باسمه تعالی

# وزارت صنایع و معادن

## سازمان صنایع و معادن استان فارس

گزارش نهائی

طرح پی جویی مواد معدنی در شهرستان

ارسنجان، استان فارس

مجری طرح: سازمان صنایع و معادن استان فارس

مشاور طرح: دانشگاه شیراز - بخش زمین شناسی

۱۳۷۹

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
تاریخ:
شماره ثبت: ۸۰۶۰۴

کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

بسم الله الرحمن الرحيم

# وزارت صنایع و معادن

## سازمان صنایع و معادن استان فارس

**گزارش نهائی**

**طرح پی جویی مواد معدنی در شهرستان**

**ارسنجان، استان فارس**

**مجری طرح: سازمان صنایع و معادن استان فارس**

**مشاور طرح: دانشگاه شیراز - بخش زمین شناسی**

**۱۳۷۹**

# تشکر و قدردانی

مشاور طرح بر خود لازم می داند که از جناب آقای غیثی ریاست محترم سازمان صنایع و معادن استان فارس و جناب آقای مهندس گوهری معاونت محترم سازمان تشکر و قدر دانی نماید. همچنین از آقای مهندس شریعتی بیدار، مجری طرح و جناب آقای مهندس عسکری، معاونت محترم آن سازمان، کمال امنتنان را دارد. از کارشناسان محترم بخش اکتشاف، آقایان مهندسین جعفری، شکری و رحیمی و سایر همکارانی که به نحوی در اجرای طرح همکاری نموده اند، تشکر و قدر دانی می گردد.

بعلاوه از آقای مهندس علیرضا زراسوندی، دانشجوی دکتری و آقای امید اردبیلی، دانشجوی کارشناسی ارشد بخش زمین شناسی دانشگاه شیراز که سهم به سزایی در اجرای این طرح داشته اند، سپاسگزاری می گردد.

**دکتر ساسان لیاقت**

**دانشگاه شیراز-بخش زمین شناسی**

## فهرست مطالب


### پیشگفتار

۱- مقدمه ۱
۲- جمع آوری اطلاعات ۱
۳- عملیات صحرایی ۱
۴- نمونه برداری صحرایی ۲
۵- جمع بندی کلی کارهای انجام شده ۳

### فصل اول

۱-۱ مقدمه ۶
۱-۲ اصول پی جوئی ژئوشیمیایی ۶
۱-۲-۱ تاریخچه ژئوشیمی اکتشافی در ایران و جهان ۷
۱-۲-۲ مشخصات عمومی اکتشافات ژئوشیمیایی ۸
۱-۲-۳ فازهای مهم اکتشافات ژئوشیمیایی ۹
۱-۲-۴ اصول مهاجرت ژئوشیمیایی عناصر و کاربرد آن در اکتشافات ۱۰
۱-۳ پتانسیل معدنی استان فارس ۱۲
۱-۴ اهمیت اکتشاف مواد معدنی در استان فارس ۱۳
۱-۵ ویژگیهای طبیعی استان فارس ۱۶
۱-۵-۱ آب و هوای استان فارس ۱۹
۱-۵-۲ ویژگیهای منطقه مورد مطالعه ۲۰
۱-۵-۳ موقعیت جغرافیایی و اجتماعی شهرستان ارسنجان ۲۰
۱-۶ تقسیمات زمین شناسی ایران ۲۱
۱-۶-۱ زمین شناسی کلی زاگرس ۲۴
۱-۶-۲ زمین شناسی کلی افیولیتهای ایران ۲۸
۱-۶-۲-۱ پراکندگی و مشخصات کلی افیولیت های ایران ۲۸
۱-۶-۲-۲ نوار افیولیت-رادیولاریت زاگرس ۳۲
۱-۷ زمین شناسی ناحیه ای ارسنجان ۳۳

### فصل دوم

۲-۱ انتخاب مناسبترین روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۳۵
۲-۲ بررسی های اکتشافی کوچک مقیاس در ناحیه ارسنجان ۳۶
۲-۳ روشهای نمونه برداری ۳۷

۲-۳-۱ تقسیم بندی سیستم های نمونه برداری ۳۷
۲-۳-۱-۱ تقسیم بندی سیستم های نمونه برداری بر اساس هندسه فضایی ۳۷
۲-۳-۱-۲ تقسیم بندی بر اساس روش نمونه برداری ۳۹
۲-۳-۲ فضاهای نمونه برداری یک بعدی ۳۹
۲-۳-۲-۱ نمونه برداری یک بعدی کاملاً تصادفی ۳۹
۲-۳-۲-۲ نمونه برداری یک بعدی ردیفی تصادفی ۳۹
۲-۳-۲-۳ نمونه برداری یک بعدی ردیفی سیستماتیک ۳۹
۲-۳-۳ سیستمهای نمونه برداری دو بعدی ۴۰
۲-۳-۳-۱ نمونه برداری دو بعدی کاملاً تصادفی ۴۰
۲-۳-۳-۲ نمونه برداری دو بعدی ردیفی تصادفی ۴۰
۲-۳-۳-۳ نمونه برداری دو بعدی ردیفی سیستماتیک ۴۰
۲-۴ نمونه برداری از تونلها، ترانشه ها ۴۰
۲-۴-۱ نمونه برداری کانالی ۴۱
۲-۴-۲ نمونه برداری لبپری ۴۱
۲-۴-۳ نمونه برداری کلوخه ای ۴۲
۲-۴-۴ نمونه برداری توده ای ۴۲
۲-۵ آماده سازی نمونه های اکتشافی ۴۲
۲-۵-۱ خرد کردن و شکستن نمونه ها ۴۴
۲-۵-۲ تقسیم و کاهش وزن نمونه ها ۴۴
۲-۵-۳ آسیا و سرند کردن ۴۵
۲-۶ روشهای تجزیه ای مورد استفاده در اکتشاف ناحیه ای ارسنجان ۴۵

**فصل سوم**

۳-۱ زمین شناسی کلی منطقه ارسنجان ۴۶
۳-۲ راه های دسترسی به منطقه اکتشافی ارسنجان ۵۵
۳-۳ زمین شناسی اقتصادی منطقه ارسنجان ۵۵

**فصل چهارم**

۴-۱ یافته ها ۸۶
۴-۲ تفسیر داده های ژئوفیزیکی ۸۷
۴-۳ نتیجه گیری ۸۷

**پیوست** ۹۴

## فهرست اشکال

### پیشگفتار


شکل ۱- استفاده از GPS در تعیین مختصات نمونه برداری ۳

شکل ۲- نمونه برداری از رسوبات سطحی دریاچه ۳

شکل ۳- نقشه جغرافیایی-زمین شناسی منطقه ارسنجان ۵


### فصل اول


شکل ۱-۱ - پراکندگی معادن استان فارس ۱۷

شکل ۱-۲ - پراکندگی معادن فلزی استان فارس ۱۸

شکل ۱-۳ - موقعیت تکتونیکی ایران در خاور میانه ۲۲

شکل ۱-٤ - تقسیمات ساختاری ایران ۲۳

شکل ۱-۵ - تقسیمات ساختاری مختلف زاگرس ۲۷

شکل ۱-٦ - مدل شماتیک توسعه زون زاگرس ۲۹

شکل ۱-۷ - پراکندگی افیولیتهای ایران ۳۰


### فصل دوم


شکل ۲-۱ - فضای هندسی انواع نمونه برداری ٤۳

شکل ۲-۲ - نمونه برداری دوبعدی ٤۳

شکل ۲-۳ - روش نمونه برداری لیپری ٤۳


### فصل سوم


شکل ۳-۱ - نقشه راه های دسترسی به منطقه اکتشافی ارسنجان ۵۷

شکل ۳-۲ - دایکهای دیابازی موجود در منطقه اسلام آباد ۵۹

شکل ۳-۳ - واحدهای اولترامیفیک در مجاورت آهکهای منطقه D2 ۵۹

شکل ۳-٤ - واحدهای اولترامیفیک شدیداً دگرسان شده D2 ٦۰

شکل ۳-۵ - همبری واحدهای اولترامیفیک با آهکهای D2 ٦۰

شکل ۳-٦ - واحدهای هارزبورژیتی D3 ٦٢
شکل ۳-۷ - رگچه های منیزیتی درون واحدهای پریدوتیتی ٦٢
شکل ۳-۸ - رگچه های منیزیتی با روند متفاوت از شکل قبلی ٦٣
شکل ۳-۹ - سینه کار استخراجی معدن طوس طاووس ٦٣
شکل ۳-۱۰ - سینه کار استخراجی معدن طوس ایران ٦٥
شکل ۳-۱۱ - دورنمایی از معدن سرآسیاب ٦٥
شکل ۳-۱۲ - سینه کار استخراجی معدن سرآسیاب ٦٦
شکل ۳-۱۳- نمای کلی از سینه کار استخراجی معدن علی آباد ٦٨
شکل ۳-۱٤ - برش سنگ به روش سیم برش در معدن علی آباد ٦٨
شکل ۳-۱٥ - گسل موجود در سینه کار معدن علی آباد ٦٩
شکل ۳-۱٦ - عملیات اکتشافی معدن گل چشمه ٦٩
شکل ۳-۱۷ - واحدهای رادیولاریتی منگنز D9 ۷۰
شکل ۳-۱۸ - کنتاکت بین واحدهای آهک و پیروکسنیت D10 ۷۳
شکل ۳-۱۹ - نوار قرمز رنگ آگات ۷۳
شکل ۳-۲۰ - بازالتهای پورفیری و اسپیلیتی در زیر توده های اولترامیفیک D10 ۷٤
شکل ۳-۲۱ - تونل استخراج منگنز در اندیس منگنز D10 ۷٤
شکل ۳-۲۲ - تونل حفر شده در اندیس منگنز D10 ۷٥
شکل ۳-۲۳ - واحدهای آهکی-مارنی گورپی دارای منگنز ۸۰
شکل ۳-۲٤ - بلوکهای سنگ از واحدهای آهکی-مارنی گورپی در معدن زندی ۸۰
شکل ۳-۲٥ - لایه های آهکی-مارنی در معدن زندی ۸۱
شکل ۳-۲٦ - واحدهای رادیولاریتی در منطقه محمودآباد ۸۳
شکل ۳-۲۷ - واریزه های منگنزدار D15 ۸٤
شکل ۳-۲۸ - خاکبرداری در معدن بکهدان ۸٤
شکل ۳-۲۹- نقشه زمین شناسی منطقه روشن کوه ۸٥

**فصل چهارم**

شکل ٤-۱- پراکندگی عناصر کبالت، نیکل و کروم در منطقه روشن کوه ۸۸

شکل ٤-٢- نقشه ژئوفیزیکی منطقه ارسنجان ۹۱
شکل ٤-٣- نقشه زمین شناسی منطقه روشن کوه ۹۲
شکل ٤-٤- نقشه زمین شناسی منطقه شمال شرق ارسنجان ۹۳

# فهرست جدولها

## فصل اول

جدول ۱-۱ - مشخصات وخصوصیات فازهای مهم اکتشافات ژئوشیمیایی ۱۳
جدول ۱-۲ - ارتباط زونهای ساختاری و مواد معدنی ۱٤
جدول ۱-۳ - ستون چینه شناسی به همراه مواد معدنی موجود در استان فارس ۱۵

## فصل دوم

جدول ۲-۱ - مراحل یک مطالعه سیستماتیک ژئوشیمیایی ۳۸
جدول ۲-۲ - انواع نه گانه سیستم های نمونه برداری ۳۹
جدول ۲-۳ - ابعاد سطح مقطع کانال نمونه برداری ٤۱
جدول ۲-٤ - تعداد وزن لیپرها برای درجات مختلف تغییر پذیری ٤۲

## فصل سوم

جدول ۳-۱ - جدول نمونه های ارسالی جهت آنالیز شیمیایی ۵۵

## فصل چهار

جدول ٤-۱- مشخصات کلی اندیسها در منطقه ارسنجان ۸۹

# پیشگفتار

## ۱- مقدمه:

در راستای نیاز کشور به مواد خام معدنی و همچنین بهبود مسئله اشتغال و درآمدزائی در استان فارس، در یک سری پروژه های گسترده، پتانسیل معدنی استان مورد پی جویی، اکتشاف و ارزیابی واقع شد. در این مطالعه شهرستان ارسنجان به وسعت ۲۰۰۰ کیلومتر مربع، واقع در شمال استان مورد پی جوئی قرار گرفت. شناسایی و اکتشاف هر چه بیشتر پتانسیل های معدنی در این شهرستان در وهله اول به خاطر احتمال وجود پتانسیل های بالای مواد معدنی کروم، آهن، منگنز و همچنین سنگهای ساختمانی، و در وهله دوم به خاطر بهبود مشکل اشتغال منطقه با اهمیت تشخیص داده شد. در این راستا، امید است با ارزیابی دستاوردهای این مطالعه و فعال شدن کانسارهای مکشوفه و متروکه، رشد اجتماعی و اقتصادی منطقه نیز سرعت بیشتری یابد.

هدف از انجام این مطالعه، به طور کلی پی جویی مقدماتی عناصر فلزی و غیر فلزی، جمع آوری کلیه اطلاعات زمین شناسی، بررسی وضعیت زمین شناسی و ساختاری منطقه، شناخت و تعیین واحدهای سنگی حاوی ماده معدنی و ارتباط آنها با یکدیگر می باشد. در نهایت شناسایی مناطق امید بخش و تهیه نقشه های زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ جهت اجرای عملیات اکتشافی تفصیلی با تأکید ویژه بر کرومیت، منگنز، آهن، گروه پلاتین، نسوزها، پتاس، بنتونیت و منیزیت و رسوبات دریاچه ای، از دیگر اهداف این پروژه خواهد بود.

## ۲- جمع آوری اطلاعات:

جمع آوری اطلاعات از طریق: پایان نامه های تحصیلی، مراکز اطلاعاتی و کتابخانه ای دانشگاه شیراز، سازمان زمین شناسی کشور، اطلاعات موجود در سازمان صنایع ومعادن استان فارس و کتابخانه علوم و تکنولوژی صورت گرفته است. علاوه بر جمع آوری اطلاعات از مراکز فوق، از شبکه جهانی اینترنت، سازمان زمین شناسی امریکا ( USGS ) و مقالات مجله GGE نیز استفاده گردید. اطلاعات و گزارشات جمع آوری شده نهایتاً در اجرای طرح اکتشاف مورد استفاده قرار گرفتند.

## ۳- عملیات صحرائی:

با توجه به پراکندگی واحدهای سنگی منطقه، گسترش و وسعت محدوده مورد پی جوئی، توپوگرافی و فاکتورهای مختلف زمین شناسی، در هر منطقه مورد مطالعه قرار گرفت و محل نمونه برداری بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ مشخص گردید. در این راستا از دستگاه GPS مدل ۲۰۰۰ ماژلان استفاده گردید ( شکل ۱ ). راههای ارتباطی این مناطق نیز از نقشه راههای ایران و نقشه های جغرافیایی استخراج گردید. زمین شناسی محل های نمونه برداری نیز با استفاده از نقشه های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی کشور مورد بررسی قرار

شکل -۱ استفاده از GPS در تعیین مختصات نمونه برداری

شکل-۲ نمونه برداری از رسوبات سطحی دریاچه

گرفت. در مراحل بعد به کمک عکس های هوایی ۱:۵۰۰۰۰ مناطق مختلف به منظور بررسی مورفولوژیکی و ساختاری مورد مطالعه قرار گرفتند. البته برای شناسایی دقیق مناطق پتانسیل دار و تهیه نقشه های زمین شناسی، عکس های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ از سازمان صنایع و معادن استان فارس درخواست گردید. توسط عکس های هوایی از این مناطق نقشه های زمین شناسی تهیه شد.

منطقه ارسنجان در مسیر جاده مرودشت - سعادت شهر قرار دارد، منطقه مورد مطالعه محدوده ای به شعاع حدود ۳۰ کیلومتر اطراف شهرستان ارسنجان را می پوشاند. منطقه ارسنجان در سه سری عملیات صحرائی جمعاً به مدت دو هفته تحت پی جوئی قرار گرفت.

**۴- نمونه برداری صحرایی:**

تعدادی نمونه از کلیه واحدهای سنگی موجود در مناطق پیمایش شده و همچنین اندیس های معدنی با توجه به ثبت مشخصات پتروگرافی، ماکروسکوپی و نوع کانیهای فلزی و غیر فلزی برداشت گردید. حدود ۴۰ نمونه جمع آوری شده است که شامل نمونه های چکشی و شیاری چاله ای ( شکل ۲ ) از واحدهای سنگی و اندیس های معدنی، رسوبات دریاچه ای و نمونه های آب می باشند. علاوه بر برداشت نمونه ها، کلیه اطلاعات زمین شناسی ساختمانی، چینه شناسی، مشخصات صحرایی اندیس های معدنی مورد بررسی و یادداشت برداری قرار گرفتند. تمامی نمونه های برداشت شده و ایستگاههای مورد مطالعه دارای شناسنامه مشخصی می باشد و به صورت دقیق ثبت گردیده اند ۳۵ نمونه از نمونه های جمع آوری شده برای آزمایشات AA به منظور تعیین درصد اکسیدها و عناصر، مطالعات کانی شناسی به صورت XRD، تهیه مقاطع نازک و صیقلی و همچنین ۵ نمونه آب برای تعیین کاتیون ها و آنیونها، بر اساس توافق صورت گرفته به آزمایشگاه کرج ارسال گردیدند. مشخصات و نوع آنالیزهای درخواست شده از نمونه های منطقه نیریز در جدول ۳-۱ آورده شده اند.

**۵- جمع بندی کلی کارهای انجام شده:**

۱- برنامه ریزی و طراحی عملیات اکتشاف و پی جوئی در منطقه ارسنجان،

۲- مطالعه و جمع آوری اطلاعات موجود در ناحیه اکتشافی ارسنجان و اندیس های معدنی با تأکید بر کرومیت، منگنز، آهن، گروه پلاتین، نسوزها، پتاس و منیزیت،

۳- مطالعه عکس های هوایی جهت آشنایی کلی با ساختار و زمین شناسی منطقه ارسنجان،

۴- بازدید و پیمایش صحرایی، تهیه مقاطع زمین شناسی و بررسی های اجمالی چینه شناسی و ساختاری،

۵- برداشت نمونه از مناطق مختلف در صحرا،

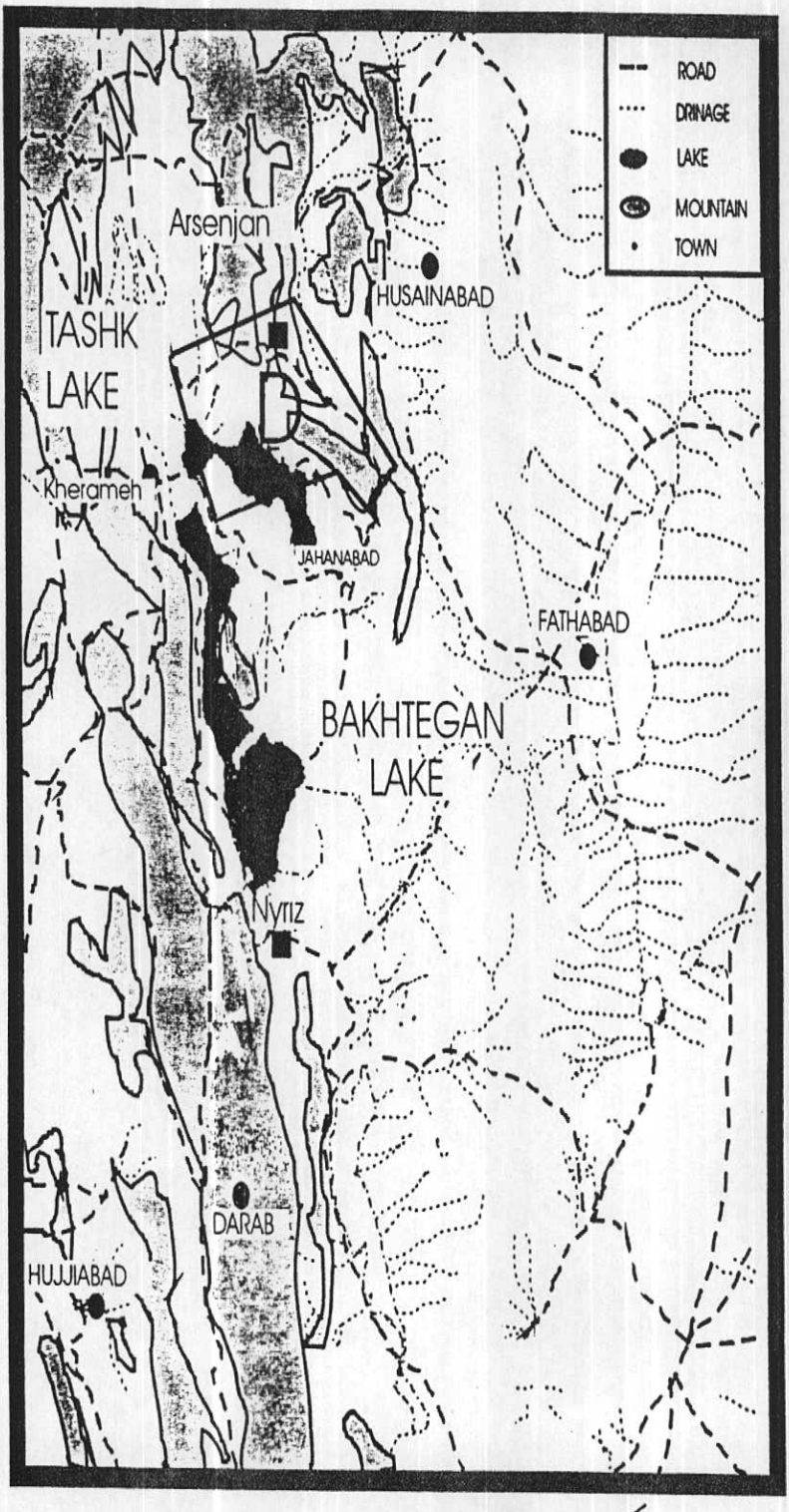
۶- برداشت عکس از مشاهدات صحرایی و پدیده های مهم زمین شناسی،

۷- ارسال نمونه های سنگی به تعداد ۴۰ نمونه از منطقه ارسنجان به آزمایشگاه کرج،

۸- تهیه عکس های ۱:۲۰۰۰۰ از منطقه،

۹- رسم نقشه های مورد نیاز طرح،

۱۰- مشخص کردن نقاط امید بخش در عملیات صحرائی جهت حفر چـاهک و ترانشـه در اندیـس قدیمی و متروکه و حاشیه دریاچه آباده طشک.




شکل ۳: نقشه جغرافیایی-زمین شناسی منطقه ارسنجان ( D )، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

# فصـــل اول

## ۱- ۱ مقدمـــه:

منطقهٔ مورد مطالعه قسمتی از شمال استان فارس را در بر می گیرد و یکی از مناطق کم پتانسیل به لحاظ مواد معدنی در این استان می باشد. به علت دستیابی بـه یـک ارزیـابی قطعـی در این منطقه اجرای یک عملیات اکتشافی ژئوشیمیایی لازم دیده شـد کـه در قـالب طـرح اکتشـافی ارسنجان از سوی سازمان صنایع و معادن استان فارس ارائه گردید. گزارش هایی که عمدتاً در ایـن منطقه نوشته شده است، اکثراً بصورت موضوعی بوده اند و کمـتر بـه پتانسـیل یـابی ایـن منطقـه پرداخته اند. با توجه به گستردگی و پراکندگی واحدهای سنگی در این منطقهٔ فاز اولیـه اکتشـافات ژئوشیمیایی ( ناحیه ای ) پیشنهاد گردید که مطالعهٔ مقدماتی، نمونه برداری و روش کار خاص خود را می طلبـد و در زیـر بـه اختصـار بـه معرفـی اکتشـافات ژئوشـیمیایی، مراحـل و خصوصیـات آن می پردازیم:

## ۱-۲- اصول پی جوئی ژئوشیمیایی:

ژئوشیمی نظری مبنای ژئوشیمی کاربردی است و ژئوشیمی اکتشافی بخشی از ژئوشـیمی کاربردی بشـمار مـی آیـد کـه نسـبتاً جـوان بـوده و مراحـل اولیـه رشـد خـود را طـی مـی کنـد ( Levinson 1980 ). تمام تحقیقاتی که در مورد شاخه های مختلف ژئوشیمی صورت می گیرد در یک نقطه نظر مشتـرک هستند و آن کوشش در حل بعضـی از مسـایل اکتشـافی بـا اسـتفاده از روش های شیمیایی اسـت. هـدف اصلـی در ژئوشـیمی بوجـود آوردن مدلـهای اثبـات شـده بـرای پراکندگی سیستم های عنصری در مناطق مختلف است که از مهمترین فاکتورهای لازم در اکتشاف معادن می باشد. اکتشافات ژئوشیمیایی یکی از قدیمی ترین روش های ژئوشیمیایی است که شروع آن به زمان شناخت و مصرف اولین کانی توسط بشر می رسد، جویندگان طلا از دیرباز پی جویی را از بستر رودخانه ها و نواحی سنگی اطراف آنها شروع کرده و به استخراج طـلا پرداختـه انـد کـه در واقع روش سنتی اکتشاف ژئوشیمیایی می باشد. امروزه همین روش پی جویی با کمک ابزار و لـوازم آزمایشگاهی مدرن جهت پی جویی استفاده می شـود. کوشـش اصلـی ژئوشـیمی اکتشـافی یـافتن نهشته های فلزی، غیر فلزی، ذخایر نفت وگاز است. در تمام این موارد انگیزه این تلاش ها یکسـان است و آن یافتن تمرکزهایی از یک یا چند عنصر یا ترکیبات آنها، بـا غلظتـی بـالاتر از حـد زمینـه (Back ground ) است، به نحوی که بتوان آن را تمرکز غیر عادی یا آنومالی ( Anomaly ) تلقـی

کرد و امیدوار بود که این غلظت غیر عادی عناصر یا ترکیبات آنها، با کانی سازی و یا ذخایر معدنی در ارتباط باشد.

در اکتشاف مواد معدنی از دو روش مستقیم و غیر مستقیم استفاده می شود، در روش مستقیم پی جویی روی ماده معدنی صورت می گیرد، در حالی که در روش غیر مستقیم از عوامل تشکیل و پدیده هایی که موجب استقرار و تجمع مواد معدنی می گردد استفاده می شود. اکتشافات چکشی که بر مبنای اطلاعات اولیه زمین شناسی و معدنی صورت می گیرد، یکی از روش های مستقیم است که در مناطق دارای بیرون زدگی اعمال می شود که این اکتشافات بدلایل متعددی چون لزوم کنترل کلیه واحدهای سنگی و صرف وقت و هزینه زیاد بسیار مشکل می باشد و می بایست در کنار آن از روش غیر مستقیم نیز که با استفاده از خصوصیات و اطلاعات زمین شناسی می باشد کمک گرفت. بطوریکه بعضی از عناصر و یا کانیها همبستگی خاصی را با بعضی از واحدهای سنگی نشان می دهند که این می تواند بسیار مفید واقع گردد. اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک به دلایل زیر مناسب ترین روش جهت اکتشاف معادن می باشد:

۱) بسیاری از کانسارها و معادن فلزی که عیار آنها کمتر از یک درصد بوده و شناسایی آنها در نمونه های دستی امکان پذیر نیست با استفاده از این روش قابل پی جویی و ردیابی است. از جمله این کانسارها قلع، تنگستن، تیتان، جیوه، نیکل، عناصر نادر و ... را می توان نام برد.

۲) معمولاً مواد و عناصر معدنی فلزی بصورت یک کانی کمتر یافت می شوند و در هر کانسار چندین کانی هم خانواده قابل بهره برداری وجود دارد، لذا با انجام اکتشاف ژئوشیمیایی می توان چندین عنصر یا ماده معدنی را تواماً شناسایی و کشف نمود.

۳) با توجه به اینکه بسیاری از عناصر پاراژنز یکدیگر هستند، لذا هر عنصر می تواند ردیاب یا راهنمای عنصر یا عناصر دیگری باشد.

۴) نهایت یک عملیات اکتشافی ژئوشیمیایی تقسیم یک منطقه وسیع به چندین منطقه کوچکتر با پتانسیل بالاتر برای مطالعات بعدی می باشد.

### ۱-۲-۱ تاریخچه ژئوشیمی اکتشافی در ایران و جهان

تاریخچه استخراج ۹۰٪ معادن فلزی که تا سال ۱۹۷۵ مورد بهره برداری قرار گرفتند و بسیاری از معادن اروپا که امروزه عملیات استخراجی در آنها انجام می شود از زمان تسلط اسپانیایی ها در مکزیک و امپراطوری روم در اروپا می باشد که این خود معرف تبحر معدنکاران قدیمی در امر اکتشاف بوده است ( Levinson, 1980 ). از قرن هفدهم گزارشات مربوط به کاربرد روش های شیمیایی در اکتشافات بطور فزاینده ای در نوشته ها دیده می شود. روش های جدید ژئوشیمی اکتشافی در اوایل سال ۱۹۳۰ برای اولین بار در اتحاد جماهیر شوروی ( سابق ) و پس از مدتی در کشورهای اسکاندیناوی بکار گرفته شد. در ایالت متحده امریکا ژئوشیمی اکتشافی تقریباً از سال ۱۹۴۷ در سازمان زمین شناسی آن کشور بطور جدی آغاز گردید. در ایران ژئوشیمی

اکتشافی از اواسط دهه ۱۳۴۰ به عنوان روشی برای کشف توده های کانساری فلزی وغیر فلـزی در سازمان های دولتی و بخش خصوصی پیدایش و توسعه یافته است. امروزه در سازمان زمین شناسی کشور و سازمان انرژی اتمی بخش ژئوشیمی دایر می باشد که بخـش عظیمـی از تحقیقـات آنـها را بررسی های اکتشافی ژئوشیمیایی شـامل مـی شـود. عـلاوه بـر آن در وزارت نفـت نـیز ژئوشـیمی اکتشافی مواد هیدروکربنی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.

### ۱-۲-۲ مشخصات عمومی اکتشافات ژئوشیمیایی:

اجرای اکتشافات ژئوشیمیایی در هر یک از مراحل اصلی آن ( از شناسـایی تـا حفـاری ) عبـارت اسـت از: ۱) طـرح اکتشـاف، ۲) برداشـت هـای صحرایـی، ۳) آنالیزهـا، ۴) محاسـبات و داده پردازی، ۵) تهیه نقشه ها وتعبیر وتفسیر آنها که هر کدام بطور اختصار توضیح داده می شود:

**الف: طرح اکتشاف**

با توجه به سیستم آبراهه ای، نوع فرسایش، توپوگرافی، تنـوع واحدهـای سـنگی، مـیزان بیرون زدگی ها، وسعت منطقه اکتشافی و فاکتورهای زمین شناسی، طـرح اکتشـاف اولیـه بعنـوان کلیدی بـرای مراحـل بعـدی اکتشـاف تهیـه و تنظیـم مـی گردد. در ایـن مرحلـه ایسـتگاه هـای نمونه برداری، تعداد نمونـه هـا مشـخص مـی گردد و موقعیـت هـر کـدام از ایسـتگاه هـا بـر روی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ ثبت می گردد.

**ب: برداشت های صحرایی**

نمونه های چکشی و شیاری از کلیه واحدهای سنگی ( در صورت لزوم )، آلتراسیون هـا و نقاط کانی سازی شده و همچنین اندیس های معدنـی بـا توجـه بـه ثبـت مشـخصات پـتروگرافـی ماکروسکوپی و نوع کانیهای فلزی و غیر فلزی از نقاط مناسب برداشت می شوند. علاوه بر برداشـت نمونـه هـا، کلیـه اطلاعـات زمیـن شناسـی سـاختمانی، چینـه شناسـی، پـترولوژیکـی، وجـود اندیس های معدنی و معادن فعال وغیر فعال در رابطه با سنگ های در برگیرنده، گسل های منطقه و .... مورد بررسی قرار می گیرند.

**ج: آنالیزها**

نمونـه هـای ژئوشـیمی در مرحلـه اکتشـافات ناحیـه ای معمـولاً بـه روش جـذب اتمـی ( Atomic Absorption ) برای تعیین درصد اکسـیدها و عنـاصر، مطالعـات سـنگ شناسـی بصـورت مطالعه مقاطع نازک ( Thin Section ) و صیقلی ( Polish Section )، XRD برای تعیین کانیهای اصلی مورد آنالیز قرار می گیرند. البته در این مرحله عملیات آماده سازی نمونه ها که شامل پودر کردن و جدا کردن ( Grinding ) نمونه می باشد جزء لاینفک محسوب می شود.

**د: محاسبات و داده پردازی ها**

محاسبات بر مبنای پارامترهای آماری کلاسیک و پیشرفته صورت می گیرد، که منجر به تعیین آنومالی ها یا مناطق با پتانسیل بالا می شود. انجام محاسبات پیشرفته نظیر تجزیه وتحلیل چند متغیره، تجزیه و تحلیل روند سطحی، میانگین متحرک، تجزیه و تحلیل های برداری، تجزیه و تحلیل تفریقی وتجزیه خوشه ای و رگرسیون های چندگانه، به کمک نرم افزارهای کامپیوتری انجام می شود..

**ه: تهیه نقشه ها وتفسیر آنها**

پس از انجام محاسبات و داده پردازی ها، نتایج بصورت نقشه های آنومالی، انتشاری، دیاگرام ها و هیستوگرام های مربوطه تهیه و آماده می گردند و در نهایت رابطه کانی سازی وآنومالیها با سیستم های زمین شناسی، همبستگی بین عناصر و فاکتورهایی چون توپوگرافی و فرسایش معین می گردد که همگی باعث تعیین نقاط پتانسیل دار در سطح منطقه می شود.

## ۱-۲-۳- فازهای مهم اکتشافات ژئوشیمیایی

در اکتشافات ژئوشیمیایی با توجه به پارامترهای گوناگون از جمله زمین شناسی منطقه، ساختار منطقه، اهداف اکتشاف، هزینه های انجام کار و وسعت منطقه، فازهای مهم شامل: فاز اکتشافات ناحیه ای، فاز اکتشافی نیمه تفصیلی، فاز اکتشافی تفصیلی و در نهایت حفاری می باشند. به اختصار به توصیف هر یک از این مراحل و همچنین مشخصات آن می پردازیم:

**الف: فاز اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای:**

مهمترین اهداف انجام اکتشافات در مقیاس ناحیه ای، تهیه وتعیین پتانسیل عناصر و مواد معدنی در محدوده ای به وسعت ۲۵۰۰ کیلومتر ( نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰ ) می باشند، بطوریکه نقشه ها وگزارشات ژئوشیمیایی تهیه شده به مانند نقشه های زمین شناسی پایه، مبنایی برای اکتشاف مواد معدنی مختلف قرار گرفته و در نهایت راهنمای اکتشافات مواد و عناصر مورد نظر در مناطق کوچکتر و مناسب تر می گردد. انجام اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای جز برنامه های زیربنایی بخش معدن در یک کشور می باشد. نتایج حاصل از انجام این مراحل از اکتشاف عبارت است از:

۱- تعیین پتانسیل عناصر فلزی و غیر فلزی در سطح کل منطقه اکتشاف،

۲- تعیین روابط کانی سازی با ساختمان عمومی زمین شناسی، انواع مختلف واحدهای سنگی یا ساختمان های ویژه زمین شناسی، سیستم گسله و ....،

۳- تعیین زون و یا محدوده های آنومالی جهت اجرای اکتشافات نیمه تفصیلی،

با توجه به سیستم توپوگرافی و موقعیت آب و هوایی وتجربیات موجود در هر منطقه، نوع و سیستم نمونه برداری تعیین می گردد. در مناطق بیابانی و در شرایط آب و هوایی گرم و

خشک که تخریب و فرسایش و نقل وانتقال فیزیکی غالب می باشد و نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای بهترین روش می باشد. در مناطق سرد و خشک و مناطق مرطوب نمونه برداری چکشی و انتخاب نمونه از واحدهای سنگی بعنوان روش برتر انتخاب می شود.

**ب: فاز اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی:**

مساحت تحت پوشش اکتشافات تفصیلی از چند کیلومتر مربع تجاوز نمی کند. نمونه برداری بر اساس شبکه بندی خاک و یا سنگ خواهد بود. نوع نمونه نیز بستگی به میزان توسعه و تولید پروفیل خاک و یا میزان بیرون زدگی سنگ دارد. شبکه نمونه برداری در این مرحله با توجه به نوع توپوگرافی، میزان شیب، روند کانی سازی، روند ساختمان زمین شناسی و نوع ماده مورد مطالعه، صورت می گیرد.

تعداد کل نمونه های برداشتی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ نمونه در هر کیلومتر مربع است. در پایان این مرحله اکتشافی عیار عناصر، روند کانی سازی در دو بعد سطح، انطباق زون های کانی سازی با سنگ های منطقه و احیاناً زون های دگرسانی، ارتباط کانی سازی با نوع لیتولوژی و یا ساختمان های زمین شناسی و بالاخره زون های آنومالی جهت شبکه حفاری بدست می آید، که عمده ترین نتایج اکتشافی تفصیلی می باشند.

**ج: حفاری**

با حفر یک یا چند گمانه اکتشافی و برداشت نمونه ها در عمق های مختلف و آنالیز هر یک برای عناصر وابسته به تیپ کانسار و یا پاراژنزها و انجام پاره ای محاسبات، مطالعات آماری در رابطه با تعیین نوع منطقه بندی و تلفیق نتایج حاصل با آنومالی های سطحی می توان، انتشار عناصر و یا آنومالی های غنی و یا ضعیف را در عمق و در نهایت موقعیت فضایی و تغییر و تحولات ماده معدنی ( در سه جهت فضایی ) معلوم کرد. با استفاده از نتایج حاصل از آنالیز مغزه های حفاری، می توان نوع وگسترش ماده معدنی را در سه بعد فضایی و همچنین عیار و ذخیره قطعی و احتمالی را روشن نمود. جدول ۱-۱ مشخصات وخصوصیات فازهای مهم اکتشافات ژئوشیمیایی را نشان می دهد.

**۱-۲-۴- اصول مهاجرت ژئوشیمیایی عناصر و کاربرد آن در اکتشافات:**

در هر سازند زمین شناختی در پوسته زمین، توزیع عناصر شیمیایی، با تفاوت موجود در فراوانی عنصری نسبت به میانگین های موضعی، ناحیه ای و کلی مشخص می شود. اگر درصد میانگین ( کلارک ) یک عنصر در لیتوسفر به عنوان نورم میانگین معینی به حساب آید، در این صورت انحراف از این نورم به سوی مقادیر کمتر " پراکندگی" و به سوی مقادیر بیشتر " تمرکز" آن عنصر خوانده می شود. تمرکز یک عنصر شیمیایی در یک گستره پوسته ای معین که ارزش

اقتصادی داشته باشد، کانسار ( نهشته ) نامیده می شود. تمرکز و پراکندگی عناصر به علّت حرکت اتمهای آنها در پوسته زمین است که مهاجرت نامیده می شود.

مهاجرت تحت تأثیر فرآیندهای درونی و بیرونی صورت می گیرد که فرآیندهای درونی عبارتند از: خواص گرمایی، گرانشی، خواص شیمیایی، خواص رادیو اکتیویته اتمهاست و خواص بیرونی مهاجرت بوسیله شرایط ترمودینامیکی محیطی که عناصر شیمیایی به آن مهاجرت می کنند مشخص می شوند. عوامل بیرونی مهاجرت شامل خواص گرانشی زمین، محیط های شیمیایی مهاجرت، درجه حرارت و فشار است. این عوامل بطور کلی بر اساس قوانین اصلی شیمی و فیزیک قرار دارد، که دانش آن امکان تجزیه و تحلیل ویژگی ها و طول دوره فرآیندهای طبیعی و تشکیل کانی، از جمله فرآیندهای تشکیل کانسارها را فراهم می سازد. تحرک پذیری عناصر تحت تأثیر عوامل مختلف باعث ایجاد محیط های ژئوشیمیایی ( هاله ) گوناگون می شود. ژئوشیمی اکتشافی محیط های ژئوشیمیایی گوناگون را مورد توجه قرار می دهد که عمده ترین این محیطها، هاله های لیتوژئوشیمیایی می باشند.

**الف: هاله های لیتوژئوشیمیایی و کاربرد آنها در اکتشافات ژئوشیمیایی:**

مهمترین محیط ها ( هاله های ) ژئوشیمیایی که در اکتشاف بسیار مد نظر می باشد، هاله های لیتوژئوشیمیایی می باشند که مطالعه دقیق آنها و همچنین تعیین نوع آنها کمک شایانی به انجام مراحل بعدی اکتشاف می کند. هاله های لیتوژئوشیمیایی به دو دسته تقسیم می شوند:

۱) هاله های لیتوژئوشیمیایی اولیه ( هیپوژن - ایندوژنیک )

۲) هاله های لیتوژئوشیمیایی ثانویه ( سوپرژن - اگزوژنیک )

که به اختصار به توضیح هر یک می پردازیم، البته باید توجه داشت که نوع اول موضوع اصلی این پروژه تحقیقاتی در منطقه ارسنجان می باشد و تکیه عمده مطالب بر آن می باشد.

**ب: هاله های لیتوژئوشیمیایی اولیه:**

این هاله های ژئوشیمیایی، زون هایی هستند که ذخایر فلزی یا توده های معدنی را در بر گرفته اند، که در نتیجه ورود و یا پخش دوباره این عناصر طی فرآیند پیدایش کانسار، از چند عنصر شیمیایی تهی و یا پرمایه شده اند.

هاله های ژئوشیمیایی اولین و زون های دگرسانی سنگ در برگیرنده کانسارها، بطور ژنتیکی با پدیده تشکیل کانسار وابسته اند، بطوریکه همیشه تشخیص یک خط مرزی میان آنها امکان پذیر نیست. بعنوان مثال، زون های سریستی شده سنگ های کانساردار نیز ممکن است بعنوان هاله های ژئوشیمیایی اولیه پتاسیم و زون های آلبیتی شده بعنوان هاله های اولیه سدیم به شمار آیند. این ارتباط مدت مدیدی است که شناخته شده و اهمیت عملی ویژه ای یافته است. هاله های اولیه در ارتباط مستقیم با محلول های کانه دار و یا فرآیندهای تشکیل دهند کانسار

می باشند، در این محیط ها مراحل و فرآیندهای ژئوشیمیایی مستقیماً بـر روی تـوده کانسـار و یـا سنگ های بیرون زده در بر گیرنده آنها صورت می گیرد.

**ج: روش بررسی هاله های اولیه ( نمونه برداری، آماده سازی، تجزیه نمونه ها )**

این هاله ها، بوسیله نمونه برداری از مقطع های عرضی یا پروفیل هایی که معمولاً عمـود بر روند سنگ درون گیر و کانسنگ می باشند، بررسی می گردند. شبکه نمونه برداری بـاید طـوری طراحـی گردد کـه هـر نابـهنجاری ژئوشـیمیایی حداقـل بوسـیله دو پروفیـل قطـع گردد. نمونه های ژئوشیمیایی در امتداد پروفیل ها و یا در امتداد سـینه کارهـا یـا از مغـزه هـای حفـاری اکتشافی در فاصله های ۵ تا ۱۰ متری برداشت می شوند.

نمونه برداری ژئوشیمیایی از سنگ بستر بایستی با شرح زمین شناسـی تفصیلـی از همـه محل های نمونه برداری همراه باشد. برای اکتشاف کانسارها، با استفاده از هالـه هـای ژئوشـیمیایی اولین، یا هر نوع هاله دیگر، انتخاب روش تجزیه و آنالیز تعداد زیادی نمونه مورد نیاز است. روش به اصطلاح لبپری - شیاری ( Chip - Channel)، تکنیک اصلی نمونه برداری است. در ایـن روش در هـر ایستگاه نمونه گیری ۵ تا ۶ تکه از سـنگ شکسـته شـده و برداشـت مـی شـود ( هـر تکـه ۳ تـا ۴ سانتی متر عرض دارد )، سپس نمونه ها خرد می شوند و برای تجزیه آماده می گردنـد. بـه منظـور اندازه گیری دامنه وسیعی از عناصر روش های AA و اسپکتروگرافی نشری از اولویت برخوردارند.

## ۱-۳- پتانسیل معدنی استان فارس

استان فارس یکی از استان های جنوبی کشور است که دارای مساحتی بالغ بر ۱۲۴ هـزار کیلومتر مربع است. از نظر زمین شناختی بخش اعظم این استان در زون زاگرس چین خورده قـرار گرفته و علاوه بر آن زون های سنندج - سـیرجان، زاگرس رورانـده، افیولیتـی و ایـران مرکـزی در بخش شمال شرق آن وجود دارد. از مهمترین پدیده های زمین شناختی موجـود در اسـتان فـارس وجود گنبدهای نمکی فراوان آن می باشد که به لحاظ پتانسـیل اقتصـادی بـه خصـوص تبخیریـها ( Evaporates ) حائز اهمیت می باشـند. از نظـر چینـه شناسـی نـیز دارای تشکیـلات پرکـامبرین ( گنبدهـای نمکـی سـری هرمـز)، پـالئوزوئیک مـانند ناحیـه سـورمه در فـیروز آبـاد، مزوزوئیـک نظیرتشـکیلات خانـه کـت، نـیریز، سـورمه، فـهلیان، گدون داریـان، کژدمـی، سـروک و تاربور می باشد. همچنین واحدهای سنوزوئیک نیز در استان فارس بصورت پراکنده دیده می شـوند که از این میان می توان به سازنده های ساچون، پابده، جهـرم، آسمـاری و بختیاری اشاره کرد.

استـان فارس دارای ذخایر معدنی متنوعی می باشد که به لحاظ اقتصادی می تواننـد ارزش افـزوده مطلوبی را در استان ایجاد کنند. به لحاظ وجود ذخایر فلـزی وجـود کانسـارهای کرومیـت، منگنـز، سرب و روی، آهن و مس در استان فارس کاملاً تأیید شده می باشد، بطوریکه کرومیت ها عمدتاً در سری افیولیتی نیریز درون غلاف های دونیتی قرار گرفته اند که بزرگترین آنـها معـدن چشـم بیـد واقع در ناحیه آباده طشک نیریز می باشد.

جدول ۱-۱- مشخصات وخصوصیات فازهای مهم اکتشافات ژئوشیمیایی

| فاز | مساحت | مقیاس | تعداد نمونه در $Km^2$ | نوع نمونه |
|---|---|---|---|---|
| ناحیه ای | از هزار کیلومتر مربع تا چند صد کیلومتر مربع | ۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰ | ۲تا ۵ | رسوب رودخانه ای - چکشی - شیاری |
| نیمه تفضیلی | چند ده کیلومتر مربع | ۱:۱۰۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰۰ | ۲۵ تا ۵۰ عدد | رسوب رودخانه ای و واریزه های جانبی و خاک |
| تفصیلی | چند کیلومتر مربع | ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰ | ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ | خاک یا سنگ |
| حفاری | کمتر از ۱ کیلومتر مربع | ۱:۱۰۰۰ | ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ | خاک یا سنگ |

منگنز نیز در سری رادیولاریتی - افیولیتی مناطق داراب نیریز و استهبان وجود دارد که مشخص ترین آنها معدن آب بند داراب می باشد. معدن سرب و روی سورمه در فیروز آباد نیز بعنوان یکی از پتانسیل های شناخته شده استان حائز اهمیت می باشد، همچنین آنومالیها و معادنی از عناصر مس، آهن و کبالت نیز در حوالی بوانات، آباده واقلید شناسایی گردیده است.

استان فارس از نظر دارا بودن ذخایر غیر فلزی دارای وضعیت مطلوبی می باشد بطوریکه معادن متعددی از گچ و نمک خاک نسوز، گوگرد، بوکسیت و سنگ های ساختمانی در نواحی مختلف استان وجود دارد. معاون گچ و نمک استان فارس عمدتاً در ارتباط مستقیم با گنبدهای نمکی ( سری هرمز ) موجود می باشند، که در واقع می توان آنها را یکی از بزرگترین ذخایر گچ و نمک در ایران در نظر گرفت. یکی از شاخص ترین معادن خاک نسوز ایران بنام معدن استقلال آباده در این استان واقع می باشد. معادن باریت، سیلیس و فسفات نیز در حوالی آباده، گردنه کولی کش و نورآباد ممسنی نیز گزارش شده است.

این استان به لحاظ ذخایر سنگ های تزئینی و نما یکی از قطب های این صنعت در کشور محسوب می شود و در چند سال اخیر یکی از تولید کننده ها و صادر کننده های اصلی سنگ های مرمریت و چینی در کشور محسوب می شود از معادن معروف این ذخایر، معادن موجود در ناحیه نیریز، ده بید و آباده می باشند که عمدتاً بصورت مرمریت سفید تا خاکستری هستند در کنار توده افیولیتی نیریز سنگ های چینی ( مرمر ) قابل مشاهده می باشند. ( جدولهای ۱-۲ و ۱-۳ ).

## ۱-۴- اهمیت اکتشاف مواد معدنی در استان فارس:

با توجه به آمار موجود در سازمان مدیریت و برنامه ریزی و همچنین مسأله جدی اشتغال و درآمدزایی در استان فارس، یکی از فاکتورها وپتانسیل های قابل قبول در استان توجه و اهمیت

| ماده معدنی | زون |
| --- | --- |
| آهک (آسماری - سروک)<br>مرمریت (آسماری - جهرم)<br>گچ و نمک (گنبدهای نمکی) | زون زاگرس چین خورده |
| کرومیت (در دونیت و هارزبورژیت)<br>منگنز (در رادیولاریت‌ها)<br>مرمریت‌های کنار سری افیولیتی نی ریز | زون زاگرس رورانده و زون افیولیتی |
| مرمریت‌های ناحیه دهبید - آباده<br>خاکهای نسوز (شیلهای پرمین)<br>مس (کمپلکس سوریان)<br>آهن و منگنز (کمپلکس تونک)<br>سیلیس (کمپلکس کولی کش) | زون سنندج سیرجان |
| ---------- | زون ایران مرکزی |

جدول ۱-۲ ارتباط زون های ساختاری و مواد معدنی در استان فارس

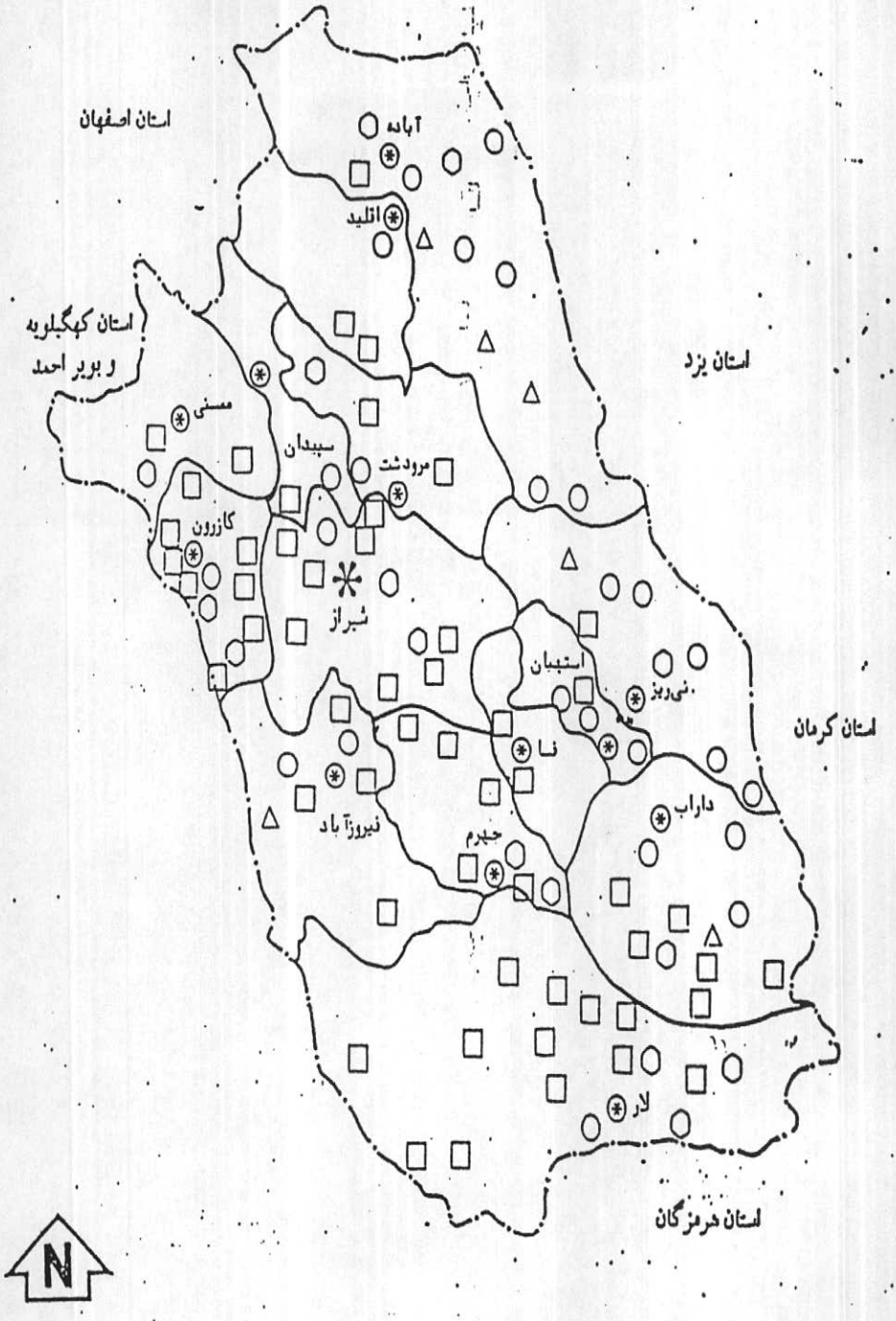
| | سن | لیتولوژی | سازند | پتانسیلهای معدنی |
|---|---|---|---|---|
| ترشیر | پلیوسن | کنگلومرا | بختیاری | |
| | پلیوسن | ماسه‌سنگ | آغاجاری | |
| | پلیوسن | مارن خاکستری | میشان | |
| | میوسن | شیلهای بیتوم‌دار | گچساران | گچ و نمک |
| | میوسن | مارن | رازک | گچ و نمک |
| | الیگوسن | آهک | آسماری | آهک و مرمریت |
| | ائوسن | آهک دولومیتی | جهرم | مرمریت |
| | پالئوسن | مارن نمک و گچ‌دار | ساچون | نمک و گچ |
| کرتاسه | ماستریشتین | آهک فرامینی فردار | تاربور | |
| | کامپانین تورونین سانتونین | شیل و مارن Gap | گورپی | |
| | سنومانین | آهک رسی | سروک | آهک |
| | آلبین | شیل سیاه | کژدمی | |
| | آلبین | آهک | داریان | آهک |
| | آپتین | شیل و آهک | گدون | |
| | تورکونین | آهک | فهلیان | آهک |
| ژوراسیک | مالم دوگر | لایه‌های دولومیتی | سورمه انیدریت هیث | گچ |
| | لیاس | شیلهای سبز و دولومیت | نی‌ریز | |
| | تریاس | دولومیت | خانه‌کت | سنگ نما |
| | پرمین دورنین | شیل و شیست | — | خاکهای نسوز در منطقه آباده |
| | اردوویسین | لایه‌های شیلی | — | |
| | کامبرین آغازی | ژیپس - هالیت - آهکهای سیاه - دولومیت - بازالت | گنبدهای نمکی (هرمز) | نمک و گچ |
| | کامبرین آغازی | سنگهای اولترابازیک | انیرلیت | منگنز و کرومیت و مرمریت |

جدول ۱-۳ ستون چینه شناسی به همراه مواد معدنی در استان فارس

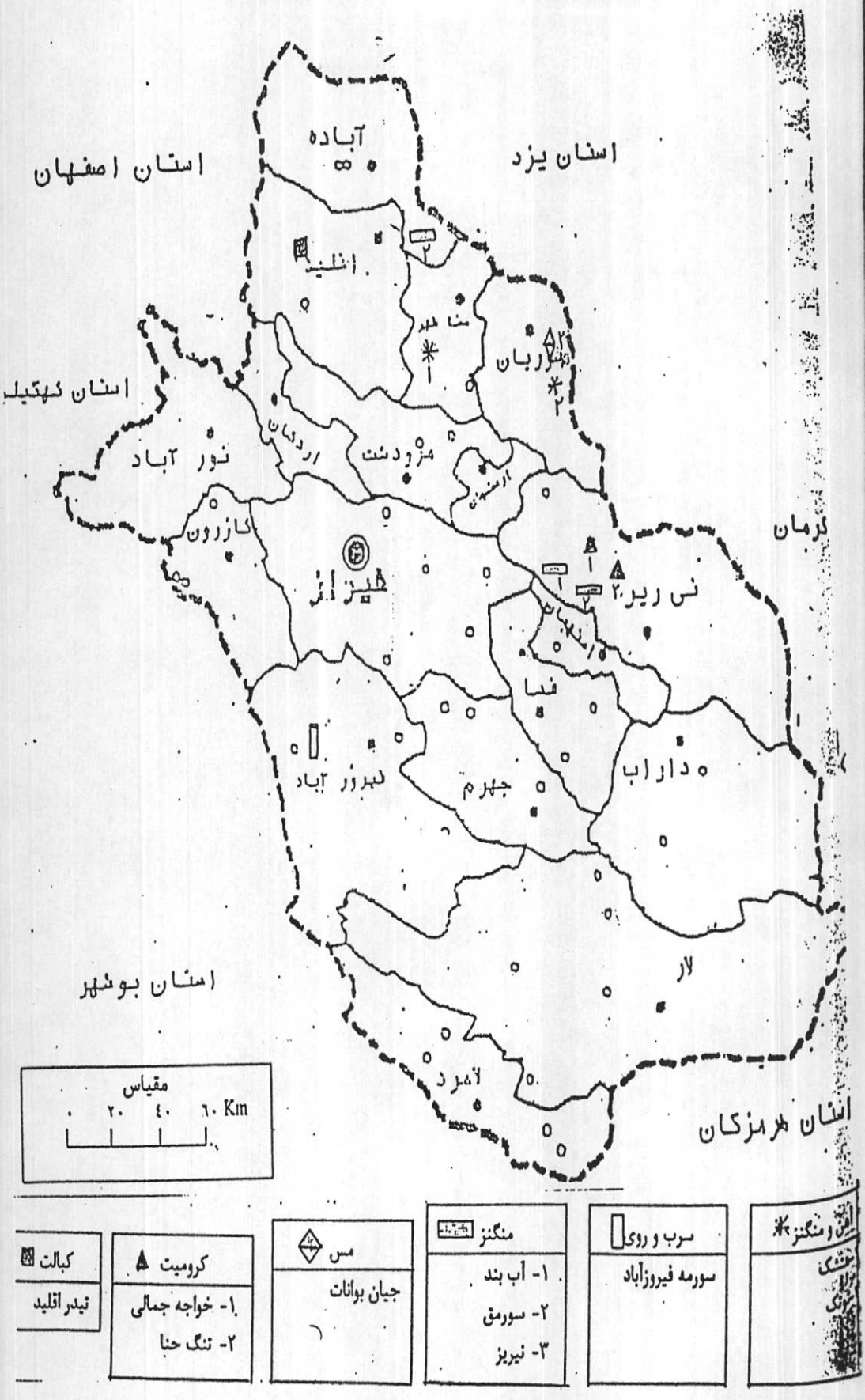
دادن به امر معدن واکتشاف می باشد. اکتشاف مواد معدنی با توجه به تنوع واحدهای زمین شناسی استان فارس و ارتباط ژنتیکی و همچنین زمانی و مکانی نابهنجاری معدنی استان، می تواند بسیار هم تلقی گردد و بعنوان راهکاری عملی برای توسعهٔ استان و بسط صنایع اشتغال زا مدنظر قرار گیرد. معادن غیر فلزی و عمدتاً کانیهای معدنی با کاربرد مصالح ساختمانی در سراسر استان به فراوانی یافت می شوند، که امکان توسعه صنایع و مصالح ساختمانی را به مقدار قابل توجهی فراهم آورده است. علاوه بر آن معاون فلزی استان با کاربرد وسیع در صنایع از ارزش و اهمیت فوق العاده ای برخوردارند. مجوز اکتشاف سنگهای تزئینی نشان می دهد که دو سوم فعالیت های اکتشافی استان به سنگ های تزئینی اختصاص یافته که شهرستان نیریز سهم عمده ای را در این فعالیت داشته و بزرگترین سرمایه گذاریهایی معدنی و صنعتی را در خود جای داده و به روشهای پیشرفته معادن سنگ آن استخراج می گردد. بهترین انواع مرمر دنیا در استان فارس دیده شده است و بزرگترین معادن مرغوب سنگ چینی و نیز ذخایر عظیم خاک نسوز و کرومیت وجود دارد که با ایجاد صنایع زنجیره ای آن می توان ارزش افزوده قابل توجهی در استان ایجاد کرد. بر اساس آمارهای موجود، تعداد معادن استان در سال ۱۳۷۷، ۱۷۹ واحد است که ۱۳۱ واحد زیر پوشش اداره معادن و فلزات استان و ۴۸ واحد زیر پوشش دفتر فنی استانداری می باشند. میزان تولید مواد معدنی از معادن فعال ۴/۶ میلیون تن بوده که ۵/۸ درصد از کل تولید کشور را تشکیل می دهد، ارزش افزوده معادن فعال در این سال ۴۱۳۴ میلیارد ریال (۵/۳ درصد کل کشور) بوده است، میانگین تعداد شاغلان بخش معدن ۳۷۳۸ نفر بوده که ۳/۷ درصد کل کشور می باشد. مطالب فوق و معیارهای اکتشافی - اقتصادی موجود و همچنین پراکندگی کانیهای فلزی و غیر فلزی در نواحی اطراف نیریز و تقریباً ارسنجان آنچه که از بررسی معادن فعال وغیر فعال، پتانسیل معدنی، وضعیت زمین شناسی، زون بندی های زمین شناسی و وجود معادن در استان حاصل می شود این است که هر ماده معدنی از روند خاصی پیروی می کند و هر سازند دارای منابع و ذخایر هم نوع خود می باشد به عنوان مثال منگنز موجود در رادیولاریت های زون افیولیتی، کرومیت دونیت ها و هارزبورژیت های زون افیولیتی و سنگ های نمای مرتبط با زون سنندج - سیرجان همگی دلالت بر یکسان بودن مدل های اکتشافی در سطح استان فارس دارند که در اکتشافات بعدی این سازندها و زون ها بعنوان مدل های پیشنهادی ارائه می گردد. با توجه به مطالب فوق و معیارهای اکتشافی - اقتصادی و همچنین پراکندگی کانیهای فلزی و غیر فلزی در نواحی اطراف نیریز و ارسنجان لزوم اجرای یک عملیات اکتشافی بصورت ناحیه ای در این منطقه احساس می شده است (شکل های ۱-۱ و ۱-۲).

## ۱-۵- ویژگی های طبیعی استان فارس:

استان فارس در جنوب ایران، بین مدارهای ۲۰ ، ۳۲° و ۴۲ ، ۳۱° عرض شمالی و ۴۲ ، ۵۰° و ۳۶ ، ۵۵° طول شرقی قرار دارد. این استان از شمال با استان اصفهان و یزد، از مغرب




شکل ۱-۱ پراکندگی معادن در استان فارس




شکل ۱-۲ پراکندگی معادن فلزی استان فارس

با استان های کهکیلویه، بویر احمد و بوشهر، از جنوب بـا اسـتان هرمـزگان و بوشـهر و از شـرق بـا استان کرمان و هرمزگان همسایه است. مساحت استان فـارس در حـدود ۱۳۳۰۰۰ کیلومـتر مربـع است. استان فارس بر اساس آخرین تقسیمات کشوری دارای ۴۸ شهرستان، ۵۴ شـهر و ۶۱ بخـش می باشد.

کوههای زاگرس در دوره ترشـیاری شـکل نـهایی را بـه خـود گرفـت و بـا جـهت شـمال غرب - جنوب شرق در استان فارس مانند سایر نواحی ایران امتداد یافته و استان فـارس را بصـورت واحد ویژه کوهستانی در آورده است. قسمت عمده تشکیلات این ناهمواریـها از رسـوبات ( آهکـی ) ژوراسیک و کرتاسه بوده که در دریای مزوزوئیک رسـوبگذاری شـده و بـر اثـر حرکـات کوهزایـی و سرانجام فرسایش بصورت کنونی درآمده اسـت. فـارس را مـی تـوان از نظـر طبیعـی بـه دو ناحیـه مشخص تقسیم نمود:

۱- ناحیه شمالی و شمال غربی که از ارتفاعات به هم پیوسته ای تشکیل یافته و دارای گردنه های صعب العبور و دره های عمیق می باشد.

۲- ناحیه جنوب و جنوب شرقی، که در این منطقه دشت هـای حـاصلخیز شـیراز، کـازرون، نـیریز، مرودشت و دشت های مرکـزی قـرار دارنـد. رودهـای جریـان یافتـه در ایـن دشـت هـا نـهایتاً بـه دریاچه های بختگان، پریشان و مهارلو می ریزیند.

بطور کلی ارتفاعات استان فارس را می توان به چهار دسته مهم تقسـیم نمـود: ارتفاعـات شمال و شمال غربی، مرکزی، غربی و جنوبی.

۱- ارتفاعات شمال و شمال غربی: این ارتفاعات از کوه های سمیرم شروع شده و تا غرب آباده ادامه می یابد و به کوه عظمت که گردنه کولی کش در آن واقع است ختم می گردد. همچنین ارتفاعـات برم فیروز که از سپیدان شروع شده و به ارسنجان منتهی می شود در این ناحیه واقع است.

۲- ارتفاعات مرکزی: شامل کوه های اطراف شیراز ( سبزپوشـان و بمـو ) و نـیز کـوه هـای مـهارلو، خرمن و تورج می باشد.

۳- ارتفاعات غربی: این کوه ها دنباله ارتفاعات کهکیلویه می باشد و به کوه های ممسنی دشت ارژن ( کوهمره سرخی ) متصل می گردد و امتداد آن شامل کوه های سفیددار در فیروز آباد است.

۴- ارتفاعات جنوبی: از ویژگی های این ناحیه این است که کـوه هـا از فشـردگی و ارتفـاع کمـتری برخوردارند از مهمترین آنها، کوه داراب و ارتفاع بالنگستان یا هنگستان و کوه های لارستان است.

### ۱-۵-۱- آب وهوای استان فارس:

در استان فارس هرچه از سمت شمال و شمال غربی بـه جنـوب و جنـوب شـرقی پیـش رویم، آب وهوا به شدت تغیـیر مـی کنـد و بـاعث پدیـد آمـدن سـه ناحیـه آب و هوایـی مشـخص می گردد:

۱- ناحیه شمال، و شمال غرب وغرب: این ناحیه به علّت کوهستانی بودن، دارای زمستان های سرد و تابستان های معتدل می باشد. ریزش برف و باران باعث ایجاد پوشش گیاهی غنی در ایـن ناحیـه شده است. میزان بارندگی در این قسمت حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر در سال است.

۲- ناحیـه مرکـزی: دارای آب و هـوای نسـبتاً معتـدل اسـت. زمسـتان هـای تـوأم بـا بـارندگی و تابستان های گرم و خشک است. علّت پدید آمدن این نوع آب وهوا در ناحیه مرکزی استان فارس، کاهش نسبی ارتفاع زمین نسبت به شمال و شمال غرب می باشد. این قسمت نیمه خشـک بـوده و میزان بارش این ناحیه ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر است.

۳- ناحیه جنوب و جنوب شرق: به علّت کاهش ارتفاع و عرض جغرافیایی و نحـوه توجیـه کـوه هـا، میزان بارندگی در فصل زمستان در این ناحیه نسبت به دو ناحیه دیگر کمتر است. در زمستان هـوا معتدل و در تابستان بسیار گرم است و ناحیه خشک استان را در بر می گیرند، مـیزان بـارندگی در حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلیمتر می باشد.

### ۱-۵-۲- ویژگی های منطقه مورد مطالعه:

شهرستان ارسنجان در شمال شـیراز واقـع مـی باشـد. ایـن منطقـه کـه در ناحیـه نیمـه کوهستانی و کوهستانی استان فارس قرار دارد، دارای شرایط جغرافیایی و آب و هوایـی نزدیـک بـه نیریز می باشد و دارای محدوده مشترک بسیار وسیعی با آن است به واسطه دریاچه آباده طشـک از یکدیگر مجزا شده اند. بر اساس وسعت کـار اکتشـافی ویـژگی هـای جغرافیـایی، اجتمـاعی و آب و هوایی منطقه را به اختصار توضیح داده می شود:

### ۱-۵-۳ موقعیت جغرافیایی و اجتماعی شهرستان ارسنجان:

این شهرستان در ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق شیراز، در مسـیر کوتـاهترین راه ارتبـاطی بین شیراز و کرمان قرار دارد. کوه های این شهرستان در منتهی الیه کوه های بـرم فـیروز سـپیدان واقع است که بلندترین قله آن دال شین از کوه خم با ارتفاع ۳۲۷۰ متر می باشد. قرار گرفتـن ایـن شهرستان در منطقه میان بند و کوهستانی بودن آن موجب اعتدال هوا و پوشش گیاهی نسبتاً غنی همراه با جنگل در کوهستان های این شهرستان شده است.

طبق تقسیمات سیاسی جدید این شهرستان دارای یک بخش مرکـزی و سـه دهسـتان و یک شهر به نام ارسنجان می باشد. اقتصاد این شهرستان بر پایه کشاورزی و باغداری اسـتوار اسـت. این شهر دارای قدمت تاریخی مـی باشـد و بـه لحـاظ فرهنـگی و مذهبـی ایـن شـهر بـه گاهـواره قرآن نویسان شهرت دارد. فعالیت های معدنی صورت گرفته در این شهرستان بسیار اندک بوده و به لحاظ اقتصادی مهم بسیار اندکی در توسعه و پیشرفت این شهر به عهده دارد.

## ۱-۶- تقسیمات زمین شناسی ایران:

ایران یک بلوک خرد شده در نوار کوهزایی آلپ - هیمالیاست که بین صفحه غربی در جنوب غرب و اورازی در شمال قرار گرفته است. حدود این برخورد عبارتند از:

گسلهای بزرگ زاگرس با روند شمال غرب - جنوب شرق و البرز با جهت تقریباً شرقی - غربی. گسلهای راستگرد نای بند، نهبندان، بلوک لوت و مکران را از ایران مرکزی و افغانستان جدا کرده اند. ( شکل ۱-۳ ).

در مکران یک فرورانش جوان ( نئوژن - کواترنر ) بین پوسته اقیانوسی هند ومکران در جریان است. یک کمربند افیولیتی بطول ۳۰۰۰ کیلومتر از قبرس، جنوب ترکیه و زاگرس گذشته و در شمال بندر عباس به دو شاخه تقسیم می شود، یک شاخه از مکران عبور کرده وارد پاکستان می شود، و شاخه دیگر آن بطرف جنوب منحرف شده و وارد عمان می گردد. نوارهای افیولیتی دیگری در شمال ایران مرکزی بین ایران و بلوک توران و نیز در شرق ایران بین بلوک لوت و افغانستان وجود دارد که مرز برخورد بلوک ها را برای ما ترسیم می کند.

بلوک ایران مانند بلوک آناتولی، تحت فشار اورازی و عربستان قرار گرفته و در نتیجه این فشار، بلوک آناتولی به سمت غرب و بلوک ایران به سمت شرق جا به جا می شود. روراندگی های فراوان در قفقاز و گسلهای کشویی راستگرد زاگرس و شمال آناتولی و نیز گسلهای چپ گرد البرز و جنوب آناتولی نشان دهنده این حرکت هستند.

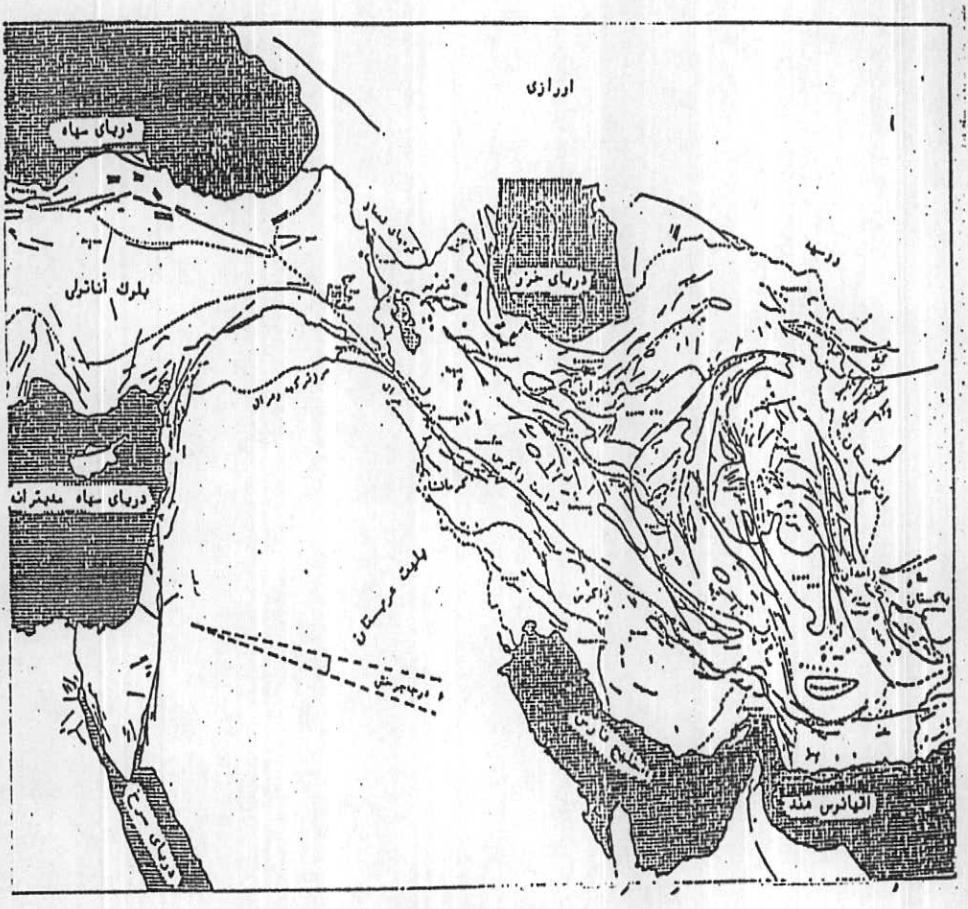
اشتوکلین (۱۹۶۸) ایران را بر اساس چینه شناسی و تکتونیک به ده قسمت تقسیم کرده است ( شکل ۱-۴):

۱- صفحه غربی: پی سنگ صفحه غربی در جنوب غرب ایران از سنگ های دگرگونی و پلوتونیک پرکامبرین تشکیل شده و حوضه زاگرس بر روی آن قرار دارد ( بربریان ۱۹۸۲).

۲- زاگرس خارجی یا کمربند چین خورده زاگرس ( برو ۱۹۷۱ ): اغلب از سنگ های رسوبی پرمین تا ژوراسیک تشکیل شده است. این سنگ ها نشان دهنده رسوبات یک گودال در حال فرونشینی هستند.

۳- ورقه های پالئوزوئیک ( زاگرس داخلی ): بخشی از رسوبات شمال شرق زاگرس است که به علّت برخورد با زون سنندج - سیرجان بطرف جنوب غرب عقب رانده شده و چین خورده است. در این بخش تراس های متعدد به وجود آمده و فرسایش سبب شده تا بعضی از رسوبات پالئوزوئیک رخنمون یابند.

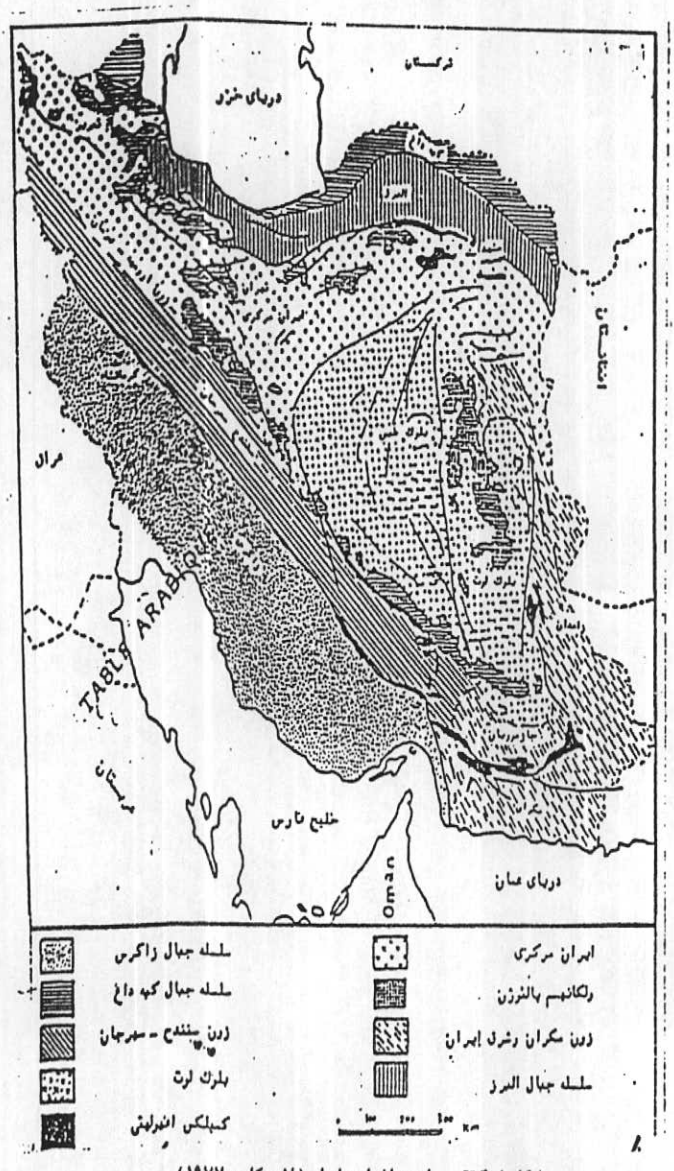
۴- زون سنندج - سیرجان ( اشتوکلین ۱۹۶۸ ) یا اسفندقه - مریوان ( سبزه ای، ۱۹۷۴): که از سه بخش زون فلیش ائوسن، زون افیولیتی، زون همدان ( مناطق دگرگون شده ) تشکیل گردیده و بطور کلی بر روی زاگرس مرتفع رانده شده است.




شکل ۱-۳ موقعیت تکتونیکی ایران در خاور میانه ( معین وزیری ۱۳۷۵ )



کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور




شکل ۱-۴ تقسیمات ساختاری ایران (اشتوکلین ۱۹۷۷)

۵-زون ارومیه- دختر ( شرویدر۱۹۹۴) یا سهند - بزمان: کـه یـک محـور شکسـته و فعـال از نظـر ولکانسیم ( در کرتاسه فوقانی و ائوسن) و به لحاظ پلوتونیسم ( الیگومیوسن ) به شمار می رود. حـد فاصل سنندج - سیرجان با ایران مرکزی می باشد.

۶- ایران مرکزی: یک پی سنگ قاره ای است امّا نسبت به سپرهای قدیمی دارای شکل پذیری قوی است. ولکانیسم آندزیتی و بازالتی در کرتاسه فوقانی و ائوسن در این بخش قابل توجه است.

۷- البرز: یک پی چین خورده و فرسایش یافته قدیمی است که بر روی آن سنگ های پـالئوزوئیک تحتانی و فوقانی، مزوزوئیک و ائوسن قرار گرفته اند. این زون در اثر فازهای کوهزایـی مزوزوئیـک و ترشیاری چین خورده است.

۸- کپـه داغ: ایـن زون از رسـوبات هـم شـیب پـالئوزوئیک، مزوزوئیـک و ترشـیری کـه در پلیو - پلیوستوسن چین خورده اند تشکیل شده است. تمام این رسوبات بر روی یـک پـی دگرگون شده هرسی نین قرار گرفته اند ( اشتوکلین ۱۹۷۷).

۹- بلوک لوت: این بلوک در بین سلسله جبال شرقی ایران و زون ایران مرکزی قرار دارد. طبق نظـر اشتوکلین (۱۹۶۸) این بلوک توسط گسل نای بند در پرکامبرین به دو بلوک لوت و طبـس تقسـیم شده که در آن زمان گسل نای بند در امتداد گسل بزرگ اورال - عمان - ماداگاسـکار قـرار داشـته است.

۱۰- سلسله جبال شرق ایران و مکران از بلوک لوت به سمت مشـرق و جنـوب، ضخـامت رسـوبات مزوزوئیک فوقانی و ترشـیری افزایـش پیـدا مـی کنـد ( ۵۰۰۰ مـتر در شـرق گسـل ) و رخسـاره پتروگرافی آن به فلیش نهبند ( متعلق به کرتاسه فوقـانی و ائوسـن و افیولیـت متعلـق بـه کرتاسـه فوقانی ) تبدیل می شود. طبق نظر هوبر (۱۹۷۸) فلیش به طـور مسـتقیم بـر روی افیولیـت هـای کرتاسه فوقانی قرار دارد و از سنگ های قاعده افیولیت اطلاعی در دست نیست.

منطقه مورد مطالعه در زون زاگرس قرار دارد، به طوری که در منطقه ارسـنجان قسـمت اعظم عملیات اکتشافی بر روی زاگرس و تا حدودی تـوده هـای افیولیتـی شـمال و شـمال شـرقی ارسنجان متمرکز گردید. بر ایـن اسـاس لازم دانسـتیم کـه زمیـن شناسـی زاگرس و همچنیـن تـا حدودی توده های افیولیتی را به اختصار تشریح کنیم.

### ۱-۶-۱- زمین شناسی کلی زاگرس:

بر طبق نظر هانیز و مک کوئلین مدل زمین ساختی تغییـرات تدریجـی سیسـتم زاگرس، یک زون درزه یا ( Suture ) است که میان صفحات عربی و ایران قرار دارد و سلسله جبـال زاگرس را تشکیل می دهد این زون درزه قابل تقسیم به پنج منطقه می باشد که هر کدام لیتولوژی و محیـط تکتونیکی مختلف همراه با مراحل تصادم قاره های عربی و ایـران را منعکـس مـی نمـاید ایـن پنـج منطقه عبارتند از:

۱- قطعه پایدار (Stable block ) ۲- زون خرد شدگی (Crash zone ) ۳- زون دراز گودال ( Trench zone ) ۴- زون متورق (Imbricate zone ) ۵- کمربند چین خورده ساده (Simple folded belt ) ( شکل ۱-۵ ).

**۱- بلوک پایدار ( Stable block )**

این منطقه همان سلسله جبال سنندج - سیرجان ( اشتوکلین، ۱۹۶۸ ) یا کمربند کوهزایی رضائیه - اسفندقه ( تکین ۱۹۷۲) است که علوی ۱۹۸۰ آن را زون B نامیده می شود. در ناحیه نیریز بلوک پایدار مرکب از کمپلکس پی سنگ دگرگونی به سن پرکامبرین است ( اشتوکلین ۱۹۶۸). این سنگ ها مجموعه دگرگون شده ای از سنگ های آذرین و رسوبی را به نمایش می گذراند که از فیلیت های درجه پایین و مرمر تا کربنات های تالک - ترمولیت دار، میکاشیست ها و آمفیبولیت های اپیدوت دار و گنیس ها تغییر می نماید. این سنگ ها در شمال کرمان در زیر رسوبات پالئوزوئیک قرار دارند.

**۲- زون خرد شده ( Crush zone )**

این زون برای اولین بار توسط زمین شناسان کمپانی نفت ایران - انگلیس تعریف گردید. فالکون (۱۹۶۹) زون خرد شدگی و بخش جنوبی بلوک پایدار را در این زون رورانده قرار داد. زون خرد شدگی مرکب از سنگ آهک کرتاسه است که تحت تأثیر فرآیندهای زمین ساختی منفصل ( جدا از هم ) قرار گرفته است. به سمت شمال، خرد شدگی بیش از حد سنگ ها آنها را تحلیل برده و بر روی پی سنگ نسبتاً منظم پرکامبرین قرار داده است به طور بلافصل در شمال شرق نیریز می توان مشاهده نمود که بر روی سنگ های زون دراز گودال در طول یک روراندگی مشخص با زاویه پایین قرار می گیرند.

**۳- زون دراز گودال (Trench zone )**

این زون بصورت مجموعه ای از رسوبات آبهای عمیق است که معمولاً فرض می گردد که به شکل سری های رنگی تشکیل می گردند و مستقیماً در زیر زون خرد شده رورانده قرار دارند. این سری های رنگی متشکل از مارن های قرمز و سبز، ماسه سنگ های درشت دانه و کنگلومراها هستند. به سمت جنوب این سنگ ها به سری هایی از چرت های رادیولاریتی در برگیرنده بلوک های سنگ آهک و سنگ های دگرگونی تبدیل می گردد. حدود ۳۰ کیلومتری شمال غرب نیریز یک توده عظیم مرمر دیوپسید دار ( چند کیلومتر پهنا ) توسط سنگ های اولترامافیک احاطه می گردند. این مرمر حاصل دگرگونی مجاورتی ماگمای پریدوتیتی است ( ریکو ۱۹۷۱). سری های رنگی موجود در توده های اولترامافیک که به شدت دگرشکل شده توسط زمین شناسان شرکت نفت کالردملانژ نامیده شده اند. در نیریز در جنوب غرب کمربند اولترامافیکی، بلوک هایی با سن های مختلف تشخیص داده شده است که شامل فهلیان ( نئوکومین )، سنگ آهک سیاه

کامبرین و سنگ های دگرگونی است که بطور نامنظم همراه با چرت ها در مساحتی بیش از ۴ کیلومتر مربع در هم آمیخته شده اند.

**۴- زون متورق ( Imbricated zone ):**

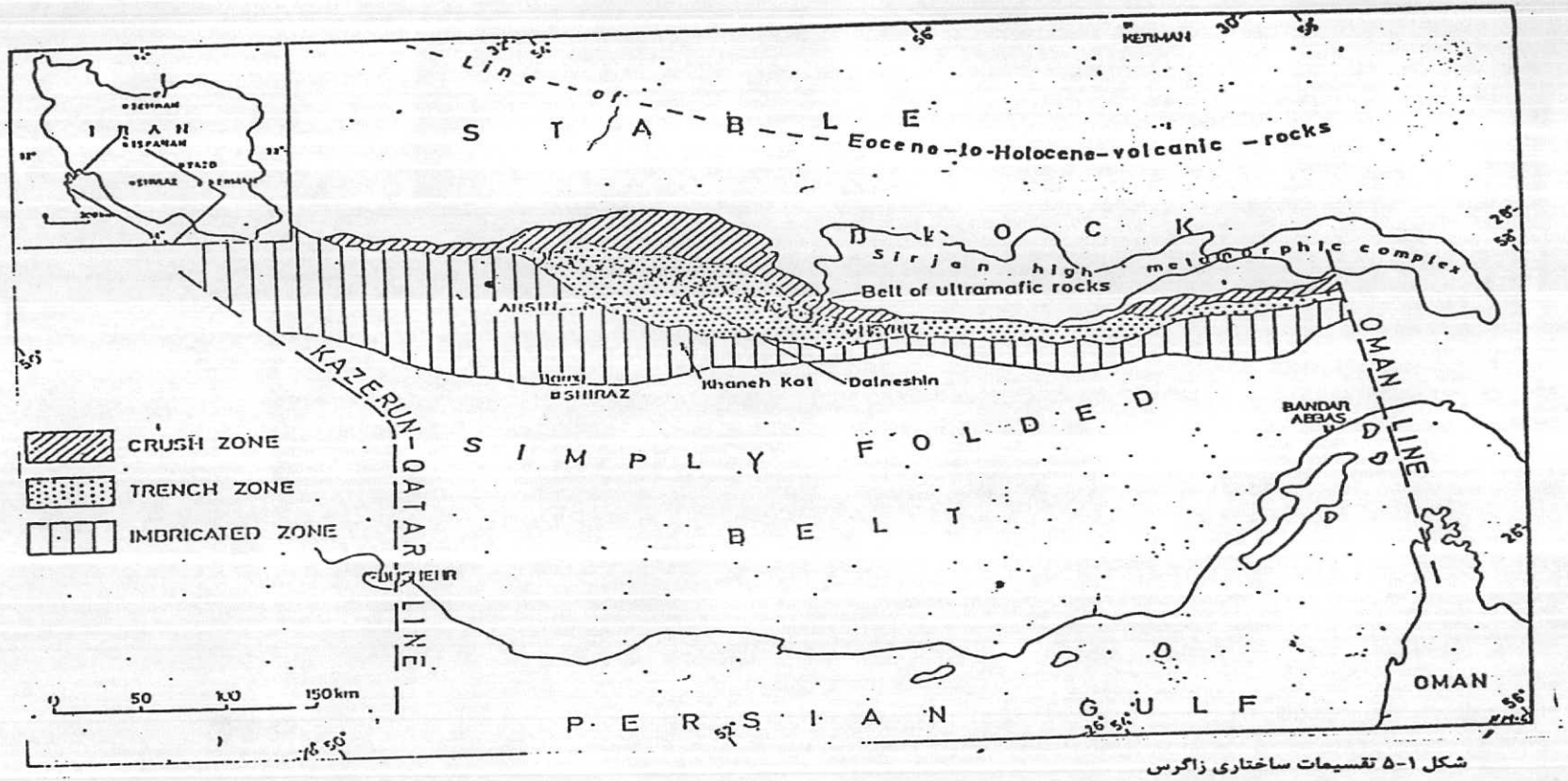
این زون توسط فالکون (۱۹۶۹) توصیف شده است، در طول سکانس ضخیمی از رسوبات نهشته شده از کامبرین تاپلیوسن توسعه یافته است. ناپیوستگی های جزئی در سرتاسر این توالی وجود دارد و تغییرات رخساره حرکات اپی روژنز را که معمول هستند منعکس می نماید، اما منطقه تا پلیوسن تحت تأثیر فرآیندهای کوهزایی عمده قرار نگرفته است. از نظر ساختمانی این زون متشکل از یک سری چین های فشرده و تنگ است و در جهت جنوب غرب رورانده شده است. محدوده جنوب غرب این زون در منطقه توسط چین خوابیده هم شیب کوه بمو واقع در شمال شیراز مشخص می گردد.

**۵- کمربند چین خورده ساده ( Simple folded belt )**

طبق شکل ۱-۵ و بر اساس مطالعات نوروزی (۱۹۷۲) وجود پلیتی با ضخامت حدود ۶۰ کیلومتر با شیب ۲۰ درجه از خلیج فارس به سمت بلوک پایدار را نشان می دهد. در حال حاضر آنچه مبهم است، این است که آیا پی سنگ زیر جنوب ایران را پوسته قاره ای تشکیل می دهد یا اقیانوسی؟ بر اساس مشاهده بلوک های بازالت و گابر و در گنبد نمکی جنوب ایران به نظر می رسد که پی سنگ احتمالی پوسته اقیانوسی است. در هر حالت جهت تشخیص دقیق تر این مسأله نیاز به کارهای ژئوفیزیکی بیشتری است. این پوسته اقیانوسی احتمالاً در یک سیستم تیغه میان اقیانوسی قدیمی تر شکل گرفته است.

فرورانش لیتوسفر عربی تا کرتاسه میانی به زیر پلیت ایران منجر به تشکیل یک دراز گودال وسیع در بالای وسیع در بالای زون فرورانش قرار داشته، شده است. در سمت شمالی ژرفنا، سنگ های آواری ژوراسیک حوزه های واقع در سکوی قاره ای باریک را پر نمودند. این آواری ها پلاتفرمی را تشکیل دادند که در محل آن زون خردشدگی و بلوک پایدار نهشته شده بودند. در طی فرورانش، قاره ایران تحت تأثیر تنش ناشی از کشش بخشی حرکت پلیت لیتوسفر عربستان به زیر پلیت ایران قرار گرفت. همزمان، بلوک های پی سنگ دگرگونی و رسوبات رونهاد شده در دراز گودال وارد شدند. در طول پهنه جنوبی ژرفنا، جریان های توربیدایتی درون دراز گودال بر روی نهشته های آواری قرار گرفتند، امّا رسوبگذاری درون خود ژرفنا محدود به رسوبگذاری بیوژنیک چرت رادیولاریتی گردید. مثال کنونی این مدل دراز گودال کنونی پرو - شیلی است.

اگر چه سنگ های آتشفشانی مزوزوئیک در قاره جنوبی ایران گزارش نشده است امّا اشتوکلین (۱۹۶۸) به وجود گرانیت و دیوریت مزوزوئیک اشاره می نماید. پس وجود شواهد فرورانش می بایستی ضعیف در نظر گرفته شود. در طی کرتاسه میانی، رسوبات میوژئوسنکلینال رونهاد شدند، پلیت لیتوسفر با رسوبات ژرفنا تصادم نمود.




شکل ۱-۵ تقسیمات ساختاری زاگرس

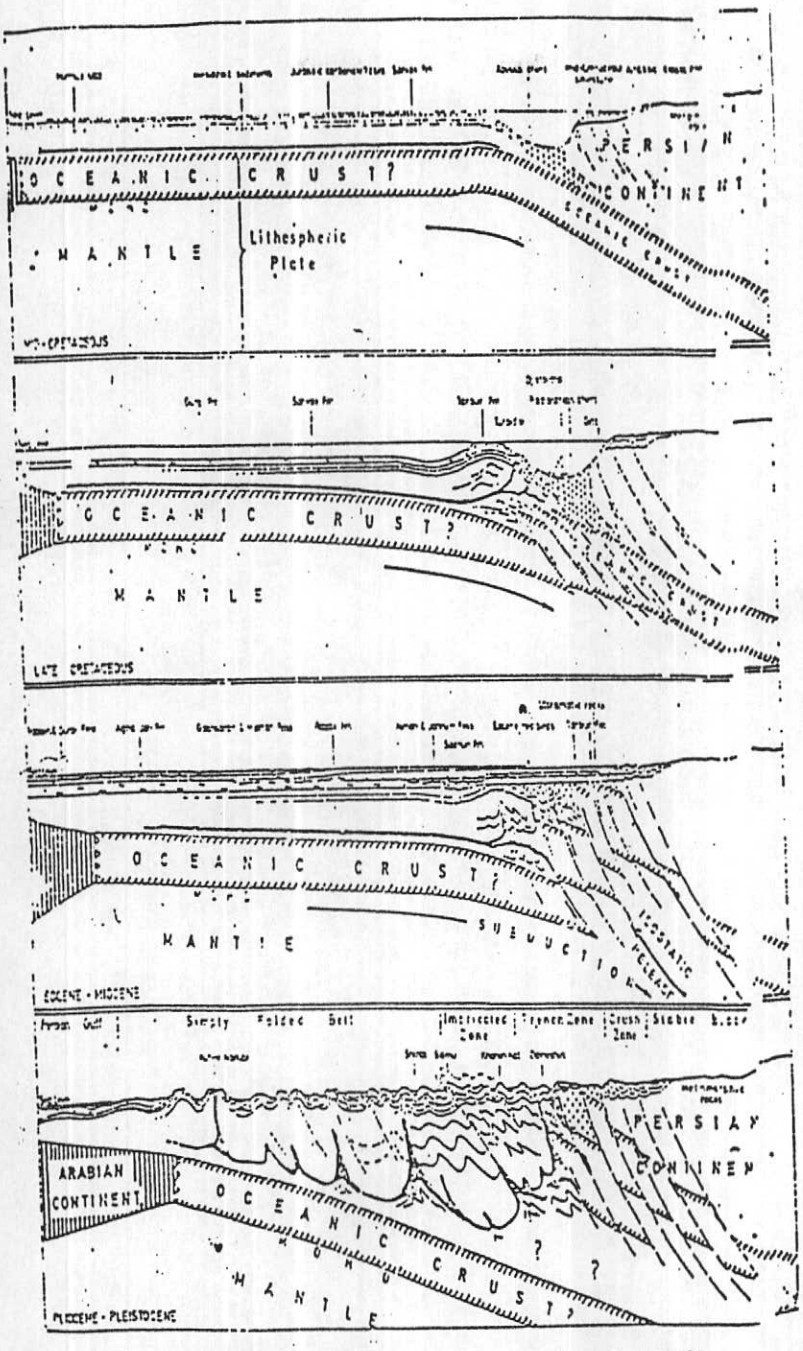
جریان های توربیدایتی از سمت بخش عربی جریان می یابد و کربنات هـای آواری را بـه داخل دراز گودال حمل می نمود، در حالی که بلوک ها و زائده های گوه میوژئوسنکلینال بـه درون سنگ های چرت آبهای عمیق ریزش نمودند، همزمان، عقیـده بـر آن اسـت کـه صفحـه اقیانوسـی گسیخته شده و قطعاتی از پوسته اقیانوسی وگوشته به شکل کمربند سـنگ هـای اولترامـافیک بـه سمت بالا روانده شدند. کل سکانس دراز گودال به سرعت بالا آمده و به شکل قطعات روانده ورقه اقیانوسی در کمربند سنگ های اولترامافیک در معرض فرسـایش قـرار گرفـت. ایـن بـالا آمـدگی و فرسایش می بایستی در زمان کوتاهی صورت گرفته باشد، زیرا سـنگ هـای چـرت رادیولاریـت دار توسط سازند سنومانین سروک در زیر قرار گرفته و به طور ناهم شیب بر روی سـازند ماستریشـتین تربور در نیریز قرار گرفته است. در جاهای دیگر سنگ آهک تربور بطور جانبی به سنگ های چرتـی تبدیل می گردد. این امر پیشنهاد مـی کنـد کـه بـالا آمـدگی و فرسـایش ممکـن اسـت در داخـل ماستریشتین آغاز و خاتمه یافته باشد، پس در زمان تصادم، سازند تربور خط جدایش تیغه ای حوزه طویل شده دراز گودال را مشخص می کند. در طی حرکـت بـه سـوی شـمال قـاره عربـی در طـی پلیوسن گوه ضخیم رسوبات میوژئوسنکلینال میان دو قاره تحت فشار دو قاره قرار گرفتنـد. از آنجـا که لبه قاره ایران مانعی مقاوم می باشد، رسوبات در لبه قاره عربی تحت تأثیر بزرگترین تراکم قـرار می گیرند. این امر منجر به روراندگی وسیعی از قبیل خانه کت و چین خـوردگی بـرگشـته شـمال شیراز در زون متورق می گردد. بیشتر در جنوب غرب متراکم ( فشارش ) کمتر بوده و سنگ هـایی با چین خوردگی ساده بخش عمده کمربند چین خوردگی را تشکیل مـی دهنـد. همزمـان بـا ایـن پدیده، سازند نمکی هرمز به سن کامبرین بطـور پلاسـتیکی در زون هـای ضعیـف فشـرده شـده و رخنمون هایی از گنبد نمکی را در استان فارس شکل داده است ( فالکون ۱۹۶۸).

اگر چه گنبدهای نمکی کوچکتری نـیز درون کمربنـد اولترامـافیک رخ داده، مـانند کـوه دالنشین ( گری ۱۹۶۵ )، که در حاشیه جنوبی کمربند اولترمافیک در نتیجه حرکت پلاسـتیکی در عمق رخ می دهد. بعد از چین خوردگی اصلی پلیوسن کنگلومـرای سـازند بختیـاری در فرونشـینی ناویی نهشته گردید. حرکات اخیر، این نقشه ها را بهم چسبیده و چین خورده نمـوده اسـت و ایـن فشارش هنوز هم بوقوع می پیوندد ( نوروزی ۱۹۷۲، مک کوئیلن ۱۹۷۳ )( شکل ۱-۶ ).

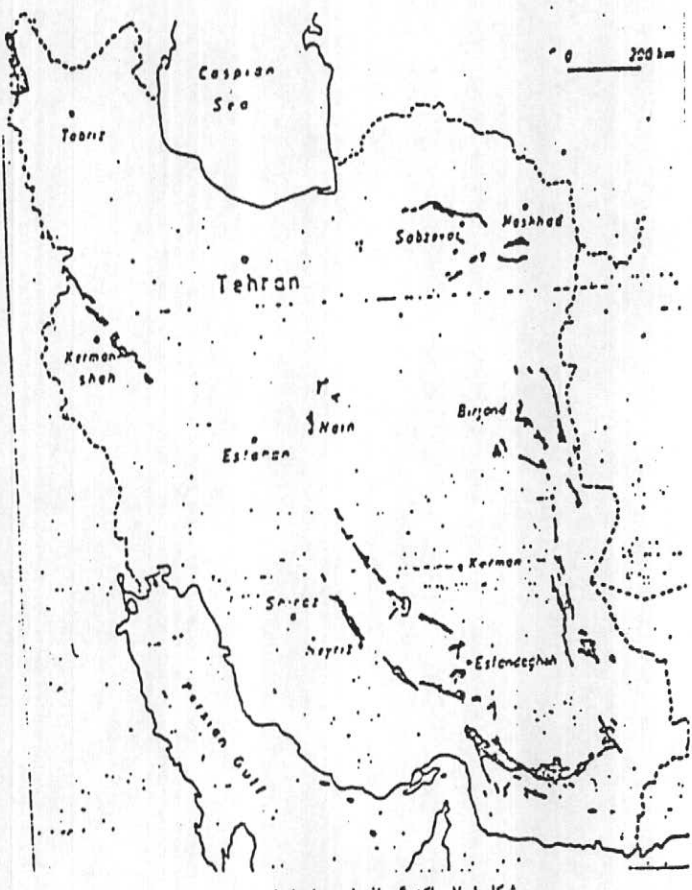
### ۱-۶-۲- زمین شناسی کلی افیولیت های ایران

#### ۱-۶-۲-۱- پراکندگی و مشخصات کلی افیولیت های ایران

در شکل ۱-۷ پراکندگی کلیه مجموعه های افیولیتی ایـران نشـان داده شـده اسـت. بـر اساس نوشته کنیپر و دیگران (۱۹۸۶) افیولیت های موجود در محدوده ایـران را مـی تـوان در سـه گروه عمده قرار داد که از نظر سن، ترکیب، محیـط زمیـن شناسـی و تشـکیل نسـبت بـه یکدیـگر متفاوت اند.




شکل ۱-۶ مدل شماتیک گسترش و توسعه زون زاگرس (مک کوییلین ۱۹۷۴)




شکل ۱-۷ پراکندگی افیولیت های ایران

در زاگرس، افیولیت ها و رادیولاریت ها بصورت نوارهایی به موازات رانـدگی زاگرس قـرار دارند، به همین دلیـل بـه آن نـوار افیولیـت - رادیولاریـت زاگرس گفتـه مـی شـود. طبـق نوشـته اشتوکلین (۱۹۷۴) نوار افیولیت -رادیولاریت زاگرس در دو منطقـه از زون خـرد شـده و در جنـوب غربی راندگی اصلی یکی در منطقـه کرمانشـاه (بـرود، ۱۹۷۰) و دیـگری در منطقـه نـیریز (ریکـو، ۱۹۷۱) دیده می شوند که هر دو در کانون دو قوس محدب بزرگ رشته کـوه هـای زاگرس، یعنـی قوس پشتکوه و قوس فارس قرار دارند.

از نظر ترکیب سنگ شناسی و ساختمانی، دو بیرون زدگی فوق شباهت بسـیار زیـادی بـا مجموعه افیولیت - رادیولاریت عمان دارند و این سه، مجموعـاً بخشـی از هـلال افیولیتـی حاشـیه عربستان را تشکیل می دهند. ولی اختلاف بین این مجموعه ها با کالرد ملانژهـای مرکـز و مشـرق ایران بسیار زیاد است ( اشتوکلین ۱۹۷۴). تفاوت های عمده افیولیت - رادیولاریت هـای زاگرس بـا افیولیت ملانژهای سایر نواحی ایران به قرار زیر است ( اشتوکلین ۱۹۷۴):

۱- رسوبات وابسته و همـراه بـا رادیولاریـت هـا در زاگرس کـه همیشـه در قـاعده مجموعـه دیـده می شوند عموماً کمتر از انواعی هستند که در ملانژهای ایران مرکزی وجود دارند.

۲- جنس رسـوبات در نـوار افیولیتـی عمـان - زاگرس عمومـاً دارای واحدهـای آهکـی تخریبـی و توربیدایت های فراوان است در حالیکه در ملانژهای ایران مرکزی نهشته های فلیش و آهـک هـای پلاژیک بیشتر دیده می شود. در ضمن سنگ های دیابازی و اسپیلیتی در ملانژهای ایران مرکـزی زیاد ولی در زاگرس مقدار آن کم است.

۳- از نظر فسیل شناسی، در رسوبات وابسته به رادیولاریت های زاگرس، فسیل های پـالئوزوئیک و مزوزئیک دیده می شود و در همه حال، فاقد فسیل های جدیدتر از تورونین است، در حالی کـه در ملانژهای ایران مرکزی فسیل های اواخر کرتاسه دیده می شوند.

۴- سن سنگ های پوشاننده افیولیت ها در زاگرس نشـان دهنـده آن اسـت کـه اسـتقرار فلسـها و افیولیت های قبل از ماتریشتین یا اوایل آن صورت گرفته اسـت در حـالی کـه در ملانژهـای ایـران مرکزی، سن استقرار ماستریشتین پایانی تا پالئوسن است. سایر مجموعه های افیولیت ملانـژ ایـران از نظر پراکندگی جغرافیایی به سه صورت زیر تقسیم بندی می شوند:

**الف)** انواعی که به شکل نوار حلقوی در اطراف خرده قاره ایران مرکزی وجود دارد.

**ب)** افیولیت ملانژهای غرب دریاچه ارومیه که در سـمت مغـرب تـا ترکیـه ادامـه دارد، بـه عقیـده اشتوکلین (۱۹۷۴) احتمالاً بخش جنوبی این ملانژ با زون افیولیتی زاگرس کنتاکت بسته ای دارد.

**ج)** افیولیت های ناحیه قره داغ آذربایجان ( بربریان، ۱۹۸۱ ) که به عقیـده ایـن محققـان سـن آن کرتاسه فوقانی و عبارت از باقیمانده زون جوش خورده ای اسـت کـه در همیـن زمـان، ایـران را از سمت آذربایجان به قفقاز متصل می کرد.

مشخصات کلی افیولیت ملانژهای ایران به قرار زیر است:

۱- از نظر شیمیایی سنگ های آتشفشانی و دیابازهای از نوع کالک آلکالن و تولائیت هستند.
۲- سنگ های نفوذی اسیدی که در مرحله آخرین تفریق ماگما بوجود می آیند ( نظیر دیوریت کوارتزدار، تونالیت ها ) ضخامت و اهمیت چندانی ندارند و غالباً بصورت دایک یا رگه و یا زاوید جیب مانند ظاهر می شوند.
۳- گابرو در بسیاری از مجموعه های افیولیتی ایران فراوان بوده که غالباً از نوع تروکتولیت و نوریت هستند که گاه ساختمان لایه لایه و گاه حالت توده مانند دارند.
۴- سنگ های اولترامافیک عمده ترین واحد تشکیل دهنده در مجموعه افیولیتی ایران بوده و در بین آنها هارزبورژیت بیش از سایر انواع است. این سنگ ها کم و بیش به سرپانتینیت تبدیل شده اند.
۵- کرومیت ها عمدتاً در دونیت ها و بندرت در داخل هارزبورژیت ها دیده می شوند.
۶- غالباً مجموعه های افیولیتی ایران به شدت در هم ریخته بوده و واحدهای آن به آسانی قابل جدایش و نقشه برداری نیست و علّت نامگذاری آن به کالردملانژ یا افیولیت ملانژ به همین دلیل است.

### ۱-۶-۲-۲- نوار افیولیت - رادیولاریت زاگرس:

افیولیت - رادیولاریت های زاگرس و عمان از نظر چینه شناسی و ساختمانی وضع ثابت و یکنواختی دارند. در نیریز، قاعده این مجموعه به خوبی قابل ملاحظه است و بر اساس نوشته اشتوکلین (۱۹۷۴) بدون دگرشیبی و گسل خوردگی بر روی آهک های رسی سازند سروک ( سنومانین - تورونین ) قرار گرفته و شامل سه بخش زیر است:

**الف) بخش زیرین یا بخش رسوبی:** شامل رادیولاریت های قرمز رنگ همراه با چرت های لایه ای قرمز تا سبز و خاکستری است و در ان آهک متبلور و پرفسیل از نوع تخریبی و توربیدایتی با ضخامت زیاد دیده می شود و با کنتاکت مشکوک بر روی کربنات های کم عمق سازند سروک قرار دارد.

**ب) بخش میانی یا بخش ملانژ:** این بخش بر روی بخش رسوبی قرار دارد. ضخامت آن نسبت به دو بخش دیگر کم و شامل قطعات بیگان رسوبی و آذرین ( از نوع سنگ های اولترامافیک، ویاباژ، اسپیلیت) است که در یک زمینه رسوبی قرار دارد.

**ج) بخش فوقانی یا بخش افیولیتی:** در قاعده این بخش، توده افیولیتی به ضخامت چند متر دیده می شود. روی آن مجموعه هایی از قطعات آهکی متبلور که دچار دگرگونی ضعیف شده و ظاهراً نابجا است دیده می شود ( شمیرانی ۱۳۶۳) بر روی این آهک ها مجموعه های افیولیتی واقعی وجود دارد که ضخامت آنها به کیلومتر ها می رسد. در ناحیه شمال فارس مجموعه افیولیتی شامل واحدهای زیر است:

۱- واحد هارزبورژیت، تکتونیت، لرزولیت نفوذی ( سکانس قاعده ای )،
۲- واحدهای اولترامافیک شامل دونیت، کرومیت، ورلیت، وبستریت و کلینوپیروکسینت،
۳- واحدهای گابرویی ( گابروی زون انتقالی )،
۴- واحد دایک های صفحه ای که شامل دایک های دیابازی و بازالتی. مقدار کمی پلاژیوگرانیت در حد بین دیابازها و گابروهای فوقانی دیده می شود،
۵- واحد گدازه بالشی و رادیولاریت ها.

## ۱-۷- زمین شناسی ناحیه ای ارسنجان:

گسترده ورق ۱:۱۰۰۰۰۰ ارسنجان که در برگیرنده مساحتی نزدیک به ۲۶۰۰ کیلومتر مربع است، در میان دو طول خاوری ۵۳° تا ۳۰ ′ ، ۵۳° و عرض شمالی ۳۰ ′ ، ۲۹° تا ۳۰° و در پهنه های شمال خاوری استان فارس قرار می گیرد. بر اساس این ورقه دیدگاه های کلی در مورد زمین شناسی ساختمانی و چینه شناسی ناحیه ارسنجان قابل توصیف است.

بگونه ای کلی، میانگین راستای محور ساختمان های چین خورده و روند خطواره های بزرگ گسلی نزدیک ۴۰ درجه شمال باختری است. نبود تقارن در دو سوی پهلوی چین خوردگی ها، گرایش سطح محوری آنها به دو سوی جنوب باختری و شمال خاوری و ایجاد ساختمان های طاقدیسی عریض و منفرد و بالاخره وجود واتنش های محرض حاصله از خطواره های بنیادی همراه با برخاستگی پهنه ها (Uplift) از ویژگی های ساختاری در محدوده نقشه است. از دیدگاه زمین ساخت، از بخش های شمال خاوری به سوی جنوب باختر گسترده مورد بررسی، پهنه های ساختاری چون زیر پهنه توربیدایتی - رادیولاریتی، زون زاگرس مرتفع خارجی ( External high Zagros ) و منطقه میانی زاگرس ( Intermediate Zagros ) رخ می نماید.

دریاچه های فصلی و شور بختگان و طشک منتج از فعالیت عوامل زمین ساختی و نو زمین ساختی در ناحیه که در واقع حاصل آخرین فاز گسلی را پدیدار می کنند هستند. رودخانه دائمی کر به دریاچه بختگان می ریزد که موقعیت مکانی آن و بسیاری از چشمه ها و مسیر آبراهه های منطقه ارتباط تنگاتنگی با عوامل زمین ساختی دارد.

به لحاظ چینه شناسی رخنمون واحدهای قدیمی تا نهشته های جوان کواترنر در گستره ارسنجان دیده می شود، بطوری که طیف زمانی برونزدهای سنگی و رسوبی از پرکامبرین تا پلیستوسن زیرین است که این واحدها در بعضی مناطق توسط رسوبات کم ضخامت پلیوستوسن بالایی و هولوسن پوشیده شده اند. برونزد پرکامبرین بصورت دیاپیر نمکی در پهنه های جنوب غربی نمود یافته است. ارسنجان به تفکیک پهنه های ساختاری - رسوبی و چینه شناسی چنین است:

۱- پهنه زاگرس

پرکامبرین(؟)

سری هرمز

کامبرین (؟)

| | | |
|---|---|---|
| مزوزوئیک | سازند سورمه | سازند کژدمی |
| | سازند فهلیان | سازند سروک |
| | سازند گدوان | سازند گورپی |
| | سازند داریان | سازند ساچون |

| | |
|---|---|
| سنوزوئیک | سازند جهرم |
| | سازند رازک |
| | سازند بختیاری |

۲- پهنه توربیدایتی - رادیولاریتی

۳- نهشته های کواترنر

# فصل دوم

# نمونه برداری و روش کار اکتشافی

## ۲-۱- انتخاب مناسب ترین روش اکتشاف ژئوشیمیایی:

در ژئوشیمی اکتشافی چندین روش بررسی وجود دارد که اهمیت نسبی هر یک برای موارد مختلف متفاوت است. بر اساس محیط نمونه برداری، این بررسی ها شامل خاک، سنگ، رسوبات رودخانه ای، آبها، گیاهان، بخارات و غیره است. روش های دیگری از قبیل بررسی رسوبات یخچالی، دریاچه ای، دریایی نیز وجود دارد که عموماً از اهمیت کمتری برخوردارند ( حسنی پاک ۱۳۷۰ ). انتخاب یکی از روش های فوق در یک پروژه اکتشافی، تابع طبیعت ژئوشیمیایی عنصر مورد جستجو، نوع و قابلیت دسترسی به مواد نمونه برداری، شرایط آب و هوایی، هوازدگی و سرانجام ویژگی های توزیع آن عنصر، در ناحیه مورد مطالعه است. علاوه بر عوامل فوق، موقعیت اقتصادی کشور نیز اهمیت دارد، بطور کلی در حال حاضر، در کشورهای در حال توسعه روش بررسی " رسوبات رودخانه ای " در مرحله اکتشاف مقدماتی از معمولترین روش هاست. از نظر عمق مطالعه بررسی های اکتشافی به دو دسته بررسی های مقدماتی و بررسی های تفصیلی تقسیم می شوند. در یک پروژه اکتشافی که خوب طراحی شده است، باید هر مرحله اکتشافی راهنمایی باشد برای انجام مراحل بعدی که مفصل تر و دقیق تر انجام خواهد گرفت. انجام هر مرحله جدیدتر ما را در جهت تعیین محل و موقعیت اصلی کانی سازی پیش خواهد برد. در بررسی های مقدماتی حداکثر مساحت باید با حداقل مخارج مطالعه شود و پس از تعیین مناسب ترین نواحی از نظر کانی سازی روش بررسی تفصیلی به کار گرفته شود. برادشاو و همکاران (۱۹۸۰) با درک کامل این حقیقت که شرایط محلی ممکن است موجب نوساناتی شوند، توصیه کردند که بررسی های ژئوشیمیایی باید در کنار تمام اطلاعات زمین شناسی و ژئوفیزیکی انجام گیرد. آنها مراحل زیر را برای انجام یک پروژه اکتشافی ژئوشیمیایی پیشنهاد کرده اند:

۱- تحقیقات اولیه، شامل بررسی های صحرایی ( در مقیاس ناحیه ای ) و آزمایشگاهی که خود شامل موارد زیر است:

الف) تعیین اینکه آیا روش های ژئوشیمیایی مؤثر است یا خیر؟

ب) تعیین نوع پراکندگی ژئوشیمیایی که در ناحیه وجود دارد ( اپی ژنتیک، سین ژنتیک )،

ج) مطالعه اثر عوامل توپوگرافی، هیدرولوژی، شرایط اقلیمی، مواد آلی و اکسیدهای Fe و Mn در پراکندگی فلزات مورد نظر،

د) تعیین بهترین و مناسب ترین محیط برای نمونه برداری،

ه) تعیین ابعاد اپتیمم ( بهینه) شبکه نمونه برداری.

و) مطالعه عمقی خاک و عمق که باید از آن نمونه برداشت،

ز) تعیین مناسب ترین روش برداشت نمونه و تجزیه از نظر بازدهی،

ح) تعیین عنصر و یا عناصر معرف که باید تجزیه شوند و روش تجزیه آنها،

ت) تعیین نقش آلودگی ها در منطقه مورد مطالعه،

ی) تعیین حد نهایی مقدار زمینه ( حد آستانه ) در محیط های نمونه برداری شده،

۲- بررسی رسوبات رودخانه ای به دلیل سرعت زیاد عملیات نمونه برداری، مخارج کم و حوضه وسیع آنها.

۳- بررسی سنگ بستر برای تعیین محل نهشته ها یا هاله های اولیه همراه آن.

در منطقه اکتشافی ارسنجان حتی الامکان سعی شده است بر اساس فاکتورهای فوق یک طرح اکتشافی سودمند تهیه گردد که بتوان در مدت زمان انجام پروژه و متناسب با هزینه و مساحت منطقه، داده ها و اطلاعات زمین شناسی قابل قبولی به دست آورد. از آنجائی که بررسی مقدماتی و یا ناحیه ای در این منطقه پیشنهاد شده است، هدف بررسی های انجام شده در ناحیه مذکور ارزیابی پتانسیل کانساری ناحیه ای با ۲۲۰۰ کیلومتر مربع می باشد. بنابراین در این بررسی ها هدف تعیین محل و موقعیت یک توده کانساری خاص نیست، بلکه تعیین شدت، ماهیت و حدود آنومالی های ژئوشیمیایی و در نهایت ارزیابی پتانسیل کانساری در ناحیه اکتشافی است.

## ۲-۲- بررسی های اکتشافی ( مقدماتی ) کوچک مقیاس در ناحیه ارسنجان

( ۱:۲۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰۰ )

هدف اصلی چنین بررسی هایی در این منطقه، تعیین نواحی است که باید به منظور کشف توده های کانساری و نقاط امید بخش زیر پوشش عملیات تفصیلی قرار گیرند. بدین منظور مراحل زیر باید به ترتیب انجام شود:

۱- به موازات مطالعه ویژگی های ژئوشیمیایی سنگ های آذرین، دگرگونی و رسوبی در ناحیه، باید کوشش هایی در جهات زیر بعمل آید:

الف) شناخت کمپلکس های زمین شناسی در این دو منطقه که شامل پهنه های رسوبی زاگرس، پهنه های دگرگونی سنندج - سیرجان و نوارهای افیولیتی - رادیولاریتی و رسوبات دریاچه ای می باشند.

ب) به دست آوردن داده هایی که برای حل مسائل زمین شناسی گوناگون (مانند مسائلی که با فعالیت های ماگمایی، دگرگونی و شرایط رسوبگذاری در ارتباط هستند) لازم می باشد. در محدوده اکتشافی ارسنجان سنگ های آذرین، دگرگون و رسوبی در بعضی نقاط قابل تفکیک نیستند که لزوم استفاده از ابزارها و داده های گوناگون در حل این مسأله ضروری به نظر می رسد.

ج) به دست آوردن داده هایی در جهت تعیین سطح فرسایشی ناحیه و شدت فرآیندهای هوازدگی، چنین مطالعاتی در کنار تحقیقات زمین شناسی انجام می پذیرد.

۲- بررسی های لیتوژئوشیمایی مقدماتی که بطور همزمان با مطالعات هیدروژئوشیمایی و پراکندگی های ثانویه در نقاط مورد پیمایش قرار می گیرد. جدول ۲-۱ مراحل یک مطالعه سیستماتیک ژئوشیمیایی را نشان می دهد.

## ۲-۳- روش های نمونه برداری:

### ۲-۳-۱- تقسیم بندی سیستم های نمونه برداری:

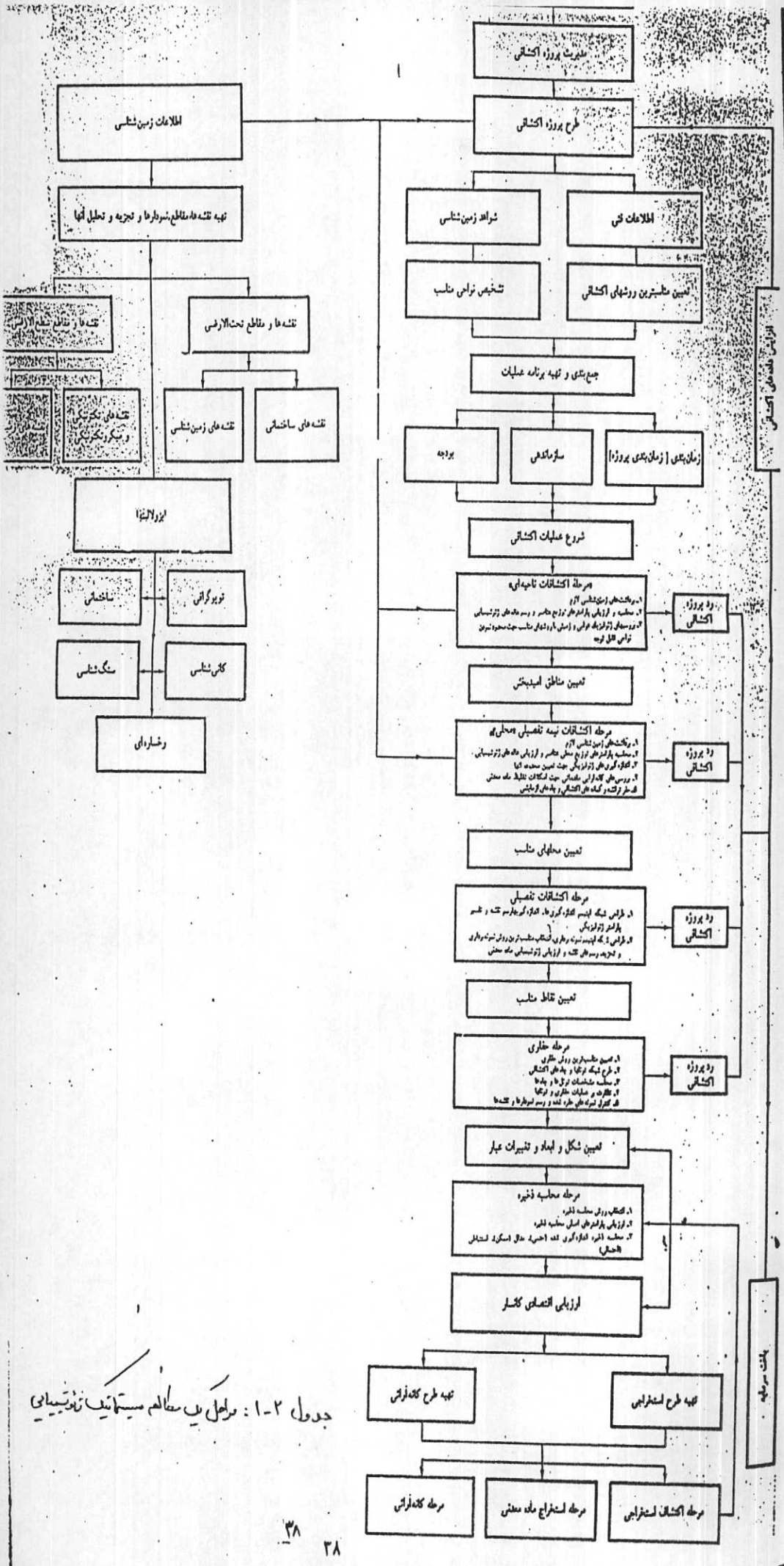
نمونه برداری یکی از اساسی ترین مراحل در کارهای اکتشافی می باشد، به طوری که یک نمونه برداری صحیح با توجه به فاکتورهای منطقه ای می تواند باعث افزایش دقت و صحت در نتایج گردد. سیستم های نمونه برداری بسیاری وجود دارد که بر اساس فاکتورهای گوناگونی تقسیم بندی می گردند.

### ۲-۳-۱-۱- تقسیم بندی سیستم های نمونه برداری بر اساس هندسه فضایی نمونه برداری:

بسته به اینکه از دیدگاه هندسی، یک فضای نمونه برداری از مواد معدنی را بتوان با تقریب قابل قبول یک بعدی، دو بعدی و یا سه بعدی فرض نمود ۳ حالت ممکن است پیش آید. بعد اصلی در یک فضای نمونه برداری یک بعدی، طول آن است و مقدار متغیر تصادفی ممکن است بطور کلی و جزئی تابعی از X فرض شود C=F(x)، مثال بارز این نوع نمونه برداری نوار نقاله یا لوله های پالپ است.

در فضای نمونه برداری دو بعدی، با دو بعد طول و عرض سروکار داریم. بنابراین نمونه برداری از یک سطح فرضی انجام می شود و مقدار متغیر تصادفی ممکن است بصورت کلی و یا جزئی تابعی از Y,X فرض شود C=F(x). برای مثال نمونه برداری ژئوشیمیایی از سطح فوقانی افق B خاک را می توان از این نوع دانست. درسیستم های نمونه برداری سه بعدی، هر سه بعد طول، عرض و ارتفاع ( عمق ) دارای اهمیت هستند. به عبارت دیگر، هر سه بعد به طور قابل ملاحظه ای در مقدار متغیر سهیم می باشند در نتیجه C= F(X,Y,Z). مثال هایی از این نوع سیستم عبارتند از: تودهای کانساری، مواد معدنی انبار شده، یا به طور کلی هر واحد نمونه برداری که در آن لزوم دسترسی به قسمت های عمقی نیز مطرح باشد. شکل ۲-۱ فضای هندسی انواع نمونه برداری را نشان می دهد.

در انجام این پروژه اکتشافی سعی شد که اساس کار بر این سه نوع نمونه برداری قرار گیرد. بدین ترتیب که در بعضی نقاط مانند رگه های آهن دار از نمونه برداری یک بعدی و به صورت خطی و در تونل های اکتشافی تا حدودی به صورت سه بعدی، نمونه برداری انجام شد،




جدول ۲-۱: مراحل یک سامانه سیستماتیک اکتشافی

همچنین نمونه های گرفته شده از دریاچه آباده طشک در غالب یک نمونـه بـرداری دو بعـدی و از سطح رسوبات این دریاچه ها انجام گرفت.

### ۲-۳-۱-۲- تقسیم بندی بر اساس روش نمونه برداری:

هر یک از فضاهای یک، دو و یا سـه بعـدی را مـی تـوان بـه یکـی از روش هـای کـاملاً تصـادفی، ردیفـی تصـادفی و ردیفـی سیسـتماتیک نمونـه بـرداری کـرد. بنـابراین از هـر فضـای نمونه برداری، بر حسب شرایط، می توان به یکی از نه روش گفته شده نمونه برداری کـرد ( جـدول ۲-۲ ).

جدول ۲-۲ انواع نه گانه سیستم های نمونه برداری بعنوان تابعی از هندسه فضایی

| روش فضایی نمونه برداری | کاملاً تصادفی | ردیفی تصادفی | ردیفی سیستماتیک |
|---|---|---|---|
| یک بعدی | ۱ | ۲ | ۳ |
| دو بعدی | ۴ | ۵ | ۶ |
| سه بعدی | ۷ | ۸ | ۹ |

### ۲-۳-۲- فضاهای نمونه برداری یک بعدی

این سیستم ها بیشتر در بخش هایی دیده می شوند که مواد به طور خطی از قسمتی بـه قسمت دیگر در حال انتقال هستند. حالات مختلف این نمونه برداری عبارتند از:

### ۲-۳-۲-۱- نمونه برداری یک بعدی کاملاً تصادفی:

در این حالت می توان به هر یک از واحدهای اولیه سیستم یک بعدی، که بنا بـه تعریـف مشخص می شوند ( به طور مکانی یـا زمـانی ) شـماره ای نسـبت داد. سـپس بـا اسـتفاده از روش انتخاب اعداد تصادفی شماره هایی را انتخاب کرد و از مکان ها یا زمان های نظیر آن شـماره هـایی تصادفی نمونه برداری کرد. در منطقه ارسنجان به علّت عدم بازدید قبلی از محـل نمونـه بـرداری و عدم دقت کافی در این روش از آن استفاده نشد.

### ۲-۳-۲-۲- نمونه برداری یک بعدی ردیفی تصادفی:

در این مورد، سیستم یک بعدی بنا به تعریفی مشخص ( مکانی یا زمانی ) به یـک سـری واحد اولیه به نام ردیف تقسیم می شود. سپس در محدوده هر ردیـف، جـزء نمونـه هـای لازم کـه تعدادشان باید الزاماً در همه ردیف ها ثابت باشد، به روش انتخاب اعداد تصادفی، برداشت می شـود. در این تحقیق از این نوع نمونه برداری نیز استفاده نشد.

### ۲-۳-۲-۳- نمونه برداری یک بعدی ردیفی سیستماتیک:

در نمونه برداری به روش ردیفی تصادفی، جزء نمونه ها در هر ردیف به صـورت تصـادفی انتخابی می شوند. ولی در این حالت، فقط محل نمونه اول به طور تصادفی انتخاب می شود و بقیـه نمونه ها به دنبال آن در فواصل مکانی یا زمانی ثابت و معین انتخاب می شوند.

### ۲-۳-۳- سیستم های نمونه برداری دو بعدی:

این سیستم ها بیشتر برای واحدهای نمونه برداری ساکن کاربرد دارد. همانطور که قبلاً نیز اشاره شد در سیستم های دو بعدی، عمق یا ارتفاع سلول های سازنده واحد نمونه برداری نسبت به طول و عرض آنها چندان قابل ملاحظه نیست و یا اینکه اگر هم عمق واحد نمونه برداری قابل ملاحظه است مقدار متغیر تصادفی را در حد قابل قبولی می توان مستقل از آن دانست. البته در عمل هنگام نمونه برداری از این سیستم ها باید به عمق توجه داشت و باید نمونه تمام عمق یا ارتفاع سلول نمونه برداری را در بر بگیرد ( شکل ۲-۲ ).

### ۲-۳-۳-۱- نمونه برداری دو بعدی کاملاً تصادفی:

در این مورد هم مشابه نمونه برداری یک بعدی کاملاً تصادفی، موقعیت مکانی برداشت نمونه ها بر اساس اعداد تصادفی انتخاب می شود. البته به مختصات تصادفی هر نقطه یعنی دو عدد تصادفی یکی برای x و دیگری برای y نیاز داریم.

### ۲-۳-۳-۲- نمونه برداری دو بعدی ردیفی تصادفی:

در این حالت در هر سلول از سیستم دو بعدی، موقعیت برداشت نمونه ها به صورت تصادفی انتخاب می شود. اعداد تصادفی در این حالت باید در داخل محدوده هایی برای x و y که در واقع همان حدود سلول های مختلف است، تعیین شود.

### ۲-۳-۳-۳- نمونه برداری دو بعدی ردیفی سیستماتیک

در این حالت از نقاط مشخصی از هر سلول ( مثلاً وسط آن ) نمونه برداری می شود. بنابراین تعداد انتخاب ها برای محل نمونه برداری از هر سلول، فقط یکی خواهد بود. در محدوده اکتشافی ارسنجان این نوع نمونه برداری ( کلاً دو بعدی ) کاربرد فراوان داشته است به طوری که تمامی نمونه هایی که از غرب دریاچه یا آباده طشک برداشت شده است در غالب یکی از سه حالت فوق بود. نمونه بردار سه بعدی در این تحقیق به آن صورت استفاده نشد مگر در موارد خاص. دلیل این امر کاربرد فراوان نمونه برداری سه بعدی در مراحل تفصیلی و یا نیمه تفصیلی اکتشافات ژئوشیمیایی می باشد. از طرفی در نمونه برداری سه بعدی حفر گمانه از ابزار اصلی به حساب می آید که در اکتشاف ناحیه ای گمانه کاربرد چندانی ندارد. با این حال در بعضی از نقاط به دلیل اینکه هم سطح نمونه و هم عمق آن قابل دسترسی بود از این روش در حد بسیار محدودی استفاده شد.

## ۲-۴- نمونه برداری از تونل ها، ترانشه ها:

با توجه به اینکه در این پروژه اکتشافی، چندان نقاط معدنی و یا ترانشه وجود نداشت این روش چندان مورد استفاده قرار نگرفت. به هر حال در خصوص این نوع نمونه براری و روش های آن توضیحاتی داده می شود.

### ۲-۴-۱- نمونه برداری کانالی (Channel Sampling):

در این روش معمولاً شیاری ( کانـالی ) بـه عـرض ۵ تـا۱۲ سـانتی مـتر و عمـق ۲ تـا ۵ سانتی متر در سراسر سطحی از ماده معدنی حفر می شود و مواد حاصل از حفر این شیار به عنـوان نمونه از محیط اصلی جدا می گردد. در صورتی که محیط نمونه برداری از سنگ تشکیل شده باشـد قبل از برداشت نمونه، ابتدا سطح سنگ باید به طور کامل تمـیز شـود. روش و درجـه تمـیز کـردن سطح سنگ، بـه مـیزان آلـودگی آن و همچنیـن درجـه آلتراسـیون آن بسـتگی دارد. ابعـاد کانـال نمونه برداری به وضعیت ماده معدنی و ضخامت آن بستگی دارد. جدول ۲-۳ ابعـاد مناسـب بـرای کانال را بر اساس استانداردهای روسیه ارائه می دهد.

جدول ۲-۳- ابعاد سطح مقطع کانال نمونه برداری به عنوان تابعی از ضخامت ماده معدنی

| | ضخامت ماده معدنی | | |
|---|---|---|---|
| وضعیت کانی سازی | بیش از ۲/۵ متر | ۰/۵ تا ۲/۵ متر | کمتر از ۰/۵ متر |
| خیلی منظم و منظم | ۵×۲ Cm | ۶×۲ cm | ۱۰×۲ cm |
| نا منظم | ۸× ۲/۵ Cm | ۹× ۲/۵ cm | ۱۰× ۲/۵ cm |
| خیلی نامنظم | ۸×۳ | ۱۰×۳ cm | ۱۲ ×۳ cm |

بسته به وضعیت ماده معدنی، امتداد کانال نمونه برداری ممکن است قائم، افقی یـا مـایل باشد. ولی نکته مهم آن است که امتداد کانال حفر شده باید تا حد ممکن، به موازات امتدادی باشـد که حداکثر تغییر پذیری ماده معدنی وجود دارد، که معمولاً عمود بر رگه یا لایه ماده معدنی اسـت. در منطقه اکتشافی نیریز از ترانشه های حفر شده در اندیس های رو باز منگنز نمونه برداری کانـالی صورت گرفت تا عیار متوسط منگنز در ایـن اندیـس هـا بـه درسـتی محاسـبه گردد. حداکـثر ایـن اندیس ها به صورت لایه های افقی و همراه بـا لایـه هـای رادیولاریتـی ( چرتـی ) مـی باشـند کـه نمونه برداری کانالی انجام شده در این اندیس ها عمدتاً به صورت نمونه برداری با کانال قـائم بـوده است.

### ۲-۴-۲- نمونه برداری لبپری (Chip Sampling):

این روش معمولاً هنگامی به کار می رود که سنگ خیلی سـخت باشـد و نمونـه بـرداری کانالی به سادگی انجام پذیر نباشد. همچنین در حالتی که ماده معدنی تغییر پذیـری خیلـی کمـی دارد نیز می توان این روش را به کار برد. در این حالت نتایجی که به دست می آید تـا حـد زیـادی مشابه حالت نمونه برداری کانالی خواهد بود.

در این روش از هر نقطه از واحد نمونه بـرداری قطعـاتی از مـاده معدنـی بـه وزن حـدود ۱۰۰گرم برداشت می شود. برای آنکه نمونه کلی برداشت شده با این روش تا حد بیشـتری مصـرف واحد نمونه برداری باشـد، بـهتر اسـت ابتـدا یـک شـبکه مربعـی یـا لـوزی شـکل در سـطح واحـد نمونه بـرداری رسـم و پـس از مرکـز هـر چـهار ضلعـی یـا رئـوس شـبکه آن نمونـه بـرداری کـرد ( شکل ۲-۳ ). در حالت کلی، بدیهی است که چگالی نقاط نمونه برداری و تعداد و وزن نمونه ها به درجه تغییر پذیری واحد نمونه برداری بستگی دارد. جدول ۲-۴ تعداد نمونه های و وزن هر یـک را به عنوان تابعی از درجه تغییر پذیری کانسار نشان می دهد:

جدول ۲-۴- تعداد وزن لبپرها برای درجات مختلفی
از تغییر پذیری کانسار

| وضعیت کانی سازی | تعداد لبپرها | وزن لبپرها (گرم) | وزن کلی نمونه (Kg) |
|---|---|---|---|
| خیلی منظم تلنظ | ۱۶-۱۲ | ۱۲۰ | ۲-۱/۵ |
| نا منظم | ۱۵-۲۰ | ۲۵۰ | ۲ - ۵ |
| خیلی نامنظم | ۵۰-۳۶ | ۵۰۰ | ۲۵-۱۸ |

### ۲-۴-۳- نمونه برداری کلوخه ای (Grab Sampling)

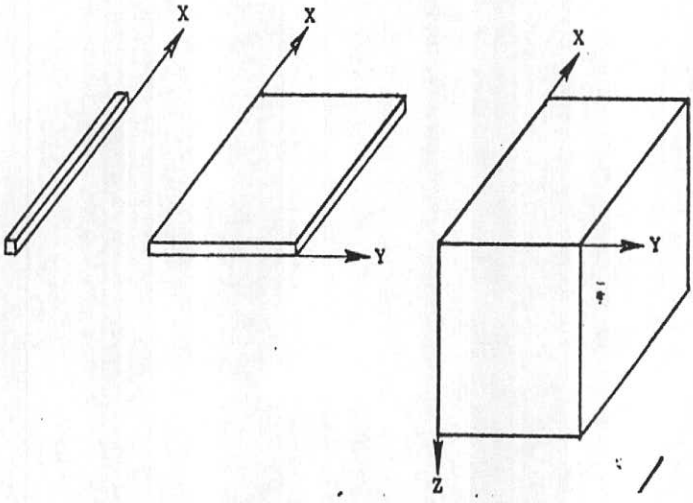
این روش نمونه برداری، خیلی آسان و سریع انجام مـی شـود. در ایـن روش، پـس از هـر نوبت آتشباری در تونل های دنباله رو، یک تور را روی ماده معدنی خرد شده پهن کرده و از وسـط هر یک از چهار خانه های تور، قطعه ای از ماده معدنی برداشت می شود و مجموعه این قطعـات یـا کلوخه ها، نمونه کلی در آن قسمت از تونل را تشکیل می دهد.

### ۲-۴-۴- نمونه برداری توده ای (Bulk Sampling)

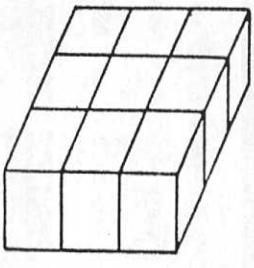
اگر کانی سازی به صورتـی کـاملا نـا منظـم و پراکنـده انجـام شـده باشـد، از ایـن روش نمونه برداری استفاده می شود. مقدار و تعداد نمونه های لازم در این روش بر اساس تغییرپذیری در واحد نمونه برداری مشخص می شود. روش کار بدین صورت است که نمونه هـای برداشـت شـده از قسمت های مختلف واحد نمونه برداری با هم مخلوط شده و نمونه تـوده ای را تشـکیل مـی دهـد. وزن این نمونه ها ممکن است دهها کیلوگرم تا چندین تن باشد. از این دو روش نمونـه بـرداری در این تحقیق استفاده نگردید.

## ۲-۵- آماده سازی نمونه های اکتشافی:

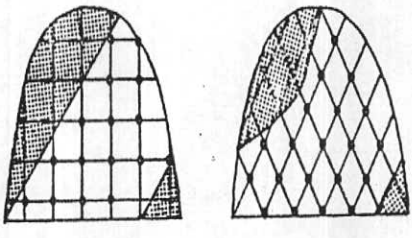
اطلاع از نقاط ضعف مراحل مختلف آماده سازی نمونه ها و سعی در بر طرف کـردن آنـها موجب کاهش احتمال بروز خطاهای سیستماتیک جدی در این مرحلـه از عملیـات مـی شـود و در




شکل ۲-۱: فضای هندسی انواع نمونه برداری



شکل ۲-۲: سیستم نمونه برداری دوبعدی وسلول های آن



شکل ۲-۳: نمونه برداری لب پری در یک تونل

نتیجه موجب افزایش صحت نتایج می گردد. نمونه هایی که در مرحله اکتشاف برداشت می شوند معمولا دارای حجم کمی هستند، بنابراین می توان آنها را در سنگ شکن های آزمایشگاهی یا هاون های چدنی خرد کرد. در صورتی که قطعات نمونه ها خیلی درشت باشند، باید ابتدا آنها را بوسیله چکش تا قطر مناسب خرد کرد. به طور کلی در پروژه اکتشافی انجام گرفته در شهرستان ارسنجان مجموعا ۴۰ نمونه برداشت گردید. نمونه های برداشت شده را با توجه به مورفولوژی و شرایط زمین شناسی منطقه می توان به ۴ دسته تقسیم نمود:

۱- نمونه های سنگی برداشت شده به روش لبپری ( چکشی ) از واحدهای احتمالا کانه دار،

۲- نمونه های معدنی که از سنگ های برداشت شده و یا اندیس های قدیمی برداشت شدند،

۳- رسوبات سطحی دریاچه های بختگان و آباده طشک،

۴- آب و لجن دریاچه های بختگان و آباده طشک.

هر یک از این نمونه آماده سازی خاص خود را می طلبد اولین قدم در آماده سازی نمونه های معدنی خرد کردن نمونه ها می باشد که در زیر به اختصار تشریح خواهد شد.

**۲-۵-۱- خرد کردن و شکستن نمونه ها:**

خرد کردن نمونه های اکتشافی معمولا به چند روش صورت می گیرد که مهمترین آنها استفاده از چکش های مکانیکی می باشد. در مورد نمونه های برداشت شده در این تحقیق، نمونه های سنگی عمدتا توسط چکش زمین شناسی و یا چکش های مکانیکی خرد شدند. همچنین نمونه های حاصل از توده های معدنی نیز به همین روش خرد و به قطعات کوچکتر تقسیم گردیدند.

از این میان نمونه های شیاری و همچنین نمونه های رسوب دریاچه های آباده طشک نیازی به خرد کردن نداشتند و بدون هیچ گونه نمونه کوبی به آزمایشگاه ارسال گردیدند. نمونه های آب و لجن برداشت شده نیز به همان صورت برداشت شده برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال شدند.

**۲-۵-۲- تقسیم و کاهش وزن نمونه ها:**

در اغلب موارد نمونه برداشت شده آنقدر زیاد می باشند که نمی توان برای عیارسنجی و یا اندازه گیری های دیگر مستقیما آن را به آزمایشگاه فرستاد. بدین دلیل باید ابتدا مقدار آن را کاهش داد. این عمل باید به نحوی انجام شود که زیر نمونه نهایی در حد قابل قبولی معرف نمونه اصلی باشد. مقدار کاهش نمونه، عملی ظریف و حساس است و همواره باید تحت نظارت افراد با تجربه انجام گیرد. اغلب نمونه های برداشت شده بسیار زیاد می باشند یا نمونه های سنگی به لحاظ حجم بسیار بزرگ هستند که آنها به قطعات کوچکتر و به منظور انجام آنالیز های متفاوت از قبیل آنالیزهای شیمیایی و پتروگرافی تقسیم شدند و سپس به آزمایشگاه ارسال شدند. نمونه های رسوب و آب نیز به همین صورت تقسیم شدند و مقداری از آنها نیز بایگانی گردید و سپس به آزمایشگاه ارسال گردیدند.

### ۲-۵-۳- آسیا و سرند کردن

معمولا در آزمایشگاه برای اینکه ذرات موجود در نمونه دارای شرایط قطری معینی باشند، نمونه را پودر و پس سرند می کنند. اندازه نهایی دانه ها در زیر نمونه تجزیه ای بستگی دارد به نوع اندازه گیری و آزمایش که مد نظر مـی باشـد. در حـال حـاضر، ذراتـی بـا قطـر ۸۰ میکـرون بـرای تجزیه های شیمیایی تر و همچنین تجزیه با دسـتگاه هـای جـذب اتمـی و اسـپکترومتری تابشـی، مناسب می باشند.

## ۲-۶- روش های تجزیه ای مورد استفاده در اکتشاف ناحیه ای ارسنجان

روش های تجزیه و تخریب شیمیایی بـه کـار بـرده شـده در بررسـی هـای ژئوشـیمیایی اکتشافی فوق العاده گوناگون است. اگر مقدار یک عنصر کمیاب که در یک نمونه ژئوشیمیایی مـورد اندازه گیری قرار می گیرد جزء کوچکی ( ۱۵٪ یا کمتر ) از کل مقدار همان عنصر در نمونـه باشـد، تجزیه را اصطلاحا تجزیه جزیی می نامند. برای مثال می توان از روش تجزیه ای استخراج بـا اسـید سرد نام برد. از طرف دیگر اگر اندازه گیری ۱۰۰٪ یک عنصر کمیاب موجود در یک نمونه مورد نظر باشد این تجزیه را اصطلاحا تجزیه کلی می نامند، که می توان با اسـتفاده از ایـن روش هـا صـورت گیرد:

۱- اسپکتروگرافی تابشی

۲- فلوئورسانس اشعه ایکس ( XRF )

۳- اندازه گیری بعد از تخریب شیمیایی کامل از طریق ذوب

۴- تجزیه و تخریب شیمیایی یک اسید قوی و سپس اندازه گیری به طریق کالری متری یـا جـذب اتمی (Atamic Absorption).

در انجام یک عملیات ژئوشیمیایی اکتشافی به دلیل وسعت زیاد منطقه و فراوانی نمونه ها و از طرفی هزینه انجام آنالیزها نیاز می باشد که یـک روش مناسـب تشـخیص داده شـود. بـر ایـن اساس در ایـن تحقیـق روش مـورد اسـتفاده بـرای تجزیـه کلـی نمونـه هـا جـذب اتمـی (Atomic Absorption) انتخاب گردید و محل انجام آن آزمایشگاه کرج بـود. البتـه تجزیـه کلـی تقریبـا بـرای تمامی نمونه های ژئوشیمی انجام پذیرفت که در آن اکسیدهای اصلـی و عنـاصر کمیـاب ( Trace ) مدنظر بوده است. تعدادی نمونه های رسوب دریاچه ای آباده طشک نیز به منظور تجزیـه عنصـری ($Na^+, Ca^{2+}, Li^+, K^+, Mg2^+, .....$) تحت آنالیز قرار گرفتند. متناسب با اهداف اکتشـافی، در هـر منطقـه، نمونه هایی نیز برای آنالیز به روش های دیگر از جمله XRD و یک یا دو نمونـه نـیز بـرای SEM بـه آزمایشگاه ارسال گردیدند.

# فصل سوم

# مطالعات زمین شناسی و پی جوئی

## ۳-۱ زمین شناسی کلی منطقه ارسنجان:

ارسنجان در برگیرنده مساحتی نزدیک به ۲۶۰۰ کیلومتر مربع در میان دو طول خاوری ۵۳/۰۰ تا ۵۳/۳۰ و عرض شمالی ۲۹/۳۰ تا ۳۰/۰۰، در پهنه های شمال خاوری شیراز در استان فارس، جای گرفته است. مهمترین مراکز جمعیتی در منطقه، شهر ارسنجان و خرامه است که فاصله آنها به ترتیب تا شیراز نزدیک به ۱۵۰ و ۸۰ کیلومتر می باشد.

پستی و بلندهای ناحیه به صورتی است که از بخشهای جنوب باختری به سوی نواحی شمال خاوری به گونه ای چشمگیر بر ارتفاع آن افزوده می شود، آن چنان که اختلاف ارتفاع دشتهای شمال خاوری ( شمال کوه چنار ) نسبت به پهنه های جنوبی نزدیک ۵۰۰ متر است، این چنین ناهمسانی در ارتفاع، موجب تغییرات سیستم آب و هوایی گردیده است چنانچه کاهش متوسط دما و افزایش میزان بارش سالیانه در پهنه های شمال خاوری به گونه ای کامل آشکار است. بلندترین کوه منطقه ۲۸۶۲ متر ( کوه سیاه ) و کمترین آن نزدیک به ۱۵۵۸ متر از سطح تراز دریا مربوط به دشتهای جنوبی می باشد.

به گونه ای کلی، میانگین راستای محور ساختمانهای چین خورده و روند خطواره های بزرگ گسلی نزدیک ۴۰ درجه شمال باختری است. نبود تقارن در دو سوی پهلوی چین خوردگیها، گرایش سطح محوری آنها به دو سوی جنوب باختری و شمال خاوری و ایجاد ساختمانهای طاقدیسی عریض و منفرد و بالاخره وجود خطواره های بنیادی همراه با بالا آمدگی ( Uplift ) از ویژگی های ساختاری در محدوده ارسنجان است.

از دیدگاه زمین ساخت، از بخشهای شمال خاوری به سوی جنوب باختر منطقه، پهنه های ساختاری چون زیر پهنه توربیدایتی - رادیولاریتی، پهنه زاگرس مرتفع خارجی ( External High Zagros ) و زیر پهنه بینابینی ( Intermediate Zagros ) وجود دارد، چنین تغییر در زونهای ساختاری هم آهنگ با کاهش ژرفائی نزدیک به ۵۰۰۰ متر در پی سنگ نواحی شمال خاوری است. دریاچه فصلی و شور طشک با ساختاری متاثر از عملکرد عوامل زمین ساختی و قسمتهای خاوری را فرا می گیرد.

طیف زمانی برونزدهای سنگی و رسوبی از پرکامبرین تا پلیستوسن زیرین است که این واحدها در پاره ای مناطق توسط رسوبات کم ضخامت پلیستوسن بالایی و هولوسن پوشیده

شده اند. برونزد پرکامبرین به صورت دیاپیر نمکی در پهنه های جنوب باختری گستره نمـود یافتـه است. شکل ۳-۱ نقشه زمین شناسی منطقه ارسنجان را نشان می دهد.

**الف) چینه شناسی:**

رخنمون واحدهای کهن تا نهشته های جوان کواترنر به تفکیک پهنـه هـای سـاختاری - رسوبی چنین است:

**۱- پهنه زاگرس:**

**۱-۱ پرکامبرین - کامبرین:**

**- سری هرمز:**

قدیمی ترین سنگهای نمایان در منطقه بررسی شده مربـوط بـه سـری نمکـدار هرمـز می باشد. این سری با تأثیر از پدیده دیاپریسمی و عوامل زمین ساختی بصـورت گنبـدی منفـرد در شمال روستای ایزد خواست، در سطح نمایان شده است. همبری این سری با رسوبات کواترنر دشـت می باشد. از نظر سنگ شناختی سری هرمز در برگیرنده ترکیـب در هـم و بـه شـدت تکتونـیزه از سنگ آهک و دولومیت متورق و برشی شده، به رنگهای خاکستری تیره و زرد متمایل به قـهوه ای، سنگ های آذرین سبز رنگ، مارن هایی به رنگ زرد متمایل به سبز، بنفش و قرمز، نمک، ژیپـس و انیدریت است، در رابطه با سن این سری شواهد قطعی به دست نیامده است.

**۱-۲ مزوزوئیک (Mesozoic):**

**- سازند سورمه :**

برونزدهای سازند سورمه پهنه مورد پژوهش محدود بـه قسـمتهای جنوبـی کـوه سـیاه و ناانجیر است. از نظر ویژگی های سنگ شناختی بخشهای نمایان این سازند در بـرگیرنـده تنـاوبی از سنگ آهک، آهک رسی، آهک دولومیتـی و دولومیـت بـه رنگهـای خاکسـتری تـیره و خاکسـتری متمایل به قهوه های است. بخشهای نمایان این سـازند در کـوه سـیاه بـالغ بـر ۷۰۰ مـتر اسـت. از نمونه های سازند سورمه، سنگواره های زیر باسن ژوراسیک میانی تا بالایی به دست آمده است.

Nipponophycus sp., Trchammina sp., Orbitopsella sp.,
Textularids, valvuinids, Ostracoda.

**- سازند فهلیان:**

برونزدهای سازند فهلیان در امتداد کوه سیاه تا کوه ناانجیر گسترش قابل توجـه ای دارد، از دیدگاه سنگ شناختی شامل ضخامت نزدیک به ۳۶۰ متر از تناوب چینه هایی ضخیم تـا بسـیار ضخیم سنگ آهک و آهک رسی به رنگهای خاکسـتری تـا خاکسـتری تـیره بـوده کـه بـا ظـاهری برجسته نمود دارد، سنگواره های شناسائی شده این سازند به شرح زیر است:

Ammobaculites sp., Quinquloculina sp., Actinoporella
Podolica , Hiponophycus sp., Shell fragment.

آثار سنگواره های بررسی شده در توالی رسوبی این سازند، گویای سن کرتاسه پائینی ( نئوکومین ) است. مرز زیرین سازند فهلیان به گونه ای یکنواخت و پیوسته ( Transitional , Conformable ) بر سازند سورمه قرار دارد.

**- سازند گدون:**

برونزدهای سازند گدوان در امتداد کوه سیاه تا ناانجیر گسترش دارد، این سازند به دلیل پایداری اندک سنگ نهشته های آن در برابر عوامل فرسایشی با ظاهری ملایم و فرسوده حدفاصل دو سازند سخت و برجسته فهلیان ( در زیر ) و داریان ( در بالا ) نمود دارد.

همچنین به سبب ناسازگاری لایه های شیلی و مارنی آن در همجواری با گسله ها، با تغییر ضخامت کم و بیش همراه است، به همین سبب ضخامت این سازند به گونه ای متغیر از ۵۰ تا بیش از ۳۰۰ متر دیده می شود. توالی سنگ شناختی سازند گدون با لایه های سنگ آهک رسی متوسط تا ضخیم لایه به رنگ هوازده خاکستری متمایل به زرد و خاکستری تیره آغاز و با تناوبی از چینه های نازک تا متوسط لایه شیل، مارن و سنگ آهک رسی به همراه لایه های سنگ آهک ضخیم لایه به رنگ خاکستری متمایل به قهوه ای در بردارنده سنگواره های فراوان است.

آثار فسیلی گویای سن هم ارز بارمین - آپتین برای این سازند معین شده است، همبری پائینی سازند گدون با سازند فهلیان به گونه ای همساز ( Conformable ) است.

**- سازند داریان:**

ردیف رسوبی داریان با لایه های سنگ آهک رسی و سیلیسی متوسط لایه با رنگ هوازده خاکستری روشن و رنگ خاکستری تا تیره در بردارنده رگه های نازک چرتی سیاه رنگ، آغاز و با تناوب چینه های متوسط تا بسیار ضخیم سنگ آهک سخت و صخره ساز به رنگهای خاکستری روشن تا تیره مملو از اربیتولین، همچنین وجود ترکیبات آهن دار ادامه می یابد. رسوبهای این سازند با ضخامت بیش از ۲۶۰ متر به گونه ای همساز ( Conformable ) سازند گدوان را می پوشاند.

**- سازند کژدمی:**

از دیدگاه سنگ شناختی این سازند در گستره مورد پژوهش با دو رخساره متفاوت به شرح زیر مشخص می شود:

الف) توالی رسوبی سازند کژدمی در کوه سیاه و کوه ناانجیر به سوی پهنه های جنوبی آن در برگیرنده تناوبی از لایه های نازک تا ستبر به همراه چینه های متوسط تا بسیار ضخیم لایه سنگ آهک اربیتولین دار به رنگ خاکستری تیره حاوی ترکیبات آهن دار است. این توالی به دلیل پایداری پائین سنگ نهشته های آن در برابر عوامل فرسایشی با ظاهری ملایم در مرز میان دو سازند چهره ساز داریان ( در زیر ) و سروک ( در بالا ) نمود دارد و همچنین به سبب ناسازگاری

لایه های مارنی آن در همجواری با گسله ها، با تغییرات کم و بیش در ضخامت همراه است، به همین سبب ضخامت این سازند به گونه ای متغیر از ۵۰ تا بیش از ۲۵۰ متر دیده می شود.

ب) برونزدهای این سازند در کوه چنار کربناتی تر شده و مجموعه ای از تناوب چینه های سنگ آهک متوسط با بسیار ضخیم لایه سخت و چهره ساز به همراه لایه های نازک تا متوسط لایه مارن و سنگ آهک مارنی و رسی با ستبرای بیش از ۲۰۰ متر نمود دارد.

آثار سنگواره های بررسی شده، گویای سن آپتین - آلبین است. مرز زیرین سازند کژدمی با سازند داریان پیوسته نما ( Conformable ) است و هیچ گونه آثار و شواهدی دال بر ناهمسازی در این مرز وجود ندارد.

**- سازند سروک:**

از دیدگاه سنگ شناختی این سازند با ضخامت نزدیک به ۴۰۰ متر، با تناوب چینه های نازک تا ضخیم لایه سنگ آهک رسی خاکستری رنگ در بردارنده سنگواره های اگزوژیرا و آمونیت های کوچک همراه با لایه های نازک شیلی و مارنی به رنگهای خاکستری متمایل به سبز و زرد، آغاز و با تناوب لایه های متوسط تا بسیار سخت سنگ آهک به رنگهای خاکستری تیره تا روشن و کرم ادامه می یابد و در بخشهای بالایی با آثار پراکنده از ترکیبات آهن دار همراه است که می تواند گویای وجود ناهمسازی فرسایشی در همبری این سازند با واحد بالایی ( سازند گورپی ) باشد.

ردیف رسوبی سازند سروک در پهنه های شمالی ( کوه چنار ) کمی سیلیسی شده و نودولهای چرتی در آن به وفور دیده می شود.

**- سازند گورپی:**

برونزدهای سازند گورپی در پهنه های پوششی مورد پژوهش، نمودهای کم گسترده ای دارد و به دلیل پایداری پائین نهشته های آن در برابر عوامل فرسایشی، با ظاهری ملایم مشخص شده است و همچنین به سبب ناسازگاری لایه های مارنی آن در همجواری با گسیختگی ها، سختی اندک و متغیر از ۱۰ تا ۱۵۰ متر را نمایان ساخته است. ردیف سنگی این سازند در پهنه های رخنموده در سطح منطقه با تغییرات رخساره ای به طور جانبی همراه بوده که در زیر تشریح گردیده است:

الف) ردیف سنگ شناختی این سازند در پهنه های شمال باختری کوه چنار، شامل تناوب لایه های مارن و سنگ مارن به رنگ زرد گراینده به سبز و خاکستری و سنگ آهک سیلیسی به رنگ تیره به همراه چینه های نازک تا متوسط لایه سنگ آهک تخریبی و گاهاً برشی و کنگلومرایی است.

ب) در پهلوی شمالی کوه چنار ستبرایی نزدیک به ۸۰ متر، شامل تناوب چینه های متوسط تا ستبر سنگ آهک سیلیسی متورق با رنگ تیره و سنگ مارن همراه با قطعات بزرگ سنگ آهک تخریبی، برشی و کنگلومرای نمود دارد، مرز زیرین سازند گورپی در کل گستره منطقه گسله بوده، اما وجود آثار پراکنده ترکیبات آهن دار در سطح زیرین چینه های آهکی سروک بیانگر مرزی

ناهمساز در این همبری می باشد و همبری بالایی سازند گورپی نیز در پهنه های گسترده ای از منطقه بالایه های توربیدایتی - رادیولاریتی به گونه ای بی هنجاری و گسله بوده و در پهنه های شمال باختری کوه چنار و پلانژ جنوب باختری کوه دال نشین این همبری به نظر همساز و تدریجی می باشد. سنگواره ذره بینی شناسایی شده در سازند گورپی به شرح زیر است:

Globotruncana sp., Glt. Primitiva , Glt. reniz
Oligosteginids , Heterohelix sp.,

این گونه آثار سنگواره ای گویای هم ارزی سن این سازند با کرتاسه بالایی ( Coniacian-Santonina ) است.

**- سازند ساچون:**

برونزدهای این سازند به جز بخش کم گسترده ای که در پهلوی جنوبی کوه سیاه به صورت تراشه ای تکتونیکی نمود داشته، در پهنه های جنوبی منطقه در کوه دودج بیشترین گسترش را دارد. این سازند بر پایه گوناگونی در ویژگی سنگ شناختی و ریختاری به سه پاره سازند تقسیم گریده است که زیر سازندهای جدایش شده از قدیم به جدید در زیر تشریح شده اند:

الف) زیر سازند قربان

ب) سازند آورای ساچون

ج) سازند مارنی ساچون

**- سازند جهرم:**

برونزدهای این سازند محدود به کوه دودج در پهنه های جنوب - جنوب باختری است. از دیدگاه ویژگی سنگ شناختی سازند جهرم در بردارنده تناوبی از چینه های متوسط تا بسیار ستبر سنگ آهک، آهک دولومیتی به رنگ خاکستری، خاکستری مایل به کرم و قهوه ای حاوی نومولیت است، که در بخشهای پائینی آن به گونه ای بین لایه ای چینه های متوسط لایه سنگ آهک رسی و مارنی نیز دیده می شود.

ضخامت این سازند متأثر از عوامل تکتونیکی شدید در کوه دودج از ۸۰ تا ۳۷۰ متر متغیر دیده می شود. همبری پائینی آن با پاره سازند مارنی ساچون همساز و شارپ است.

**- سازند رازک:**

برونزدهای این سازند به گونه ای کم گستر محدود به پهنه های جنوب باختری منطقه است. سازند رازک به دلیل مقاومت پائین ردیف رسوبی آن در برابر عوامل فرسایشی، با ظاهری ملایم مشخص شده است. از دیدگاه سنگ شناختی این سازند دارای ستبرای نزدیک به ۱۰۰۰ متر مشتمل بر تناوب چینه های مارنی، سیلت رنگ و مارنهای گچ دار رنگارنگ همراه با لایه های ماسه سنگی فرسوده است که در بخشهای پائینی آن چینه های متوسط لایه سنگ آهک رسی نومولیت نیز دیده می شود. همبری زیرین این واحد با سازند جهرم، ناهمساز است.

سنگواره ها بیانگر زمان میوسن است و همچنین با توجه به مطالعات و برداشتهای انجام گرفته در پهنه های جنوبی منطقه و مناطق بلافصل باختری، چنین می نماید که سازند آسماری با تغییر رخساره به بخش پائینی سازند رازک تبدیل شده و سنگواره های نمولیت با سن الیگوسن در قاعده سازند رازک نیز بیانگر این مطلب می باشد، بنابراین واحد رازک سنی معادل با الیگوسن - میوسن را دارا است.

**- سازند بختیاری:**

برونزدهای کم گستر این سازند محدود به پهنه های جنوب باختری منطقه است که در ردیف سنگ شناسی آن شامل تناوبی از لایه های متوسط تا ضخیم کنگلومرایی همراه با چینه های ماسه سنگی است. در بخشهای پائینی این سازند میان لایه های سیلت سنگ و مارن به رنگ خاکستری متمایل به قرمز و قهوه ای و سبز نیز دیده می شود، چینه های کنگلومرایی این سازند شامل قطعاتی آهکی از سازندهای قدیمی ( چون آغاجاری، رازک، آسماری، جهرم، ساچون، سروک) و چرتی با گردشدگی خوب و ابعادی در حد ریگ است. این سازند پوششی به گونه ای سازند آغاجاری را پوشش می دهد.

## ۲- پهنه فرعی توربیدایتی - رادیولاریتی

برونزدهای مجموعه توربیدایتی - رادیولاریتی گسترش وسیعی در پهنه های پوششی منطقه دارد که به سبب تأثیر تنشهای مؤثر بر آن و واتنش های شبه پلاستیکی در ردیف سنگی آن بهم ریختگی های ساختاری و ایجاد مرزهای بی هنجار در خود مجموعه و نسبت به سازندهای همجوار و بروز چین خوردگی ناهماهنگ و همچنین تغییرا جانبی و همسانی رخساره ای ردیف رسوبی آن سبب ناتوانی در شناخت ضخامت واقعی و طبقات زیرین و زبرین آن شده است.

از دیدگاه سنگ شناختی این مجموعه شامل تناوبی از چینه های رادیولاریتی، چرتی، شیلی، آهکی، آهکی چرت دار، آهک ماسه ای، آهک تخریبی و کنگلومرای است که ترتیب زمان سنگی آن با نگرش به سنگواره های شناسایی شده از پرمین تا کرتاسه پسین تعیین شده است. لازم به یادآوری است که این چنین ردیف رسوبی با تناقض در جایگاه های محیط رسوبی همراه است. به گونه ای که آهک ماسه ای و آهک تخریبی بیانگر محیط رسوبی کم ژرفا است و رسوبات محیط ژرف رسوبی تعیین شده شامل آهک سیلیسی و رادیولاریتها می باشد، بنابراین چنین استنباط می گردد که مخلوط شدن دو رخساره مختلف بر اثر جریانهای کف و یا سرخوردن رسوبات نواحی کم ژرفا به طرف نواحی ژرفتر سبب ایجاد رسوبات آشفته ( Turbidite ) گردیده و مجموعه ای توربیدایتی- رادیولاریتی را تشکیل داده است. رخنمونهای کم گستره ای از این واحد در حاشیه پایانی پهنه های خاوری منطقه نمود دارد که بیشترین آن در پهنه های بلافصل خاوری در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ آباده طشک واقع شده است. از دیدگاه سنگ شناسی این واحد شامل چینه های بسیار ستبر سنگ آهک توربیدایتی به شدت کریستالیزه شده در بردارنده سنگواره

مگالدون ( تریاس فوقانی ) داراست. نیاز به یادآوری است کـه در پهنـه ارسـنجان نـیز همـانند ورق ۱:۱۰۰۰۰۰ آباده طشک، مارنهای تیره رنگ وابسته به تریاس بالایی و همچنین گدازه هـای بالشـی اسـپیلیتی گزارش شـده از منطقـه نـیریز ( نقشـه ۱:۱۰۰۰۰۰ نـیریز ) در مجموعـه توربیدایتـی - رادیولاریتی، مشاهده نشده است.

### ۳- نهشته های کواترنر:

این نهشته ها در بردارنده لایه های کنگلومرای سخت و فشرده با لایـه بنـدی نامشـخص همراه با لایه های پیوسته و ناپیوسته ماسه سنگی و رسی- مارنی با ریختـاری تپـه مـاهوری اسـت. رسوبات این واحد به گونه ای دگر شیب بخشهای کهن تر را پوشش مـی دهـد. کنگلومراهـای ایـن واحد شامل قطعات با گردشدگی خوب و اندازه های گوناگون است کـه از دیـدگاه سـنگ شـناختی قطعاتی آن از سازندهای گروه خامی، بنگستان، سازند جهرم، رازک، آغاجاری بوده که بـا زمینـه ای از آهک و ماسه، سخت و متراکم گردیده اند.

## ب- زمین ساخت

### ۱- ساختار کلی

در محدوده ارسنجان، آرایش محور تاقدیس ها و ناودیس ها دارای روند عمده ۴۰ درجـه شمال باختری است. این روند از جمله ویژگی های مهم در عملکرد گسلهای بزرگ می باشد، شبکه گسیختگی اصلی در منطقه در برگیرنـده گسـلهای طولـی بـا سـازوکار رانـدگی همـراه بـا حرکـات راستگرد، اثر این سازوکار، گذشته از پیدایش تغییرات مهم ساختاری در ساختمانهای چین خـورده، سبب زایش سیستمی از گسلهای فرعی نیز بـوده اسـت. تغییـر نـاگهـانی در زاویـه میـان پـهلویی ( Inter Limb Angle ) و پیدایـش خمـش و کـج شـدگی محـوری و همچنیـن زایـش نقـاط فـراز ( Culmination ) و فرود ( Depression ) از جمله ویـژگی هـای سـاختمانهای چیـن خـورده منطقـه از دیدگاه هندسه ساختاری است، این سـاختار کنونـی، ره آوردی از جنبـش هـای زمیـن سـاختی در رویدادهای آلپی نوین می باشد و در ایـن بیـن وجـود آشـفتگی و تغیـیرات در سـاختمانهای چیـن خورده همچون تاقدیس های چنـار، سـیاه، رحمـت و کـوه دودج گویـای اثـر کـاری از رانـدگی در گسیختگی های طولی بر این ساختمانها است.

شیب غالب گسلهای این ناحیه، شـمال خـاوری بـوده و تعـداد محـدودی از گسـله هـای کوچکتر که در پیرامون گسله های بزرگ ایجاد شده است شیب جنوب باختری دارند که همـراه بـا عملکرد آنها، ایجاد چیـن هـای بـادبزنی همچـون بخشـهای شـمالی بـاختری طـاقدیس رحمـت و بخشهایی از طاقدیس چنار را سبب شده است.

اثر سازوکار راندگی در گسیختگی های بزرگ طولی، عاملی کارساز در پیدایش واژگونی و حذف شدگی در یال جنوبی تاقدیس های چنار، سیاه و رحمت گردیده است و همچنین سبب خوابیدگی در صفحه این چین خوردگیها ( Vergence ) به سوی جنوب می باشد، که در این راستا با نگرش و بررسی در پاره ای از نمودهای زمین شناختی به ویژه، ساخت های پولکی در مجموعه توربیدایتی - رادیولاریتی، وجود تأثیر میدان تنش غالب از سوی شمال خاوری بارز است.

در گستره مورد بررسی با گذر از پهنه های شمال خاوری به سوی بخشهای جنوب باختری، زونهای ساختاری چون زیر پهنه توربیدایتی - ردایولاریتی، پهنه زاگرس مرتفع خارجی ( External High Zagros ) و زون فرعی بینابینی زاگرس ( Intermediate Zagros ) قابل شناسایی است.

زیر پهنه توربیدایتی - رادیولاریتی از بخشهای شمال خاوری تا پهلوی جنوبی طاقدیس سیاه ( تا گسل سیاه (۱) ) امتداد دارد. به گونه ای که این زیر پهنه بخشهای جنوبی زون زاگرس مرتفع داخلی و بخشهای شمالی زون زاگرس مرتفع خارجی را پوشش می دهد. لازم به ذکر است که اختلاف ارتفاع فراوان پی سنگ ( حدود ۵۰۰۰ متر ) نیمه شمال خاور نسبت به نیمه جنوب باختری گستره که به طور تقریب در امتداد گسل ارسنجان ( که در نقشه مغناطیس هوایی آشکار است ) تعیین شده، در این زیر پهنه (توربیدایتی - رادیولاریتی ) قرار گرفته است.

## ۲- گسل های مهم ناحیه

**- گسل ارسنجان:** این گسیختگی از شمال باختر، دنباله گسیختگی بزرگ موسی خانی و پس از گذر از پهلوی جنوبی تاقدیس چنار با روند شمال باختر - جنوب خاور ( در شمال شهر ارسنجان) به موازات محور دریاچه طشک ادامه یافته و سرانجام به سوی جنوب خاوری ( خارج از محدوده مورد پژوهش ) با تغییر ناگهانی در راستا به شمالی - جنوبی بر می گردد و به گسل بختگان ( نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ نیریز ) می پیوندد.

این گسیختگی در گروه گسیختگی های طولی جای دارد و مؤلفه اصلی جابجایی در آن راندگی با شیب رو به شمال خاور است. حرکت اساسی این گسیختگی و اثر کاری آن سبب واژگونی، زیر راندگی و حذف بخشی از لایه های پهلوی جنوبی طاقدیس چنار و بروز افت در پهنه های جنوبی و انباشتگی نهشته های جوان در فرو دیواره گسل گردیده است. همچنین ایجاد ناهنجاری و اختلاف نزدیک به ۵۰۰۰ متر در ژرفای پی سنگ، حاصل از فعالیت این گسل، در نقشه مغناطیسی سنجی هوایی کاملا آشکار است.

**- مجموعه گسلی توابع:** این دسته ( Zone ) گسلی با روندشمال خاوری - جنوب باختری، توابع ارسنجان را در می نوردد و در انتهای شمال خاوری خود به زون گسلی دال نشین و در پهنه های جنبی باختری پس از دشت کربال، احتمالا به گسل بیدزرد می پیوندد.

این گسل از جمله گسیختگی های عرضی بوده و می تـوان در بخشـهای جنـوب خـاوری تاقدیس چنار و پلانژ باختری تاقدیس دال نشین اثر مؤلفه چپ گرد آن را پیگیری نمود کـه سـبب انحراف محور ساختمانی در این تاقدیسها گردیده است. دامنه گسترش عرضی این دسـته گسـلی از توابع ارسنجان تا دریاچه طشک را پوشش می دهد و مؤلفه چپ گرد آن در مجموعه توربیدایتـی - رادیولاریتی به وضوح قابل ردیابی است، به گونه ای کـه تغییـر رونـد محـور سـاختمانی، انحـراف و بریدگی امتداد لایه ها و کشیدگی به پیروی از راستای گسل را ایجاد کرده است.

- **گسل کوه سیاه (I)**: این گسیختگی در گروه گسلهای طولی است که با شیب رو به شمال پهلوی جنوبی کوه سیاه تا کوه ناانجیر را در نوردیده که در ادامه شمال باختری خود به گسیختگی سـیوند می پیوندد و در ادامه جنوب خاوری خود پس از گذر از پهلوی جنوبی کوه ناانجیر در ساحل شمالی دریاچه بختگان امتداد می یابد.

عملکرد اساسی این گسیختگی سبب واژگونـی، زیـر رانـدگی و حـذف بخـش وسـیعی از پهلوی جنوبی کوه سیاه و حذف کامل پهلوی جنوبی تاقدیس ناانجیر گردیده است و همچنین سبب بروز افت شدید در بخش فرو دیواره ای و انباشتگی نهشته های هولوسن بویـژه رسـوبات بـاتلاقی و رسوبات ریز دانه دشت سیلابی شده است.

- **گسل کوه سیاه (II)**: این گسیختگی با سازوکاری راست لغـز در گروه گسـلهای مـایل، تـاقدیس کوه سیاه را متأثر ساخته است که در بخشـهای شـمال بـاختری بـا مؤلفـه قـائم همـراه بـوده و در پهنه های جنوب خاوری با نزدیک شدن به گسیختگی کوه سـیاه (I) بـه گسـل پرشـیب بـا مؤلفـه راندگی همراه شده است. این گسیختگی در واقع به صورت یک دسته گسلی ظاهر گردیده که جلوه ساختاری آنها انحراف محور تاقدیس کوه سیاه و گسترش عرضی پهلوی شمالی این تاقدیس ( تحت تأثیر مؤلفه قائم و راست گرد ) گردیده است و همچنین در انتهای جنوب خـاوری آنـها بـا نزدیـک شدن به گسل کوه سیاه (I) آثار زیرراندگی کاملا مشهود است.

- **مجموعه گسل کوه خون**: این مجموعه گسلهای طولی با شیب روبه شمال خاور، توالی رسـوبی توربیدایتی - رادیولاریتی کوه خون را متأثر ساخته است. وجود تـاقدیس و نـاودیس هـای پرشـمار همـراه بـا بـی هنجـاری در شـیب لایـه هـا و ایجـاد سـاخت هـای فلسـی در شـمال شواهد ریخت زمین ساختی این مجموعه گسلی می باشد. عملکرد ایـن مجموعـه گسـلی در بـرش ساختاری cc نمایش داده شده است.

- **گسل ایزدخواست**: این گسیختگی درگروه گسلهای طولی جای دارد، مؤلفه اصلی جابجـائی در آن رو به جنوب است. این گسل دامنه شمالی کوه دودج را متاثر کرده و در بهم ریختگی واحدهـای جهرم و ساچون و ایجاد تغییرات لیتولوژیکی در نهشته های جوان نقش داشته است.

## ۳-۲- راه های دسترسی به منطقه اکتشافی ارسنجان

برای پیمایش منطقه اکتشافی ارسنجان دو مسیر اصلی در نظر گرفته شده است. مسیر اول جاده مرودشت به ارسنجان است که بسیاری از معادن سنگ ساختمانی را تحت پوشش قرار می دهد و مسیر دوم جاده ارسنجان - آباده طشک - بند امیر است که توده های رادیولاریتی و قسمتی از دریاچه آباده طشک را پوشش می دهد ( شکل ۳-۱ ).

## ۳-۳- زمین شناسی اقتصادی منطقه ارسنجان:

در این مطالعه، جمعا تعداد ۴۰ نمونه از مناطق مختلف شهرستان ارسنجان برداشت گردید که در جدول ۳-۱ به همراه نوع نمونه برداری و روش تجزیه ای آمده است.

جدول ۳-۱ مشخصات عمومی نمونه های برداشت شده از منطقه ارسنجان

| ردیف | کد نمونه | نوع واحد سنگی | آنالیز و آماده سازی برای مطالعه پتروگرافی | آنالیز شیمیایی |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | $D_{1-1}$ | واحدهای بازیک | مقطع نازک | ـــــ |
| ۲ | $D_{1-2}$ | واحدهای پلاژیک | " | ـــــ |
| ۳ | $D_{1-3}$ | واحد اولترامافیک | " | ـــــ |
| ۴ | $D_{1-4}$ | واحد اولترامافیک | " | ـــــ |
| ۵ | $D_2$ | ـــــ | مقطع نازک + XRD | ـــــ |
| ۶ | $D_{3-1}$ | واحد بازیک | مقطع نازک | ـــــ |
| ۷ | $D_{3-2}$ | واحد منیزیتی | ـــــ | MgO-SiO2-Fe2O3-CaO-K2O-Na2O-Al2O3-TiO2 |
| ۸ | $D_7$ | آهک | مقطع نازک | اکسید های اصلی |
| ۹ | $D_8$ | آهک | مقطع نازک | اکسیدهای اصلی |
| ۱۰ | $D_{9-1}$ | رادیولاریت | - | Mno-$Fe_2O_3$- Au |
| ۱۱ | $D_{9-2}$ | رادیولاریت | - | Mno-$Fe_2O_3$- Au |
| ۱۲ | $D_{10-1}$ | خاک | - | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی + Cr, Co, Ni, Au |
| ۱۳ | $D_{10-2}$ | آهک | مقطع نازک | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Cr, Au, Co, Ni |
| ۱۴ | $D_{10-3}$ | اولترامافیک | XRD | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Cr,Au,Co,Ni |
| ۱۵ | $D_{10-4}$ | اولترامافیک | XRD | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Cr,Au,Co,Ni |
| ۱۶ | $D_{10-5}$ | اولترامافیک | XRD | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Cr, Au, Co, Ni |
| ۱۷ | $D_{10-6}$ | اولترامافیک | XRD | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Cr, Au, Co, Ni |
| ۱۸ | $D_{10-7}$ | اولترامافیک | XRD | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Cr, Au, Co, Ni |
| ۱۹ | $D_{10-8}$ | اولترامافیک | XRD | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Cr, Au, Co, Ni |
| ۲۰ | $D_{10-9}$ | اولترامافیک | مقطع نازک | - |
| ۲۱ | $D_{10-11}$ | اولترامافیک | مقطع نازک | - |
| ۲۲ | $D_{10-12}$ | اولترامافیک | مقطع نازک | - |
| ۲۳ | $D_{10-13}$ | اولترامافیک | مقطع نازک | - |
| ۲۴ | $D_{10-14}$ | رادیولاریت منگنز دار | - | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی+ Co, Ni, Mno |
| ۲۵ | $D_{10-15}$ | واحدهای سیلیسی | - | آنالیز اکسید های اصلی+ Au, Ni |
| ۲۶ | $D_{12-1}$ | رادیولاریت | - | آنالیز کامل اکسیدهای اصلی |
| ۲۷ | $D_{12-2}$ | ٠ | - | ٠ |
| ۲۸ | $D_{13-1}$ | آهک | مقطع نازک | ٠ |
| ۲۹ | $D_{13-2}$ | ٠ | - | ٠ |
| ۳۰ | $D_{14-1}$ | رادیولاریت | - | ٠ |
| ۳۱ | $D_{14-2}$ | ٠ | - | ٠ |
| ۳۲ | $D_{15-1}$ | ٠ | - | ٠ |
| ۳۳ | $D_{15-2}$ | ٠ | - | ٠ |
| ۳۴ | $D_{16}$ | مرمر | مقطع نازک | - |
| ۳۵ | $D_{17}$ | آهک | ٠ | - |
| ۳۶ | $C_7$ | رسوب دریاچه ای | - | $Na_2O$-CaO-MgO-B-Br-I-Li-F-Cl |
| ۳۷ | $C_8$ | ٠ | - | ٠ |
| ۳۸ | $C_9$ | ٠ | - | ٠ |
| ۳۹ | $C_{10}$ | ٠ | - | ٠ |
| ۴۰ | $C_{11}$ | ٠ | - | ٠ |

شکل ۳-۱: نقشه راه های دسترسی به منطقه اکتشافی ارسنجان

**ایستگاه D1**

این ایستگاه در مسیر دو راهی ارسنجان - آباده طشک به طرف روستای محمود آباد قرار دارد مختصات جغرافیایی آن عبارت است از:

۲۹° ۵۸′ ۲۲″ N

۵۳° ۳۵′ ۴۲″ E

در این منطقه بیرون زدگی هایی از رادیولاریت و افیولیت هـای همسـان بـا نـیریز دیـده می شوند. در حدود ۳۰ کیلومتر به طرف محمود آباد به نوار افیولیتی ارسنجان برخورد مـی کنیـم. توپوگرافی این منطقه بسیار پست و به صورت تپه ماهوری می باشد. این نوار تپـه مـاهوری شـکل، دارای روند شمال غرب - جنوب شرق می باشد که با روند افیولیت هـای منطقـه نـیریز ( زاگرس ) کاملا همسان است. ادامه روند افیولیتی مزبور به منطقه ای به نام اسلام آباد ختم می شود. در ایـن منطقه دایک های دیابازی نیز به وفور دیده می شـوند. شـکل ۳-۲ نمـایی از ایـن دایـک هـا را در منطقه اسلام آباد نشان می دهد. این دیابازها به شدت آلتره شده اند و آثاری از آهک های پلاژیـک در آنها دیده می شود و نفوذ این دایک ها را در آهک ها به خوبی بیـان مـی کنـد. در ادامـه مسـیر پیمایش شده به واحدهای پیروکسـنیتی و هـارزبورژیتـی برخـورد مـی کنیـم کـه شـدیدا آلـتره و سرپانتینیتی شده اند و به رنگ سبز روشن دیده می شوند. نمونه های D1-1 تا D1-5 از ایـن منطقـه برداشت شده اند.

**ایستگاه D2**

در این ایستگاه یک توده دونیتی که شدیدا سرپانتینیتی شده است دیـده مـی شـود کـه حاوی بلورهای ریز و پراکنده کرومیت می باشد مختصات دقیق آن عبارت است از:

۲۹° ۵۹′ ۰۵″ N

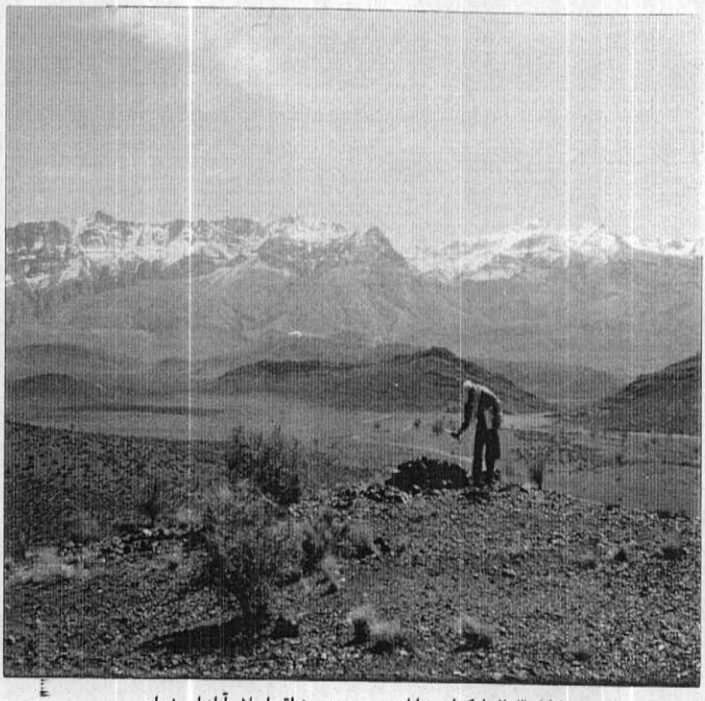
۵۳° ۳۵′ ۳۲″ E

این منطقه دارای یک توپوگرافی ملایم می باشـد کـه همـبری واحدهـای اولترامـافیک و آهک در آن به خوبی قابل مشاهده است. یک نمونـه از ایـن ایسـتگاه برداشـت گردیـد کـه نتیجـه آنالیزXRD انجام شده بر روی آن به صورت زیر است:

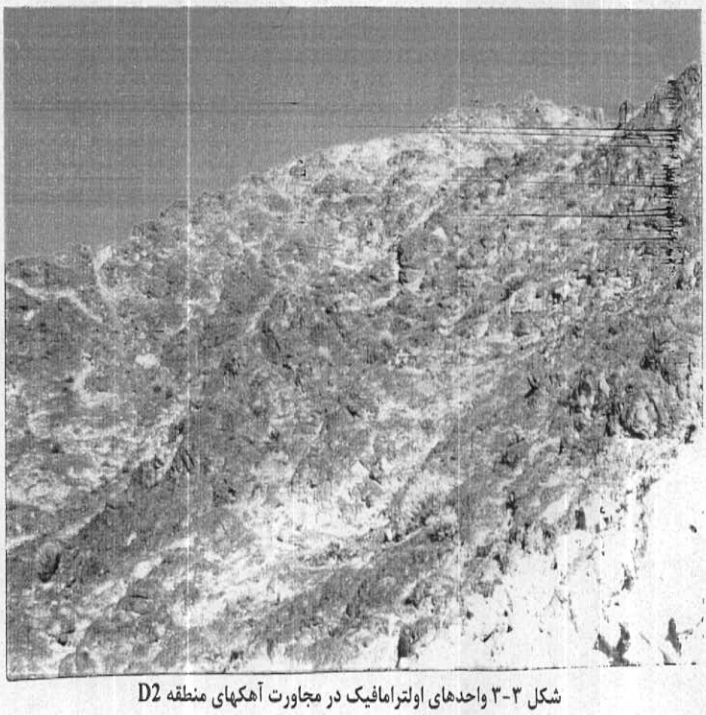
Calcite + Chrysotile + Aragonite (Minor)
Quartz + Magnesiochromite (Minor)

شکل های ۳-۳ تا ۳-۵ پراکندگی واحدهای اولترامافیک و سنگ های دونیتـی دگرسـان شده را در این منطقه نشان می دهد.

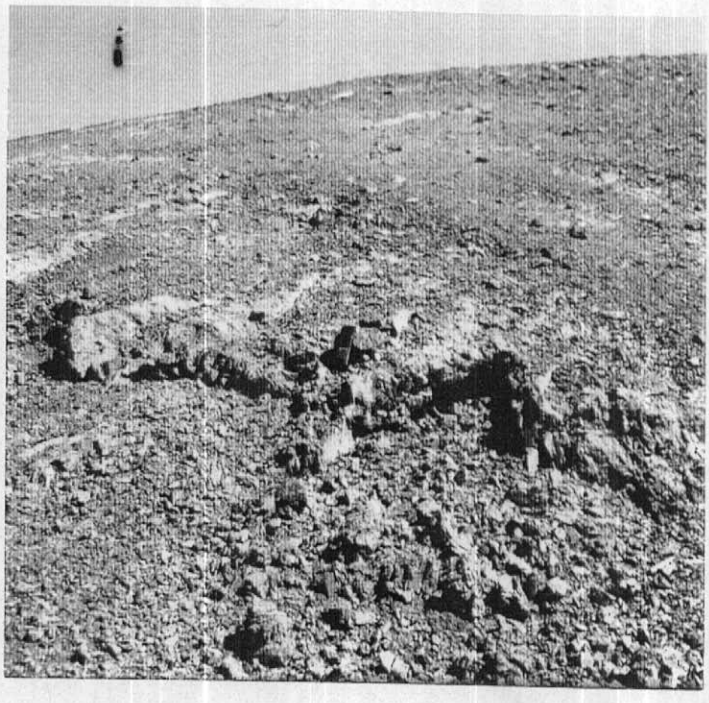
**ایستگاه D3**



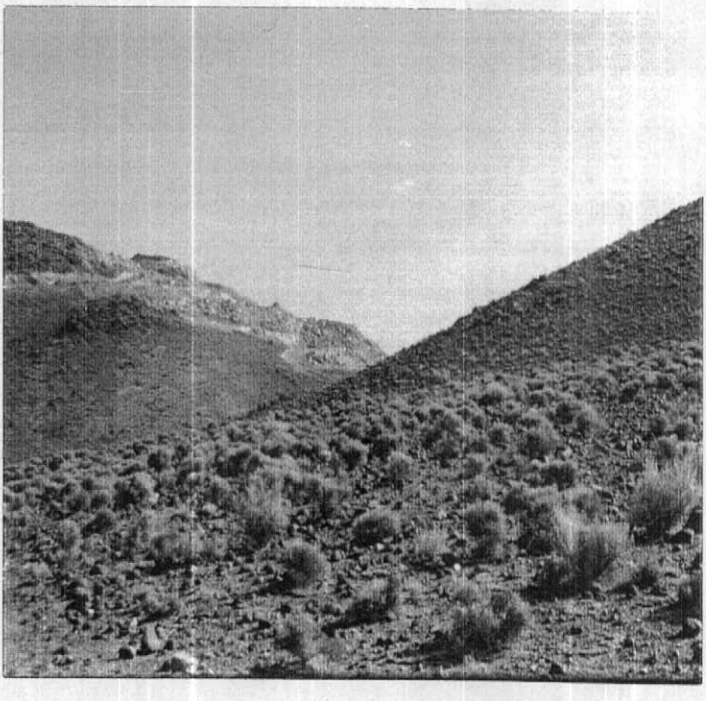
شکل ۳-۲ دایکهای دیابازی موجود در منطقه اسلام آباد ارسنجان



شکل ۳-۳ واحدهای اولترامافیک در مجاورت آهکهای منطقه D2



شکل ۳-۴ واحدهای اولترامافیک شدیدا دگرسان شده ( احتمالا لیستونیت ) در ایستگاه D2



شکل ۳-۵ همبری واحدهای اولترامافیک با آهکهای منطقه در ایستگاه D2

موقعیت جغرافیایی این ایستگاه در فاصله ۳ کیلومتری ایستگاه قبل و بر مختصات زیر منطبق است:

۲۹° ۵۸′ ۴۵″ N

۵۳° ۳۶′ ۵۹″ E

آنچه در این منطقه جلب توجه می کند گستردگی واحدهای پریدوتیتی و دایک های دیابازی است که البته شدیدا دگرسان شده اند همراه با دایک های دیابازی واحدهای آهکی و چرتی به وفور دیده می شود. ضخامت لایه های چرتی و آهکی متغیر است و در بعضی از نقاط حدود ۰/۵ متر می رسد. نمونه D3-1 از این دیابازی های آلتره شده برداشت شده است. با ارائه پیمایش به واحدهای پیروکسیتی و هارزبورژیتی می رسیم که این واحدها نیز شدیدا آلتره می باشند. پیروکسیت ها دارای رگچه های سفید رنگ منیزیتی می باشند که بعضی از آنها دارای ضخامتی در حدود ۲۰ سانتی متر و طول رخنمونی نزدیک به ۲۰متر با روند N25W می باشند. این رگه ها به صورت کاملا منقطع می باشند که به طرف شمال از ضخامت آنها کاسته می شود نمونه D3-2 از این رگه ها و سنگ میزبان آنها برداشت شده است. شکل های ۳-۶ تا ۳-۸ واحدهای اولترامافیک و رگچه های منیزیتی درون آنها را نشان می دهد.

### ایستگاه D4

در مسیر جاده مرودشت به ارسنجان در راستای شمال شرق و با مختصات زیر تپه کوچکی دیده می شود:

۲۹° ۴۸′ ۲۴″ N

۵۳° ۰۷′ ۴۱″ E

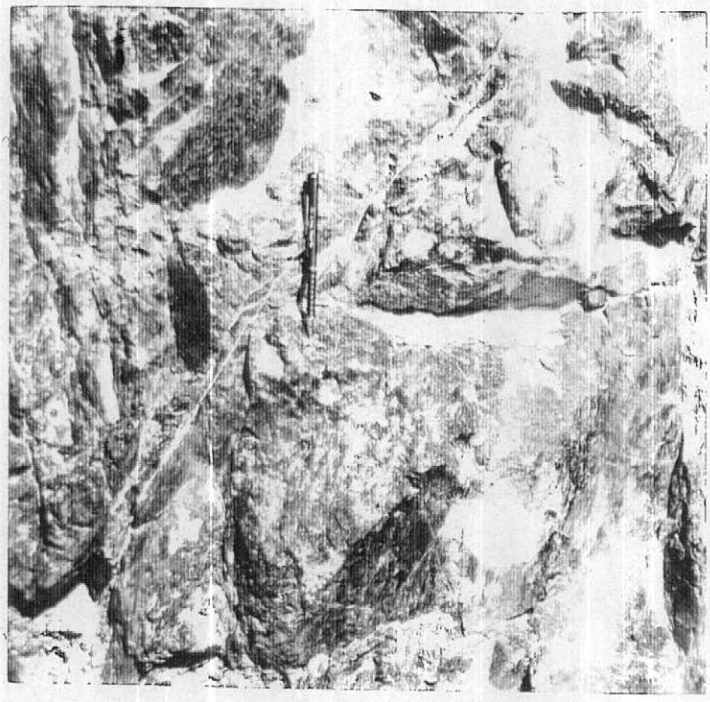
که در حال حاضر سه منطقه معدنکاری در آن فعالیت دارند. معدن طوس طاووس اولین سینه کار معدنی می باشد. که از واحدهای احتمالا سروک با لایه بندی نسبتا ضخیم سنگ های مرمریت برداشت می شود. سنگ این معدن کرم تا قهوه ای کم رنگ همراه با قطعات فسیلی می باشد. به این ترتیب سنگ را می توان یک سنگ درجه ۳ نامید که به دلیل وجود قطعات فسیلی است که در حین برش و صیقلی دادن باعث خالی شدن سنگ می شوند. شکل ۳-۹ سینه کار ایجاد شده در این معدن را نشان می دهد.

### ایستگاه D5

در همان تپه معدنکاری قبلی و با مختصات زیر معدن طوس ایران قرار دارد که در واقع یال شمالی این تپه می باشد.

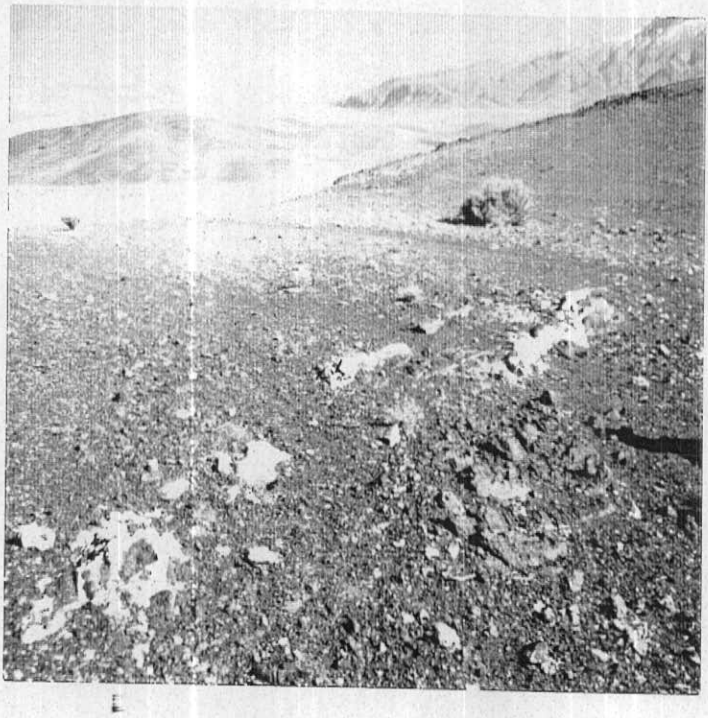
۲۹° ۴۹′ ۲۰″ N

۵۳° ۰۷′ ۳۶″ E

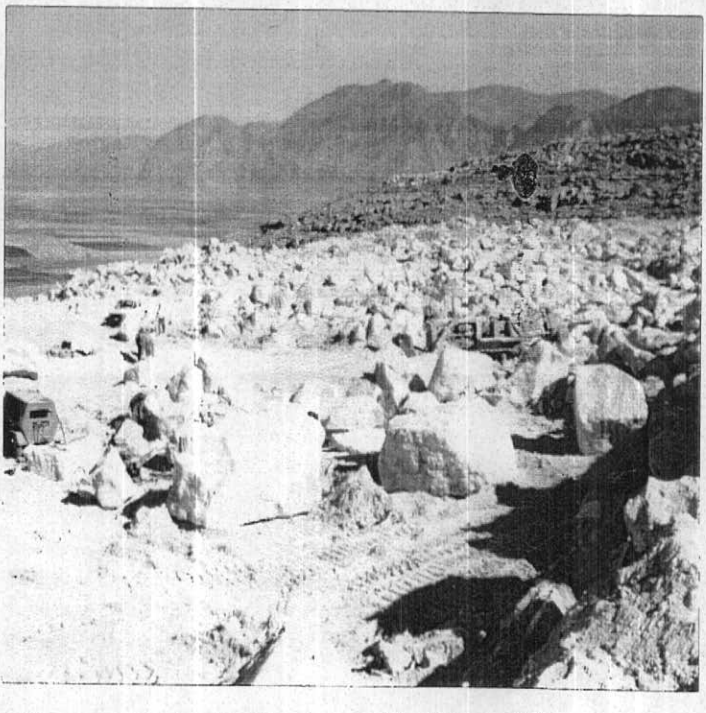


شکل ۳-۶ واحدهای هارزبورژیتی موجود در ایستگاه D3

شکل ۳-۷ رگچه های منیزیتی درون واحدهای پریدوتیتی



شکل ۳-۸ رگچه های منیزیتی با روندی متفاوت از شکل قبل



شکل ۳-۹ سینه کار استخراجی معدن طوس طاووس ارسنجان

جنس سنگ نیز همانند معدن قبل مرمریت است با این تفاوت که رنگ سنگ روشن تر توده ای تر می باشد، به طوری که حالت لایه بندی کمتر در آن دیده می شود و بلوک های نسبتا بزرگی از آن به دست می آید. یکی از محاسن این نوع سنگ نبود شکستگی زیاد در آن است. شکل ۳-۱۰ سینه کار ایجاد شده در این معدن را نشان می دهد.

### ایستگاه D6

معدن سوم موجود در این منطقه به معدن سرآسیاب معروف است و دارای مختصات زیر است:

۲۹° ۴۸' ۵۰" N

۵۳° ۰۹' ۳۳" E

این معدن نیز دارای همان جنس قبل است با این تفاوت که نسبت به دو معدن دیگر قواره دهی بسیار بهتری دارد و سنگ شکستگی ندارد. شکل های ۳-۱۱ و ۳-۱۲ نمایی از این معدن را نشان می دهند.

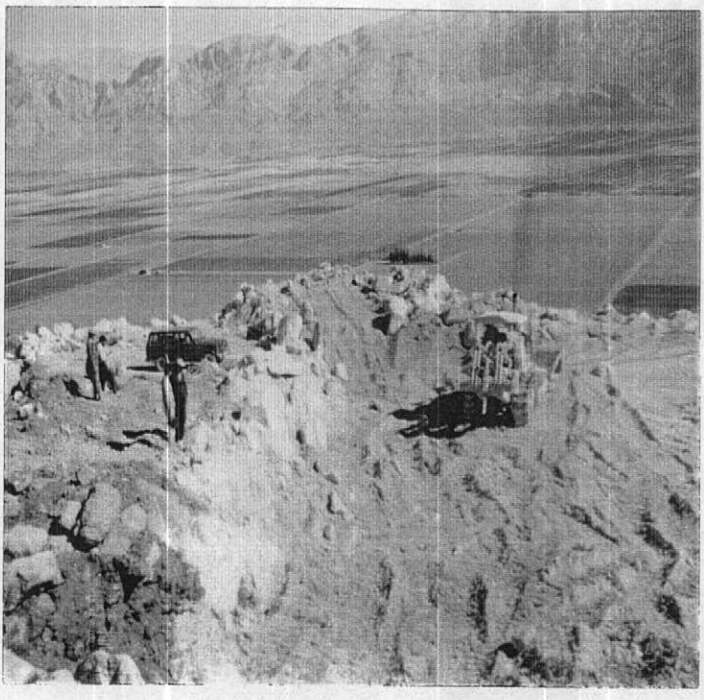
### ایستگاه D7

این ایستگاه با معدن سرآسیاب در حدود ۱۰ کیلومتر در راستای شرق فاصله دارد در این ایستگاه نیز یک معدن اکتشافی سنگ ساختمانی وجود دارد که به معدن علی آباد ارسنجان معروف است مختصات دقیق آن به شرح زیر است:

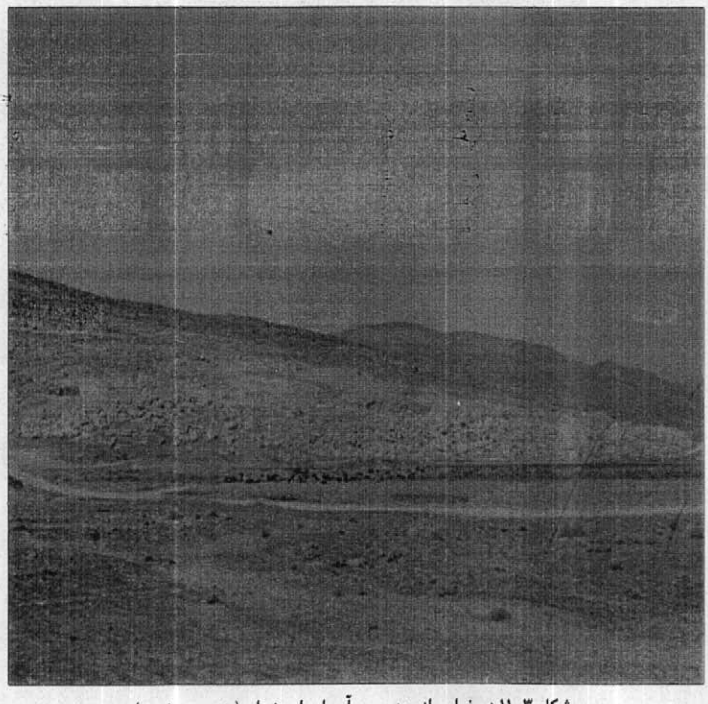
۲۹° ۴۹' ۵۷" N

۵۳° ۱۰' ۴۵" E

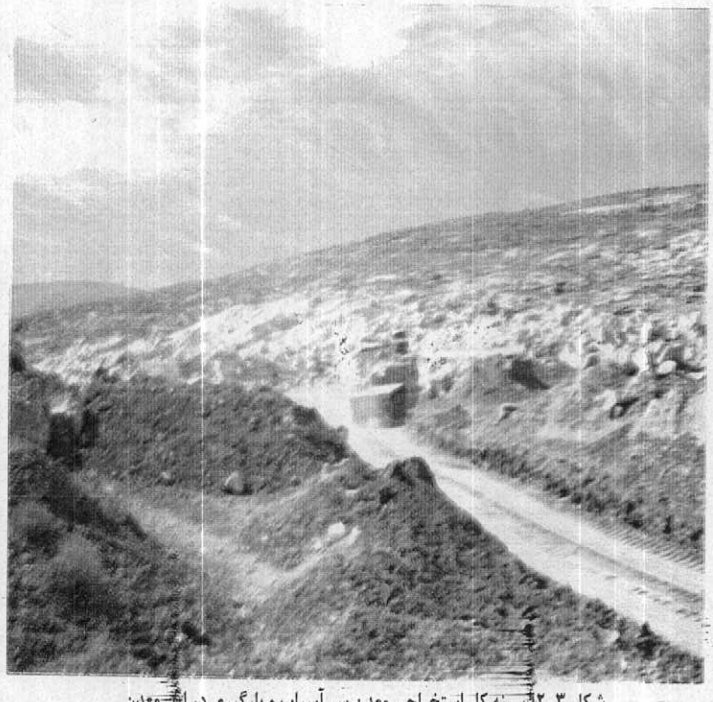
این معدن در واحدهای احتمالا سورمه قرار گرفته است، به طوری که سنگ ها دارای تراکم بسیار خوب و قواره دهی مناسب می باشند. با توجه به تراکم بالا و توده ای بودن سنگ به پیشنهاد کارشناسان سازمان صنایع و معادن استان فارس عملیات اکتشافی در آن به صورت سیستماتیک و به روش سیم برش الماس است، که نتایج حاصله بسیار رضایت بخش بوده است. در این معدن سینه کاری به طول تقریبی ۶۰ متر و ارتفاع ۳ متر ایجاد گردیده است که قواره دهی مناسبی را باعث شده است. روند این سینه کار شمال غرب - جنوب شرق می باشد که به طرف شمال غرب جنس سنگ و قواره دهی، بسیار رضایت بخش می شود. با این وجود با بررسی های صورت گرفته به نظر می رسد که یک گسل نرمال دقیقا از مرکز سینه کار می گذرد و باعث برشی شدن این قسمت از سینه کار و در نهایت سنگ شده است. به نظر می رسد سنگ به لحاظ وجود قطعات فسیلی فقیر می باشد و رنگ کرم تا روشن نیز مزید بر علت شده است که کیفیت سنگ خوب به نظر آید. یکی از اختصاصات این سنگ پایین بودن میزان $SiO_2$ و بالا بودن CaO می باشد که برش این نوع سنگ را بسیار آسان و با کیفیت نموده است. از این معدن نمونه D7 برداشت شده



شکل ۳-۱۰ سینه کار استخراجی ایجاد شده در معدن طوس ایران ارسنجان



شکل ۳-۱۱ دورنمایی از معدن سر آسیاب ارسنجان ( دید به جنوب )



شکل ۳-۲ صحنه کار استخراجی معدن سر آسیاب و بارگیری در این معدن

است. شکل های ۳-۱۳ تا۳-۱۵ به ترتیب نمایی از سینه کار ایجاد شده، روش کار و گسل موجود در منطقه را نشان می دهد.

| No. | $\%SiO_2$ | $\%Al_2O_3$ | $\%Fe_2O_3$ | %CaO | %MgO | $\%TiO_2$ | $\%Na_2O$ | $\%K_2O$ | %MnO | $\%P_2O_5$ | %L.O.I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D7 | 0.1 | 0.13 | 0.04 | 55.09 | 0.36 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 43.67 |

### ایستگاه D8

در یال شرقی تپه ای که معدن علی آباد در آن واقع است کار اکتشافی دیگری دیده می شود که به معدن گل چشمه معروف است. این سنگ نیز دقیقا در واحدهای سنگ شناختی ایستگاه قبلی می باشد که شباهتهای شیمیایی و فیزیکی بسیاری را با ایستگاه قبلی از خود نشان می دهد. نمونه D8 به جهت انطباق با ایستگاه قبل از این منطقه برداشت گردید. شکل ۳-۱۶ این کار اکتشافی را نشان می دهد.

| No. | $\%SiO_2$ | $\%Al_2O_3$ | $\%Fe_2O_3$ | %CaO | %MgO | $\%TiO_2$ | $\%Na_2O$ | $\%K_2O$ | %MnO | $\%P_2O_5$ | %L.O.I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D8 | 0.2 | 0.08 | 0.04 | 55.01 | 0.76 | 0.13 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 43.56 |

### ایستگاه D9

این ایستگاه در مسیر جاده آباده طشک به خواجه جمالی در ارتفاعات مشرف به روستای خواجه جمالی قرار دارد. مختصات دقیق آن عبارت است از:

۲۹° ۴۸′ ۵۹″ N

۵۳° ۳۱′ ۱۶″ E

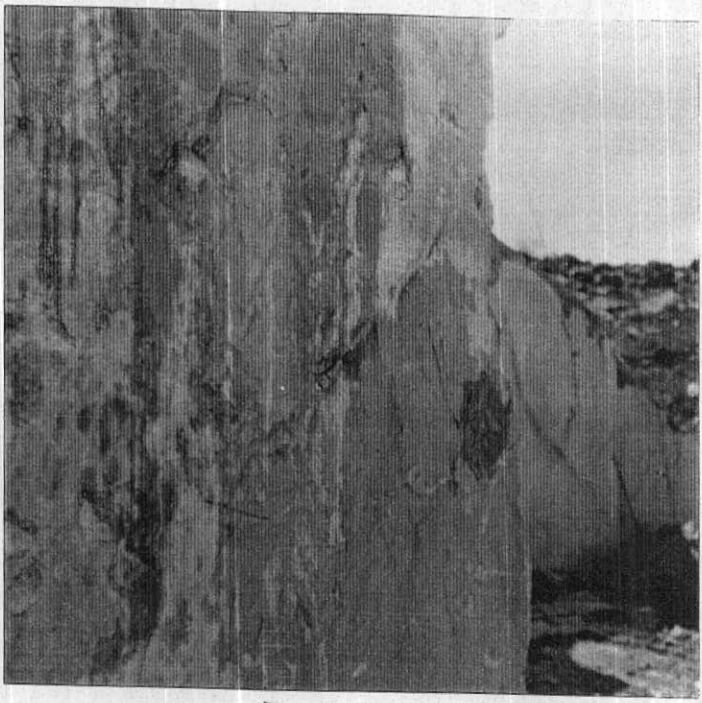
در این منطقه بیشترین پراکندگی واحدهای رادیولاریتی در منطقه ارسنجان به چشم می خورد. این واحدها دارای لایه بندی های ظریف تا متوسط می باشند و آغشتگی هایی از منگنز از خود نشان می دهند. البته مقدار منگنز در این رادیولاریت ها نسبت به رادیولاریت های منطقه نیریز بسیار اندک می باشد. در قسمت شمالی این منطقه واحدهای اولترامافیک و سنگ های دونیتی دیده می شوند و گاهی اوقات رگچه های منیزیتی بوفور و با ضخامت کم درون آنها قابل مشاهده می شود. نمونه های D9-1 و D9-2 از رادیولاریت های منگنزدار این منطقه برداشت شده اند. تجزیه شیمیایی این واحدها بیانگر این موضوع می باشد که منگنز در این سنگها تنها بصورت آغشتگی سطحی دیده می شود. شکل ۳-۱۷ واحدهای رادیولاریتی با لایه بندی ظریف در این منطقه را نشان می دهد.

| No. | $\%SiO_2$ | $\%Al_2O_3$ | $\%Fe_2O_3$ | %CaO | %MgO | $\%P_2O_5$ | $\%Na_2O$ | $\%K_2O$ | %MnO | %L.O.I | $\%TiO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D9-1 | - | - | 1.16 | - | - | - | - | - | 0.22 | - | - |
| D9-2 | - | - | 0.24 | - | - | - | - | - | 0.31 | - | - |

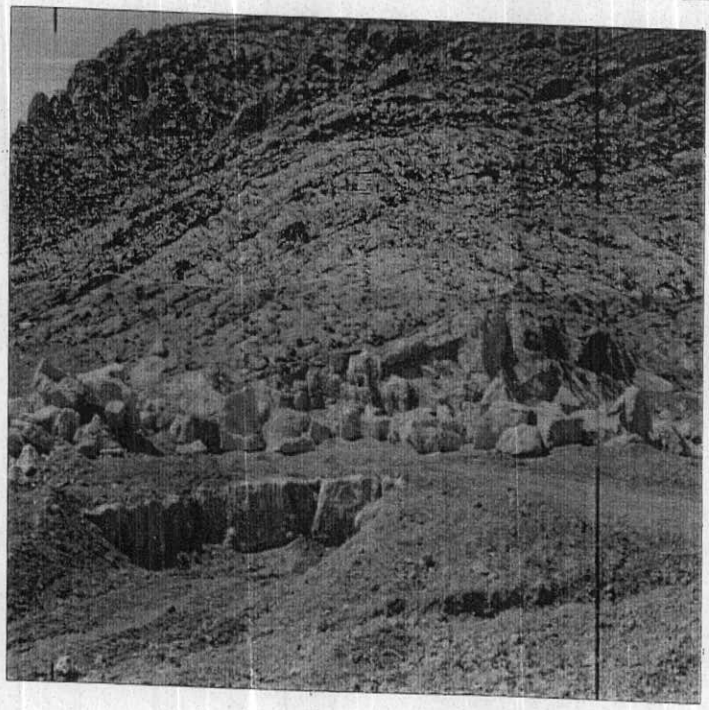
| NO | Co (ppm) | Ni (ppm) | Cr (ppm) | Au (ppb) |
|---|---|---|---|---|
| D9-1 | - | - | - | 2 |

شکل ۳-۱۳ نمایی کلی از سینه کار استخراجی معدن علی آباد ارسنجان

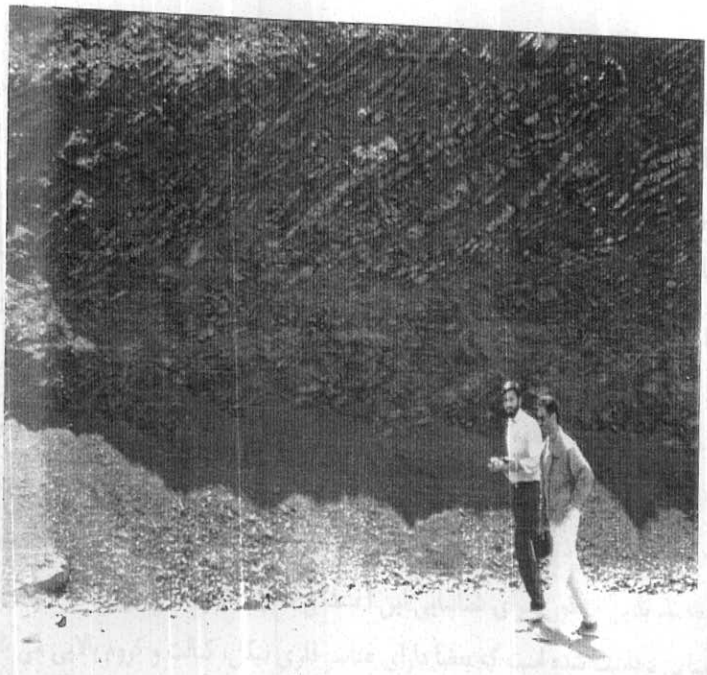
شکل ۳-۱۴ دستگاه سیم برش در حال کار در معدن علی آباد ارسنجان



شکل ۳-۱۵ گسل موجود در سینه کار معدن علی آباد



شکل ۳-۱۶ عملیات اکتشافی معدن گل چشمه ارسنجان



شکل ۳-۱۷ واحدهای رادیولاریتی منگنزدار در ایستگاه D9

زمینی استخراج می شود با این حال به نظر می رسد که از ذخیره قابل قبولی برخوردار نباشد. نمونه D10-14 به منظور تعیین عیار منگنز از این منطقه برداشت گردید. شکل های ۳-۲۱ و ۳-۲۲ تونل های استخراج منگنز و دپوهای صورت گرفته در معدن را نشان می دهد.

| No. | $\%SiO_2$ | $\%Al_2O_3$ | $\%Fe_2O_3$ | %CaO | %MgO | $\%TiO_2$ | $\%Na_2O$ | $\%K_2O$ | %MnO | $\%P_2O_5$ | %L.O.I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D10-1 | 29.4 | 7.38 | 9.1 | 14.6 | 10.8 | 0.56 | 0.65 | 0.61 | 0.06 | 0.05 | 26.14 |
| D10-2 | 0.61 | 0.04 | 0.13 | 30.46 | 21.7 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 46.99 |
| D10-3 | 90.24 | 1.84 | 1.66 | 1.9 | 0.28 | 0.08 | 0.09 | 0.39 | 0.07 | 0.02 | 1.99 |
| D10-4 | 90.55 | 1.73 | 3.02 | 0.83 | 0.99 | 0.05 | 0.04 | 0.19 | 0.13 | 0.03 | 1.83 |
| D10-5 | 50.66 | 10.76 | 10.43 | 10.21 | 4.24 | 1.2 | 2.15 | 0.16 | 0.14 | 0.17 | 9.08 |
| D10-6 | 77.24 | 0.56 | 5.08 | 3.33 | 4.43 | 0.01 | 0.06 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 8.28 |
| D10-7 | 89.54 | 0.57 | 3.12 | 1.11 | 2.04 | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 2.69 |
| D10-8 | 95.86 | 0.25 | 0.57 | 0.5 | 1.08 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | <0.01 | 0.01 | 0.94 |
| D10-14 | 74.8 | 0.44 | 0.17 | 2.62 | 0.51 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 11.84 | 0.01 | 6.32 |
| D10-15 | 94.66 | 0.26 | 0.4 | 0.66 | 0.08 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.06 | 0.01 | 1.99 |

| NO | Co (ppm) | Ni (ppm) | Cr (ppm) | Au (ppb) |
|---|---|---|---|---|
| D10-1 | 100 | 1643 | 1367 | - |
| D10-2 | <10 | 20 | - | <1 |
| D10-3 | 63 | 16 | 12 | 2 |
| D10-4 | 103 | 20 | <10 | <1 |
| D10-5 | 45 | 22 | 20 | 2 |
| D10-6 | 69 | 655 | 780 | 2 |
| D10-7 | 79 | 295 | 639 | 2 |
| D10-8 | 168 | 59 | 207 | 2 |
| D10-14 | 107 | 20 | - | 2 |
| D10-15 | - | 147 | - | 3 |

همانطور که در جدول فوق دیده می شود، عیار نیکل در بعضی از نمونه ها بیش از ۵۰۰ ppm است که می تواند مورد توجه باشد. از آنجا که منطقه روشن کوه از لحاظ سنگهای زینتی آگات به عنوان منطقه امید بخش مطرح گردیده، در ذیل توضیحات بیشتری در این زمینه ارائه میگردد.

## زمین شناسی روشن کوه:

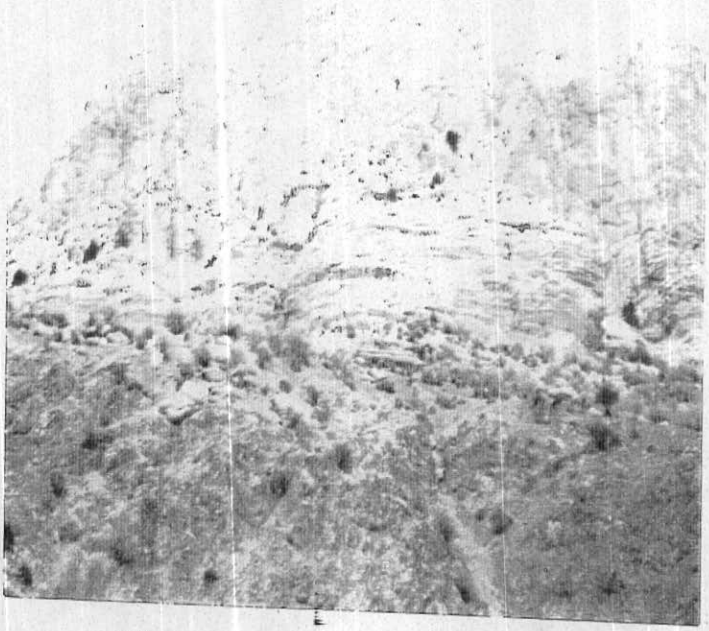
### الف) جغرافیا:

منطقه مورد مطالعه در شمال شرق شهرستان شیراز و شرق شهرستان ارسنجان در محدوده مختصات زیر قرار دارد:

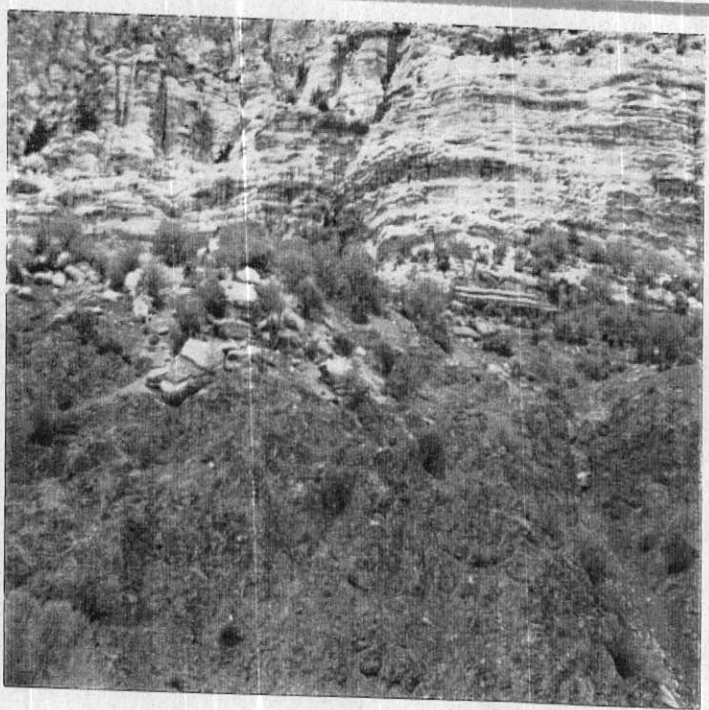
۲۹° ۴۵′ - ۲۹° ۵۸′ N

۵۳° ۴۷′ - ۵۴° E

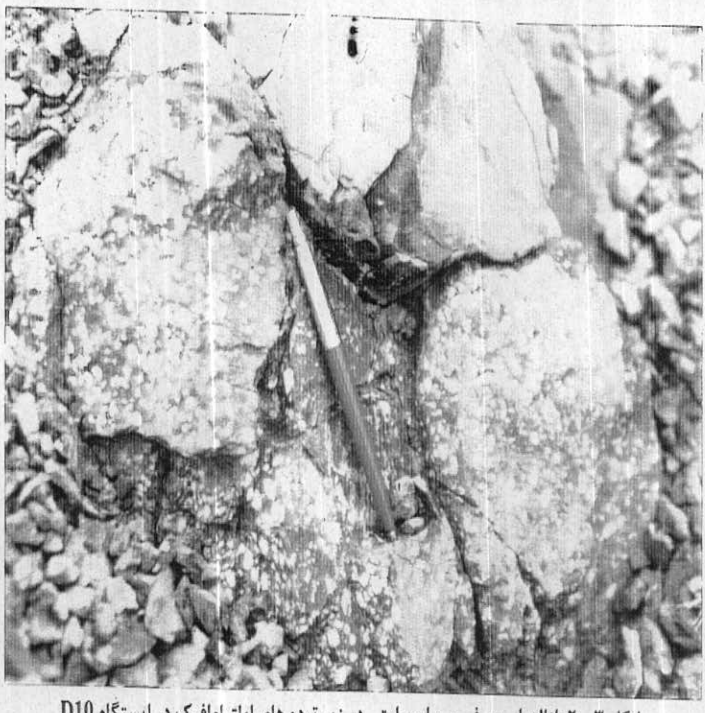
روشن کوه با ارتفاع ۲۳۴۷ متر یکی از بلندترین ارتفاعات منطقه را تشکیل می دهد. پوشش گیاهی در کوهپایه و دامنه آن شامل درختان بنه و بادام وحشی با تراکم متوسط است.



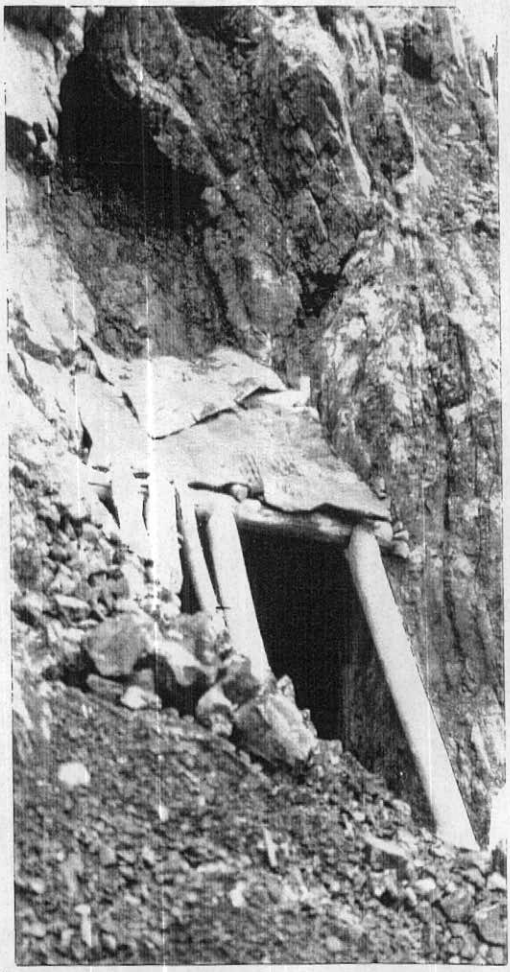
شکل ۳-۱۸ کنتاکت بین واحدهای آهکی و پیروکسنیت ها در ایستگاه D10



شکل ۳-۱۹ نوار قرمز رنگ بین مرز دو واحد اولترامافیکو آهکی که عمدتا عقیق می باشد



شکل ۳-۲۰ بازالتهای پورفیری و اسپیلیتی در زیر توده های اولترامافیک در ایستگاه D10



شکل ۳-۲۱ تونل استخراج منگنز در اندیس منگنز در شمال غرب روستای خواجه جمالی ( ایستگاه D10 )

شکل ۳-۲۲ تونل حفر شده در کنتاکت بین آهک جهرم و لایه های
رادیولاریتی و همچنین دپوهای منگنز موجود ( ایستگاه D10 )

دشتهای منطقه در بیشتر فصول سال زیر کشت می باشند. آب وهـوای منطقـه نـیز گرم و خشـک می باشد.

**ب) چینه شناسی:**

قدیمیترین سنگهایی که در منطقه روشن کوه برونزد دارند، گروه بنگستان بوده کـه در دو طرف این کوه رخنمون دارند. این گروه شامل سازندهای کژدمی و سروک می باشد. سازند کژدمـی با سنگهای آهکی و آهک مارنی نازک لایه و خوب لایه بندی شده مشخص شده، دارای سن آلبین-سنومانین است و سازند سروک نیز دارای لایه های آهکی با لایه بندی خوب تا توده ای و فسیلهای فراوان رودیسیت با سن سنومانین می باشد.

مجموعه رادیولاریتی با سنگهای چرتی به رنگهای سبز، قرمز، و خاکستری و بیـن لایـه ای توربیدایتی با سن کرتاسه پسین در بخشهای مختلف منطقه دیده می شود. واحد آسماری-جهرم شامل سنگهای آهکی و آهک مارنی با سن ائوسن-الیگوسن تمام ارتفاعات روتـن کـوه را بـه خـود اختصاص داده اند.

کنگلومرای بختیاری دارای سن پلیوسن بوده و بصورت دگرشیب روی سـازند آغاجـاری بـا سن میوسن-پلیوسن که شامل مارن و ماسه سنگ می باشد، قرار گرفته است.

علاوه بر واحدهای رسوبی فوق، رخنمـون هـای نسـبتا بـزرگی از تـوده هـای اولترامـافیک ( افیولیتی ) در بخشهای غربی و جنوبی روشن کوه برونزد دارند که بخشی از نـوار افیولیتـی نـیریز می باشد.

از نظر تکتونیکی، روشن کوه یک طاقدیس با راستای تقریبی N40W اسـت. در ایـن کـوه، گسـیختگی های زیادی دیده می شود که حاصل چین خوردگیـها و گسـلش هـای روی داده در آن است. بسیاری از این گسیختگی ها ناشی از اختلاف مقـاومت میـان سـنگهای آهکی ضخیـم لایـه آسماری و سنگهای رادیولاریتی و لغزش میان آنهاست. درهم ریختگی ناشی از این گسـیختگیها در حدی است که نمی توان بدرسـتی اثـر محـوری طـاقدیس را در همـه جـای آن پـی جوئـی نمـود. لایه های سروک در یال شمالی کوه، همگی به سوی NE شیب دارند ( شکل ۳-۲۹ ).

**عقیق**

واژه عقیق از اسم رودخانه ای به نام Achate در شبه جزیره سیسیل گرفته شده که احتمـالا از بستر این رودخانه در ایام قدیم، قلوه سنگهای عقیق بدست می آمده.

عقیق از انواع نیمه شفاف و یا مات و از لایه های کالسدونی است که هرکدام بـه رنگهـای مختلف تزئین شده و یا حتی همرنگ می باشد و یا به تناوب، لایه هایی از اپال در میان آنـها دیـده

می شود. چون اکثر عقیق های بدست آمده، از نوارهای خاکستری رنگ تشکیل شده اند، قبل از استفاده از آنها، عقیق را رنگ می کنند.

عقیق در بلوردان ها در سنگهای آتشفشانی با ابعاد مختلف از چند سانتی متر تا چندین متر قطر یافت میشود. نوارها ای لایه های موجود در عقیق توسط تبلور متناوب بوجود آمده اند که چگونگی این امر مشخص نیست. یک تئوری در مورد تشکیل آنها این است که لایه های گوناگون عقیق در درون حفره هایی که توسط گازهای موجود در مواد مذاب بوجود آمده به آهستگی از همان مایعات سیلیسی کریستالیزه شده است. بلوردانها دارای ضخامت یکسان بوده و قسمت داخلی آنها از لایه های عقیق یا بلورهای میکروسکوپی پر می شوند و در حفره مرکزی به دلیل بودن فضای کافی، بلورهای کوارتز می توانند رشد نمایند.

با توجه به نوع، شکل و ساختار لایه های عقیق در تجارت و علم، واژه های متفاوتی به خانواده عقیق داده اند:

۱- عقیق چشمی ( Eye Agate ): در این نوع عقیق، ساختار لایه ها دایره وار بوده و نقطه تیره رنگی در مرکز قرار دارد.

۲- عقیق لایه ای ( Layer Agate ): در این نوع عقیق، ساختار لایه ها با هم موازی می باشد.

۳- عقیق شجری ( Denderitic Agate ): بدون ساختار لایه ای بوده و بر روی سطح آن اشکال درخت مانند نقش بسته است. رنگ آنها معمولا خاکستری یا بیرنگ است.

۴- عقیق آبدار ( Enhydritic Agate ): در بلوردان آنها مقداری آب از مایعات گرم باقیمانده است.

۵- عقیق دژی ( Fortification Agate ): طرح روی آن مانند نقشه دژهای قدیمی است.

۶- عقیق دایره ای ( Orbicular Agate ): لایه های آن دایره وار است و از نوعی کلسدونی شفاف تشکیل شده است.

۷- عقیق خزه ای ( Moss Agate ): عقیق واقعی نیست بلکه نوعی کالسدونی نیمه شفاف است و دارای محتویاتی از بلورهای سبز رنگ هورنبلند به شکل خزه می باشد.

۸- عقیق منظره ای ( Scenic Agate ): طرح روی آن مانند درختان و یا مناظر طبیعی است و به رنگهای قهوه ای و قرمز دیده می شود.

۹- شبه عقیق ( Pseudo Agate ): ساختار داخلی آن شبیه عقیق لایه ای بوده ولی شکل خارجی آن بر خلاف بلوردان عقیق واقعی که کروی است، فرم هندسی دارد.

۱۰- عقیق مجوف ( Tubular Agate ): قسمتهایی از درون آن تو خالی و دارای حفره های متعدد است.

۱۱- سنگ سارد ( Sard Stone ): این عقیق دارای ساختار لایه دار موازی می باشد

۱۲- عقیق خرد شده ( Brecciated Agate ): از قطعات خرد شده عقیق تشکیل شده که بوسیله خمیر کوارتزی بهم متصل می باشند. اندازه این بلوردان ها ندرتا بزرگتر از یک هندوانه بوده و به رنگهای

زیبایی مانند خاکستری، قرمز، صورتی، زرد، قهوه ای و آبی کمرنگ دیده شده و قابل رنگ کردن نمی باشند.

۱۳- عقیق حشره ای ( پشه ای ) ( Mosquito Agate ): نوعی عقیق شجری است که دارای اشکالی شبیه به ازدحام پشه ها می باشد.

**بطور کلی مشخصات کلی عقیق ها عبارتند از:**

رنگ: رنگهای متفاوت لایه دار و نوارهای رنگی

رنگ خاکه: سفید

سختی: ۶/۵ تا ۷

وزن مخصوص: ۲/۶ تا ۲/۶۵

کلیواژ: ندارد

فرم شکستگی: نا منظم و ناهموار

سیستم بلوری: هگزاگونال، تریگونال با بلورهای میکروسکوپی

ترکیب: $SiO_2$

شفافیت: نیمه شفاف، مات

ضریب شکست نور: ۱/۵۴۴ - ۱/۵۵۳

شکست دوگانه: ۰/۰۰۹

پراکندگی نور: ندارد

پدیده چند رنگی: ندارد

طیف جذبی نوری: زرد ( ۶۳۴۰ )، ( ۶۶۵۰ )، ۷۰۰۰

پدیده فلورسانس: برحسب نوارهای رنگی متفاوت است، گاهی قوی به رنگهای زرد، آبی تا سفید

**ایستگاه D11**

در مسیر جاده آباده طشک به ارسنجان ( ۵ کیلومتری ارسنجان ) رخنمون های رادیولاریتی دیده می شود که یک پیمایش سطحی در منطقه احساس می شد. بدین ترتیب محدوده ای به وسعت ۲ کیلومتر مربع پیمایش گردید که آثاری از کانه زایی و یا حتی آغشتگی سطحی نیز در این رادیولاریت ها دیده نشد.

**ایستگاه D12**

در مسیر جاده ارسنجان به سعادت شهر جاده ای فرعی در سمت راست جاده ( کیلومتر ۷ ) وجود دارد که به یک معدن سنگ ساختمانی ختم می گردد. در ابتدای این مسیر

آغشتگی های شدیدی از منگنز دیده می شود. با مطالعه دقیق تر چنین به نظر می رسد که این آغشتگی سطحی می باشد، که روی سطح کنگلومرای موجود در منطقه را نیز پوشانده است. شکل ۳-۲۳ نمایی از این آغشتگی ها را در منطقه نشان می دهد. دو نمونه D12-1 , D12-2 از این واحد به منظور آنالیز شیمیایی برداشت گردید.

| No. | $SiO_2$% | $Al_2O_3$% | $Fe_2O_3$% | CaO% | MgO% | $TiO_2$% | $Na_2O$% | $K_2O$% | MnO% | $P_2O_5$% | L.O.I% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D12-1 | 82.67 | 3.23 | 2.32 | 3.67 | 1.45 | 0.1 | 0.09 | 0.17 | 0.17 | 0.04 | 4.98 |
| D12-2 | 74.92 | 5.96 | 3.05 | 4.76 | 1.46 | 0.25 | 0.31 | 0.99 | 0.13 | 0.05 | 6.66 |

### ایستگاه D13

در امتداد مسیر ایستگاه D12 پس از طی مسافتی درحدود ۹ کیلومتر به معدن زندی می رسیم ( نقل قول از آقای مهندس شکری ). این سینه کار درون بخشی از سازند گورپی ایجاد شده است. سنگ با لایه بندی ظریف امتداد دارد. در این سینه کار دو جنس سنگ دیده می شود که یکی ترکیب مارنی - آهکی دارد و به علت وفور مواد آلی در آن بسیار تیره رنگ است و دیگری دارای ترکیب آهکی - ماسه ای با مواد آلی می باشد. از این سینه کار دو نمونه D13-2 و D13-1 جهت تهیه مقاطع و آنالیز شیمیایی برداشت گردید. در این معدن دو نوع لایه از نظر ضخامت نیز وجود دارد که دارای ضخامت بین ۱۰ تا ۸۰ سانتی متر و روند شمال غرب - جنوب شرق و شمالی - جنوبی می باشند. این لایه ها تقریبا افقی هستند. محدوده سینه کار در حدود ۱۰۰ متر می باشد که قسمت اعظم آن خاکبرداری شده است. به طور کلی این معدن به جز استفاده از قطعات خرد شده آن به صورت ادخال های موزاییکی اهمیت اقتصادی چندانی ندارد. شکل های ۳-۲۴ و ۳-۲۵ نمایی کلی از این معدن را نشان می دهند.

| No. | $SiO_2$% | $Al_2O_3$% | $Fe_2O_3$% | CaO% | MgO% | $TiO_2$% | $Na_2O$% | $K_2O$% | MnO% | $P_2O_5$% | L.O.I% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D13-1 | 11.47 | 0.48 | 0.38 | 46.64 | 0.34 | 0.01 | 0.02 | 0.09 | 1.04 | 0.06 | 38.03 |
| D13-2 | 13.98 | 3.04 | 1.06 | 43.38 | 0.64 | 0.13 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | 0.07 | 38.63 |

### ایستگاه D14

در مسیر جاده ارسنجان به محمود آباد توده ای رادیولاریتی به صورت واحدهای مجزا ( تپه ماهوری ) با مختصات زیروجود دارد:

۲۹° ۵۶' ۴۵" N

۵۳° ۲۹' ۳۸" E

به طور کلی ۳ واحد رادیولاریتی در منطقه وجود دارد که رخنمون اصلی در سطح دیده نمی شود و توسط قشر زیادی از رسوبات پوشیده شده است. رادیولاریت ها در این منطقه بسیار خرد شده اند و واحدهای آهکی - سیلیسی نیز در رادیولاریت ها به صورت لنزهای کوچک دیده

شکل ۳-۲۳ واحدهای آهکی-مارنی گورپی که آغشتگی منگنز از خود نشان می دهد

شکل ۳-۲۴ بلوکهای سنگ از واحدهای آهکی-مارنی گورپی در معدن زندی

شکل ۳-۲۵ لایه های آهکی-مارنی با روند شمال غرب-جنوب شرق در معدن زندی

می شوند. نمونه های D14 -1 و D14 -2 از این واحدها جهت آنالیز شیمیایی برداشت شده اند. شکل ۳-۲۶ رخنمون واحدهای رادیولاریتی در این ایستگاه را نشان می دهد.

| No. | %$SiO_2$ | %$Al_2O_3$ | %$Fe_2O_3$ | %CaO | %MgO | %$TiO_2$ | %$Na_2O$ | %$K_2O$ | %MnO | %$P_2O_5$ | %L.O.I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D14-1 | 63.05 | 3.31 | 1.49 | 15.12 | 0.86 | 0.12 | 0.39 | 0.37 | 0.68 | 0.06 | 13.43 |
| D14-2 | 49.37 | 0.83 | 0.16 | 26.15 | 0.18 | 0.01 | 0.32 | 0.06 | 0.78 | 0.08 | 21.12 |

### ایستگاه D15

در مسیر جاده ارسنجان به اسلام آباد ( کیلومتر ۱۲ ) به فاصله یک کیلومتری از ایستگاه D14 توده های رادیولاریتی به صورت خرد شده دیده می شوند که آغشتگی هایی از منگنز نشان می دهند. چرت درون این رادیولاریت ها بسیار زیاد است و شدیدا تکتونیزه شده اند به طوری که یک واحد متصل را در منطقه نمی توان پیدا کرد. به این خاطر، عمده رادیولاریت های منگنزدار به صورت واریزه دیده می شوند. نمونه های D15-1 ، D15-2 از رادیولاریت ها و آهک های ماسه ای منگنزدار برداشت گردیدند. شکل ۳-۲۷ این واریزه های منگنزدار را نشان می دهد.

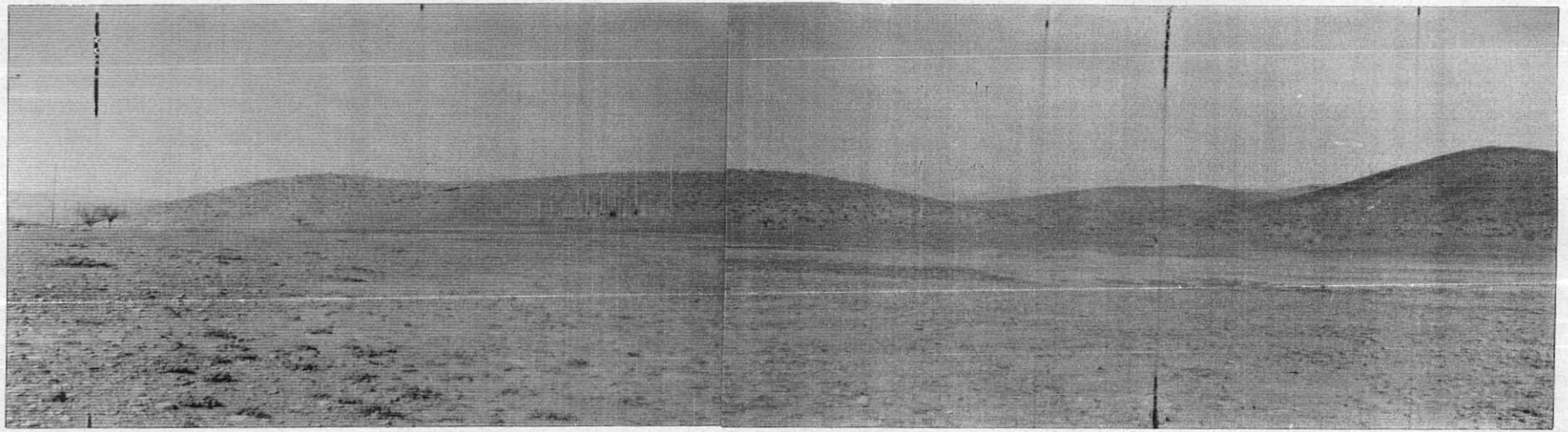
| No. | %$SiO_2$ | %$Al_2O_3$ | %$Fe_2O_3$ | %CaO | %MgO | %$TiO_2$ | %$Na_2O$ | %$K_2O$ | %MnO | %$P_2O_5$ | %L.O.I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D15-1 | 84.35 | 1.05 | 0.68 | 6.67 | 0.29 | 0.01 | 0.05 | 0.08 | 0.25 | 0.03 | 5.5 |
| D15-2 | 81.66 | 0.51 | 0.15 | 7.91 | 0.11 | 0.01 | 0.07 | 0.04 | 0.03 | 0.06 | 8.87 |

### ایستگاه D16

در مجاورت روستای بکهدان در ۲۰ کیلومتری شرق ارسنجان یک کار اکتشافی بر روی واحدهای اسکارنی و مرمری مجاور توده های اولترامافیک انجام گرفته است. این کار اکتشافی به دلیل خرد شدگی شدید سنگ و عدم قواره دهی به تعطیلی گرائید. نمونه D16 از سنگ چینی این کار اکتشافی برداشت شده است و تصویر ۳-۲۸ خاکبرداری انجام گرفته در این منطقه را نشان می دهد.

### ایستگاه D17

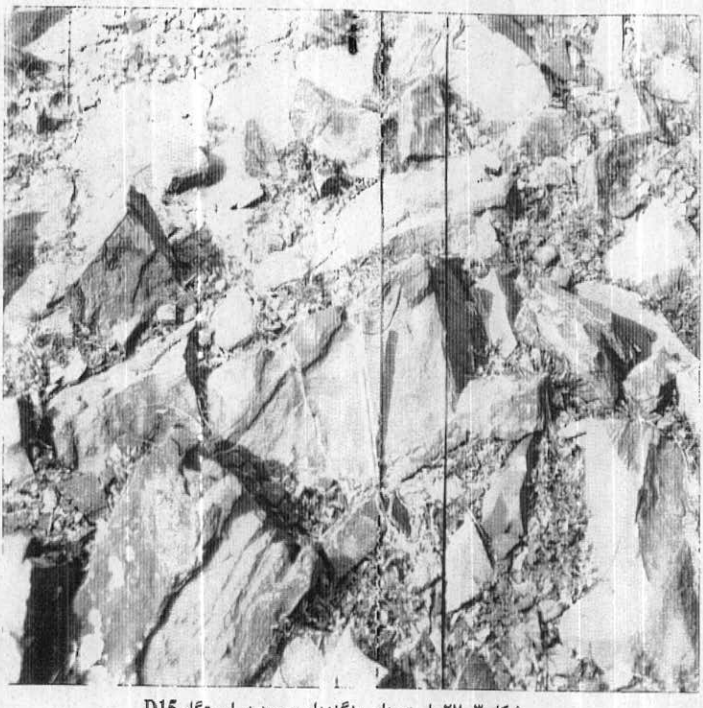
در مسیر جاده علی آباد ارسنجان به طرف خرامه ( زین آباد ) بعد از منطقه شوراب یک کار اکتشافی دیده می شود که در سازند بنگستان صورت گرفته است. این منطقه نیز شدیدا تکتونیزه است به طوری که گسل های محلی فراوانی در منطقه دیده می شود. سنگ دارای رنگ طوسی روشن و فاقد قطعات فسیلی است ولی به دلیل عدم قواره دهی مناسب عملا بلا استفاده می باشد. نمونه D17 از این منطقه جهت تهیه تیغه نازک برداشت گردیده است.



شکل ۳-۲۶ واحدهای رادیولاریتی موجود در منطقه محمود آباد ارسنجان در کنتاکت با آهک

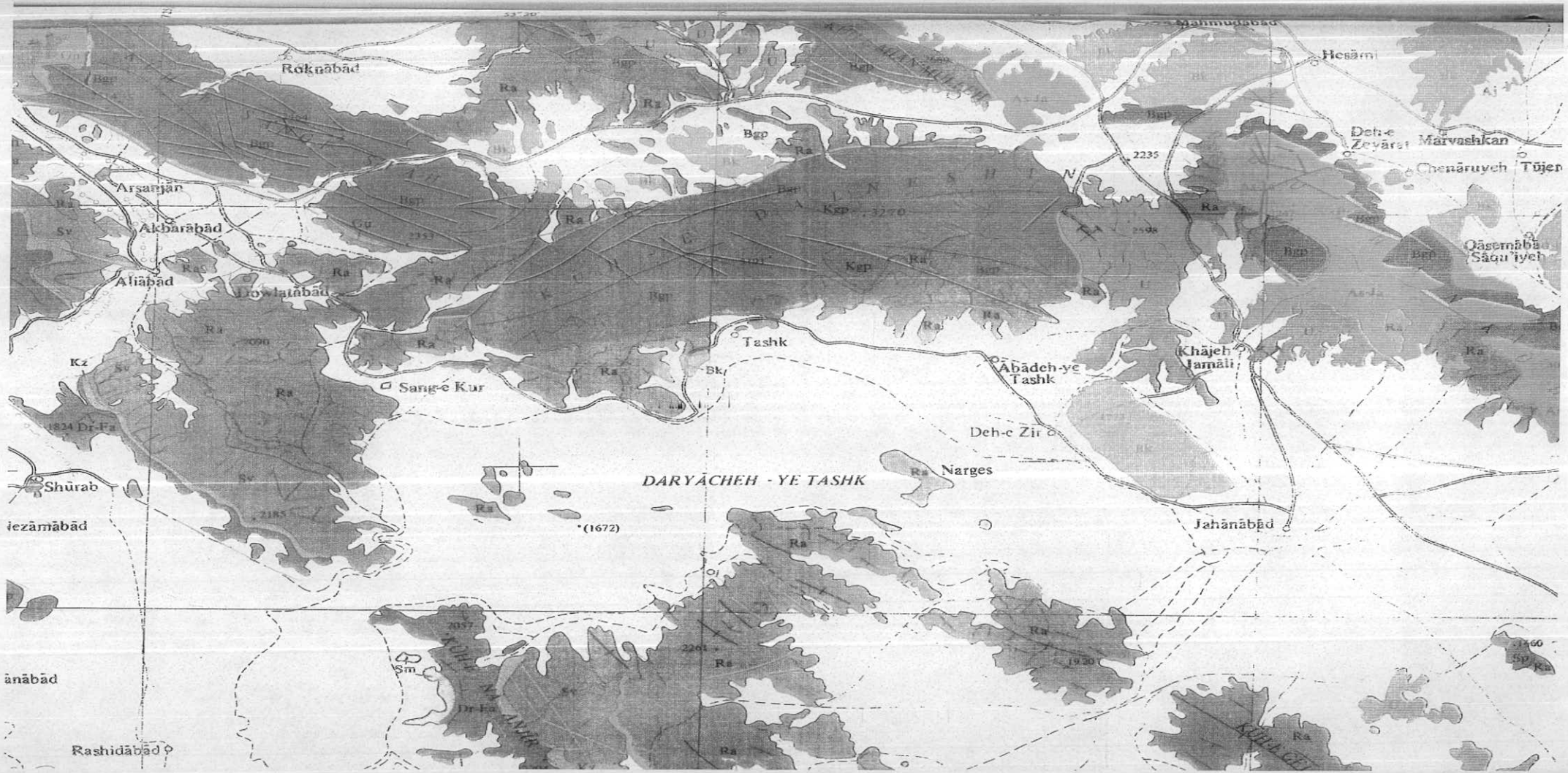


کتابخانه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



شکل ۳-۲۷ واریزه های منگنزدار موجود در ایستگاه D15

شکل ۳-۲۸ خاکبرداری انجام شده در معدن بکهدان


Rokn-ābād
Arsanjān
Akbarābād
Aliābād
Dowlatābād
Kz
Sang-e Kur
Shūrab
Rashidābād
Tashk
Bk
Ābādeh-ye Tashk
Deh-e Zir
DARYĀCHEH - YE TASHK
Narges
(1672)
Khājeh Jamāli
Jahānābād
Hesāmi
Deh-e Zeyārat
Marvashkan
Chenāruyeh
Tūjen
Qāsemābād
Sāqu'iyeh
2235
3270
2090
2185
2261
1930
1824 Dr-Fa
KŪH-E ZAGH
KŪH-E GE

# فصل چهارم

# بحث و نتیجه گیری

## ۴-۱ یافته ها:

این مطالعه بر روی کلیه واحدهای زمین شناسی موجود در منطقه ارسنجان واقع در شمال استان فارس به منظور اکتشاف هر چه بیشتر مواد معدنی، تعیین پتانسیل معدنی و پراکندگی آنها انجام گرفت. بدین منظور، مشخصه های زمین شناسی منطقه توسط مشاهدات صحرائی، عکس های هوایی و مطالعه سنگهای مختلف موجود در منطقه بررسی و همچنین ارزیابی ذخایر احتمالی فلزی و غیر فلزی انجام گرفت. مطالعات ژئوشیمیایی و کانی شناسی جهت تعیین، شناسایی و ارزیابی کانیهای ارزشمند از جمله کرومیت، منگنز، آهن، کانی های پلاتین، بنتونیت، منیزیت، کانیهای رسوبات تبخیری و سنگهای ساختمانی و تزئینی صورت پذیرفته است. مطالعات پتروگرافی با استفاده از مقاطع نازک و صیقلی جهت شناسایی سنگهای موجود در منطقه و نهایتا نقش آنها در کانه زایی به انجام رسید. منطقه ارسنجان از لحاظ زمین شناسی در دو زون زاگرس و سنندج-سیرجان واقع شده است. سنگهای منطقه عمدتا از جنس آهک، آهکهای دولومیتی، سنگهای اولترامافیک و سنگهای رادیولاریت و دگرگونی می باشد. در این مطالعه سعی بر شناسایی کلیه معادن و پتانسیل های معدنی و سنگ ساختمانی گردید.

مواد معدنی که در این پی جوئی مورد شناسائی قرار گرفتند عبارتند از:

**کرومیت:** با توجه به بررسی های به عمل آمده بر روی افیولیت های این منطقه، آثار کرومیت به صورت دانه های بسیار ریز پراکنده در سنگ میزبان خود یعنی دونیت - هارزبورژیت قرار گرفته و فاقد اهمیت اقتصادی است.

**منیزیت:** در نوار افیولیتی، رگه منیزیت با ضخامت ۲۰ سانتی متر و طول رخنمون ۱۰ متر به طور منقطع دیده می شود که به صورت شبکه ای با سنگهای فوق بازی قرار گرفته است.

**سنگ ساختمانی:** در مسیر جاده مرودشت - ارسنجان چندین معدن سنگ ساختمانی از جمله طوس طاووس، علی آباد ارسنجان، سر آسیاب وجود دارد که سینه کارهای اکتشافی آن زده شده و فعالیت های استخراج در آنها صورت می گیرد.

**منگنز:** در دورن رادیولاریت های این منطقه نیز آثار منگنز بیشتر به صورت آغشتگی وجود دارد. فقط در شمال روستای خواجه جمالی ترانشه ای در این رادیولاریت ها زده شده که عیار منگنز در آن نسبتا خوب و ناخالصی رادیولاریت آن نیز کمتر می باشد.

**آگات:** در شمال روستای خواجه جمالی در روشن کوه رگه ای از سنگهای آگات به رنگهای متنوع دیده می شود که تناوب تدریجی تبدیل آنها به کوارتز وجود دارد، ضخامت این رگه در حدود ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر می باشد که دقیقاً در کنتاکت با آهک ها قرار دارد.

**ترکیبات نیکل:** آزمایشات ژئوشیمیایی از واحدهای اولترامیفیک روشن کوه، فراوانی نسبتا خوبی از عنصر نیکل را نشان می دهد. شکل ۴-۱ بیانگر نمودار پراکندگی نیکل، کبالت و کروم در منطقه روشن کوه است.

جدول ۴-۱ مشخصات کلی اندیسهای مطالعه شده در منطقه ارسنجان را نشان می دهد.

## ۴-۲ تفسیر داده های ژئوفیزیکی:

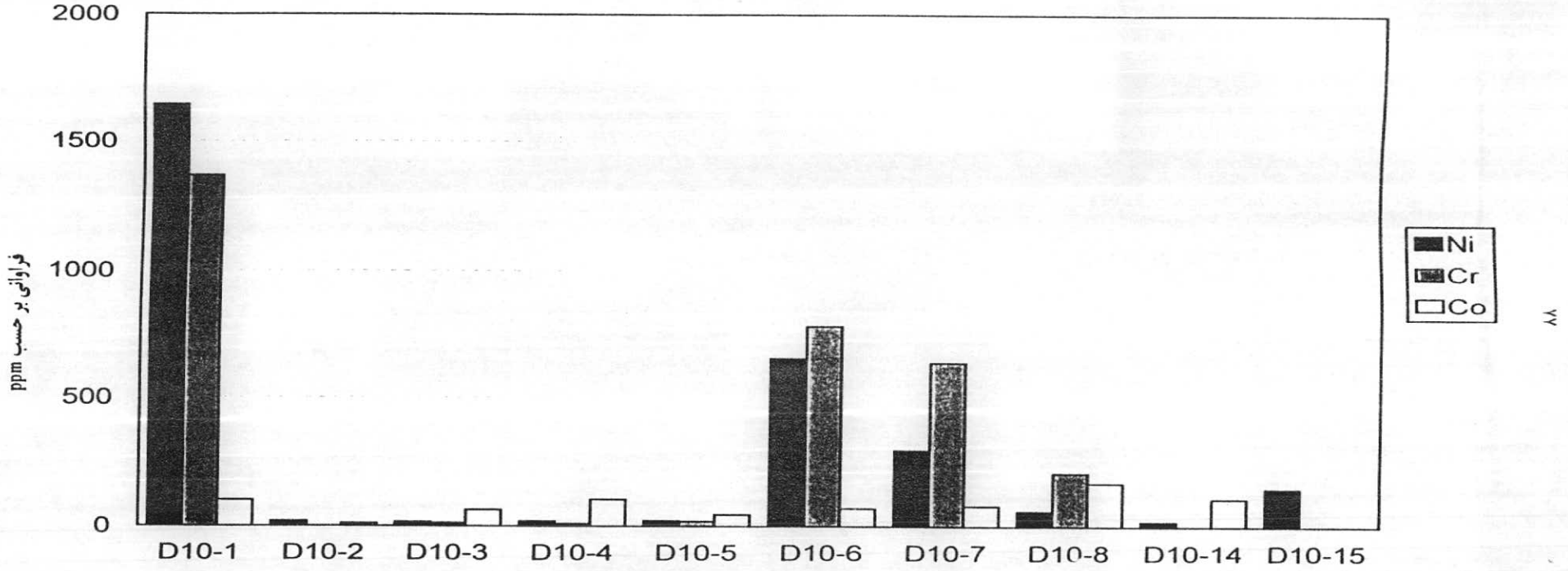
در منطقه ارسنجان به طور کلی نقشه های ژئوفیزیکی مغناطیس هوایی به لحاظ وجود توده های معدنی خاص، نمود مشخصی ندارد و تنها در مجاورت نواحی آباده طشک و طشک و واحدهای اولترامافیک شمال غرب ارسنجان آنومالی های ضعیفی نشان داده می شود. عمده تمرکز ورق ۱:۲۵۰۰۰۰ ژئوفیزیکی شیراز بر روی ساختارهای تکتونیکی مختلف و گسل های اصلی منطقه است ( شکل ۴-۲ ).

## ۴-۳ نتیجه گیری:

بطور کلی شهرستان ارسنجان را می توان از لحاظ پتانسیل مواد معدنی، منطقه ای ضعیف دانست. علی رغم وجود پتانسیل های فراوان مواد معدنی ( کرومیت، منگنز و آهن ) و سنگهای ساختمانی ( مرمریت و چینی ) در شهرستان نیریز که همجوار شهرستان ارسنجان می باشد، گسترش سنگهای واجد پتانسیل معدنی در ارسنجان چندان زیاد نیست. اندیسهای کم ذخیره و ناخالص منگنز و کروم در مناطقی از ارسنجان مشاهده گردیده اند که عمدتا فاقد ارزش اقتصادی جهت عملیات اکتشافی و استخراج هستند.

سنگهای ساختمانی در ارسنجان را میتوان عمده منابع اقتصادی منطقه دانست که از نظر ذخیره و کیفیت وضعیت مطلوبی دارند و سرمایه گذاری در جهت اکتشاف و استخراج هر چه بیشتر آن ضروری بنظر می رسد.

منطقه ای در شمال روستای خواجه جمالی و در دامنه های ارتفاعات روشن کوه از لحاظ پتانسیل معدنی با اهمیت تشخیص داده شد. آگاتهای ( عقیق های ) دامنه این کوه می توانند دارای ارزش اقتصادی باشد و فراوانی بالایی از نیکل را در سنگهای فوق بازیک آن قابل توجه است، لذا مطالعات بیشتری در این منطقه را پیشنهاد می کنیم ( شکل ۴-۳ و ۴-۴ ).



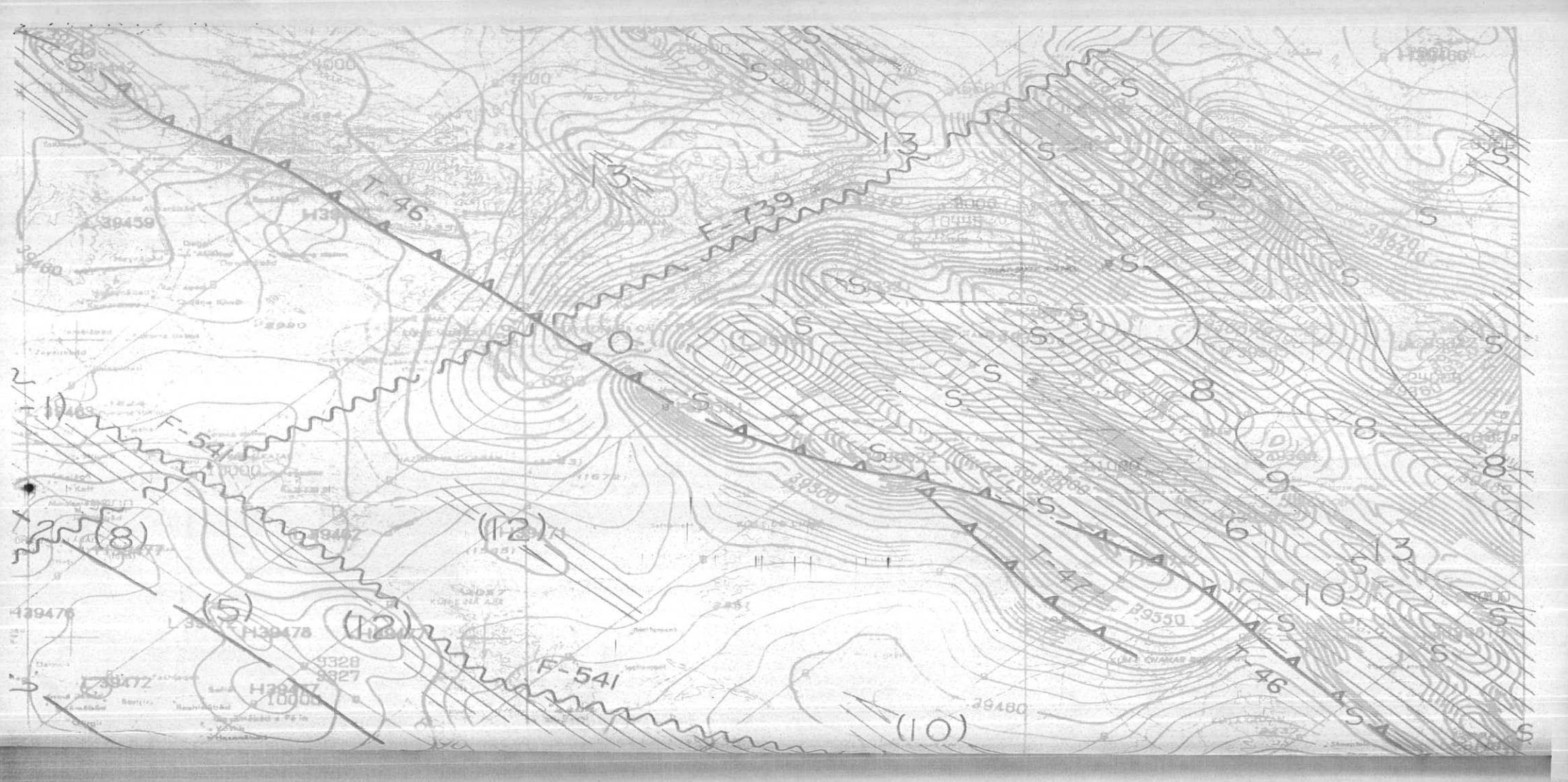

شکل ۴- ۱: پراکندگی عناصر نیکل، کبالت و کروم در منطقه روشن کوه

## منطقه ارسنجان

جدول ۴-۱

| اندیس | ماده معدنی | سنگ میزبان | وضعیت ماده معدنی | وسعت برونزد ماده معدنی | عیار متوسط | ذخیره احتمالی | وضعیت فعالیت معدنکاری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| روستای محمود آباد (D1) | کرومیت | دونیت های سرپانتینی شده | دانه ای | ۱۰m$^2$ | - | - | یک لنز شدیدا دگرسان شده با دانه های پراکنده کرومیت است که ذخیره ای نمی توان برای آن در نظر گرفت. |
| روستای محمود آباد (D2) | کرومیت | دونیت های سرپانتینی شده | دانه ای | ۱۰m$^2$ | - | - | یک لنز شدیدا دگرسان شده با دانه های پراکنده کرومیت است که ذخیره ای نمی توان برای آن در نظر گرفت. |
| روستای محمود آباد (D3) | منیزیت | واحدهای پریدوتیتی و دایک های دیابازی | دانه ای | ۲۰m$^2$ | - | - | یک رگه منیزیتی با طول ۲۰ متر و ضخامت ۲۰ سانتی متر بصورت منقطع دیده می شود. |
| جاده مرودشت - ارسنجان (D4) | سنگ ساختمانی | سازند بنگستان | - | ۵۰۰×۱۰۰m$^2$ | - | - | معدن طوس طاووس در حال حاضر فعال می باشدو بصورت باطله برداری استخراج می شود. |
| جاده مرودشت - ارسنجان (D5) | سنگ ساختمانی | سازند بنگستان | - | ۶۰۰×۱۰۰m$^2$ | - | - | معدن طوس ایران در حال حاضر فعال می باشد. |
| جاده مرودشت - ارسنجان (D6) | سنگ ساختمانی | سازند بنگستان | - | ۲ Km$^2$ | - | - | معدن سر آسیاب در حال حاضر فعال می باشد و دو سینه کار اکتشافی نیز ایجاد کرده است. |

| اندیس | ماده معدنی | سنگ میزبان | وضعیت ماده معدنی | وسعت برونزد ماده معدنی | عیار متوسط | ذخیره احتمالی | وضعیت فعالیت معدنکاری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| علی آباد ( D7 ) | سنگ ساختمانی | سازند سورمه | - | ۵۰۰m$^2$ | - | - | بنظر می رسد یکی از معادن با پتانسیل باشد.اکنون به روش سیم برش الماس عملیات اکتشافی ادامه می یابد. |
| علی آباد ( D8 ) | سنگ ساختمانی | سازند بنگستان | - | ۱۰۰m$^2$ | - | - | به علت عدم قواره دهی و شکستگی فراوان تعطیل است. |
| وب شرقی خواجه جمالی ( D9 ) | منگنز | رادیولاریت | بین لایه ای | ۲۰۰m$^2$ | - | - | ترانشه موجود در اثر عملیات جاده سازی ایجاد شده است. بنظر می رسد که ذخیره مناسبی نداشته باشد. |
| ال غرب خواجه جمالی( D10 ) | آگات | کنتاکت آهک جهرم و واحدهای پریدوتیتی | نواری | ۵۰۰m$^2$ | - | - | در ارتفاعات روشن کوه ما بین واحد های آهکی جهرم و واحدهای اولترامیفیک یک باند آگات قرمز رنگ است |
| نجان به سعادت شهر ( D12 ) | منگنز | کنگلومرا | آغشتگی سطحی | - | - | - | - |
| معدن زندی ( D13 ) | سنگ ساختمانی | آهک مارنی گورپی | لایه های رسوبی | ۱ Km$^2$ | - | - | بعلت سست بودن سنگ و رنگ تیره در ادخالهای موزاییک استفاده می شود و در حال حاضر معدن تعطیل است. |
| اسلام آباد ( D15 ) | منگنز | رادیولاریت | بین لایه ای | ۱۰۰m$^2$ | - | - | نوارهای ظریف بصورت آغشتگی بر روی رادیولاریتها دیده می شود و معدنکاری نشده است. |
| ستای بکهدان ( D16 ) | سنگ چینی | واحد های مرمری | توده ای | ۵۰۰m$^2$ | - | - | بدلیل ذخیره پایین تعطیل است و فقط خاکبرداری انجام شده است. |
| ارسنجان- خرامه (D17) | سنگ ساختمانی | سازند بنگستان | توده ای | ۱۰۰m$^2$ | - | - | بدلیل شکستگی فراوان فقط خاکبرداری انجام شده است. |


T-46
F-739
F-541
T-47
T-46
F-541
(8)
(5)
(12)
(12)
(10)
13
13
10
8
8
8
9
6
13
10

## LEGEND

Alluvial and Recent Deposits

Well bedded fossiliferous Li
(Asmari - Jahrom Formation

Radiolarite Complex
(L. Cretaceous)

Ultramafic igneous rocks

Well bedded Limestones(Ea
(E. Cretaceous)

## SYMBOLS

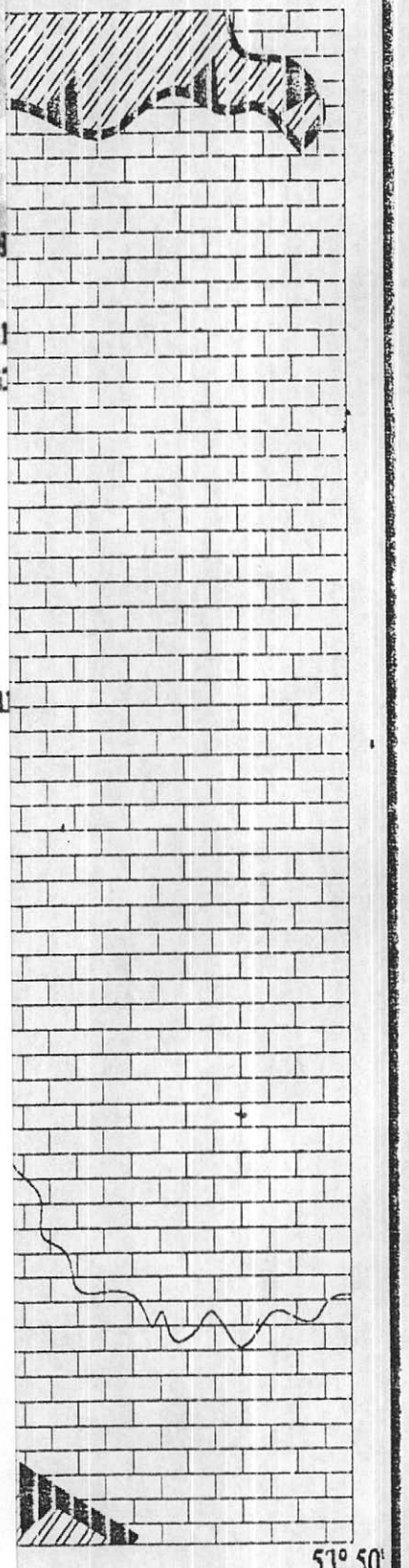
Over thrust

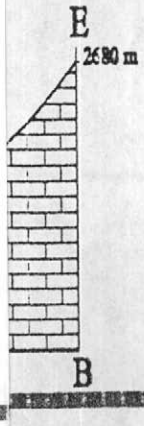
Drainage

A — B Cross section

Road

Agate Index



## LEGEND

Alluvial and Recent Deposits

Congomerate and Sandstone(
(Pliocene)

Radiolarite Complex
(L. Cretaceous)

Well bedded Limestones(Bar
(E. Cretaceous)

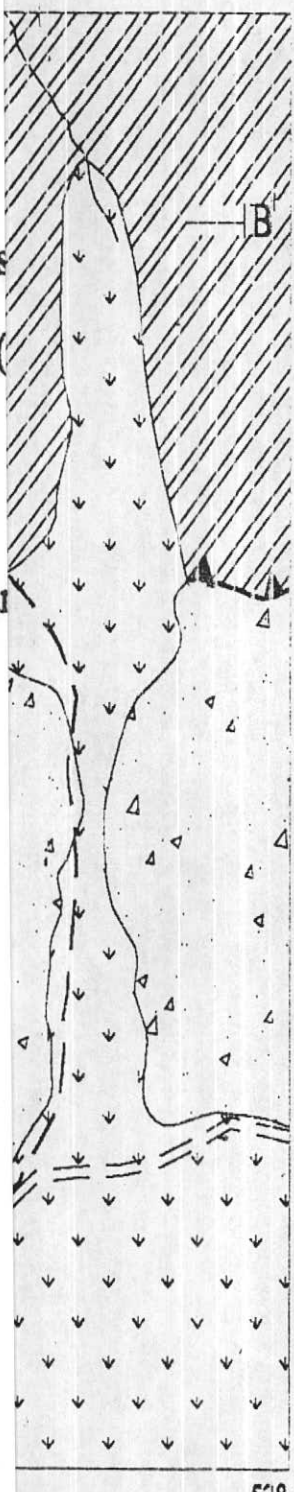
## SYMBOLS

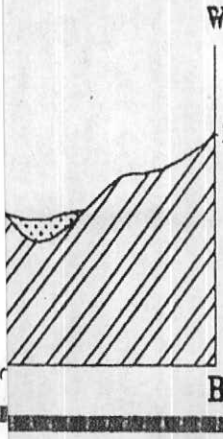
Over thrust

Drainage

A — B Cross section

Road



# پیوست

# پیوست ۱

مسیر های پیمایش شده و نقاط نمونه برداری در منطقه ارسنجان

D-14-3
D-14-2
55
پاسگاه ژاندارمری
خرابه قدیمی
آغل گوسفند
اکبر آباد
تلمبه خانه
نصیر آباد
2400
2300
2200
2100
2000
1900
1800

میدان پیمایش شده

ا جغرافیائی ارتش سال ۱۳۴۶

نقشه های مجاور

| | |
|---|---|
| 6550 II | 6650 III |
| 6549 I | 6649 IV |

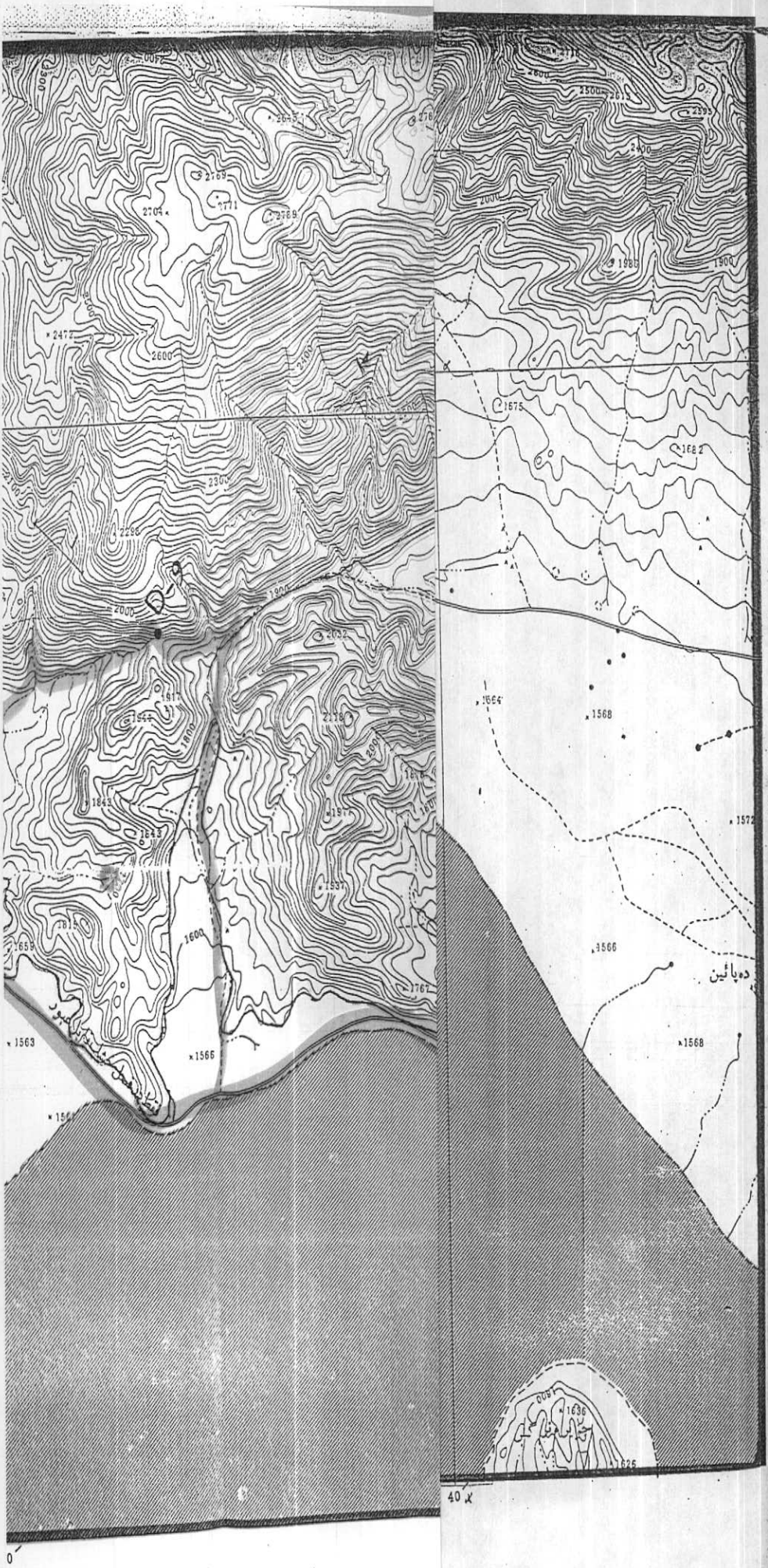
این نقش

آمریکا

علائ

عرض هر راه یک راسه بطور

منطقه سکونی



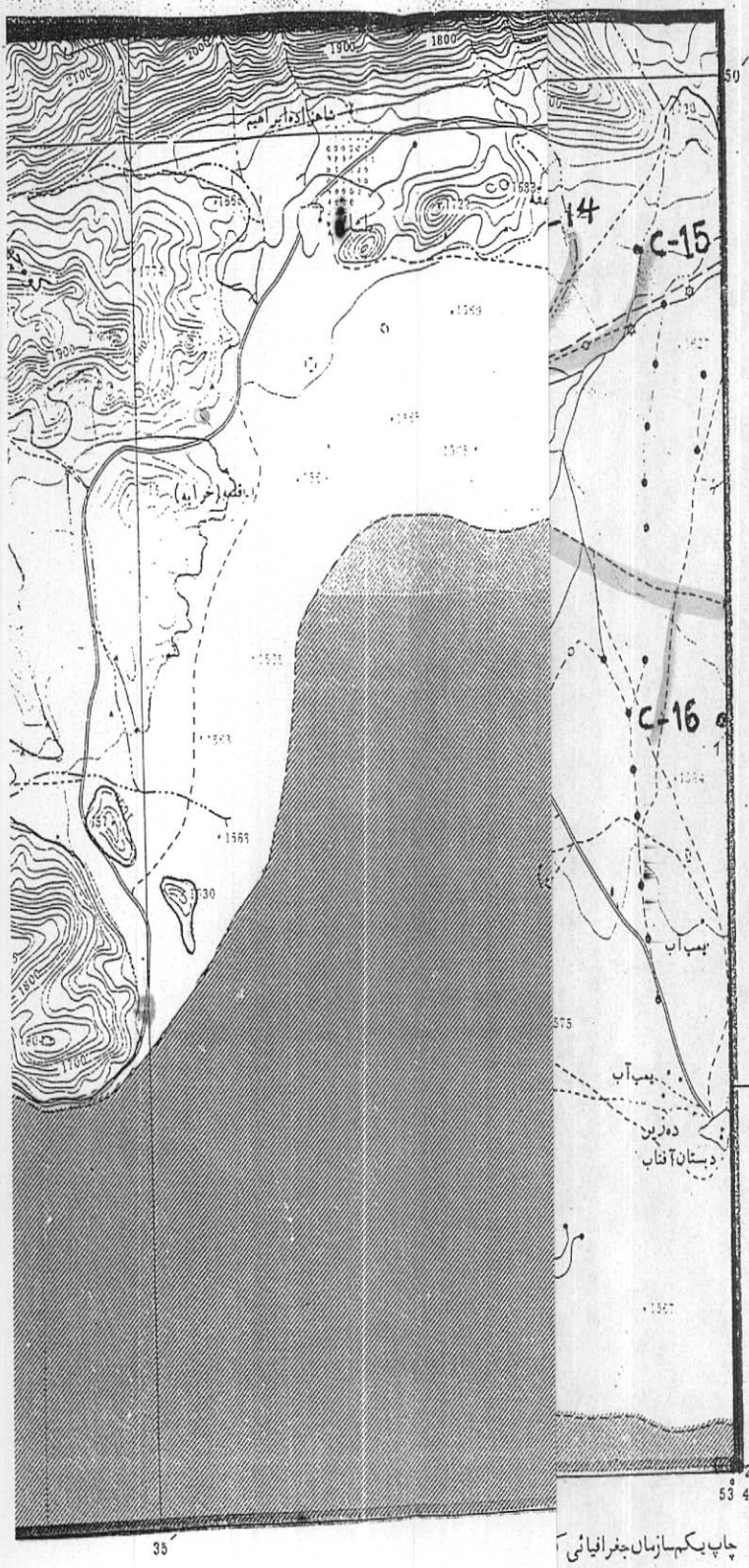

این نقشه توسط سازمان جغرافیائی کشور با استفاده از عکسها ی
هوائی سال ۱۳۳۴ بطریق فتوگرامتری تهیه شده است

علائم

عرض هر راه یک راهه بطور متوسط ۲/۵ متر (۸ فوت) است

راهها

C-20-1
C-20-2
C-20-3




چاپ یکم سازمان جغرافیائی

راهنمای نقشه های مجاور

| | | |
|---|---|---|
| 6750 II | 6750 III | -- |
| 6749 I | 6749 IV | 6749 I |
| 6749 II | 6749 III | 6749 II |

این نقشه قسمتی از نقشه ۱:۲۵۰/۰۰۰ ش
NH 39-12 سری K551 میباشد

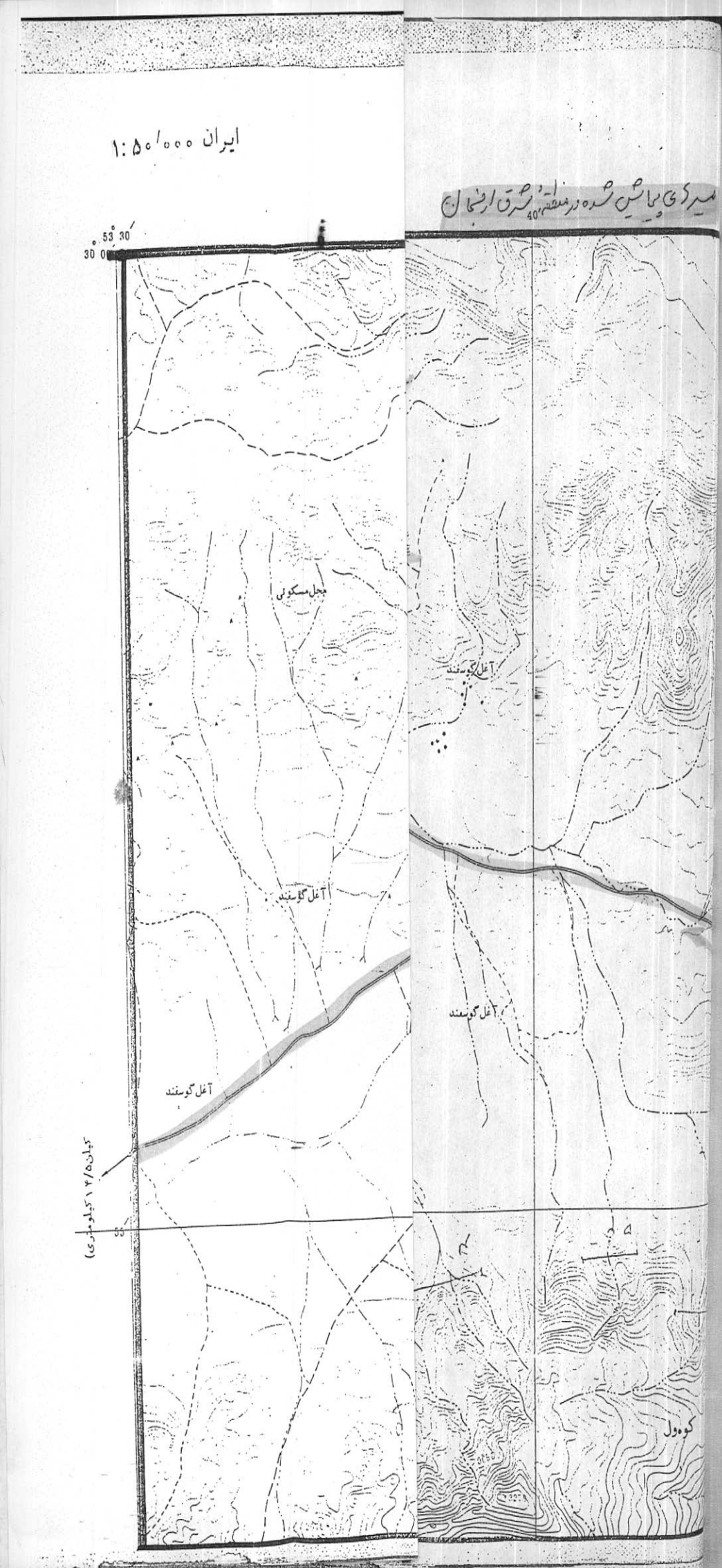
فرعی ۱۰ متر است

TRANSVERSE

جغرافیائی کشور بررسانند

منطقه سکو
ده محصور
نقطه ارتفاع
نقطه سطحا
نقطه ارتفاع
کوپر
آب انبار
چشمه: قیره
قنات: قیره

ایران ۱:۵۰/۰۰۰



## پیوست ۲

## شرح مطالعه مقاطع میکروسکوپی

## شماره نمونه: Ar-1-1

بافت: گرانوبلاستیک ( Granoblastic )

کانیهای اصلی: زمینه عمدتا از فلدسپات تشکیل شده است. فلدسپاتها عمدتا پلاژیوکلازها هستند. پلاژیوکلازها اکثرا شکل دار بوده و ابعاد آنها کوچک است.

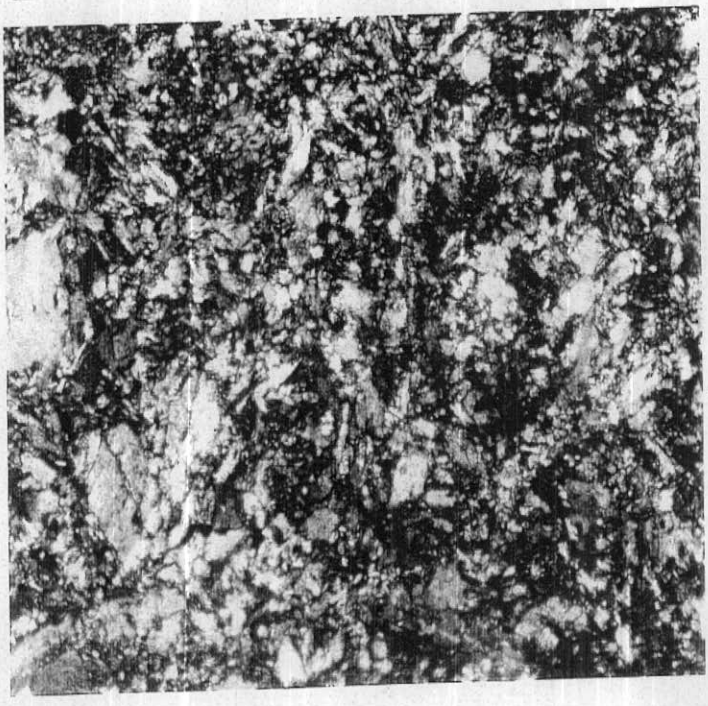
ترمولیت - اکتینولیت نیز در این نمونه قابل مشاهده است. ابعاد آنها درشت تر از فلدسپاتها بوده و بصورت دانه های نسبتا هم بعد ولی با بافت رشته ای دیده می شوند. گاهی چند دانه از آنها کنار هم واقع شده و اجتماعات بزرگتری از این کانی را تشکیل می دهند.

کانیهای فرعی: بیوتیت آهن دار به مقدار کم به صورت پولکهای ریز در نمونه به حالت پراکنده قابل مشاهده است.

کانیهای ثانویه: کلریت و اپیدوت به فراوانی در نمونه حضور دارند. اپیدوتها بصورت دانه های بی شکل ولی با فراوانی زیاد و برجستگی بالا بخوبی دیده می شوند. کلریت نیز بصورت دانه های تقریبا درشت تر از سایر کانیها دیده می شوند کانیهای اپاک شامل اکسیدهای آهن و هیدورکسیدهای آهن به موازات کانیهای ورقه ای و هم جهت با آنها به فراوانی وجود دارند. کربناتها هم داخل حفرات رگچه های نمونه را بطور ثانوی پر کرده اند.

نام سنگ: فاسیس گرین شیست ( Greenschist Facies )

سنگ دگرگونی حاوی ترمولیت - اکتینولیت - کلریت - اپیدوت در حد فلس ( اگر در روی زمین سنگ حاوی جهت یافتگی باشد نام آن اکتینولیت، کلریت، اپیدوت شیست است).



**شماره نمونه: *Ar-1-2***

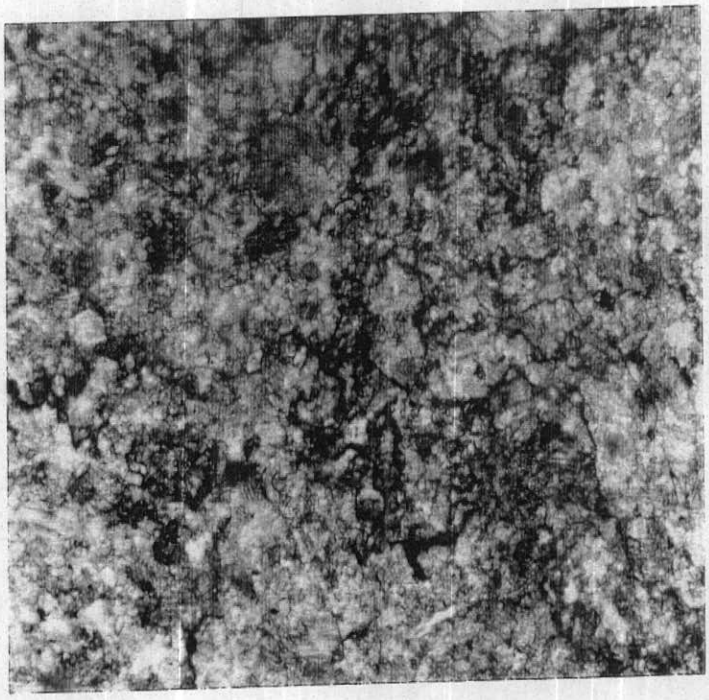
بافت: میکروکریستالین

کانی اصلی: کانی اصلی این نمونه کلسیت است. بیش از ۹۵٪ نمونه از این کانی تشکیل شده است.

آثار فسیلی در این نمونه مشاهده نمی شود. ماکلهای فشاری در کلسیت ها بیانگر نیروهـای وارده بـه سـنگ هستند.

کانی ثانویه: کمی آغشتگی به هیدروکسیدهای آهن دیده می شود.

نام سنگ: میکرواسپاریت. (Microsparite)



*شماره نمونه: Ar-1-3*

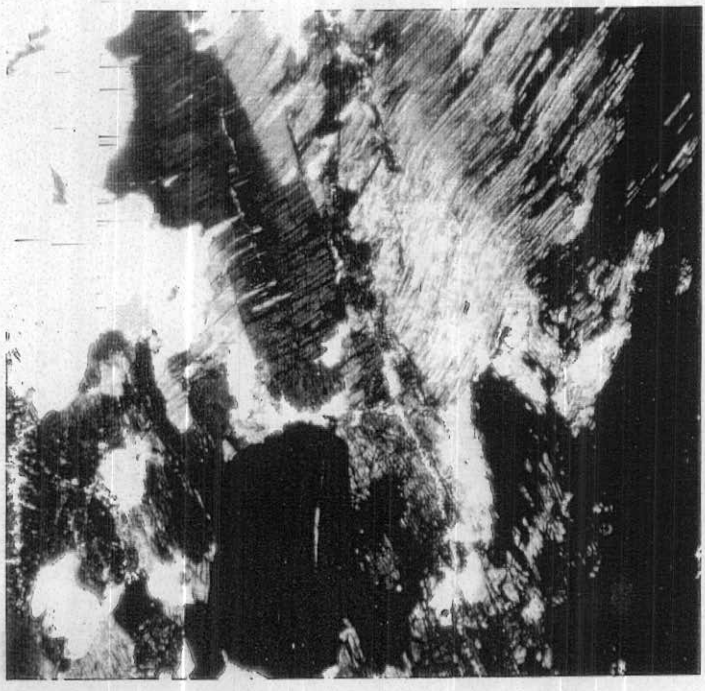
بافت: کاتاکلاستیک ( Cataclastic )

کانی اصلی: کانی اصلی در این نمونه پیروکسن است. پیروکسن ها حدود ۸۰٪ نمونه را تشکیل می دهند. بصورت دانه های نیمه اتومرف و تا اتومرف درشت دانه در نمونه وجود دارند. در پیروکسنهای نمونه شکستگی و خردشدگی قابل مشاهده است. همچنین ماکلهای خمیده در پیروکسنها به فراوانی دیده می شوند که نشانه های بالا بیانگر وجود نیروهای مکانیکی به سنگ و تحمل دینامیکی توسط نمونه است.

کانی فرعی: کرومیت بصورت دانه های نسبتاً شکل دار و درشت دانه حدود ۵۰٪ در نمونه قابل مشاهده است.

کانی ثانویه: ترمولیت - اکتینولیت در قسمتهای خرد شده و شکسته شده پیروکسنها در حال تشکیل شدن است.

نام سنگ: سنگ دگرگونی با تأثیرات ناشی از عملکرد تکتونیک



**شماره نمونه: Ar-3-1**

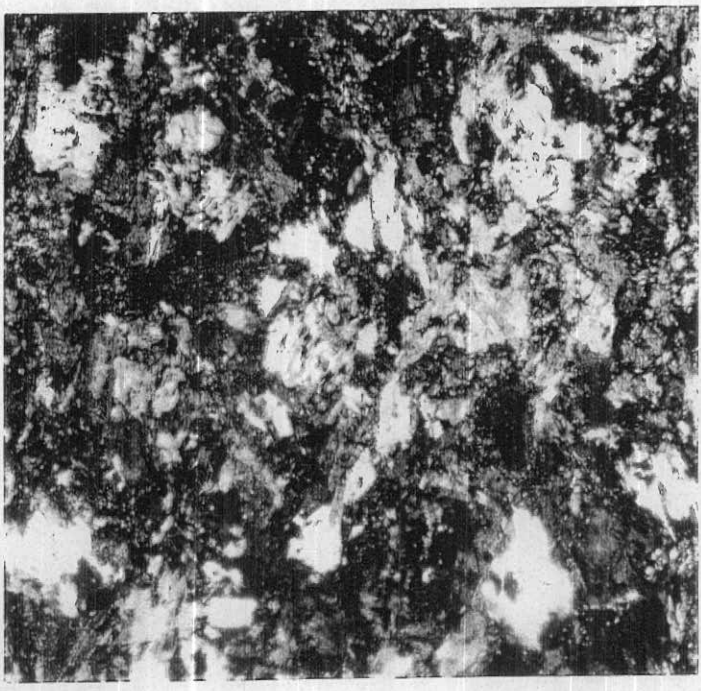
بافت: گرانوبلاستیک

کانیهای اصلی: کانیهای اصلی این نمونه شامل فلدسپات و آمفیبول می باشد. فلدسپاتها این نمونه بصورت فلدسپاتهای پلاژیوکلاز از نوع آلبیت می باشد و بصورت بلورهای شکل دار تا نیمه شکل دار مشاهده می شوند. از لحاظ اندازه تقریباً با دانه های آمفیبول هم بعد هستند. فاقد آلتراسیون بوده و سالم بنظر می رسند.

دانه های آمفیبول از نوع ترمولیت – اکتینولیت بوده و حالت کشیده و یا شعاعی دارند.

کانی ثانویه: هیدروکسیدهای آهن بطور ثانوی وارد درز و شکاف و فواصل بین کانیهای نمونه شده است.

نام سنگ: به علت اینکه در نمونه دستی اثری از جهت یافتگی دیده نمی شود سنگ را می توان سنگ ( دگرگونی حاوی آلبیت و آمفیبول ) نام گذاری کرد ولی اگر در روی زمین فاسیس سنگ جهت بافته شده آن را می توان ( آلبیت آمفیبول شیست ) نامید.



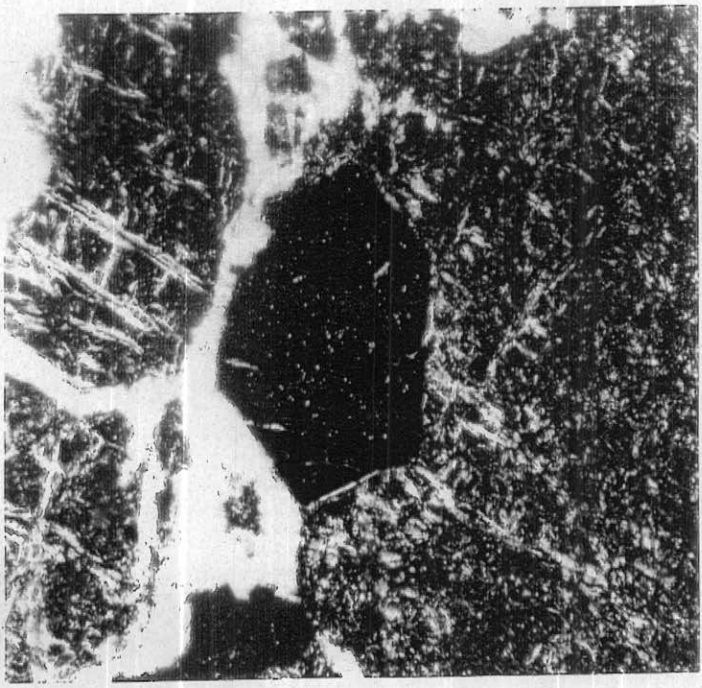
## شماره نمونه: Ar-2

کانیهای اصلی: کانی عمده این نمونه سرپانتین است. سرپانتین ها با بافت مشبک و حفره دارد در نمونه قابل مشاهده هستند. درز و شکافها و حفرات سرپانتین توسط کربناتها پر گردیده است و رگه منشعب کربنات در همه قسمتهای نمونه دیده می شود.

کانی فرعی: کانی اپاک شامل دانه های نیمه اتومرف با فراوانی کم قابل مشاهده است که احتمالاً کرومیت یا مگنتیت می باشد. ابعاد دانه ها حداکثر ۵۰۰ میکرون است.

کانی ثانویه: در این نمونه هیدروکسیدهای آهن به فراوانی در فواصل و شکافهای موجود در سرپانتین ها وارد گشته اند و از فراوانی بالایی برخوردار هستند.

نام سنگ: پریدوتیت تجزیه شده به سرپانتینیت به طرف افی کربنات یا لیسوینیت



**شماره نمونه: Ar-1-4**

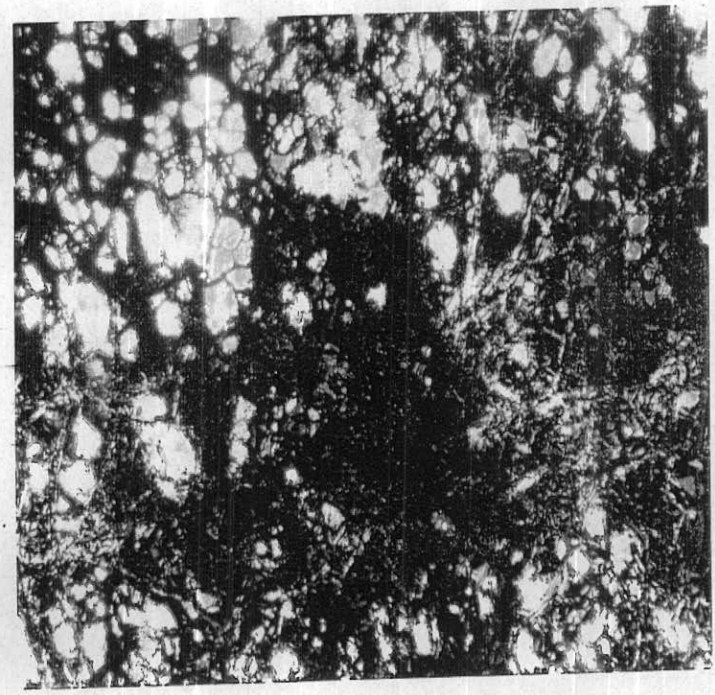
بافت: غربالی یا مشبک

کانی اصلی: در حال حاضر کانی اصلی سنگ سرپانتین است. سرپانتین ها در این نمونه ناشی از آلتراسیون الیوین ها هستند. بقایای الیوین در این نمونه قابل مشاهده است. سرپانتین ها بافت مشبک داشته و ساختمان متخلخل ( Mesh Stractrue ) را ایجاد کرده اند.

کانی فرعی: داخل سرپانتین ها بقایای پیروکسن مشاهده می شود. پیروکسنها از نوع ارتوپیروکسن بوده و دارای ماکلهای خمیده ناشی از عملکرد نیروهای مکانیکی ( تکتونیکی ) است چند دانه کرومیت نیز در نمونه با ابعاد کوچک قابل مشاهده است.

جدا از کرومیت نوعی کانی اپاک نیز وجود دارد که به فراوانی در داخل سرپانتین ها و در بین شکافها آنها استوار یافته است.

نام سنگ: پریدوتیت که در اثر هوازدگی به سرپانتینیت تبدیل شده است.



## آگات های برشی موجود در ایستگاه D10