

زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای در برش پریخان (غرب شاهرود) بر مبنای پالینومورف‌ها و روزن‌داران

مریم نادریان^۱، الهه زارعی^{۲*}، سهیلا یوسفی^۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

*پست الکترونیک: ezarei@du.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۱۸

چکیده

سازند دلیچای با سنگ‌شناسی شیلی-مارنی و با میان‌لایه‌های سنگ آهکی به ضخامت ۲۵۰ متر در برش پریخان در غرب شاهرود به منظور مطالعات زیست‌چینه‌نگاری مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه ۳۰ گونه متعلق به ۲۲ جنس داینوفلاژله، ۱۰ گونه متعلق به ۸ جنس اسپور و ۷ گونه متعلق به ۴ جنس پولن شناسایی شد. جهت تعیین سن و انجام زیست‌چینه‌نگاری از حضور فراوان و مستمر میوسپور *Klukisporites variegatus* و پولن *Callialasporites dampieri* که از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی می‌باشند و وجود داینوفلاژله‌های شاخص زیست‌زون‌های باژوسین پسین مانند *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Zone، افراد شاخص باتونین - کالوین پیشین در *Cribroperidinium crispum* Total Range Zone (کالوین پیشین - میانی) و گونه‌های شاخص *Ctenidodinium continuum* Interval Zone و همچنین زیست‌زون‌های مربوط به روزن‌داران کف‌زی و شناور شامل *Globigerina bathoniana* Taxon Range Zone و *Lenticulina varians-Ophtalmidium* Assemblage Zone استفاده شد. مقایسه داینوسیست‌ها و روزن‌داران سازند دلیچای با میکروفسیل‌های معرفی شده در ایران، آسیای شرقی، استرالیا، آفریقا، آمریکای جنوبی و اروپا حکایت از تطابق نسبی با این مناطق دارد.

واژه‌های کلیدی: زیست‌چینه‌نگاری؛ سازند دلیچای؛ داینوسیست‌ها؛ روزن‌داران؛ البرز شرقی.

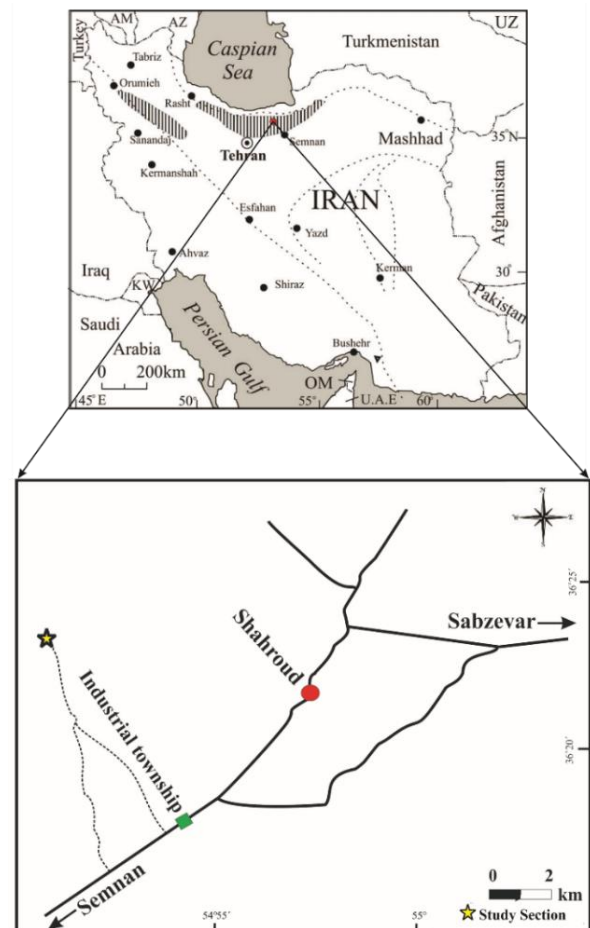
مقدمه

شمشک قرار می‌گیرد و در مرز بالایی خود به طور همساز و با گذر تدریجی توسط سنگ آهک‌های سستبر لایه سازند لار پوشیده می‌شود. سازند دلیچای از نظر محتوای فسیلی بسیار غنی بوده و از آن گروه‌های ماکروفسیلی چون آمونیت‌ها، اسفنج‌ها، بلمنیت‌ها، بازوپایان، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، خارداران (خارپوستان)، و میکروفسیل‌هایی نظیر روزن‌داران، اسپور، پولن، داینوفلاژله، اکریتارک، رادیولر و ... گزارش شده است.

سازند دلیچای معرف نخستین رسوب‌های دریایی البرز با سن ژوراسیک میانی (باژوسین تا کالوین) است که به ویژه در دامنه جنوبی این رشته کوه برونزد دارد (آقانباتی ۱۳۸۳). در این پژوهش، سازند دلیچای با سنگ‌شناسی شیلی-مارنی با میان‌لایه‌های آهکی به ضخامت ۲۵۰ متر در برش پریخان در غرب شاهرود مورد بررسی قرار گرفته است. این سازند در مرز زیرین خود به طور ناهمساز و با یک لایه شیل تیره رنگ بر روی سازند

موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

جهت مطالعه زیست چینه نگاری دو گروه فسیلی (پالینومورفها و روزن داران) در برش پریخان در غرب شهرستان شاهرود با طول جغرافیایی $54^{\circ} 49' 11''$ شمالی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 24' 20''$ مورد مطالعه قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

بحث

سازند دلیچای در برش پریخان از لحاظ محتوای فسیلی بسیار غنی بوده و حاوی پالینومورف‌های متنوعی از جمله داینوسیست، اسپور و پولن، اسکلوکودونت، آکریتارک و آستر داخلی روزن داران می‌باشد. با بررسی اسلایدهای این برش مشخص شد که اسپور و پولن‌ها در قاعده سازند و داینوفلاژله‌ها در قسمت‌های میانی و بالایی برش مورد مطالعه نسبت به دیگر گروه‌های پالینومورفی از تنوع، فراوانی و حفظ شدگی نسبتاً بالاتری برخوردارند. در نتیجه اساس کار پالینواستراتیگرافی در این برش بر مبنای مطالعه اسپور و پولن‌ها و داینوفلاژله‌ها قرار گرفت. به علت عدم حفظ شدگی پالینومورف‌ها در انتهای برش مورد مطالعه، پالینواستراتیگرافی انجام نشده و بنابراین از روزن داران کفزی و شناور با شرایط حفظ شدگی متفاوت استفاده شده است.

پالینواستراتیگرافی بر اساس میوسپورها و پولن‌ها

سازند دلیچای در برش چینه شناسی پریخان حاوی ۱۰ گونه اسپور متعلق به ۸ جنس و ۷ گونه پولن متعلق به ۴ جنس می‌باشد. میوسپورهای سازند دلیچای شامل *Alisporites Araucariacites*، *Alisporites simillis australis*، *Callialasporites dampieri australis*، *Cyathidites australis*، *Callialasporites trilobatus*، *Dictyophyllidites harrisii*، *Deltoidospora hallii*، *Striatella* و *Dictyophyllidites mortonii* *seebergensis* هستند. بر این اساس، سه پالینوزون به شرح زیر معرفی شده است:

Klukisporites variegatus Acme Zone

از میان میوسپورهای مشاهده شده در برش مورد مطالعه حضور فراوان و مستمر گونه *Klukisporites variegatus*

روش مطالعه

به منظور مطالعات پالینواستراتیگرافی در برش مورد مطالعه، ۲۷ نمونه از نقاط مختلف این برش برداشت شد و اسلایدهای پالینولوژیکی با روش (Travers 2007) تهیه شدند. اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکپ نوری و با لزه‌های ۴۰ و ۶۰ مطالعه شدند. همچنین جهت مطالعات روزن داران از ۲۷ نمونه مقطع نازک تهیه شد.

Striatella seebergensis مشاهده شدند که معرف ژوراسیک میانی (دوگر) در برش مورد مطالعه می‌باشد. میوسپور *Concavissimisporites verrucosus* از ژوراسیک میانی - کرتاسه پیشین استرالیا (Filatoff, 1975؛ McKellar, Backhouse, 1988؛ Helby et al., 1987؛ Sajjadi & Playford, 2002؛ 1998؛ Ibrahim et al., 2003) گزارش شده است. از ایران نیز به سن ژوراسیک توسط ده بزرگی (۱۳۸۳، ۱۳۹۲)، حکیمی تهرانی (۱۳۸۷)، هاشمی یزدی (۱۳۹۴) و از تریاس ایران توسط برزویی (۱۳۸۹) گزارش شده است. میوسپور *Striatella seebergensis* هم از توالی تریاس پسین - ژوراسیک میانی چین (Liu, 2003) و تریاس پسین - ژوراسیک پسین استرالیا (McKellar, 1998؛ Filatoff & Price, 1988) گزارش شده است که در قسمت ابتدایی سازند دلیچای (عضو ۳) مشاهده می‌گردد.

از پولن‌های شاخص در این زیست‌زون در برش پریخان می‌توان از فراوانی گونه *Callialasporites dampieri* نام برد. این گونه به عنوان شاخصی برای محدوده ژوراسیک میانی - پسین توسط Filatoff (1975) و Helby et al. (1987) معرفی شده است. این گونه در زیست‌زون *Callialasporites dampieri* Assemblage Zone ده بزرگی (۱۳۹۲) برای سازند دلیچای و بغمشاه هم در نظر گرفته شده است. بنابراین سازند دلیچای در برش مورد مطالعه با قسمتی از زون تجمعی *Callialasporites dampieri* Assemblage Zone (معرفی شده توسط Helby et al., 1987؛ Filatoff, 1975) قابل انطباق می‌باشد.

دیده می‌شود (شکل ۲). Arjang (1975) بر مبنای حضور و گسترش میوسپورهای شاخص در رسوبات زغال‌دار کرمان زیست‌زون *Klukisporites variegatus* را برای نهشته‌های دوگر معرفی می‌کند. همچنین این گونه از ژوراسیک میانی تا بالایی نروژ (Vigran & Thush 1975) و باژوسین و باژوسین - کالوین مصر (Sultan & Solaiman 1978؛ Abdel Mohsen, 1990) نیز گزارش شده‌اند. گونه *Klukisporites variegatus* در ایران با سن لیاس پسین - دوگر توسط Arjang (1975)، Kimyai (1977، 1975)، Baharadwaj & Kumar (1984)، Achilles et al. (1986) و به سن دوگر توسط Hossaini (2001)، ده بزرگی (۱۳۸۳ و ۱۳۹۲)، حکیمی تهرانی (۱۳۸۷)، هاشمی یزدی (۱۳۸۷ و ۱۳۹۴)، صباغیان (۱۳۸۸) و نویدی ایزد (۱۳۹۲) گزارش شده است. این گونه تقریباً در رسوبات ژوراسیک میانی در البرز غربی (نویدی ایزد، ۱۳۹۲؛ سجادی هزاوه و همکاران، ۱۳۹۷)، البرز مرکزی (هاشمی یزدی، ۱۳۸۷، ۱۳۹۴؛ صباغیان ۱۳۸۸؛ رفیعی، ۱۳۹۲)، البرز شرقی (سعادت‌تی جعفرآبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ هاشمی یزدی، محمدخانی، ۱۳۹۷) و کپه‌داغ (حداد توکلی، ۱۳۸۴) به صورت فراوان مشاهده شده است. نظر به پراکندگی چینه‌شناسی و فراوانی قابل توجه میوسپور *Klukisporites variegatus* در بسیاری از برش‌های سازند دلیچای در البرز مرکزی و البرز شرقی، زیست‌زون *Klukisporites variegatus* Acme Zone معرفی گردیده است (هاشمی یزدی، ۱۳۹۴). در پژوهش حاضر نیز با توجه به حضور فراوان گونه یاد شده در برش پریخان، این زیست‌زون معرفی می‌شود. گونه *Klukisporites variegatus* از قاعده برش مورد مطالعه تا نمونه شماره ۱۵ حضور دارد.

در قسمت قاعده زیست‌زون ظهور میوسپور *Concavissimisporites verrucosus*

پالینوستراتیگرافی بر اساس داینوسیست‌ها

در برش مورد مطالعه داینوفلاژله‌ها نسبت به دیگر گروه‌های پالینومورفی از تنوع، فراوانی و حفظ شدگی نسبتاً بالاتری برخوردارند و در نتیجه اساس کار پالینواستراتیگرافی در این برش بر مبنای داینوفلاژله‌ها قرار گرفت که از نظر سنی دقیق‌تر هستند. پس از بررسی اسلایدهای پالینولوژیکی تعداد ۲۲ جنس و ۳۰ گونه داینوفلاژله شناسایی شد. پس از شناسایی جنس‌ها و گونه‌های داینوفلاژله زیست‌پهنه‌بندی بر مبنای ظهور و انقراض گونه‌های شاخص و مطابق با زیست‌پهنه‌بندی‌های استاندارد موجود انجام گرفت و سه زیست‌زون *Cribroperidinium crispum* به سن بازوسین پسین، *Dichadogonyaulax sellwoodii* به سن باتونین تا کالوین پیشین و *Ctenidodinium continuum* به سن کالوین پیشین - میانی در رسوبات سازند دلیچای در برش پریخان تفکیک شد (شکل ۲).

1- *Cribroperidinium crispum* Total Range Zone

این زیست‌زون با پیدایش و انقراض گونه *Cribroperidinium crispum* مشخص می‌شود و گستره زمانی آن از بالاترین قسمت بازوسین پیشین تا بازوسین پسین می‌باشد. اساس آن نیز بر مبنای زیست‌زون *Acanthulax crispa* می‌باشد که در رسوبات بازوسین پسین انگلستان توسط Riding & Thomas (1992) معرفی شده است. این زیست‌زون به ضخامت ۴۳ متر تا نمونه شماره ۹ از برش مورد مطالعه مشاهده شد. یکی از ویژگی‌های بارز این زیست‌زون در برش مورد مطالعه حضور و فراوانی گسترده فرم‌های پروکسیمیت متعلق به *Nannoceratopsis* spp. در مجموع سن این زیست‌زون با توجه به داینوسیست‌های موجود و گونه‌های شاخصی نظیر *Meiourogonyaualax valensii* بازوسین پسین در نظر گرفته شد (شکل ۲).

2- *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Zone

این زیست‌زون در حد فاصل انقراض گونه *Cribroperidinium crispum* تا آخرین حضور گونه *Ctenidodinium combazii* قرار می‌گیرد. اساس تعریف این زیست‌زون بر مبنای زیست‌زون *Ctenidodinium sellwoodii* است که اولین بار توسط Riding & Thomas (1992) در رسوبات باتونین تا کالوین پیشین انگلستان معرفی شده است. با این حال، به دلیل تغییر نام در گونه شاخص به نام *Dichadogonyaulax sellwoodii* تغییر یافته است (Lentin & Williams 2004). همچنین این زیست‌زون دقیقاً با زیست‌زونی که Poulsen & Riding (2003) در ایالت زیستی اروپای شمال غربی معرفی کرده‌اند، منطبق است. گستره سنی پیشنهاد شده برای این زیست‌زون باتونین پیشین تا اواسط کالوین پیشین می‌باشد. این زیست‌زون از نمونه ۹ تا ۱۸ ادامه می‌یابد. نکته جالبی که در این زیست‌زون وجود دارد فراوانی بسیار زیاد گونه‌های جنس *Ctenidodinium* به ویژه گونه *Ctenidodinium combazii* است. با توجه به گزارشاتی که شاهسونی (۱۳۸۲)، هاشمی یزدی (۱۳۸۷)، صباغیان (۱۳۸۸) و محمدخانی (۱۳۹۷) بر روی سازند دلیچای در البرز شرقی و مرکزی انجام داده‌اند، شاید بتوان یک زیست‌زون فراوانی به صورت محلی تعریف کرد و جهت تطابق برش‌های این سازند در منطقه البرز شرقی و مرکزی از آن استفاده نمود (شکل‌های ۲ و ۳).

3- *Ctenidodinium continuum* Interval Zone

این زیست‌زون فاصله میان آخرین حضور گونه *Ctenidodinium combazii* تا اولین ظهور *Scriniodinium crystallinum* را دربرمی‌گیرد و تعریف آن بر مبنای زیست‌زون بینابینی است که توسط Riding & Thomas (1992) برای نهشته‌های کالوین پیشین - میانی

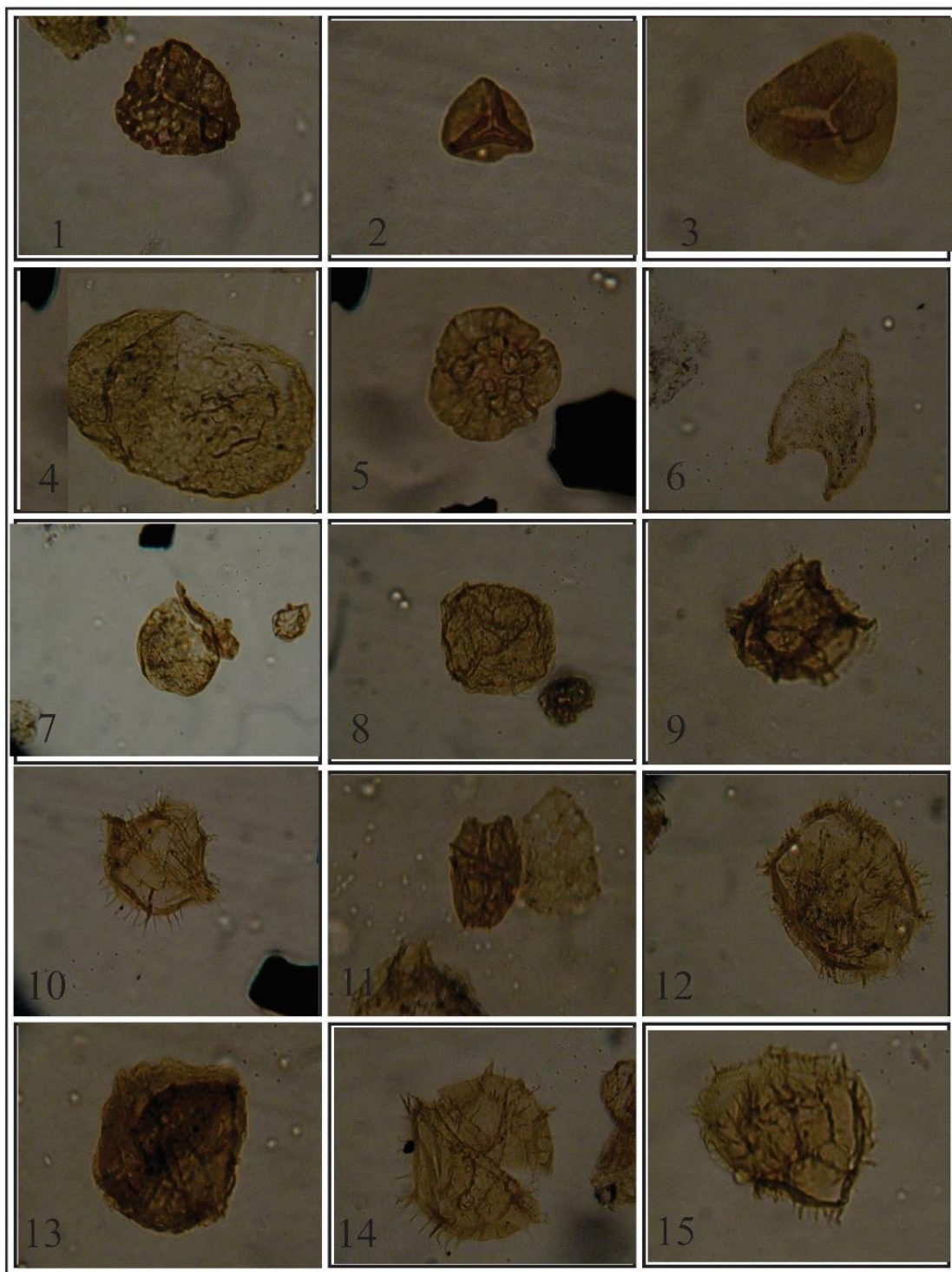
علاوه بر فراوانی دو کفه‌ای *Posidonia* sp. رادیولرها بیشترین فراوانی را در باتونین زیرین در برش‌های مورد مطالعه دارند. رادیولرها منحصراً موجوداتی دریایی بوده و در شرایط آب و هوایی مختلف و اعماق مختلف دریاها زیست می‌کنند. رادیولرها به دلیل گسترش جهانی و تنوع بسیار زیاد به خصوص در رسوباتی که فاقد فسیل‌های آهکی است، یکی از میکروفسیل‌های بسیار مهم جهت شناخت شرایط حوضه در زمان رسوب گذاری می‌باشند. Kling (1978) بر این باور است چرت‌های حاوی رادیولر طی زمان‌های زمین شناسی مشخصی، گسترش فراوان داشته‌اند، که بهترین زمان شناخته شده در این خصوص دوره ژوراسیک در دریای تیس بوده است. شکل‌های ۴ و ۵ تصاویر منتخبی از پالینومورف‌ها و روزن‌داران شناسایی شده در این پژوهش را نشان می‌دهند.

مقایسه پالینوزون‌های برش چینه شناسی مورد مطالعه از سازند دلچای با پالینوزون‌های معرفی شده در سایر نقاط ایران و جهان

از سال ۱۹۷۵ مطالعات پالینولوژیکی بر روی رسوبات ژوراسیک ایران در حوضه‌های ایران مرکزی، البرز و کپه‌داغ انجام شده و بر این اساس تعداد محدودی زیست‌زون معرفی شده‌اند. Ghaseminejad *et al.* (2012) برای سازند دلچای در برش چینه شناسی راهبند مهدیشهر، ده بزرگی (۱۳۹۲) در برش چینه شناسی شرف در البرز مرکزی، هاشمی یزدی (۱۳۹۴) در برش‌های چینه شناسی یونجه زار، پل دختر و بلو و محمدخانی (۱۳۹۷) در برش درجزین البرز مرکزی و برش‌های چینه شناسی لوان، طالو و تپال در البرز شرقی و سجادی هزاوه و همکاران (۱۳۹۷) در جنوب شرقی مراغه در البرز غربی، سه زیست‌زون *Cribroperidinium crispum* Total Range Zone (بازوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii*

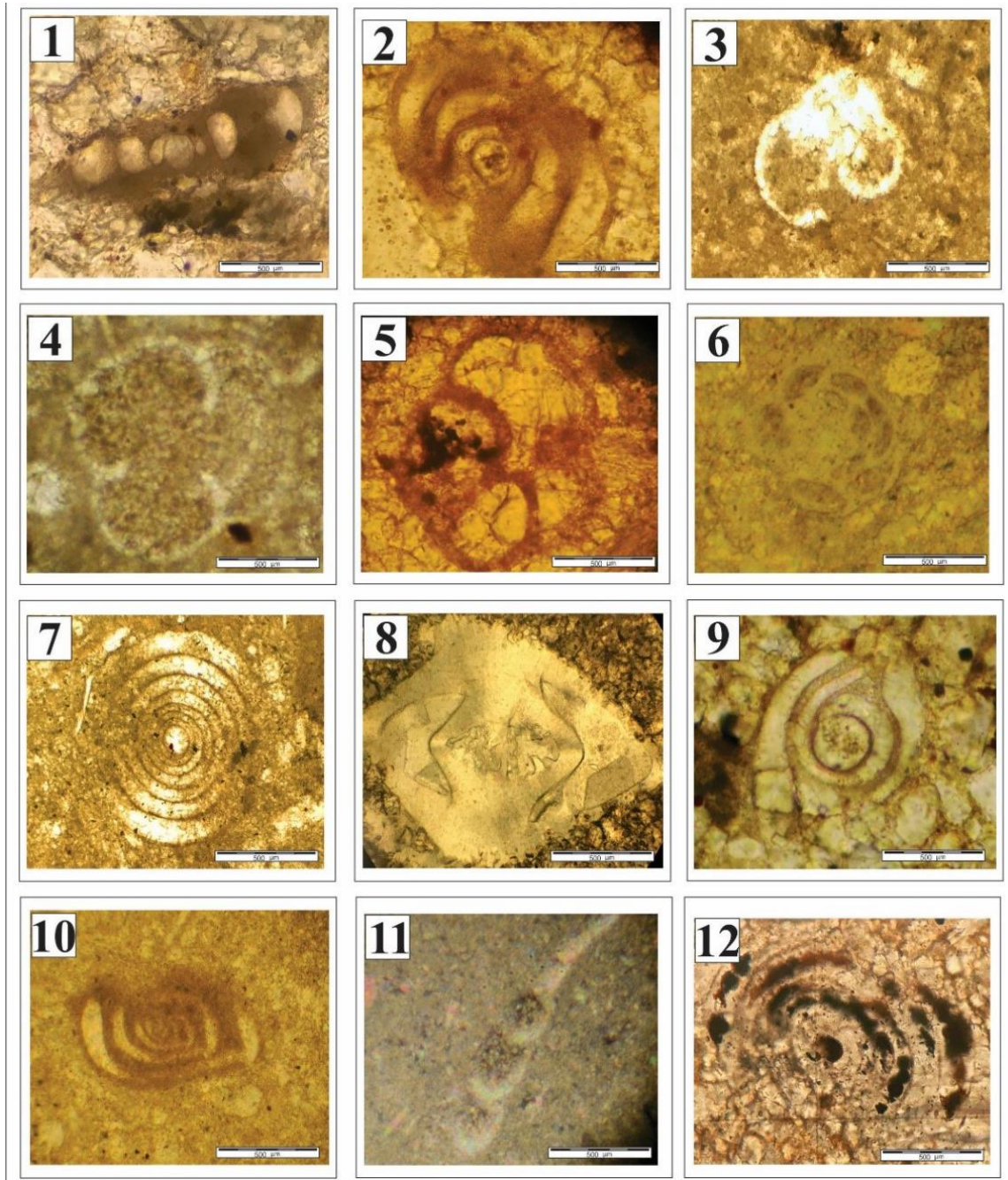
Globigerina bathoniana Taxon Range Zone

این زیست‌زون BouDagher-Fadel *et al.* (2008) معرفی شده و نشان دهنده محدوده باتونین میانی تا کیمریجین است. ایشان معتقدند *Globigerina* spp. در ژوراسیک میانی و از تکامل *Conoglobigerina* به وجود آمده است. از ویژگی‌های جنس *Globigerina* می‌توان به حجرات کروی و زندگی در مناطق عمیق اشاره کرد، به طوری که در ژوراسیک میانی بسیار متنوع شده و گسترش می‌یابند (BouDagher-Fadel *et al.*, 1997). در این زمان *Globigerina* در بسیاری از نقاط جهان از جمله اروپای شرقی و غربی، کانادا و ... نیز دیده شده است. این زیست‌زون در برش مورد مطالعه از نمونه ۹ تا نمونه ۲۳ حضور مستمر دارد و بیانگر محدوده سنی باتونین میانی است. لازم به ذکر است این زیست‌زون برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود. از دیگر جنس‌های همراه که در این زیست‌زون مشاهده می‌شود، می‌توان به حضور و فراوانی دو کفه‌ای‌های پلاژیک *Posidonia* و *Radiolaria* اشاره کرد (شکل ۲). *Posidonia* spp. از مهمترین دو کفه‌ای‌های خانواده Posidoniidae هستند که از زمان توآرسین تا آکسفوردین حضور داشته‌اند و دارای کفه‌های نازک با حاشیه‌های دایره‌ای تا بیضوی شکل بوده و در نهشته‌های عمیق به همراه فرم‌های شناور و نکتون دیده می‌شوند. Wynd (1965) زیست‌زونی را با عنوان *Posidonia* Zone #4 معرفی کرد که این زیست‌زون بر مبنای فراوانی *Posidonia* در لایه‌های بالایی سازند سرگلو و به همراه رادیولرهای فراوان به سن بازوسین مشاهده شده است. Jefferies & Minton (1965) رخساره‌های غنی از *Posidonia* را به سن ژوراسیک میانی در نقاط مختلف دنیا از جمله جنوب و شرق فرانسه، آلپ ایتالیا، آلبانی، مراکش، آذربایجان، عراق، تانزانیا، ایران، کنیا، جنوب آند و اندونزی مطالعه و شناسایی کرده‌اند.



شکل ۴: تصاویر منتخبی از پالینومورف‌های شناسایی شده در این پژوهش

Fig.1: *Klukisporites variegatus* Couper, 1958, X400; Fig.2: *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey) Playford & Dettmann, 1965, X400; Fig.3: *Cyathidites australis* Couper, 1953, X400; Fig.4: *Alisporites grandis* (Cookson) Dettmann, 1963, X400; Fig.5: *Callialasporites dampieri* (Balme) Sukh Dev, 1961, X400; Fig.6: *Nannoceratopsis pellucida* (Deflandre) Evitt, 1961, X400; Fig.7: *Pareodinia ceratophora* Deflandre, 1947, X400; Fig.8: *Criboperidinium crispum* (Wetzel) Fenton, 1981, X400; Fig.9: *Ctenidodinium continuum* Gocht, 1970, X400; Fig.10: *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968, X400; Fig.11: *Carpathodinium predae* (Beju) Drugg, 1978, X400; Fig.12: *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968, X400; Fig.13: *Criboperidinium crispum* (Wetzel) Fenton, 1981, X400; Fig.14: *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968, X400; Fig.15: *Dichadogonyaulax sellwoodii* (Sarjeant) Stover & Evitt, 1978; X400.



شکل ۴: تصاویر منتخبی از روزن‌داران شناسایی شده در این پژوهش

Fig.1: *Vidalina* sp.; Fig.2: *Glomospirella* sp.; Fig.3: Protoglobigerinid; Fig.4: *Globuigerina bathonica*; Fig.5: *Valvulina* sp.; Fig.6: Miliolid foram; Fig.7: *Spirillina* sp.; Fig.8: *Lenticulina* sp.; Figs.9-10: *Ophthalmidium* sp.; Fig.11: *Dentalina* sp.; Fig.12: *Spirillina* sp.

انطباق می‌باشند. Mafi *et al.* (2014) برای سازند دلیچای در رشته کوه‌های بینالود در شمال شرق ایران چهار زیست‌زون *Cribroperidinium crispum* Total Range (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii*

Interval Zone (باتونین تا کالوین پیشین)، *Ctenidodinium Continuum* Interval Zone (کالوین پیشین تا میانی) را معرفی کرده‌اند. زیست‌زون‌های معرفی شده با یرش چینه‌شناسی مورد مطالعه در این پژوهش قابل

نتیجه‌گیری

حضور فراوان و مستمر میوسپور *Klukisporites variegatus* که از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی می‌باشد و نیز جنس *Callialasporites* (به ویژه گونه *dampieri*) که از جمله پولن‌های متعلق به ژوراسیک می‌باشد، مؤید سن ژوراسیک میانی (دوگر) برای برش چینه‌شناسی پریخان می‌باشد. وجود داینوفلاژله‌های شاخص باژوسین پسین مانند *Cribroperidinium crispum* و *Meiourogonyaulax valensii* و حضور گونه *Ctenidodinium combazii* (با محدوده زمانی باتونین - کالوین پیشین) که گاهی در مرز باتونین - کالوین دارای بیشینه فراوانی می‌باشد و نیز وجود داینوسیست‌هایی از قبیل *Compositosphaeridium polonicum* و *Mendicodinium groenlandicum* (با سن کالوین) در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، سن باژوسین پسین - کالوین را برای این برش قطعی می‌کند. همچنین وجود زیست‌زون تجمعی *Lenticulina varians*-*ophthalmidium* با سن باژوسین پسین - باتونین و زیست‌زون *Globigerina bathoniana* Taxon Range Zone با سن باتونین میانی تا کیمریجین از روزن‌داران کفزی و شناور در برش مورد مطالعه، تأیید کننده سن باژوسین پسین - کالوین برای برش مورد مطالعه می‌باشد. مقایسه پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای با پالینوزون‌های معرفی شده در ایران، آسیای شرقی، آفریقا، استرالیا، آمریکای جنوبی و اروپا حکایت از تطابق نسبی پالینوستراتیگرافی این مناطق می‌نماید. همچنین زیست‌زون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسیست‌ها در این دو حوضه با زیست‌زون‌های ارائه شده در شمال غربی اروپا و شمال غرب تیس مطابقت دارد که این موضوع دال بر وجود ارتباط دریایی در محدوده زمانی ژوراسیک میانی بین شمال و شمال شرق ایران با شمال غربی اروپا و شمال غرب تیس در بازه زمانی ژوراسیک میانی است.

Interval Zone (باتونین تا کالوین پیشین)، *Ctenidodinium Continuum* Interval Zone (کالوین پیشین تا پسین) و *Ctenidodinium tenellum* (آکسفوردین پیشین) را معرفی کرده‌اند. سه زیست‌زون اول با برش چینه‌شناسی پریخان قابل انطباق می‌باشند (شکل ۳). *Ibrahim et al.* (2003) با مطالعه داینوفلاژله‌های نهشته‌هایی با محدوده زمانی باژوسین تا کالوین پیشین در قطر چهار پالینوزون را شامل *Mancodinium ceratophora semitabulatum-Pareodinia Gonyaulacysta* (باژوسین پیشین)، *Assemblage Zone I pectinigera-Escharisphaeridia pocockii* (باژوسین پسین)، *Assemblage Zone II Ctenidodinium continuum-Dichadogonyaulax sellwoodii* (باتونین) و *Assemblage Zone III Chlamydophorella ectotabulata-Rhynchodiniopsis cladophora* (باتونین پسین - کالوین پیشین) معرفی نموده‌اند که زیست‌زون‌های II، III و IV وی با برش چینه‌شناسی پریخان قابل انطباق می‌باشند (شکل ۳).

مطالعات پالینولوژیکی انجام شده بر روی سازند دلیچای در دو حوضه رسوبی البرز و بینالود حکایت از ارتباط این دو حوضه با یکدیگر در زمان باژوسین پسین - کالوین پسین دارد. این نتیجه‌گیری به علت شباهت نزدیک گونه‌های داینوسیستی شناسایی شده از سازند دلیچای در این دو حوضه رسوبی می‌باشد. همچنین، همان‌طور که ذکر شد، زیست‌زون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسیست‌ها در سازند دلیچای با زیست‌زون‌های ارائه شده در شمال غربی اروپا و شمال غرب تیس مطابقت دارد که این موضوع بیانگر وجود ارتباط دریایی بین شمال و شمال شرق ایران با شمال غربی اروپا و شمال غرب تیس در بازه زمانی ژوراسیک میانی است.

منابع

- آقائباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- برزویی، ا.، ۱۳۸۹. پالینواستراتیگرافی رسوبات تریاس بالایی در برش چینه شناسی کمرماچه کوه، جنوب شرق طبس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۰ ص.
- حداد توکلی، ا.، ۱۳۸۴. پالینواستراتیگرافی سازند کشف رود در برش قلعه سنگی شرق مشهد، شمال شرق ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۰ ص.
- حکیمی تهرانی، ز.، ۱۳۸۷. پالینوفلورای سازند شمشک در برش چینه شناسی خوش ییلاق (شمال غزنوی) شمال شرق ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۲۴۴ ص.
- حسینی، ا.، ۱۳۸۰. مطالعه فسیل های گیاهی (ماکروفسیل و میکروفسیل) سازند شمشک در منطقه طزره (شاهرود). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ده بزرگی، ا.، ۱۳۸۳. پالینواستراتیگرافی سازند کشف رود در برش سنجدک جنوب شرق مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۹ ص.
- ده بزرگی، ا.، ۱۳۹۲. پالینولوژی و پالئو اکولوژی رسوبات ژوراسیک میانی (سازند دلیچای و بغمشاه)، شرق سمنان (منطقه جام). رساله دکتری، دانشگاه تهران، ۳۲۰ ص.
- رفیعی، ا.، ۱۳۹۲. میوسپورهای رسوبات ژوراسیک شمال غرب سمنان، البرز مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۹۶ ص.
- سجادی هزاوه، ف.، درمنکی فراهانی، س.، هاشمی یزدی، ف.، ۱۳۹۷. پالینولوژی سازند دلیچای در برش چینه شناسی گویداغ، جنوب شرقی مراغه بر مبنای داینوفلاژله ها. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۷۰: ۹۱-۱۰۸.
- سعادت جعفرآبادی، ش.، علامه، م.، پورسلطانی، م. ر.، سجادی، ف.، ۱۳۹۲. پالئو اکولوژی و پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای بر اساس میوسپورها در برش روستای بار، بخش خاوری حوضه بینالود. دیرینه شناسی، ۱(۱): ۸۰-۶۷.
- شاهسونی، م.، ۱۳۸۲. پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و محیط دیرینه سازند چمن بید در برش جاجرم. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۰۹ ص.
- صباغیان، ج.، ۱۳۸۸. پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در کوه راهبند مهدیشهر، البرز مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- محمدخانی، خ.، ۱۳۹۷. پالینواستراتیگرافی و پالینوفاسیس سازند دلیچای در حوضه البرز مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین شناسی، دانشگاه دامغان.
- نویدی ایزد، ن.، ۱۳۹۲. پالینواستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه شناسی دیکتاش، شمال شرق سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۹۷ ص.
- هاشمی یزدی، ف.، ۱۳۸۷. پالینواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش بلو، شمال سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

هاشمی یزدی، ف.، ۱۳۹۴. پالینولوژی و پالئوآکولوژی سازند دلیچای در حوضه البرز مرکزی شرق و سازند هجدک در شرق ایران مرکزی. پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، ۳۸۸ص.

- Abdel Mohsen, S.A., 1990. The Middle Jurassic microflora from EI Maghara No. 4 borehole, northern Sinai, Egypt. *Journal African Earth Science*, 11: 207-216.
- Achilles, H., Kaiser, H., Schweitzer, H.J., & Hushmand, A., 1984. Die rätourassischen Floren des Iran und Afghanistans. 7. Die Mikroflora der obertriadisch jurassischen Ablagerungen des Alborz-Gebirges (Nord-Iran). *Palaeontographica*, Abteilung B, 194 (1-4): 14-95.
- Achilles, H., Schlatter, R., 1986. Palynostratigraphische Untersuchungen im "Rhat-Bonebed" von Hallau (Kt. Staffhausen) mit einem Beitrag zur Ammonitenfauna im basalen Lias. *Ecologiae Geologicae Helvetiae*, 79: 149-179.
- Arjang, B., 1975. Mikroflora der rätourassischen Ablagerungen des Kermaner Beckens (Zentral-Iran). *Palaeontographica*, Abteilung B, 152: 85-148.
- Backhouse, J., 1988. Late Jurassic and Early Cretaceous palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Geological Survey of Western Australia Bulletin*, 135: 233.
- Bhadradwaj D.C., & Kumar, P., 1986. Palynology of Jurassic sediments from Iran: 1, Kerman area. *Biological Memoirs*, 12 (2): 146-172.
- BouDagher-Fadel, M.K., Banner, F.T., & Whittaker, J.E., 1997. Early Evolutionary History of Planktonic Foraminifera. *British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall*, 269p.
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 21. Elsevier, Amsterdam, p. 544.
- Couper, R.A., 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains: A systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica Abteilung*, B 103: 75-179.
- Deflandre, G., 1947. Sur quelques microorganismes planctoniques des silex Jurassiques. *Bulletin de l'Institut oceanographique de Monaco*, 921: 1-10.
- Evitt, W.R. 1961. Observations on the morphology of fossil dinoflagellates. *Micropalaeontology*, London. 7: 385-420.
- Fenton, S.B., 1980. Geology of the Bonanza King Formation (Cambrian) at the Desert Range, Clark County, Nevada. *M.Sc. Thesis, San Diego State University*, 157 p.
- Filatoff, J., 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Palaeontographica*, Abteilung B, 154 (1-4): 1-113.
- Filatoff, J., & Price, P.L., 1988. A pteridacean spore lineage in the Australian Mesozoic. In: Jell, P.A., & Playford, G., (eds.), Palynological and palaeobotanical studies in honour of Basil E. Balme. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 5: 89-124.
- Ghasemi-Nejad, E., Sabbaghiyan, H., & Mosaddegh, H., 2012. Paleobiogeographic implications of late Bajocian-late Callovian (Middle Jurassic) dinoflagellate cysts from the Central Alborz Mountain, northern Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 43: 1-10.
- Helby, R., Morgan, R., & Partridge, A.D., 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. In: Jell, P.A., (ed), Studies in Australian Mesozoic palynology. *Association of Australasian Palaeontologists Memoir*, 4: 1-94.
- Ibrahim, M.I.A., Kholeif, S.E. & Al-Saad, H., 2003. Dinoflagellate cyst biostratigraphy and paleoenvironment of the Lower-Middle Jurassic succession of Qatar, Arabian (Persian) Gulf. *Revista Española de Micropaleontología*, 35 (2): 171-194.
- Jefferies, R.P.S., & Minton, P., 1965. The mode of life of two Jurassic species of Posidonia (Bivalvia). *Article in Palaeontology*, 8 (1): 156-185.
- Kalantari, A., 1969. Foraminifera from the middle Jurassic-Cretaceous successions of Koppe-Dagh region (N.E. IRAN). *National Iranian Oil Company*, Publication no. 3: 1-298.
- Kimyai, A., 1975. Jurassic palynological assemblages from the Shahrud region, Iran. *Geoscience and Man*, 11: 117-121.
- Kimyai, A., 1977. Further information on the palynological stratigraphy of the Mesozoic coaly sediments from Kerman, Iran. Iranian Petroleum Institute. *Proceeding of the 2nd Geological Symposium of Iran*, Tehran: 191-217.

- Kling, S.A., 1978. Radiolaria. In: Haq, B.U., & Boersma, A., (eds.), Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier, New York, pp. 203-244.
- Lentin, J.K. & Williams, G.L., 2004. Index of fossil dinoflagellates. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series*, 42: 1-909.
- Liu, Z.S., 2003. Triassic and Jurassic sporopollen assemblage from the Kuqa Depression, Tarim Basin of Xinjiang, NW China. *Palaeontologia Sinica* 190, New Series A, 14: 1-244.
- Mafi, A., Ghasemi-Nejad, E., Ashouri, A.R., & Vahidinia, M., 2014. Dinoflagellate cysts from the Upper Bajocian-Lower Oxfordian of the Dalichai Formation in Binalud Mountains (NE Iran): their biostratigraphical and biogeographical significance. *Arabian Journal of Geosciences*, 7: 3683-3692
- McKellar, J.L., 1998. Late Early to Late Jurassic palynology, biostratigraphy and palaeogeography of the Roma Shelf area, northwestern Surat Basin, Queensland, Australia (Including phytogeographic - palaeoclimatic implications of the Callialasporites dampieri and Microcachryidites Microfloras in the Jurassic - Early Cretaceous of Australia: an overview assessed against a background of floral change and true polar wander in the preceding late Palaeozoic - early Mesozoic). *Ph.D. thesis, Brisbane (Queensland), University of Queensland*, 620 p.
- Playford, G., & Dettmann, M.E., 1965. Spores. In: Jansonius, J., & McGregor, D.C., (eds.), Palynology: Principles and Applications. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, Dallas, 1 (8): 227-260.
- Poulsen, N.E., & Riding, J.B., 2003. The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe. In: Ineson, J.R., & Surlyk, F., (eds.), The Jurassic of Denmark and Greenland. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*, 1: 115-144.
- Riding, J.B., & Thomas, J.E., 1992. Dinoflagellate cysts of the Jurassic System. In: Powell, A.J., (ed.), A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. *British Micropalaeontological Society Publications Series. Chapman and Hall*, London: 7-97.
- Sajjadi, F., & Playford, G., 2002. Systematic and stratigraphic palynology of Late Jurassic - earliest Cretaceous strata of the Eromange Basin, Queensland, Australia. Part 2. *Palaeontographica*, Abteilung A, 261 (4-6): 1-99.
- Sarjeant, W.A.S., 1974. Fossil and living dinoflagellates. *London Academic Press*, 182 pp.
- Stover, L.E., & Evitt, W.R., 1978. Analyses of Pre-Pleistocene organic walled dinoflagellates. *Stanford University Publication, Geological Sciences*, 15: 1-300.
- Sultan, I.Z., & Solaiman, H.A., 1978. Palynostratigraphie du Bathonian – Callovian du puits no. 3 de Barga, Sinai nord, Egypte. *Revue du Micropalaeontologie*, 20: 222-229.
- Traverse, A., 2007. Paleopalynology: Topics in Geobiology, second edition. *Springer*, Dordrecht, Netherlands, 813 p.
- Vigran, J.O., & Thush, B., 1975. Illustration of Norwegian microfossils. Illustration and distribution of the Jurassic palynomorphs of Norway. *Royal Norwegian Council of Science and Industrial Researches (NTNF), Continental shelf Division*, 65: 1-55.
- Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian Oil Consortium Agreement area. *Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division*, Report 1082. (Unpublished).

Biostratigraphy of Dalichai Formation in Parikhan section in the west of Shahrood, based on palynomorphs and foraminifera

Naderiyan, M.¹, Zarei, E.^{2*}, Yosefi, S.¹

1- M.Sc. student in Paleontology & Stratigraphy, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

2- Assistant Professor, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran

* Email: ezarei@du.ac.ir

Introduction

The Dalichai Formation in Parikhan section in the west of Shahrood with a thickness of 250 meters consisting of an alternation of bluish-gray was studied. This formation overlies the Shemshak formation disconformity, and it has gradually been covered by the thick-bedded limestones of the Lar formation. The biogenic components consist of brachiopods, gastropods, bivalves, ammonites, echinoderms, belemnites, sponges and sponge spicules, radiolarians, ostracods, benthic foraminifers. The aim of the present study is to discuss the age of the formations and paleobiogeography relationship based on foraminifera and dinoflagellate cyst assemblage.

Materials and Methods

The Parikhan section is located on the central part of Alborz Mountains, approximately 14 km west of Shahrood (coordinates with E 54° 49' 11" and N 36° 24' 20"). 27 samples were collected systematically and processed for palynostratigraphy following the standard palynological technique described in Traverse (2007). Cold hydrochloric (30 %) and hydrofluoric acids (30 %) were used to dissolve carbonate sand silicates, respectively. The residue was neutralized and centrifuged in ZnCl₂ with specific gravity (1.9 g/cm³). The materials were then sieved using a 15- μ m nylon mesh and mounted on microscope slides using liquid Canada balsam. The present study shows that the Dalichai Formation is rich in terrestrial (spores and pollen grains) and marine palynomorphs (dinoflagellate cysts, acritarchs, and scolecodonts). In the laboratory, thin sections were prepared from all marly limestones and hard resistant shaly marl samples to achieve further microfossils evidence and aid sedimentological descriptions. All samples were processed for foraminiferal analysis following the standard method of Lirer (2000). Thus, 21 species belonging to 17 genera of planktonic and benthonic foraminifera were identified.

Discussion and Results

In the present study, 30 species of dinoflagellate cysts belong to 22 genera and 10 species of spore, which belong to 8 genera, and 7 species of pollen, which belong to 4 genera, have been identified. Based on the presence and stratigraphic distribution of the most dominant miospore, *Klukisporites variegatus* and *Callialasporites dampieri* of pollen are identified in the Dalichai Formation (late Bajocian - Callovian). Based on recorded dinocyst assemblages, especially marker species, three palynozone, including *Cribroperidinium crispum* Total Range Zone (late Bajocian), *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Zone (Bathonian – early Callovian), and *Ctenidodinium continuum* Interval Zone (late Callovian) were identified.

Cribroperidinium crispum Total Range Zone

This biozone encompasses 43 m of the base of the Dalichai Formation from samples 1 to 9. The zone differentiated here is equivalent to the *Cribroperidinium crispum* zone of Poulsen and Riding (2003) for sub-boreal Northwest Europe and *Cribroperidinium crispum* zone of Mafi et al. (2013) and Ghasemi-Nejad et al. (2012) for Northern Iran. Proximate dinocyst such as *Nannoceratopsis* spp., *Nannoceratopsis pellucida*, *Pareodinia ceratophora* are abundant in the zone. *Meiourogoniaulax valensii* is also relatively common in this biozone.

Dichadogonyaulax sellwoodii Interval Zone

The *Dichadogonyaulax sellwoodii* zone (Riding and Thomas 1992) is equivalent to the *Ctenidodinium sellwoodii* zone of Poulsen and Riding (2003) for sub-boreal Northwest Europe and the *Dichadogonyaulax sellwoodii* zone of Mafi et al. (2013) and Ghasemi-Nejad et al. (2012) for Northern Iran. This biozone encompasses 57 m of the Dalichai Formation above the *Cribroperidinium crispum* zone (samples 9 to 18).

Dichadogonyaulax sellwoodii and *Ctenidodinium combazii* have their first appearances at the base of this zone. Many proximate and proximochorate dinoflagellate cysts such as *Ctenidodinium combazii* and *Ctenidodinium* spp. were recorded in this zone. These are considered to indicate an age of Bathonian to Early Callovian for this zone.

Ctenidodinium continuum Interval Zone

This zone encompasses 39 m of the Dalichai Formation above the *Dichadogonyaulax sellwoodii* zone (from samples 19 to 25) and is marked by the LAD of *Ctenidodinium combazii*. A slight change has been recorded in the upper boundary of the zone as the index species *Scriniodinium crystallinum* whose FAD marks the end of the zone in Britain (Riding and Thomas 1992), sub-boreal Northwest Europe (Poulsen and Riding 2003), and Northern Iran (Mafi et al. 2013) has not been recorded. We, therefore, used the FAD of *Ctenidodinium tenellum* as the marker for the upper boundary of this zone. These indicate the middle to late Callovian for this zone. Dinoflagellate species are abundant, but all the species were concentrated in lower parts of the Dalichai Formation in the Parikhan section; therefore, planktonic and benthic foraminifera was used to determine exact age. The planktonic foraminifera comprise approximately 5–10% of the assemblage at the studied locality, and are found within a benthic foraminiferal assemblage consisting of a mixture of smaller agglutinated species and calcareous species (nodosariids, ophthalmidiids and spirillinids) without any larger foraminifera. Planktonic foraminifer's preservation varies from poor to moderate. The planktonic foraminifera association from the Parikhan section has been compared with those previously reported from time equivalent strata worldwide (Boudagher-fadel et al., 1997). This formation was divided into two biozones based on *Lenticulina varians-Ophthalmidium* Assemblage zone and *Globigerina bathoniana* Taxon-Range Zone. In the early Bathonian, the beds show the first appearance of planktonic foraminifera. Two protoglobigerinid genera are recognized: a low-spired species identified as *Globuligerina* sp. and a high-spired form assigned to *Conoglobigerina* sp. Our discovery is the first report of planktonic foraminifera in the Middle Jurassic (lower Bathonian) of Iran. It can be correlated throughout the Middle East, from Saudi Arabia to Oman and Syria. The assemblages recorded from the Dalichai Formation are very similar to coeval Northeast Iran and Northwest European populations. The close similarities of dinoflagellate cyst assemblages and planktonic foraminifera recorded from the Dalichai Formation with Northwest European populations confirm the connection between two sedimentary basins during Middle Jurassic.

Keywords: Biostratigraphy; Dalichai Formation; Index dinoflagellate; Foraminifera; Eastern Alborz.

References

- BouDagher-Fadel, M.K., Banner, F.T., & Whittaker, J.E., 1997. Early Evolutionary History of Planktonic Foraminifera. *British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall*, 269p.
- Ghasemi-Nejad, E., Sabbaghian, H., & Mosaddegh, H., 2012. Paleobiogeographic implications of late Bajocian-late Callovian (Middle Jurassic) dinoflagellate cysts from the Central Alborz Mountain, northern Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 43: 1-10.
- Lirer, F., 2000. A new technique for retrieving calcareous microfossils from lithified lime deposits. *Micropaleontology*, 46: 365–369
- Mafi, A., Ghasemi-Nejad, E., Ashouri, A.R., & Vahidinia, M., 2014. Dinoflagellate cysts from the Upper Bajocian-Lower Oxfordian of the Dalichai Formation in Binalud Mountains (NE Iran): their biostratigraphical and biogeographical significance. *Arabian Journal of Geosciences*, 7: 3683–3692
- Poulsen, N.E., & Riding, J.B., 2003. The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe. In: Ineson, J.R., & Surlyk, F., (eds.), *The Jurassic of Denmark and Greenland. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin*, 1: 115-144.
- Riding, J.B., & Thomas, J.E., 1992. Dinoflagellate cysts of the Jurassic System. In: Powell, A.J., (ed.), *A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. British Micropalaeontological Society Publications Series. Chapman and Hall*, London: 7-97.
- Traverse, A., 2007. *Paleopalynology: Topics in Geobiology*, second edition. *Springer*, Dordrecht, Netherlands, 813 p.