

ماگماتیسیم و دگرگونی (اردوویسین - سیلورین - دونین)

شاهدی بر بازشدگی پالئوتتیس

(ماگماتیسیم ریفتی درون قاره‌ای)

هر حادثه ماگمایی بزرگ مقیاس معمولاً تصویری یا انعکاسی از وقوع یک چرخه تکتونیکی یا بخشی از یک چرخه تکتونیکی است نظیر ریفت‌زایی، فرورانش، برخورد، یا فعالیت‌های ماگمایی درون ورقه‌ای نقطه‌ای مثل نقاط داغ درون قاره‌ای یا درون اقیانوسی.

ماگماتیسیم سیلورین ایران نیز بخشی از یک حادثه ریفت‌زایی است که شواهد وقوع آن از اردوویسین شروع می‌شود در حد مرزی اردوویسین - سیلورین به اوج خود می‌رسد و در تا اواسط دونین با قدرت کمتر ادامه یافته است. از دونین به بعد تا اواخر تریاس این چرخه تکتونیکی در برخی نقاط حالت انقباضی یا برگشت‌پذیری پیدا کرده و در نهایت به صورت فرورانش یا بسته‌شدن اقیانوس پالئوتتیس تجلی پیدا کرده است. شواهد موجود از این فعالیت‌های ماگمایی به ویژه از اردوویسین تا دونین میانی با وجود ماگماتیسیم بازیک با ترکیب غالب بازالتی و گابرویی مشخص می‌گردند. خود این فعالیت‌ها به شکل گدازه، دایک، سیل و توده‌های نفوذی کوچک مقیاس گابرویی تظاهر پیدا کرده‌اند.

شاهرود - سبزوار

رخمون‌های سنگی اردوویسین - سیلورین به طور پراکنده در حد فاصل شمال شاهرود تا شمال سبزوار در راستای یک روند کلی شرقی - غربی به طول حدود ۳۲۰ کیلومتر رخنود دارند که به طور محلی با اسامی سازند سلطان میدان (در شمال شاهرود) و قلی (در شمال جاجرم) و رباط قره بیل در غرب بجنورد شناخته می‌شود. این روند تا شمال روستای صفی آباد از توابع اسفراین ادامه دارد. این مناطق توسط نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ علی آباد و بجنورد پوشش داده می‌شوند.

رساله دکتر و چند مقاله (دکتر مرتضی درخشی، دکتر عبدالرضا جعفریان) و همچنین مقالات دکتر قاسمی

پایان نامه کارشناسی ارشد (زکویه کاظمی حسنونند، مریم دیهیمی، طاهره سهامی، شیوا صالحیان، تورج فتحی، مریم

محمودی، ایرج گلابتونچی)

کلشانه - شیرگشت

در غرب کلشانه (شمال طبس) سنگ‌های بازالتی و همچنین الیوین گابرویی و گابرویی به سن اردوویسین - سیلورین رخنمون دارند. آقای مرتضی درخشی این منطقه را در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد مورد مطالعه قرار داده است.

پل خاوند

در ۱۵ کیلومتری جنوب شرق انارک، در محلی به نام پل خاوند نیز سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب بازالتی رخنمون دارند که به سیلورین نسبت داده شده‌اند. خانم مهین هاشمی این منطقه را در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد مورد مطالعه قرار داده است.

ابیانه - جهق

در جنوب نطنز و کاشان نیز شواهدی از فعالیت‌های ماگمایی اردوویسین - سیلورین در جنوب ابیانه و همچنین جنوب جهق با راستای شمال غرب - جنوب شرق تا شرقی - غربی رخنمون دارند (فریمه آیتی در سطح پایان‌نامه کارشناسی ارشد و رساله دکترا سنگ‌های معرف این فعالیت‌های ماگمایی را مورد مطالعه قرار داده است). رخنمون - های سنگی مورد نظر توسط بخش‌هایی از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ کاشان، نطنز و طرق پوشش داده می‌شود.

نگین گون (شمال شرق بافق)

در شمال روستای نگین (شمال شرق بافق) سنگ‌های بازالتی سیلورین رخنمون دارند. در گزارش نقشه زمین - شناسی ۲۵۰۰۰ : ۱ اسفنگ (صادقیان، ۱۳۸۶) به شرح تفصیلی این واحد سنگی پرداخته شده است. رخنمون‌های سنگی مورد نظر توسط بخشی از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اسفوردی پوشش داده می‌شود.

ماکو

در شمال غرب ایران در جنوب شهر ماکو رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین رخنمون دارند که رخنمون‌های آنها توسط بخش‌هایی از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ ماکو و علی حاجی پوشش داده می‌شود. در این منطقه رخنمون - های سنگی منسوب به سیلورین در یک راستای شرقی - غربی به طول حدود ۲۳ کیلومتر مشاهده می‌شوند. فرزانه ولی نسب زرنق در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد این سنگ‌ها را مورد مطالعه قرار داده است.

در جنوب گرگان، گلوگاه و بهشهر نیز رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین رخنمون دارند.

ویژگی‌های کلی ماگماتیسزم اردوئیسین - سیلورین (در برخی نقاط دونین میانی)

ترکیب غالب بازالتی با گرایش آلکالن ضعیف

در مورد توده‌های نفوذی و دایک‌ها و سیل‌ها می‌توان به ترکیب گابرویی آنها اشاره کرد.

کانی‌های سازنده اصلی: الیوین (فراوانی زیادی ندارد)، پیروکسن، پلاژیوکلاز

کانیهای فرعی: اکسیدهای آهن و تیتانیوم مثل مگنتیت و تیتانومگنتیت

کانیهای ثانوی (ثانویه): کلریت، کلسیت، اپیدوت، اسفن ثانویه، ژئولیت، کلسدونی، کوارتز، مالاکیت، هماتیت،

گوتیت و ...

بافت‌ها در سنگ‌های آتشفشانی: پورفیری، میکرولیتی پورفیری، گلومروپورفیری، بادامکی (آمیگدالوئیدال)، جریان،

حفره‌دار (وزیکولار)، تمام شیشه‌ای، ویتروفیری و ...

بافت‌ها در سنگ‌های نفوذی: دانه‌ای یا گرانولار، افیتیک و ساب افیتیک

ساخت‌های بارز در مقیاس صحرایی: روانه گدازه، ستون‌های منشوری، گدازه بالشی، پپریت (یا مخلوط گدازه و

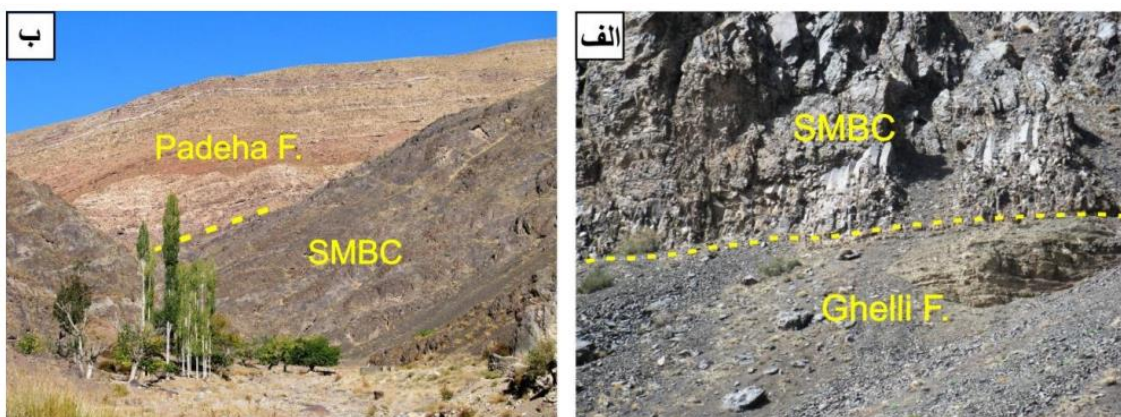
رسوبات)

در مجموع ماگماتیسزم اردوئیسین - سیلورین (گاه تا دونین میانی) معرف وقوع ریفت درون قاره‌ای در پالئوزوئیک

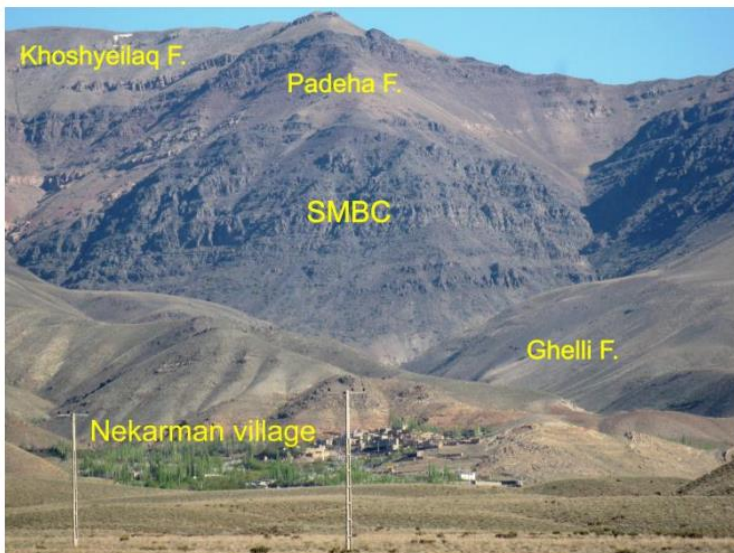
زیرین در شمال ابرقاره گندوانا است.

در ادامه چند تصویر که از رساله دکترای مرتضی درخشی اقتباس شده، برای نمایش روابط صحرایی، بافت و

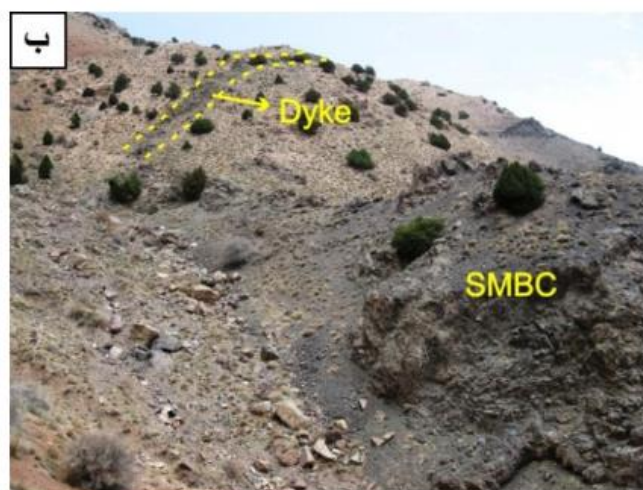
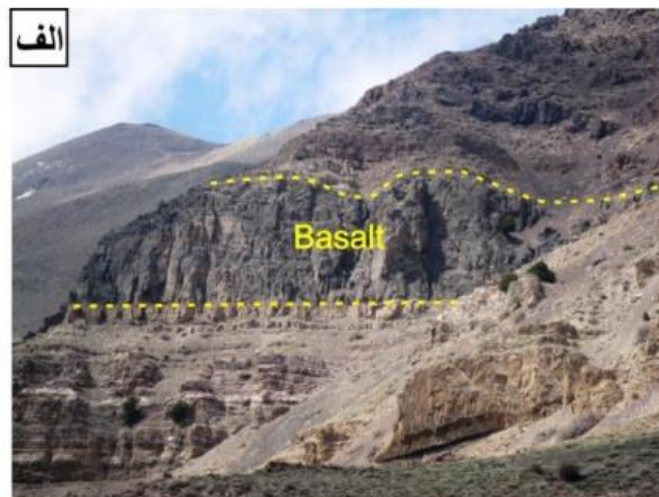
ساخت‌های سنگ‌های بازالتی سازند سلطان میدان نشان داده شده است.



شکل ۲-۴- تصاویری از مرز زیرین و فوقانی بازالت‌های سلطان میدان با سازندهای قلی و پادها در الف) دره‌ی تنگو (شمال روستای نکارمن) و ب) شمال غرب روستای ابرسج (دید به سوی شمال غرب). SMBC: مجموعه‌ی بازالتی سلطان میدان.



شکل ۲-۱۳- توالی واحدهای سنگی اردوویسین تا دونین در محل دره‌ی کلودر، شمال روستای نکارمن (دید به سوی شمال غرب). در این محل می‌توان رخنمون سازند قلی، مجموعه‌ی بازالتی سلطان میدان، و سازندهای پادها و خوش‌بیلاق را دید.



شکل ۲-۹- نمایی از حضور الف) روانه‌ی بازالتی به ضخامت حدود ۱۰ متر (دید به سوی شمال غرب) و ب) دایک بازیک به ضخامت حدود دو متر در بخش تحتانی سازند پادها به ترتیب در دره‌ی کلودر و دره‌ی تنگو، شمال روستای نکارمن (دید به سوی شمال شرق).

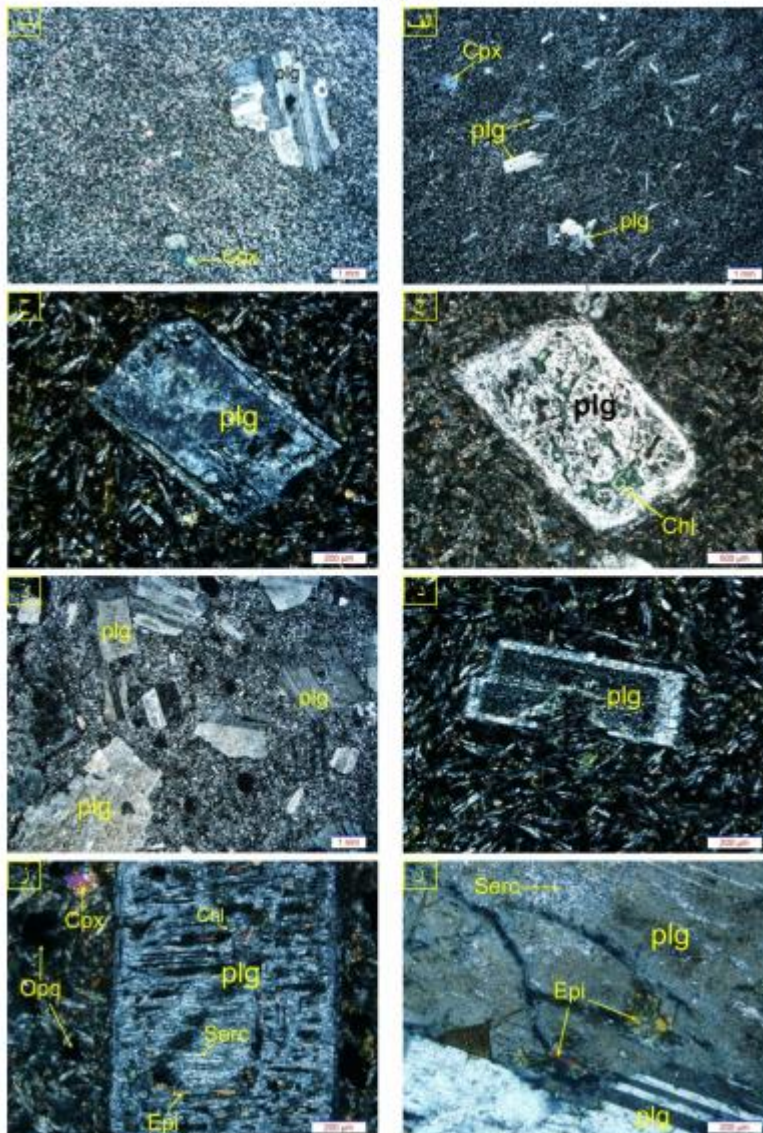


شکل ۲-۱۱- نماهایی نزدیک از حضور فراوان ساخت بادامکی در بازالت‌های منطقه که توسط الف) کلریت و کلسیت (ب) کوارتز (ج) کلسیت، کوارتز و ح) ملاکیت، آزوریت، کوارتز و کلسیت پر شده‌اند. همچنین در شکل د می‌توان نمونه‌ای از حفرات بزرگ ثانویه که تماماً توسط کوارتز پر شده است را مشاهده نمود. (ذ) نمونه‌ای از ژاسپ‌های موجود در بازالت‌های منطقه که به دلیل رنگ قرمز خاص خود براحتی قابل تشخیص می‌باشد.



شکل ۲-۱۷- نماهایی از بخش‌های مختلف بازالت‌های سلطان میدان و سازند پادها در دره‌ی کلودر، شمال روستای نکارمن. الف و ب) حضور ساخت منشوری در بخش زیرین مجموعه‌ی بازالتی سلطان میدان. این منشورها عموماً ۵ یا ۶ ضلعی بوده و ارتفاع آنها گاهی به بیش از ۲۰ متر می‌رسد.

تابلو ۱-۳



تابلو ۱-۳

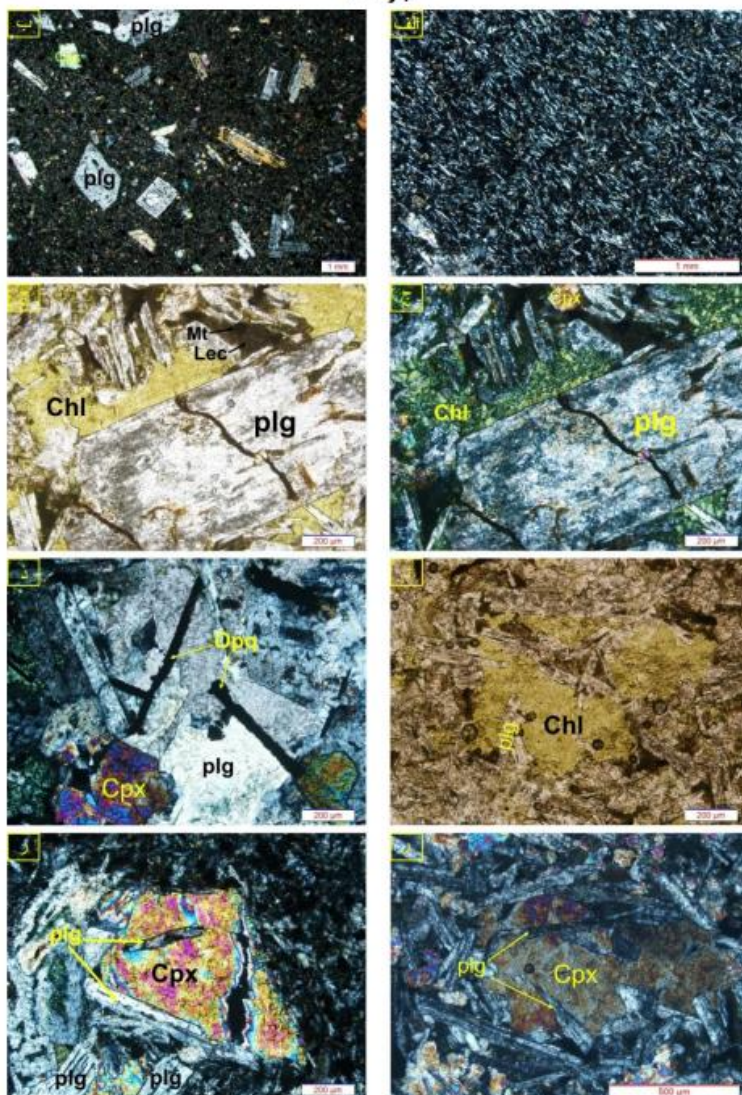
الف، ب) تصویری از درشت بلورهای پلاژیوکلاز در زمینه‌ای از میکروولیت و ریز بلورهای اوژیت. در نتیجه‌ی ردیف شدن میکروولیت‌ها در زمینه‌ی سنگ بافت جریان‌ی دیده می‌شود. در شکل ب در اثر تجمع درشت بلورهای تقریباً سالم پلاژیوکلاز بافت گلوبروپورفیری قابل مشاهده می‌باشد. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

ج، ح، د) درشت بلورهای دگرسان شده‌ی پلاژیوکلاز در زمینه‌ای دان‌ریز از میکروولیت، کلینوپیروکسن، کانی‌های اپک و شیشه‌ی کلریتی شده. درشت بلورهای پلاژیوکلاز که دو نسلی می‌باشند، در بخش مرکزی حالت غربالی نشان می‌دهند. در شکل ج می‌توان ادخال‌های کلریت را در پلاژیوکلازهای نسل اول مشاهده نمود. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

ذ) تصویری از مقطع میکروسکوپی یک نمونه‌ی بازالتی غنی از پلاژیوکلاز. در این تصویر بافت سریه‌ای که در نتیجه‌ی تدریجی بودن اندازه‌ی بلورهای پلاژیوکلاز ایجاد شده است به خوبی قابل تشخیص است. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

ز) درشت بلورهای پلاژیوکلاز که در اثر دگرسانی به کانی‌های ثانویه‌ی اپیدوت، سریسیت و کلریت تبدیل شده‌اند. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

تابلو ۲-۲



تابلو ۲-۳

الف) ردیف شدگی میکروولیت‌ها و ایجاد بافت جریان‌ی در سنگ. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

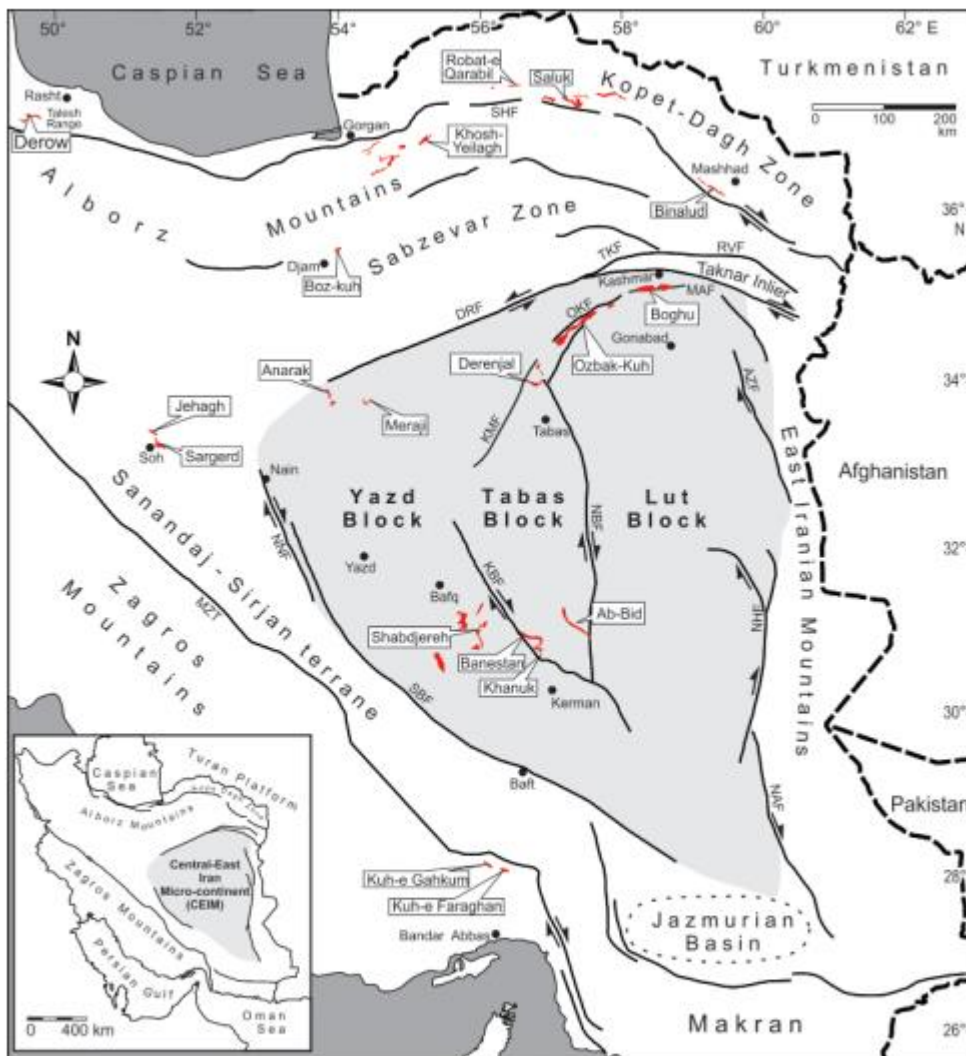
ب) بافت سریه‌ای در نتیجه‌ی تدریجی بودن اندازه‌ی بلورهای پلاژیوکلاز. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

ج، ح، د) پُر شدگی فضای بین بلورهای پلاژیوکلاز بوسیله شیشه و ایجاد بافت اینترسرتال. به دلیل عملکرد فرآیندهای دگرسانی و دویتره شدن، شیشه به شکلی یکنواخت به کلریت تبدیل شده است. همچنین در تصویر ح می‌توان تبدیل مگنتیت‌های غنی از تیتانیوم (و یا احتمالاً ایلمنیت) به لوکوکسن را مشاهده نمود. (تصویر ج در نور پلاریزه‌ی متقاطع و تصاویر ح و د در نور پلاریزه‌ی معمولی)

ذ) حضور بلورهای کشیده‌ی کانی‌های اپک در میان درشت بلورهای پلاژیوکلاز. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

ز) احاطه شدن کامل و ناقص بلورهای کشیده‌ی پلاژیوکلاز توسط درشت بلورهای اوزیت و تشکیل بافت‌های افیتیک و ساب‌افیتیک. (نور پلاریزه‌ی متقاطع)

در ادامه تصاویری مربوط به محل رخمون سنگ‌های مرتبط با ماگماتیسم اردوئیسین - سیلورین (گاه تا دونین میانی) نشان داده شده‌اند.



Text-fig. 1. Simplified tectonic maps of Iran showing the location of Silurian outcrops (marked with red colour; small exposures are exaggerated) discussed in the paper (base map modified mainly from Ramezani and Tucker 2003 and Hairapetian *et al.* 2012); structural data compiled from various sources, e.g., Berberian and King (1981), Lindenberg *et al.* (1984) and Alavi (1991). Abbreviations: AZF – Abiz Fault; DRF – Doruneh Fault; KBF – Kūhbanan Fault; KMF – Kalmard Fault; MAF – Mehdīabad Fault; MZT – Main Zagros Thrust; NAF – Nostratabad Fault; NBF – Nayband Fault; NHF – Nehbandan Fault; NNF – Nain Fault; OKF – Ozbak Kuh Fault; RVF – Rivash Fault; SBF – Shahre-Babak Fault; SHF – Syahkuh Fault; TKF – Taknar Fault

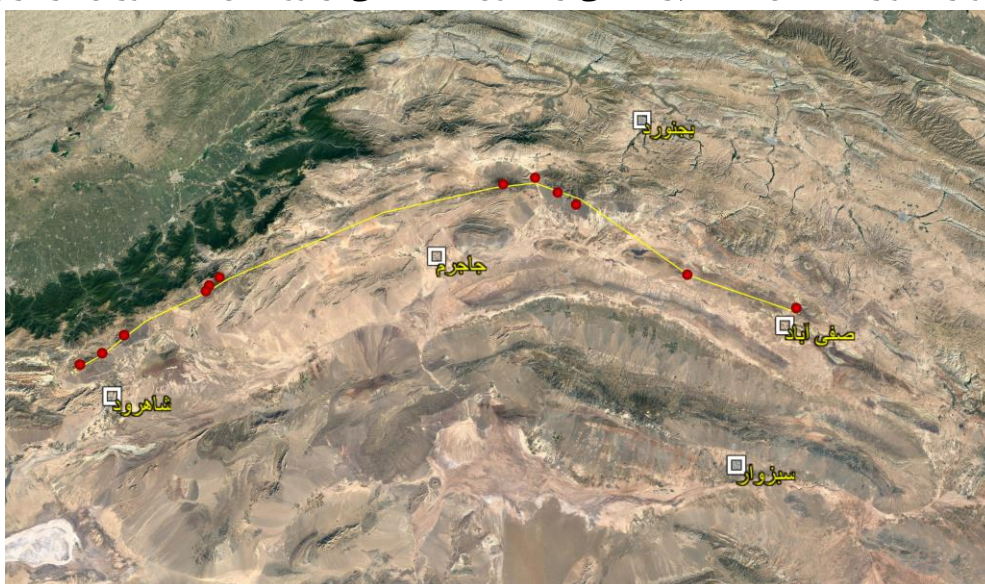
نقشه ساده شده نشان‌دهنده پراکندگی
رخمون های سنگی سیلورین (بخش‌های
قرمز رنگ)

Silurian stratigraphy of Central Iran – an update

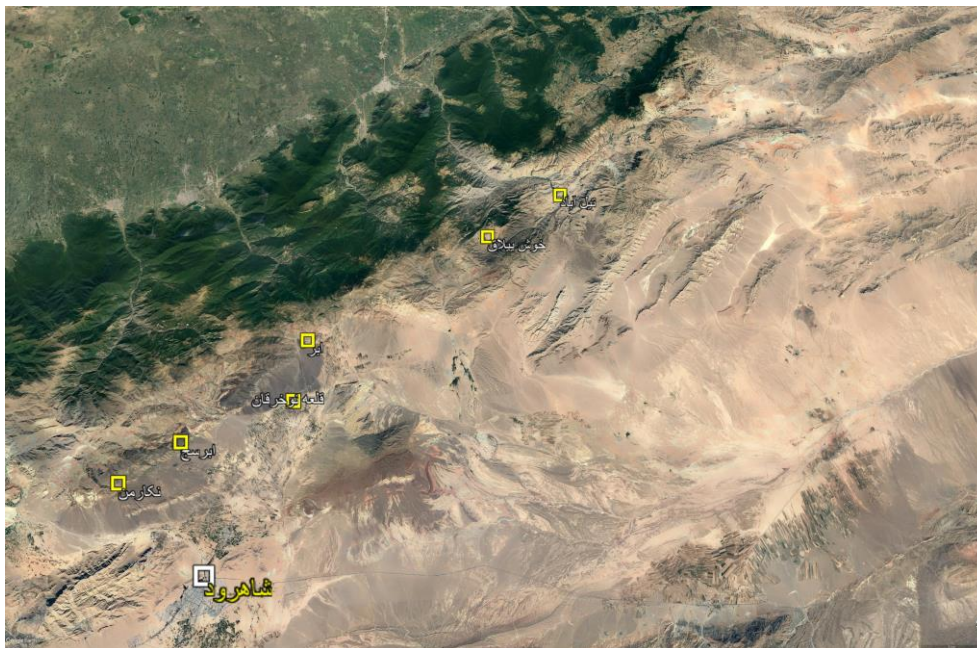
VACHIK HAIRAPETIAN¹, MANSOUREH GHOBADI POUR^{2,3}, LEONID E. POPOV³, PEEP MÄNNIK⁴
and C. GILES MILLER⁵



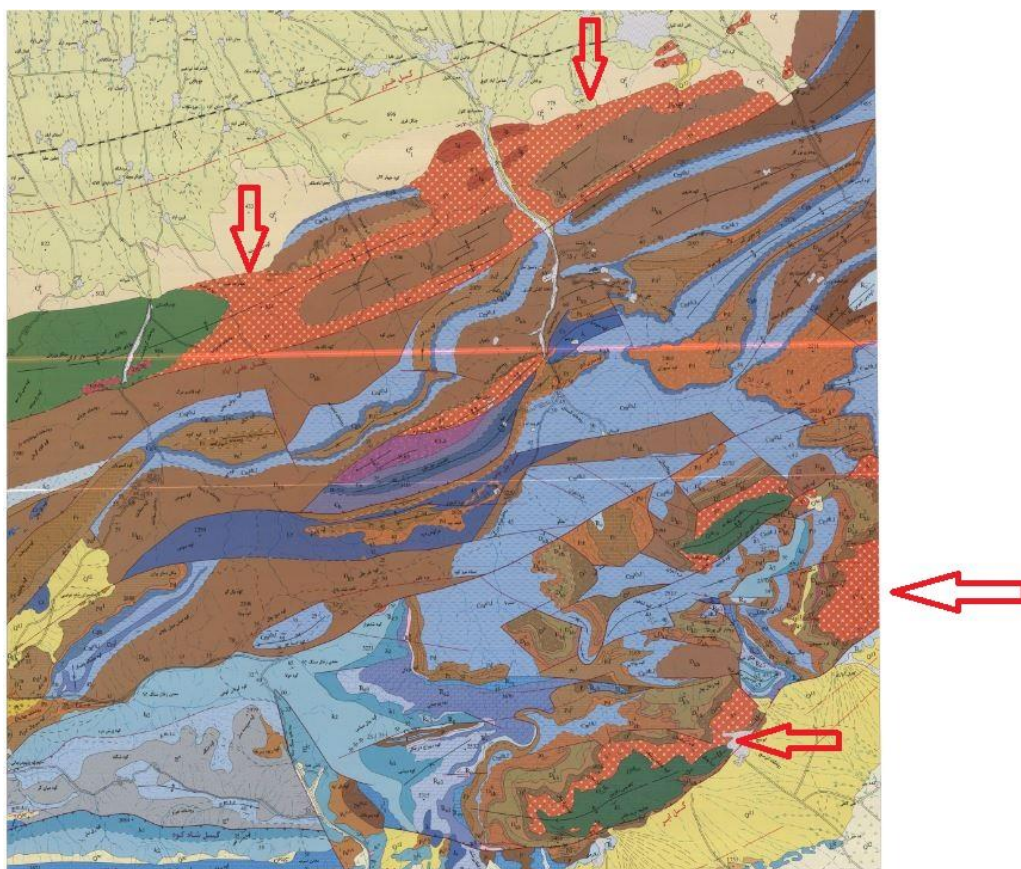
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده پراکندگی رخنمون‌های سنگی اردوئیسین - سیلورین در ایران



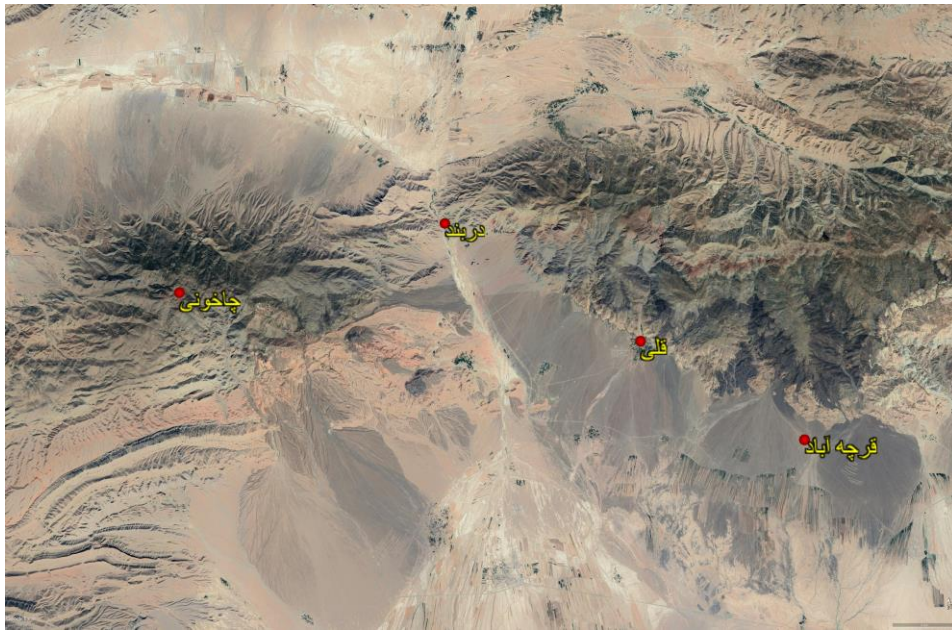
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده روند پراکندگی رخنمون‌های سنگی اردوئیسین - سیلورین در حد فاصل شمال شاه‌رود تا شمال سبزوار. در امتداد این روند رخنمون‌های آتشفشانی و آتشفشانی رسوبی معروف به نکارمن - ابرسج، میغان - قلعه نوخرقان، خوشش ییلاق (همه با هم مشهور به سازند سلطان میدان)، شمال جاجرم (معروف به قلی) و شمال صغی‌آباد. این روند تقریباً ۳۲۰ کیلومتر طول دارد.



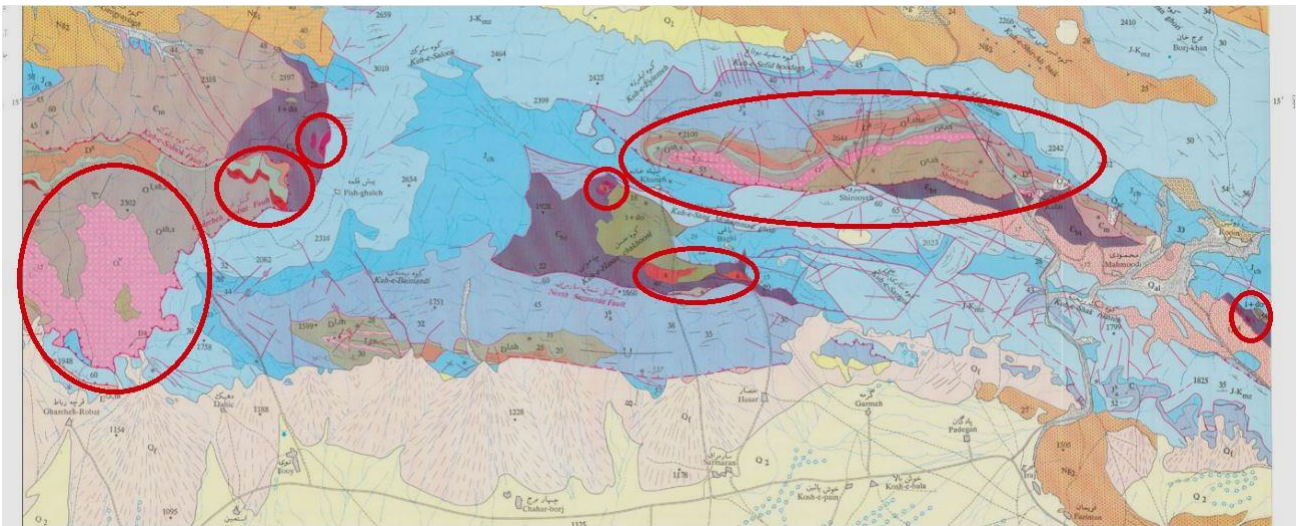
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده روند پراکندگی رخنمون‌های سنگی اردوویسین - سیلورین در شمال شاهرود (حد فاصل نکارمن تا خوش بیلاق). در امتداد این روند رخنمون‌های آتشفشانی و آتشفشانی رسوبی معروف به نکارمن - ابرسج، میغان - قلعه نوحرقان و خوش بیلاق (همه با هم مشهور به سازند سلطان میدان)، با طول تقریبی ۷۰ کیلومتر حضور دارند.



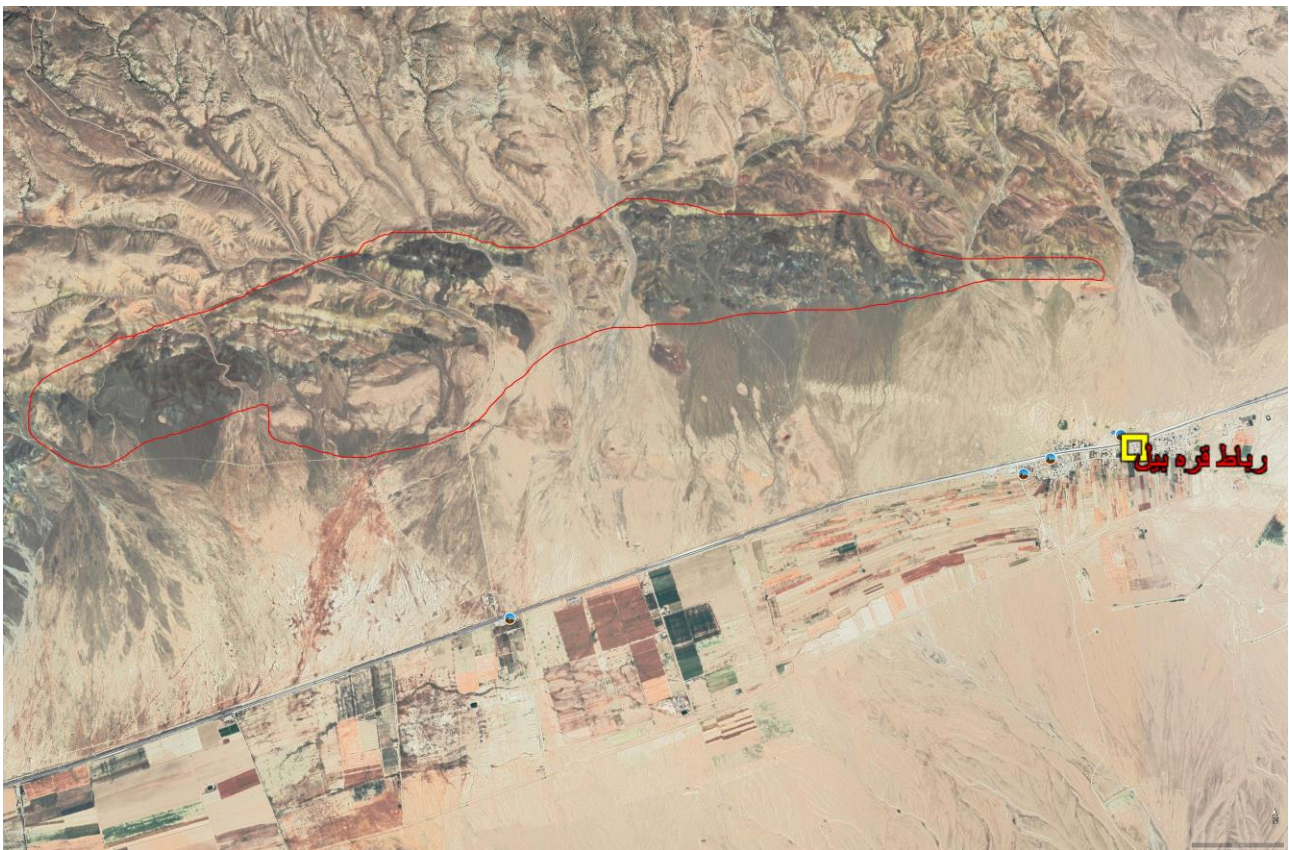
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ علی آباد. موقعیت جغرافیایی رخنمون‌های سنگی کامبرین، اردوویسین و سیلورین با پیکان مشخص شده است.



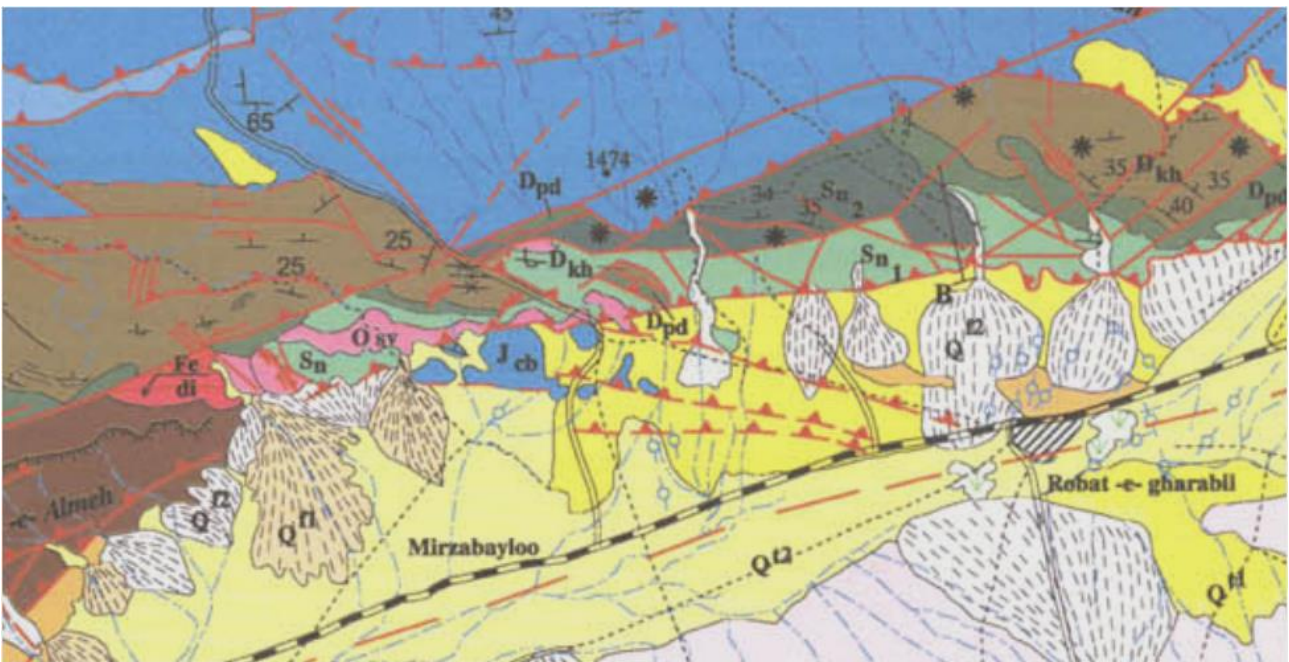
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده روند پراکندگی رخنمون‌های سنگی اردوویسین - سیلورین در شمال جاجرم. در امتداد این روند رخنمون‌های آتشفشانی و آتشفشانی رسوبی معروف به چاخونی و قلی با طول تقریبی ناپیوسته ۴۸ کیلومتر یافت می‌شوند.



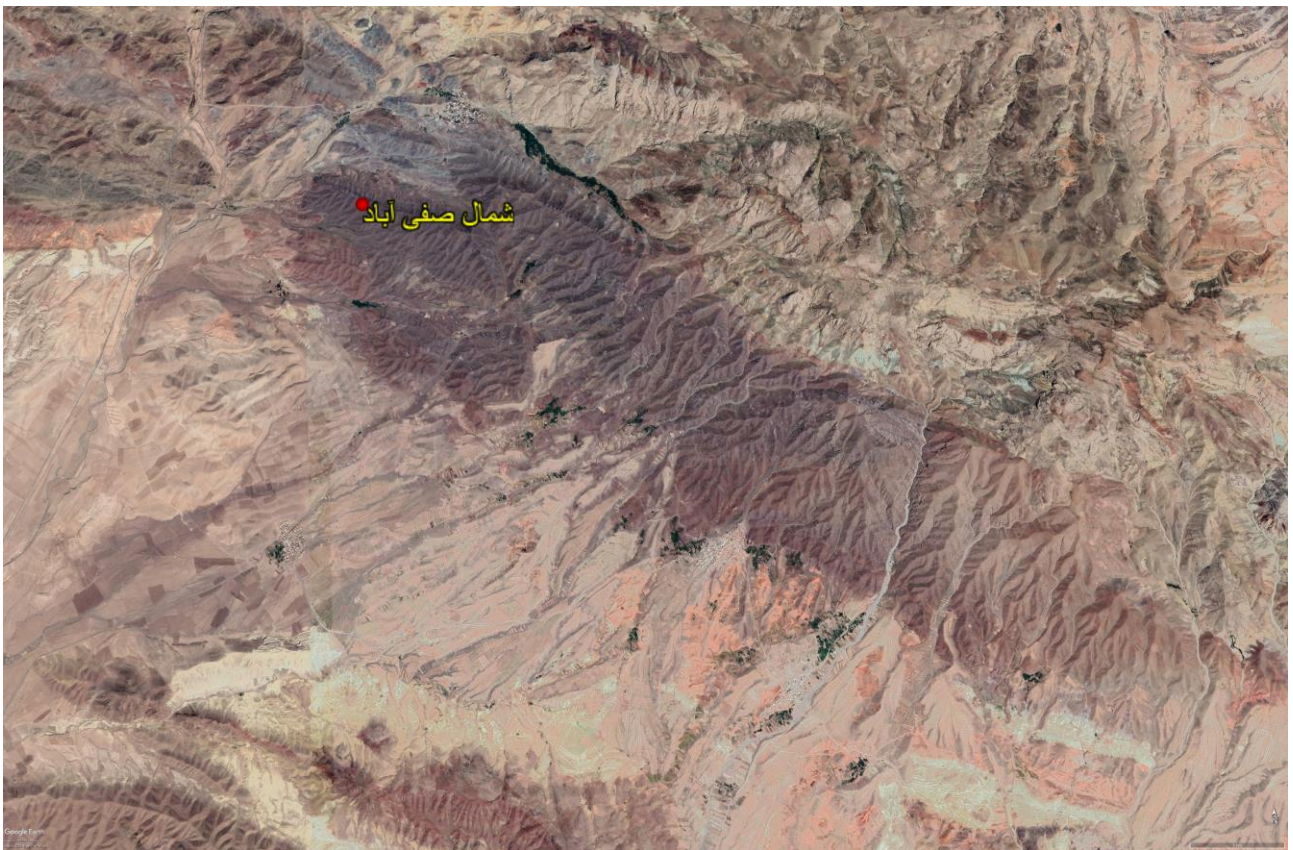
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بجنورد. بخش تیره‌رنگ موقعیت جغرافیایی رخنمون‌های سنگی کامبرین، اردوویسین و سیلورین را نشان می‌دهد.



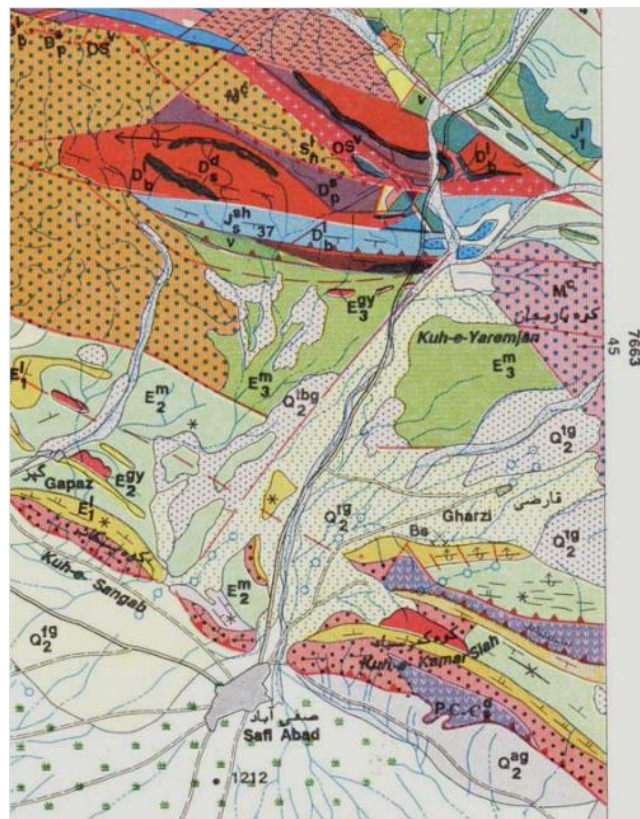
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده روند پراکندگی رخنمون‌های سنگی اردوویسین - سیلورین در شمال غرب رباط قره‌بیل. بخش تیره‌رنگ موقعیت جغرافیایی رخنمون‌های سنگی اردوویسین و سیلورین را نشان می‌دهد.



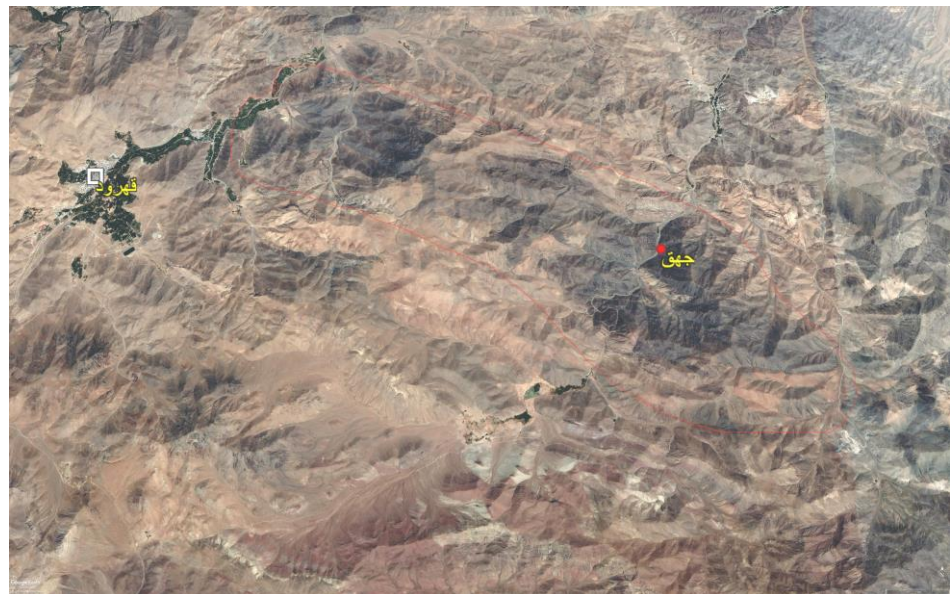
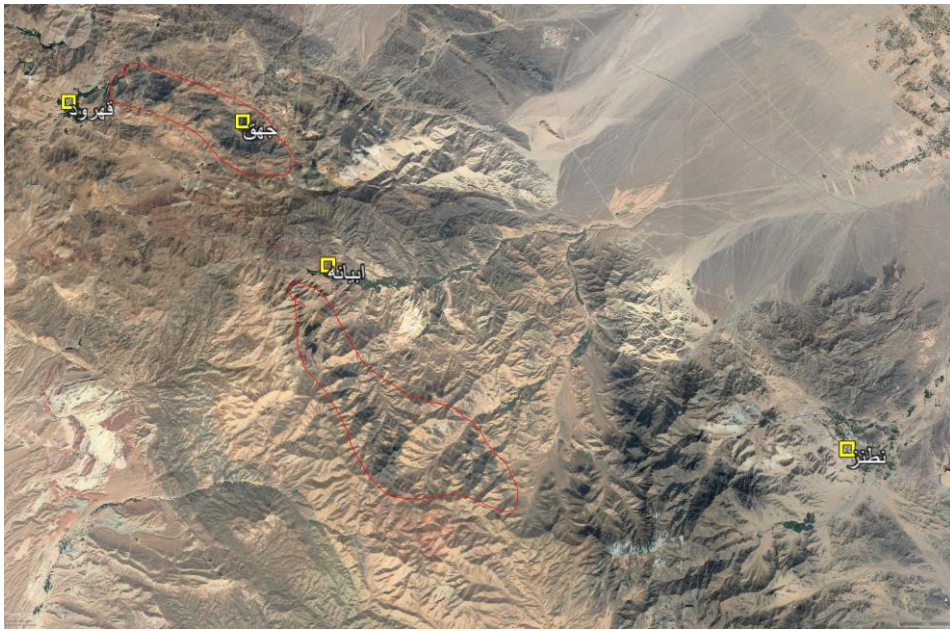
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ رباط قره بیل. بخش تیره‌رنگ موقعیت جغرافیایی رخنمون‌های سنگی کامبرین، اردوویسین و سیلورین را نشان می‌دهد. واحد سنگی معرف سنگ‌های آتشفشانی و آتشفشانی رسوبی منسوب به اردوویسین - سیلورین با نماد OSV (و رنگ صورتی) نشان داده شده‌است.



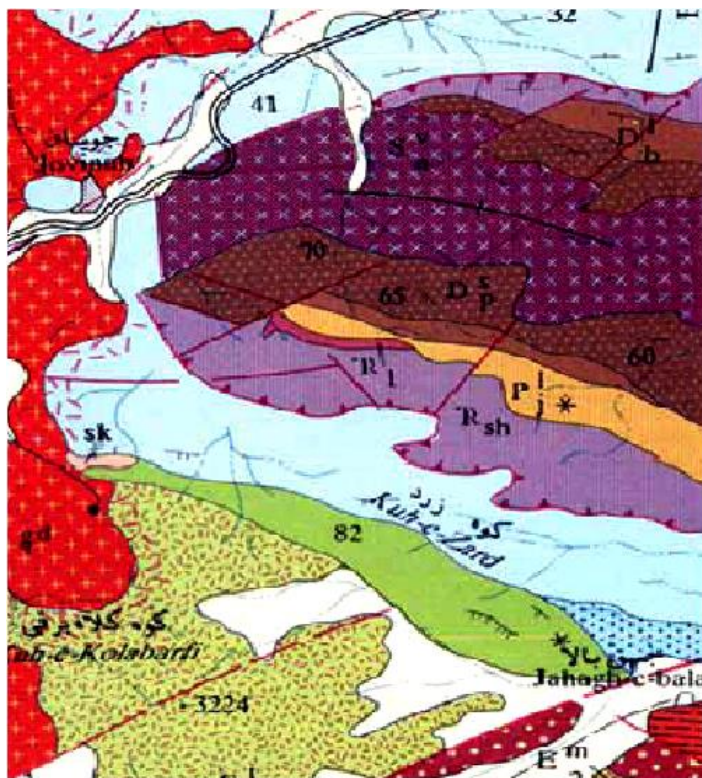
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در شمال صفی آباد.



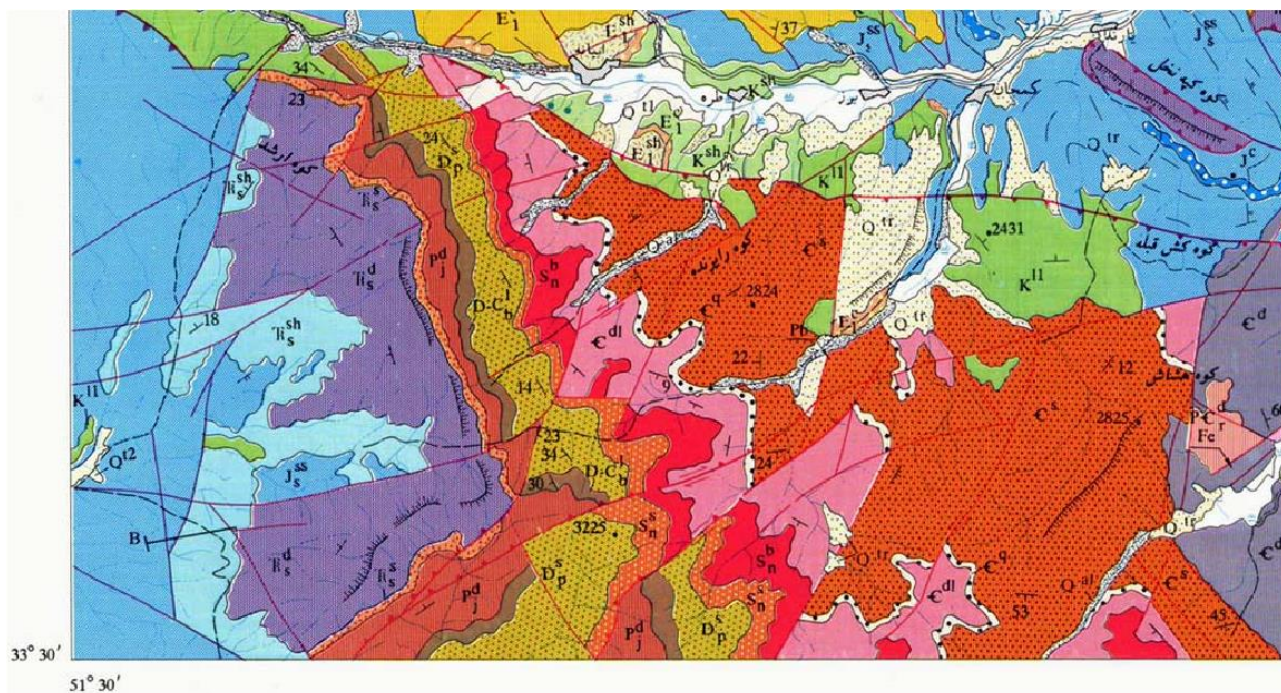
بخش از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ صفی‌آباد که رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین را با نماد OSV نشان می‌دهد (بخش بالایی تصویر).



تصاویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه قهرود و ابیانه یا به عبارتی در جنوب کاشان و نطنز.



جهق



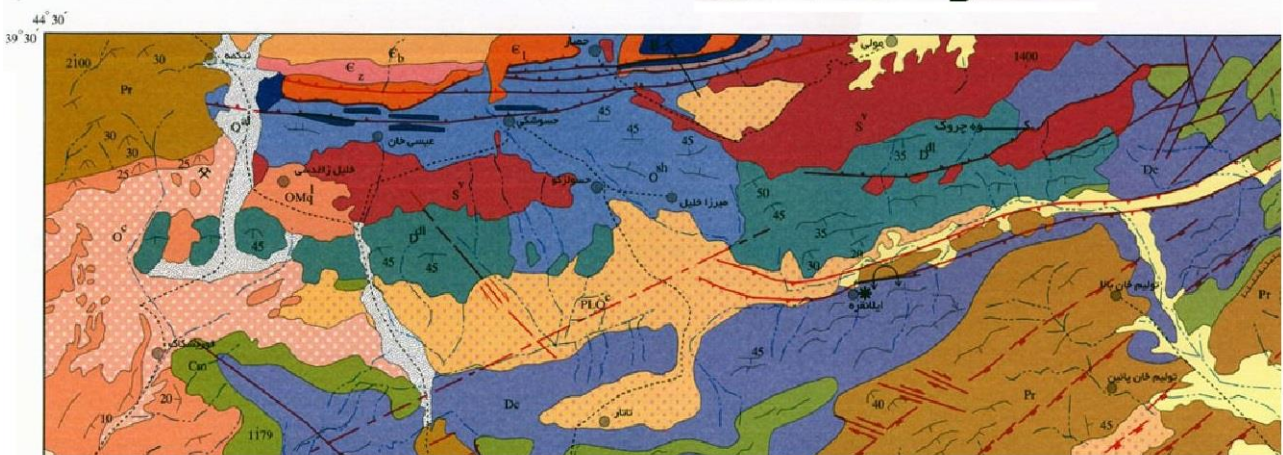
ابیانه

بخش‌هایی از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کاشان و نطنز که نشان‌دهنده محل حضور رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه قهرود و ابیانه می‌باشد. بخشی از آن به طاق‌دیس جهق معروف است.

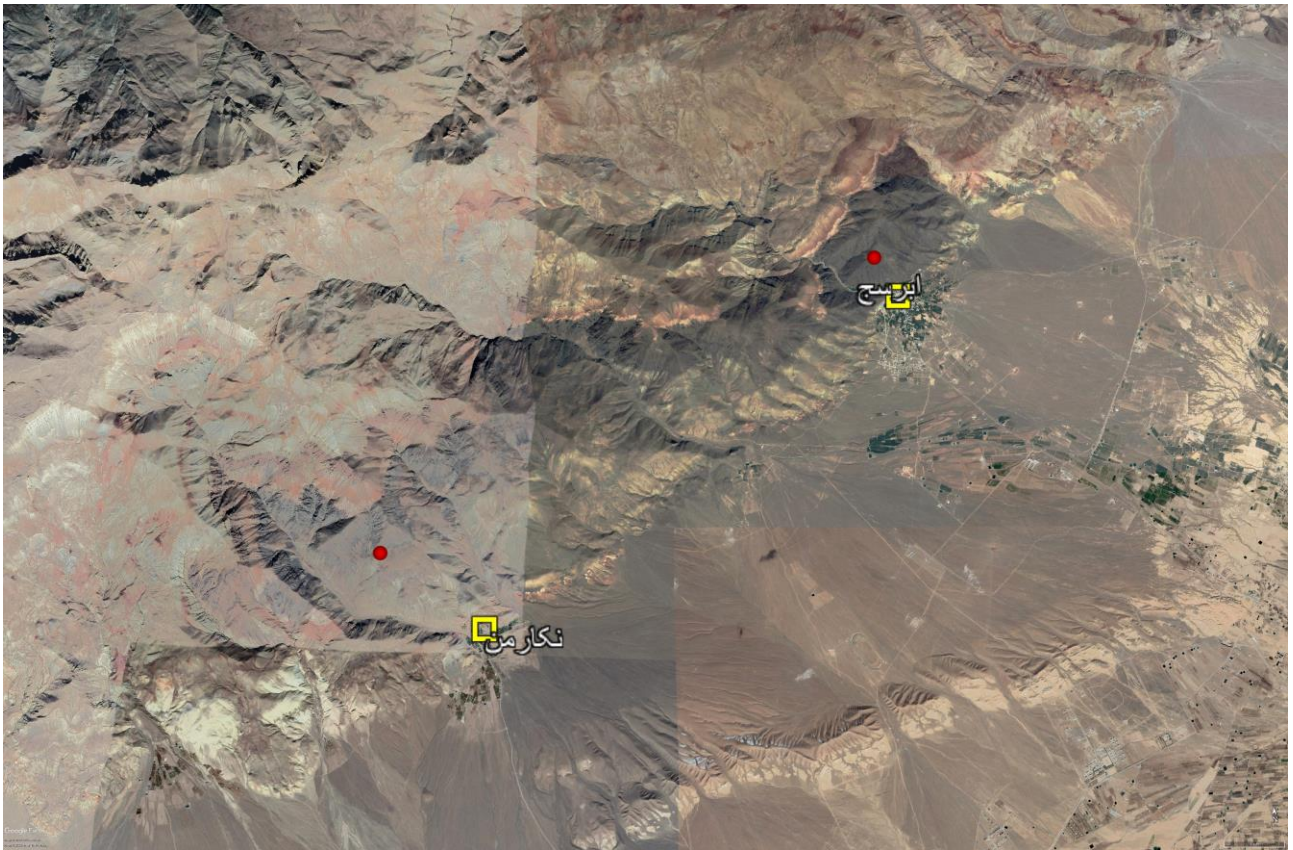


تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه ماکو.

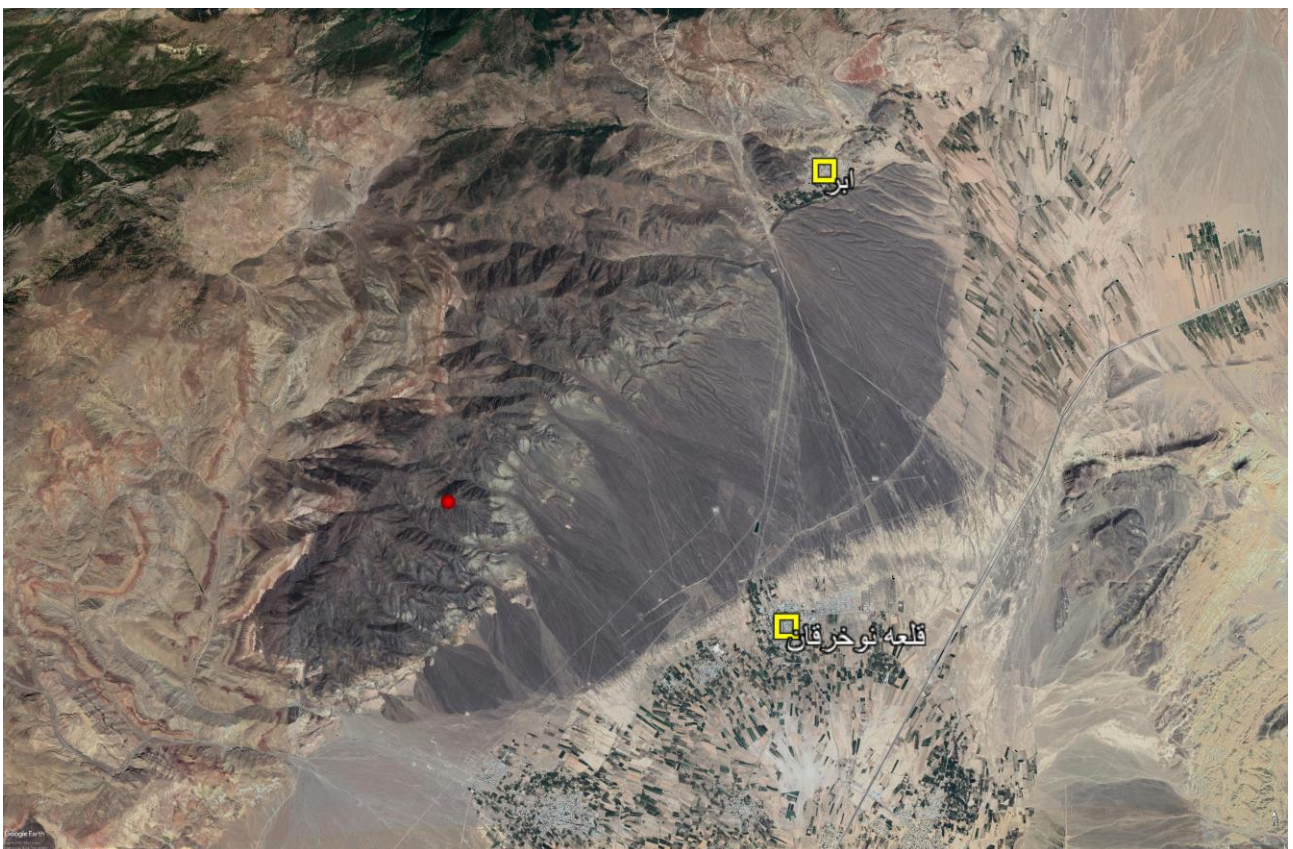
ماکو MAKU



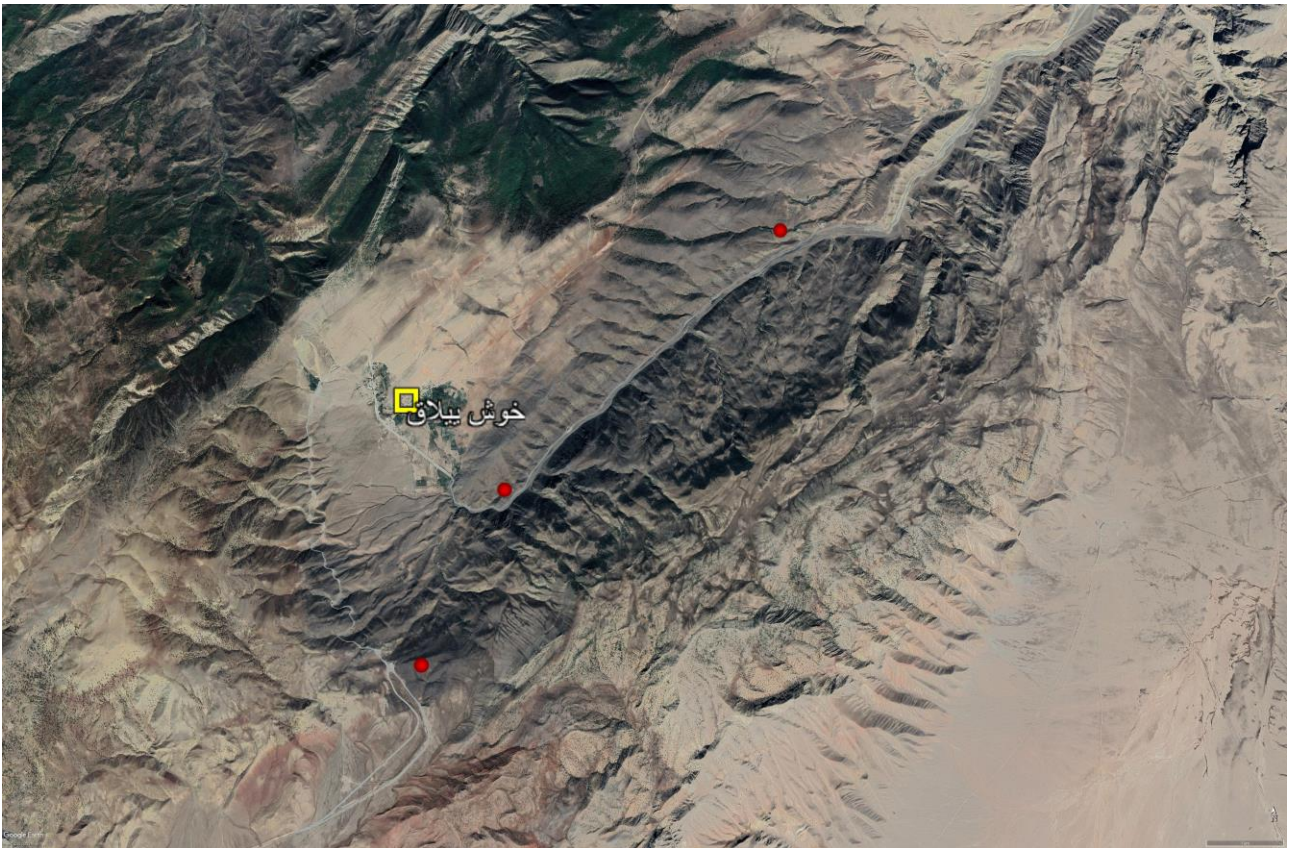
بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱ : ۱۰۰۰۰۰ ماکو که نشان‌دهنده محل حضور رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه ماکو می‌باشد.



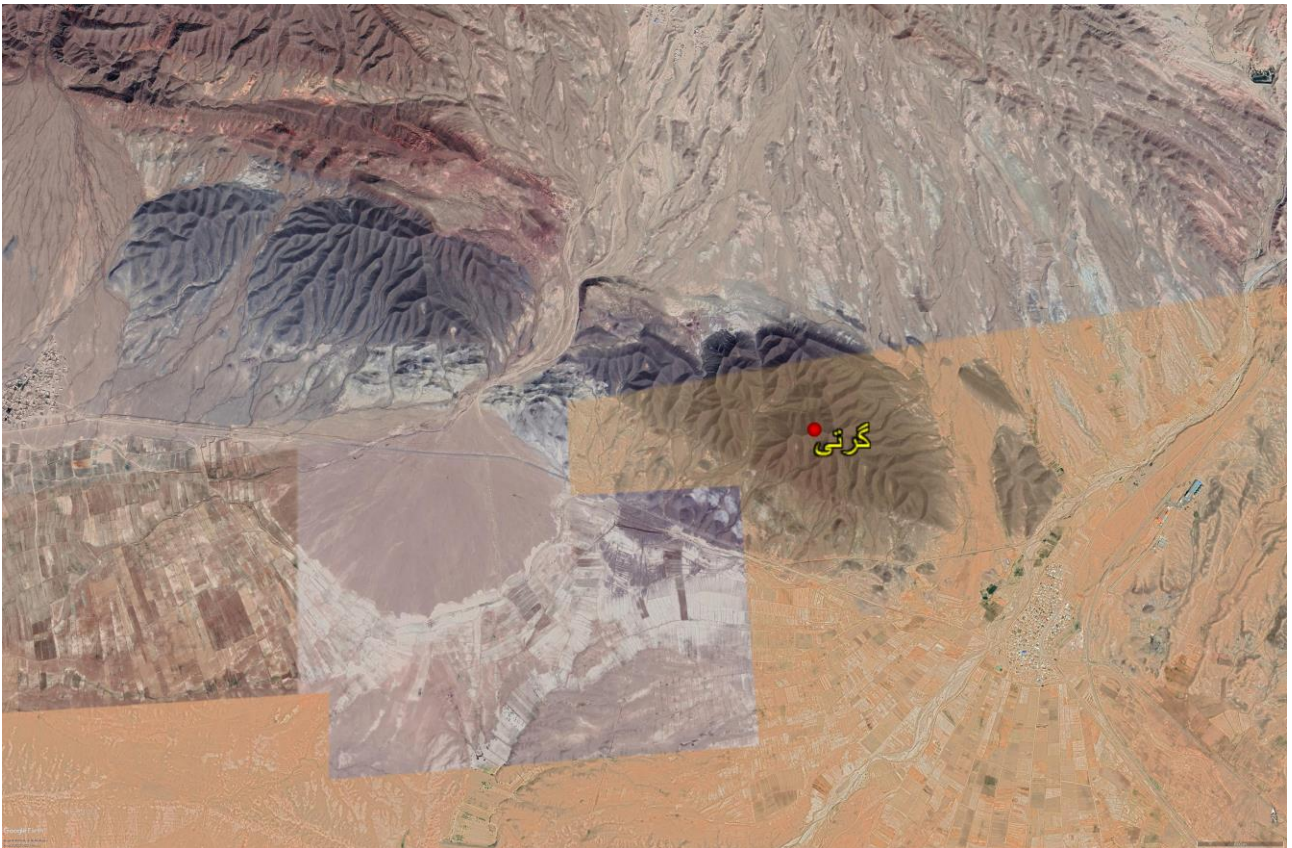
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه نکارمن - ابرسج (شمال شاهرود).



تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه قلعه نو - خرقان (شمال شاهرود).



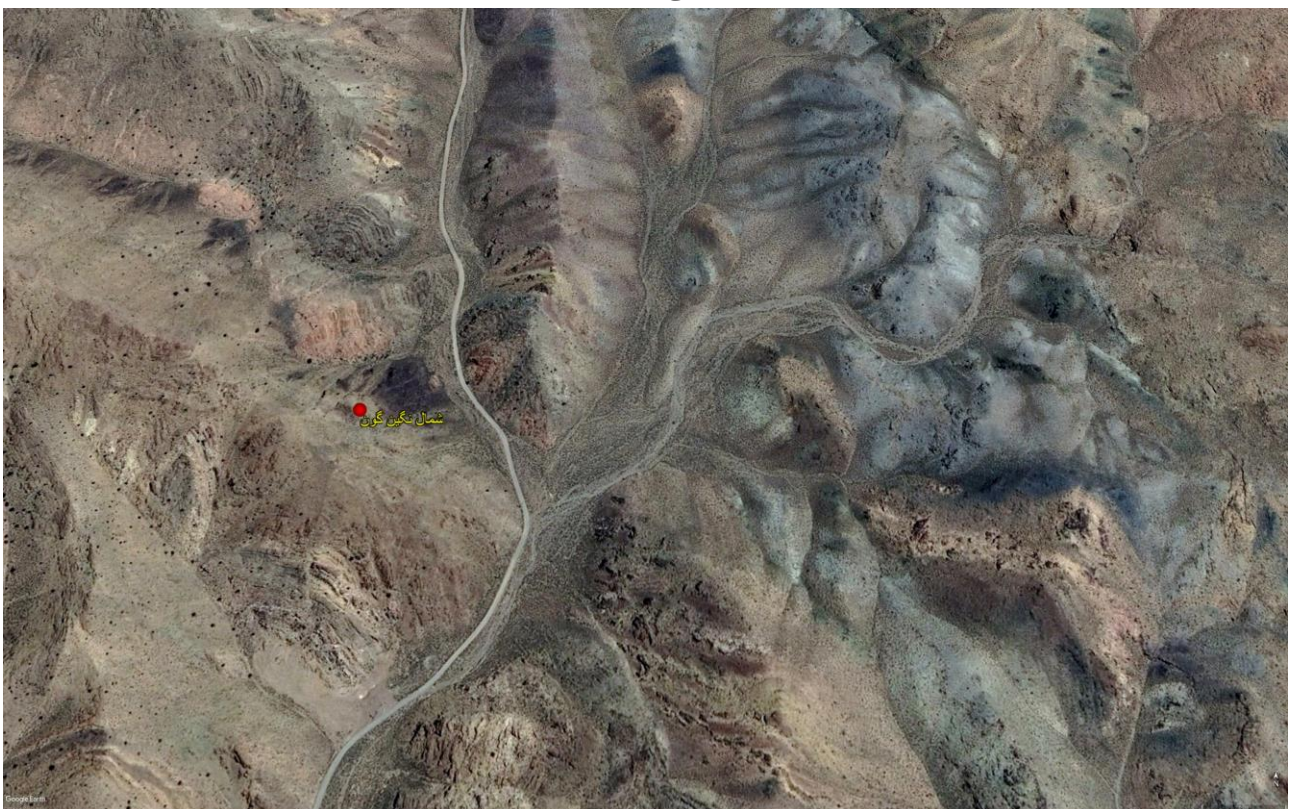
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه خوش ییلاق (شمال شاهرود).



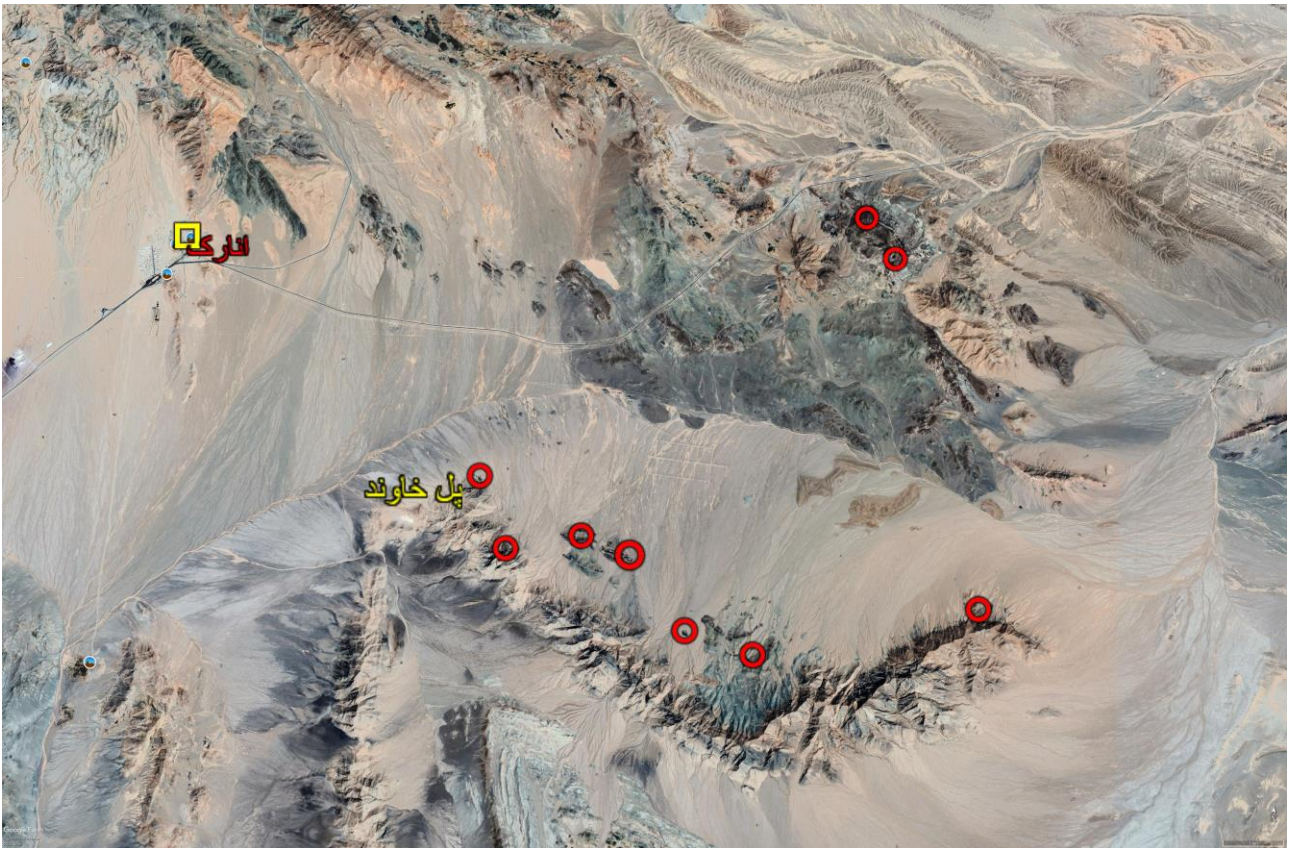
تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه گرتی (شمال صفی آباد).



تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه هندور (جنوب ماکو).



تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه نگین گون (شمال شرق بافق).



تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده رخنمون‌های سنگی منسوب به سیلورین در منطقه پل خاوند (جنوب شرق انارک).

چکیده برخی پژوهش‌های صورت گرفته توسط چند تن از محققین در مورد ماگماتیسزم اردوئیسین - سیلورین (و دونین)

در ادامه آورده شده است.

ایرج گلابتونچی

جولاپور، علی اصغر و ایرج گلابتونچی، ۱۳۷۷، پژوهشی در سنگ شناسی و پتروژنز سنگهای آتشفشانی

پالئوزویک زیرین البرز خاوری (ره آوردی تازه از سرگذشت پالئوتتیس در شمال ایران، دومین همایش

انجمن زمین شناسی ایران، مشهد، انجمن زمین شناسی ایران

گستره مورد مطالعه در شمال خاوری ایران قرار داشته و دنباله رشته کوه‌های البرز در حد فاصل پارک ملی گلستان (در باختر) و کوه‌های شاهجان (در خاور) را تشکیل می‌دهد. ضخامت سنگهای پالئوزویک زیرین در ناحیه مورد بررسی بیش از ۴۰۰۰ متر می‌باشد که سازندهای باروت، میلا، قلی و نیور در آن قابل شناسایی است. دو واحد آتشفشانی مهم یکی در اردوئیسین‌زیرین (با ضخامت ۲۶۰ متر در تنگ قلی) و دیگری در سیلورین زیرین (با ضخامت ۲۰۰ متر در شیرویه) شناخته شده است. جهت مطالعه سنگهای آتشفشانی در این ناحیه از سه برش قلی، رباط قره‌بیل و گردنه پلمس (کوه شیرویه) نمونه برداری منظم صورت گرفته است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی ناحیه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

رخساره بارز سنگهای آتشفشانی پالئوزویک‌زیرین در ناحیه، بازالت حفره‌داری (Amygdaloidal Basalt) است که حفره‌های آن اغلب توسط کانیه‌های ثانوی همچون کلریت، زئولیت، کربنات‌ها و کوارتز پر می‌گشته است. ساخت‌های بالشی، منشوری و توده‌ای در این سنگها قابل شناسایی است. وجود افق‌هایی از سنگ‌های آذر آواری از جمله اگلومرها، توف و لاپیلی‌توف در میان روانه‌های گدازه، نشانگر ماهیت انفجاری رخداد آتشفشانی می‌باشد.

علی‌رغم کمیابی سنگ‌های اردوویسین در ایران، رخنمون‌های قابل توجهی از آن‌ها در شمال و شمال‌غرب شاهرود تحت عنوان سازندهای آبستو، ابرسج و قلی وجود دارد. سازند ابرسج (به سن اردوویسین فوقانی) یک سازند غیر رسمی است که لیتولوژی عمده‌ی آن شامل ماسه‌سنگ، شیل سبز تا خاکستری و شیل سیلتی می‌باشد. تجزیه و تحلیل کلیه شواهد صحرایی از قبیل ساختارهای رسوبی نشان می‌دهند که سازند ابرسج در یک محیط رسوبی توریدایتی عمیق و بصورت یک بادزن زیردریایی نهشته شده است. سنگ‌های آذرین مورد بررسی به صورت گدازه، دایک و سیل میکروگابرویی و با ترکیب بازالت، تراکی بازالت و تراکی آندزیت بازالتی در نهشته‌های اردوویسین فوقانی (سازندهای ابرسج و قلی) حضور دارند. پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن (از نوع اوژیت) از کانی‌های اصلی تشکیل دهنده نمونه‌های بازالتی مناطق مورد مطالعه می‌باشند. از مهمترین کانی‌های فرعی این سنگ‌ها می‌توان به الیوین و کانی‌های اوپک (مگنتیت، پیریت و کالکوپیریت) اشاره کرد. شدت تجزیه الیوین به حدی است که کانی اولیه، به‌طور کلی اختصاصات کانی‌شناسی خود را از دست داده و توسط کلریت، کلسیت و اکسید آهن جانشین شده است. مهمترین بافت‌های موجود در سنگ‌های بازالتی شامل بافت‌های پورفیری، گلومروپورفیری، بادامکی، جریان‌ی، ساب افیتیک و اینترگرانولار هستند. به دلیل نفوذ سیالات، سنگ‌های بازالتی تا حدودی دچار دگرسانی شده و پلاژیوکلازها در نتیجه سوسوریتی‌شدن به مجموعه کانی‌های اپیدوت و کلسیت تبدیل شده‌اند. کانی‌های اصلی سنگ‌های میکروگابرویی شامل پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن (اوژیت) می‌باشند. آپاتیت و کانی‌های اوپک مشاهده شده در مقاطع صیقلی مانند مگنتیت و پیریت از مهمترین کانی‌های فرعی این سنگ‌ها هستند. کانی‌های ثانویه از قبیل کلریت و کلسیت در اثر دگرسانی پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن در این سنگ‌ها تشکیل شده‌اند. بافت‌های غالب موجود در این سنگ‌ها شامل بافت‌های اینترگرانولار، ساب‌افیتیک و افیتیک هستند. بررسی‌های ژئوشیمیایی سنگ‌های آذرین مورد مطالعه نشان می‌دهند که آن‌ها دارای ماهیت قلیایی (آلکالی) هستند و بر اساس نمودارهای تمایز محیط زمین‌ساختی، این سنگ‌ها در محدوده

بازالت‌های قلیایی مرتبط با کافت (ریفیت) درون قاره‌ای قرار می‌گیرند. این جایگاه با جغرافیای دیرین پالئوزوئیک زیرین البرز (وجود کافت درون قاره‌ای پالئوتتیس توران) در زمان اردوویسین - سیلورین مطابقت دارد. نمودارهای بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه و کندریت حاکی از نسبت بالای LREE/HREE و غنی‌شدگی از LREE، بدون هیچ گونه تهی‌شدگی از HFSE هستند. روندهای موازی موجود در نمودارهای عنکبوتی، نشان دهنده ماگمای والد مشترک سنگ‌های مورد مطالعه و نقش تبلور تفریقی به عنوان فرآیند اصلی در تحول ماگمایی سنگ‌های منطقه می‌باشد. بررسی‌های ژئوشیمیایی بیانگر مشتق‌شدن ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های بازالتی از یک مخزن عمیق OIB مانند، یعنی یک منبع گوشته‌ای استنوسفری غنی شده می‌باشد. ماگمای سازنده این سنگ‌ها در اثر ذوب بخشی ۱۴ تا ۱۶ درصدی یک گوشته گارنت پریدوتیتی در اعماق ۱۰۰ تا ۱۱۰ کیلومتری حاصل شده است. شواهد ژئوشیمیایی به وضوح نشان دهنده نبودن یا ناچیز بودن نقش آرایش پوسته‌ای در تحول ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های بازالتی منطقه در طی صعود ماگما به سطح زمین می‌باشند.

شیست های گرگان (صالحیان و همکاران، ۱۳۹۰).

شیست های گرگان، بخشی از زون ساختاری البرز شرقی هستند. این مجموعه تحت تأثیر دگرگونی ناحیه ای در حد سطوح پایین رخساره‌ی شیست سبز قرار گرفته و دارای طیف سنگی فیلیت تا شیست می‌باشد. شیست‌ها دارای تنوع ترکیبی زیادی هستند و مراحل مختلف دگرشکلی به صورت برگوارگی های S0، S1، S2 در آنها دیده می‌شود. بسیاری از محققین حضور سنگ های آذرین مافیک را در نقاط مختلف این مجموعه گزارش نموده اند. این سنگ‌ها به شکل میان-لایه های نازک گدازه در توالی شیست های گرگان و همچنین به شکل توده های نفوذی کوچک و دایک های پراکنده در منطقه رخنمون دارند. میان لایه های گدازه با ظاهر ملانوکرات، دارای ساخت جریان‌ی و حفره دار هستند، به شدت دگرسان شده و ترکیب بازالتی نشان می‌دهند. کانی‌های اصلی تشکیل دهنده ی آنها پلاژیوکلاز به شکل میکروولیت در زمینه و فنوکریست و همچنین کلینوپیروکسن به شکل فنوکریست هستند. حضور اسفن ثانویه در اطراف کلینوپیروکسن‌ها نشان می‌دهد که جنس آنها بیشتر از نوع تیتان اوژیت است. به علت دگرسانی و دگرگونی درجه پایین، کانی‌های متنوعی از قبیل کلریت، اپیدوت، اسفن، آلپیت،

سوسوریت، سربیسیت، زوئزیت، کلینوزوئزیت، پیستاسیت، کلسیت، کوارتز و ... به شکل ریز دانه، رگه‌ای و دانه‌ای در این سنگ‌ها تشکیل شده است. مهمترین بافت‌های موجود در بازالت‌ها، بافت‌های پورفیری، گلومروپورفیری و پورفیری-تراکیتی است. توده‌های نفوذی کوچکی به-ویژه در دره ناهارخوران در داخل شیست‌ها رخمون دارند. ظاهر آنها ملانوکرات و جنس آنها عمدتاً گابرویی است. ترکیب شیمیایی آنها، شباهت زیادی به بازالت‌های منطقه دارد. این سنگ‌ها نیز به شدت تحت تأثیر دگرگونی و دگرسانی قرار گرفته و طیف وسیعی از کانی‌های ثانویه را نشان می‌دهند. بافت‌های مهم مشاهده شده در گابروها، شامل گرانولار، اینترگرانولار، افتیک و ساب‌افتیک است. در کل منطقه و به صورت پراکنده، دایک‌های کوچکی وجود دارند که جنس آنها از بازالت تا آندزیت و تراکیت متغیر است. در این سنگ‌ها، مقدار کلینوپیروکسن بسیار کم است و یا دیده نمی‌شود، پلاژیوکلاز به مقدار قابل توجهی افزایش یافته و فلدسپارهای آلکالن به شکل فنوکریست در آنها ظاهر شده است. در مطالعات پتروگرافی، می‌توان یک طیف تبلور تفریقی از بازیک به حد واسط را در سنگ‌های منطقه مشاهده کرد. در بررسی‌های ژئوشیمیایی، حضور مقادیر قابل توجهی از الیومین و مقدار کمی فلدسپاتوئید نورماتیو در بعضی از نمونه‌ها، تحت اشباع بودن ماگمای والد از سیلیس را نشان می‌دهد. به علاوه، این ماگما دارای ماهیت آلکالن بوده است. نمودارهای عنکبوتی حاکی از غنی‌شدگی نمونه‌ها از LREE و LILE و تهی‌شدگی آنها از HREE هستند. این امر به درجات پایین ذوب بخشی در محل منشأ اشاره دارد. به علاوه، غنی‌بودن نسبی این سنگ‌ها از HFSE، نبود تهی‌شدگی از Ti و آنومالی مثبت Nb، نشان دهنده یک منبع غنی شده برای این سنگ‌ها، عدم آرایش آنها به پوسته قاره‌ای و مشابهت نزدیک آنها به ماگمای آلکالن و محیط‌های درون ورقه قاره‌ای است. الگوهای موازی موجود در نمودارهای عنکبوتی و نسبت نزدیک به یک (۱) در نمودارهای بهنجار شده نسبت به OIB، نشان دهنده مشابهت منشأ آنها با محل منشأ ماگماهای OIB است. با توجه به نتایج حاصل از نمودارهای تمایز محیط تکتونیک و تعیین ویژگی‌های محل منشأ، این نمونه‌ها در یک محیط کافت درون ورقه قاره‌ای و از ذوب بخشی ۱۰ - ۲ درصدی یک منبع گوشته آستوسفری با ترکیب گارنت اسپینل لرزولیت در عمق ۱۱۰ - ۱۰۰ کیلومتری بوجود آمده‌اند. این محیط با رژیم کششی حاکم بر لبه شمال شرقی ابرقاره گندوانا و تشکیل ریف توران در زمان اردوویسین - سیلورین که منجر به تشکیل اقیانوس پالئوتتیس و جدا شدن البرز و ایران مرکزی از گندوانا شده است، مطابقت دارد (صالحیان و

همکاران، ۱۳۹۰).

- جعفریان (۱۳۸۸) در رساله دکتری خود با عنوان "پترولوژی و ژئوشیمی ماگماتیسم مافیک پالئوزوئیک زیرین در البرز شرقی، ناحیه شاهرود-خوش‌یلاق"، به بررسی مجموعه بازالتی سلطان میدان پرداخته است. ایشان از نظر پتروگرافی این سنگ‌ها را شامل طیف ترکیبی بازالت، آندزیت بازالتی، تراکی بازالت، تراکی آندزیت بازالتی و دیاباز دانسته و سن تشکیل آنها را سیلورین بیان کرده است. نامبرده یکی از ویژگی‌های مهم چینه‌شناسی این مجموعه را حضور یک باند آگلومرای ۱۰۰ متری در افق‌های میانی تا فوقانی آن ذکر کرده‌اند. به عقیده ایشان، این افق آگلومرای به صورت یک طبقه‌ی کلیدی (Keybed) در تمام گستره‌ی این مجموعه دیده می‌شود. مطالعات ژئوشیمی توسط ایشان حاکی از آن است که این سنگ‌ها به لحاظ ماهیت در محدوده‌های آکالی بازالت و بازالت‌های ساب آکالن قرار می‌گیرند. همچنین ایشان این بازالت‌ها را از نوع درون صفحه‌ای و منشأ آنها را در ارتباط با پلوم گوشته‌ای دانسته است. وجود برخی سنگ‌های با مقدار SiO_2 بالا و ترکیب ریولیتی در این مجموعه باعث شده است که وی ماگماتیسم منطقه را بایمودال دانسته و ذوب بخشی پوسته در اثر حرارت منتقل شده از پیشانی پلوم را به عنوان ساز و کار تشکیل این سنگ‌های اسیدی پیشنهاد نماید. در این بررسی تشکیل ماگمای اولیه‌ی مجموعه بازالتی سلطان میدان حاصل کاهش فشار در پلوم گوشته‌ای و احتمالاً وقوع ۵ درصدی ذوب بخشی در گوشته اولیه در نظر گرفته شده است.

قوشه (جام) (ناجی و قاسمی، ۱۳۸۳)

رخنمون‌های سازنده‌های پالئوزوئیک زیرین - میانی در بخش‌های وسیعی از واحد ساختاری ایران مرکزی دیده می‌شوند. در بعضی از این بخشها نظیر مناطق قوشه، ابیانه، سه، زفره، باقر آباد و دالمه این سازندها در بر دارنده سنگ‌های آتشفشانی تا نیمه عمیق بازیک هستند. بررسی‌های پترولوژیکی، ژئوشیمیایی و نمودارهای تمایز، محیط تکتونیکی نشان می‌دهند که اکثر سنگ‌های آذرین مزبور ماهیت آکالن و تعداد کمی نیز ماهیت ساب آکالن داشته، در جایگاه تکتونیکی درون صفحه قاره‌ای و از ذوب بخشی درجه پائین گوشته

زیر لیتوسفر قاره‌ای نشات گرفته‌اند. این جایگاه با پالئوژئوگرافی پالئوزوئیک زیرین ایران مرکزی مبنی بر وجود یک محیط کشتی ریفتی درون قاره‌ای در این زمان کاملاً منطبق می‌باشد (ناجی و قاسمی، ۱۳۸۳).

پِل خاوند (هاشمی و ترابی)

منطقه مورد مطالعه (پِل خاوند) در زون ساختاری ایران مرکزی واقع شده است. پِل خاوند در ۱۵ کیلومتری جنوب شرقی انارک (شمال شرق استان اصفهان) قرار دارد و به‌طور تقریبی دارای مختصات $33^{\circ}11'$ عرض شمالی و $53^{\circ}53'$ طول شرقی است. بررسی‌های پتروگرافی و پترولوژی نشان می‌دهد که بازالت‌های منطقه پِل خاوند از نظر پتروگرافی و کانی‌شناسی تقریباً یکنواخت هستند. عمده کانی‌های تشکیل دهنده این بازالت‌ها، فنوکریست‌های پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن‌های سالم هستند. در نمونه‌های مورد مطالعه تبلور فلدسپارها قبل از تشکیل پیروکسن‌ها بوده است. بافت افیتیک در این سنگ‌ها شاهدهی بر این موضوع است.

با توجه به یکنواختی بافتی و کانی‌شناسی بازالت‌های منطقه پِل خاوند، می‌توان چنین بیان کرد که ماگمای تشکیل دهنده آنها بدون توقف و تفریق گسترده در مسیر به سطح زمین رسیده است. ویژگی‌های سنگ‌شناسی و شیمیایی نمونه‌ها، ارتباط آنها با یک رژیم زمین‌ساخت کشتی را نشان می‌دهد. همراه بودن این بازالت‌ها با ماسه سنگ‌ها وجود یک محیط دریایی کم عمق را برای آنها به اثبات می‌رساند. دلیل تشکیل نشدن گدازه بالشی در این منطقه، کم بودن عمق آب در هنگام بیرون ریختن گدازه است.

با استفاده از دیاگرام‌های مختلف ارائه شده برای تعیین محیط تکتونیکی، این نتیجه حاصل شد که نمونه‌های مورد مطالعه متعلق به بازالت‌های درون صفحه‌ای هستند. مقایسه نمونه‌های پِل خاوند با بازالت‌های منطقه ایبانه (سُه) نشان می‌دهد که بازالت‌های منطقه سُه نیز از نظر بافتی و کانی‌شناسی تقریباً یکنواخت هستند. همچنین، در دیاگرام‌های تعیین موقعیت تکتونیکی همچون نمونه‌های پِل خاوند در محدوده بازالت‌های درون صفحه‌ای قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه در دیاگرام‌های تعیین ماهیت ماگما، نمونه‌های مورد نظر روی مرز بین محدوده آلکالن و ساب آلکالن قرار می‌گیرند، ماهیت اصلی این سنگ‌ها، انتقالی در نظر گرفته می‌شود. علت واقع شدن این نمونه‌ها در نزدیکی محدوده آلکالن، بالا بودن عناصر آلکالی، به‌علت اسپیلیتی شدن آنها است. از این نظر نیز نمونه‌های مورد مطالعه شبیه به نمونه‌های منطقه سُه هستند. زیرا که بازالت‌های منطقه سُه نیز اسپیلیتی شده‌اند و مقدار عناصر آلکالی در آنها بالاست و در نمودارهای تعیین ماهیت ماگمایی در محدوده آلکالن قرار دارند. در نمودارهای عنکبوتی

و بهنجارسازی که در آنها عناصر ناسازگار و نادر خاکی نسبت به گوشته اولیه و کندریت نرمالیزه شده‌اند، همه نمونه‌ها روند تقریباً مشابهی را نشان می‌دهند که بیانگر منشأ یکسان آن‌ها و عدم رخداد تفریق گسترده در آن‌ها است. همه آنها در عناصر نادر سبک غنی شدگی و در عناصر نادر سنگین تهی شدگی نشان می‌دهند (ترابی و هاشمی، ۱۳۸۹).

سنگ‌های آتشفشانی سیلورین (حمید صالحی، ۱۳۸۸):

به نظر می‌رسد، یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های ماگمایی پالئوزوییک، در سیلورین رخ داده باشد، زیرا در نقاطی از ایران، به ویژه در البرز خاوری و خاور ایران مرکزی، که ردیف‌های رسوبی سیلورین برونزد دارند، واحد سنگ‌چینه‌ای این زمان (سازند نیور) دارای همراهانی از گدازه‌های بازالتی است. گفتنی است که:

* از جنوب گرگان (دشت سلطان میدان در جنوب باختری گرگان، مینودشت) تا شمال شاهرود (گردنه خوش‌بیلاق، تیل‌آباد)، گدازه‌های سیلورین حدود ۲۵۰ تا ۷۰۰ متر ضخامت دارند و ژنی (۱۹۷۷) برای این گدازه‌ها نام «بازالت‌های سلطان میدان» را انتخاب کرده است. سن پرتوسنجی این گدازه‌ها به زمان‌های گوناگون (کامبرین، کربنیفر، اوایل ژوراسیک، آغاز تریاس) اشاره دارد که با جایگاه چینه‌شناسی آن هماهنگی ندارد.

* بخش بزرگی از سنگ‌های سیلورین زون سنندج - سیرجان، به ویژه در ناحیه سیرجان از نوع گدازه‌های اسپیلیتی است و چنین به نظر می‌رسد که فاز کششی سیلورین، در زون سنندج - سیرجان، بیشترین اثر را داشته است.

* آثار دگرگونی ضعیف در همه سنگ‌های آتشفشانی سیلورین وجود دارد که به احتمال نتیجه عملکرد فاز کالدونین است، هرچند حرکت‌های جوان‌تر نیز مؤثر بوده‌اند.

* گدازه‌های بازالتی سیلورین به طور عموم تیره رنگ بوده و ساخت بالشی دارند که نشانگر فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی است.

* ترکیب شیمیایی این گدازه‌ها قلیایی است، به همین رو روانه‌های مورد نظر حاصل نخستین شکستگی سکوی پالئوزوییک ایران دانسته شده‌اند. ژنی (۱۹۷۷) به دلیل بالا بودن مقدار تیتانیم و قلیایی بالا، این بازالت‌ها را از نوع قاره‌ای می‌داند.

* در پاره‌ای نقاط ایران به ویژه جنوب گرگان - شمال شاهرود، جنوب باختری اسفراین، سنگ‌های آتشفشانی سیلورین، در مقایسه با سنگ‌های رسوبی گسترش و ضخامت بیشتری دارند.

* گدازه‌های سیلورین تنها از نوع بازالت نیست بلکه انواع سنگ‌های آندزیتی و تراکی آندزیتی نیز وجود دارد.

* چنین به نظر می‌رسد که سنگ‌های بازالتی تیره‌رنگ موجود در واحدهای کهن‌تر از سیلورین (کامبرین و به احتمال اردویسین نواحی شیرگشت، ماکو، قلی، تَتورود و ۰۰۰) نتیجه همین فاز آتشفشانی باشند.

* به غیر از البرز خاوری (گرگان، شاهرود، اسفراین، رباط قره‌بیل و ۰۰۰)، در نواحی شیرگشت، تروود، جام، سُه (کاشان) و خور (انارک) نیز سنگ‌های سیلورین (سازند نیور) دارای روانه‌های بازالتی هستند.

* جایگاه چینه‌شناسی گدازه‌های سیلورین و پوشیده شدن آنها با ردیف‌های پیشرونده دریایی دونین سبب شد تا

اشتامغلی (۱۹۷۸) و شهرابی (۱۳۵۶) به رویداد زمین‌ساختی تاکنون در ایران اعتقاد داشته باشند.

سنگ‌های آتشفشانی دونین (حمید صالحی، ۱۳۸۸):

در پاره‌ای از نقاط ایران، نهشته‌های رسوبی دونین، همراهی از سنگ‌های آتشفشانی بازیک دارند. سازند جیروود شناخته شده‌ترین واحد سنگ‌چینه‌ای دونین بالای ایران است که همراهان بازالتی آن، گاه تا حدود ۱۵۰ متر ضخامت دارند. جدا از دره جاجرود (برش الگوی جیروود)، سنگ‌های دونین نواحی آمل، شمال قزوین، علم‌کوه، کوه‌های طالش و نواحی لکرکوه، انارک (برش شاه‌گنبد) همراهان بازالتی دارند.

در ناحیه حاجی‌آباد، واقع در پهنه سنندج - سیرجان، سنگ‌های دونین (کمپلکس سرگز) دارای تناوب‌های مکرر از گدازه‌های بازالتی به ضخامت‌های متفاوت با برتری سری سنگ‌های بازیک آلکالن با روند سُدیک است. تکرار روانه‌های بازالتی می‌تواند نشانه تکرار فازهای کششی باشد. اوج ماگماتیسم در دونین بالای است که حجم قابل ملاحظه‌ای از سنگ‌های ماگمایی را به صورت گدازه، برش آتشفشانی و توف در میان رسوبات جا داده است. در این آتشفشانی‌ها، پدیده دگرگونی پیشرفته است. به طوری که بیشتر آنها چنان متحول شده‌اند که جز با مطالعات سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی دقیق، نمی‌توان به اصل آنها پی برد. با این حال، سنگ‌های مذکور ضمن حفظ بافت اولیه، سرشت ماگمایی خود را به خوبی حفظ کرده‌اند، هرچند که در حال حاضر خصلت آمفیبولیت و شیست سبز دارند (حمید صالحی، ۱۳۸۸).

کانی شناسی، ژئوشیمی و نقش فرایند جدایش مکانیکی بلورهای الیوین در تشکیل سنگهای آذرین پالئوزوئیک زیرین منطقه شیرگشت، شمال غرب طبس، ایران مرکزی (قاسمی ، مرتضی درخشی ، نشریه بلورشناسی و کانی شناسی ایران، تابستان ۱۳۸۷ شماره ۲).

این منطقه در ۶۰ کیلومتری شمال غربی طبس، در کوههای درنجال و در زون ایران مرکزی قرار دارد. سنگهای آذرین مورد مطالعه به صورت نفوذی و با طیف ترکیبی الیوین گابرو، گابرو، دیوریت و مونزودیوریت در سازند کالشانه به سن کامبرین میانی و به شکل خروجی و با ترکیب الیوین بازالتی در قسمت‌های زیرین سازند نیور به سن سیلورین قرار دارند. شواهد سنگ شناسی و ژئوشیمیایی حاکی از ارتباط ژنتیکی سنگهای نفوذی و خروجی با یکدیگر، نشات گرفتن آنها از یک ماگمای مشترک، تاثیر نسبتاً کم آرایش ماگمایی و نقش موثر فرایند تفریق ماگمایی به ویژه جدایش مکانیکی بلورهای الیوین در روند شکل گیری و تحول این سنگهاست. نمودارها و شواهد مختلف حاکی از ماهیت انتقالی تا قلیایی این سنگها، جایگاه تشکیل درون صفحه قاره‌ای و نیز شکل‌گیری آنها از ذوب ۱۲ تا ۱۷ درصدی یک خاستگاه غنی شده گارنت پریدوتیتی در آغاز سیلورین است. این جایگاه با موقعیت محیط کشتی (کافت درون قاره‌ای) ایران مرکزی در خلال پالئوزوئیک زیرین، به ویژه رخداد ماگمایی سیلورین در خلال کافت زایی پالئوتتیس در این منطقه از ایران مرکزی سازگار است.

پایان‌نامه مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی سنگ های آذرین سازند کلشانه، شمال طبس (نرگس آورند، ۱۳۹۴)

منطقه مورد مطالعه در فاصله ۸۰ کیلومتری طبس و ۱۰ کیلومتری شمال روستای شیرگشت در محدوده کوه‌های درنجال واقع شده است. این منطقه از لحاظ ساختاری و تقسیمات زمین‌شناسی به‌عنوان بخشی از زون ایران مرکزی در نظر گرفته می‌شود. کوه‌های درنجال حاصل بالازدگی سنگ‌های پالئوزوئیک زیرین بوده و در این کوه‌ها توالی تقریباً کاملی از سنگ‌های این زمان دیده می‌شود. سنگ‌های آذرین مورد مطالعه به صورت نفوذی و با ترکیب عمدتاً بازیک در درون سازند کلشانه رخنمون دارند. بیشترین و مهم‌ترین حجم این سنگ‌ها به اشکال سیل و توده‌های نامنظم و با ترکیب شبه پریدوتیت، الیوین گابرو، گابرو، گابرو دیوریت، دیوریت و مونزودیوریت رخنمون دارند. طیف ترکیبی مشاهده شده در این سنگ‌ها حاصل عملکرد فرایندهای تبلور تفریقی بوده و الیوین، پلاژیوکلاز،

کلینوپیروکسن و گاهی آمفیبول کانی‌های اصلی این سنگ‌ها را تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین کانی‌های فرعی نیز شامل هورنبلند، بیوتیت، کانی‌های اپک و آپاتیت می‌باشند. این سنگ‌ها تمام بلورین بوده و انواع بافت‌های گرانولار، افیتیک، ساب افیتیک و پوئی کلیتیک را نشان می‌دهند. فراوانی کانی الیوین در پریدوتیت‌ها و الیوین گابروها، و نیز گرد شدگی آن‌ها حاکی از جدایش مکانیکی الیوین در هنگام تشکیل این سنگ‌ها می‌باشد. سنگ‌های موجود در این سازند متحمل درجات متوسط تا شدید دگرسانی شده‌اند بطوریکه کمترین دگرسانی در پریدوتیت‌ها و الیوین گابروها و بیشترین دگرسانی در مونزودیوریت‌ها می‌باشد. فرایند دگرسانی به تشکیل انواع کانی‌های دگرسانی نظیر اپیدوت، کلریت، کلسیت و سرپانتین منجر شده است. به‌طور کلی مطالعات صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی نشان می‌دهند که این سنگ‌ها ماهیت انتقالی تا آلکان داشته و در یک محیط درون صفحه‌ای قاره‌ای ایجاد شده‌اند. الگوی عناصر کمیاب سنگ‌های منطقه به‌صورت موازی با یکدیگر می‌باشند، موازی بودن الگوی عناصر در سنگ‌های منطقه نیز می‌تواند تأییدکننده منشأ واحد این سنگ‌ها و نقش تبلور تفریقی به‌عنوان مکانیسم اصلی تشکیل آن‌ها باشد. بر اساس نمودارهای مختلف ژئوشیمیایی می‌توان گفت که این سنگ‌ها از ذوب ۱۲ تا ۱۷ درصدی یک منشا غنی‌شده‌ی گارنت پریدوتیتی منشا گرفته‌اند.

ژئوشیمی و پتروژنز سنگ‌های متاولکانیکی (آتشفشانی دگرگون شده) شمال ماکو، شمال غرب ایران

(فرزانه ولی نسب زرنق - استاد راهنما محسن مؤید)

فعالیت ماگمایی پالئوزوئیک‌زیرین و به ویژه فوران گسترده بازالتی سیلورین و ارتباط آن با تشکیل و گسترش تئیس از موضوعات مهم و مطرح در زمین‌شناسی ایران است. بر پایه نشانه‌های زمین‌شناسی، بخش‌های گسترده‌ای از پهنه‌های ساختاری البرز، ایران مرکزی و سنندج - سیرجان در طی سیلورین تحت تأثیر این فعالیت ماگمایی قرار داشته‌اند. مجموعه ولکانیکی ماکو از گدازه و سنگ‌های آذآواری اسید و متوسط مانند آندزیت و ریوداسیت با بافت پورفیری تا هیالوپورفیری، توف و آگلومرا همراه با گدازه‌های متوسط تا بازیگ با بافت میکرولیتی پورفیری و آمیگدالوئیدی تشکیل شده است. این سنگ‌ها در اثر تحمل دگرگونی به شیست‌سبز تبدیل شده‌اند. در درون این مجموعه دایک‌های میکرودیوریتی با فنوکریست‌های پلاژیوکلاز تزریق شده است. علوی و بلورچی (۱۳۵۴) معتقدند این مجموعه ولکانیکی به سن پرکامبرین‌اند و از سه واحد مجزا تشکیل شده‌اند. امینی‌آذر و عباسی (۱۳۸۲) معتقدند گدازه‌های این واحد، واحد سنگی هم‌ارز لشکرک را پوشانده و به طور پیشرونده به وسیله ماسه سنگ‌های

قاعده واحد دولومیتی شده دونین میانی(؟) - بالایی پوشیده می‌شود، بنابراین، این سنگ‌ها دارای سن سیلورین هستند. جایگاه زمین‌ساختی احتمالی تشکیل این مجموعه احتمالاً مرتبط با پنج مورد زیر است: (۱) در ارتباط با ماگماتیسم پالئوزوئیک زیرین در امتداد حاشیه گندوانایی اقیانوس پروتوتتیس و تشکیل ماگماتیسم قوسی نوع آندی در ارتباط با فرورانش پوسته اقیانوسی پروتوتتیس به زیر گندوانا، (۲) مرتبط با محیط کششی - کافتی حاکم بر ایران مرکزی و البرز و مراحل آغازین تشکیل و گسترش پالئوتتیس در حاشیه شمالی گندوانا طی پالئوزوئیک زیرین و به ویژه اردوویسین پسین - سیلورین. (۳) در ارتباط با تکوین نئوتتیس به علت تاثیر فاز کششی کالدونین. (۴) در ارتباط با گدازه‌های حاشیه فعال قاره‌ای حاصل از فرورانش پالئوتتیس به زیر اوراسیا. و ۵ - مربوط به پرکامبرین هستند که جایگاه ژئودینامیکی آنها مشخص نشده است. مجموعه ولکانیکی منطقه ماکو و علی حاجی تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. در این تحقیق با مطالعه و شواهد صحرایی، سنگ‌شناسی، ژئوشیمیایی و جایگاه زمین - ساختی به مطالعه ویژگی های مجموعه ولکانیکی ماکو و مقایسه ویژگی‌های آن با رخداد ماگمایی شاخص سیلورین در ایران مرکزی و البرز و نوع ارتباط آنها با یکدیگر پرداخته خواهد شد.

ماگماتیسم سیلورین در منطقه ایبانه - سه (کاشان - ایران مرکزی)

فریماه آیتی^{۱*}، محمود خلیلی^۲، موسی نقره نیان^۲، محمد علی مکیزاده^۲

^۱عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور شهر کرد

^۲گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

*مسئول مکاتبات - آدرس الکترونیکی: F_ayati@geol.ui.ac.ir

(دریافت: ۸۸/۵/۵؛ پذیرش: ۸۸/۱۲/۸)

چکیده

برونزدهای آتشفشانی پالئوزوئیک در منطقه ایبانه - سه با ترکیب بازالتی به صورت جریان‌های از گدازه با ساخت توده ای، بالشی و گاهی بادامکی و رنگ سیاه مایل به سبز و به صورت بین لایه ای درماسه سنگ ها و رسوبات کربناتی رخنمون دارند. این افق های ولکانیکی در طی چند فاز پیاپی فوران نموده اند. بین دو فوران متوالی و در وقفه زمان اندکی، رسوبگذاری ماسه سنگها، آهکهای ماسه‌ای و رسوبات کربناته به وقوع پیوسته است. کانی‌های بازالت‌های مورد مطالعه عمدتاً شامل پلاژیوکلاز کلسیک، الیوین و کلینوپیروکسن (اوزیت) می‌باشد. براساس مطالعات ژئوشیمیایی نمونه‌های مورد بررسی ماهیت تولیتی تا آلکان نشان می‌دهند و براساس نمودارهای تعیین کننده سری ماگمایی، این ولکانیک ها، ویژگی های سری تحولی را از خود به نمایش می‌گذارند. چنین رهیافتی همراه با سایر ویژگی های شیمیایی و سنگ شناسی این نمونه‌ها، وابستگی آنها را به یک رژیم زمین ساختی کششی آشکار می‌سازد. غنای این بازالتها از نظر تیتانیوم، وسعت و ضخامت قابل توجه ولکانیکها و میان لایه بودن آنها با رسوبات آهکی و ماسه سنگی، نشانگر ارتباط این سنگ ها به یک رژیم زمین ساختی کششی از نوع ریفت درون قاره ای و وجود حرکات ضربانی کششی - فشارشی در زمان پالئوزوئیک در ایران می‌باشد. مقدار کم عناصر نادر خاکی سنگین در این بازالتها با منشا گارت لرزولیتی سازگار است. تشابه الگوها و آنومالی ها در دیاگرام های عنکبوتی بیانگر وجود یک خاستگاه مشترک برای ولکانیک ها ی مورد مطالعه می‌باشد.

Silurian stratigraphy of Central Iran – an update

VACHIK HAIRAPETIAN¹, MANSOUREH GHOBADI POUR^{2, 3}, LEONID E. POPOV³, PEEP MÄNNIK⁴
and C. GILES MILLER⁵

بهار ۹۷، سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۷، صفحه ۱۶۵ تا ۱۷۲



سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری توالی‌های سیلورین در برش چینه‌شناسی رباط قره‌بیل بر پایه کنودونت‌ها

عباس قادری^۱، جعفر ظاهری^۲، اعظم کراچیان^۳ و عبدالمجید موسوی نیا^۴

استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

دکتر، اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی منطقه شمال شرق، مشهد، ایران

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مشهد، ایران

دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مشهد، ایران

نگارنده:

تورج فتحی

خرداد ۱۳۷۷

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی (گرایش پترولوژی)

بررسی پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای آتشفشانی بالئوزوئیک

زیرین شمالشرق ایران

(مقاطع شاهرود، رباط قره‌بیل، و جنوب بجنورد)

رساله جهت اخذ درجه دکتری

تابستان ۹۳

نگارنده:

مرتضی درخشی

عنوان:

پترولوژی، ژئوشیمی و الگوی ژئودینامیکی تشکیل مجموعه‌ی بازالتی سلطان میدان،

شمال شاهرود

مطالعات پتروگرافی و ژئوشیمیایی سنگ‌های آذرین سازند کلشانه، شمال طبس

استاد راهنما : سید احمد مظاهری، استاد مشاور : محمد ناظمی ، دانشجو : نرگس آورند،

دولتی - وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه فردوسی مشهد - دانشکده علوم پایه - ۱۳۹۴ - (کارشناسی ارشد)

کانی شناسی، ژئوشیمی و نقش فرایند جدایش نویسندگان : حبیب‌الله قاسمی، مرتضی درخشی، مکانیکی بلورهای الیوین در تشکیل سنگهای نشریه بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، تابستان ۱۳۸۷ شماره ۲. آذرین پالئوزوئیک زیرین منطقه شیرگشت، شمال غرب طبرس، ایران مرکزی

زمین شناسی و سنگ شناسی مجموعه بازالتی سلطان میدان در رخنمون های شمال و شمال خاور شاهرود، البرز خاوری، شمال ایران

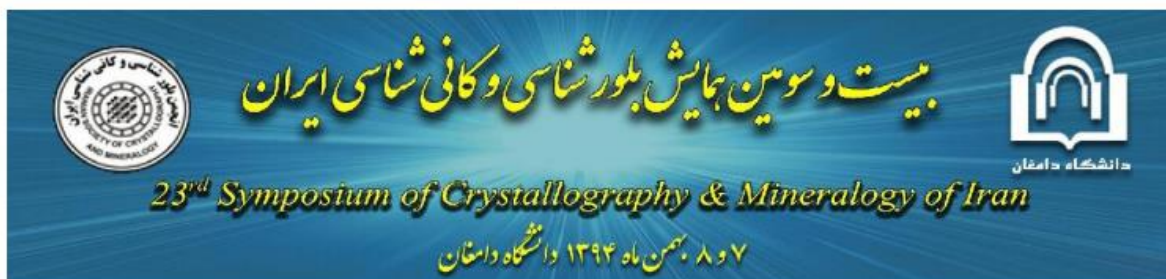
مرتضی درخشی^۱، حبیب‌الله قاسمی^۲ و طاهره سهامی^۳

^۱ دانشجوی دکترا، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

^۲ دانشیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

^۳ کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۲۲



تحول زمین ساختی - ماگمایی در لبه شمالی ایران مرکزی - جنوب البرز شرقی

حبیب‌الله قاسمی

استاد پترولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه شاهرود

Email: h-ghasemi@shahroodut.ac.ir

مقایسه سنگ‌های آذرین مافیک سازند قلی (اردوویسین بالایی) و شیست‌های گرگان در پهنه البرز خاوری

حبیب‌الله قاسمی^۱، زکبه کاظمی^۲ و شیوا صالحیان^۳

^۱ استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

^۲ دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

^۳ کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰

پتروولوژی، سال پنجم، شماره هجدهم، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۱۰۵-۱۲۲
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۲۱

ماگماتیسیم اردوویسین-دونین در شمال شاهرود: شاهدی بر کافت زایی طولانی مدت پالتوتیس در البرز شرقی

مرتضی درخشی و حبیب‌اله قاسمی *

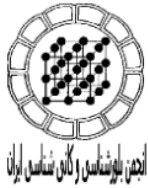
گروه پتروولوژی و زمین‌شناسی اقتصادی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

پتروولوژی، سال اول، شماره سوم، پاییز ۱۳۸۹، صفحه ۲۹-۴۶
تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۴/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۲۳

پتروولوژی بازالت‌های دونین در منطقه پل خاوند (جنوب شرق انارک، شمال شرق اصفهان)

قدرت ترابی* و فاطمه هاشمی

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران



کانی‌شناسی، ژئوشیمی و نقش فرایند جدایش مکانیکی بلورهای الیوین در تشکیل سنگهای آذرین پالئوزوئیک زیرین منطقه شیرگشت، شمال غرب طبرستان، ایران مرکزی

حبیب ا... قاسمی^۱، مرتضی درخشی^۲

- ۱- دانشیار دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود
 ۲- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه صنعتی شاهرود
 پست الکترونیکی: h-ghasemi@shahroodut.ac.ir
 (دریافت مقاله ۱۳۸۶/۲/۱۷، نسخه نهایی: ۱۳۸۶/۱۱/۱۵)

ماگماتیسیم سیلورین در منطقه ایبانه-سه (کاشان-ایران مرکزی)

فریمه آیتی^{۱*}، محمود خلیلی^۲، موسی نقره بیان^۲، محمد علی مکیزاده^۲

- ^۱ عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور شهر کرد
^۲ گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان
 *مسئول مکاتبات- آدرس الکترونیکی: F_ayati@geol.ui.ac.ir
 (دریافت: ۸۸/۵/۵؛ پذیرش: ۸۸/۱۲/۸)

زمین شناسی و پتروژنز بازالت سلطان میدان در مناطق نگارمن و ابرسج، شمال شاهرود پایان نامه

استاد راهنما: حبیب الله قاسمی، استاد مشاور: عزیزالله طاهری، دانشجو: طاهره سهامی،
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه صنعتی شاهرود - ۱۳۹۰ - [کارشناسی ارشد]
کلیدواژه: بازالت، سیلورین، پالیوتتیس، کافت زایی، نگارمن، ابرسج

پترولوژی و ژئوشیمی ماگماتیسیم بازیک دونین در سازندهای پادها و خوشیلاق در شمال شاهرود پایان نامه

استاد راهنما: حبیب الله قاسمی، استاد مشاور: عزیزالله طاهری، دانشجو: مریم دیهیمی،
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه صنعتی شاهرود - پژوهشکده علوم - ۱۳۹۱ - [کارشناسی ارشد]
کلیدواژه: بازالت، خوش ییلاق، پادها، شاهرود

پترولوژی و ژئوشیمی بازالت های آلکالن موجود در سازندهای پادها و خوش ییلاق در شمال شاهرود، البرز شرقی مقاله کنفرانس

نویسندگان: مریم دیهیمی، حبیب ال... قاسمی، عزیز... طاهری،
سی و یکمین همایش علوم زمین - ۱۳۹۱
کلیدواژه: ماگماتیسیم بازالتی، دونین، البرز شرقی، پالئوتتیس، شاهرود

مقاله نشریه

ماگماتیسیم بازیک قلیایی دونین در البرز شرقی، شمال شاهرود: شاهدهی بر کافت زایی پالئوتتیس

نویسندگان: حبیب الله قاسمی* ، مریم دیهیمی ،

نشریه زمین شناسی ایران « زمستان ۱۳۹۳ شماره ۳۲

کلیدواژه: شاهرود ، البرز شرقی ، ماگماتیسیم ، دونین ، کافت پالئوتتیس

مقاله کنفرانس

ماگماتیسیم بازالتی دونین البرز شرقی در منطقه شمال شاهرود

نویسندگان: مریم دیهیمی ، حبیب الله قاسمی ، عزیزالله طاهری ، محمود صادقیان ،

سی امین گردهمایی علوم زمین - ۱۳۹۰

محیط زمینساختی و ویژگی های خاستگاه سنگ های آذرین

سازند ابرسج (اردوویسین فوقانی)، البرز شرقی، شمال شاهرود

حبیب الله قاسمی، زکيه کاظمی

مجله بلور شناسی و کانی شناسی ایران، سال بیست و یکم شماره ۲ (تابستان ۱۳۹۲)،

ص ۳۱۹