها و محل ترانشه‌ها بر روی آن مشخص گردیده است به پیوست می‌باشد.

مقاطع ترانشه‌ها ترسیم و فواصل نمونه‌برداری روی هر یک با شماره نمونه مربوط به آن، درج گردیده و به پیوست می‌باشد. در ضمن تعداد 5 نمونه (TD-84، TD-92، TD-93، TD-94، TD-95) جهت مطالعات کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی تهیه و مطالعات مذکور انجام شد که 2 نمونه مربوط به لایه تاپ کوارتزیت بود و جنس ناخالصی‌های سیلیس را مشخص نموده که جهت فرآوری سیلیس باید مورد توجه قرار گیرد.

2-3-5- نمونه برداری سیستماتیک

برای به دست آوردن عیار متوسط سیلیس در طول رگه تاپ کوارتزیت، اقدام به نمونه‌گیری سیستماتیک با فواصل حدود 100 متر نموده‌ایم که البته فاصله نمونه‌گیری متأثر از رخنمون لایه، تغییراتی را دارد. نقشه شماره Mn1288/21020 موقعیت نمونه‌ها را نشان می‌دهد (پیوست همین گزارش). تعداد نمونه‌های سیستماتیک 90 نمونه می‌باشد که جهت آنالیز درصد ترکیبات SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 ارسال و نتایج اخذ شد.

در ضمن 2 نمونه (TD-74 و TD-75) مربوط به ماسه‌های سبزرنگ کنار دهکده کهنک جهت آزمایش XRD ارسال و نتایج آن اخذ گردید. نتایج کلیه آنالیزهای شیمیایی، سنگ‌شناسی و XRD در فصل ششم همین گزارش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

فصل ششم

مطالعات آماری و تجزیه و تحلیل نتایج

1-6- محدوده نقشه 1/10.000

نظر به اینکه لایه تاپ کوارتزیت از دو نوع سنگ کوارتزیت و میکروکنگلومرای کوارتزیت تشکیل شده است و عیار سیلیس این دو نوع سنگ با هم متفاوت می‌باشد، لذا هر نوع سنگ را جداگانه بررسی می‌کنیم. البته ضخامت دو نوع لایه نیز این امکان را می‌دهد که در زمان استخراج، بطور مجزا از یکدیگر حفاری و استخراج شوند.

1-1-6- لایه کوارتزیت

این لایه دارای سختی بالا بوده و در طول 6 کیلومتر محدوده مورد مطالعه، تقریباً در اکثر نقاط رخنمون دارد. در صورتی که لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت در اکثر نقاط به علت قابلیت فرسایش بیشتر، توسط واریزه‌ها پوشیده می‌باشد. بدین جهت کلیه نمونه‌های سیستماتیک برداشته شده مربوط به لایه کوارتزیت است.

نمونه شماره (TD-92) جهت مطالعه سنگ‌شناسی از این لایه برداشته شد که مشخصات سنگ‌شناسی لایه کوارتزیت به شرح ذیل است :

کانی غالب کوارتزیت است که حداقل 95 درصد کانی‌های تشکیل دهنده را شامل می‌شود. چرت حدود 1 تا 2 درصد و کانی‌های رسی (اغلب ایلیت) کمتر از 1 درصد قابل مشاهده است. کانی‌های سنگین شامل تورمالین و به ندرت زیرکن کمتر از 0/5 درصد بوده و دورن دانه‌ای می‌باشند. آغشتگی‌های

اکسید و هیدروکسید آهن در حاشیه دانه‌های کوارتز و در میکروفرآکچرها دیده می‌شود که قابل زدودن و یا جدا کردن می‌آشد.

با بزرگنمایی 100 برابر، ابعاد دانه‌های کوارتز 0/2 تا 0/3 میلیمتر، ابعاد دانه‌های چرت 0/3 تا 0/25 میلیمتر، ابعاد دانه‌های تورمالین 0/1 میلیمتر و ابعاد دانه‌های زیرکن 0/6 میلیمتر است.

-1- محاسبه عیار متوسط

محاسبه عیار متوسط SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 از نمونه‌های سیستماتیک و نمونه‌های ترانشه‌ها که مربوط به لایه کوارتزیت بود، طبق جدول شماره (6-1) انجام شده است. چون فواصل نمونه‌های سیستماتیک تقریباً برابر بود، نیاز به دخالت دادن فواصل نمونه‌برداری در محاسبات نبود.

جدول شماره ۱-۶ - محاسبه عیار متوسط SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 در لایه کوارتزیت

| Sample No. | Lab No. | %SiO ₂ | %Fe ₂ O ₃ | %Al ₂ O ₃ |
|------------|---------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| TD 4 | ۲۴۷۲ | ۹۸/۶ | ۰/۳۲ | ۰/۶۵ |
| TD 9 | ۲۱۷۳ | ۹۸ | - | - |
| TD 10 | ۲۱۷۴ | ۹۷/۴۰ | - | - |
| TD 11 | ۲۱۷۵ | ۹۷ | - | - |
| TD 12 | ۲۱۷۶ | ۹۸/۴ | - | - |
| TD 13 | ۲۱۷۷ | ۹۸/۱ | - | - |
| TD 14 | ۲۱۷۸ | ۹۸/۴ | - | - |
| TD 17 | ۲۵۱۲ | ۹۷/۲ | ۱/۲۶ | ۰/۲۸ |
| TD 18 | ۲۵۱۳ | ۹۸/۳ | ۰/۶۸ | ۰/۲ |
| TD 19 | ۲۵۱۴ | ۹۸/۲ | ۰/۵۴ | ۰/۵۸ |
| TD 20 | ۲۵۱۵ | ۹۸/۲ | ۰/۶۹ | ۰/۳۱ |
| TD 21 | ۲۵۱۶ | ۹۸/۲ | ۰/۶۳ | ۰/۱۹ |
| TD 22 | ۲۵۱۷ | ۹۸/۲ | ۰/۶۳ | ۰/۱۷ |
| TD 23 | ۲۵۱۸ | ۹۸ | ۰/۸۷ | ۰/۳۱ |
| TD 24 | ۲۵۱۹ | ۹۸/۱ | ۱/۰۸ | ۰/۳۲ |
| TD 25 | ۲۵۲۰ | ۹۸/۲ | ۰/۶۶ | ۰/۳۳ |
| TD 26 | ۲۵۲۱ | ۹۸/۲ | ۰/۹۸ | ۰/۱۸ |
| TD 27 | ۲۵۲۲ | ۹۸/۱ | ۰/۷۹ | ۰/۳۳ |
| TD 28 | ۲۵۲۳ | ۹۸/۱ | ۰/۷۲ | ۰/۲۴ |
| TD 29 | ۲۵۲۴ | ۹۸/۲ | ۰/۶۶ | ۰/۱۶ |
| TD 30 | ۲۵۲۵ | ۹۸/۲ | ۰/۹۹ | ۰/۱۸ |
| TD 31 | ۲۵۲۶ | ۹۷/۳ | ۱/۵ | ۰/۳۲ |
| TD 32 | ۲۵۲۷ | ۹۵ | ۲/۸۴ | ۰/۲۶ |
| TD 33 | ۲۵۲۸ | ۹۸/۲ | ۰/۶۶ | ۰/۳۳ |
| TD 34 | ۲۵۲۹ | ۹۸/۳ | ۰/۷۱ | ۰/۲ |
| TD 35 | ۲۵۳۰ | ۹۸/۱ | ۰/۸۷ | ۰/۳۸ |
| TD 36 | ۲۵۳۱ | ۹۸/۴ | ۰/۵۵ | ۰/۳۱ |
| TD 37 | ۲۵۳۲ | ۹۸/۳ | ۰/۷۷ | ۰/۱۹ |

ادامه جدول شماره ۶-۱

| Sample No. | Lab No. | %SiO ₂ | %Fe ₂ O ₃ | %Al ₂ O ₃ |
|------------|---------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| TD 38 | ۲۵۲۲ | ۹۷/۱ | ۱/۲۶ | ۰/۲۵ |
| TD 39 | ۲۵۲۴ | ۹۸ | ۰/۹۴ | ۰/۲۶ |
| TD 40 | ۲۵۲۵ | ۹۷/۴ | ۰/۵ | ۰/۳۱ |
| TD 41 | ۲۵۲۶ | ۹۷ | ۱/۸۶ | ۰/۲ |
| TD 42 | ۲۵۲۷ | ۹۷/۲ | ۰/۵ | ۰/۲۷ |
| TD 43 | ۲۵۲۸ | ۹۷/۴ | ۰/۵۵ | ۰/۲۳ |
| TD 46 | ۲۴۴۸ | ۹۷/۲ | ۰/۲۸ | - |
| TD 47 | ۲۴۴۹ | ۹۷/۱ | ۰/۳۱ | - |
| TD 48 | ۲۴۵۰ | ۹۸ | ۰/۴۵ | - |
| TD 49 | ۲۴۵۱ | ۹۷/۷ | ۰/۵۴ | - |
| TD 55 | ۲۴۵۷ | ۹۷/۵ | ۰/۴ | - |
| TD 56 | ۲۴۵۸ | ۹۷/۱ | ۰/۴ | - |
| TD 58 | ۲۴۶۰ | ۹۷/۲ | ۰/۵۷ | - |
| TD 61 | ۲۴۶۲ | ۹۷/۱ | ۰/۳۶ | - |
| TD 62 | ۲۴۶۴ | ۹۷/۸ | ۰/۴۵ | - |
| TD 66 | ۲۴۶۸ | ۹۷/۷ | ۰/۲۰ | - |
| TD 67 | ۲۴۶۹ | ۹۷/۵ | ۰/۶ | - |
| TD 77 | ۲۴۷۷ | ۹۷/۶ | ۰/۱۴ | - |
| TD 78 | ۲۴۷۸ | ۹۷/۴ | ۰/۲ | - |
| TD 83 | ۲۴۸۳ | ۹۷/۱ | ۰/۳۹ | - |
| TD 86 | ۲۵۲۵ | ۹۸ | - | - |
| TD 87 | ۲۵۲۶ | ۹۷/۴ | - | - |
| TD 88 | ۲۵۲۷ | ۹۷/۲ | - | - |
| TD 97 | ۲۵۲۳ | ۹۷/۲ | - | - |
| TD 98 | ۲۵۲۴ | ۹۷/۴ | - | - |
| TD 99 | ۲۵۲۵ | ۹۸ | - | - |
| TD 100 | ۲۵۲۶ | ۹۷/۲ | - | - |
| عبار متوسط | | ۹۷/۹۴ | ۰/۷۳ | ۰/۲۵ |

2- محاسبه ذخیره

الف - ذخیره مقطعي :

جهت محاسبه ذخیره لایه کوارتزیت، از مقطع ترانشه‌ها ضخامت لایه اندازه‌گیری گردید و طبق جدول شماره (2-6) با تاثیر فاصله ترانشه‌ها از یکدیگر، ضخامت متوسط محاسبه گردید. سپس از مقطع طولی ترسیم شده بر روی لایه تاپ کوارتزیت (مقطع طولی شماره Mn1288/21110 پیوست همین گزارش)، مساحت محدوده‌ای که از 3 طرف دیده شده بود 130.000 متر مربع محاسبه و از حاصل ضرب مساحت مذکور در ضخامت متوسط، حجم حاصل گردید. حاصل ضرب حجم در وزن حجمی کوارتزیت (2/65) برابر با ذخیره قطعی می‌باشد.

جدول شماره ۶-۲- محاسبه ضخامت لایه کوارتزیت

| شماره ترانشه | ضخامت (متر) | فاصله (متر) | حاصل ضرب ضخامت در فاصله (متر مربع) | ضخامت متوسط (متر) |
|--------------|-------------|-------------|------------------------------------|-------------------|
| ۱ | ۳۲ | ۱۸۹ | ۶۰۳۲ | ۱۶/۴۲ |
| ۲ | ۱۳/۵ | ۸۹۰ | ۱۲۰۱۵ | |
| ۳ | ۲۱ | ۹۲۷ | ۱۹۴۶۷ | |
| ۴ | ۹ | ۱۳۵۲ | ۱۲۱۶۸ | |
| ۵ | ۲۷ | ۷۹۸ | ۲۱۵۴۶ | |
| ۶ | ۱۴ | ۳۱۲ | ۴۳۶۸ | |
| ۷ | ۱۱ | ۴۰۷ | ۴۴۷۷ | |
| جمع | | ۴۸۷۵ | ۸۰۰۷۳ | |

متر مکعب $۲,۱۳۴,۶۰۰ = ۱۶/۴۲ \times ۱۳۰,۰۰۰ =$ حجم لایه کوارتزیت

تن $۵,۶۵۶,۶۹۰ = ۲/۶۵ \times ۲,۱۳۴,۶۰۰ =$ ذخیره قطعی کوارتزیت

با عیار ۹۷/۹۴٪ سیلیس

ب- ذخیره احتمالی

جهت محاسبه ذخیره احتمالی، پایین‌ترین عمقی را که لایه کوارتزیت دیده می‌شود در نظر گرفته و سطح روی خط افق مماس بر آن نقطه محاسبه گردید. این سطح در مقطع طولی شماره (1) 1.998.775 متر مربع محاسبه و ذخیره احتمالی بصورت زیر محاسبه شد :

متر مکعب $32.819.885/5 = 16/42 \times 1.998.775 =$ حجم لایه کوارتزیت

تن $86.972.696/58 = 2/65 \times 32.819.885/5 =$ ذخیره زمین‌شناسی

کوارتزیت با عیار متوسط 97/94% سیلیس

2-1-6- لایه میکرو کنگلومرای کوارتزیت

این لایه همانگونه که در صفحات قبل نیز اشاره گردید به علت کنگلومرایی بودن، در برابر فرسایش مقاومت کمتری داشته و تقریباً بدون حفر ترانشه غیر قابل دسترسی می‌باشد. لذا نمونه‌گیری از این لایه فقط در ترانشه‌ها صورت گرفته است.

نمونه شماره (TD-94) از این لایه جهت مطالعات زمین‌شناسی تهیه و نتایج آن به شرح ذیل است :
کانی‌های تشکیل دهنده و به ترتیب فاروانی عبارتند از : کوارتز، قطعات سنگی چرتی، کانی‌های رسی کلریت، اکسیدهای آهن و تیتان و کربنات که اغلب دانه‌های کوارتز گردش‌دگی خوبی داشته ولی میکروفرآکچرهای فراوان در آنها دیده می‌شود.

اکسید و هیدروکسیدهای آهن بصورت ادخال، آغشتگی‌های اطراف دانه‌ها، پراکنده در داخل قطعات چرت و به ندرت به صورت قطعات مجزا دیده می‌شوند. خمیره سنگ شامل سیلیس ثانویه، کانی‌های رسی کلریت، اکسید و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد. قطعات فلدسپات مشاهده شده بیشتر از نوع قلیایی هستند.

1- محاسبه عیار متوسط

به علت پوشیده بودن این لایه توسط واریزه‌ها، محاسبه عیار متوسط SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 فقط از نمونه‌های ترانشه‌ها که مربوط به این لایه بود طبق جدول شماره (3-6) انجام شده است. فواصل ترانشه‌ها به علت نامساوی بودن، در محاسبات مربوط به عیار دخالت داده شده است.

جدول شماره ۳-۶- محاسبه عیار متوسط

SiO₂ , Fe₂O₃ در لایه میکروکنگومرای کوارتزیت

| شماره ترانشه | فاصله (متر) | عیار SiO ₂ درصد | حاصل ضرب عیار SiO ₂ در فاصله | عیار Fe ₂ O ₃ درصد | حاصل ضرب عیار Fe ₂ O ₃ در فاصله |
|-------------------|-------------|----------------------------|---|--|---|
| ۱ | ۱۸۹ | ۸۴/۴ | ۱۵۹۵۱/۶ | | |
| ۲ | ۸۹۰ | ۹۱/۷۶ | ۸۱۶۶۶/۴ | ۰/۴۶ | ۴۰۹/۴ |
| ۳ | ۹۲۷ | ۹۴/۹ | ۸۷۹۷۲/۳ | | |
| ۴ | ۱۳۵۲ | ۹۲/۴۸ | ۱۲۵۰۳۳ | ۰/۷۲ | ۹۷۳/۴۴ |
| ۵ | ۷۹۸ | ۹۰/۹۳ | ۷۲۵۶۲/۱ | ۰/۶۷ | ۵۳۴/۶۶ |
| ۶ | ۳۱۲ | ۹۲/۹۳ | ۲۸۹۹۴/۲ | ۰/۵۸ | ۱۸۰/۹۶ |
| ۷ | ۴۰۷ | ۹۱/۶ | ۳۷۲۸۱/۲ | ۰/۸۰ | ۳۲۵/۶ |
| جمع | ۴۸۷۵ | | ۴۴۹۴۶۰/۷۶ | | ۲۴۲۴/۰۶ |
| عیار متوسط (درصد) | | | ۹۲/۲۰ | | ۰/۶۴ |

2- محاسبه ذخیره

الف - ذخیره قطعی :

جهت محاسبه ذخیره لایه میکروکنگومرای کوارتزیت، از مقطع ترانشه‌ها ضخامت لایه مذکور اندازه‌گیری گردید و طبق جدول شماره (4-6) با تاثیر فاصله ترانشه‌ها از یکدیگر، ضخامت متوسط محاسبه گردید. سپس از مقطع طولی ترسیم شده بر روی لایه تاپ کوارتزیت (مقطع طولی شماره 1 پیوست همین گزارش)، مساحت محدوده‌ای که از 3 طرف دیده شده بود 130.000 متر مربع محاسبه و از حاصل ضرب مساحت مذکور در ضخامت متوسط، حجم حاصل گردید. حاصل ضرب حجم در وزن حجمی میکروکنگومرای کوارتزیت (2/5) برابر با ذخیره قطعی می‌باشد.

جدول شماره ۴-۶ - محاسبه ضخامت لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت

| شماره ترانشه | ضخامت (متر) | فاصله (متر) | حاصل ضرب ضخامت در فاصله (متر مربع) | ضخامت متوسط (متر) |
|--------------|-------------|-------------|------------------------------------|-------------------|
| ۱ | ۱۴ | ۱۸۹ | ۲۶۴۶ | ۳۶/۶۵ |
| ۲ | ۴۰/۱۸ | ۸۹۰ | ۳۵۷۶۰/۲ | |
| ۳ | ۳۸/۰۵ | ۹۲۷ | ۳۵۲۷۲/۳۵ | |
| ۴ | ۵۴/۳۱ | ۱۳۵۲ | ۷۳۴۲۷/۱۲ | |
| ۵ | ۱۲/۸۲ | ۷۹۸ | ۱۰۲۳۰/۳۶ | |
| ۶ | ۱۹/۶۹ | ۳۱۲ | ۶۱۴۳/۲۸ | |
| ۷ | ۳۷/۲۲ | ۴۰۷ | ۱۵۱۸۹/۲۴ | |
| جمع | | ۴۸۷۵ | ۱۷۸۶۶۸/۵۵ | |

متر مکعب $4.764.500 = 130.000 \times 36/65 =$ حجم لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت
 تن $11.911.250 = 2/5 \times 4.764.500 =$ ذخیره قطعی میکروکنگلومرای کوارتزیت
 با عیار متوسط ۹۲/۲۰٪ سیلیس

ب- ذخیره احتمالی

جهت محاسبه ذخیره احتمالی، پایین‌ترین عمقی را که لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت دیده شده بود در نظر گرفته و سطح روی خط افق مماس بر آن نقطه محاسبه گردید. این سطح در مقطع طولی شماره (۱) $1.998.775$ متر مربع محاسبه و ذخیره احتمالی بصورت زیر محاسبه شد:

متر مکعب $73.225.104 = 1.998.775 \times 35/65 =$ حجم لایه میکروکنگلومرای کوارتزیت
 تن $194.046.525/6 = 73.225.104 \times 2/65 =$ ذخیره احتمالی
 میکروکنگلومرای کوارتزیت با عیار متوسط ۹۲/۲۰٪ سیلیس

6-2- محدوده 1/20.000 (به استثنای محدوده 1/10.000)

چون دقت مطالعه این محدوده با محدوده 1/10.000 متفاوت می‌باشد، لذا ذخیره این قسمت جداگانه محاسبه شده است.

6-2-1- محاسبه عیار متوسط

محاسبه عیار متوسط SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 از 6 نمونه مربوط به لایه تاپ کوارتزیت در محدوده شرق آرو، غرب آرو، سیدآباد، سریندان، جابان و آینه ورزان طبق جدول شماره (5-6) انجام شده است. چون فواصل نمونه‌ها برابر نبود، فواصل نمونه‌برداری نیز در محاسبات دخالت داده شد. به علت اینکه نمونه‌ها فقط از رخنمون‌های طبیعی برداشته شد و ترانشه در این محدوده حفر نشد، تفکیک لایه کوارتزیت و میکروکنگومرای کوارتزیت امکان نداشت.

جدول شماره ۶-۵- محاسبه عیار متوسط

SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 در لایه تاپ کوارتزیت

| شمار نمونه | درصد SiO_2 | درصد Fe_2O_3 | درصد Al_2O_3 | فاصله | حاصلضرب فاصله در درصد SiO_2 | حاصلضرب فاصله در درصد Fe_2O_3 | حاصلضرب فاصله در درصد Al_2O_3 |
|------------|--------------|----------------|----------------|----------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| TD-2 | ۹۷ | ۰/۲ | ۱/۹۹ | ۴۴۸۳/۳۵ | ۴۳۴۸۸۴/۴۷ | ۸۹۶/۶۷ | ۸۹۲۱/۸۶ |
| TD-3 | ۹۴/۶ | ۰/۳۳ | ۳/۲ | ۵۳۲۰/۳۸ | ۵۰۳۳۰۷/۹۵ | ۱۷۵۵/۷۳ | ۱۷۰۲۵/۲۲ |
| TD-5 | ۹۸/۲ | ۰/۱۷ | ۰/۶۵ | ۱۷۵۵/۳۵ | ۱۷۲۳۷۴/۹۸ | ۲۹۸/۴۱ | ۱۱۴۰/۹۷ |
| TD-6 | ۹۶/۹ | ۰/۲۱ | ۰/۹۱ | ۱۷۳۰/۶۸ | ۱۶۷۷۰۲/۵۰ | ۳۶۳/۴۴ | ۱۵۷۴/۹۲ |
| TD-7 | ۹۸/۴ | ۰/۱۵ | ۰/۵۴ | ۳۴۵۹/۰۱ | ۳۴۰۳۶۶/۰۹ | ۵۱۸/۸۵ | ۱۸۶۷/۸۶ |
| TD-8 | ۹۷/۶ | ۰/۱۸ | ۰/۹۶ | ۳۱۵۳/۳۰ | ۳۰۷۸۶۲/۰۸ | ۵۶۷/۵۹ | ۳۰۲۷/۱۷ |
| جمع | | | | ۱۹۹۰۲/۰۵ | ۱۹۲۶۳۹۸/۰۷ | ۴۴۰۰۶۹ | ۳۳۵۵۷/۹۹ |
| عیار متوسط | | | | | ۹۶/۷۹ | ۰/۲۲ | ۱/۶۹ |

6-2-2- محاسبه ذخیره

جهت محاسبه ذخیره احتمالی، پایین‌ترین عمقی را که لایه تاپ کوارتزیت دیده شده بود در نظر گرفته و سطح روی خط افق مماس بر آن نقطه محاسبه گردید. این سطح در مقطع طولی شماره (2) 5.030.000 متر مربع محاسبه و ذخیره احتمالی بصورت زیر محاسبه شد :

جدول شماره ۶-۶- محاسبه ضخامت لایه تاپ کوارتزیت

| شماره نمونه | ضخامت (متر) | فاصله (متر) | حاصل ضرب ضخامت در فاصله (متر مربع) | ضخامت متوسط (متر) |
|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|-------------------|
| TD-2 | ۵۰ | ۴۴۸۳/۳۵ | ۲۲۴۱۶۷/۵ | ۴۲.۵ |
| TD-3 | ۲۵ | ۵۳۲۰/۳۸ | ۱۳۳۰۰۹/۵ | |
| TD-5 | ۴۵ | ۱۷۵۵/۳۵ | ۷۸۹۹۰/۷۵ | |
| TD-6 | ۴۵ | ۱۷۳۰/۶۸ | ۷۷۸۸۰/۶ | |
| TD-7 | ۵۵ | ۳۴۵۹/۰.۱ | ۱۹۰۲۴۵/۵۵ | |
| TD-8 | ۴۵ | ۳۱۵۳/۳۰ | ۱۴۱۸۹۸/۵ | |
| | | ۱۹۹۰۲/۰.۵ | ۸۴۶۱۹۲/۴ | |

متر مکعب $۲۱۳,۷۷۵,۰۰۰ = ۴۲/۵ \times ۵,۰۳۰,۰۰۰ =$ حجم لایه کوارتزیت

تن $۵۵۰,۴۷۰,۶۲۵ = ۲/۵۷۵ \times$ ذخیره احتمالی با عیار ۹۶/۷۹٪ سیلیس

فصل هفتم

مصارف و کاربرد

7-1- مصرف و کاربرد سیلیس

7-1-1- صنایع شیشه

بیشترین کاربرد سیلیس تقریباً خالص، در صنعت شیشه‌سازی است. سیلیسی که برای این منظور استفاده می‌شود از ویژگی‌هایی چون یکنواختی ترکیب شیمیایی، بالا بودن عیار SiO_2 ، پایین بودن عیار فلزات رنگین به ویژه آهن و نداشتن کانی‌های کربناتی و رسی برخوردار است.

7-1-2- موارد استفاده مستقیم از سیلیس

آنچه که به نام ماسه در مصالح ساختمانی به کار می‌رود، باید ترکیب سیلیس داشته باشد. ماسه غیر سیلیسی مانند ماسه آهکی و شیلی هم می‌توانند جایگزین گردند. بنابراین باید در هنگام به کار بردن ماسه، ساختمان‌های اصلی ترکیب آن شناخته شده باشد.

3-1-7- آجرهای ماسه‌خاکی

با مخلوط کردن حدود 20 تا 30 درصد از خاک (Soil) یا مارن (Marl) و حدود 70 تا 80 درصد از ماسه سیلیسی که ماسه بادی هم می‌تواند باشد و تهیه خشت از این آمیزه و گرم کردن آن تا حدود 1000 تا 1200 درجه سانتیگراد، می‌توان آجر ماسه‌خاکی تهیه کرد.

4-1-7- آجر ماسه‌آهکی

ماسه سیلیسی و گرد آهک شکفته با نسبت معینی آب چنانچه زیر فشار آجر شود و در دمای 200 تا 300 درجه قرار گیرد، آجر ماسه‌آهکی می‌سازد.

5-1-7- صنایع نسوز و دیر گدازه‌ها

سیلیس به صورت خالص به عنوان ماده نسوز با کیفیت عالی و در عایق‌های گرمایی زیاد به کار فته و در حالت ناخالص در آجرهای سیلیسی نسوز به کار برده می‌شود. سیلیس دارای ضریب انبساط کم ($5 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ \text{C}$) و مقاوم در دماهای بالا است. از این رو در ساختن وسائلی که با تغییرات سریع دما توأم هستند، به کار می‌رود. ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی سیلیس در کاربرد آن به عنوان مواد نسوز، نقش مهمی در کیفیت محصول دارند. جداول (1-7) و (2-7) بعضی از این خصوصیات را نشان می‌دهند.

جدول ۱-۲- ترکیب نسوزهای سیلیسی

| نوع نسوز | نسوز سیلیسی | نسوز سیلیسی | نسوز سیلیسی | نسوز سیلیسی |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ترکیب درصد | شیشه سازی | کوره بلند | متوسط | عالی |
| SiO ₂ | ۹۵-۹۷ | ۹۴-۹۶ | ۹۴-۹۶ | ۹۵-۹۸ |
| Al ₂ O ₃ | ۱-۱/۵ | ۱-۲ | ۰/۶-۱/۵ | ۰/۲-۰/۶ |
| CaO | ۱/۵-۲/۵ | ۱-۳ | ۲-۲/۵ | ۱-۲ |
| Fe ₂ O ₃ | ۱-۱/۵ | ۱-۲/۵ | ۱-۲ | ۱-۲ |

7-1-6- کاربردهای اختصاصی و ظریف

در ساینده‌ها: SiC یکی از ساینده‌هایی است که فرآوری آن نیاز به بکارگیری تکنیک‌های بسیار پیشرفته دارد.

رویش بلور: در صنایع پیروالکترونیک، ساعت سازی، سلول‌های خورشیدی و ابزارهای شیمیایی، کوارتزهای به نسبت خالص را مصرف می‌کند.

7-2- استانداردهای سیلیس

از آنجا که بیشترین کاربرد سیلیس در صنایع شیشه است و از طرفی به خاطر ویژگی‌های فیزیکی شیشه، رنگ، شفافیت، پایداری در فرآیند شیشه‌سازی، یکنواختی و خلوص سیلیس اهمیتی به‌سزا دارد، بنابراین استانداردهای سیلیس در رابطه با کاربرد سیلیس در صنایع شیشه‌سازی و تولید انواع شیشه تعریف می‌شود. اصولاً ناخالصی‌هایی از قبیل اکسیدهای عناصر واسطه در سیلیس، باعث رنگی شدن شیشه می‌شود. اگر درصد اکسیدهای عناصر از حد مجاز بالاتر باشد، تولیدکنندگان شیشه باید به بیرنگ کننده‌های گران‌قیمت روی آورند. روشن است که بالاترین عیار پذیرفتنی ناخالصی‌ها با کیفیت شیشه و کاربردی که برای شیشه منظور می‌شود تغییر می‌کند. به طور نمونه برای فرآوری شیشه‌های

جام معمولي میزان 0/1 درصد اکسیدهاي آهن پذیرفتني است. در صورتي که براي تولید شیشه‌هاي نوري بالاترين عيار مجاز 0/001 درصد است.

درباره ناخالصي‌ها باید گفت که در فرآوري شیشه در مقیاس صنعتي علاوه بر میزان ناخالصي‌ها، یکنواختي عيار ناخالصي‌ها نیز از اهميتي ویژه برخوردار است. زیرا آنگاه که میزان ناخالصي و یکنواختي سيليس براي تولید کننده مشخص باشد، مي‌توان خط تولید را بر همان پایه تنظیم کرد. از سويي براي فراهم آوردن پايداري در فرآیند تولید شیشه باید عيار اکسیدهاي فلزي، از جمله آهن، در يك محدوده ثابت بماند. تجربه نشان داده است که نوسان عيار اکسید آهن در مواد اولیه، هیچگاه نباید از 1 درصد تجاوز کند، زیرا افزایش هر 1 درصد اکسید آهن به کاهش حدود 10 درجه سانتیگراد دمائي کف کوره خواهد انجامید.

گفتني است از آنجا که استاندارد هر کشور بر پایه ماده اولیه همان کشور تنظیم مي‌شود، پس استاندارد نیز ویژه آن کشور خواهد بود.

1-2-7- استاندارد ایالات متحده امریکا

-1- شیشه فلینت

تجزیه شیمیایی ماسه سيليسي مورد قبول توسط بیشتر تولیدکنندگان شیشه فلینت در ایالات متحده امریکا به شرح زیر است :

جدول ۷-۳- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه فلینت در آمریکا

| | | | |
|--------------------------------|--------|---------------|-------|
| SiO ₂ | حداقل | درصد ± ۰/۹۹/۵ | ۰/۱۵ |
| Fe ₂ O ₃ | حداکثر | درصد ± ۰/۰۲۵ | ۰/۰۱ |
| Al ₂ O ₃ | حداکثر | درصد ± ۰/۲ | ۰/۰۷ |
| TiO ₃ | حداکثر | درصد ± ۰/۰۲ | ۰/۰۰۲ |
| CaO | حداکثر | درصد ± ۰/۰۵ | ۰/۰۲۵ |
| Cr ₂ O ₃ | حداکثر | درصد ۰/۰۰۰۲ | |
| CO ₃ O ₄ | حداکثر | ۰/۰۰۰۲ | |
| MnO ₂ | حداکثر | ۰/۰۰۲ | |

-2- شیشه جام

در ایالات متحده آمریکا برای تولید شیشه جام از ماسه سیلیسی زرد با ترکیب زیر استفاده می‌شود.

جدول ۷-۴- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه جام در آمریکا

| | |
|--------------------------------|------------|
| SiO ₂ | ۹۷/۱ درصد |
| Al ₂ O ₃ | ۰/۲۵ درصد |
| Fe ₂ O ₃ | ۰/۱۵ درصد |
| TiO ₂ | ۰/۰۵ درصد |
| Cr ₂ O ₃ | ۰/۰۰۲ درصد |

7-2-2- استاندارد انگلستان

1- شیشه جام

تجزیه شیمیایی سیلیس و دانه‌بندی برای تولیدکنندگان شیشه جام در انگلستان به شرح جدول زیر است :

جدول ۷-۵- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه جام انگلستان

| | | | |
|--------------------------------|--------|----------------|-------|
| SiO ₂ | حداقل | درصد ± ۰/۹۶ | ۰/۳ |
| Fe ₂ O ₃ | حداکثر | درصد ± ۰/۱ | ۰/۰۰۶ |
| Al ₂ O ₃ | حداکثر | درصد ± ۰/۲-۱/۶ | ۰/۱ |

جدول ۷-۶- استاندارد دانه بندی سیلیس برای تولید شیشه جام انگلستان

| | |
|-----------|------------|
| حد بالائی | ۱ میلی متر |
| حد متوسط | ۲۵۰ میکرون |
| حد زیرین | ۱۲۵ میکرون |

سیلیس مصرفی همچنین باید از ناخالصی‌هایی نظیر کرومیت (Chromite)، سیلیمانیت (Sillimanite) و کروندوم (Corundum) که به واسطه نسوز بودن در کوره ذوب نمی‌شود و در فرآورده به صورت ذرات تیره رنگی بر جای می‌مانند، عاری باشد. رطوبت در مواد اولیه ضرورت دارد ولی باید کمتر از ۵ درصد باشد.

۲- شیشه فلینت

در تولید شیشه‌های بی‌رنگ فلینت (Flint) مواد اولیه باید فاقد عناصر رنگی باشند. مشخصات ماسه سیلیسی برای تولید شیشه‌های فلینت در استاندارد انگلیسی BS2975 داده شده است. بر پایه این استاندارد سه نوع سیلیس برای فرآوری شیشه فلینت در نظر گرفته شده است.

- نوع A برای تولید شیشه‌های نوری (optical glass) با کیفیت بالای مواد اولیه است. این نوع شیشه‌ها دارای مشخصاتی طبق جدول زیر است :

جدول ۷-۷- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه فلینت نوع A انگلستان

| | | |
|--------------------------------|-------------|--------|
| SiO ₂ | حداقل درصد | ۹۹/۵ |
| Fe ₂ O ₃ | حداکثر درصد | ۰/۰۰۸ |
| TiO ₂ | حداکثر درصد | ۰/۰۳ |
| Cr ₂ O ₃ | حداکثر درصد | ۰/۰۰۰۲ |

- نوع B برای تولید شیشه‌های تزئینی و وسایل خانگی بسیار مرغوب مورد استفاده قرار می‌گیرند و مشخصات نوع A را دارند با این تفاوت که میزان اکسید آهن تا حداکثر 0/013 درصد قابل قبول است.

- نوع C برای تولید شیشه‌های بی‌رنگ معمولی مانند بطری‌ها و وسایل خانگی معمولی بوده و مشخصات آن طبق جدول زیر است :

جدول ۷-۸- استاندارد سیلیس برای تولید شیشه فلینت نوع C در انگلستان

| | | |
|--------------------------------|-------------|--------|
| SiO ₂ | حداقل درصد | ۹۸/۵ |
| Fe ₂ O ₃ | حداکثر درصد | ۰/۰۴ |
| Cr ₂ O ₃ | حداکثر درصد | ۰/۰۰۰۶ |
| TiO ₂ | حداکثر درصد | ۰/۰۰۰۲ |

گفتنی است که در انگلستان عملاً برای تولید شیشه‌های فلینت نوع C از ماسه سیلیس با عیار اکسید آهن 0/05 درصد استفاده می‌شود مشروط بر آنکه یکنواختی ترکیب در حد 0/005 درصد حفظ شود.

-3- بطري هاي رنگي

مسئله اصلي در ساخت بطري هاي رنگي همان يکنواختي ترکيب شيميايي و دانه بندي مواد اوليه است. در اين مورد ميزان بيشتري اکسيد آهن قابل قبول است. عيار مجاز اکسيد آهن در فرآوري شيشه هاي رنگي چنين است که بيشتري عيار اکسيد آهن در شيشه هاي سبز رنگ 0/3 درصد و بيشتري عيار اکسيد آهن در شيشه هاي کهربائي و قهوه اي رنگ يك درصد است.

-4- پشم شيشه

ويژگي هاي مواد اوليه براي توليد پشم شيشه به اندازه شيشه هاي ديگر حساس نيست. در فرآوري پشم شيشه بايد گراندروي (Viscosity) شيشه مذاب به دقت کنترل شود. چون شفافيت شيشه فرآوري شده جزء ويژگي هاي فرآورده نيست، لذا وجود تکسيد آهن بيشتري در مواد اوليه مجاز است. براي حفظ پايداري فرآورده، اکسيد آلومينيوم به مواد اوليه افزوده مي شود و همچنين به واسطه نوع خاص کوره هاي توليد پشم شيشه، وجود گرد و غبار در مواد اوليه مسدله ساز نيست ولي مي توان دانه بندي نرم تري را به کار برد.

-5- شيشه هاي عينک

ميزان جذب نور در شيشه هاي عينک و نوري که در عمل وابستگي تنگاتنگ با يون هاي فلزي دارد، از اهميت ويژه اي برخوردار است. بنابر اين شيشه هاي نوري تا آنجا که ممکن است، بايد عاري از فلزات باشد. خلوص سيليس بايد بالا و عيار آهن و آلومينيوم تا آنجا که ممکن است پائين باشد. شيشه عينک از ماسه هاي سيليسي و شيشه نوري از کوارتز با خلوص بالا استفاده مي شود.

-3-2-7- استاندارد ترکيه

تجزيه شيميايي متوسط پودر سيليس در صنعت توليد شيشه جام و بلور ترکيه طبق جدول 7-9 است :

جدول ۷-۹- تجزیه شیمیایی شیشه جام و بلور ترکیه

| ترکیب | بلور | شیشه جام |
|--------------------------------|---------|----------|
| SiO ₂ | % ۹۹/۲۶ | % ۹۹ |
| Fe ₂ O ₃ | % ۰/۰۳۶ | % ۰/۱۲ |
| Al ₂ O ₃ | % ۰/۲۰ | % ۰/۲۹ |
| TiO ₂ | % ۰/۰۹۸ | % ۰/۲۴ |
| CaO | % ۰/۰۵۷ | % ۰/۰۴۵ |
| MgO | % ۰/۲۴ | % ۰/۰۱۸ |
| Na ₂ O | % ۰/۰۲۰ | % ۰/۰۴۶ |
| K ₂ O | % ۰/۰۷۹ | % ۰/۰۲۶ |

استاندارد قابل قبول دانه‌بندی پودر سیلیس در کارخانه‌های شیشه جام ترکیه به روش فلوت و شیشه جام آناتولی به روش پینتسبورگ چنین است :

جدول ۷-۱۰- استاندارد دانه بندی سیلیس برای کارخانه شیشه ترکیه

| | | |
|--------------------------|---------|-------|
| دانه های بزرگتر از ۰/۵۹ | میلیمتر | % ۰/۱ |
| دانه های کوچکتر از ۰/۱۰ | میلیمتر | % ۱ |
| دانه های کوچکتر از ۰/۰۷۴ | حداکثر | % ۳ |

جدول ۷-۱۱- درصد اکسید آهن سیلیسین در محصولات مختلف ترکیه

| | | |
|--------------------|--------------|--------------------|
| فرآوری شیشه جام | حداکثر ۰/۱۳٪ | با یکنواختی ۰/۰۱٪ |
| بطریهای بی رنگ | حداکثر ۰/۰۷٪ | با یکنواختی ۰/۰۱٪ |
| ظروف بی رنگ صنعتی | حداکثر ۰/۰۵٪ | با یکنواختی ۰/۰۱٪ |
| بلور و وسایل خانگی | حداکثر ۰/۰۴٪ | با یکنواختی ۰/۰۱٪ |
| ظروف کریستال | حداکثر ۰/۰۱٪ | با یکنواختی ۰/۰۰۱٪ |

4-2-7- استاندارد ماسه‌های سیلیسی در ریخته‌گری

در ریخته‌گری واژه ماسه ریخته‌گری به دانه‌های سیلیسی گفته می‌شود که کمتر از 95 درصد سیلیس SiO_2 نداشته باشند و قطر دانه‌ها از 0/05 تا 3/36 میلیمتر (6 تا 270 مش) باشد ولی در عمل ماسه‌های سیلیسی که در ریخته‌گری استفاده می‌شوند دارای ابعاد 0/05 تا 1 میلیمتر هستند، ماسه سیلیسی ریخته‌گری به دو نوع طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شود.

ماسه سیلیسی ریخته‌گری طبیعی (Clay Bonded) دانه‌های سیلیسی است که دارای 5 تا 20 درصد خاک رس به عنوان چسب باشد و با افزودن آب بدان می‌توان در صنایع ریخته‌گری به کار برد. ماسه ریخته‌گری مصنوعی (Synthetic Sand) نیز خاستگاهی طبیعی دارد، با این ویژگی که عاری از رس می‌باشد و در هنگام مصرف می‌باید مقداری خاک رس بدان افزود تا مناسب کار ریخته‌گری شود. ماسه ریخته‌گری مصنوعی به دلیل باز بودن دست مصرف کننده در افزودن رس بدان، بر گونه طبیعی خود برتری دارد، به ویژه آن گاه که دماهای بیش از 1300 درجه سلسیوس در میان باشد.

5-2-7- استاندارد ایران

تاکنون در ایران استانداری برای سیلیس مورد استفاده در صنعت شیشه و بلور تدوین نشده است. از این رو باید بررسی فراگیر درباره مواد اولیه سیلیسی موجود در کشور به عمل آید و بر پایه فراوانی، نزدیکی و دسترسی به منابع مواد اولیه، ترکیب شیمیایی، ویژگی‌های فیزیکی و هزینه آرایش

استانداردهای مربوط بتوان محصولی با کیفیت مطلوب فرآوری کرد. در حال حاضر معیارهای زیر از سوی کارخانجات فرآوری شیشه و بلور پذیرفته شده و به کار گرفته می شود.

جدول ۷-۱۲- ترکیب شیشه جام به روش قدیمی

| | | |
|-----------|-----------------|---------------------|
| اکسید آهن | حداکثر ۰/۱ درصد | بایکناختی ۰/۰۱ درصد |
| آلومینیوم | حداکثر ۲ درصد | بایکناختی ۰/۱ درصد |
| رطوبت | حداکثر ۵ درصد | بایکناختی ۱ درصد |

جدول ۷-۱۳- ترکیب شیشه جام به روش فلوت

(شرکت شیشه سناور بابک ایران)

| | | |
|-----------|-----------------|---------------------|
| سیلیس | حداقل ۹۷ درصد | بایکناختی ۰/۳ درصد |
| اکسید آهن | حداکثر ۰/۱ درصد | بایکناختی ۰/۰۱ درصد |
| آلومینیوم | حداکثر ۱/۲ درصد | بایکناختی ۰/۱ درصد |
| رطوبت | حداکثر ۵ درصد | بایکناختی ۱ درصد |

جدول ۷-۱۴- ترکیب بطری سازی

| | | |
|-----------------|------------------|---------------------|
| اکسید آهن | حداکثر ۰/۰۸ درصد | بایکناختی ۰/۰۱ درصد |
| اکسید آلومینیوم | حداکثر ۲ درصد | بایکناختی ۰/۱ درصد |
| رطوبت | حداکثر ۵ درصد | بایکناختی ۱ درصد |

جدول ۷-۱۵- ترکیب لعاب سازی

| | | |
|-----------|------------------|---------------------|
| اکسید آهن | حداکثر ۰/۰۸ درصد | بایکناختی ۰/۰۱ درصد |
|-----------|------------------|---------------------|

جدول ۷-۱۶- ترکیب لامپ و شیشه های صنعتی

| | | |
|-----------|------------------|----------------------|
| اکسید آهن | حداکثر ۰/۰۶ درصد | بایکنواختی ۰/۰۱ درصد |
| آلومینیوم | حداکثر ۲ درصد | بایکنواختی ۰/۱ درصد |
| رطوبت | حداکثر ۵ درصد | بایکنواختی ۱ درصد |

جدول ۷-۱۷- ترکیب وسایل خانگی، بلور و ظروف مشابه

| | | |
|-----------|------------------|----------------------|
| اکسید آهن | حداکثر ۰/۰۴ درصد | بایکنواختی ۰/۰۱ درصد |
| آلومینیوم | حداکثر ۲ درصد | بایکنواختی ۰/۱ درصد |
| رطوبت | حداکثر ۵ درصد | بایکنواختی ۱ درصد |

جدول ۷-۱۸- ترکیب کریستال و بلور ممتاز

| | | |
|-----------|---------------|----------------------|
| سیلیس | حداقل ۹۹ درصد | |
| اکسید آهن | حداکثر ۲ درصد | بایکنواختی ۰/۰۱ درصد |

با تشخیص ناخالصی‌های یافت شده در کانسنگ سیلیس می‌توان به فرآوری آن پرداخت، تا فرآورده‌ای بدون ناخالصی با کیفیت مناسب برای کاربردهای گوناگون صنعتی بدست آورد. ناخالصی‌های یافت شده در کانسنگ چنین گروه‌بندی می‌شوند :

- کانی‌های رسی

- فلدسپات‌ها

- اکسیدهای آهن و دیگر کانی‌های سنگین

- میکاها

1-3-7- روش‌های معمول در فرآوری سیلیس

- خردایش سیلیس در يك یا چند گام، توسط سنگ شکن در مدار بسته یا باز، به منظور رساندن آن به اندازه مناسب

- شستشو برای جدا کردن ناخالصی‌ها

- عبور دادن ذرات درشت‌تر از آسیای میله‌ای در مدار بسته یا باز

- مالش سیلیس برای جدا کردن ناخالصی‌ها

- عبور دادن از مغناطیس برای گرفتن ذرات اکسید آهن مغناطیس

- گرفتن ناخالصی‌ها نظیر اکسیدهای آهن، فلدسپات‌ها و غیره با کمک روش فلوتاسیون مستقیم

- دانه‌بندی آن برای استفاده در صنایع

2-3-7- فرآوری سیلیس در ایران

يك مورد شستشوی سیلیس توسط شرکت‌های تاوان سیلیس و شرکت تأمین ماسه ریخته‌گری ایران صورت می‌گیرد که به منظور فرآوری سیلیس مناسب برای کاربردهای ریخته‌گری می‌باشد. مورد دوم مربوط به آرایش سیلیس برای مصارف تولید شیشه و بلور است که توسط شرکت‌های استخراج مواد اولیه شیشه برای ذخائر سیلیس ناحیه تاکستان و شرکت شیشه شناور بابک ایران برای فرآوری ماسه‌های سیلیسی شهر بابک انجام شده است.

جدول ۷-۱۹- کارخانجات آرایش سیلیس موجود و طرحهای توسعه

| ردیف | نام | محل | مقدار تولید سالانه | کاربرد | وضعیت طرح |
|------|---------------------------------|----------|-----------------------|---------------------------|--------------|
| ۱ | ایران سیلیکو | قزوین | ۸۰۰۰۰ | شیشه جام و بلور | در حال کار |
| ۲ | تاوان سیلیس | گرمسار | ۸۰۰۰۰ | شیشه جام و ماسه ریخته گری | در حال کار |
| ۳ | تأمین ماسه ریخته گری | فیروزکوه | ۷۰۰۰۰ | ماسه ریخته گری | در حال کار |
| ۴ | شرکت استخراج مواد اولیه شیشه | تاکستان | ۲۰۰۰۰۰۰ | شیشه جام و بلور | در دست احداث |
| ۵ | شیشه شناور | شهر بابک | ۱۰۰۰۰۰ | شیشه بلور | در دست احداث |

3-7- فرآوری سیلیس در محدوده دماوند - فیروزکوه

دو فاکتور این محدوده، ذخیره سیلیس را بسیار با ارزش و قابل سرمایه‌گذاری نموده است که عبارتند از:

الف - درصد سیلیس، اکسیدهای آهن و آلومینیوم و یکنواختی آن : میانگین بالای عیار سیلیس و پایین بودن درصد اکسیدهای آهن و آلومینیوم در لایه کوارتزیت ($Al_2O_3 = 0.25\%$, $Fe_2O_3 = 0.64\%$) و در لایه میکرو کنگلومرای کوارتزیت ($SiO_2 = 97.94\%$, 0.73% و در لایه تاپ کوارتزیت در خارج از محدوده $1/10.000$ در محدوده مطالعه شده $1/10.000$ و در لایه تاپ کوارتزیت در خارج از محدوده $1/10.000$ ($SiO_2 = 96.79\%$, $Al_2P_3 = 1.69\%$, $Fe_2O_3 = 0.22\%$) و یکنواختی آن جهت فرآوری بسیار قابل توجه است.

ب- ذخیره بسیار بالا : ذخیره محدوده $1/10.000$ لایه کوارتزیت، 5.656.690 میلیون تن «قطعی» و 86.972.696/56 میلیون تن «احتمالی» میکروکنگلومرای کوارتزیت 11.911.250 میلیون تن

«قطعی» و 194.046.525/6 میلیون تن «احتمالی» بوده و لایه تاپ کوارتزیت در محدوده 1/20.000 دارای 550.470.625 میلیون تن ذخیره «احتمالی» می‌آشد. لذا با توجه به فاکتورهای فوق، فرآوری سیلیس بسیار اهمیت پیدا می‌کند. یعنی ذخیره بالای سیلیس باعث می‌شود که این منطقه به یک قطب بزرگ تولید سیلیس تبدیل شود و یکنواختی ترکیبات آن نیز باعث راحتی کار فرآوری و در نتیجه سود دهی بالا می‌شود که قدرت رقابت را از سایر تولیدکنندگان خواهد گرفت. به همین دلیل هر گونه سرمایه‌گذاری جهت فرآوری سیلیس قابل توجیه خواهد بود.

7-4- واحدهای مصرف کننده سیلیس و نیاز سالیانه آنها

7-4-1- شیشه و بلور

جمع مصرف سیلیس برای شیشه و بلور در حال حاضر 288.000 تن در سال و با تحقق طرح‌های توسعه برابر 463.000 تن و با رفع کمبود شیشه و بلور طی یک برنامه 5 ساله برابر 588.000 تن خواهد بود. تمرکز کارخانجات شیشه و بلور بطور عمده در تهران، قزوین، همدان و ساوه است و اخیراً شهر بابک نیز به این لیست پیوسته است.

کیفیت سیلیس بهره‌برداري شده از معدن به ندرت با کیفیت مورد نیاز شیشه و جام و بطری‌سازی تطبیق می‌کند، حال آنکه برای ساخت بلور و ظروف کریستال به هیچ وجه مناسب نیست.

در حال حاضر برای رسیدن به ویژگی دلخواه سیلیس برای فرآوری شیشه و جام و بلور باید بهره‌برداري گزینشی در معدن انجام گیرد که این به معنی اتلاف بخش عمده انباشته‌های معدنی و بر جای گذاشتن آن است. در عین حال از ذخایر عمده سیلیس به دلیل مسئله کیفیت باید چشم‌پوشی شود.

با نگرش به فرآوری نکردن سیلیس، فرآوری بلورهای ممتاز در کشور در حال حاضر با دشواری‌های بی‌شماری روبرو است. بررسی چند کارگاه بلورسازی با کیفیت نسبتاً بالا نشان داد که به واسطه کیفیت پایین سیلیس، اغلب این کارگاه‌ها از بطری‌ها و شیشه‌های شکسته خارجی که کیفیت بالا دارند به عنوان ماده اولیه استفاده می‌کنند و با این روش، مشخص است که امکان تولید انبوه بلورهای ممتاز وجود ندارد.

حاصل نکات یاد شده این است که، ناهماهنگی‌هایی میان کیفیت سیلیس بهره‌برداري شده از معادن و استانداردهای مصرف سیلیس وجود دارد که تنها با فرآوری و آرایش سیلیس از میان برداشته می‌شود. در عین حال فرآوری سیلیس امکان فرآوری انبوه فرآورده‌های شیشه‌ای با کیفیت بالا را نیز فراهم می‌آورد و با مصرف همه سیلیس بهره‌برداري شده معادن از اتلاف انباشته‌های معدنی در سطح گسترده جلوگیری خواهد شد.

7-4-2- ریخته‌گری

جمع مصرف ماسه ریخته‌گری در کارخانه‌ها (به جز مصارف شرکت ملی فولاد ایران و صنایع فولاد) برابر 160,000 تن در سال 1370 و در ظرفیت کامل 240,000 تن و با پشت سر گذاشتن برنامه توسعه 5 ساله به 300,000 تن در سال رسیده است. تمرکز عمده کارخانجات مصرف‌کننده ماسه ریخته‌گری شهرستان‌های تهران، قزوین، اراک، سمنان و تبریز است. تمرکز انباشته‌های مناسب ماسه ریخته‌گری در سمنان، فیروزکوه و زنجان است (ماسه‌های ریخته‌گری مورد نظر صنایع فولاد در این برآورد منظور نشده است).

- مصرف‌کننده‌های عمده ماسه ریخته‌گری عبارتند از :

ماشین‌سازی تبریز، ماشین‌سازی اراک، آذراب، تولید قطعات فولادی، پروفیل نیمه سبک، پارس متال، کلاج، لوله و ماشین‌سازی، مالی بل، ایرقو، ایران خودرو، تراکتورسازی تبریز، ارج، فارسیت، ایران ابزار، پیرلس، ایرانیت، راه آهن، اشتاد، صنایع ریخته‌گری ایران، شوماژ کار، اتمسفر، فولیران، فرد ایران و سرانجام ریخته‌گری‌های سنتی و نیمه سنتی.

3-4-7- فروآلیاژها

جمع تولید فروآلیاژها 50,000 تن طاحی شده است که برای هر یک از واحدها، کارخانه آرایش و دانه‌بندی مواد نیز در نظر گرفته شده است.

4-4-7- سایر مصارف

سایر مصارف سیلیس در مقایسه با حجم بالایی کاربرد آن در شیشه و بلور و ریخته‌گری چندان نیست و با تأمین ماسه آراسته در استانداردهای مخالف در واحدهای آرایش این نیاز نیز برطرف خواهد شد. زیر بخشی از صنایع سیلیس به کیفیت بالا نیاز ندارد. سیلیس کوبیهای موجود که در این گزارش به لحاظ کیفیت نازل فرآورده‌هایشان به آنها اشاره نشده، است می‌توانند نیاز این بخش را تأمین کنند و در مقابل بخشی از سیلیس آراسته واحدهای فرآوری به واحدهای نیازمند استاندارد بالایی سیلیس عرضه خواهد شد و این جابجایی نیازهای آینده را برطرف خواهد کرد. نتیجه کلی آنکه باید بطور جدی در چاره‌اندیشی آرایش سیلیس بود. علاوه بر طرح‌های در حال کار و در دست اجرای فعلی در سطح 500.000 تن در سال برای شیشه و بلور و 300.000 تن در سال برای ریخته‌گری سیلیس مورد نیاز می‌باشد.

فصل هشتم

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با توجه به مطالب فصل‌های قبل، به سادگی می‌توان به این نتیجه منطقی رسید که نیاز کشور به شیشه و سایر فرآورده‌های سیلیس از یک طرف و ذخیره عظیم، کیفیت خوب و یکنواخت سیلیس موجود در لایه تاپ کوارتزیت محدوده دماوند – فیروزکوه، وجود راه‌های دسترسی و نزدیکی آن به تهران از طرف دیگر، این محدوده را جهت سرمایه‌گذاری بسیار مناسب و با ارزش نموده است. لذا این سرمایه عظیم باید به نحو‌شایسته‌ای استخراج و فرآوری گردد و به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که در آخر قسمت‌هایی از آن بدون مصرف باقی‌ماند. جهت تحقق این مطلب، موارد ذیل پیشنهاد می‌گردد:

الف – مطالعه بقیه لایه تاپ کوارتزیت با مقیاس 1/10.000 و حفر ترانشه، چاهک، نمونه‌گیری و آنالیز نمونه‌ها جهت محاسبه عیار متوسط سیلیس و اکسیدهای آهن و آلومینیوم و همچنین محاسبه ذخیره قطعی.

ب – طراحی حداقل 5 گمانه 100 متری در نقاط مختلف، برای بدست آوردن کیفیت سیلیس لایه تاپ کوارتزیت در اعماق پایین که تغییرات کیفی سیلیس در اعماق پایین مراحل بعدی کار را در خصوص مطالعات دقیقتر مشخص می‌کند. یعنی اگر در کیفیت سیلیس تغییر چندانی دیده نشود نیاز به گمانه‌زنی با فاصله کمتر نخواهد بود.

ج- تهیه چندین نمونه پایلوت از کل لایه تاپ کوارتزیت جهت فرآوری سیلیس و مطالعات مربوط به احداث کارخانه فرآوری مناسب از لحاظ رسیدن به کیفیت مطلوب و همچنین بدست آوردن بهترین نقطه احداث کارخانه فرآوری برای کاهش هزینه حمل.

اگر قبل از انجام مراحل فوق، اقدام به استخراج سیلیس سود ممکن است بخش عمده‌ای از ذخیره که عیار پایین‌تری دارد بدون استفاده گردد.

تاریخ: ۷۹-۱۱-۱۱
شماره: ۷۹.۴.۱
پیوست:



۳-۸

دانشگاه شیمی

سینامی خاص

وزارت صنایع، کارخانجات و کارگاههای تولیدی - منطقه آب و فاضلاب - تهران - مرکز تحقیقات و آزمایشگاه شیمی و معدنی و آلودگی

| Sampl.No. | Lab.No. | %Sio2 |
|-----------|---------|-------|
| TD-85 | 3524 | 96,3 |
| TD-86 | 3525 | 98,0 |
| TD-87 | 3526 | 98,4 |
| TD-88 | 3527 | 98,2 |
| TD-89 | 3528 | 93,6 |
| TD-90 | 3529 | 98,6 |
| TD-91 | 3530 | 91,1 |
| TD-95 | 3531 | 90,8 |
| TD-96 | 3532 | 78,0 |
| TD-97 | 3533 | 98,3 |
| TD-98 | 3534 | 97,4 |
| TD-99 | 3535 | 98,0 |
| TD-100 | 3536 | 98,3 |

دانشگاه شیمی، تهران
واحد تحقیقات و آزمایشگاه شیمی و معدنی
تهران، خیابان میرزای شیرازی، پلاک ۶۳، طبقه چهارم

دانشگاه شیمی، تهران

آدرس: تهران، خیابان میرزای شیرازی، پلاک ۶۳، طبقه چهارم تلفن و فاکس: ۸۳۸۴۲۳



وزارت صنایع، کارخانجات و کارگاههای تولیدی - منطقه آب و فاضلاب - تهران - شمالی - مکتوب کیفیت و استاندارد - بررسی مسائل تخصصی

| L.No. | Lab.No. | %SiO ₂ | %Al ₂ O ₃ | %Fe ₂ O ₃ |
|-------|---------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 7 | 2512 | 97,2 | 1,26 | 0,28 |
| 8 | 2513 | 98,3 | 0,68 | 0,20 |
| 9 | 2514 | 98,2 | 0,54 | 0,58 |
| 0 | 2515 | 98,2 | 0,69 | 0,21 |
| 1 | 2516 | 98,2 | 0,63 | 0,19 |
| 2 | 2517 | 98,2 | 0,63 | 0,17 |
| 3 | 2518 | 98,0 | 0,87 | 0,21 |
| 4 | 2519 | 98,1 | 1,08 | 0,22 |
| 5 | 2520 | 98,2 | 0,66 | 0,23 |
| 6 | 2521 | 98,2 | 0,98 | 0,18 |
| 7 | 2522 | 98,1 | 0,79 | 0,22 |
| 8 | 2523 | 98,1 | 0,72 | 0,24 |
| 9 | 2524 | 98,2 | 0,66 | 0,16 |
| 0 | 2525 | 98,2 | 0,99 | 0,18 |
| 1 | 2526 | 97,3 | 1,5 | 0,22 |
| 2 | 2527 | 95,0 | 2,84 | 0,26 |
| 3 | 2528 | 98,2 | 0,66 | 0,23 |
| 4 | 2529 | 98,3 | 0,71 | 0,20 |
| 5 | 2530 | 98,1 | 0,87 | 0,28 |
| 6 | 2531 | 98,4 | 0,55 | 0,21 |
| 7 | 2532 | 98,3 | 0,77 | 0,19 |
| 8 | 2533 | 97,1 | 1,26 | 0,25 |
| 9 | 2534 | 98,0 | 0,94 | 0,26 |

واحد تحقیقات صنعتی پژوهشگاه شیمی
شرکت سهامی خاص

شماره : ۱۳
پست :



۵-۸

دانشگاه شیمی

سهامی خاص

سی و بازیابی ضایعات - کارخانجات و کارگاههای تولیدی - تصفیه آب و فاضلاب - تجزیه شیمیایی - کنترل کیفیت و راندمان - بررسی مسائل تحقیقاتی

| Impl.No. | Lab.No. | %SiO ₂ | %Al ₂ O ₃ | %Fe ₂ O ₃ |
|----------|---------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| - 40 | 2535 | 98,4 | 0,5 | 0,31 |
| - 41 | 2536 | 97,0 | 1,86 | 0,20 |
| - 42 | 2537 | 98,3 | 0,5 | 0,27 |
| - 43 | 2538 | 98,4 | 0,55 | 0,23 |

واحد تحقیقات، صنعتی و آموزشی دانشگاه شیمی
شرکت سهامی خاص

روشنگران شیمی
مبنای خاص



سلسله آزمون

۴۸

شماره
پوست

ی و بازیابی ضایعات - کارخانجات و کارگاههای تولیدی - تصفیه آب و فاضلاب - تجزیه شیمیایی - کنترل کیفیت و راندمان - بررسی مسائل تحقیق

| Lab.No. | Sampl.No. | %SiO ₂ | %Fe ₂ O ₃ |
|---------|-----------|-------------------|---------------------------------|
| 3448 | TD46 | 97,2 | 0,28 |
| 3449 | TD47 | 98,1 | 0,31 |
| 3450 | TD48 | 98,0 | 0,45 |
| 3451 | TD49 | 97,7 | 0,54 |
| 3452 | TD50 | 93,0 | 0,59 |
| 3453 | TD51 | 91,0 | 0,85 |
| 3454 | TD52 | 91,5 | 0,57 |
| 3455 | TD53 | 90,7 | 1,27 |
| 3456 | TD54 | 91,8 | 0,73 |
| 3457 | TD55 | 97,5 | 0,40 |
| 3458 | TD56 | 98,1 | 0,40 |
| 3459 | TD57 | 92,3 | 0,53 |
| 3460 | TD58 | 98,3 | 0,57 |
| 3461 | TD59 | 91,5 | 0,73 |
| 3462 | TD60 | 95,0 | 0,48 |
| 3463 | TD61 | 98,1 | 0,46 |
| 3464 | TD62 | 97,8 | 0,45 |
| 3465 | TD63 | 89,1 | 0,54 |

واحد تحقیقات عمومی روش روشنگران شیمی

شماره ۷۹۰۵۹۹
 پیوست



۷-۸

دهشگران شیمی

شیمی خاص

وبازرسی ضایعات - کارخانجات و کارگاههای تولیدی - تصفیه آب و فاضلاب - تجزیه شیمیایی - کنترل کیفیت و رواندمان - بررسی مسائل تحقیقی و مشکلات

| Lab.No. | Sampl.No. | %Sio2 | %Fe2o3 |
|---------|-----------|-------|--------|
| 3466 | TD64 | 93,7 | 0,62 |
| 3467 | TD65 | 90,0 | 0,85 |
| 3468 | TD66 | 97,7 | 0,54 |
| 3469 | TD67 | 97,5 | 0,6 |
| 3470 | TD68 | 93,3 | 0,28 |
| 3471 | TD69 | 85,4 | 0,45 |
| 3472 | TD70 | 95,0 | 0,6 |
| 3473 | TD71 | 94,0 | 1,08 |
| 3474 | TD72 | 93,0 | 0,74 |
| 3475 | TD73 | 94,2 | 1,18 |
| 3476 | TD76 | 93,1 | 0,37 |
| 3477 | TD77 | 98,6 | 0,14 |
| 3478 | TD78 | 97,4 | 0,2 |
| 3479 | TD79 | 89,2 | 0,39 |
| 3480 | TD80 | 93,0 | 0,67 |
| 3481 | TD81 | 93,5 | 0,44 |
| 3482 | TD82 | 90,0 | 0,42 |
| 3483 | TD83 | 98,1 | 0,29 |

واحد تحقيقات شیمی دهشگران شیمی، خيابان شهید بهشتی، گرزی، پلاک ۶۳، طبقه چهارم، تلفن و فاکس : ۸۳۸۴۲۳

تاریخ ۱۳۸۴/۰۹/۰۷

شماره ۷۹

پست



واحد تحقیقات صنعتی
پژوهشگران شیمی
سهامی خاص

| Sampl.No. | Lab.No. | %SiO ₂ | %Fe ₂ O ₃ | %Al ₂ O ₃ |
|-----------|---------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 2 | 2470 | 97,0 | 0,20 | 1,99 |
| TD 3 | 2471 | 94,6 | 0,33 | 3,2 |
| TD 4 | 2472 | 98,6 | 0,32 | 0,65 |
| TD 5 | 2473 | 98,2 | 0,17 | 0,65 |
| TD 6 | 2474 | 96,9 | 0,21 | 0,91 |
| TD 7 | 2475 | 98,4 | 0,15 | 0,54 |
| TD 8 | 2476 | 97,5 | 0,18 | 0,96 |

واحد تحقیقات صنعتی پژوهشگران شیمی
سهامی خاص

سید علی آقا

آدرس: تهران، خیابان میرزای شیرازی، پلاک ۶۳، طبقه چهارم تلفن و فاکس: ۸۳۵۸۴۲۳

تاریخ ۷۸،۹،۲

شماره ۷۸،۵۵۷

پیوست



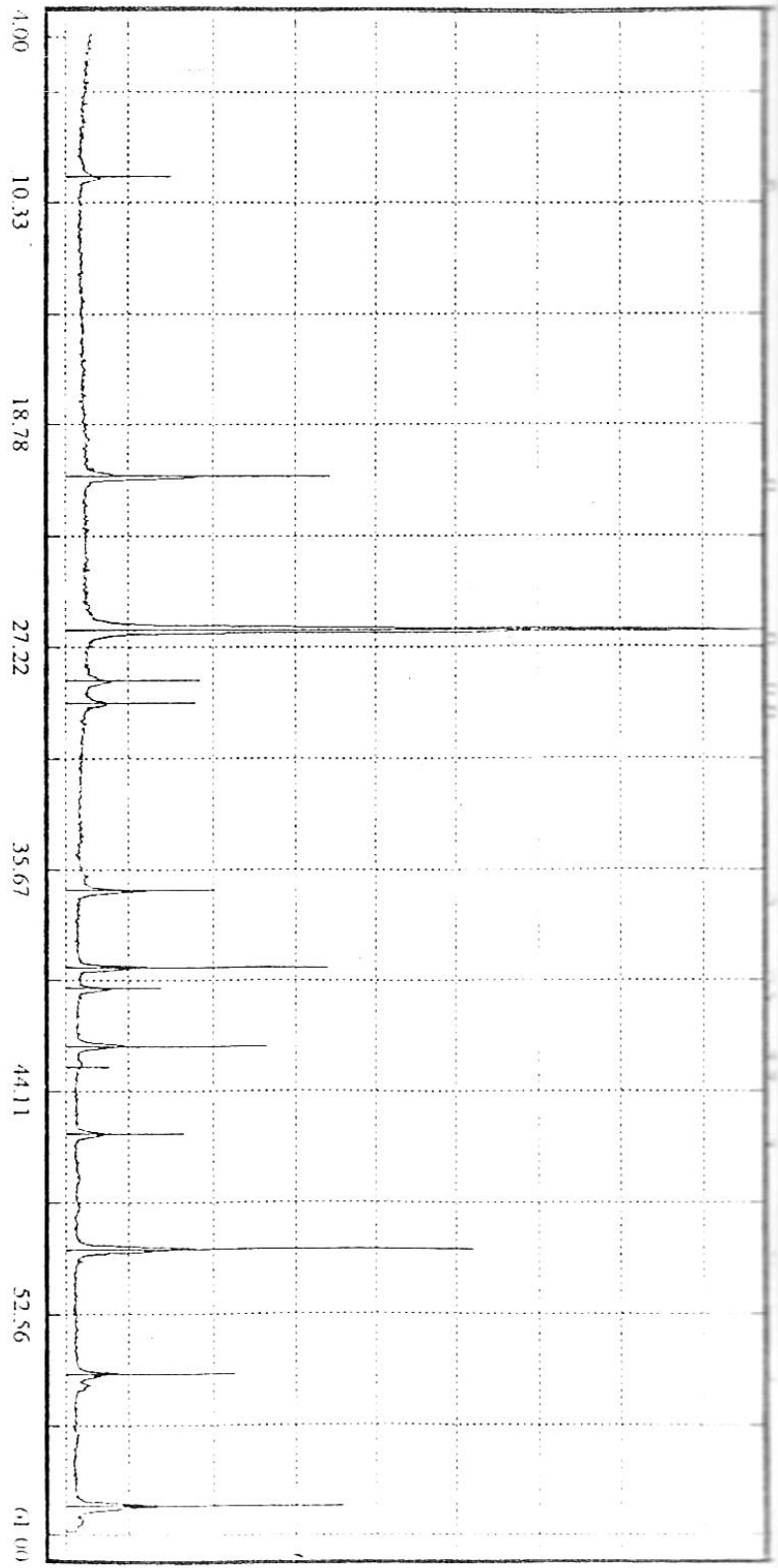
واحد تحقیقات صنعتی
پژوهشگران شیمی
بهایی خاص

| Lab.No. | Sampl.No. | %Sio2 |
|---------|-----------|-------|
| 3173 | TD9 | 98,0 |
| 3174 | TD10 | 97,4 |
| 3175 | TD11 | 97,0 |
| 3176 | TD12 | 98,4 |
| 3177 | TD13 | 98,1 |
| 3178 | TD14 | 98,4 |

واحد تحقیقات صنعتی پژوهشگران شیمی
شرکت بهایی خاص

آدرس: تهران، خیابان میرزای شیرازی، پلاک ۶۳، طبقه چهارم تلفن و فاکس: ۸۳۰۸۴۲۳

C:\NRD\SIEMENS ID75.RAW



Sample:
ID 75

| Angle | d-value | Rel. int. |
|---------|----------|-----------|
| 2 Theta | Angstrom | % |
| 9.575 | 9.229 | 3 |
| 19.430 | 4.565 | 1 |
| 20.905 | 4.246 | 16 |
| 26.695 | 3.337 | 100 |
| 28.625 | 3.116 | 4 |
| 29.505 | 3.025 | 4 |
| 36.005 | 2.492 | 1 |
| 36.590 | 2.454 | 10 |
| 39.505 | 2.279 | 10 |
| 40.330 | 2.234 | 5 |

Date:
20/11/2000

KV = 40
mA = 30
Ka = Cu
Fil = Ni

Angle

2 Theta

d-value

Rel. int.

%

| | | |
|--------|-------|----|
| 42.480 | 2.126 | 7 |
| 43.200 | 2.092 | 1 |
| 45.820 | 1.979 | 5 |
| 47.615 | 1.908 | 1 |
| 48.640 | 1.870 | 1 |
| 50.155 | 1.817 | 17 |
| 50.320 | 1.812 | 9 |
| 54.890 | 1.671 | 6 |
| 55.335 | 1.659 | 2 |
| 55.500 | 1.654 | 2 |

| Angle | d-value | Rel. int. |
|---------|----------|-----------|
| 2 Theta | Angstrom | % |
| 59.965 | 1.541 | 12 |
| 60.150 | 1.537 | 6 |

Phase

Quartz (33-1161)

SiO2

Talc (29-1493)

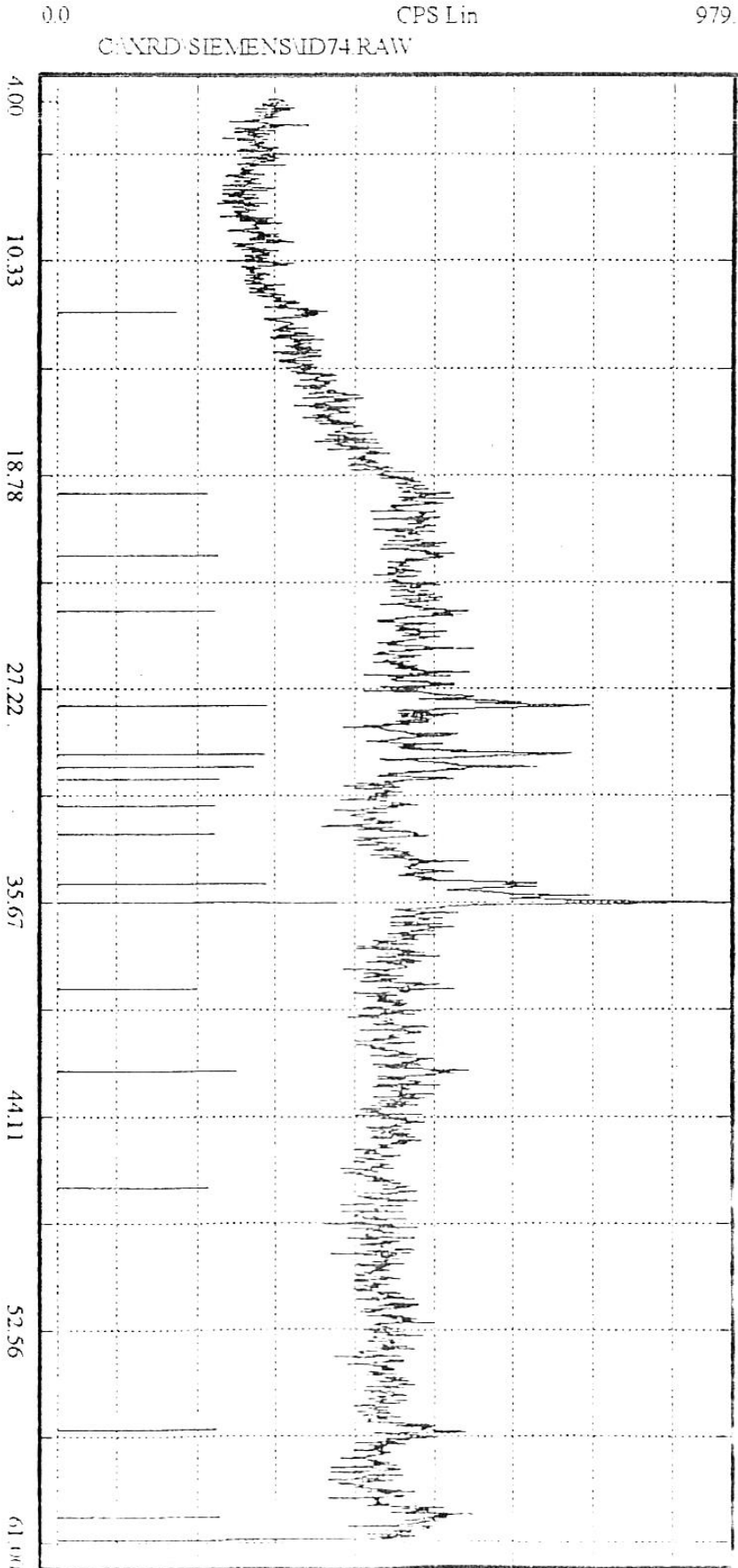
Mg3Si4O10(OH)2

Calcite (05-0586)

CaCO3

Handwritten: SiO2

CANRD SIEMENSAD74 RAW



Sample:
ID 74

Date:
20/11/2000

kV = 40
mA = 30
Ka = Cu
Flt = Ni

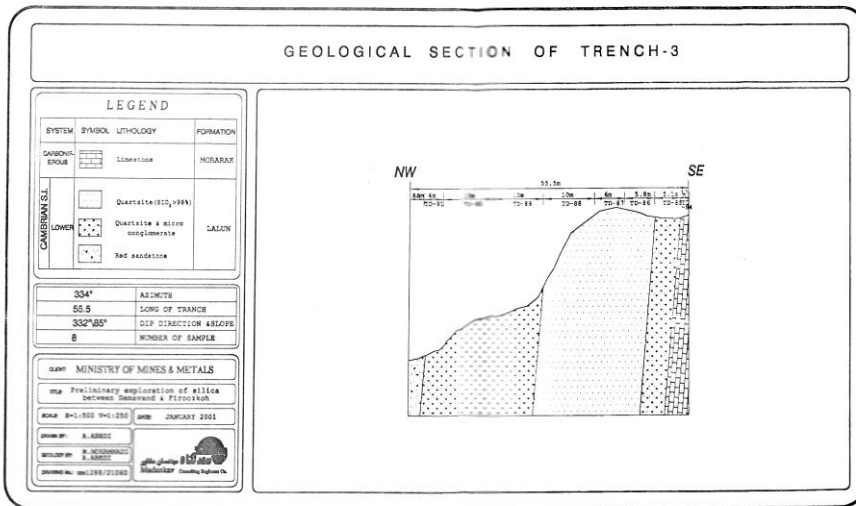
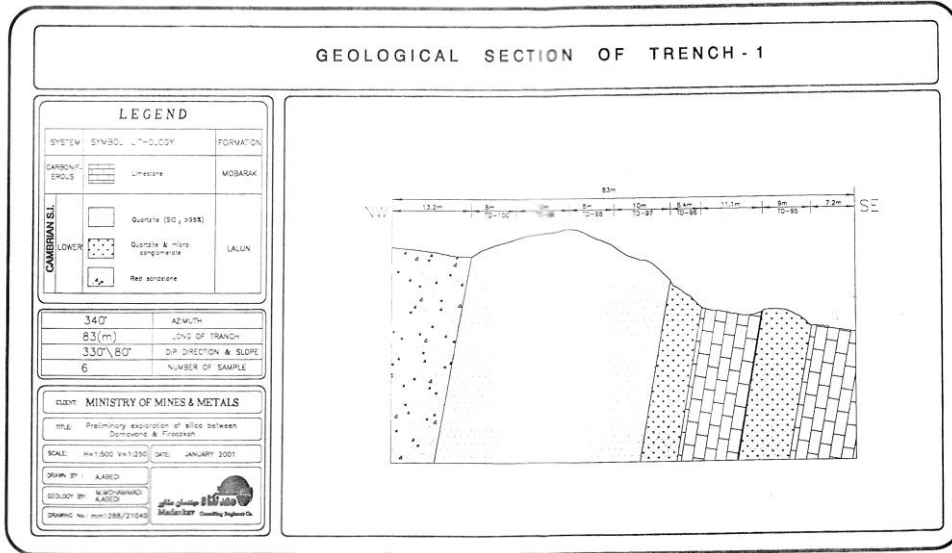
| Angle | d-value | Rel. int. |
|---------|----------|-----------|
| 2 Theta | Angstrom | % |
| 19.420 | 4.567 | 23 |
| 22.025 | 4.032 | 31 |
| 24.325 | 3.656 | 34 |
| 25.695 | 3.464 | 30 |
| 27.115 | 3.286 | 30 |
| 28.030 | 3.181 | 82 |
| 29.165 | 3.059 | 30 |
| 29.910 | 2.985 | 79 |
| 30.420 | 2.936 | 69 |
| 30.875 | 2.894 | 26 |

| Angle | d-value | Rel. int. |
|---------|----------|-----------|
| 2 Theta | Angstrom | % |
| 31.905 | 2.803 | 14 |
| 33.085 | 2.705 | 24 |
| 35.000 | 2.562 | 69 |
| 35.500 | 2.527 | 87 |
| 35.795 | 2.506 | 100 |
| 37.900 | 2.372 | 12 |
| 39.085 | 2.303 | 8 |
| 40.785 | 2.211 | 9 |
| 42.450 | 2.128 | 25 |
| 46.975 | 1.933 | 10 |

| Angle | d-value | Rel. int. |
|---------|----------|-----------|
| 2 Theta | Angstrom | % |
| 52.260 | 1.749 | 12 |
| 56.715 | 1.622 | 37 |
| 59.145 | 1.561 | 5 |





Phase
Augite (24-0203)
Ca(Mg,Fe)Si2O6

Handwritten notes:
d 100
110



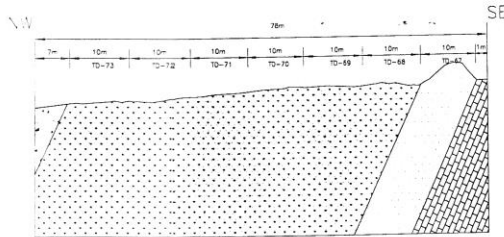
GEOLOGICAL SECTION OF TRENCH - 4

LEGEND

| SYSTEM | SYMBOL | LITHOLOGY | FORMATION |
|---------------|---|--------------------------------|-----------|
| CARBONIFEROUS |  | Limestone | MOBARK |
| CAMBRIAN SL. |  | Quartzite (SD p. 988) | LALUN |
| |  | Quartzite & micro conglomerate | |
| |  | Red siltstone | |





| | |
|------------|-----------------------|
| 335° | AZIMUTH |
| 78 (m) | LONG. OF TRENCH |
| 335° \ 65° | DIP DIRECTION & SLOPE |
| 7 | NUMBER OF SAMPLE |

| | |
|-------------|--|
| CLIENT | MINISTRY OF MINES & METALS |
| TITLE | Preliminary exploration of area between Demerdan & Firoozpur |
| SCALE | H=1:500 V=1:250 DATE: JANUARY 2001 |
| DRAWN BY | A.ABED |
| GEOL. BY | M. MOHAMMAD A.ABED |
| DRAWING NO. | MM-1258/2/1070 |



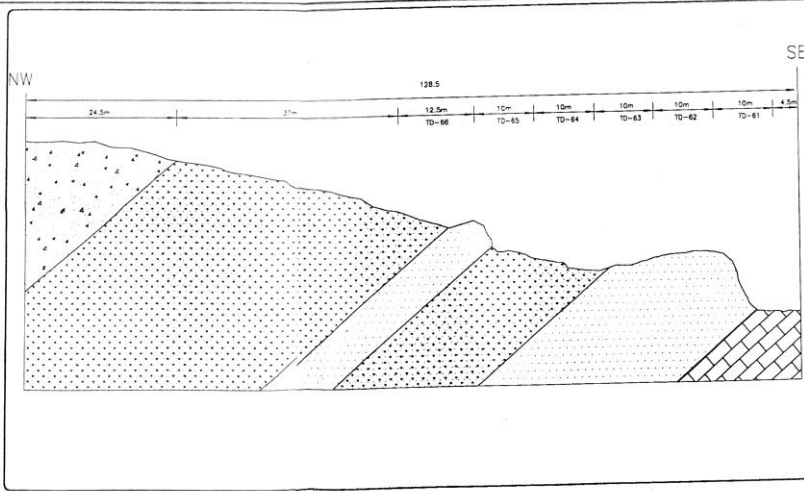
GEOLOGICAL SECTION OF TRENCH-5

LEGEND

| SYSTEM | SYMBOL | LITHOLOGY | FORMATION |
|---------------------|---|-------------------------------|-----------|
| CARBONIFEROUS |  | Limestone | MOBARAK |
| |  | Quartzite (90% >88%) | LALUN |
| CAMBRIAN S.L. LOWER |  | Quartzite & mica conglomerate | |
| |  | Red sandstone | |

| | |
|------------|-----------------------|
| 330° | AZIMUTH |
| 128.5m | LONG OF TRENCH |
| 310° \ 40° | DIP DIRECTION & SLOPE |
| 6 | NUMBER OF SAMPLE |

| |
|---|
| CLIENT: MINISTRY OF MINES & METALS |
| TITLE: Preliminary exploration of area between Darnawad & Firozkh |
| SCALE: H=1:500 V=1:250 DATE: JANUARY 2001 |
| DRAWN BY: A.ABEDI |
| GEOLOGY BY: M.MOHAMMAD A.ABEDI |
| DRAWING No.: mm/1288/2/1282 |



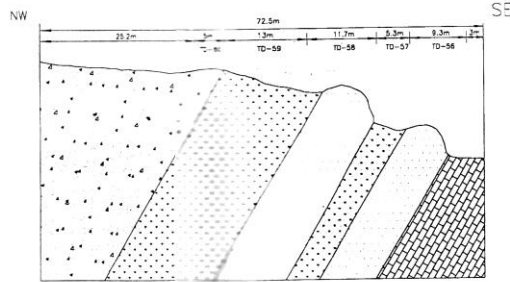
GEOLOGICAL SECTION OF TRENCH-6

LEGEND

| SYSTEM | SYMBOL | LITHOLOGY | FORMATION |
|---------------|--------|--------------------------------|-----------|
| CARBONIFEROUS | | Limestone | MOBARAK |
| | | Quartzite (SD > 94%) | LALUN |
| CAMBRIAN SL. | | Quartzite & micro-conglomerate | |
| | | Red sandstone | |





| | |
|----------|-----------------------|
| 315° | AZIMUTH |
| 72.5m | LONG OF TRENCH |
| 347° 59' | DIP DIRECTION & SLOPE |
| 5 | NUMBER OF SAMPLE |

| | |
|---|--------------------|
| CLIENT: MINISTRY OF MINES & METALS | |
| TITLE: Preliminary exploration of silice between Damavand & Firoozkon | |
| SCALE: H=1:500 V=1:250 | DATE: JANUARY 2001 |
| DRAWN BY: A.ASEDI | |
| GEOLOGY BY: M.MOHAMMAD A.ASEDI | |
| DRAWING No. mm/1285/2/1090 | |



GEOLOGICAL SECTION OF TRENCH - 7

LEGEND

| SYSTEM | SYMBOL | LITHOLOGY | FORMATION |
|---------------|---|-----------------------------------|-----------|
| CARBONIFEROUS |  | Limestones | MOBARAK |
| CAMBRIAN S.L. |  | Quartzite (SiO ₂ >98%) | LALUN |
| |  | Quartzite & micro conglomerate | |
| |  | Red sandstone | |

| | |
|----------|-----------------------|
| 330° | AZIMUTH |
| 96m | LONG OF TRANCH |
| 318° 49' | DIP DIRECTION & SLOPE |
| 7 | NUMBER OF SAMPLE |

| | |
|--------------|--|
| CLIENT: | MINISTRY OF MINES & METALS |
| TITLE: | Preliminary exploration of silica between Damovand & Firouzkeh |
| SCALE: | H=1:500 V=1:250 |
| DATE: | JANUARY 2007 |
| DRAWN BY: | A.ABED |
| GEOLOGY BY: | M.MOHAMMADI A.ABED |
| DRAWING No.: | mm1286/21100 |

