



دانشگاه سوادکوه

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد (گرایش پترولوژی)

مطالعه پترولوژی سنگ های دگرگونی شمال دریاچه سد زاینده رود واقع در شرق چادگان

استاد راهنما:

دکتر جواد ایزدیار

توسط:

سید مصطفی موسوی زاده

مهرماه ۱۳۸۹

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اگر شایسته تقدیم باشد،

تقدیم به:

نگاه‌های مهربان و همیشه نگران، قامت‌های استوار و همیشه مقاوم که امروزم نتیجه دیروز آنهاست،

آنان که رویش جوانه‌های اندیشه‌ام را وام‌دار حضور سبز و مهربانی‌گرم آنان هستم،

و

همه آنان که دوستان دارم.

سپاسگذاری

حمد و سپاس بیکران خداوند یکتا را که چون همیشه بر بنده ناسپاس خویش منت نهاد و یاریش نمود تا از عهده این تحقیق بر آید. امید که این تلاش اندک بتواند بخش کوچکی از نعمات آن کریم را شاکر باشد. در انجام این تحقیق خود را مدیون زحمات و کمک‌های عزیزان بسیاری می‌دانم که بی تردید بدون همکاری و یاری ایشان، امکان به نتیجه رسیدن آن وجود نمی‌داشت. بر خود لازم میدانم که زحماتشان را ارج نهاده و صمیمانه از همه آنها تشکر نمایم:

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر جواد ایزدیاری نهایت تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌نمایم. ایشان چه در طول تحصیل و چه در انجام مراحل مختلف این پایان‌نامه با نهایت صبر و حوصله و دقت نظر همیشه مشوق و یاری‌گر اینجانب در به پایان رساندن این تحقیق بودند. بی شک بدون راهنمایی‌های حکیمانه ایشان اتمام این تحقیق امکان‌پذیر نبود.

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر علی حاج ابوالفتح به خاطر زحمات بی دریغ ایشان و به پاس قبول داوری این پایان‌نامه به عنوان ممتحن داخلی صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایم.

از استاد محترم جناب آقای دکتر علی اکبر بهاری فر که با قبول زحمت داوری این تحقیق به عنوان ممتحن خارجی، با مطالعه دقیق این پایان‌نامه و ارائه نظرات ارزشمند، در بهبود هر چه بیشتر این رساله کمک نموده اند سپاسگذاری می‌نمایم.

از استاد گرانقدر و دلسوزم جناب آقای دکتر محمد ابراهیمی، مدیریت محترم گروه زمین‌شناسی، به پاس زحمات بی دریغ و ارشادات ارزنده ایشان در طول تحصیل در دانشگاه زنجان صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از دوست و همکار عزیزم آقای مظفر ارم به خاطر یکایک زحمات و همکاری های صمیمانه و بی‌منت ایشان از آغاز تا پایان این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را دارم. قطعاً بدون همکاری ایشان انجام این پروژه با سختی های بسیاری همراه می‌شد.

از دوستان گرانقدرم آقایان مصطفی خدایی و یاسر وحدانی به خاطر کمک های بی دریغ ایشان در طول انجام پروژه کمال تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌دارم.

زحمات دوستان گرامی ام آقایان ناصر اسماعیلی، سجاد مجاب، امید کورشی، وحید احمدیان جوزقانی و حجت نوری که به نحوی در پیشبرد این پروژه مرا یاری کرده‌اند شایان تشکر و سپاس فراوان است.

از آقای حجت بهارلویی و خانواده محترم ایشان به خاطر کمک های بی شائبه و میهمان نوازی گرمشان صمیمانه سپاسگذارم.

از ریاست محترم دانشگاه پیام نور واحد چادگان و فرمانداری محترم این شهر که کمک بسیاری در اسکان اینجانب در این شهر نمودند تقدیر و تشکر می‌نمایم.

در خاتمه، شایسته است از خانواده عزیزم و همچنین خانواده عموی گرانقدرم که همگی ضمن تحمل سختی های فراوان، همواره در مدت تحصیل پشتیبان و یاری رسان و دعای خیرشان بدرقه راهم بوده است، از صمیم قلب تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده

محدوده مورد مطالعه بخشی از زون سنندج-سیرجان می باشد که در شرق چادگان، در شمال دریاچه سد زاینده رود واقع شده است. بخش اعظم سنگ های منطقه را سنگ های دگرگونی مزوزوئیک تشکیل می دهند، که شامل سه تیپ اصلی شیست های کوارتز-فلدسپاتی، شیست های بازیک و گنایس می باشند. این سه تیپ به ترتیب در یال ها و امتداد محور تاقدیس چادگان قرار گرفته اند. با توجه به مطالعات انجام شده این سنگ ها یک مجموعه دگرگونی را تشکیل می دهند. ما در اینجا آن را مجموعه دگرگونی چادگان نامیده ایم. هر سه تیپ سنگ مذکور همراه هم فرورانش کرده و متحمل دگرگونی فشار بالا شده اند و سپس در زمان به سطح رسیدن متحمل دگرگونی برگشتی شده اند. این مجموعه در تریاس پایانی بر اثر فرورانش پوسته اقیانوسی تتیس به زیر ایران مرکزی تشکیل شده و در کرتاسه بالا آمده و در میوسن در برخورد میان آفروعربی و خرده قاره ایران مرکزی بر روی زاگرس رانده شده است.

این سنگ ها تحت تأثیر سه مرحله دگرشکلی (D1، D2 و D3) و دو مرحله دگرگونی (M1 و M2) قرار گرفته اند. D2 دگرشکلی غالب منطقه می باشد که منجر به میلونیتی شدن سنگ ها شده است. مراحل دگرگونی M1 و M2 به ترتیب با مراحل دگرشکلی D1 و D2 به طور همزمان ایجاد شده است. دگرشکلی D3 به صورت ریز چین هایی بر روی نسل های قبل مشاهده می شود. M1 یک مرحله دگرگونی پیشرونده می باشد که تا رخساره اکلوزیت پیش رفته، در حالی که M2 متحمل دگرگونی پسرونده تا رخساره شیست سبز شده است. حضور گارنت، امفاسیت، آمفیبول های سدیک-کلسیک، آلکالی فلدسپار، فنژیت و روتیل شاهدی بر مرحله M1 دگرگونی و کلریت، مسکویت، آمفیبول های کلسیک و آلبیت نشان دهنده مرحله M2 دگرگونی هستند. با توجه به بررسی شیمی کانی ها فنژیت ها بیشتر دارای عضو نهایی مسکویت می باشند که مقدار مسکویت از مرحله M1 به M2 افزایش نشان می دهد. در گارنت ها میزان اعضا نهایی آلماندین و

اسپسارتین در مرحله M2 افزایش نشان می دهند. آمفیبول‌ها در مرحله M1 از نوع سدیک-کلسیک (مگنزیوکاتافوریت و باروئیزیت) و در مرحله M2 از نوع کلسیک (مگنزیوهورنبلند) می-باشند.

تخمین های دما-فشار به وسیله ترموکالک برای رخساره اکلوژیت (M1) فشار و دمای ۱۹ Kbar و ۶۲۵ °C و برای رخساره دگرگونی شیست سبز (M2) فشار ۶/۵ Kbar و دمای ۵۷۶ °C بدست می دهد.

کلمات کلیدی: چادگان، مجموعه دگرگونی چادگان، زون سنندج-سیرجان، دگرگونی فشار بالا، ترموبارومتري.

فهرست

| | |
|----|--|
| ۱ | فصل اول |
| ۲ | کلیات |
| ۲ | ۱-۱- موقیت جغرافیایی و راه های ارتباطی |
| ۲ | ۲-۱- راه های دسترسی |
| ۳ | ۳-۱- زمین ریخت شناسی |
| ۶ | ۴-۱- مطالعات پیشین |
| ۷ | ۵-۱- اهداف مطالعه |
| ۸ | ۶-۱- روش تحقیق |
| ۹ | فصل دوم |
| ۱۰ | زمین شناسی |
| ۱۰ | ۱-۲- جایگاه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه |
| ۱۳ | ۲-۲- زمین شناسی پهنه سندرچ- سیرجان |
| ۲۶ | ۳-۲- تکامل زمین ساختی پهنه سندرچ- سیرجان |
| ۵۰ | ۴-۲- زمین شناسی عمومی منطقه |
| ۵۹ | ۵-۲- زمین شناسی منطقه مورد بحث |
| ۶۴ | فصل سوم |
| ۶۵ | دگرشکلی |
| ۶۵ | مقدمه |
| ۶۶ | ۱-۳- دگرشکلی D1 |
| ۶۸ | ۲-۳- دگرشکلی D2 |
| ۸۰ | ۳-۳- دگرشکلی D3 |
| ۸۳ | فصل چهارم |
| ۸۴ | پترو گرافی |
| ۸۴ | مقدمه |

| | |
|----------|--|
| ۸۵..... | ۱-۴ شیبست های کوارتز فلدسپاتی..... |
| ۹۷..... | ۲-۴ شیبست های بازیک..... |
| ۱۰۳..... | ۳-۴ گنایس ها..... |
| ۱۰۷..... | فصل پنجم |
| ۱۰۸..... | شیمی کانی ها..... |
| ۱۰۸..... | مقدمه..... |
| ۱۰۸..... | ۱-۵ فلدسپار..... |
| ۱۱۱..... | ۲-۵ فنزیت..... |
| ۱۱۴..... | ۳-۵ گارنت..... |
| ۱۱۸..... | ۴-۵ کلریت..... |
| ۱۲۰..... | ۵-۵ امفاسیت..... |
| ۱۲۲..... | ۶-۵ آمفیبول..... |
| ۱۲۶..... | فصل ششم |
| ۱۲۷..... | زمین دما-فشار سنجی..... |
| ۱۲۷..... | مقدمه..... |
| ۱۲۷..... | ۱-۶ تعادل در سنگهای دگرگونی..... |
| ۱۲۸..... | ۲-۶ ملاک انتخاب نمونه ها برای محاسبات P-T..... |
| ۱۲۹..... | ۳-۶ دما-فشار سنجی..... |
| ۱۴۷..... | فصل هفتم |
| ۱۴۸..... | تکامل تکتونومتامورفیسم..... |
| ۱۵۸..... | فصل هشتم |
| ۱۵۹..... | نتیجه گیری..... |
| ۱۶۱..... | منابع..... |

فصل اول

(کلیات)

فصل اول

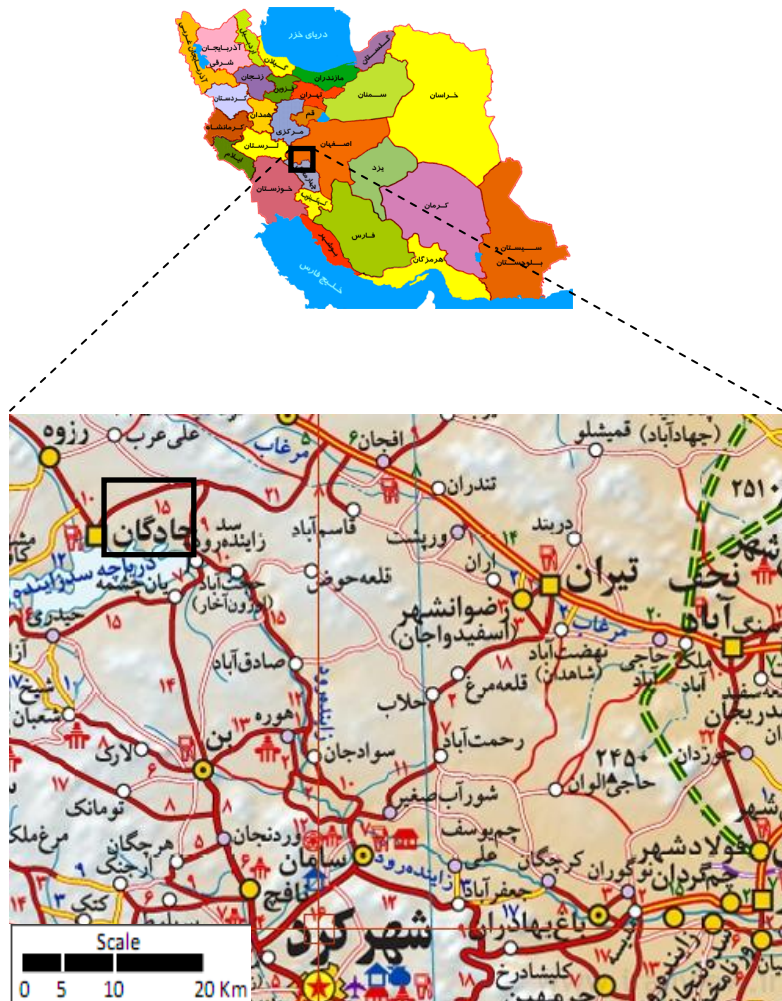
کلیات

۱-۱- موقیت جغرافیایی و راه های ارتباطی

ناحیه مورد مطالعه در ۱۵۰ کیلومتری غرب اصفهان، در شمال دریاچه سد زاینده رود و در شرق شهرستان چادگان واقع شده است. در بین عرض های جغرافیایی $۳۲^{\circ} ۴۵'$ تا $۳۲^{\circ} ۴۷'$ شمالی و طول های جغرافیایی $۳۰^{\circ} ۳۷'$ تا $۵۰^{\circ} ۴۵'$ شرقی قرار دارد. این منطقه ۳ کیلومتر عرض و ۱۲ کیلومتر طول دارد و بنابراین دارای ۳۶ کیلومتر مربع مساحت می باشد. بر اساس تقسیمات کشوری ناحیه مورد مطالعه در محدوده استان اصفهان می باشد. شهر چادگان، شهرک های سازمان عمران، شهرک زاینده رود، شهرک ذوب آهن و روستاهای آبادچی بالا و پایین در این ناحیه قرار دارند (شکل ۱-۱).

۲-۱- راه های دسترسی

راه اصلی دسترسی به منطقه مطالعاتی، آزاد راه اصفهان-نجف آباد-داران می باشد و تعدادی راه آسفالته دیگر نیز در منطقه وجود دارد، مانند جاده آسفالته منتهی به سد زاینده رود که بعد از سد در کنار رودخانه تا پل زمان خان، شهر سامان و شهرستان شهرکرد ادامه می یابد. جاده چادگان به شهرک های زاینده رود، عمران و ذوب آهن نیز از مسیرهای دسترسی به محدوده می باشند (شکل ۱-۱ و ۲-۱).



شکل ۱-۱ نقشه راه‌های دسترسی (نقل از نقشه راه های ایران، سازمان جغرافیایی و کارتوگرافی ایران)

۳-۱ زمین ریخت شناسی

منطقه مورد مطالعه، منطقه ای مسطح با ارتفاع میانگین حدود ۲۲۰۰-۲۴۰۰ متر می باشد که مابین ارتفاعات شمال شرقی کوه دالان به ارتفاع ۳۱۰۰ متر و دریاچه سد زاینده رود در جنوب قرار دارد (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۵؛ شکل ۲-۱ و ۳-۱).



شکل ۱-۲ الف) نمایی از راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه. ب) توپوگرافی و رخنمون های منطقه.



شکل ۱-۳ تصویر ماهواره ای منطقه. چهارگوش منطقه مورد مطالعه در تصویر نشان داده شده است. دریاچه سد زاینده رود در جنوب تصویر و شهر چادگان در غرب تصویر مشخص می باشد (برگرفته از Google Earth).

رشته کوه دالان دارای روند شمال غرب-جنوب شرق و قسمت شمالی منطقه را احاطه کرده است. در پایین تر از سد، کوه لاتان نیز با همان روند شمال غرب-جنوب شرق قرار دارد که قسمت جنوبی منطقه را محدود می کند. این دو رشته کوه به موازات رشته کوه های زاگرس می باشند (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۵).

منطقه مورد مطالعه، در شمال دریاچه سد قرار دارد. این دریاچه، دریاچه آبگیر سد زاینده رود می باشد. این سد در سال ۱۳۴۹ مورد بهره برداری قرار گرفت. خط تراز آب این دریاچه ۲۱۰۰ متر و ارتفاع سد از کف تا تاج ۱۰۵ متر می باشد (داودیان دهکردی، ۱۳۷۲).

این منطقه به علت وجود آب کافی و خاک های حاصلخیز که بیشتر آبرفت می باشد مکان مناسبی برای کشاورزی است، و کشاورزی در این منطقه رونق فراوانی دارد. آب سد از رودخانه

زاینده رود به عنوان منبع اصلی و آبراهه‌هایی که از کوه‌های اطراف سرچشمه می‌گیرند تامین می‌شود. رخنمون‌های مورد مطالعه در این منطقه در امتداد آبراهه‌ها و دره‌های کوچک شمال سد قرار دارند (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۵).

۴-۱ مطالعات پیشین

بر طبق نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ شهرکرد که توسط زاهدی (۱۳۷۱) مطالعه گردیده است سن سنگ‌های دگرگونی به پرکامبرین نسبت داده شده است و بر این اساس جنس سنگ‌ها دولومیت و آهک‌های دولومیتی مرمر شده و آمفیبولیت در نظر گرفته شده است. در مطالعات نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ چادگان توسط قاسمی و همکاران (۱۳۸۵) سن سنگ‌ها به ژوراسیک نسبت داده شده و شامل متا سند استون، شیست و مرمر می‌باشد. سنگ‌های آهکی نیز به پرمین و کرتاسه نسبت داده شده‌اند.

شبانیان بروجنی (۱۳۷۷) در پایان نامه کارشناسی ارشد (تحت عنوان تحلیلی پترولوژیکی بر سنگ‌های دگرگونی شمال دریاچه زاینده رود با نگرشی بر پلی‌متامورفیسم)، سنگ‌های دگرگونی منطقه را شامل مجموعه‌ای از شیست، گنایس، متا بازیت، متا گرانیت، آمفیبولیت و مرمر بیان کرده است، که متاگرانیت‌ها جوان‌تر از سایر سنگ‌ها می‌باشد. بر طبق نتایج حاصل از این پایان‌نامه دو حادثه بر این منطقه اثر کرده است؛ حادثه اول، دگرگونی ناحیه‌ای از نوع دیناموترمال بوده که تا رخساره آمفیبولیت فوقانی-اوایل گرانولیت پیش‌رفته که پس از پرمین و قبل از نفوذ گرانیت اتفاق افتاده است. دومین رخداد دگرگونی با نفوذ گرانیت‌ها همراه بوده و از نوع دگرگونی ناحیه‌ای دینامیکی بوده است.

داویدیان دهکردی و همکاران (۲۰۰۸) در این منطقه دو دگرگونی درجه بالا و درجه پایین تشخیص داده‌اند، همچنین بر اساس مطالعات سیماهای پتروفابریکی و بافت‌های واکنشی دو مرحله دگرگونی ۱- رخساره اکلوزیت (پیک دگرگونی)، و ۲- رخساره آمفیبولیت بعدی (حاصل از

درگونی برگشتی)، شناسایی شده است. وجود اکلوزیت شاهدهی بر دگرگونی فشار بالا در این منطقه می باشد که بر اساس داده های ترموبارومتری درجه حرارت 630°C - 590°C ، و فشار 24 Kbar - 21 تعیین شده است.

بابا احمدی (1387) در پایان نامه کارشناسی ارشد، تحت عنوان تعیین ساختار مجموعه دگرگونی چادگان به مطالعه این منطقه پرداخته است و دو نسل دگر شکلی شکل پذیر را بیان داشته است. که نسل اول شامل چین ها و برگوارگی هایی است که به ندرت در منطقه مشاهده می شوند، در صورتی که نسل دوم دگرشکلی در این منطقه چین ها و برگوارگی هایی است که نسل غالب دگرشکلی در این منطقه هستند. در ضمن بیان می دارد ساختارهای میلیونیتی در سنگ های دگرگونی فشار بالا مشاهده می شوند.

۱-۵- اهداف مطالعه

اهداف مطالعه در منطقه مورد مطالعه عبارتند از:

- ۱) مطالعه صحرایی و پتروگرافی سنگهای دگرگونی موجود در محدوده مطالعاتی
- ۲) تعیین رخساره دگرگونی مناطق یا زون های دگرگونی
- ۳) جدا کردن مراحل مستقل دگرشکلی و دگرگونی
- ۴) تعیین فشار-دما و مراحل مستقل دگرگونی
- ۵) تعیین محیط زمین ساخت با استفاده از مطالعات و شواهد سنگ شناسی ساختاری

و ترمودینامیکی

۱-۶- روش تحقیق

روش های تحقیق را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- (۱) مطالعات کتابخانه ای شامل مطالعه پایان نامه و مقالات موجود در ارتباط با منطقه
- (۲) مطالعه و بررسی عکس های هوایی و نقشه های زمین شناسی منطقه
- (۳) پیمایش سنگ شناسی-ساختمانی صحرایی و برداشت نمونه ها و اندازه گیری های لازم
- (۴) مطالعات مقاطع میکروسکوپی و نمونه های دستی
- (۵) مطالعات الکترون مایکروپروب (EPMA)
- (۶) تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده

فصل دوم

(زمین شناسی)

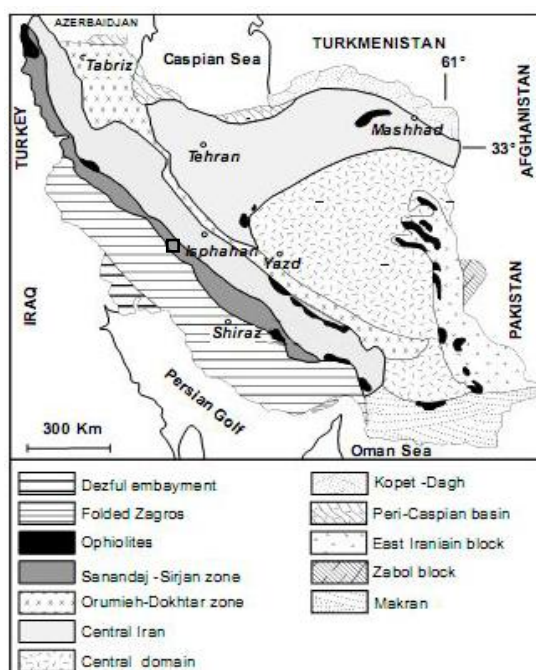
فصل دوم

زمین شناسی

۱-۲ جایگاه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

تحت تأثیر نیروهای کششی در اواخر پرکامبرین-کامبرین پی سنگ یکپارچه پرکامبرین ایران شکسته و به قطعات کوچکتری تقسیم گشت. از آنجا که شرایط رسوبگذاری در هر قطعه متفاوت بوده لذا حوضه های رسوبی متفاوتی پدید آمد که هر یک تاریخچه تکوین و تکامل زمین شناسی متفاوتی را پشت سر گذاشته و بعدها واحد زمین شناسی مستقلی را تشکیل دادند (درویش زاده، ۱۳۸۳).

همانطور که در شکل ۱-۲ دیده می شود زون های مختلف ساختمانی-رسوبی ایران عبارتند از: زون ایران مرکزی، زون مشرق و جنوب شرق ایران، زون البرز، زون زاگرس و زون سنندج-سیرجان. در زیر شرح مختصری از هر یک از این زون ها داده می شود.



شکل ۱-۲ واحد های رسوبی ساختاری ایران (Aghanabati, 1998; Sheikholeslami et al., 2008). چهارگوش محدوده مورد مطالعه در نقشه مشخص شده است.

الف) زون ایران مرکزی

این زون را بزرگترین و قدیمی ترین زون ساختمانی-رسوبی ایران به حساب می‌آورند که به شکل مثلث از شمال به رشته کوه های البرز و از جنوب و مغرب به زون سنندج-سیرجان و از شرق به بلوک لوت محدود می شود (درویش زاده، ۱۳۸۳؛ شکل ۲-۱). در طی دوران پرکامبرین پسین هزاران متر از رسوبات عمدتاً تخریبی در بخش هایی از این زون به جا مانده (ساغند، ارومیه، تکاب و ...) که حاکی از پوسته قاره ای ایران است. این سنگ ها در اواخر پرکامبرین تحت کوهزایی های مهمی قرار گرفته و به این ترتیب قدیمی ترین پی سنگ متبلور ایران به صورت مجموعه های دگرگونی در این مناطق تشکیل شده است (درویش زاده، ۱۳۸۳).

ب) زون مشرق و جنوب شرق ایران

این بخش به صورت یک زون یکپارچه نبوده و در آن از نظر زمین شناسی تقسیماتی لحاظ گردیده و به زون های زیر تقسیم شده است: زون فیلیش یا زون نهپندان خاش، بلوک لوت، زون مکران (شکل ۲-۱). حد شمال شرق ایران با گسل میامی یا شاهرود، حد شرقی آن مرز ایران با پاکستان و افغانستان و حد جنوبی آن را فرورفتگی جازموریان و افیولیت های جنوبی آن در نظر گرفته شده است. زون مکران بخش جنوبی آن را شامل می شود. آنچه که در شرق ایران اهمیت دارد فراوانی کانسارهای فلزی (مس، سرب، روی، قلع و تنگستن) و غیر فلزی (پنبه نسوز و منیزیت) است که به ماگماتیسم سنوزوئیک و افیولیت ملانژ های کرتاسه پسین-پالئوسن ارتباط دارد (درویش زاده، ۱۳۸۳).

ج) زون البرز

زون رسوبی-ساختمانی البرز شامل بلندی های شمال صفحه ایران است که به شکل تاقدیسی مرکب (Anticlinorium) در یک راستای عمومی شرقی-غربی از آذربایجان تا خراسان امتداد دارد