

زیست‌چینه‌نگاری توالی پرمو تریاس در ناحیه آواده، شمال استان فارس

حمیده نوروزپور^{۱*}، مصطفی یوسفی‌راد^۲، مهران آرین^۳ و علی سلگی^۴

۱- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام‌نور تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه صنعتی اراک، اراک، ایران

۳- استاد دانشکده علوم و فناوری‌های همگرا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۴- دانشیار دانشکده علوم و فناوری‌های همگرا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

نویسنده مسئول: *Hamidehnoroozpour@pnu.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳۰

دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۴

چکیده

در این پژوهش مرز پرموتریاس در سه برش چینه‌شناسی در ناحیه آواده استان فارس مورد مطالعه دیرینه‌شناسی قرار گرفت. برای شناسایی میکروفسیل‌ها، ۱۷۰ نمونه از طبقات سنگ‌آهک (برای مطالعه فرامینیفرا و جلبک‌ها) و ۱۵ نمونه آواری دانه‌ریز (برای شناسایی پالینومرف‌ها) از بخش‌های بالایی سازند آواده، سازند همبست و نهشته‌های معادل سازند الیکا برداشت شد. مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی و اسلایدهای پالینولوژیکی منجر به شناسایی ۴۸ گونه متعلق به ۴۳ جنس از فرامینیفرهای بنتیک و جلبک‌ها و ۷ گونه متعلق به ۶ جنس از پالینوفلورا شد. بر اساس حضور و گسترش چینه‌شناسی فرامینیفرها در بخش‌های بالایی سازند آواده، چهار زون زیستی *Fronidina permica*-*Climacammina grandis* Range Zone، *Climacammina grandis*-*Chusenella sinensis* Range Zone، *Cribrogenerina sumatrana*-*Fronidina permica* Range Zone، *Fronidina permica* Range Zone، *Globivalvulina vonderschmitti* Range Zone، *Nodosinelloides mirabilis* Range Zone، *Tauridia nudiseptata* Range Zone و بر پایه گسترش چینه‌شناسی پالینوفلورای این سازند، زون زیستی غیررسمی *assemblage zone A* معرفی و سن جلفین پسین-دوراشامین (اواخر ووجیاپینگین-چانگزینگین) پیشنهاد گردید. از نهشته‌های معادل سازند الیکا، فرامینیفر *Globivalvulina vonderschmitti* و پالینومرف *Alisporites* sp.، *Falcisporites* sp. و اسپور قارچ‌ها شناسایی شد. با توجه به گسترش چینه‌شناسی پالینومرف‌ها، یک زون زیستی غیررسمی *assemblage zone B* معرفی شد. بر پایه حضور فراوان اسپور قارچ‌ها، هم‌شیب و تدریجی بودن مرز نهشته‌های پرمین-تریاس و عدم وجود شواهد صحرایی خروج کامل از آب و ناپیوستگی، سن اوایل تریاس پیشین (ابتدای ایندوان) برای نهشته‌های معادل سازند الیکا پیشنهاد گردید. زون‌های زیستی معرفی شده در این پژوهش، با انواع معرفی شده از سایر نقاط ایران و جهان انطباق خوبی دارد.

واژه‌های کلیدی: سازند آواده، سازند همبست، سازند الیکا، پرمین پسین، تریاس پیشین

۱- پیشگفتار

می‌رسد در نتیجه بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس در زمان پرمین پسین، حوضه رسوبی مستقری با روند عمومی شمال باختر- جنوب خاور از ناحیه جلفا تا رشته کوه‌های همبست در مرکز فلات ایران ایجاد شده است که در آن رسوبات گذر پرمین- تریاس به صورت پیوسته نهشته شده است (اشتوکلین، ۱۹۷۱؛ اشتامفلی و بورل، ۲۰۰۲). این پژوهش به تعیین سن نسبی نهشته‌های مرز پرموتریاس ناحیه آواده بر اساس مطالعه میکروفسیل‌ها (فرامینیفرها، پالینومرف‌ها و جلبک‌ها) می‌پردازد.

نهشته‌های پرمین و تریاس از بخش‌های مختلف گستره ایران زمین گزارش شده است. گذر پرمین به تریاس در بیشتر مناطق ایران و جهان به صورت ناپیوسته است. در موارد بسیار معدودی، نظیر ایران (نواحی جنوب آمل، آواده، شهرضا، دهبید و جلفا)، جنوب چین، جمهوری آذربایجان و روسیه، این مرز به صورت تدریجی و بدون انقطاع رسوبی است (سویت و همکاران، ۱۹۹۲؛ پرتوآذر، ۱۹۹۵؛ شهرابی، ۱۹۹۹ و آقائاتی، ۲۰۰۹). با توجه به شباهت فراوان نهشته‌های پرموتریاس در ایران، به نظر

۲- تاریخچه مطالعات

در ناحیه آبادیه فارس، توالی ستبری از طبقات پرمین-تریاس وجود دارد که از لحاظ گذر تدریجی پرموتریاس حائز اهمیت است. طراز (۱۹۶۹)، این توالی را به ۱۲ واحد (واحد‌های ۷-۱ پرمین و ۱۲-۸ تریاس پایینی-میانی) تقسیم‌بندی نمود. مطالعات پژوهشی کارشناسان ایرانی-ژاپنی (۱۹۸۱)، منجر به معرفی سه سازند سورمق، آبادیه و همبست در کوه‌های همبست آبادیه گردید. به دلیل اهمیت موضوع، مطالعات دیرینه‌شناختی فراوانی بر روی مرز پرموتریاس ایران انجام شده است. ریبین (۱۹۳۴)، نهشته‌های پرمین را از اطراف مرند گزارش نمود. استپانوف و همکاران (۱۹۶۹) بر اساس تغییرات سنگ‌شناسی و حضور فرم‌هایی از براکیوپودا، سفالوپودا و مرجان‌های پرمین و تریاس، نهشته‌های ناحیه الی‌باشی (جنوب باختر جلفا) را به هشت واحد (A-H) تقسیم نمودند. طراز (۱۹۶۹، ۱۹۷۱ و ۱۹۷۴)، ضمن مطالعه فرامینیفرها و کندونت‌ها، مرز پرمین-تریاس جنوب آبادیه را تدریجی در نظر گرفت. ایشان این سکانس رسوبی را به ۱۲ واحد تقسیم نمود. فولگل (۱۹۷۱)، مرجان‌ها؛ باندو (۱۹۷۹)، آمونوتیدا؛ ساکاگامی (۱۹۸۰)، بریوزوآها؛ تیچرت (۱۹۷۳)، پرتوآذر (۲۰۰۲)، کوزور (۲۰۰۴) و شن و می (۲۰۱۰)، کندونت‌ها؛ یوسفی‌راد و نوروزپور (۲۰۱۷) و نوروزپور و همکاران (۲۰۱۳)، پالینومرف‌های نهشته‌های پرموتریاس ایران را مطالعه نمودند. در سال‌های اخیر، شاهین‌فر و همکاران (۲۰۲۰) دو برش چین‌شناسی از بخش‌های بالایی سازند سورمق و سازند آبادیه را در کوه‌های همبست را از منظر چین‌نگاری سنگی و زیستی مطالعه کردند. ایشان چهار زون زیستی تجمعی محلی را در این ناحیه معرفی نمودند. یوسفی‌راد و نوروزپور (۱۳۹۴) شاهین‌فر (۱۳۹۹) و هوئر و همکاران (۲۰۲۱) بر اساس مطالعه ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی نهشته‌های پرمین-تریاس در شمال، شمال خاور و جنوب خاور آبادیه، محیط دریایی کم‌ژرفا و پلاتفرم نوع رمپ هموکینال را به عنوان محیط رسوبی این نهشته‌ها پیشنهاد کردند.

۳- روش انجام کار

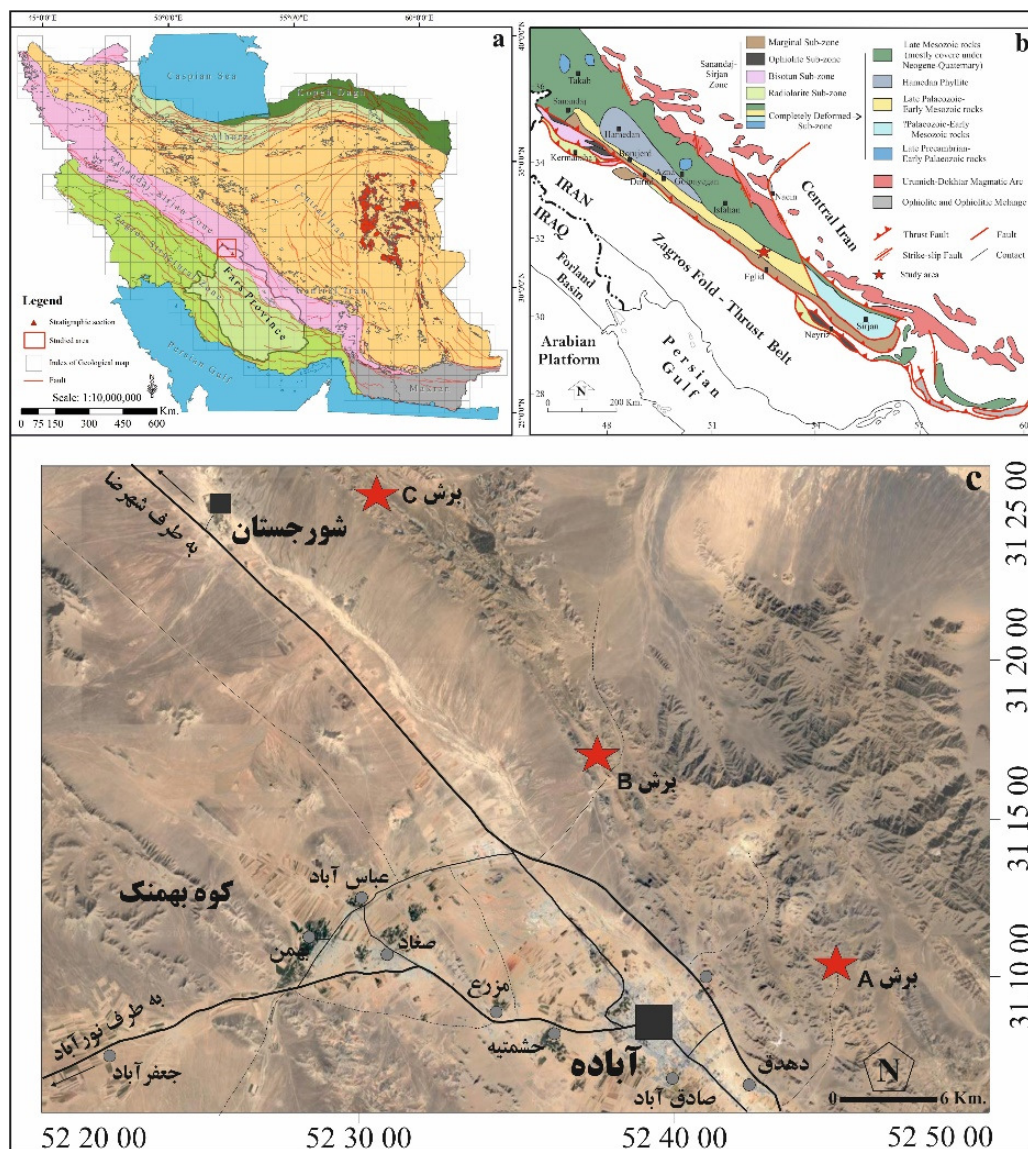
به منظور مطالعه گذر پرمین به تریاس، سه برش چین‌شناسی از منتهی‌الیه کمربند آبادیه-همبست در ناحیه آبادیه در شمال استان فارس انتخاب شد. در مجموع

از رخنمون‌های بخش‌های بالایی سازند آبادیه، سازند همبست و نهشته‌های معادل سازند الیکا، ۱۱۹ نمونه کربناته برای مطالعه فرامینیفرها و جلبک‌ها (۳۸ نمونه از برش دهدق، ۴۱ نمونه از برش شمال آبادیه و ۴۰ نمونه از برش شورجستان) و ۱۵ نمونه از بخش‌های آواری دانه ریز (شیل و سیلتستون سیاه تا خاکستری) برای شناسایی پالینومرف‌ها (۵ نمونه از هر برش چین‌شناسی) به روش سیستماتیک برداشت شد. پس از تهیه مقاطع نازک از نمونه‌ها، با استفاده از میکروسکوپ فسیل‌شناسی، مطالعه و عکس‌برداری شد. کلیه مراحل آماده‌سازی و جداسازی پالینومرف‌ها از رسوبات دربرگیرنده با استفاده از روش HCl-HF-HCl و سایر روش‌های متداول در پالینولوژی انجام شده است (تراورس، ۲۰۰۷؛ یوسفی و جودکی، ۲۰۱۶). به منظور طراحی ستون‌های چین‌شناسی و گستره زمانی میکروفسیل‌ها از نرم‌افزار کورل دراو نسخه ۲۰۲۲، برای بازترسیم نقشه زمین‌شناسی از جی‌آی‌اس ۱۰/۵ استفاده شد.

۴- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه

مورد مطالعه

برش‌های مورد مطالعه در شمال استان فارس و شهرستان آبادیه قرار دارند. این برش‌های چین‌شناسی شامل برش دهدق (A)، برش شمال آبادیه (B) و برش شورجستان (C) می‌شود (شکل ۱c). مختصات جغرافیایی قاعده برش‌های مورد مطالعه به ترتیب $40^{\circ} 46' 52''$ طول خاوری و $31^{\circ} 10' 07''$ عرض شمالی، $20' 37' 52''$ طول خاوری و $31^{\circ} 17' 40''$ عرض شمالی و $15' 31' 52''$ طول خاوری و $31^{\circ} 25' 05''$ عرض شمالی است. از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران، ناحیه مورد مطالعه در پهنه‌ی سنندج-سیرجان قرار دارد (اشتوکلین، ۱۹۶۸؛ آقانیاتی، ۲۰۰۴). همچنین در پهنه‌بندی سنندج-سیرجان ارایه شده توسط محجل و همکاران (۲۰۰۳) این منطقه در پهنه با دگرریختی‌های پیچیده و زیرپهنه پوشیده شده با سنگ‌های اواخر پالئوزوئیک-اوایل مزوزوئیک قرار دارد (شکل ۱b). این نواحی با نقشه‌های زمین‌شناسی چهارگوش آبادیه (طراز، ۱۹۸۳) و بروجن (نوابی و همکاران، ۱۹۹۶) و ورقه‌های آبادیه (خلقی خسرقی، ۲۰۰۸) و شورجستان (صداقت و شاهوردی، ۲۰۰۹) پوشیده می‌شود (شکل ۱a).



شکل ۱. (a): موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناختی مناطق مورد مطالعه در شمال استان فارس، راهنمای نقشه‌های زمین‌شناسی و پهنه‌سنندج - سیرجان (ترسیم شده بر اساس پهنه‌بندی اشتوکلین، ۱۹۶۸)، (b): موقعیت نواحی مورد مطالعه در پهنه با دگرشکلی‌های پیچیده و زیرپهنه سنگ‌های اواخر پالئوزوئیک - اوایل مزوزوئیک (با تغییرات به نقل از محجل و همکاران، ۲۰۰۳)، (c): موقعیت جغرافیایی برش‌های دهدق (A)، شمال آباد (B) و شورجستان (C) بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل‌ارث

Fig. 1. a. Geographical and geological location of studied area at the north of Fars province, legend of geological maps and Sanandaj-Sirjan zone (draw base on zonation of Stocklin, 1968), b. location of studied regions in complex deformed zone and Late Palaeozoic- Early Mesozoic subzone (modified after Mohajjel et al., 2003), c. geographical location of studied sections on the satellite image of Google earth

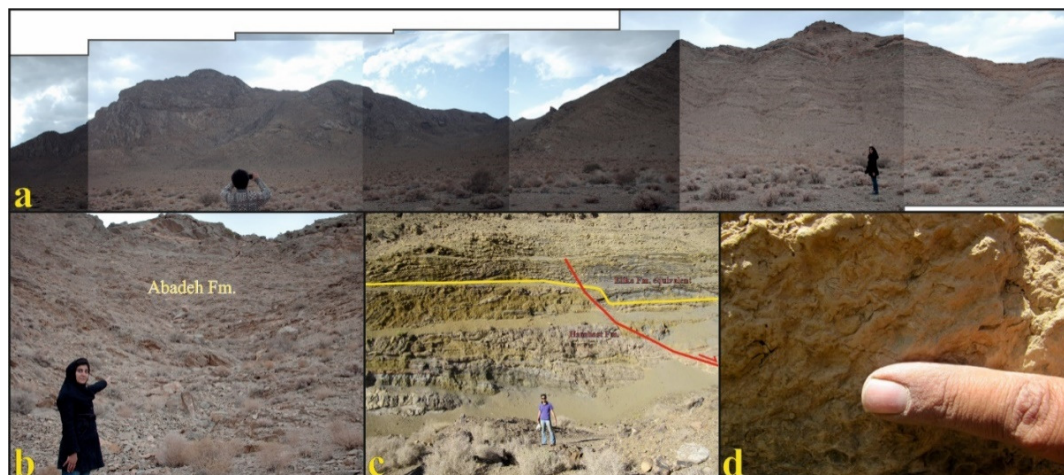
پایینی سازند همبست (معادل پاره‌سازند ۶ در مطالعه طراز، ۱۹۷۴)، شامل سنگ‌آهک مارنی با میان لایه‌هایی از شیل‌های نازک لایه خاکستری (حاوی پالینومرف)، سبز و سرخ رنگ می‌شود. بخش‌های بالایی (معادل پاره‌سازند ۷ معرفی شده توسط طراز، ۱۹۷۴) از سنگ‌آهک‌های سرخ تا ارغوانی با میان لایه‌هایی از شیل‌های قرمز و خاکستری است که به صورت محدود افقی‌های نازکی از ژئیس با

۵- توصیف سنگ‌چینه‌ای نهشته‌های مورد مطالعه

به طور عمومی، سازند آباد در برش‌های مورد مطالعه از سنگ‌آهک‌های خاکستری تیره، صخره‌ساز و بدبو حاوی آثاری از جلبک‌های داسی کلا‌داسه‌آ و سنگ‌آهک‌های مارنی همراه با میان لایه‌های مارنی تشکیل شده است (شکل ۲). مرز بالایی این واحد سنگی با سازند همبست به صورت هم‌شیب، تدریجی و پیوسته است. بخش‌های

سنگ‌آهک‌های مارنی حاوی خرده‌های گاستروپود و دوکفه‌ای، شیل‌های سبز، سرخ و خاکستری و گدازه وجود دارد. سنگ‌های آذرین که از سایر رخنمون‌های واحدهای پرموتریاس ایران نیز گزارش شده است (پرتوآذر، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰)، معرف فعالیت‌های آتشفشانی اوایل تریاس در مقیاس جهانی است (لوکاس، ۲۰۰۰). ستون چینه‌شناسی برش‌های مورد مطالعه در شکل ۳ آمده است.

ستبرای ۳۰-۱۰ سانتی‌متر در آن دیده می‌شود. حضور افق‌های ژئوپس در میان سنگ‌آهک‌های ارغوانی و شیل سرخ رنگ معرف کاهش شدید ژرفای حوضه است. مرز بالایی سازند همبست با نهشته‌های معادل سازند الیکا به صورت پیوسته و تدریجی (شکل ۲c) است (نوروزپور و همکاران، ۲۰۱۳؛ یوسفی‌راد و نوروزپور، ۲۰۱۶). نهشته‌های تریاس پیشین با شیل‌های ارغوانی تا خاکستری با ستبرای ۵/۰ متر آغاز می‌شود که بر روی آن



شکل ۲. تصاویر صحرایی از توالی‌های مورد مطالعه، a: تصویر پانوراما از رخنمون سازندهای آباد، همبست و معادل الیکا در برش چینه‌شناسی شورجستان، دید به سوی شمال خاور؛ b: سازند آباد در برش چینه‌شناسی دهدق، دید به سوی شمال؛ c: مرز پیوسته سازندهای همبست در پایین و معادل الیکا در بالا، برش چینه‌شناسی شمال آباد، عملکرد گسل نرمال باعث جابجایی اندکی در بخش سمت راست عکس شده است. دید به سوی شمال باختر؛ d: نمای نزدیک از خرده‌های ماکروفسیلی سازند آباد در برش چینه‌شناسی دهدق

Fig. 2. Field photo of studied succession, a. panorama photo of Abadeh and Hambast formations and Elika Formation equivalent deposits at the Shurjestan stratigraphic section, view to NE., b. Abadeh formation at stratigraphy section A, view to N., c. continuous boundary of Hambast formation in down and Elika equivalent Formation at up, the North Abadeh stratigraphic section, the action of the normal fault has caused a slight displacement at the right part of photo, the view of the photo is toward the NW., d. close-up view of macrofossil fragments of Abadeh formation at the Dehdagh stratigraphic section

Yangchienia haydeni, *Chusenella sinensis*, *Schwagerina* sp., *Staffella* sp., *Misellina* sp., *Kahlerina* sp., *Neoschwagerina simplex*, *Afghanella schenki*, *Afganella* sp., *Archaeodiscus krestovnikovi*, *Genitzina taurica*, *G. postcarbonica*, *Baisalina pulchra*, *Fronidina permica*, *Nodosinelloides mirabilis*, *Tauridia nudiseptata*, *Pseudolangella fragilis*, *Ichtylaria latilimbata*.

و جنس و گونه‌هایی از جلبک‌ها شامل:

Gymnocodium sp., *Mizzia velebitana*, *Vermiporella nipponica*, *Anthracooporella spectabilis*, *Tubiphytes obscures*.

و ۶ گونه متعلق به ۵ جنس از اسپور و پولن‌ها شامل:

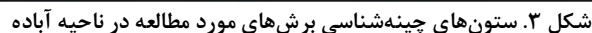
Laevigatosporites sp., *Florinites* sp., *Alisporites nuthallensis*, *Alisporites* sp., *Falcisporites* sp., *Vittatina lata*, *Florinites balmei*.

شناسایی شدند.

۶- محتوای فسیلی برش‌های مورد مطالعه

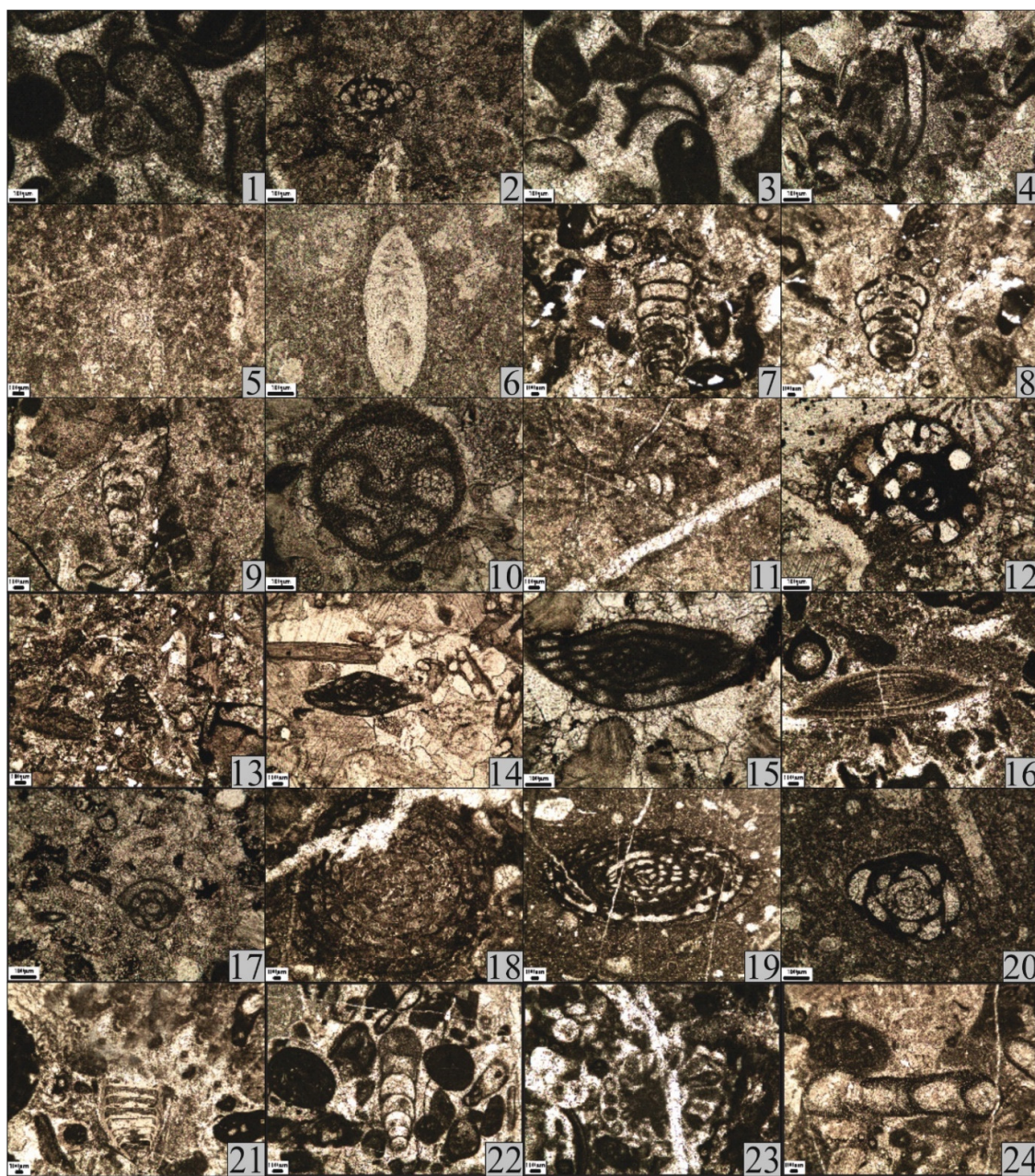
با مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی و اسلایدهای پالینولوژیکی تهیه شده از توالی‌های پرمین و تریاس ناحیه آباد، ۴۸ گونه متعلق به ۴۳ جنس از فرامینیفرهای کف‌زی شناسایی شد که شامل:

Ammodiscus sp., *Glomospirella* sp., *Glomomidiella nestellorum*, *Tuberitina* sp., *Earlandia minor*, *E. vulgaris*, *Colaniella parva*, *Pachypholia enormis*, *Climacammina grandis*, *Cribrogenerina* sp., *C. sumatrana*, *Deckerella composita*, *Palaeotextularia* sp., *Globivalvulina vonderschmiti*, *Dagmarita* cf. *chanakchiensis*, *Neoendothyra reicheli*, *Textularia lata*, *Reichelina media*, *Sichotenella* sp., *Rauserella* sp., *Dunbarula nana*, *Dunbarula* sp., *Schubertella kingi*, *Minojapanella* cf. *elongate*, *Palaeofusulina* sp.,



باله *Florinites balmei* و پولن‌های دوباله *Alisporites nuthallensis* و *Vittatina lata* شناسایی شدند. از نهشته‌های معادل سازند الیکا در برش‌های مورد مطالعه، تنها فرامینیفر گونه *Globivalvulina vonderschmiti*، تعدادی جلبک، اسپور قارچ‌ها و پولن‌های دو باله *Alisporites* sp. و *Falcisporites* sp. حضور دارند.

عمده فرامینفرهای شناسایی شده از سازند آباد و به مقدار کمتر از سازند همبست گزارش شده‌اند. به دلیل انقراض بزرگ انتهای پرمین، طبقات تریاس پیشین در تمام دنیا فقیر از فسیل هستند (لوکاس و اسپیلمن، ۲۰۰۷). در لایه‌های آواری سازند همبست، اسپوره‌های مونولته مانند *Laevigatosporites ovatus* پولن تک

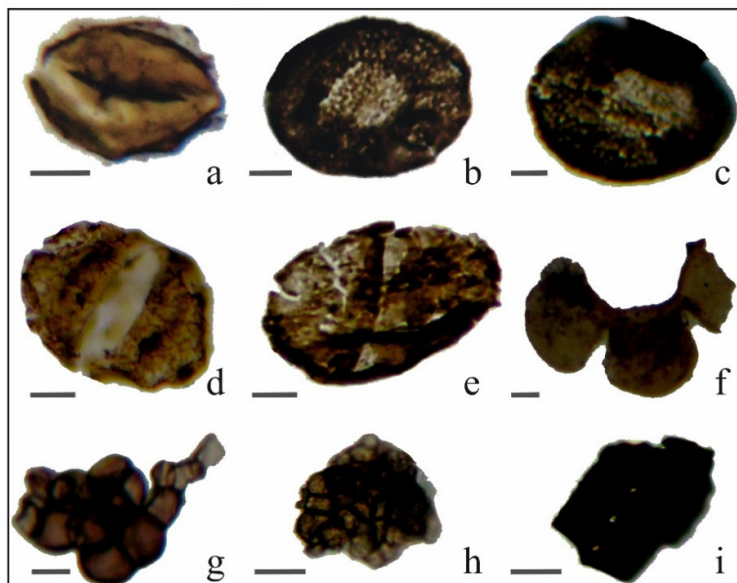


شکل ۴. تصاویر برخی از میکروفسیل‌های شناسایی شده از گذر پرموتریاس در برش‌های مورد مطالعه. 1- *Ammodiscus* sp. 2- *Glomomidiella nestellorum*, Vachard et al., 2008, 3- *Tuberitina* sp. 4, 10- *Globivalvulina vonderschmitti*, Reichel, 1945, 5- *Colaniella parva*, Colani, 1924, 6- *Pachyphloia enormis*, Gaillot and Vachard, 2007, 7- *Climacammina grandis*, Reitlinger, 1950, 8- *Cribrogenerina sumatrana*, Volz, 1904, 9- *Deckerella composita* Reitlinger, 1950, 11- *Dagmarita chanakchiensis* Reitlinger, 1965, 12- *Neoendothyra reicheli*, Reitlinger, 1965, 13- *Tetrataxis lata*, Spandel, 1901, 14- *Rauserella* sp. 15- *Dunbarula nana* Kochansky-Devide and Ramovs, 1955, 16- *Minojapanella elongate* Fujimoto and Kanuma, 1953, 17- *Schubertella kingi* Dunbar Skinner, 1973, 19- *Chusenella* sp., Thompson, 1946, 20- *Baisalina pulchra* Reitlinger, 1965, 21- *Genitizina Taurica* Civrieux and Dess, 1965, 22- *Pseudolangella fragilis* Sellier De Civrieux and Dessauvage, 1965, 23- *Mizzia velebitana* Schubert, 1909, 24- *Vermiporella nipponica* Kochansky-Devide and Herak, 1960., the length of linear scales is 100 micron.

Fig. 4. The photo of some identified microfossils in Permo-Triassic at the studied sections, 1- *Ammodiscus* sp. 2- *Glomomidiella nestellorum*, Vachard et al., 2008, 3- *Tuberitina* sp. 4, 10- *Globivalvulina vonderschmitti*, Reichel, 1945, 5- *Colaniella parva*, Colani, 1924, 6- *Pachyphloia enormis*, Gaillot and Vachard, 2007, 7- *Climacammina grandis*, Reitlinger, 1950, 8- *Cribrogenerina sumatrana*, Volz, 1904, 9- *Deckerella composita* Reitlinger, 1950, 11- *Dagmarita chanakchiensis* Reitlinger, 1965, 12- *Neoendothyra reicheli*, Reitlinger, 1965, 13- *Tetrataxis lata*, Spandel, 1901, 14- *Rauserella* sp. 15- *Dunbarula nana* Kochansky-Devide and Ramovs, 1955, 16- *Minojapanella elongate* Fujimoto and Kanuma, 1953, 17- *Schubertella kingi* Dunbar Skinner, 1973, 18- *Neoschwagerina simplex* Ozawa, 1927, 19- *Chusenella* sp., Thompson, 1946, 20- *Baisalina pulchra* Reitlinger, 1965, 21- *Genitizina Taurica* Civrieux and Dess, 1965, 22- *Pseudolangella fragilis* Sellier De Civrieux and Dessauvage, 1965, 23- *Mizzia velebitana* Schubert, 1909, 24- *Vermiporella nipponica* Kochansky-Devide and Herak, 1960., the length of linear scales is 100 micron.

انقراض بزرگ در مرز پرمین-تریاس و مدت زمان به نسبت طولانی برای بازایی پوشش گیاهی (گراوگل استام و اش، ۲۰۰۵) و تجمع زیاد مواد آلی؛ اسپور قارچ‌ها که معرف شرایط پس از انقراض هستند (استینر و همکاران، ۲۰۰۳)، در اسلایدهای پالینولوژیکی لایه‌های آواری تریاس پیشین به وفور مشاهده می‌شوند.

بر اساس محتوای فسیلی برای بخش‌های بالایی سازند آبادیه در برش‌های مورد مطالعه سن جلفین پیشین (ابتدای ووچاپینگین)، برای سازند همبست سن جلفین پسین-دوراشامین (اواخر ووچاپینگین-چانگزینگین) و برای نهشته‌های معادل سازند الیکا، سن تریاس پیشین (ابتدای آشکوب ایندوان) پیشنهاد گردید. به دلیل رخداد



شکل ۵. تصاویر منتخب از محتوای پالینولوژیکی واحدهای پرموتریاس ناحیه آبادیه، a. *Larvigatosporites ovatus* Wilson and Webster, 1946, b,c. *Florinites balmei* Stephenson and Filatoff, 2000, d. *Alisporites nuthallensis* Clarke, 1965, e. *Vittatina lata* Wilson, 1962, f. Foraminiferal test lining, g. Fungal spores, h,i. Plant remains. طول مقیاس خطی ۳۰ میکرون است.

Fig. 5. Selected photo of Permo-Triassic palynological content at the Abadeh area, a. *Larvigatosporites ovatus* Wilson and Webster, 1946, b,c. *Florinites balmei* Stephenson and Filatoff, 2000, d. *Alisporites nuthallensis* Clarke, 1965, e. *Vittatina lata* Wilson, 1962, f. Foraminiferal test lining, g. Fungal spores, h,i. Plant remains. the length of linear scales is 300 microns.

۷- زیست‌چینه‌نگاری

در مجموعه میکروفسیل‌های یافت شده از مرز پرموتریاس ناحیه آبادیه، فرم‌های شاخصی از فرامینیفرها و پالینومرف‌ها حضور دارند که در زیست‌چینه‌نگاری طبقات پرموتریاس ایران و سایر نقاط جهان استفاده شده‌اند (برای مثال نگاه کنید به: بزرگ‌نیا، ۱۹۷۳؛ طراز و همکاران، ۱۹۸۱؛ مارکوکس و باد، ۱۹۸۶؛ لوبلیش و تاپان، ۱۹۸۸؛ لون و گرجی، ۲۰۰۸؛ استفسون و همکاران، ۲۰۰۳؛ گایلویت و واکارد، ۲۰۰۷؛ پلی‌فورد و ریگی، ۲۰۰۸؛ فنگ، ۲۰۱۱ و انشیللی-هرمن و همکاران، ۲۰۱۲)

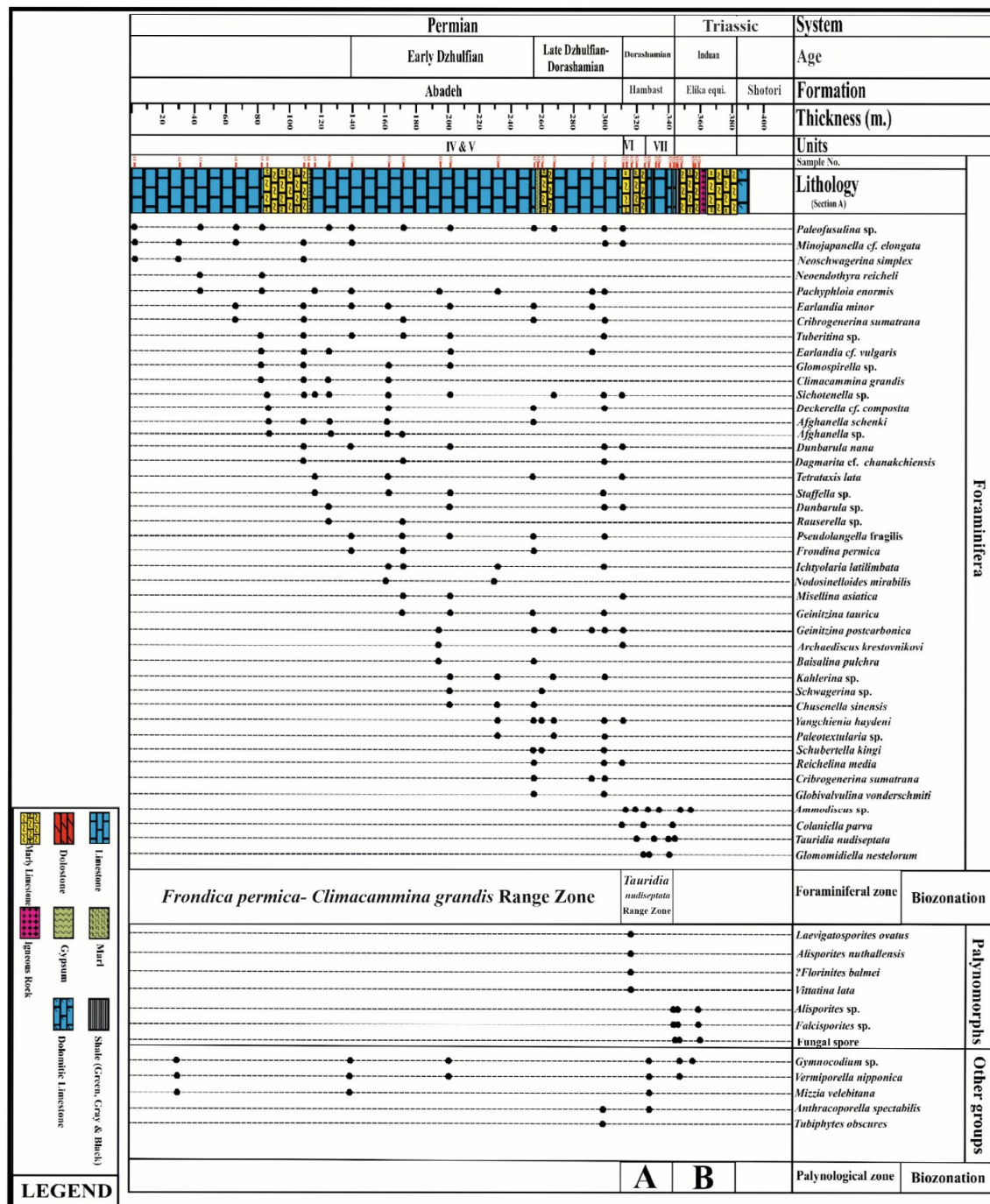
در برش چینه‌شناسی دهدق (A)، بخش‌های بالایی سازند آبادیه زون زیستی *Froncina permica*-*Climacaminia grandis* Range Zone شناسایی شد. این زون زیستی با سستبرای ۳۱۱ متر با ظهور و انقراض دو گونه مذکور

مشخص می‌شود. از فرامینیفرای همراه این زون می‌توان

به *Neoschwagerina simplex*, *Dagmarita chanakchiensis*, *Chusenella sinensis*, *Earlandia minor*, *E. vulgaris*, *Cribrogenerina sumatrana*, sp., *Paleotextularia Tuberitina* sp., *Glomospirella Sichotenella* sp., *Deckerella composita*, sp., *Afghanella* sp., *A. schenki*, *Paleofusulina* sp., *Tetrataxis lata*, *Dunbarula* sp., *D. nana*, *Staffella* sp., *Rauserella* sp., *Pseudolangella fragilis*, *Minojapanella elongate*, *Ichtyolaria latilimbata*, *Cribrogenerina* sp., *Misellina* sp., *Genitzina Taurica*, *G. postcarbonica*, *Archaeodiscus krestovnikovi*, *Baisalina pulchrea*, *Kahlerina* sp., *Schwagerina* sp., *Neoendothyra reicheli*, *Ammodiscus* sp., *Shubertella kingi*, *Glomomidiella nestellorum*, *Yangchienia haydeni* علاوه بر این، جلبک‌هایی نظیر *Gymnocodium* sp. و *Vermiporella nipponica* هم در این نهشته‌ها شناسایی

شدند. در نهشته‌های سازند همبست، زون زیستی *Tauridia nudiseptata* Range Zone شناسایی شد. این زون با سبترای ۳۲ متر با ظهور و انقراض گونه مذکور مشخص می‌شود. گونه‌های همراه این زون زیستی شامل *Nodosinelloides mirabilis*, *Pachypholia enormis*, *Reichelina media*, *Globivalvulina vonderschmitti*, *Colaniella parva* می‌شود. علاوه بر این، بر اساس حضور و گسترش پالینومرف‌های سازند همبست در برش A، یک زون زیستی تجمعی *assemblage zone A* به صورت *Laevigatosporites* غیررسمی معرفی شد که گونه‌های *ovatus*, *Alisporites nuthallensis*, *Florinites balmei*, *Vittatina lata* در آن حضور دارند.

شدند. در نهشته‌های سازند همبست، زون زیستی *Tauridia nudiseptata* Range Zone شناسایی شد. این زون با سبترای ۳۲ متر با ظهور و انقراض گونه مذکور مشخص می‌شود. گونه‌های همراه این زون زیستی شامل *Nodosinelloides mirabilis*, *Pachypholia enormis*, *Reichelina media*, *Globivalvulina vonderschmitti*,



شکل ۶. ستون چینه‌شناسی، گسترش چینه‌شناسی میکروفسیل‌ها و زون‌های زیستی معرفی شده در برش چینه‌شناسی دهداق (A)
Fig. 6. Stratigraphic section, stratigraphic range of microfossils and introduced biozones at the Dehdagh stratigraphic section (A)

Vittatina lata، یک زون زیستی تجمعی assemblage zone A به صورت غیررسمی معرفی شد. در نهشته‌های تریاس پیشین (معادل سازند الیکا) در برش چین‌شناسی B، بر اساس حضور و گسترش چین‌شناسی پالینومرف‌های *Falcisporites* sp., *Alisporites* sp. اسپور قارچ‌ها، یک زون زیستی تجمعی به سبب برای ۴۲ متر به صورت غیررسمی assemblage zone B معرفی شد. لازم به ذکر است که در این واحد سنگی هیچ فرامینیفری مشاهده نشد و تنها جلبک یافت شده از توالی تریاس در این برش چین‌شناسی، گونه *Vermiporella nipponica* است (شکل ۷).

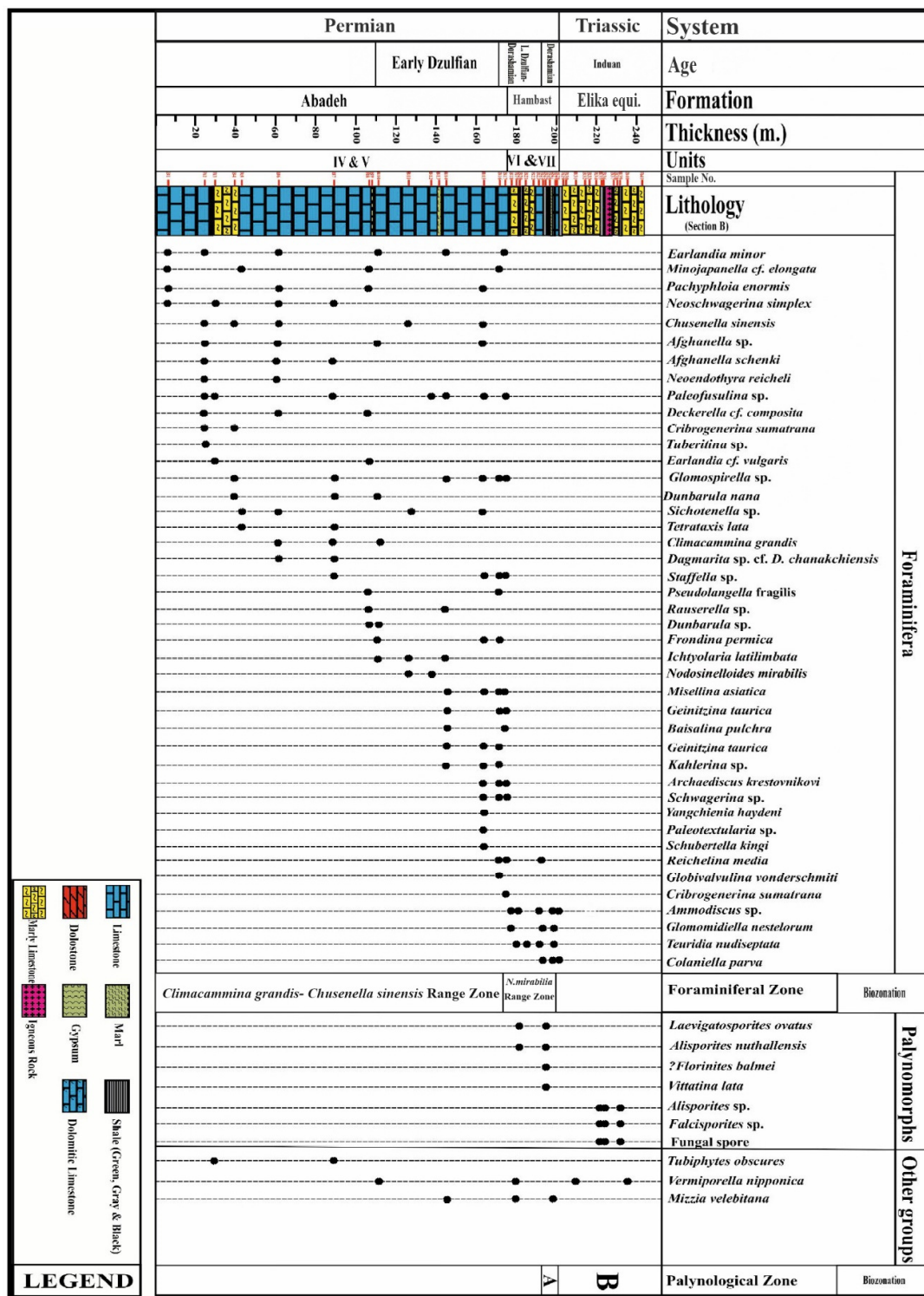
در نهشته‌های بخش‌های بالایی سازند آباد در برش چین‌شناسی شورجستان (C)، زون زیستی *Cribrogenerina sumatrana-Frondina permica* Range Zone شناسایی شد. این زون زیستی با سبب برای ۲۶۷ متر با ظهور و انقراض دو گونه ذکر شده مشخص می‌گردد. از فرامینیف‌های همراه آن می‌توان به *Neoendothyra reicheli*, *Tuberitina* sp., *Deckerella composita*, *Dagmarita chanakchiensis*, *Chusenella sinensis*, *Sichotenella* sp., *Dunbarula* sp., *D. nana*, *Earlandia vulgaris*, *Glomospirella* sp., *Climacammina grandis*, *Ichtyolari latilimbata*, *Staffella* sp., *Paleofusulina* sp., *Ammodiscus* sp., *Rausarella* sp., *Pseudolangella fragilis*, *Genitzina taurica*, *Cribrogenerina* sp., *Kahlerina* sp., *Baisalina pulchra*, *Archaeodiscus krestovnikovi*, *Yangchienia haydeni*, *Schubertella kingi*, *Glomomidiella nestellorum* و جلبک *Gymnocodium* sp. اشاره نمود. در نهشته‌های سازند همبست، زون زیستی *Pachypholia enormis* Rang Zone شناسایی شد. این زون با سبب برای ۲۷ متر با ظهور و انقراض گونه‌های ذکر شده در نام زون زیستی مشخص می‌شود. سایر میکروفسیل‌های همراه این زون شامل فرامینیف‌های بنتیک *Tauridia nudiseptata*, *Reichelina media*, *Nodosinelloides mirabilis*, *Colaniella parva* و جلبک *Mizzia velebitana* می‌شود. همچنین بر اساس حضور پالینومرف‌هایی از قبیل *Alisporites nuthallensis*, *Florinites balmei*, *Vittatina lata*، یک زون زیستی غیررسمی assemblage zone A معرفی شد. در نهشته‌های تریاس پیشین (معادل سازند الیکا) در برش چین‌شناسی C، بر اساس حضور و گسترش چین‌شناسی پالینومرف‌های *Falcisporites* sp., *Alisporites* sp. و اسپور قارچ‌ها، یک زون زیستی تجمعی به سبب برای ۴۷ متر به صورت غیررسمی assemblage zone B معرفی شد.

در نهشته‌های سازند همبست در برش چین‌شناسی A، جلبک‌های *Gymnocodium* sp., *Vermiporella nipponica*, *Mizzia velebitana*, *Anthracooporella spectabilis* هم شناسایی شدند. در نهشته‌های معادل سازند الیکا در این برش چین‌شناسی، گونه فرامینیف‌های *Globivalvulina vonderschmitti* و جلبک‌های *Vermiporella nipponica* و *Gymnocodium* sp. حضور دارند. همچنین در نهشته‌های مذکور پالینومرف‌هایی از قبیل *Alisporites* sp. و *Falcisporites* sp. و اسپور قارچ‌ها یافت می‌شود. بر اساس گسترش چین‌شناسی پالینومرف‌ها، یک زون زیستی تجمعی به صورت غیررسمی assemblage zone B با سبب برای ۳۸ متر معرفی شد (شکل ۶).

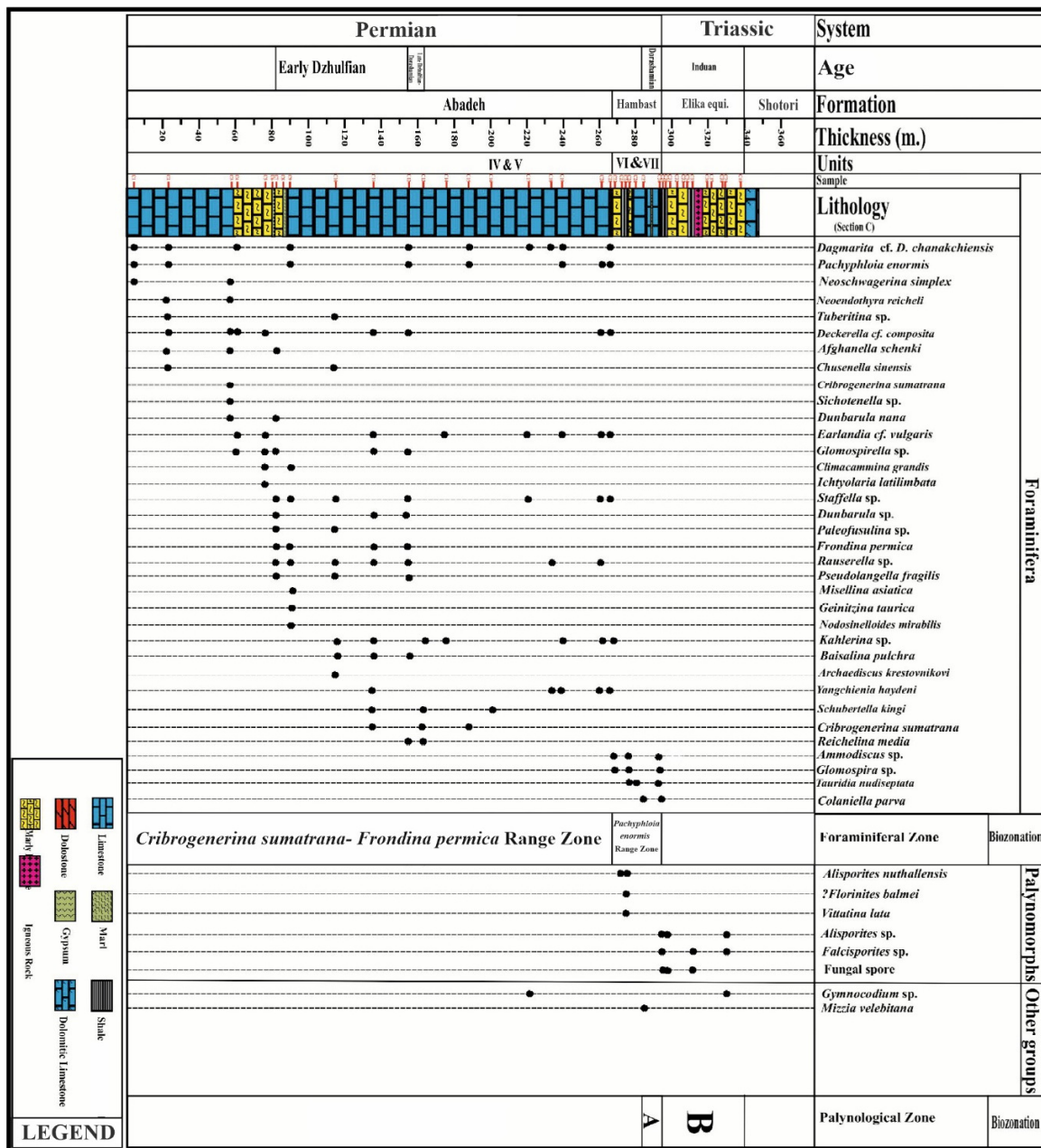
در برش چین‌شناسی شمال آباد (B)، در نهشته‌های سازند آباد، زون زیستی *Climacammina gaudis-Chusenella sinensis* Rang Zone شناسایی شد. این زون زیستی با سبب برای ۱۷۷ متر با ظهور و انقراض دو گونه ذکر شده در بالا معرفی می‌شود. از فرامینیف‌های همراه این زون می‌توان به *Cribrogenerina sumatrana*, *Neoschwagerina simplex*, *Earlandia minor*, *Earlandia vulgaris*, *Paleotextularia* sp., *Afghanella schneki*, *Neoendothyra reicheli*, *Dagmarita chanakchiensis*, *Deckerella composita*, *Cribrogenerina* sp., *Tuberitina* sp., *Dunbarula nana*, *Sichotenella* sp., *Teyrataxis lata*, *Frondina permica*, *Minojapanella elongate*, *Staffella* sp., *Dunbarula* sp., *Afghanella* sp., *Ichtyolaria latilimbata*, *Ammodiscus* sp., *Misellina* sp., *Genitzina taurica*, *Baisalina pulchra*, *Genitzina postcarbonica*, *Kahlerina* sp., *Archaeodiscus krestovnikovi*, *Schwagerina* sp., *Yangchienia haydeni*, *Paleofusulina* sp., *Schubertella kingi*, *Glomomidiella nestellorum* و از جلبک‌ها می‌توان به *Vermiporella nipponica* و *Tubiphytes obscures* اشاره کرد. در سازند همبست، زون زیستی *Nodosinelloides mirabilis* Range Zone شناسایی شد. این زون با سبب برای ۲۵ متر با ظهور و انقراض گونه ذکر شده متمایز می‌شود. فرامینیف‌های بنتیک همراه آن شامل *Pachypholia enormis*, *Reichelina media*, *Globivalvulina vonderschmitti*, *Tauridia nudiseptata*, *Colaniella parva* و جلبک‌های *Vermiporella nipponica*, *Mizzia velebitana* می‌شود. همچنین بر اساس حضور و گسترش چین‌شناسی پالینوفلورایی از قبیل *Laevigatosporites ovatus*, *Alisporites nuthallensis*, *Florinites balmei*,

این برش چینه‌شناسی، گونه *Gymnocodium* sp. است (شکل ۸).

لازم به ذکر است که در این واحد سنگی هیچ فرامینیفری مشاهده نشد و تنها جلبک یافت شده از توالی تریاس در



شکل ۷. ستون چینه‌شناسی، گسترش چینه‌شناسی میکروفسیل‌ها و زون‌های زیستی معرفی شده در برش چینه‌شناسی شمال آباد (B)
 Fig. 7. Stratigraphic section, stratigraphic range of microfossils and introduced biozones at the North Abadeh section (B)



شکل ۸. ستون چینه‌شناسی، گسترش چینه‌شناسی میکروفسیل‌ها و زون‌های زیستی معرفی شده در برش چینه‌شناسی شورجستان C
 Fig. 8. Stratigraphic section, stratigraphic range of microfossils and introduced biozones at the Shurjistan stratigraphic section (c)

زون زیستی تجمع *Ichtyolaria- Frondina* assemblage zone در پاره‌سازند ۵ سازند آباد در برش چینه‌شناسی اسفه در ناحیه شهرضا (پرتوآذر، ۲۰۱۰)، *Reichellina-Codonofusiella* assemblage zone واحد B طبقات خاچیک در برش الگوی ناحیه جلفا (استپانوف، ۱۹۶۹) و همچنین با *Codonofusiella- Kwangsiana* assemblage zone در پاره‌سازند ۵ سازند

۸- تطابق زیستی توالی‌های مورد مطالعه با سایر نقاط ایران و جهان
 مجموعه فسیلی و زون‌های زیستی معرفی شده از بخش‌های بالایی سازند آباد در سه برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دارای اشتراکات بسیاری با زون‌های زیستی معرفی شده برای این واحد سنگی در سایر نواحی ایران است. به عنوان مثال، این مجموعه فسیلی قابل قیاس با

توجه به وقوع انقراض بزرگ انتهای پرمین، طبقات تریاس پیشین در سرتاسر جهان فقیر از فسیل هستند. در برش‌های چینه‌شناسی طبقات معادل سازند الیکا، محتوای فسیلی محدود به یک گونه فرامینیفرا، دو گونه پالینومرف و مقادیر زیادی از اسپور قارچ‌ها می‌شود.

۹- نتیجه‌گیری

۱- توالی چینه‌شناسی پرمین- تریاس در برش‌های مورد مطالعه از سازندهای آباده، همبست و نهشته‌های معادل سازند الیکا تشکیل شده است. سازند آباده از سنگ‌آهک‌های جلبکی خاکستری تیره، صخره‌ساز و سنگ‌آهک مارنی همراه با میان لایه‌های مارنی تشکیل شده است. سازند همبست در قاعده از سنگ‌آهک مارنی با میان لایه‌هایی از شیل‌های نازک لایه خاکستری (حاوری پالینومرف)، سبز و سرخ رنگ تشکیل شده است که به سمت بالا به سنگ‌آهک‌های سرخ تا ارغوانی همراه با میان لایه‌هایی از شیل‌های قرمز و خاکستری و افق‌های نازکی از ژپس با ستبرای ۳۰-۱۰ سانتی‌متر تغییر رخساره می‌دهد. نهشته‌های تریاس پیشین با شیل‌های ارغوانی تا خاکستری با ستبرای ۵/۰ متر آغاز می‌شود که بر روی آن سنگ‌آهک‌های مارنی حاوی ماکروفسیل‌های گاستروپود و دوکفه‌ای، شیل‌های الوان و سنگ‌های آتشفشانی وجود دارد. بر اساس شواهد صحرایی، مرز میان این واحدهای سنگی در برش‌های مورد مطالعه پیوسته است.

۲- بر اساس حضور گونه‌های شاخص فرامینیفرا و پالینومرف‌ها، برای سازند آباده سن ابتدای دور لوپینگین (ابتدای ووچیاپینگین)، برای سازند همبست سن جلفین پسین- دوراشامین (اواخر ووچیاپینگین- چنگزینگین) و برای نهشته‌های معادل سازند الیکا سن تریاس پیشین (گریسباکین یا ابتدای ایندوان) پیشنهاد گردید.

۳- در برش چینه‌شناسی خاور آباده (A)، در بخش‌های بالایی سازند آباده زون زیستی *Fronidina perica*- *Climacamminia grandis* Range Zone شناسایی شد. این زون زیستی با ستبرای ۳۱۱ متر با ظهور و انقراض دو گونه مذکور مشخص می‌شود.

در نهشته‌های سازند همبست زون زیستی *Tauridia nudiseptata* Range Zone شناسایی شد. این زون با ستبرای ۳۲ متر با ظهور و انقراض گونه مذکور مشخص

آباد در برش الگو (طراز و همکاران، ۱۹۸۱) است. علاوه بر این، یافته‌های فسیلی سازند آباده در برش‌های مورد مطالعه دارای اشتراک زیادی با محتوای فسیلی گزارش شده از طبقات هم‌ارز در پهنه زاگرس است (زانینتی و همکاران، ۱۹۷۹). بهارلویی یانچشمه (۲۰۱۱) از نهشته‌های بخش‌های بالایی سازند دالان، زون زیستی *Paraglobivalvulina mira* را معرفی نمودند که دارای اشتراکاتی در محتوای فسیلی شامل *Ichtyolaria latilimbata*, *Fronidina permica*, *Mizzia velebitana*, *Staffella* sp., *Dagmaria chanackiensis* با زون زیستی غیررسمی معرفی شده در نهشته‌های مورد مطالعه را دارد. همچنین محتوای فسیلی گزارش شده در این پژوهش با یافته‌های حاصل از مطالعات باغبانی (۱۹۹۳) گروه تحقیقاتی ایران و ژاپن (۱۹۸۱) و محتاط آقایی و واکارد (۲۰۰۵) دارد. در نهشته‌های به تقریب هم‌ارز کشور عمان (کوهر و همکاران، ۲۰۱۰)، دارای اشتراکاتی شامل *Globivalvulina* sp., *Staffella* sp., *Reichelina* sp. با برش‌های مورد مطالعه در این پژوهش هستند. در نهشته‌های سازند همبست در برش‌های چینه‌شناسی سه‌گانه، بر اساس الگوی پراکندگی چینه‌شناسی فرامینیفرا (*Tauridia nudiseptata* Range Zone, *Nodosinelloides mirabilis* Range Zone, *Pachyphloia enormis* Range Zone, *Reichelina media* Range Zone, *Globivalvulina vonderschmitti* Range Zone) قابل قیاس با مجموعه فسیلی یافت شده از نهشته‌های آشکوب چانگیزگین سازند غیررسمی شهررضا (پرتوآذر، ۲۰۱۰)، جنوب چین (سونگ و همکاران، ۲۰۰۷)، ژاپن (ایشی و همکاران، ۱۹۷۵)، ویتنام (سیدو، ۱۹۷۷؛ وین، ۱۹۸۰) و یونان (واکارد و همکاران، ۲۰۰۸) است. زون‌های زیستی ذکر شده در بالا با زون‌های زیستی *Reichelina media*- *Nanlingella* در پژوهش باغبانی (۱۹۹۳ و ۱۹۹۶)، زون زیستی *Reichelina* در مطالعه محتاط آقایی و واکارد (۲۰۰۵)، زون زیستی *Colaniella parva* در پژوهش پرتوآذر (۱۹۹۲) زون زیستی *Palaeofusulina sinensis*- *Colaniella parva* در تحقیق واکارد و همکاران (۲۰۰۲) است. همچنین زون زیستی غیررسمی *assemblage zone A* معرفی شده در ناحیه شورجستان (برش C)، دارای گونه‌های مشترکی با پالینوفلورای پرمین پسین عربستان سعودی (استفنسون و همکاران، ۲۰۰۳؛ *OSPZ6 assemblage zone*) است. با

References

- Aghanabati, S. A (2004) Geology of Iran, Geological Survey of Iran, 606 p. (in Persian).
- Aghanabati, S. A (2009) Stratigraphic lexicon of Iran, V. 3: Triassic, Geological Survey of Iran, 747. (in Persian).
- Baghbani, D (1993) Permian deposits biostratigraphy in Zagros basin, SW Iran, National Iranian Oil Company, Report No. 1796, 670. (in Persian).
- Baghbani, D (1996) Lithostratigraphy and biostratigraphy at the Abadeh-Shahreza and Julfa, Unpublished Ph. D Thesis of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 168 p. (in Persian).
- Baharloi Yancheshmeh, S (2011) Biostratigraphy, sequence stratigraphy and depositional environment of upper part of Dalan Fm. and Kangan Fm. at the Lavan gas field (Persian Gulf), Unpublished Ph. D Thesis of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 179 p. (in Persian).
- Bando, Y (1979) Upper Permian and Lower Triassic ammonoids from Abadeh, central Iran, Mem. Fac. Edu. Kagawa University, 29 (2): 103-138.
- Bozorgnia, F (1973) Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of Central and East Alborz mountains (Iran), National Iranian Oil Company Publications, Report No. 4. 280 p.
- Clarke, R. F. A (1965) British Permian saccate and monosulcate miospores, Palaeontology, 8: 322-354.
- Colani, M (1924) Nouvelle contribution à l'étude des fusulinidés de l'Extrême-Orient. Mémoires du Service géologique de l'Indochine, 11(1): 9-199.
- Feng, L., Huaicheng, Z. and Shu, O (2011) Taxonomy and biostratigraphy of Pennsylvanian to Late Permian megaspores from Shanxi, North China, Review of Palaeobotany and Palynology, 165: 135-153.
- Flügel, H (1971) Upper Permian corals from Julfa, Geological Survey of Iran, Report No. 19: 109-139.
- Fujimoto, H. and Kanuma, M (1953) Minojapanella, A new genus of Permian Fusulinids. Journal of Paleontology, 27 (1): 150-152.
- Gaillot, J. and Vachard, D (2007) The Khuff Formation (Middle East) and time equivalents in Turkey and South China: biostratigraphy from Capitanian to Changhsingian times (Permian), new foraminiferal taxa and palaeogeographical implications, Coloquios de Paleontologia, 54: 37-223.
- Grauvogel-Stamm, L. and Ash, S. R (2005) Recovery of the Triassic land flora from the end-Permian life crisis. Comptes Rendus Paleontology, 4: 593-608.
- می‌شود. بر اساس حضور و گسترش پالینومرف‌های سازند همبست در برش A، یک زون زیستی تجمعی assemblage zone A به صورت غیررسمی معرفی شد. در نهشته‌های معادل سازند الیکا در این برش، بر اساس گسترش چینه‌شناسی پالینومرف‌ها، یک زون زیست تجمعی به صورت غیررسمی assemblage zone B سترای ۳۸ متر معرفی شد.
- ۴- در برش چینه‌شناسی شمال آباد (B)، در نهشته‌های بخش بالایی سازند آباد، زون زیستی Climacamina Range Zone گاندیس- Chusenell sinensis شناسایی شد. در سازند همبست، زون زیستی Nodosinelloides Range Zone mirabilia شناسایی شد. این زون با سترای ۲۵ متر با ظهور و انقراض گونه ذکرشده متمایز می‌شود. همچنین بر اساس حضور و گسترش چینه‌شناسی پالینوفلورایی از قبیل Laevigatosporites ovatus, Alisporites nuthallensis, Florinites balmei, Vittatina lata، یک زون زیستی تجمعی assemblage zone A به صورت غیررسمی معرفی شد. در نهشته‌های تریاس پیشین (معادل سازند الیکا) در برش چینه‌شناسی B، بر اساس حضور و گسترش چینه‌شناسی پالینومرف‌های Alisporites sp., Falcisporites sp. و اسپور قارچ‌ها، یک زون زیستی تجمعی به سترای ۴۲ متر به صورت غیررسمی معرفی شد.
- ۵- نهشته‌های بخش‌های بالایی سازند آباد در برش چینه‌شناسی شورجستان (برش C)، زون زیستی Cribrogenerina sumatrana- Frondiana permica Range Zone شناسایی شد. در نهشته‌های سازند همبست، زون زیستی Pachypholia enormis Range Zone شناسایی شد. علاوه بر این، بر اساس حضور پالینومرف‌هایی از قبیل Alisporites nuthallensis, Florinites balmei, Vittatina lata، یک زون زیستی غیررسمی assemblage Zone A معرفی شد.
- ۶- مجموعه فسیلی و زون‌های زیستی معرفی شده از سازندهای آباد، همبست و الیکا در سه برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دارای اشتراکات بسیاری با زون‌های زیستی معرفی شده برای نهشته‌های هم‌ارز در سایر نواحی ایران (نواحی آباد، شهرضا و جلفا) و جهان (عربستان سعودی، عمان، یونان، چین، ژاپن و ویتنام) است.

- Heuer, F. M., Leda, L., Moradi-Salimi, H., Hairapetian, V. and Korn, D (2021) The Permian-Triassic boundary section at Baghuk Mountain, Central Iran: carbonate microfacies and depositional environment. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 102 (2).
- Iranian-Japanese Research Group (1981) The Permian and the Lower Triassic systems in Abadeh region, Central Iran, Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series on Geology and Mineralogy, 47: 66-133.
- Ishii, K., Bando, Y., Okimura, Y. and Tokuoka, T (1975) The Upper Permian and Lower Triassic in Kashmir, India. Memoirs of the Faculty of Science. Kyoto University. Series of Geology and Mineralogy, 42 (1): 1-106.
- Kholghi Khosraghi, M. H (2008) Geological map of Abadeh, scale: 1:100,000, Geological Survey of Iran.
- Kochansky-Devide, V. and Herak, M (1960): On the Carboniferous and Permian dasycladaceae of Yugoslavia. *Geol. Vjesnik*, 13: 65-96.
- Koehrer, B., Zeller, M., Aigner, T., Poepplereiter, M., Milroy, P., Forke, H. and Al-Kindi, S (2010) Facies and stratigraphic framework of a Khuff outcrop equivalent: Saiq and Mahil formations, Al Jabal Al-Akhdar, Sultanate of Oman, *GeoArabia*, 15 (2): 91-156.
- Kozur, H. W (2004) Pelagic Uppermost Permian and the Permian-Triassic Boundary Conodonts of Iran, Part I: Taxonomy. *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, 18: 39-68.
- Leven, E. and Gorgij, M. N (2008) New data about the Permian section and fusulinids in the Kalmard area (central Iran, Yazd provinces), *Permophiles*, 51: 22-27.
- Loeblich, A. R. and Tappan, J. H (1988) Foraminiferal genera and their classification, Van Nostrand Reinhold co. vol 2, New York, 869 p.
- Lucas, S. G., and Spielmann, J. A (2007) The Global Triassic, New Mexico Museum of National History and Science, University of Chicago, 415 p.
- Lucas, S. G (2000) The epicontinental Triassic, an overview. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I*, (7-8): 475-496.
- Marcoix, J. and Baud, A (1986) The Permo-Triassic boundary in the Antalya Nappes (Western Taurides, Turkey). *Memoir Delta Societa Geologica Italian*, 34: 243-252.
- Mohajjel, M., Frgusson, C. L. and Sahandi, M. R (2003): Cretaceous-Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj- Sirjan Zone, western Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21: 397-412.
- Mohtat-Aghai, P. and Vachard, D (2005) Late Permian foraminiferal assemblages from the Hambast region (Central Iran) and their Extinction. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 37: 205-227.
- Navaei, M., Yousefi, T., Sedaghat, M. E., Hamzehpour, B. and Alavi, M (1996) Geological map of Boroujen, scale: 1:250,000, Geological Survey of Iran.
- Noroozpour, H., Yousefi Rad, M., Arian, M., Solgi, A. and Nezam Vafa, N (2013) Permo-Triassic deposits of Shorjestan area, Central Iran: The palynological report of the greatest Phanerozoic disaster in Iran, *Disaster Advances*, 6 (2): 48-53.
- Ozawa, Y (1927) Stratigraphical studies of the Fusulina limestone of Akasaka, Province of Mino. *Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section 2*. 2 (3): 121-164.
- Partoazar, H (1992) Changhsingian stage equivalent Dorashamian stage in East of Iran, discovering of Colaniella sp. and Its Biostratigraphic Importance, *Geosciences*, 3: 44-53. (in Persian).
- Partoazar, H (1995) Permian System in Iran, Geological Survey of Iran, No. 22, 340 p. (in Persian).
- Partoazar, H (2002) Permian-Triassic boundary conodonts from Julfa-Abadeh belt along NW and central Iran, *Permophiles*, 41: 34-40.
- Partoazar, M. R (2009) Microbiostratigraphy of Permian- Triassic boundary at the Esfeh section, Shahreza area and comparing with Abadeh and Julfa sections base on foraminifera, Unpublished Ms.C thesis of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 103 p (in persian).
- Partoazar, M. R (2010) Considering of Permo-Triassic Boundary at the Esfeh Section, NE Shahreza (Central Iran), *Geosciences*, 75: 13-18. (in Persian).
- Playford, G. and Rigby, J. F (2008) Permian palynoflora of the Ainim and Aidun formations, West Papua, *Revista Espanola de Micropaleontologia*, 40 (1-2): 1-57.
- Reitlinger, E. A (1965) Development of foraminifera in the late Permian and early Triassic epochs in the the territory of Transcaucasia. *Академия наук СССР Вопросы микропалеонтологии-Akademy Nauk SSSR Voprosy Mikropaleontologii*. 9: 45-70.
- Rieben, H. (1934) Contribution a geological de l' Azerbeidjan Ierson, D. Soc. Neuchatel. Sci, Nat., 59: 19-144.
- Sakagami, S (1980) Permian Ectoprocta (Bryozoa) from the Abadeh region, Central Iran, *Paleontology society of Japan*, 18: 269-289.
- Schneebeili-Hermann, E., Hochui, P.A., Bucher, H., Goudemand, N., Bruhwiler, T. and Galfetti, T (2012) Palynology of the Lower Triassic succession of Tulong, South Tibet- Evidence for

- early recovery of gymnosperms, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 341: 12-24.
- Schubert, J. K. and Bottjer, D. J (1992) Early Triassic Stromatolites as post mass extinction disaster forms, *Geology*, 20: 883-886.
- Sedaghat, M. E., and Shaverdi, T (1999) Geological Map of Shurjistan (No. 6452), Scale 1:100.000, Geological Survey of Iran.
- Shahinfar, S (2020) The biotic turnover and depositional environment change in the late Middle Permian and across the Guadalupian-Lopingian boundary in western Tethys, Abadeh region, Iran, Unpublished Ph. D thesis of Geology, Lorestan University (in persian).
- Shahinfar, S., Yousefi Yeganeh, B., Arefifard, S., Vachard, D. and Payne, J. L (2020) Refined foraminiferal biostratigraphy of upper Wordian, Capitanian, and Wuchiapingian strata in Hambast Valley, Abadeh region (Iran), and paleobiogeographic implications, *Geological Journal*.
- Shahrabi, M (1999) Triassic in Iran, *Geological Survey of Iran*, 282 p. (in Persian).
- Shen, S. Z., and Mei, S. L (2010) Lopingian (Late Permian) high-resolution conodont biostratigraphic in Iran with comparison to South China zonation. *Geological Journal*, 45: 135-161.
- Song, H. J., Tong, J. N., Zhang, K. X., Wang, Q. X. and Chen, Z. Q (2007) Roraminiferal survivors from the Permian-Triassic mass extinction in the Meishan section, South China, *Palaeoworld*, 16: 105-119.
- Spandel, E (1901) Die Foraminiferen des Permo-Carbon von Hooser, Kansas, Nord Amerika. In: Forster S., v., Versen M., Frankenburger A. (eds.), Saecular-Feier der Naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg 1801-1901, Festschrift. U.E. Sebal, Nürnberg, 175-194.
- Stampfli, G. M. and Borel, G. D (2002) A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrones, *Earth and Planetary Science Letters*, 196: 17-33.
- Steiner, M. B., Eshet, Y., Rampino, M. R., Schwindt, D. M (2003) Fungal abundance spike and the Permian-Triassic boundary in the Karoo Supergroup (South Africa). *Palaeogeog. Palaeoclimatol. Palaeoecol*, 194: 405-414.
- Stepanov, D. L., Golshani, F. and Stocklin, J (1969) Upper Permian and Permian-Triassic Boundary in North Iran, *Geological Survey of Iran, Report*, 12: 148 p.
- Stephenson, M. H. and Filatoff, J (2000) Description and correlation of late Permian palynological assemblages from the Khuff Formation, Saudi Arabia and evidence for the duration of the pre-Khuff Hiatus, In: S. Al-Hajri and B. Owens (Eds.), *Stratigraphic Palynology of the Paleozoic of Saudi Arabia. GeoArabia Special Publication 1*, Gulf PetroLink, Bahrain, 192-215.
- Stephenson, M. H., Osterloff, P. L. and Filatoff, J (2003) Palynological biozonation of the Permian of Oman and Saudi Arabia: progress and challenges. *GeoArabia*, 8 (3): 467-496.
- Stöcklin, J (1968) Structural history and tectonics of Iran: a review. *AAPG bulletin*, 52(7): 1229-1258
- Stöcklin, J (1971) *Stratigraphic Lexicon of Iran, Part I: North and East Iran*, Geological Survey of Iran, Report No. 18: 384 p.
- Sweet, W. C., Zunyi, Y., Dickins, J. M. and Hongfu, Y (1992) Permo-Triassic events in the eastern Tethys- an overview, In: *Permo-Triassic Events in the Eastern Tethys* (Eds: Sweet, W.C., Zunyi, Y., Dickins, J. M. and Hongfu, Y.), Cambridge University Press.
- Taraz, H (1969) Permo-Triassic section in central Iran, *American Association Petroleum Geology Bulletin*, 53: 688-693.
- Taraz, H (1971) Uppermost Permian and Permo-Triassic transition beds in central Iran, *American Association Petroleum Geology Bulletin*, 55: 1280-1294.
- Taraz, H (1974) *Geology of the Surmaq-Deh Bid Area, Abadeh Region, Central Iran*, Geological Survey of Iran. Reports, 37: 1-148.
- Taraz, H., Aghanabati, S. A., Amidi, M., and Nabavi, M. H (1983) Geological map of Abadeh, scale: 1:250.000, Geological Survey of Iran.
- Taraz, H., Golshani, F., Nakazawa, K., Shimizu, D., Bando, Y., Ishii, K., Murata, M., Okimura, Y., Sakagami, S., Nakamura, K. and Tokuoka, T (1981) The Permian and Lower Triassic systems in Abadeh region, Central Iran: Kyoto University, *Geology and Mineralogy series, Faculty of Sciences Memoirs*, 47: 66-133.
- Teichert, C., Kummel, B. and Sweet, W (1973) Permian-Triassic strata, Kuh-e-Ali Bashi, Northwestern Iran, *Bull. Mus. Com. Zool.*, 145 (8): 359 - 472.
- Thompson, M. L (1946) Permian Fusulinids from Afghanistan. *Journal of Paleontology*, 20 (2): 140-157.
- Vachard, D., Hauser, M., Martini, R., Zaninetti, L., Matter, A. and Peters, T (2002) Middle Permian (Midian) foraminiferal assemblages from the Batain Plain (Eastern Oman): their significance to Neotethyan paleogeography. *Journal of Foraminiferal Research*, 32 (2): 155-172.
- Vachard, D., Rettori, R., Angiolini, L. and Checconi, A (2008) *Glomomidiella* Gen. N. (Foraminifera, Miliolata, Neodiscidae) a new genus from the Late Guadalupian- Lopingian of Hydra Island (Greece), *Journal of Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 114 (3): 349-361.

- Volz, W (1904) Zur Geologie von Sumatra: Beobachtungen und Studien. Geologische und palaeontologische Abhandlungen. 6: 87-196.
- Wilson, M. R (1962) Plant spores and other microfossils from Upper Devonian and Lower Mississippian rocks of Ohio, United States Geological Survey, Professional Paper, 364: 1-93.
- Yousefi Rad, M., and Noroozpour, H (2015) Depositional environment and Sequence stratigraphy Permo-Triassic deposits at the Abadeh area, 34th National and 2th international Symposium of Geoscience, Tehran, Iran (in Persian).
- Yousefi Rad, M., and Noroozpour, H (2016) Depositional environment of Permo-Triassic succession at the Ramshe stratigraphic section, (North of Fars Province), 19th Symposium of Geology of Iran Association and 9th National Symposium of Geology of Payame Noor University (in Persian).
- Yousefi Rad, M., and Noroozpour, H (2017) Paleocology of Permo-Triassic boundary according to palynoflora in Shourjestan, Iran, International Journal of Geography and Geology, 6 (1): 8-17.
- Yousefi, M. and Joudaki (2014) Maceration of Palynological slides, Geoscience and Mining, Geological Survey of Iran, 149: 33-35 (in Persian).
- Zaninetti, L., Whittaker, J. and Altiner, D (1979) The occurrence of *Shanita amosi* Brönnimann, Whittaker and Zaninetti (Foraminiferida) in the late Permian of the Tethyan region. Notes du Laboratoire de Paleontologie de l'Universite de Geneve, 5 (1): 1-7.

Biostratigraphy of Permo-Triassic succession at the Abadeh area, North of Fars Province

H. Noroozpour^{1*}, M. Yousefi Rad², M. Arian³ and A. Solgi⁴

1- Assist. Prof., Dept., of Geology, Faculty of Science, Payame Noor University, Tehran, Iran

2- Assoc. Prof., Dept., of Geology, Arak University of Technology, Arak, Iran

3- Prof., Faculty of Converging Sciences and Technologies, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

4- Assoc. Prof., Faculty of Converging Sciences and Technologies, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

* Hamidehnoroozpour@pnu.ac.ir

Received: 2024.3.14 Accepted: 2024.7.20

Abstract

In this research, Permo-Triassic boundary was studied in three stratigraphic sections at Abadeh area (Fars Province). For microfossils identification, was taken 170 samples from limestone strata (for foraminifera and algae) and 15 fine-grained clastic samples (for palynomorph identification) from upper parts of the Abadeh fm., the Hambast fm., and lower parts of the Elika Fm. (equivalent deposits). The study of thin sections and palynological slides led to identification of 48 species belong 43 genera of foraminifera and algae and 7 species belong to 6 genera of palynoflora. Based on appearance and stratigraphy range of foraminifera in the upper parts of the Abadeh fm., four biozone including *Frondina permica*-*Climacammina grandis* Range Zone, *Climacammina grandis*-*Chusenella sinensis* Range Zone, *Cribrogenerina sumatrana*-*Frondina permica* Range Zone, *Frondica permica* Range Zone were proposed to early Julfian (early Wuchiapingian). In Hambast formation, based on foraminifera stratigraphic range three biozone including *Tauridia nudiseptata* Range Zone, *Nodosinelloides mirabilis* Range Zone, *Globivalvulina vonderschmitti* Range Zone were identified and base on palynoflora stratigraphic range in this formation, was introduced informally an assemblage zone A and for these deposits was suggested late Julfian-Durashamian (late Wuchiapingian- Changhsingian). In equivalent deposits of Elika Formation was identified foraminifera (*Globivalvulina Vonderschmitti*) and palynomorphs (*Alisporites* sp., *Falcisporites* sp.), spore and fungi. Based on stratigraphic range of palynoflora, was introduced an informal biozone assemblage zone B. Based on presence of fungal spores, the same dip, gradational of Permian-Triassic deposits boundary and absence of retrogradation and unconformity evidences, for equivalent deposits of Elika Formation was suggested Early Triassic (Induan). In this research, introduced biozones, have well correlation with introduced biozones from another region of the Iran and world.

Keywords: Abadeh Formation, Hambast Formation, Elika Formation, Late Permian, Early Triassic

Introduction

Permian and Triassic deposits have been reported from different parts of Iran. The Permian to Triassic transition is discontinuous in most parts of the Iran and world. In very few cases such as Iran (e.g., southern areas of Amol, Abadeh, Shahreza, Dehbid, and Jolf a), Azerbaijan, south China and Russia, this boundary is gradational and continuous. According to great similarity of Permo-Triassic deposits in Iran, seems as a result of the closure of the Paleo-Tethys Ocean in late Permian, a sedimentary basin has been created by North West-South East from the Jolfa area

to Hambast mountain range, which sediment of Permian-Triassic transition have been deposited continuously. This research determines relative age of Permo-Triassic boundary deposits based on microfossils studies in the Abadeh area.

Material and Methods

In order to study of Permian to Triassic transition, three stratigraphic sections were selected from the end of Abadeh-Hambast belt in the Abadeh and Shorejestan areas in north of Fars Province. Overall, from outcrops of upper parts of the

Abadeh formation, Hambast formation and equivalent deposits of Elika Formation, 170 carbonate samples was taken for study of foraminifera and algae, and 15 fine-grained clastic samples (shale and black-gray siltstone) were taken for identification of palynomorphs systematic. All steps of palynomorphs preparation from sediments done by HCl-HF-HCl acids and other common methods in palynology. Stratigraphic columns design and time range of microfossils conducted by Corel Draw 2022, redraw of geological map conducted by ArcGIS 10.5, and finally illustration of field images conducted by Photoshop 2020 and Panorama Maker 6.0.

Geographical and geological location of studied stratigraphic sections were shown in Figure 1. The studied sections are located in north of the Fars Province and Abadeh city: (1) east of Abadeh (section A), (2) north of Abadeh (section B) and northeast of Shurjestan village (section C). Based on geological subdivision of Iran, the studied area is located in the Sanandaj-Sirjan zone. Also, in subdivision of Sanandaj-Sirjan zone modified by Mohajjel et al. (2003), this area is located in complex deformation subzone which covered by late Paleozoic and early Mesozoic rocks. These are covered by quadrangles of the Abadeh (e.g., Taraz et al., 1983) and the Borojen (e.g., Navai et al., 1996) and the Abadeh and Shorejestan sheets.

Discussion and Results

Study of microscopic thin sections and palynological slides prepared from Permian and Triassic sequences in the Abadeh area, were identified 48 species belonging to 43 genera of benthic foraminifera. Identified foraminifera including:

Ammodiscus sp., *Glomospirella* sp., *Glomomidiella nestellorum*., *Tuberitina* sp., *Earlandia minor*., *Earlandia vulgaris*., *Colaniella parva*., *Pachypholia enormis*., *Climacammina grandis*., *Cribrogenerina* sp., *Cribrogenerina sumatrana*., *Deckerella composita*., *Palaeotextularia* sp., *Globivalvulina vonderschmiti*., *Dagmarita* cf. *chanakchiensis*., *Neoendothyra reicheli*., *Textularia lata*., *Reichelina media*., *Sichotenella* sp., *Rausserella* sp., *Dunbarula nana*., *Dunbarula* sp., *Schubertella kingi*., *Minojapanella* cf. *elongate*., *Palaeofusulina* sp., *Yangchienia haydeni*., *Chusenella*

sinensis., *Schwagerina* sp., *Staffella* sp., *Misellina* sp., *Kahlerina* sp., *Neoschwagerina simplex*., *Afghanella schenki*., *Afganella* sp., *Archaediscus krestovnikovi*., *Genitzina taurica*, *Genitzina postcarbonica*., *Baisalina pulchra*., *Fronidina permica*., *Nodosinelloides mirabilis*., *Tauridia nudiseptata*., *Psedolangella fragilis*., *Ichtylaria latilimbata*.

Genera and species of algae including:

Gymnocodium sp., *Mizzia velebitana*., *Vermiporella nipponica*., *Anthracooporella spectabilis*., *Tubiphytes obscures*.

And were identified 6 species belonging to 5 genera of spores and pollen including:

Laevigatosporites sp., *Florinites* sp., *Alisporites nuthallensis*., *Alisporites* sp., *Falcisporites* sp., *Vittatina lata*., *Florinites balmei*.

The most of identified foraminifers belong to the Abadeh formation and they have been reported in lower amount than the Hambast formation. Due to great extinction of late Permian, early Triassic strata are poor in fossils all over the world. In clastic layers of Hambast formation, were identified monolet spores such as *Laevigatosporites ovatus* Wilson, 1962, monosaccate pollen *Florinites balmei* Stephenson and Filatoff, 2000, bisaccate pollen *Alisporites nuthallensis* Clarke, 1965 and *Vittatina lata* Wilson, 1962. From equivalent deposits of Elika Formation in studied sections, there are only a foraminifer specie *Globivalvulina vonderschmiti*, some algae spore, fungus and bisaccate pollan *Alisporites* sp. *Falcisporites* sp. Based on fossil contents was suggested for upper parts of the Abadeh formation in studied sections early Julfian for the Hambast formation, late Julfian-Durashamin, and for equivalent deposits of the Elika Formation early Triassic (Indoan). According to great extinction in boundary of Permian- Triassic and long period of time for vegetation recovery (Grauvogel-Stamm and Ash, 2005) and organic matter, spore and fungi that are represented post-extinction conditions. They are seen in abundance in palynological slides, clastic layers of Early Triassic.

Conclusion

(1) Permian-Triassic stratigraphic sequence in the studied sections, consists of the Abadeh formation, Hambast formation and equivalent deposits of Elika Formation. Abadeh Formation consists of cliff-forming, dark gray, algal limestone and marly limestone with marl

intercalation. Base of the Hambast Formation consists of marly limestone with thin-bedded, gray, green and red shale intercalation (contain palynomorph), which changes facies upward to red to purple limestone with intercalation of red and gray shale and thin-bedded horizons of gypsum. Early Triassic deposits begin with purple to gray shale (thickness of 0.5 m), which covered by fossiliferous marly limestone, green, red and gray shale and volcanic rocks. The boundary between these rock units is continuous.

(2) Based on index forms of foraminifera and palynomorphs, was suggested for Early Julfian age for Abadeh Formation, late Julfian-Durashamin for the Hambast Formation and early Triassic (Indoan) for equivalent deposits of Elika Formation.

(3) In stratigraphic section of east of the Abadeh (section A), in upper parts of Abadeh Formation was identified *Fronidina perica-Climacamminia grandis* Range Zone. This biozone with of 311meter thickness was identified with appearance and extinction of two mentioned species. In deposits of the Hambast Formation was identified *Tauridia nudiseptata* Range Zone. This bizon with 32 meters. thickness was identified with appearance and extinction mentioned species. Based on presence and stratigraphic range of palynomorphs Hambast formation in section A, was introduced an informal assemblage zone A. In equivalent deposits of Elika Formation, based on stratigraphic range of palynomorphs, was introduced an informal assemblage zone B with thickness of 38 m.

(4) In stratigraphic section of north of Abadeh (section B), in upper part of the Abadeh

formation was identified *Climacamminia grandis-Chusenell sinensis* Rang Zone. In the Hambast formation, was identified *Nodosinelloides mirabilia* Range Zone. This biozone with thickness of 25 meter is distinguished with appearance and extinction mentioned species. Also, based on presence and stratigraphy range of palynoflora such as *Laevigatosporites ovatus*, *Alisporites nuthallensis*, *Florinites balmei*, *Vittatina lata*, was introduced informal assemblage zone A. In early Triassic deposits (equivalent to Elika Formation) in stratigraphic section B, based on presence and stratigraphic range of palynomorphs *Falcisporites* sp., *Alisporites* sp., and spore fungi, was introduced informal assemblage zone B with thickness of 42 m.

(5) The deposits of upper parts of the Abadeh formation in Shorjestan stratigraphic section (section C), was identified *Cribrogenerina sumatrana-Fronidiana permica* Range Zone. In deposits of the Hambast formation, also, was identified *Pachypholia enormis* Rang Zone. Furthermore, based on presence of palynomorphs such as *Alisporites nuthallensis*, *Florinites balmei*, *Vittatina lata* was introduced informal assemblage zone A.

(6) Fossil collection and introduced biozones of the Abadeh, Hambast and Elika Formations in three studied sections, have many similarities with biozones introduced for equivalent deposits in other regions of the Iran (e.g., Abadeh, Shahreza and Jolfa) and world (e.g., Saudi Arabia, Oman, Greece, China, Japan and Vietnam).