

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشگاه دامغان
دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (گرایش چینه و فسیل)

مطالعه بازوپایان اردویسین زیرین در برش گردکوه، غرب دامغان

توسط:

خدیجه فلاح

استادان راهنما:

دکتر سید محمود حسینی نژاد

دکتر حسین مصدق

استادان مشاور:

دکتر لئونید پوپوف

دکتر منصوره قبادی پور

شهریور ماه ۱۳۹۱

الله اعلم
الله اعلم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه دامغان
دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی (گرایش چینه و فسیل)

مطالعه بازوپایان اردویسین زیرین در برش گردکوه، غرب دامغان

توسط:

خدیجه فلاح

استادان راهنما:

دکتر سید محمود حسینی نژاد

دکتر حسین مصدق

استادان مشاور:

دکتر لئونید پوپوف

دکتر منصوره قبادی پور

شهریور ماه ۱۳۹۱

تقدیم بہ:

پرو و مادر عزیزم

سپاسگزاری

سپاس خدایی را که سخنوران در ستودن او بمانند و شمارندگان در شمردن نعمتهای او ندانند و کوشندگان حق او را گذاردن نتوانند.

پاس می دارم کسانی را که در گردآوری و تدوین این مجموعه مساعدت هایشان همواره راهگشای اینجانب بوده است؛

در ابتدا از جناب آقای دکتر حسینی نژاد و جناب آقای دکتر حسین مصدق ، استاد راهنماهای بزرگوام به پاس زحمات بی دریغشان در مسیر آموختن علمشان به این حقیر تشکر و قدردانی می کنم

از خانم دکتر قبادی پور به عنوان استاد مشاور که مرا در تدوین این پایان نامه یاری نمودند و بار هدایت این تحقیق را بر دوش کشیدند، سپاسگزارم.
سپاس و امتنان ویژه از Leonid Popov از موزه ملی ولز، کاردیف، بریتانیا که کمکهای ایشان همیشه مثمر ثمر واقع شد.

از پدر و مادر عزیزم که مرا در این مسیر پشتیبانی نمودند و همواره مشوق من بودند و دعای خیرشان مسبب موفقیت های من بوده متشکرم.

از خواهر و برادرانم که همواره دست یاریشان همراهی ام نموده است ممنونم.
از آقای خانم رسولی و خانم یعقوبی و سایر دوستانم که در این مدت از هیچ کمکی دریغ نکردند تشکر می نمایم.

و متشکرم از تمام کسانی که به هر طریق مرا در گردآوری این پایان نامه یاری نمودند.
از خدای منان آرزوی توفیقات روز افزون را برای تمامی این عزیزان مسئلت دارم.

فصل اول

مقدمه و کلیات



۱-۱ مقدمه

در ایران سنگ‌های اردوئیسین گسترش نسبتاً محدودی دارند و به استثنای ناحیه‌ی شیرگشت، در دیگر سنگ‌های اردوئیسین با یک واحد آواری از ماسه‌سنگ‌های کوارتزی سفید-رنگ آغاز می‌شود که با سنگ‌های کهن‌تر ارتباط ناپیوسته از نوع دگرشیبی فرسایشی دارد. با این حال، در ناحیه‌ی کلمرد (باختر طبس) همبری انباشته‌های اردوئیسین با سنگ‌های پرکامبرین (سازند کلمرد) از نوع دگرشیبی زاویه‌ای و با گرانودیوریت‌های این زمان (پرکامبرین) از نوع دگرشیبی آذرین‌پی است. وجود برونزدهای مشترک سنگ‌های کامبرین و اردوئیسین سبب شده تا همبری سنگ‌های یاد شده پیوسته دانسته شود، در حالی که ناپیوستگی‌های یاد شده شواهدی از یک ایست رسوبی پیش از اردوئیسین است که به جز فرونشست شیرگشت در دیگر نقاط ایران اثر گذار بوده است.

به جزء ناحیه‌ی تالش و لرستان که سنگ‌های اردوئیسین کربناتی است. در دیگر نقاط ایران، ردیف‌های اردوئیسین بیشتر از نوع شیل، سیلت‌سنگ و ماسه‌سنگ است که به داشتن رنگ متمایل به سبز و سنگواره‌هایی از نوع تریلوبیت، بازوپا و سیستوئیدها شاخص هستند. ثابت بودن نسبی رخساره‌ی سنگ‌های اردوئیسین می‌تواند حاکی از محیط‌های دریایی کم ژرفای کنار قاره در سراسر ایران باشد (آقانباتی ۱۳۸۵). اشتامفلی (۱۹۷۸) محیط ته‌نشینی این رسوبات را به یکی از مسیرهای عبور دریای برقاره‌ای ایران مرکزی با تتیس کهن دانسته است، ولی لاسمی (۱۳۷۹) به محیط‌های رسوبی ژرف باور دارد که به تدریج به نهشته‌های فلات قاره و سپس نهشته‌های ساحلی تبدیل می‌شده است. جدا از سنگ‌های رسوبی، در نواحی ماکو، اسفراین، جنوب خاوری زون سنندج - سیرجان و کوه‌های تالش، سنگ‌های اردوئیسین ایران دارای انواعی از سنگ‌های آذرین بیرونی هستند که بیشتر از نوع گدازه‌های بازیک زیر دریایی است.

توزیع جغرافیایی سنگ‌های اردوئیسین در نقاط مختلف کوه‌های البرز - آذربایجان (اسفراین، شمال شاهرود، علم کوه، میلا کوه، طالقان، آبیک، خلخال، ماکو، تالش، ارومیه، مهاباد، شمال باختری تبریز)، ایران مرکزی (شیرگشت، کلمرد، کرمان و غیره) و زاگرس (زردکوه، گهگم، فراقان) نشان می‌دهد که با وجود رخنمون‌های محدود و پراکنده، پیشروی دریا اردوئیسین بسیار گسترده بوده است، به طوری که حتی پاره‌ای از فرازمین‌های کهن پرکامبرین مانند کلمرد (باختر طبس) و علم کوه (باختر کلاردشت) با دریای پیشرونده‌ی اردوئیسین پوشیده شده‌اند. و لذا، نبود و کمبود رخنمون‌های اردوئیسین را می‌توان حاصل چرخه‌های فرسایشی پس از اردوئیسین دانست (آقانباتی، ۱۳۸۵).

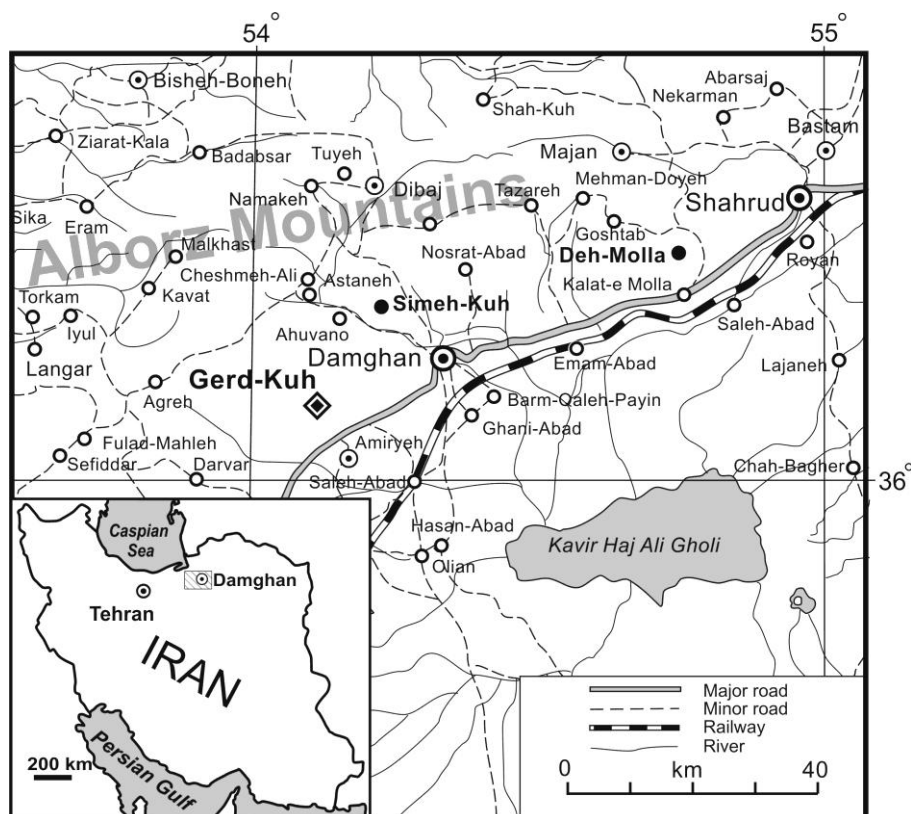
بخش مورد مطالعه در برش گردکوه به سن اردوئیسین زیرین حاوی فسیل‌های بازوپا، تریلوبیت و فسیل‌های اثری بود که در این تحقیق بازوپایان موجود در برش مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند.

۲-۱ موقعیت جغرافیایی و راه های ارتباطی منطقه مورد مطالعه:

برش گردکوه با مختصات جغرافیایی $36^{\circ} 9' 45.9''$ N و $54^{\circ} 9' 48.7''$ E در ۱۹ کیلومتری غرب دامغان واقع شده است. پس از طی ۱۰ کیلومتر جاده آسفالتی تهران - مشهد به سمت غرب وارد روستای حاجی آباد شده و بعد از طی جاده خاکی روستای حاجی آباد به مسافت ۹ کیلومتر به برش مورد نظر می‌رسیم (شکل ۱-۱). رشته کوه‌های واقع در منطقه گردکوه دارای روند شرقی - غربی می‌باشند.

۳-۱ وضعیت آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه

از نظر آب و هوایی با توجه به تغییرات محسوس ارتفاعی در منطقه، آب و هوای قسمت‌های شمالی و باختری، سرد تا معتدل و با بارش برف و باران و پوشش گیاهی بیشتر نسبت قسمت های خاوری و جنوبی است که دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۴۳۶ متر می‌باشد.



شکل ۱-۱: موقعیت برش گردکوه در غرب دامغان (Ghobadi pour *et al.*, 2011).

۴-۱ اهداف پژوهش

در این پروژه نهشته های اردویسین زیرین منطقه گردکوه مطالعه شده و اهداف زیر دنبال خواهد گردید:

- ۱- مطالعه بازوپایان در منطقه گردکوه
- ۲- مطالعه لیتواستراتیگرافی و پالئوژئوگرافی و تعیین بایوزون برش مورد مطالعه
- ۳- مقایسه نتایج حاصل از این پژوهش با برخی از کارهای انجام شده قبلی

۵-۱ روش تحقیق و نحوه انجام کار

- ۱- جمع آوری اطلاعات
- ۲- عملیات صحرایی
- ۳- مطالعات آزمایشگاهی
- ۴- مطالعات تکمیلی، جمع بندی نتایج و مقایسه با پژوهش های پیشین

۱-۵-۱ جمع آوری اطلاعات

قدم اول در این پژوهش کسب دید کلی و اجمالی راجع به نهشته های اردویسین می باشد. به همین منظور پژوهش های پیشین مورد مطالعه قرار گرفت و اطلاعات و داده هایی در رابطه با اردویسین ایران، به ویژه البرز و سایر نقاط جهان از کتابخانه ها و سایت های مختلف جمع آوری گردید.

۲-۵-۱ عملیات صحرایی

از رخنمون های موجود در منطقه گردکوه بازید به عمل آمد و در نتیجه بخش اردویسین زیرین منطقه مورد نظر انتخاب گردید و بر اساس لیتولوژی به ۷ افق تفکیک شد و شیب و امتداد لایه ها اندازه گیری گردیدند. سپس ۸۷۱ نمونه از سمت پایین ترین افق برداشت شده و فواصل بین نمونه برداری مترکشی شد. نمونه برداری از بخش شیل ها تا عمق نیم متر صورت گرفت شد.

۳-۴-۱ مطالعات آزمایشگاهی

مطالعات آزمایشگاهی شامل ۴ مرحله بوده که به ترتیب زیر است:

- الف) تمیز کردن
- ب) استحکام دادن
- ج) سفید کردن

د) عکس برداری و شناسایی نمونه ها

در مرحله اول نمونه‌ها با آب تمیز شده و سپس به وسیله محلول پارالوئید نمونه‌ها را استحکام بخشیده و در مرحله سوم از وسیله شیشه‌ای حباب مانند و پودر نشادر (کلرید آمونیوم) استفاده شده است؛ داخل حباب را از پودر نشادر پر کرده و روی شعله و زیر هود قرار داده و از بخار خارج شده از وسیله حباب برای سفید کردن نمونه‌ها استفاده شد. همزمان با سفید کردن نمونه به کمک دوربین مخصوص ماکروسکوپی از نمونه‌ها عکس برداری شد و در آخر نمونه‌ها شناسایی گردیدند.

۱-۴-۴ مطالعات تکمیلی، جمع بندی نتایج و مقایسه با پژوهش های

پیشین

با استفاده از بررسی‌ها و برداشت‌های صحرائی ضخامت واقعی طبقات تعیین و ستون چینه شناسی ترسیم گردید.

به کمک اطلاعات بدست آمده در آزمایشگاه محدوده سنی فسیل‌ها مشخص و بایوزون تعیین شد. در نهایت نتایج این کار با پژوهش‌های صورت گرفته پیشین مقایسه گردید.

۱-۵-۵ تاریخچه مطالعات:

تاکنون بر روی منطقه گردکوه مطالعاتی صورت نگرفته است. از بررسی‌های پیشین که بر روی چینه شناسی اردویسین البرز شرقی صورت گرفته می‌توان به پژوهش‌های Ghavidel syooki (2006, 2011); Ghobadipour *et al.* (2005, 2006, 2007, 2011) و Lefebvre *et al.* (2005); Popov *et al.* (2008, 2009, 2011) اشاره کرد.

سیستم اردویسین در سلسله جبال البرز با سازندهای لشکرک، عضو ۵ سازند میلا و سازند قلی مشخص می‌گردد که در زیر به تشریح مختصر بررسی‌های قبلی در زمینه سازندهای اردویسین پرداخته شده است:

۱-۵-۱ سازند لشکرک:

لیتواستراتیگرافی اردویسین زیرین و میانی منطقه البرز بر اساس بخش مهمی از مطالعات انجام شده توسط گانسر و هوبر (۱۹۶۲) است که سازند لشکرک را برای توالی اردویسین بیرون زده در علم کوه، شمال غرب تهران معرفی کردند.

گانسر و هوبر (۱۹۶۲) تعریف دقیقی از سازند لشکرک ارائه دادند. در اصل آن‌ها مرز زیرین سازند لشکرک را در بالای واحد ماسه سنگی با اثرات فسیلی کروزیانا قرار داده و آن را به صورت ناپیوسته در زیر رسوبات در نظر گرفته‌اند. براساس توصیف اصلی، بخش زیرین سازند

لشکرک شامل آرژیلیت قرمز، سیلتستون و ماسه سنگ با چندین لایه سنگ آهک آرژیلی است که غنی از اکینودرم می‌باشد. بخش بالایی سازند شامل سیلتستون و آرژیلیت سبز با یک واحد ماسه سنگی در بخش بالایی می‌باشد. سازند لشکرک اخیراً برای یک منطقه وسیع از رسوبات اردویسین میانی تا بالایی بیرون زده در شمال ایران از علم کوه در غرب تا بجنورد در شرق مورد قبول واقع شده است (Ghobadipour *et al.*, 2011)

به دنبال مطالعه گسترده سنگ‌های پالئوزوئیک زیرین در منطقه، گلاوس (۱۹۶۵) در مفهوم اصلی سازند تجدید نظر کرد و آن را در مرز زیرین در قاعده واحدهای سنگ آهک و دولومیت قرار داد، که تقریباً ۸۵ متر زیر مرز تعیین شده توسط گانسر و هوبر (۱۹۶۲) است. به عقیده گلاوس، سازند لشکرک ۷ واحد غیر رسمی را در بر دارد که شامل: (۱) بیش از ۶۰ متر دولومیت خوب لایه بندی شده با عدسی چرت؛ (۲) بیش از ۲۵ متر ماسه سنگ‌های کوارتزی؛ (۳) بیش از ۱۰ متر آرژیلیت مایل به قرمز، سیلتستون و ماسه سنگ؛ (۴) بیش از ۱۷ متر سنگ آهک بایوکلاستیک قرمز رنگ دارای بازویا و خارپوست؛ (۵) بیش از ۸ متر آرژیلیت‌های آهکی اینترکلاست با سنگ آهک‌های دارای تریلوبیت و خارپوست؛ (۶) بیش از ۲۵ متر آرژیلیت‌های سیلتی خاکستری؛ و (۷) بیش از ۳۰ متر ماسه سنگ.

۱-۵-۲ سازند میلا

سازند میلا اولین بار توسط اشتوکلین و همکاران (۱۹۶۴) تعریف شد، این سازند به طور همیشگی بر روی نهشته‌های کامبرین پیشین سازند لالون قرار گرفته است. سازند میلا به ۵ عضو تقسیم می‌شود، که ۴ عضو زیرین شامل دولومیت و سنگ آهک بایوکلاستیک به سن کامبرین میانی و بالایی می‌باشد. عضو ۵ (اکثراً شامل آرژیلیت و سیلتستون با یک لایه سنگ آهک کوارتزی در قاعده) در اصل نشاندهنده اردویسین زیرین است (Stöcklin *et al.*, 1964). ویژگی‌های سنگی و سنی این عضو مشابه سازند لشکرک است به همین‌رو، کمیته ملی چینه‌شناسی ایران استفاده از واژه عضو ۵ سازند میلا را توصیه نمی‌کند و نظر بر این است که در تمام نقاط البرز - آذربایجان به سنگ‌های اردویسین، سازند لشکرک گفته شود (آقا نباتی ۱۳۸۵).

۱-۵-۳ سازند قلی

در ۵۰ کیلومتری جنوب باختری شهرستان بجنورد، در زیر شیل‌ها و ماسه‌سنگ‌های سبزرنگ اردویسین حدود ۱۶۰ متر آگومرا به رنگ سبز روشن همراه با سنگ‌های آتشفشانی قلیایی وجود دارد. حضور آتشفشانی‌های یاد شده سبب گردیده تا افشار حرب (۱۳۷۳) از نام سازند قلی استفاده کند که شامل سه بخش جداگانه است: بخش پایینی با ۲۶۲ متر ضخامت

شامل آگلومرا، سنگ‌های آتشفشانی قلیایی، سنگ‌آهک، شیل و شیل آهکی است. بخش میانی با ۴۱۲ متر ضخامت شامل شیل، ماسه‌سنگ، سیلت سنگ قهوه‌ای، سیلت آهکی و شیل میکادار است. بخش بالایی با ۲۲۴ متر ضخامت شامل شیل سیلتي، ماسه‌سنگ، سیلت ماسه‌سنگی و شیل است. جدا از بُرش الگو (روستای قلی - باختر اسفراین) سازند قلی را می‌توان در نواحی سالوگ، گزن، جلگه شقان، جنوب خاوری گرگان دید. در بین روستاهای خوش ییلاق و تیل‌آباد (در امتداد راه شاهرود به آزادشهر) ۱۱۵ متر تناوب شیل و ماسه‌سنگ میکادار به رنگ خاکستری زیتونی وجود دارد که در قاعده آن ۶۵ متر بازالت و آگلومرا دیده می‌شود (اشتامفلی، ۱۹۷۴). می‌توان این مجموعه را با سازند قلی مقایسه کرد. ساخت‌های رسوبی، دانه‌بندی تدریجی، قالب حفر شدگی‌های قاشقی و شیاری، لایه‌بندی مورب، چین‌های لغزشی، لایه‌بندی پیچیده و چرخه‌های کامل و ناقص بوما سبب شده تا لاسمی (۱۳۷۹)، انباشتگی سازند قلی را در یک دریای ژرف و توسط جریان‌های توربیدیتی بداند. لازم به ذکر است که گدازه‌های اردویسین محدود به البرز خاوری نیست. در ناحیه کلور از توابع خلخال، گدازه‌های زیردریایی، به رنگ سبز تیره، وجود دارد که تناوب‌های کربناتی درون آن حاوی کنودونت‌های اردویسین است (حمزه‌پور، ۱۹۷۰).

فصل دوم

چینه شناسی پالئوزوئیک زیرین ایران و چینه شناسی عمومی منطقه



۲-۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات ساختمانی و رسوبی

ایران

زمین شناسان متعددی سرزمین ایران را با توجه به خصوصیات زمین شناختی، ساختمانی، لرزه ای زمین ساختی و حوضه‌های رسوبی آن به واحدهای ساختمانی و یا پهنه‌های ساختمانی - رسوبی مختلفی تقسیم کرده‌اند که در ذیل، موقعیت مناطق مورد مطالعه، بطور اجمالی از بعضی دیدگاه‌های مختلف، مورد بررسی قرار گرفته است:

به گفته‌ی اشتوکلین (Stocklin, 1968-1974) رشته کوه‌های البرز در این تقسیم‌بندی به صورت یک تاقدیس شکنجی (Anticlinorium) در شمال ایران و جنوب دریای خزر، بخش شمالی کمربند کوهزایی آلپ - همالیا را در غرب آسیا تشکیل می‌دهند. رشته کوه‌های البرز به صورت راندگی‌هایی با شیب زیاد به سمت جنوب در دامنه‌ی جنوبی و به سمت شمال در دامنه‌ی شمالی می‌باشند. شدت چین خوردگی به تدریج به سمت فرورفتگی کاسپین کاهش می‌یابد. در تقسیم بندی فوق، مناطق مورد مطالعه در بخش شرقی رشته کوه البرز واقع گردیده‌اند.

تکین (۱۹۷۲) ایران را از نظر زمین‌شناسی به بخش‌های زیر تقسیم کرده است:

- کمربند چین‌خورده زاگرس، کمربند کوهزایی رضائیه - اسفندقه (معادل زون سنندج - سیرجان در تقسیم بندی (Stocklin, J. (1968))، کوچک قاره‌ی شرق ایران - ایران مرکزی و ایالت البرز.

در تقسیم بندی فوق، ایالت البرز، که مناطق مورد مطالعه در آن واقع هستند. شامل رشته کوه‌های شمال ایران و یک زون موازی آن در جنوب کوه‌های مذکور بوده است. بربریان و کینگ (۱۹۸۱) ایران را به واحدهای رسوبی - تکتونیکی مختلفی تقسیم کرده است که مناطق مورد مطالعه در تقسیم‌بندی مورد نظر، در محدوده کوه‌های البرز و در بخش شرقی آن قرار دارند.

نوگل سادات (۱۹۷۸) چهار الگوی شکستگی در پی‌سنگ ایران تشخیص داده که آن را پراکمرین به بلوک‌هایی تقسیم می‌کرده است. نامبرده براساس عواملی نظیر میزان سخت-شدگی پی‌سنگ، مراحل ساختمانی، توالی‌های چینه‌شناسی، الگوی تغییر شکل، فعالیت‌های ماگماتیسم - دگرگونی و کانسارسازی، زون‌های ساختمانی - رسوبی را در سرزمین ایران معرفی می‌نماید. براساس این تقسیم‌بندی، گستره‌ی مورد مطالعه را می‌توان در البرز - بینالود لحاظ نمود.

اشتامفلی (۱۹۷۸) ایران را به ۱۱ واحد تکتونیکی مختلف تقسیم کرده است که محدوده مورد مطالعه در محدوده‌ی کوه‌های البرز - بینالود قرار می‌گیرد.

نبوی (۱۳۵۵) ایالت‌های زمین‌ساختی - رسوبی مختلفی را بر اساس نوع رسوب‌های و محیط تشکیل آن‌ها، فعالیت‌های ماگمایی - دگرگونی، زمین شناسی ساختمانی و تغییر شکل و نهایتاً روندهای زمین ساختی تقسیم‌بندی کرده است. در تقسیم‌بندی مذبور، محدوده‌ی مورد مطالعه در زون بینالود واقع شده است.

نبوی (۱۳۵۵) در تقسیم‌بندی زمین ساخت - رسوبی، مناطق مورد مطالعه را در قلمرو البرز - آذربایجان قرار داده است (شکل ۱-۲).

افتخارنژاد (۱۳۶۰) ایران را به بخش‌های مختلف تکتونیکی - رسوبی تقسیم می‌کند. این تقسیم‌بندی بر مبنای خصوصیات نوع پوسته، تحول و تاریخچه‌ی کوهزایی‌ها و شیوه‌ی ساختاری آن‌ها پیشنهاد شده است. در این تقسیم‌بندی، محدوده‌ی مورد مطالعه در پهنه‌ی ایران مرکزی قرار دارد.

در مجموع، با توجه به تقسیم‌بندی‌های فوق و سایر بررسی‌های به عمل آمده و همچنین خصوصیت‌های مختلف ساختمانی - رسوبی منطقه، مناطق مورد مطالعه در دامنه جنوبی رشته کوه‌های البرز شرقی واقع می‌باشند.



شکل ۱-۲. واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵).

۲-۲ زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

پس از رسوب گذاری اینفراکامبرین، به نظر می رسد که ایران یک دوره ی خشکی زایی را پشت سر گذاشته است. زیرا در اکثر نقاط کشور رسوبات قاره ای مانند شیل و دولومیت و آهک

ماسه‌ای ماسه سنگ برجای مانده است. این وضعیت که تا میلیون‌ها سال در قسمت وسیعی از کشور ما برقرار بود، ادامه حالتی است که از پرکامبرین پسین در ایران آغاز شده بود و در نتیجه سرزمین ما تحت تأثیر فرسایش شدیدی قرار داشته است این وضعیت تا پالئوزوئیک فوقانی ادامه داشته است و به همین دلیل زمین شناسان عقیده دارند که سرزمین ایران طی اینفراکامبرین و پالئوزوئیک حالت پلتفرمی داشته است و بر روی این پلاتفرم رسوبات ماسه سنگی و شیلی قرمز رنگ کامبرین زیرین که خود از فرسایش زمین‌های دگرگونی و آذرین مرتفع ناشی از کوهزایی کاتانگایی و تهنشینی آن‌ها در شرایط قاره‌ای ایجاد شده قرار می‌گیرد (آقابات، ۱۳۸۵).

بیرون‌زدگی‌های رسوبات پالئوزوئیک عمدتاً به علل زیر در ایران گسترش چندانی ندارد: (شکل ۲-۲).

- رسوبات پالئوزوئیک اکثراً در شرایط قاره‌ای و در دریای کم عمق ته نشین شده‌اند. بنابراین ضخامت چندانی نداشته‌اند.

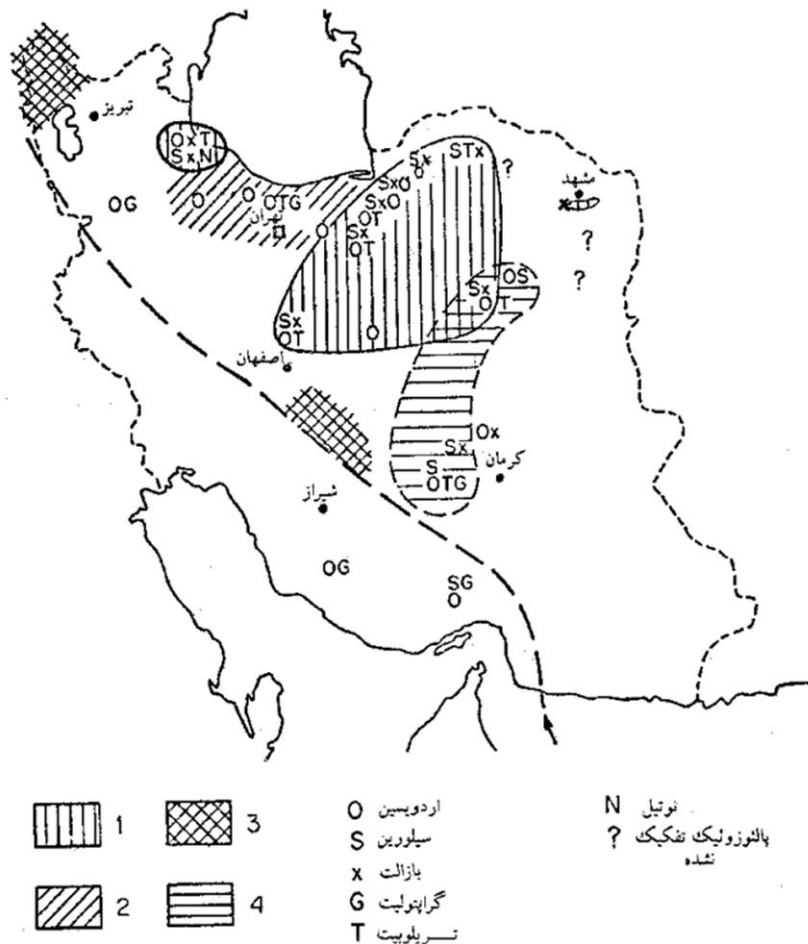
- این رسوبات به وسیله رسوبات دوران‌های بعدی پوشیده شده و از نظر مخفی می‌باشند. یا به دلیل قدمت زیاد آن‌ها و فرسایش شدید و در نتیجه حرکات تکتونیکی همین دوران از بین رفته‌اند.

در منطقه گردکوه مجموعه‌ای از نهشته‌های مربوط پالئوزوئیک رخنمون دارد که از قدیم به جدید عبارتند از:

۲-۲-۱ سازند زاگون

واحد سنگ‌چینه‌ای همگنی از شیل‌های آهک‌دار، ماسه‌سنگ ریزدانه آرکوزی، سیلت سنگ میکادار زودفرسا است که رنگ متمایل به سُرخ ارغوانی دارد. در بُرش الگوی معرفی شده توسط آسرتو (۱۹۶۳)، ضخامت اندازه‌گیری شده در باختر آبادی زاگون، ۴۵۳ متر است ولی در دیگر بُرش‌ها، ضخامت‌های متفاوتی از سازند زاگون گزارش شده است. به عقیده اشتوکلین (۱۹۶۴) تغییر ضخامت سازند زاگون ناشی از تغییر رخساره جانبی و تبدیل آن به سازند باروت است. ولی، به احتمال فاز فرسایش پیش از سازند بالایی (لالون)، نقش بیشتری دارد. بخش زیرین سازند زاگون به دلیل داشتن گل سنگ و سیلت سنگ سُرخ‌رنگ، ترک‌های گلی و قالب بلورهای تبخیری در یک محیط قاره‌ای خشک و به گمان قوی در یک محیط پلایایی انباشته شده است. سنگ‌های بخش بالایی این سازند، معرف محیط رودخانه ماندری است (لاسمی، ۱۳۶۹).

سازند زاگون به جز بُرش کالشانه (ناحیه شیرگشت)، در دیگر بُرش‌ها سنگواره ندارد. حمدی (۱۳۷۴) سن این رسوبات را معادل کامبرین پیشین و درخور مقایسه با سری لنین (Lenian) و به احتمال هم‌ارز آشکوب توپونین (Toyonian) می‌داند.



شکل ۲-۲. پالئوژئوگرافی و انتشار رسوبات اردوسین و سیلورین (اشتامفلی، ۱۹۷۸ با تغییر)، به وفور فوران‌های بازالتی توجه شود.

- (۱) گسترش احتمالی آتشفشانی‌های سیلورین؛
 (۲) مناطق بدون رسوبات سیلورین،
 (۳) مناطق بدون رسوبات سیلورین و اردوسین؛
 (۴) رسوبات کربناته سیلورین و دونین.

۲-۲-۲ سازند ماسه سنگی لالون

یکی از گسترده‌ترین سازندهای کامبرین پیشین ایران است که به تقریب در همه جا ترکیب سنگ‌شناسی مشابه دارد. شباهت‌های ظاهری به ویژه رنگ و سنگ‌شناسی این سازند با ماسه‌سنگ‌های دونین اروپا (ماسه سنگ سُرخ قدیمی (Old Red Sandstone) سبب شده بود تا این سازند به سن دونین دانسته شود. ولی، جایگاه چینه‌شناسی و نشانه‌های فسیلی موجود، تعلق آن را به کامبرین پیشین حتمی ساخته است. در محل بُرش الگو واقع در دامنه خاوری دره

لالون، و دیگر نقاط ایران، سازند لالون شامل ضخامت متغیری (۶۰۰ - ۴۰۰ متر) از ماسه سنگ‌های آرکوزی، متوسط دانه، کوارتزی، متراکم، به رنگ سُرخ ارغوانی است که به داشتن چینه‌بندی متقاطع و موج نقش، شاخص است. با وجود گستردگی زیاد، منشأ این ماسه‌سنگ‌های کوارتزی دانسته نیست. با این حال، وجود گارنت، آپاتیت، گلوکونیت و فسفات سبب شده تا این ماسه سنگ‌ها نتیجه تخریب توده‌های گرانیتی و سنگ‌های دگرگونی دانسته شوند که در محیط‌های رودخانه‌ای اکسیده انباشته شده‌اند.

۲-۲-۳ سازند میلا

سازند میلا برای اولین بار توسط اشتوکلین، روتنر و نبوی (۱۹۶۴) در میلاکوه (غرب دامغان) مورد مطالعه قرار گرفت. این سازند در مقطع تیپ به ۵ بخش تقسیم‌بندی شده است که شامل دولومیت، شیل، آهک‌های نازک لایه، آهک‌های نازک لایه، آهک‌های اسپاری دارای مقادیر فراروان قطعات تریلوبیت، تناوب آهک‌های تخریبی گلاکونیتی و تناوب شیل و ماسه-سنگ با میان لایه‌هایی از آهک‌های تخریبی و شیل می‌باشد. سن بخش‌های ۲ و ۳ و ۴ و ۵ بر-اساس فسیل‌های تریلوبیت، بازوپا و مرجان، کامبرین میانی تا اردوئیسین پیشین تعیین شده است. در منطقه مورد مطالعه این سازند در جنوب برش مورد مطالعه قرار دارد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳. موقعیت سازند میلا در منطقه مورد مطالعه؛ دید به سمت جنوب شرقی.

۲-۲-۴ سازند جیروود

سازند جیروود برای اولین بار توسط آسرتو (۱۹۶۳) در نزدیکی دهکده‌ی جیروود (در بخش علیای دره جاجروود) مطالعه و معرفی شده است. این سازند در این مکان که مقطع تیپ آن نیز به شمار می‌آید، با یک ناپیوستگی هم‌شیب بر روی طبقات آهکی سازند میلا و به فرم ناپیوسته در زیر سیلتستون‌ها و شیل‌های سازند دورود قرار گرفته است. این سازند از پایین به بالای توالی متشکل از تناوب ماسه‌سنگ و شیل دارای فسیل‌های گیاهی، گدازه‌های بازالتی،