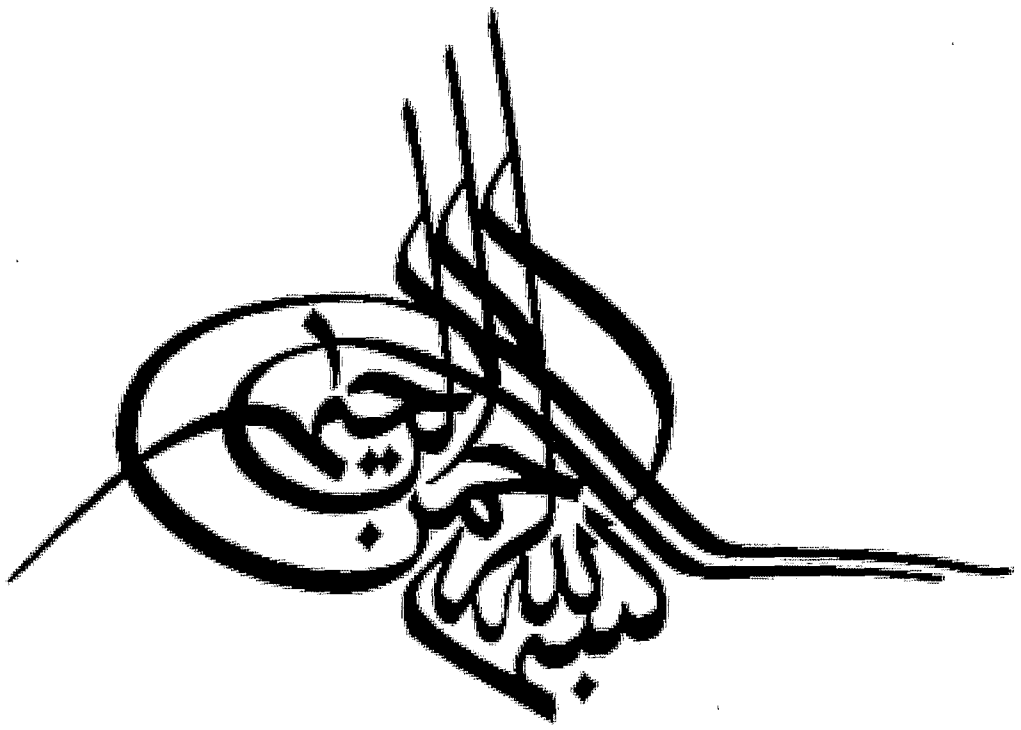


٤٠٢٢٣٠٢٠١٢٢٣٠٤_٤٠٧٤٣١

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه زمین شناسی
ISFAHAN UNIVERSITY
GEOLOGY DEPARTMENT

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش چینه شناسی و فسیل شناسی

زیست چینه نگاری و سنگ چینه نگاری مرز پرمین و تریاس در برش بناریزه (شمال شرق آباده) بر اساس کنودونت ها و ماکروفسیل ها

۱۳۸۹/۲/۶

استاد راهنما:

دکتر مهدی یزدی

پژوهشگر:

مهدی قائدی

دی ماه ۱۳۸۸

۱۳۴۷۴۰

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.

شیوه نگارش پایان نامه
رعایت شده است.
تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین شناسی گرایش چینه شناسی و فسیل شناسی آقای مهدی قائدی تحت عنوان

زیست چینه نگاری و سنگ چینه نگاری مرز پرمین و تریاس در برش بناریزه (شمال شرق آباده) بر اساس کنودونت ها و ماکروفسیل ها

در تاریخ ۱۳۸۸/۱۰/۲۱ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه ....عالی.... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر مهدی یزدی	با مرتبه ی علمی دانشیار	امضا
۲- استاد داور داخل گروه	دکتر امرالله صفری	با مرتبه ی علمی استادیار	امضا
۳- استاد داور خارج از گروه	دکتر احسان الله ناصحی	با مرتبه ی علمی استادیار	امضا

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه زمین شناسی
ISFAHAN UNIVERSITY
GEOLOGY DEPART MENT

امضای مدیرگروه

تقدیم به

پدر و مادر بزرگوارم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و

به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

تقدیر و تشکر

پس از سپاس از پروردگار بر خود لازم می دانم تا از کلیه کسانی که مرا در تدوین این پایان نامه یاری رساندند کمال تشکر را داشته باشم.

از پدر و مادر مهربان و بزرگوارم که با محبت های بی دریغشان مرا در تمامی مراحل زندگی یاری نموده اند و با تشویق و دلگرمی هایشان همواره امید به آینده را در من تقویت نمودند، تشکر می کنم، بر دستانشان بوسه می زنم و محتاج دعای خیرشان، هستم.

از زحمات فراوان استاد راهنمای محترم جناب آقای دکتر مهدی یزدی به جهت در اختیار گذاشتن منابع مفید و راهنمایی های حکیمانه شان در تمام مراحل تدوین این پایان نامه بی نهایت سپاسگذارم و سرافرازی و توفیق روز افزون ایشان را از خداوند متعال خواستارم.

از اساتید بزرگوارم، آقایان دکتر علی صیرفیان، دکتر حسین وزیری مقدم و دکتر امرالله صفری سپاسگذارم، از ایشان بسیار آموختم و برایشان آرزوی بهروزی دارم.

از مدیریت محترم گروه زمین شناسی جناب آقای دکتر همایون صفایی و همچنین مدیر تحصیلات تکمیلی گروه جناب آقای دکتر قدرت ترابی کمال تشکر را دارم.

از راهنمایی های دوستان عزیز آقایان دکتر علی بهرامی، دکتر علی رحمانی، دکتر علی غبیشاوی و دکتر رضا صادقی سپاسگذارم.

از همراهی های همکلاسی های خوبم آقایان ابراهیم محمدی، محمد الله کرم پور دیل و رحمان آزادبخت و خانم ها موسوی، نفریه، رحمانی، ملایجردی، طباطبایی، حسن زاده، سیف اللهی و صباغی متشکرم.

از دانشجویان ورودی ۸۵، آقایان اصغر روزبیکر و احمد ابراهیمی و خانم ها اژدر صدیقی و بابایی که از تجربیاتشان بهره بردم تشکر می کنم و همچنین از دانشجویان ورودی ۸۷، آقایان حسن صفدری، هادی شمس آبادی، محمد صفایی، محسن کلهرودی و میر علی بنی هاشم و خانم ها زمانی، کلنات، گردی زاده و بهفروزی نیز متشکرم.

از دوستانم آقایان محمد سلطانی، اسماعیل بیرانوند و جلال دریس سپاسگذارم.

از برادران و خواهرانم، محمد قاندی، حمیده سلیمانی، امیر حسین ملایری، معصومه قاندی و محسن قاندی که همواره مشوق من در ادامه تحصیل بوده اند تشکر می کنم.

در پایان نیز از خانم ها شاپیری، ابن نصیر، ساکتی و سبک خیز و آقایان آروین، مهوری، ابوترابی و صبوری سپاسگذاری می کنم.

چکیده

برش بناریزه در ۳۵ کیلومتری شمال آباده واقع است. ۲۶/۷۵ متر از این برش به سن پرمین و تریاس مورد مطالعه قرار گرفت.

این توالی از دو واحد سنگ شناسی ۷ و a شکل گرفته است. واحد ۷ از سنگ آهک های قرمز تا خاکستری رنگ نازک لایه متعلق به سازند همبست از پرمین بالایی و واحد a از سنگ آهک های خاکستری تا سبز رنگ بسیار نازک تا نازک لایه تریاس پایینی تشکیل شده است. رسوبات در این برش حاوی گروه های مختلف فسیلی از قبیل کنودونت ها، سفالوپود ها و بقایای ماهی ها است. مطالعه کنودونت های بدست آمده از این برش منجربه شناسایی ۵ زون کنودونتی شد.

زون های *Clarkina transcaucasica*، *Clarkina orientalis* و *Clarkina longicuspidata*- *Clarkina inflecta* متعلق به جلفین بالایی، زون *Clarkina changxingensis*، متعلق به دوراشامین میانی و زون *Hindeodus parvus* به آغاز تریاس و اشکوب برهمانین تعلق دارد.

مرز دقیق پرمین و تریاس بر اساس اولین حضور *Hindeodus parvus* در لایه شماره gh27 ستون سنگ چینه نگاری تعیین شد. از بررسی پیوستگی در این برش، ۳ تغییر ناگهانی در عمق تشخیص داده شد که در آغاز لایه های gh8، gh22 و gh25 واقع شده اند، این تغییرات ممکن است نشانه ای بر وجود ناپیوستگی های کوتاه مدت یا ناپایداری های تکتونیکی باشد.

با توجه به حضور دایک های فراوان در این برش، مشابه ترین نظریه انقراض به برش مورد مطالعه، نظریه Mantle plume در نظر گرفته شد. بررسی شواهد متفاوت از قبیل دانه های پیریت، فراوانی فسیل بقایای کوسه ماهیان و کنودونت های پلاژیک و دایک های موجود در واحد ۷ و آغاز تریاس، بر این مطلب دلالت می کند که پدیده انقراض در منطقه بناریزه در انتهای پرمین رخ نداده است و حد اقل در آغاز تریاس واقع شده است.

واژگان کلیدی: بناریزه، سنگ چینه نگاری، زیست چینه نگاری، مرز پرمین و تریاس، کنودونت

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: کلیات

۱-۱- اهداف.....۱

۱-۲- پیشینه.....۱

۱-۳- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.....۳

۱-۴- موقعیت جغرافیایی.....۴

۱-۵- روش و چگونگی انجام کار.....۵

۱-۵-۱- فعالیت های صحرایی.....۵

۱-۵-۲- فعالیت های آزمایشگاهی.....۵

۱-۵-۲-۱- اسید شویی.....۵

۱-۵-۲-۲- جدا سازی قطعات فسیلی و غیر فسیلی از رسوبات.....۶

۱-۵-۲-۳- تهیه عکسSEM ۶

۱-۵-۲-۴- نمونه های ماکروفسیل.....۷

فصل دوم: زمین شناسی عمومی

۲-۱- زون های ساختاری ایران.....۹

۲-۲- پراکندگی مرز پرمین و تریاس در ایران.....۱۱

۲-۳- بررسی دو نظریه در مورد ساختار مرز پرمین و تریاس در ایران.....۱۳

۲-۳-۱- نظریه هورست و گرابن.....۱۴

۲-۳-۲- نظریه کوچک قاره سیمرین.....۱۵

۲-۴- چینه شناسی منطقه آباده.....۱۷

۲-۴-۱- سازند بسم.....۱۸

۲-۴-۲- سازند وژنان.....۱۸

۲-۴-۳- سازند سورمق.....۲۱

۲-۴-۴- سازند آباده.....۲۱

۲-۴-۵- سازند همبست.....۲۲

فصل سوم: لیتوستراتیگرافی

۳-۱- مقدمه.....۲۴

عنوان **صفحه**

۳-۲- تقسیمات سنگ شناسی..... ۲۴

۳-۲-۱- واحد ۷..... ۲۵

۳-۲-۲- واحدa ۲۷

۳-۳- اصلاح نقشه در برش مورد مطالعه..... ۳۰

فصل چهارم: بیواستراتیگرافی

۴-۱- مقدمه..... ۳۲

۴-۲- سیستم پرمین..... ۳۲

۴-۳- کنودونت ها..... ۳۴

۴-۳-۱- ریخت شناسی کنودونت ها..... ۳۴

۴-۳-۲- کنودونت ها در مرز پرمین و تریاس..... ۳۶

۴-۳-۳- زونبندی کنودونت ها..... ۳۹

۴-۴- سفالوپود ها..... ۴۱

۴-۴-۱- ناتیلوئید ها..... ۴۲

۴-۴-۲- آمونوئید ها..... ۴۲

۴-۴-۲-۱- انواع خط درز ۴۲

۴-۴-۳- پراکندگی سفالوپود ها..... ۴۳

۴-۵- بقایای ماهی ها..... ۴۶

۴-۵-۱- اهمیت بقایای ماهی ها..... ۴۶

۴-۵-۲- بقایای ماهی های مورد مطالعه..... ۴۶

۴-۶- تعیین دقیق مرز پرمین و تریاس..... ۴۷

۴-۶-۱- مزایای *Hindeodus parvus* به عنوان فسیل شاخص قاعده تریاس..... ۴۷

۴-۷- بررسی پیوستگی در مرز پرمین و تریاس..... ۵۰

۴-۷-۱- رخساره کنودونت های پرمین و تریاس..... ۵۰

۴-۷-۲- رخساره میکروبایال های پرمین پسین و تریاس پیشین..... ۵۰

۴-۷-۳- بررسی پیوستگی در برش مورد مطالعه..... ۵۱

۴-۸- تطابق زیست چینه ای..... ۵۵

۴-۹- انقراض..... ۵۷

۴-۹-۱- عوامل موثر در انقراض..... ۵۸

عنوان | صفحه

۴-۹-۱-۱- برخورد شهاب سنگ ها..... ۵۹
۴-۹-۱-۲- آتشفشانی Siberian Traps..... ۵۹
۴-۹-۱-۳- ایجاد شرایط احیایی در اقیانوس ها..... ۶۰
۴-۹-۱-۴- رها شدن ناگهانی متان از کف دریا..... ۶۱
۴-۹-۲- نظریه Mantle plume ۶۱
۴-۹-۳- بررسی انقراض در برش بناریزه..... ۶۴
۴-۹-۳-۱- دانه های پیریت..... ۶۴
۴-۹-۳-۲- فراوانی فسیل بقایای ماهی ها و کنودونت ها..... ۶۵
۴-۹-۳-۳- دایک های موجود در واحد ۷..... ۶۶

فصل پنجم: نتایج و پیشنهادات

۵-۱- نتایج..... ۶۸
۵-۲- پیشنهادات..... ۶۹
پیوست: اطلس فسیل ها..... ۷۰
منابع و مآخذ..... ۱۰۳

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

فصل اول

شکل۱-۱- نقشه زمین شناسی پرمین و تریاس بناریزه.....۳
شکل۱-۲- راه دسترسی به برش مورد مطالعه، بر گرفته از Google Maps ۴

فصل دوم

شکل۲-۱- تقسیمات زمین ساختی ایران، حیدری و همکاران، ۲۰۰۳.....۱۱
شکل۲- ۲- گسترش پرمین و تریاس در ناحیه البرز، مناطق پیوسته و ناپیوسته، گایتانی، ۲۰۰۹.....۱۲
شکل۲-۳- نیمرخ توپوگرافی برش چاهریسه، یزدی و شیرانی، ۲۰۰۲.....۱۳
شکل۲-۴- سمت راست- گسترش برخی از توالی های پرمین و تریاس در ایران- مربع های توپر.....۱۴
شکل۲-۵- سمت راست-نیمرخی از ستونهای چینه شناسی سمت چپ- سیستم ساختاری گسل ها.....۱۵
شکل۲-۶- پالئوژئوگرافی پرمین و تریاس ایران، ۱- جلفا ۲- آباده ۳- جنوب آمل ۱۶
شکل۲-۷- توالی پیوسته پرمین به تریاس در دره کوه همبست، عکس روی جلد.Permophiles 53 .... ۱۷

فصل سوم

شکل ۳-۱- نمایی از برش مورد مطالعه در منطقه بناریزه ۲۵
شکل۳-۲- a: آهک های نازک لایه و نودولار حاوی سفالوپود و کنودونت واحد ۷- b: برش عرضی ۲۶
شکل۳-۳- پیکان شماره ۱: لایه کلیدی میکروبایال حاوی دانه های پیریت آهنی شده-پیکان شماره ۲:.....۲۶
شکل۳-۴- لایه میکروبایال پرمین بالایی- a: ضخامت لایه میکروبایال- b: سطح لایه میکروبایال ۲۷
شکل۳-۵- a: آثار ترومبولیتی موجود در لایه های ناازک لایه آغاز تریاس- b: آهک های نازک لایه.....۲۸
شکل۳-۶- سمت راست: فسیل اثری موجود در آهک های ورمیکوله-سمت چپ: آهک های ورمیکوله ۲۸
شکل۳-۷- نفوذ دایک های آذرین درون واحد۷ و آغاز تریاس.....۳۰
شکل۳-۸- تصحیح نقشه زمین شناسی برش مورد مطالعه.....۳۱

فصل چهارم

شکل ۴-۱- اشکال مختلف ساختاری در کنودونت ها، برگرفته از حق و بوئرسما، ۱۹۹۸.....۳۵
شکل ۴-۲- شباهت ریخت شناسی در gondolellid های پرمین-سمت چپ- *C. jolfensis* ۳۶
شکل ۴-۳- روند تغییر در Hindeodus های مرز پرمین و تریاس، واردلاو و می، ۱۹۹۸.....۳۸
شکل ۴-۴- تقسیم بندی گروه های مختلف سفالوپود ها، روپرت و همکاران، ۲۰۰۴.....۴۱
شکل ۴-۵- خطوط درز در ناتیلوئید ها- بر گرفته از سایت موزه دیرینه شناسی دانشگاه کالیفرنیا.....۴۲

عنوان صفحه

شکل۴-۶- انواع خطوط درز آمونوئیدی، سایت ویکیمدیا ۲۰۰۹.....۴۳
شکل ۴-۷- تقسیم بندی ساختاری فلس در elasmobranch ها، برگرفته از جونز، ۱۹۹۶.....۴۷
شکل ۴-۸- پیکان شماره ۱- محل حضور لایه مایکروبایال انتهای پرمین و پیکان شماره ۲- محل مرز.....۴۹
شکل ۴-۹- حضور گاستروپود، استراکود و جلبک در لایه مایکروبایال انتهای پرمین.....۵۲
شکل ۴-۱۰- تطابق زیست چینه نگاری برش بناریزه با برش های همبست، شهرضا و جلفا ۵۶
شکل ۴-۱۱ انقراض های مهم در طول فانروزوئیک فانروزوئیک،universe-review.ca، ۵۷
شکل ۴-۱۲ چگونگی ایجاد انقراض توسط نظریه Mantle plume ، حیدری و همکاران، ۲۰۰۸.....۶۳
شکل ۴-۱۳ تصویر SEM یک بلور پیریت در مرز پرمین و تریاس،.....۶۵
شکل ۴-۱۴ حضور دایک ها در واحد ۷ و آغاز تریاس در برش بناریزه.....۶۶

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

فصل دوم

جدول۲-۱- پهنه های رسوبی-ساختاری ایران، برگرفته از آقانباتی، ۱۳۸۵.....۱۰

جدول۲-۲- ستون چینه شناسی و زون بندی پرمین و تریاس زیرین در دره کوه همبست،.....۲۰

فصل سوم

جدول۳-۱- ستون سنگ چینه نگاری برش بناریزه.....۲۹

فصل چهارم

جدول ۴-۱- بایوزون بندی جهانی پرمین توسط گروه های مختلف فسیلی، Permophiles 53،۲۰۰۹،۳۳

جدول ۴-۲- ستون زیست چینه نگاری به همراه زون بندی کنودونت های مرز پرمین و تریاس.....۴۰

جدول ۴-۳- ستون زیست چینه نگاری و پراکندگی سفالوپود ها در مرز پرمین و تریاس ۴۵

جدول ۴-۴- ستون چینه شناسی و مرز دقیق پرمین و تریاس در برش بناریزه.....۴۹

جدول ۴-۵- ستون چینه شناسی و تغییر سطح آب در مرز پرمین و تریاس برش بناریزه.....۵۳

جدول ۴-۶ گسترش جنس های Clarkina، Hindeodus، دانه های پیریت و بقایای ماهیها.....۵۴

جدول ۴-۷ اثر انقراض بر نابودی موجودات دریایی در مرز پرمین و تریاس، برگرفته از ویکیپدیا، ۲۰۰۹.....۵۸

جدول ۴-۸ رابطه نظریه Mantle plume و انقراض، حیدری و همکاران، ۲۰۰۸.....۶۴

فصل اول: کلیات

۱-۱ اهداف

شواهد و مطالعات مقدماتی در برش بناریزه احتمال رسوبگذاری پیوسته در مرز پرمین و تریاس، غنای فسیل های شاخصی از قبیل کنودونت ها و سفالوپود ها و همچنین جدید بودن برش مورد نظر ما را بر آن داشت تا مطالعات تکمیلی را بر اساس هدف های زیر آغاز کنیم:

۱- زون بندی مرز پرمین و تریاس بر اساس کنودونت ها و سفالوپود ها

۲- بررسی پیوستگی مرز پرمین و تریاس بر اساس زون های کنودونتی

۳- تعیین دقیق مرز پرمین و تریاس از طریق کنودونت ها

۴- تعیین ستون سنگ چینه نگاری و زیست چینه نگاری برش مورد مطالعه

۵- اصلاح نقشه منطقه بر اساس اطلاعات جدید بدست آمده

۱-۲ پیشینه

منطقه آباده و نواحی جنوب غرب بوسیله زمین شناسان شرکت نفت ایرانی-انگلیسی در۱۹۳۵-۱۹۳۶ (هریسون[۱] و همکاران، گزارش داخلی، در گروه تحقیقاتی ایران و ژاپن، ۱۹۸۱) مورد بررسی و نقشه برداری قرار گرفت و نتایج آن بر روی سری نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ ایران به وسیله شرکت نفت بریتانیا[۲] در ۱۹۶۳-۱۹۶۴ منتشر شد که سازند های پرمین و تریاس در نواحی همبست و آباده در آن نشان داده شد.

طراز[۳] در ۱۹۶۹-۱۹۷۱ مرز پرمین و تریاس را در ایران مورد بررسی قرار داد و در ۱۹۷۳ این مرز را با جنوب چین انطباق داد، او همچنین در ۱۹۷۴ بر روی زمین شناسی ناحیه سورمق-دهبید در منطقه آباده کار کرد. در سال ۱۹۸۱ گروه تحقیقاتی ایران و ژاپن[٤] سیستم های پرمین و تریاس را در ایران مرکزی منطقه آباده مورد بررسی قرار دادند. کنودونت های مرز پرمین و تریاس برای اولین بار توسط سوییت[٥] ,۱۹۷۳ از مقطع الی باشی گزارش شد.

باندو[٦] ۱۹۷۹ به بررسی آمونوئید های پرمین فوقانی و تریاس زیرین در منطقه آباده پرداخت و برخی آمونوئید های جدید را در تریاس زیرین کشف کرد.

توزر[۷] ,۱۹۸۰ اهمیت آمونوئیدهای Paratirolites, Otoceras را در تطابق لایه های مرز پرمین و تریاس ایران را با مرز پرمین و تریاس چین، مورد بررسی قرار داد.

لایه های مرز پرمین و تریاس در مقاطع الی باشی، شهرضا و همبست در سال ۱۹۹۵ بر اساس کنودونت ها دوباره مورد بررسی قرار گرفت. کنودونت های دوراشامین پسین و گریزباخین پیشین از کمربند آباده-جلفا توسط م. لسانی و م. موسی احمدی، دیرینه شناسان سازمان زمین شناسی ایران توضیح داده شد (در پرتوآذر[۸] ۲۰۰۲).

حیدری[۱] و همکاران ,۲۰۰۰ به بررسی ژئوشیمی لایه های پرمین و تریاس در ناحیه آباده پرداختند و در ۲۰۰۳ نیز آن را از لحاظ رسوب شناسی مورد بررسی قرار دادند.

---

۱. Harrison
۲. British Petroleum Co. Ltd.
۳. Taraz
٤. Iranian-Japanese Research Group
٥. Sweet
٦. Bando
۷. Tozer
۸. Partoazar

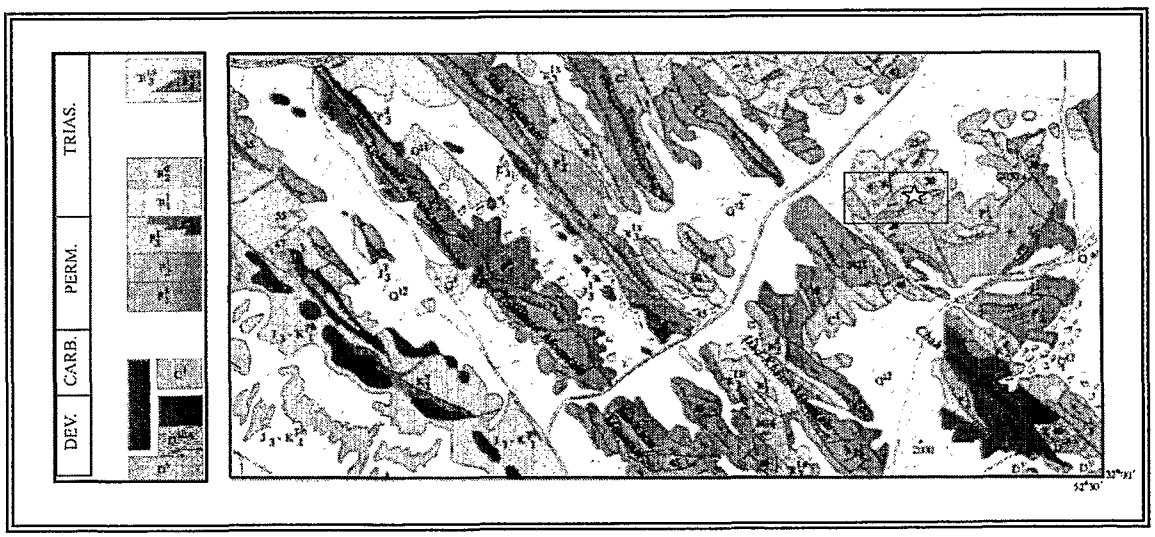
گلشنی[۲] ,۲۰۰۰ پرمین فوقانی را در کمربند آباده–جلفا مورد بررسی قرار داد و آن را با جنوب چین مقایسه کرد. پرتوآذر ,۲۰۰۲ کنودونت های مرز پرمین و تریاس را در کمربند آباده–جلفا در شمال غرب ایران و ایران مرکزی مورد بررسی قرار داد. .

یزدی و شیرانی[۳] ,۲۰۰۲ نیز مقاطع پرمین و تریاس را در نواحی همبست، شهرضا و چاهریسه مورد بررسی و تطابق قرار دادند.

کوزور[٤] ,۲۰۰۴ تاکسونومی کنودونت های پرمین و تریاس در مناطق جلفا و زال را در شمال غرب ایران و مناطق شهرضا و آباده در مرکز ایران را مورد بررسی قرار داد و در سال ۲۰۰۵ نیز به بررسی برش ها و روند تکاملی فونای کنودونتی پرداخت. او همچنین در سال ۲۰۰۷ به بررسی زیست چینه نگاری و چینه نگاری رخدادی در مرز پرمین و تریاس ایران پرداخت.

۱–۳ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

در منطقه مورد مطالعه نهشته هایی از دونین،کربونیفر، پرمین، تریاس و رسوبات عهد حاضر وجود دارد.



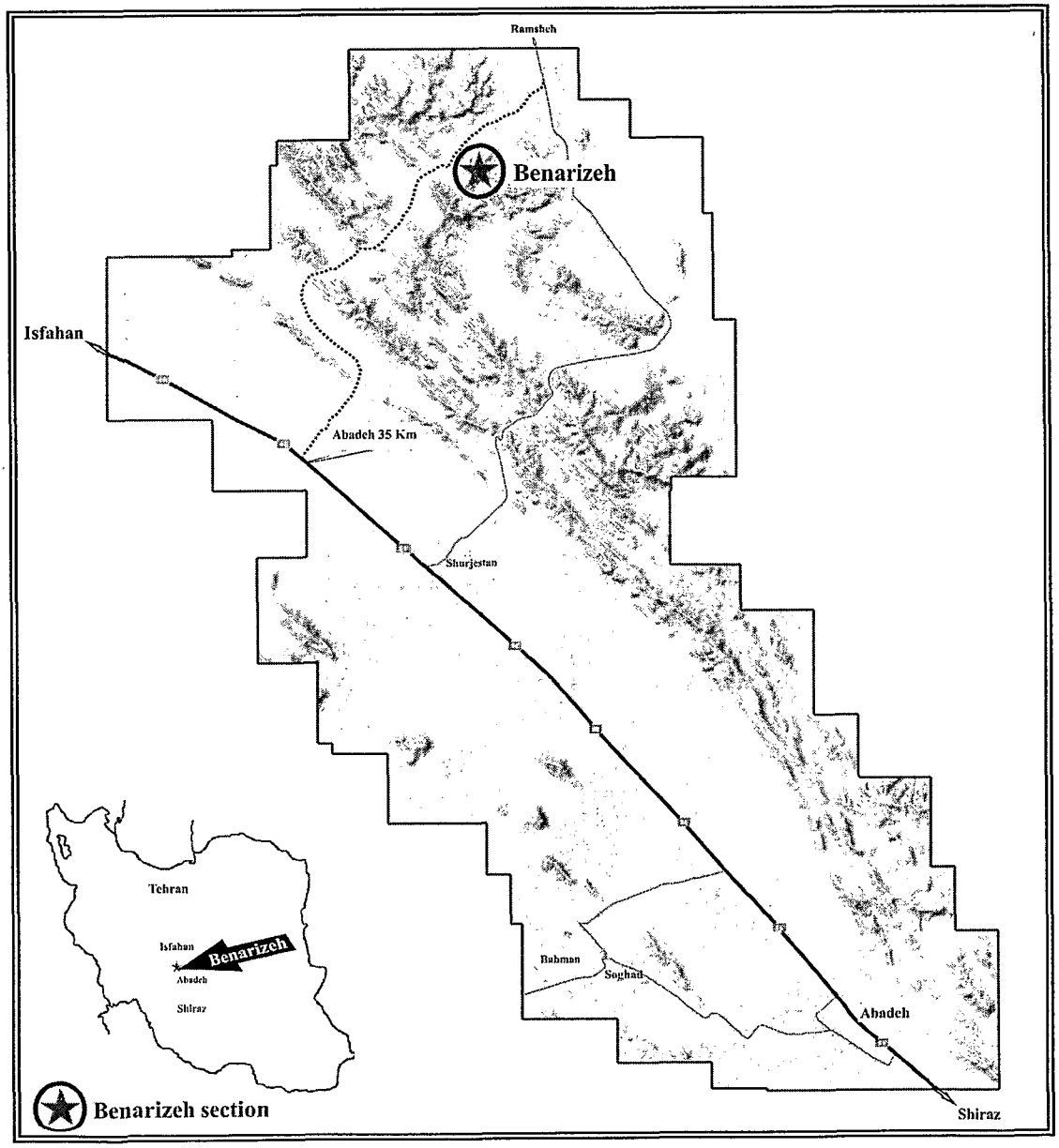
شکل ۱–۱– نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ایزدخواست، منطقه بناریزه، حمزه پور و نظری، ۱۹۹۸

---

[۹] . Heydari
[۱] . Golshani
[۲] . Yazdi & Shirani
[۳] . Kozur

۱-۴ موقعیت جغرافیایی

مقطع مورد مطالعه یعنی برش بناریزه در نقطه ای به مختصات ۳۸،۹ ۳۳ ۳۱ شمالی و ۱۶،۰ ۲۶ ۵۲ شرقی واقع شده است. به منظور دسترسی به این منطقه، بایستی از اصفهان در حدود ۱۸۰ کیلومتر به سمت جنوب حرکت کرد و پس از عبور از شهر های شهرضا و ایزدخواست، در ۳۵ کیلومتری قبل از آباده جاده خاکی سمت چپ جاده به طول ۲۴ کیلومتر مسیر برش مورد نظر را نشان می دهد . منطقه دارای پوشش گیاهی ضعیفی است و دارای زمستان های سرد و برفگیر و تابستان های گرم و خشک است.



شکل ۱-۲- راه دسترسی به برش مورد مطالعه، بر گرفته از Google Maps

۱-۵ روش و چگونگی انجام کار

قدم اول برای تعیین یک مقطع مناسب برای مطالعه، استفاده از نقشه های زمین شناسی است. پس از تعیین مقطع مورد نظر، کار با سری فعالیت های صحرایی و آزمایشگاهی دنبال می شود.

۱-۵-۱ فعالیت های صحرایی

مرحله آغازین فعالیت های صحرایی حضور در برش مورد مطالعه به منظور برداشت نمونه و مشاهده شواهد ظاهری بر روی زمین است. با تعیین قاعده مقطع، مترکشی به صورت عمود بر امتداد لایه ها آغاز و در فواصلی با میانگین ۷۴ سانتیمتر نمونه های مناسب (وزن هر نمونه در حدود ۲،۵ کیلوگرم است) برای مطالعه کنودونت ها را برداشت شد. در همین حال ماکروفسیل های موجود برداشت و محل دقیق برداشت آنها از لایه ها یادداشت گردید. برای یافتن نمونه های ماکروفسیلی بیشتر، حرکات بادبزنی بسیار مفید واقع شد و باعث یافتن نمونه های کامل تر و سالم تری گردید. نمونه های برداشت شده برای مطالعه کنودونت ها و همچنین ماکروفسیل ها، به منظور جلوگیری از آسیب دیدن و تداخل با یکدیگر درون کیسه های مخصوص شماره گذاری شدند. بوسیله GPS موقعیت جغرافیایی برش ثبت و شیب و امتداد لایه با استفاده از کمپاس به منظور تعیین ضخامت واقعی لایه ها یادداشت شد.

۱-۵-۲ فعالیت های آزمایشگاهی

۱-۵-۲-۱ اسید شویی

این روش برای جداسازی فسیل ها و قطعاتی که دارای جنسی کاملا و یا نسبتا متفاوت با زمینه سنگ هستند کاربرد دارد. برای استخراج کنودونت ها و دیگر قطعات فسفاته از متن سنگ، از اسید هایی از قبیل اسید استیک و اسید فرمیک استفاده می شود. به علت اینکه کنودونت از جنس فسفات کلسیم هستند و سنگ در بر گیرنده از جنس کربنات کلسیم است از روش اسید شویی (با استفاده از اسید استیک) استفاده گردید. پس از تهیه اسید استیک ۹۹٪، نمونه های برداشت شده در مرحله صحرایی را باید به قطعات کوچک ۲ تا ۵ سانتیمتری تبدیل کرد و آنها را درون ظرفی پلاستیکی قرار داد، بوسیله پیمانه ای متناسب (۲ لیتری) با ظرف پلاستیکی مراحل اسید شویی ادامه می یابد. حدود نصف پیمانه (۱ لیتر) اسید را بر روی قطعه سنگ ها ریخته و به میزان چهار پیمانه (۸

لیتر) نیز آب به آنها اضافه می شود (این مراحل باید در زیر هود یا هوای آزاد انجام گیرد). ۵ تا ۷ روز بعد بایستی ظروف را جمع کرد و قطعه سنگ های درشت را از درون ظرف پلاستیکی بیرون آورد و در برای استفاده های احتمالی بعدی در کیسه های پلاستیکی قرار داد. پس از قرار دادن الک هایMesh ۸ وMesh ۱۰۰ را بر روی یکدیگر، به آرامی رسوبات کف ظرف پلاستیکی باید بوسیله جریان آب به درون الک ها هدایت شود (باید دقت کرد که جریان پرفشار آب ممکن است باعث آسیب رساندن به کنودونت ها شود). سپس رسوبات ته نشین شده بر روی الک Mesh ۱۰۰ را باید با هدایت آرام آب از پشت الک به درون ظروف یک بار مصرف منتقل کرد، بعد از آن آب شفاف روی رسوبات درون ظروف یک بار مصرف تخلیه می شود و رسوبات باقی مانده، برای خشک شدن در جایی مناسب قرار می گیرند. نمونه های خشک شده در قوطی های پلاستیکی شماره گذاری شده قرار می گیرند و در این مرحله نمونه ها برای شروع مطالعه و جداسازی قطعات فسیلی آماده اند.

۱-۵-۲-۲ جدا سازی قطعات فسیلی و غیر فسیلی از رسوبات[۱]

در مرحله جداسازی، رسوبات بر روی سینی مخصوص پخش می شوند و در زیر میکروسکوپ بینوکولار قرار می گیرند، سینی به صورت رفت و برگشت و زیگزاگی حرکت داده می شود. عناصر مورد نظر با قلم مو برداشت می شوند و به دقت درون cell های از قبل تهیه شده منتقل می شوند. cell ها شماره گذاری می شوند و به ازای هر نمونه ی برداشت شده در مطالعات صحرایی از یکی از آنها استفاده می شود. قطعات فسیلی بدست آمده عبارت از کنودونت ها، قطعات استخوان و فلس و دندان ماهی ها و مقادیری از هلوتورین ها بودند و قطعات غیر فسیلی نیز شامل بلور های پیریت آهنی شده بودند.

۱-۵-۲-۳ تهیه عکس SEM[2]

برای انجام مطالعات بیشتر و مفید تر بر روی نمونه های فسیلی و غیر فسیلی بدست آمده، نیاز به انجام مراحلی برای تهیه عکس های SEM است. به این صورت که پس از اتمام جداسازی فسیل ها و عناصر مورد نظر، یک stub آماده می شود و سمت زیرین چسب دوسویه[۳] بر روی آن چسبانده می شود، فسیل های مناسب برای تهیه عکس SEM با دقت بر روی سطح بالایی چسب قرار می گیرند و مشخصات و شکل آنها را بر روی برگه ای

---

۱. Picking
۲. Scanning Electronic Microscope
۳. Double side sticky tape

مخصوص به نام stub map یادداشت و ترسیم می شوند تا پس از تهیه عکس ها از یکدیگر قابل تفکیک باشند. stub ها بوسیله انبرک (پنس) مخصوص به درون جعبه ای ویژه حمل stub به نام stub box انتقال داده می شوند. در این مرحله تهیه عکس های SEM در مراکز مشخص امکان پذیر است. در تهیه این عکس ها، سطوح نمونه‌هایی که با میکروسکوپ SEM بررسی می شوند باید دارای هدایت الکتریکی باشند. در غیر این صورت الکترونی که به سطح نمونه تابیده می شود دفع نمی‌گردد و در نهایت باعث ایجاد تصویری مخدوش و نامشخص می گردد. برای جلوگیری از این اتفاق با نشاندن لایه نازکی از طلا و یا کربن سطوح نمونه‌های غیر هادی، هدایت الکترونی پیدا می کنند و الکترونهای سطحی دفع می‌شوند، مشکل فوق حل می شود و وضوح تصاویر نیز بهبود می‌یابد. لایه نازک طلا بوسیله دستگاهی به نام لایه نشان بر روی نمونه ها قرار می گیرد. در این نوع لایه نشان ها[۱]، مولکول‌های گاز آرگون سطح طلا را بمباران می کنند و آن را یونیزه می کنند، مخلوطی از مولکولهای گاز و یونهای طلا، پلازمایی را با بار مثبت تشکیل می دهند که روی نمونه دارای بار منفی بطور فیزیکی می‌نشیند (باند شیمیایی ایجاد نمی شود). لایه‌های تشکیل شده دارای ضخامتی حدود ۱۰۰ انگسترم (چند لایه اتمی) می‌باشند. ضخامت لایه طلای تشکیل شده را می‌توان با زمان نشاندن طلا کنترل کرد. لایه نشانده شده آنقدر نازک است که تأثیری روی میکرو ساختار ندارد. پس از طی این مراحل stub را درون میکروسکوپ الکترونی قرار می دهند و به علت اینکه الکترون بر خلاف نور نمی تواند به آسانی در هوا حرکت کند، در نتیجه باید در مسیر حرکت الکترون و محفظه نمونه خلأ بسیار قوی ایجاد کرد که با استفاده از یک پمپ Rotary و یک پمپ Diffusion خلأ مورد نیاز ایجاد می شود. پمپ Rotary خلأ را به 10^{-3} تور می رساند و سپس پمپ Diffusion فعال می گردد، شروع بکار می‌کند و خلأ را در داخل میکروسکوپ به 2×10^{-6} تور می‌رساند تا سیستم شروع بکار کند. در ادامه تهیه عکس ها با استفاده از سیستم های کامپیوتری کنترل می شود.

۱-۵-۲-۴ نمونه های ماکروفسیل

نمونه های ماکروفسیل نسبت به میکروفسیل ها نیازمند فعالیت های آزمایشگاهی کمتری هستند و زمان کمتری را به خود اختصاص می دهند. تهیه مقاطع نازک[۲] از مایکروبایال ها بر روی لام های بزرگ و همچنین تهیه برش

---

۱. Coating
۲. Thin section