

جغرافیای دیرینه و زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای در شمال دامغان (برش آهوانو) بر مبنای پالینومورف‌ها و روزن‌بران

الهه زارعی*

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دامغان، دامغان، ایران

چکیده

سازند دلیچای با سنگ‌شناسی مارن خاکستری - آبی با میان‌لایه‌های آهکی با سترای ۷۸ متر در برش چینه‌شناسی آهوانو در شمال دامغان مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین سن و انجام زیست‌چینه‌نگاری از حضور میوسپور *Klukisporites variegatus* و از فراوانی گونه *Callialasporites dampieri* که از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی است و وجود داینوفلاژله‌های شاخص باژوسین پسین مانند *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone و *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone و کالوین پیشین *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone و کالوین پیشین - میانی *Lenticulina varians-Ophthalmidium* Assemblage zone و *lobigerina bathoniana* Taxon range zone که تأیید‌کننده سن باژوسین پسین تا کالوین بالایی؟ است استفاده شد. شباهت مجموعه فونای موجود در سازند دلیچای در منطقه مورد مطالعه (پالینومورف‌ها، روزن‌بران و دوکفه‌ای و رادیولر) با نقاط مختلف ایران (البرز مرکزی و البرز خاوری و باختری، بینالود و منطقه جنوب ایران) و دیگر نقاط جهان (مناطق اروپای شمال باختری و شمال باختر تیتس و...) تأیید‌کننده ارتباط دریایی و تبادل مجموعه فونا بین مناطق یاد شده در طول ژوراسیک میانی است.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:

جغرافیای دیرینه

زیست‌چینه‌نگاری

سازند دلیچای

پالینومورف

روزن‌بران

۱- پیش‌نویس

سازند دلیچای تقریباً توالی‌های ژوراسیک میانی - بالایی سلسه جبال البرز را دربرمی‌گیرد که در محیط دریایی نهشته شده است و به همراه سازند لار دومین چرخه رسوبی ژوراسیک شمال ایران را تشکیل می‌دهد (آقاباتی، ۱۳۷۱). سازند دلیچای با انباشته‌های مارنی و آهک رسی دارای پراکندگی جغرافیایی و سترای متغیری در نواحی مختلف رشته‌کوه البرز است و افزون بر آن به علت یکنواخت نبودن سرعت فرونشست فلات قاره دریای ژوراسیک، مرز بالایی این سازند در بیشتر نواحی البرز ناهمزمان است (آقاباتی، ۱۳۷۷). به این جهت تعیین این مرز از دو گروه فسیلی (پالینومورف و روزن‌بران) با شرایط اکولوژیکی و حفظ‌شدگی متفاوت استفاده شد.

۲- موقعیت جغرافیایی

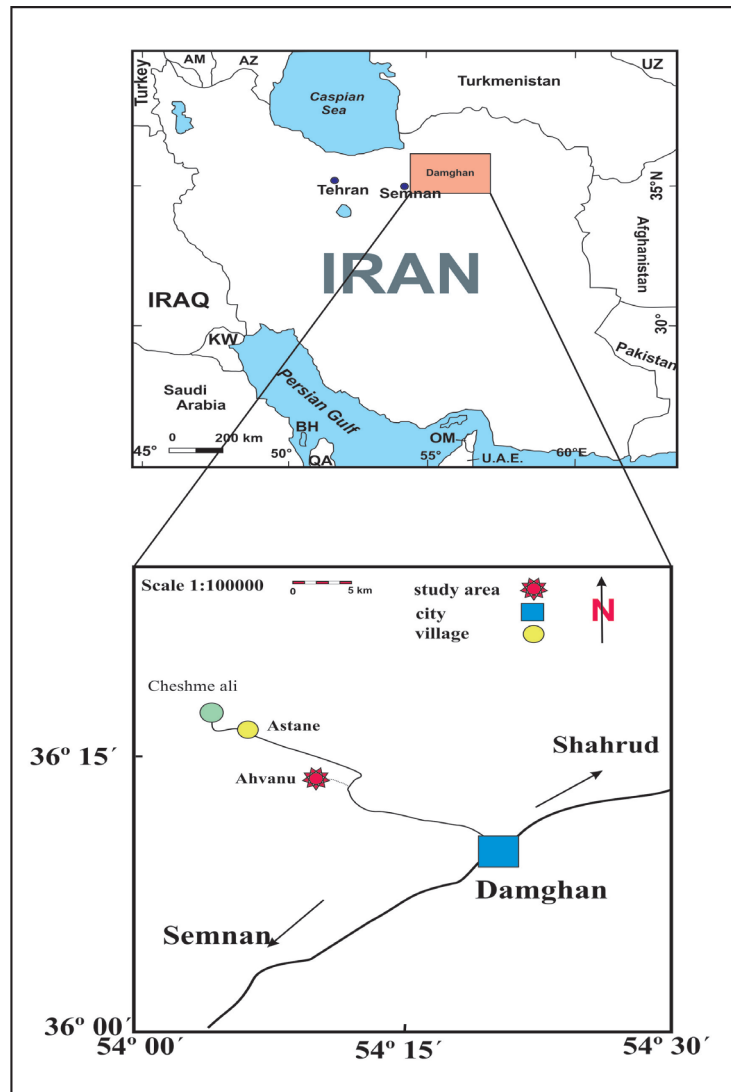
برش چینه‌شناسی برش آهوانو در نزدیکی روستای آهوانو در شمال دامغان با طول جغرافیایی E ۴۲° ۱۰' ۴۵" و عرض جغرافیایی N ۴۴° ۱۲' ۳۶" واقع شده است (شکل ۱ و ۲). سازند دلیچای در برش مورد مطالعه دارای ۷۸ متر سترای با سنگ‌شناسی شیلی - مارنی با میان‌لایه‌های آهکی (محدوده ساختاری البرز خاوری) مورد مطالعه

قرار گرفته است. مرز زیرین سازند دلیچای با یک ناپیوستگی موازی بر روی سازند شمشک قرار دارند و در مرز بالایی به طور هم شیب و با گذر تدریجی توسط سنگ‌آهک‌های سترلایه سازند لار پوشیده شده‌اند (شکل ۳). نمونه‌های فسیلی جمع‌آوری شده از بخش‌های مختلف سازند دلیچای در این برش شامل آمونیت، بلمنیت و اسفنج است.

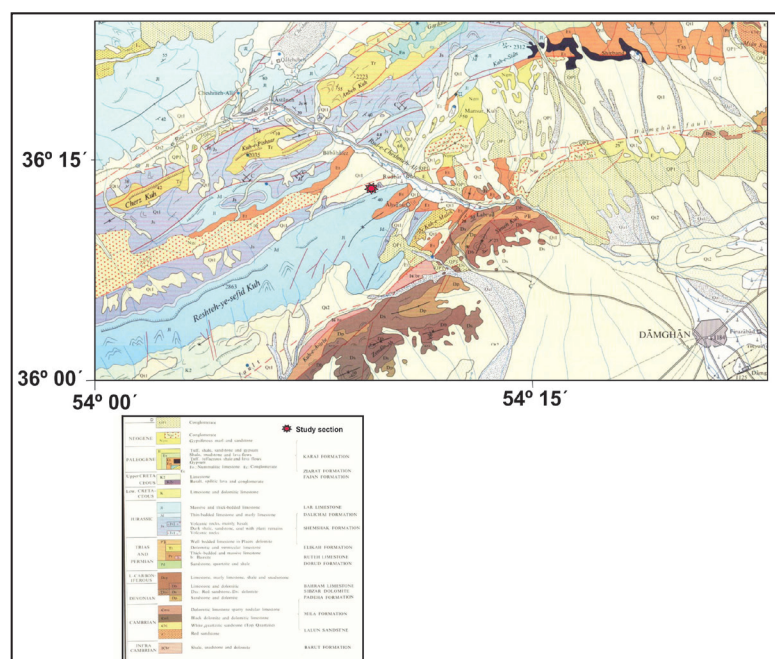
۳- روش پژوهش

۳-۱. آماده‌سازی و عکس‌برداری از نمونه‌ها

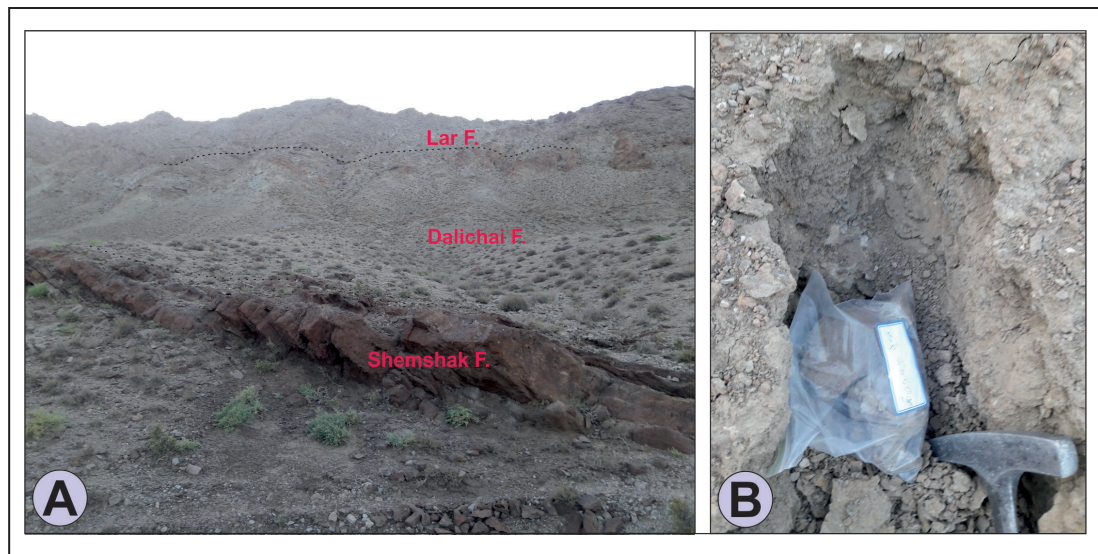
در انجام مطالعات پالینولوژی بر طبق روش استاندارد تراورس (Travers, 2007) تعداد ۱۸ نمونه آماده‌سازی شدند. بدین منظور ۵۰ گرم از هر نمونه را در داخل بشر پلاستیکی ریخته و پس از اضافه کردن اسید کلریدریک و اسید فلوریدریک ۳۰ درصد و مراحل خنثی‌سازی به وسیله محلول سنگین کلریدروی (ZnCl₂) عمل جداسازی پالینومورف‌ها از مواد سنگین دیگر صورت گرفت. همچنین جهت مطالعه روزن‌بران و مطالعات میکروفاسیسی از هر ۱۸ نمونه مقطع نازک تهیه شد (Plate 1).



شکل ۱- راه دسترسی به برش چینه‌شناسی مورد مطالعه.



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه.



شکل ۳- (A) مرز بالا و پایین سازند دلیچای در برش مورد مطالعه؛ (B) مارن آهکی بخش ۲ سازند دلیچای.

۴- بحث

پسین- ژوراسیک میانی چین (Liu, 2003) و تریاس پسین- ژوراسیک پسین استرالیا (Filatoff and Price, 1988; McKellar, 1998) گزارش شده است. فیلاتوف و پرایس (1988) Filatoff and Price برای تفکیک مرز بین بازوسین و باتونین در رسوبات استرالیا از انقراض گونه‌های مختلف *Striatella* و ظهور *Contignisporites burgeri* استفاده کردند. بنابراین به دلیل حضور گونه *Striatella seebergensis* تا نمونه ۹ برش چینه‌شناسی مورد مطالعه محدوده زمانی بازوسین پسین تا ستریای ۱۷ متری برش یادشده قطعی می‌باشد.

از پولن‌های شاخص در این زیست‌زون در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه می‌توان از فراوانی گونه *Callialasporites dampieri* نام برد. تریپاتی و ری (2005) Tripathi and Ray در هند، محدوده زمانی ژوراسیک میانی را با فراوانی و تنوع گونه‌های *Callialasporites* مشخص کرد که در مورد سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه نیز صادق است. ده‌بزرگی (۱۳۹۲) بر اساس فراوانی پولن *Callialasporites dampieri* یک زون تجمعی به نام *Callialasporites dampieri* Assemblage Zone (در محدوده زمانی انتهایی باتونین پسین - کالوین) در دو سازند دلیچای و یغمشاه در خاور سمنان تفکیک کرد. بنابراین سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه با بخشی از زون تجمعی *Callialasporites dampieri* Assemblage Zone فیلاتف (1975) Filatoff و هلبی و همکاران (1987) Helby et al. قابل انطباق است. این انطباق با وجود میوسپور *Striatella seebergensis* تأیید می‌گردد. در بخش‌های بالایی (نمونه ۱۶) برش چینه‌شناسی مورد مطالعه فراوانی از *Classopollis* (*Corollina*) دیده می‌شود که طبق نظر بیزل و همکاران (2002) Beisel et al. می‌تواند این نهشته‌ها متعلق به ژوراسیک میانی (کالوین) باشد. نویدی‌ایزد (۱۳۹۲) بر اساس فراوانی آنها در سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی دیکتاش (شمال خاور سمنان) یک زون فراوانی *Classopollis abundant zone* را پیشنهاد کرده بود (شکل ۴).

۴-۲. پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو بر اساس داینوسیت‌ها

پس از شناسایی جنس‌ها و گونه‌های داینوفلاژله زون‌بندی (Biozonation) بر مبنای ظهور و انقراض (LAD, FAD) گونه‌های شاخص (index) و مطابق با زون‌بندی‌های استاندارد موجود انجام گرفت و سه زیست‌زون *Cribroperidinium crispum* به سن

در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه پالینوفلوراهایی مانند اسپورها و پولن‌ها، داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی پوسته روزن‌بران، آکریتارک‌ها، اسپور قارچ‌ها و اسکلوکودونت‌ها دیده شد. بر مبنای داینوسیت‌ها و اسپور و پولن‌های موجود در برش مطالعه به شرح زیر زون‌بندی صورت گرفت:

۴-۱. پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو بر اساس میوسپورها

سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو حاوی ۱۲ گونه اسپور متعلق به ۸ جنس، ۱۴ گونه پولن متعلق به ۷ جنس است (Plate 1).

از میوسپور و پولن‌های مشاهده شده در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه می‌توان موارد زیر نام برد:

Cyathidites australis, *Cyathidites minor*, *Dictyophyllidites mortonii*, *Striatella seebergensis*, *Callialasporites dampieri*, *Callialasporites trilobatus*, *Alisporites similis*, *Araucariacites australis*, *Corollina* sp

از میان میوسپورهای دیده شده در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه می‌توان از حضور *Klukisporites variegatus* نام برد. ارژنگ (1975) Arjang بر مبنای حضور و گسترش میوسپورهای شاخص در رسوبات زغال‌دار کرمان زیست‌زون *Klukisporites variegatus* برای نهشته‌های دوگر معرفی می‌کند. همچنین این گونه از ژوراسیک میانی تا بالایی نروژ (Vigran and Thush, 1975) و بازوسین- کالوین مصر (Sultan and Solaiman, 1978; Abdel Mohsen, 1990) نیز گزارش شده‌اند. این گونه به فراوانی در رسوبات ژوراسیک میانی در البرز باختری (سجادی‌هزوه و درمنکی‌فراهانی، ۱۳۹۶؛ نویدی‌ایزد، ۱۳۹۲)، البرز مرکزی (ده‌بزرگی، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۲؛ هاشمی یزدی، ۱۳۹۴ و صباغیان، ۱۳۸۸)، البرز خاوری (هاشمی یزدی، ۱۳۹۴؛ محمدخانی و زارعی، ۱۳۹۷ و نادریان و همکاران، ۱۳۹۸ الف) و کپه‌داغ (حداد توکلی، ۱۳۸۴) مشاهده شده است. این گونه در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه نسبت به برش‌های دیگر سازند دلیچای فراوانی بالایی ندارد و به تعداد محدود از قاعده برش چینه‌شناسی مورد مطالعه تا نمونه شماره ۱۳ دیده می‌شود. همچنین در بخش ابتدایی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه (بخش ۱) میوسپور *Striatella seebergensis* نیز دیده می‌شود. این گونه از تریاس

محمدخانی و زارعی، ۱۳۹۷ و نادریان و همکاران، ۱۳۹۸ الف)، این گونه به تعداد بسیار کم در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دیده شد (شکل‌های ۴ و ۵) که احتمالاً نامناسب بودن شرایط اکولوژیکی دلیل آن است.

Ctenidodinium continuum Interval Biozone -

این زون فاصله میان آخرین حضور گونه *Ctenidodinium combazii* تا اولین ظهور زون *Scriniodinium crystallinum* را دربرمی‌گیرد و تعریف آن بر مبنای اینتروال زونی است که توسط رایدینگ و توماس (Riding and Thomas, 1992) برای نهشته‌های کالوین زیرین میانی در انگلستان و توسط پولسن و رایدینگ (Poulsen and Riding, 2003) در ایالت زیستی اروپای شمال باختری معرفی شده است. این زیست‌زون با ستبرای ۱۶ متر از نمونه ۱۳ تا ۱۷ را دربرمی‌گیرد و به علت حفظ‌شدگی ضعیف از پالئومورف‌ها در لایه‌های آهکی انتهای برش مورد مطالعه سن سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو بر اساس داینوسیت‌های شاخص باژوسین پسین - کالوین میانی؟ تعیین شد.

۴-۳. زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو بر اساس روزن‌بران

در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه به علت عدم وجود داینوسیت شاخص در تعیین دقیق مرز باژوسین - باتونین و عدم حفظ‌شدگی پالئومورف‌ها در سنگ‌شناسی آهکی انتهای برش چینه‌شناسی مورد مطالعه امکان تشخیص و تفکیک زیست‌زون داینوسیت‌ها وجود ندارد. بنابراین از روزن‌بران بتئیک و پلاتکتونیک با شرایط حفظ‌شدگی و اکولوژیکی متفاوت استفاده شد. در برش چینه‌شناسی آهوانو بیشتر روزن‌بران از نوع کف‌زی (Benthos) بوده و تنها چند نمونه پلاتکتون در کل نمونه‌ها دیده شد. که در مجموع بر مبنای روزن‌بران کف‌زی و پلاتکتونیک حدود ۱۴ گونه متعلق به ۱۱ جنس شناسایی شد (Plate 1). برخلاف دیرزی (long rang) بودن روزن‌بران ژوراسیک میانی ۲ بیوزون در این برش چینه‌شناسی تشخیص داده شد. این دو بیوزون شامل یک زون تجمعی Assemblage zone بر مبنای روزن‌بران کف‌زی و یک تاکسون رنج زون (Taxon range zone) بر مبنای روزن‌بران پلاتکتونیک است (شکل ۴).

- اولین بیوزون *Lenticulina varians-ophtalmidium* Assemblage zone است. این بیوزون بر اساس ظهور و انقراض تعدادی از گونه‌هایی است که از لحاظ زمانی با یکدیگر همپوشانی دارند توسط کالنتری (Kalantari, 1996) برای رسوبات ژوراسیک میانی ایران در البرز مطرح شده است. این بیوزون با ستبرای ۱۷ متر و از نمونه ۱ تا نمونه ۹ در برش مورد مطالعه قرار گرفته است. محدوده این بیوزون از حضور این تاکساها تا ظهور گونه *Globigerina bathoniana* به سن باژوسین در نظر گرفته شد. از فسیل‌های همراه در این بیوزون می‌توان به *Ammodiscus* sp., *Glomospira* sp., *Vidalina* sp., *Spirillina* sp., *Ophthalmidium* sp. اشاره کرد.

- بیوزون دوم *Globigerina bathoniana* Taxon range zone است. این بیوزون توسط بوداگر و همکارانش (BouDagher-Fadel et al., 2008) معرفی شد و نشان‌دهنده محدوده انتهای باتونین تا کیمبرجین است. بوداگر معتقد بود که جنس *Globigerina* spp. در ژوراسیک میانی و از تکامل *Conoglobigerina* به وجود آمده است. از ویژگی‌های جنس *Globigerina* می‌توان به حجرات کروی و زندگی Holoplanktonic (ساکن مناطق ژرف) اشاره کرد. به طوری که در ژوراسیک میانی بسیار متنوع شده و گسترش می‌یابد (BouDagher-Fadel et al., 1997). در این زمان *Globigerina* ها در بسیاری از نقاط جهان از جمله اروپای خاوری و باختری و کانادا و ... نیز دیده شدند (Kaminski et al., 1988). این در حالی بود که در برخی از نقاط مانند لهستان فراوانی بالایی پیدا کرده و لجن *Globigerina* دار را تشکیل می‌دهند. در اواخر آکسفوردین به کیمبرجین آب‌ها ژرف‌تر می‌شوند و *Globigerina* ها از بین رفته و دوباره *Conoglobigerina* فراوان می‌شوند (شکل ۴).

Cribroperidinium crispum Total Range biozone -

باژوسین پسین، *Dichadogonyaulax sellwoodii* به سن باتونین تا کالوین پیشین و *Ctenidodinium continuum* به سن کالوین پیشین - میانی در رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو تفکیک شد (شکل ۴ و Plate 1).

این زیست‌زون با پیدایش و انقراض گونه *Cribroperidinium crispum* مشخص می‌شود و محدوده زمانی آن از بالاترین بخش باژوسین پایینی تا باژوسین بالایی است. این زیست‌زون با ستبرای ۱۷ متر تا نمونه شماره ۹ از برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دیده شد. یکی از ویژگی‌های بارز این زون در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه حضور و فراوانی گسترده فرم‌های پروکسیمیت متعلق به جنس *Nanoceratopsis* spp است. از گونه‌های این جنس می‌توان به گونه *Nanoceratopsis gracilis*, *N. senex*, *N. spiculata*, *N. plegas*, *N. pellucida*, *N. dictyambonis* اشاره کرد. گونه *Nanoceratopsis gracilis* در برش مورد مطالعه حضور مداوم و فراوان دارد که یک گونه جهانی است (Poulsen and Riding, 2003). بتن و کوپل‌هاس (Batten and Koppelhus, 1996) در دانمارک برای نهشته‌هایی با محدوده زمانی ژوراسیک پیشین تا میانی بایوزونی را بر مبنای میوسپورها معرفی کردند ولی تنها داینوسیستی که در حوضه یادشده حضور داشت گونه *Nanoceratopsis gracilis* بود. همچنین گونه *Nanoceratopsis deflandrei* که در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه و در این بیوزون به فراوانی مشاهده می‌شود به عنوان شاخص ابتدای باژوسین توسط پولسن و رایدینگ (Poulsen and Riding, 2003) معرفی شده است. رایدینگ و توماس (Riding and Tomas, 1992) این نمونه را سن ابتدا تا انتهای باژوسین در نظر گرفته‌اند. رایدینگ (Riding, 1987) در نیمکره شمالی ابتدای باژوسین در نظر گرفته است (Plate 1).

همچنین *Meiourogoniaulax valensii* به عنوان گونه شاخص باژوسین پسین توسط رایدینگ و توماس (Riding and Thomas, 1992) و رایدینگ (Riding, 1984) برای نواحی شمال اروپا معرفی شده است و هلبی (Helby et al., 1987) در استرالیا به عنوان ابتدای باژوسین در نظر گرفته است. این گونه *Meiourogoniaulax valensii* در نمونه ۳ تا ۹ بیانگر سن باژوسین پسین برای این بخش از رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه می‌باشد (Riding, 1984).

از دیگر گونه‌های در این بایوزون می‌توان به گونه *Gonyaulacysta jurassica*, *Chytroisphaeria chytroides*, *Carpathodinium predae*, *Nannoceratopsis spiculata*, *Pareodinia ceratophora*, *Pareodinia prolongata* اشاره کرد. در مجموع سن این زیست‌زون با توجه به داینوسیست‌های موجود و گونه‌های شاخصی مانند *Meiourogoniaulax valensii* باژوسین پسین در نظر گرفته شد (شکل ۴).

Dichadogonyaulax sellwoodii Interval Biozone -

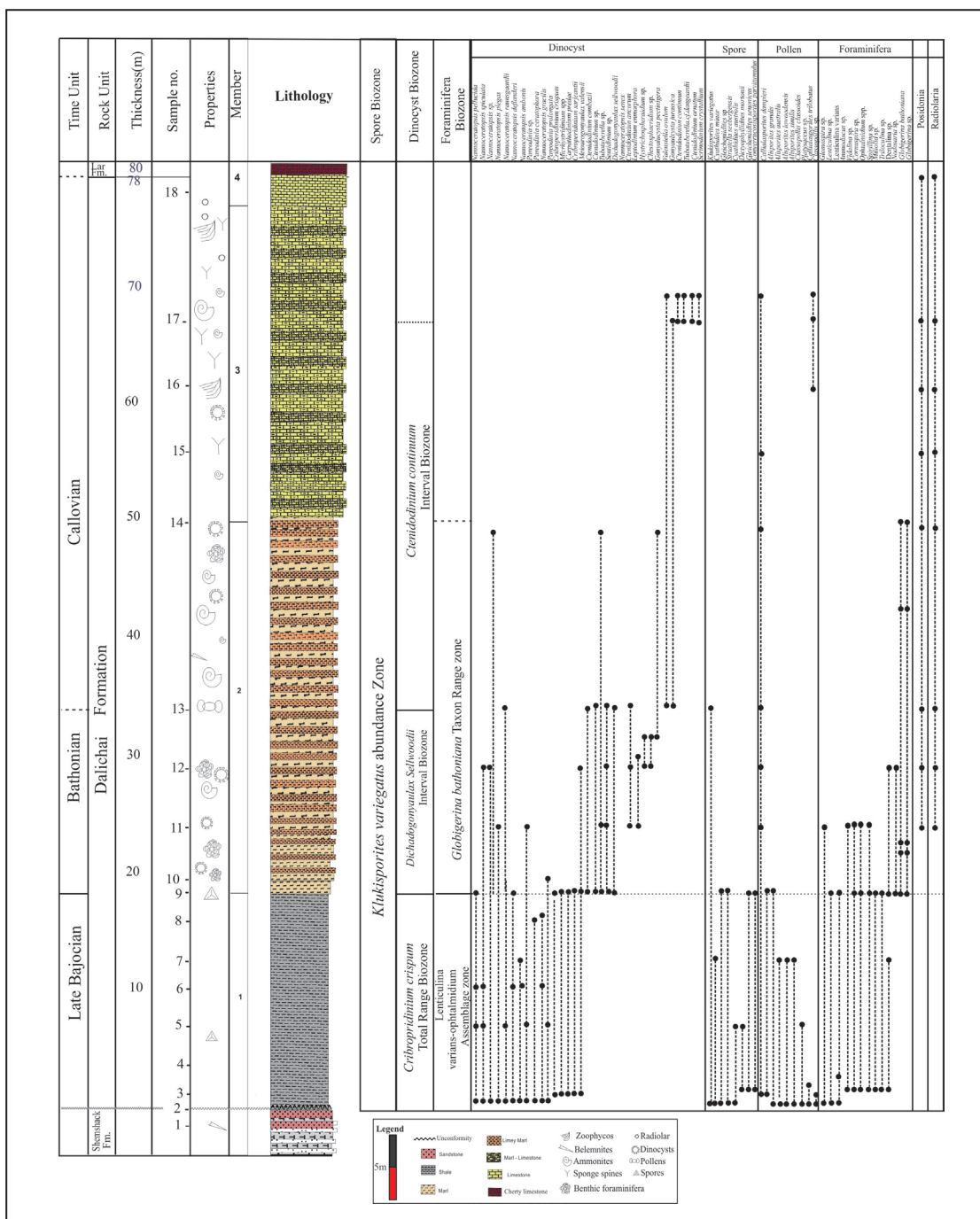
این زیست‌زون در حد فاصل انقراض گونه *Cribroperidinium crispum* تا انقراض گونه *Ctenidodinium combazii* قرار می‌گیرد که اساس تعریف آن بر مبنای زون *Ctenidodinium sellwoodii* است که برای رسوبات به سن باتونین تا کالوین زیرین در انگلستان توسط رایدینگ و توماس (Riding and Thomas, 1992) معرفی شده است که به دلیل تغییر نام در گونه شاخص به نام *Dichadogonyaulax sellwoodii* تغییر نام یافت (Lentin and Williams, 2004)، همچنین این زیست‌زون دقیقاً با بایوزونی که (Poulsen and Riding, 2003) در ایالت زیستی اروپای شمال باختری معرفی کرده‌اند منطبق است و گستره سنی پیشنهاد شده برای این زیست‌زون باتونین زیرین تا اواسط کالوین زیرین می‌باشد. این زیست‌زون از نمونه ۹ تا ۱۳ ادامه می‌یابد. بر خلاف گزارشات مطرح شده از فراوانی گونه‌های جنس *Ctenidodinium* به‌ویژه *Ctenidodinium combazii* از این زیست‌زون در منطقه البرز خاوری و مرکزی (صبغیان، ۱۳۸۸؛ هاشمی‌یزدی، ۱۳۹۴؛ شاهسونی، ۱۳۸۲؛ ده‌بزرگی و همکاران، ۱۳۹۷؛

مزوزویک، در ژوراسیک است (Robin et al., 2011). بنابراین بر مبنای مجموعه فوای موجود می‌توان رنج زمانی باتونین تا کالوین برای این بایوزون در نظر گرفت.

۴-۴. مقایسه پالینوزون‌های برش چینه‌شناسی مورد مطالعه از سازند دلیچای با پالینوزون‌های معرفی شده در دیگر نقاط ایران و جهان

مقایسه داینوسیت‌های برش چینه‌شناسی مورد مطالعه با داینوسیت‌های گزارش شده از نهشته‌های انگلستان (Woollam and Riding, 1983; Riding and Thomas, 1992) با مجموعه‌های گزارش شده از شمال باختری اروپا (Poulsen and Riding, 2003) از تطابق بالای رسوبات همزمان در این نقاط حکایت می‌کند. (جدول ۱).

این بایوزون با سترای ۶۰ متر و از نمونه ۹ تا نمونه ۱۷ در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفته است. لازم به یادآوری است این زیست‌زون برای اولین بار از ایران توسط نادریان و همکارانش (۱۳۹۸ الف) گزارش می‌شود. از فسیل‌های همراه در این بایوزون می‌توان به *Textularia* sp., *Nodosaria* sp., *Dentalina* sp. از دیگر جنس‌های همراه که در این زیست‌زون دیده می‌شود می‌توان به حضور و فراوانی دو کفه‌ای‌های پلانکتون *Radiolaria* و *Posidonia* اشاره کرد (شکل ۴). وایند (Wynd, 1965) بایوزونی را با عنوان *Posidonia zone #4* معرفی کرد که این بایوزون بر مبنای فراوانی *Posidonia* در لایه‌های بالایی سازند سرگلو به سن ژوراسیک میانی بود. همچنین آثار رادیولارها و فراوانی آنها در مزوزویک به خوبی حفظ شده است و قابل مطالعه می‌باشند. بیشترین توسعه رادیولارهای



شکل ۴- محدوده گسترش داینوسیت‌ها و رزون‌بران شاخص، پوزیدونیا و رادیولرهای موجود در سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو.

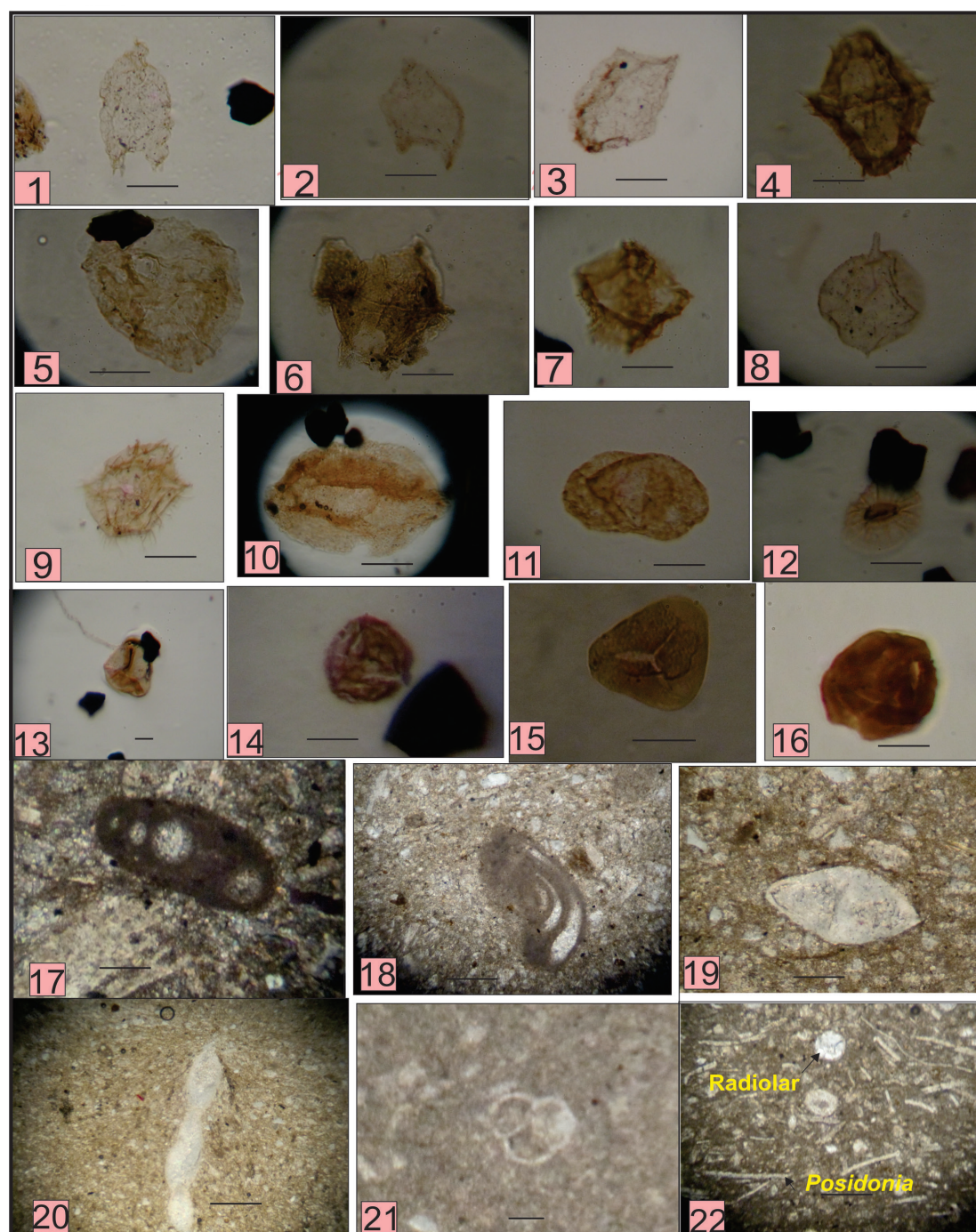


Plate 1

Plate. 1-16: Palynomorphs from the Dalichai Formation. All scale bars represent 20µm. Fig.1 *Nannoceratopsis pellucida* Deflandre 1938. Fig.2. *Nannoceratopsis gracilis* Alberti emend. Evitt, 1962, Fig.3. *Cribrerodinium* sp..Fig.4. *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968; Fig.5. *Aldorfia aldorfensis* (Gocht 1970) Stover and Evitt 1978; Fig.6. *Meiourugonyaulax valensii* Sarjeant, 1966. ; Fig.7. *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968; Fig.8. *Pareodinia ceratophora* Deflandre, 1947; Fig.9. *Dichadogonyaulax sellwoodii* (Sarjeant 1975) Stover & Evitt 1978, Fig.10. *Chasmatosporites major* Nilsson, 1958; Fig.11. *Alisporites lowoodensis* de Jersey, 1963; Fig.12. *Calliasporites* sp. cf. *S. dampieri* (Balme) Sukh Dev, 1961. Polar view; Fig.13. *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey) Playford & Dettmann, 1965; proximal focus; Fig.14. *Striatella seebergensis* Madler, 1964. Proximal focus; Fig.15 *Cyathidites australis* Couper, 1953; proximal foci. ;Fig.16. *Striatella* sp. Distal focus (17-22): Foraminifera from the Dalichai Formation. (Magnification X100) Fig.17. *Vidalina* sp.; Fig.18. *Opthalmidium* sp. Fig.19. *Lenticulina* sp.; Fig.20. *Nodosaria* sp.; Fig.21. *Globigerina* sp., x240; Fig.22. *Posidonia* spp. and Radiolar

جدول ۱- مقایسه تعدادی از زون‌های تفکیک شده بر مبنای داینوسیت‌های شاخص در سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی آهوانو با دیگر نقاط ایران و جهان.

Era	Period	Epoch	Age	Iran (Dalichai Formation)									
				Subboreal Northwest Europe									
				Poulsen & Riding, 2003	Binalud NE Iran Mafi et al., 2013	Eastern Alborz Hashemi Yazdi, 1394	Western Alborz and Farahani-Dermani	Central Alborz				Central Alborz	this study
Mesozoic	Jurassic	Middle	Late	Oxfor.	Early	Wanaea fimbriata	DSJ20	Ctenidodinium m tenellum	Not Zoned	Not Zoned	Not Zoned	Not Zoned	Not Zoned
				Late	Early	Wanaea thysanota	DSJ19						
			Callovian	Middle	Early	Ctenidodinium continuum	DSJ218						
						Ctenidodinium continuum	DSJ17						
				Late	Early	Ctenidodinium sellwoodii	DSJ16						
						Ctenidodinium sellwoodii	DSJ15						
		Bathonian	Late	Middle	Early	Ctenidodinium sellwoodii	DSJ14	Dichadogonyaulax sellwoodii	Cribroperidinium m crispum	Cribroperidinium m crispum	Cribroperidinium m crispum	Cribroperidinium m crispum	Cribroperidinium m crispum
						Ctenidodinium sellwoodii	DSJ13						
			Bajoc.	Late	Early	Ctenidodinium sellwoodii	DSJ12						
						Ctenidodinium sellwoodii	DSJ11						
						Ctenidodinium sellwoodii	DSJ10						
						Ctenidodinium sellwoodii	DSJ9						

در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه نیز از ابتدای باتونین ظهور جنس *Globigerina bathoniana* مشاهده شد. در این زمان *Globigerina* ها در بسیاری از نقاط جهان از جمله اروپای خاوری و باختری و کانادا و ... نیز دیده شدند. این در حالی بود که در برخی از نقاط مانند لهستان فراوانی بالایی پیدا کرده و لجن *Globigerina* دار را تشکیل می‌دهند (BouDagher-Fadel et al., 1997). از دیگر نمونه‌های شاخص در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه که فراوانی بسیار بالایی را در باتونین و کالوین دارد جنس *Posidonia* sp. است. جنس *Posidonia* sp. از مهم‌ترین دو کفه‌ای‌های خانواده *Pectinacean* هستند که از زمان توآرسین تا آکسفوردین حضور داشتند. وجود کفه‌های نازک ($60 - 70 \mu m$) در حداکثر $1cm$ با حاشیه دایره‌ای تا بیضوی شکل اغلب در نهشته‌های ژرف با فرم‌های پلانکتون و نکتون و فقیر از فوای بنتیک با پراکندگی جغرافیای وسیع در مکانی که کف بستر شرایط برای زندگی ندارد مشاهده می‌شوند. تمام این شرایط تأییدکننده زندگی نکتوپلانکتونیک آن‌هاست که طبق نظر هالم (Hallam, 1978) می‌تواند ناشی از پیشروی سطح آب در انتهای باتونین باشد. این پیشروی منطبق با ژرف‌شدگی در نقاط مختلف شمال اروپا، کانادا، عربستان، شمال و خاور آفریقا و هند است. جفریز و مینتون (Jefferies and Minton, 1965) رخساره‌های غنی از *posidonia* را در نقاط مختلف دنیا جنوب و خاور فرانسه، آلپ ایتالیا، آلبانی، مورکو، آذربایجان، ایران، عراق، کنیا، تانزانیا، جنوب آند و اندونزی گزارش می‌کنند (شکل ۳). در منطقه betic cordillera از جنوب اسپانیا این رخساره با درصد بالایی از *Globigerinids* دیده می‌شود در حالی که در بیشتر نقاط دنیا از جمله در ایران و در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه همراه با فراوانی بالایی از رادیولرهاست (نادریان و همکاران، ۱۳۹۸ ب؛ نادریان و همکاران، ۱۳۹۹ ج؛ zarei, 2017). این رخساره در حاشیه شمالی و جنوبی از تیس در محدوده ژوراسیک میانی به‌ویژه در فاصله زمانی باتونین - کالوین دیده می‌شود. همچنین ارکل (Arkell, 1956) تأیید می‌کند که در بسیاری از نقاط چون جنوب خاور فرانسه - خاور آلپ، لهستان، پنیسولار ایتالیا، یونان، آلبانی، مراکش و ترکیه، الجزایر، قفقاز، سواحل کریمه، تانگانیکا، آذربایجان، ایران، عراق این رخساره معمولاً با اثر فسیلی ژئوفیکوس *Zoophycus* در سنگ‌های ژوراسیک

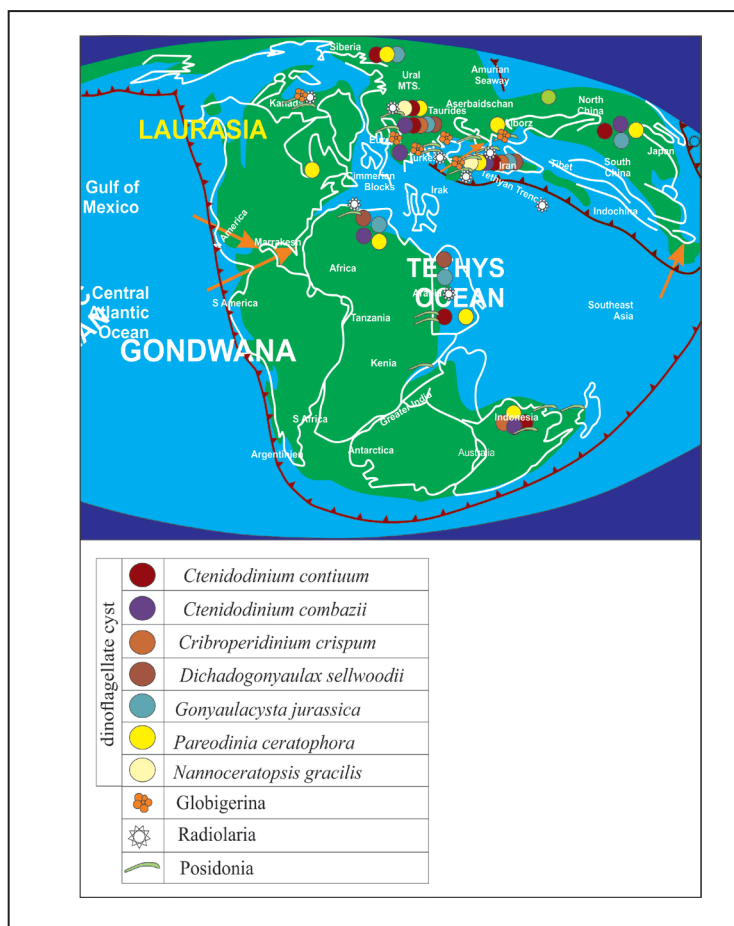
از سال ۱۹۷۵ مطالعات پالینولوژی بر روی رسوبات ژوراسیک ایران در حوضه‌های ایران مرکزی، البرز مرکزی، البرز باختری، البرز خاوری و کپه‌داغ انجام پذیرفته که شامل مطالعات مافی و همکاران (Mafi et al., 2013) برای سازند دلیچای در رشته‌کوه‌های بینالود شمال خاور ایران است. چهار بایوزون *Cribroperidinium crispum* total range Biozone (بازوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval biozone (باتونین تا کالوین پیشین)، *Ctenidodinium Continuum* Interval Biozone (کالوین پیشین تا پسین) و *Ctenidodinium tenellum* (آکسفوردین پیشین) معرفی شد که سه بایوزون اول با برش چینه‌شناسی آهوانو قابل انطباق است. همچنین از مطالعات انجام شده بر روی سازند دلیچای در حوضه البرز می‌توان قاسمی‌نژاد و همکاران (Ghasemi-Nejad et al., 2012) در برش چینه‌شناسی راهبند مهدشهر، ده‌برزگی (۱۳۹۲) در برش چینه‌شناسی شرف، محمدخانی زارعی (۱۳۹۷) در برش چینه‌شناسی درجزین (البرز مرکزی)، هاشمی یزدی (۱۳۹۴) در برش‌های چینه‌شناسی یونجه‌زار، پل دختر و بلو (البرز خاوری و مرکزی) و سجادی‌هزاوه و درمنکی فراهانی (۱۳۹۶) در جنوب خاوری مراغه (البرز باختری) می‌توان نام برد. بایوزون‌های معرفی شده با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قابل انطباق است (جدول ۱). مطالعات پالینولوژی انجام شده بر روی سازند دلیچای در دو حوضه رسوبی البرز و بینالود حکایت از ارتباط این دو حوضه با یکدیگر در زمان بازوسین پسین - کالوین پسین می‌نماید. این نتیجه‌گیری به علت شباهت نزدیک گونه‌های داینوسیستی شناسایی شده از سازند دلیچای در این دو حوضه رسوبی است. همچنین همان‌طور که یاد شد بایوزون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسیست‌ها در سازند دلیچای، با بایوزون‌های ارائه شده در شمال باختری اروپا و شمال باختر تیس مطابقت دارد که این موضوع دلالت بر وجود ارتباط دریایی در بازه زمانی ژوراسیک میانی بین شمال و شمال خاور ایران با شمال باختر اروپا و شمال باختر تیس دارد.

۵- بررسی جغرافیای دیرینه برش چینه‌شناسی مورد مطالعه

در تاریخچه زمین وقایع قابل توجهی در ژوراسیک رخ داده است. مهم‌ترین این رخداد ظهور، تنوع و گسترش روزن‌بران پلانکتون در ژوراسیک میانی بود که

به دلیل گسترش جهانی و تنوع بسیار زیاد به‌ویژه در رسوباتی که نبود فسیل‌های آهکی است، یکی از میکروفسیل‌های بسیار مهم جهت شناخت شرایط حوضه در زمان رسوب‌گذاری هستند. یکی از مهمترین موقعیت رادیولاریت در دنیا در زمان ژوراسیک در حوضه تیس و از عمان تا کرمانشاه به طول ۲۴۰۰ کیلومتر و ۱۰۰ کیلومتر عرض و گسترش $15^{\circ}S$ و $5^{\circ}N$ می‌تواند باشد. در طول سنومارین و توآرسین حوضه کوچکی متولد می‌شود که در آینده نزدیک تبدیل به دریای مدیترانه می‌شود و پلیت فرم عربی در لبه جنوبی تیس با یک درازا به طرف دریای مدیترانه ادامه پیدا می‌کند. در زمان کالوین دریای مدیترانه بیشتر همگن می‌شود و به‌وسیله فرونشست عمومی از پلاتفرم ساحلی به طور کامل یک رخساره رادیولاریت به طور وسیعی در لبه مدیترانه از Int ایتالیا تا کرمانشاه قابل مشاهده است. به طوری که به طرف خاور و مرکز تیس به صورت قابل توجهی یک عدم تقارن بین حاشیه شمالی و تقریباً خالی از رادیولاریت (به استثنای گرجستان، آذربایجان، ارمنستان و...) و حاشیه جنوبی که حالت انفجاری مشابه لبه مدیترانه دیده می‌شود. رادیولرها در باختر به عمان و خاور کرمانشاه در یک دارازا و با طولی ۴۰۰ کیلومتر و عرض ۲۰ تا ۳۰۰ کیلومتر می‌رسند. در طول کالوین تا آکسفوردین حوضه‌های رادیولاریت که در حاشیه جنوبی در حال گسترش بوده‌اند در حاشیه شمالی از تیس مرکزی نیز رشد می‌کنند. در طول کیمیرجین - تینتوین کاهش و پراکندگی کومه‌ای حوضه‌های رادیولاریت در جنوب باختری و باختری حوضه تیس (در دریای مدیترانه) می‌رسد. در این زمان رادیولرها در حاشیه جنوب خاوری تیس فراوان می‌شوند (هند و استرالیا) و این به خاطر تغییر عمق جریانات و از بین رفتن جریانات بالا رونده upwelling در انتهای ژوراسیک است (Robin et al., 2011) (شکل ۵).

میانی مشاهده می‌شوند. همچنین کلینگ (Kling, 1978) این رخساره را در رسوبات دریایی ژرف باژوسین تا کالوین کوه‌های آلپ فرانسه (French alps) که با عنوان (Facies dauphinois) شهرت دارد مطالعه کرد. این رخساره گسترش وسیعی از شمال به جنوب فرانسه (۲۹۰ km) و از خاور تا باختر (۱۳۰ km) دارد و فقط در مکان‌هایی که اثر رخساره‌ای ژئوفیکوس و فقیر از فونای بنتیک است مشاهده می‌شود. گسترش وسیعی از این رخساره به طول صدها مایل در نقاط مختلف تأیید می‌کند که امکان انتقال آن پس از مرگ وجود نداشته است. در عراق رخساره Dauphine در شیل‌های بیتومن‌دار و آهک‌های بالایی سازند سرگلو به سن باژوسین - باتونین توسط بلن و همکارانش (Bellen et al., 1960) گزارش شده است. این رخساره در ناحیه کردستان با ستبرای ۱۲ متر (از ستبرای ۱۱۵ متر سازند سرگلو) همراه با فراوانی رادیولرها مشاهده شده است. این بخش از عراق شباهت به سازند muhaiwir به سن باتونین دارد که معادل بالاترین بخش سازند سرگلو است. گسترش سازند سرگلو خیلی زیاد است در کردستان تا کویت حدود ۶۰۰ کیلومتر گسترش دارد که معادل رخساره posidonia از آذربایجان، قفقاز، شمال و باختر ایران است (Wever et al., 1995). واین (wynd, 1965) بر مبنای وجود posidonia در لایه بالایی سازند سرگلو در ایران بایوزونی تحت عنوان posidonia zone #4 معرفی کرده است. در حوالی کرمانشاه سازند سرگلو دارای آمونیت‌های ژوراسیک میانی است. با وجود جدا بودن حوضه‌ها، ویژگی‌های سنگی و سنی سازند سرگلو، در خور قیاس با سازند بغمشاه (ایران مرکزی)، سازند دلیچای (البرز) و سازند چمن پید است. افزون بر فراوانی دوکفه‌ای پوزیدونیا *Posidonia sp.* رادیولرها بالاترین فراوانی را در محدوده باتونین تا کالوین در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دارند. رادیولرها



شکل ۵- پراکندگی داینوسیست‌ها، روزن‌بران شاخص و رادیولر و دوکفه‌ای posidonia شناسایی شده در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه در نقاط مختلف دنیا بر روی نقشه جغرافیای دیرینه ژوراسیک میانی (اقتباس از Bigbangpage.com).

مانند *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باتونین - کالوین پیشین) *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone و (کالوین پیشین - میانی) *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone و همچنین وجود بائوزون *Lenti culina varians-ophtalmidium* Assemblage zone (با سن باژوسین پسین - باتونین) و بائوزون *Globigerina bathoniana* Taxon range zone (با سن باتونین میانی تا کیمبرجین) از روزن‌بران کفزی و پلانکتون در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه تأییدکننده سن باژوسین پسین - کالوین پسین؟ برای برش چینه‌شناسی مورد مطالعه است. بررسی‌های زیست جغرافیای دیرینه صورت گرفته بر مبنای داینوسیت‌ها، روزن‌برانی پلانکتون *Globigerina* و دوکفه‌ای *Posidonia* و رادیولرها در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه ارتباط جنس‌ها و گونه‌های شاخص منطقه مورد بررسی را با نمونه‌های شمال باختر اروپا در قلمرو ساب مدیترانه در زمان ژوراسیک نشان می‌دهد. مسیر مهاجرت فوناهای یاد شده در شمال و مرکز ایران در دریاهای اپی کنتینانتال ژوراسیک با شمال باختر اروپا در امتداد سواحل جنوبی اوراسیا) از طریق حوضه خزر، قفقاز، کریمه و بخش‌های شمال بالکان تا مرکز و شمال باختر اروپا بوده است. این موضوع نشانگر ارتباط این منطقه در زمان ژوراسیک با دیگر نقاط موجود در حاشیه این اقیانوس است.

بررسی‌های فسیل‌شناسی صورت گرفته در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه بر مبنای پالئومورف‌ها، روزن‌بران، دوکفه‌ای *Posidonia* و رادیولرها حاکی از شباهت و ارتباط منطقه با نهشته‌های ژوراسیک میانی - پسین حوضه رسوبی در شمال باختری اروپا و شمال باختر تیس بوده و بیانگر آن است که ایالت زیست جغرافیای دیرینه (پالئوژئوگرافی) واحدی در زمان ژوراسیک حاکم بوده است. همچنین شواهد زیادی در برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه برای تبادل مستقیم بین نمونه‌های (پوزیدونیا و رادیولارها) شمال و مرکز ایران با جنوب باختر ایران وجود دارد. هر چند که طبق مطالعات برخی از پژوهشگران مانند سیدامامی (Seyed-Emami, 2003) این ادعا وجود دارد که نمونه‌های جنوب باختر ایران کامل وابسته به جنوب باختر تیس بوده و ارتباطی با شمال و مرکز ایران ندارد.

۶- نتیجه‌گیری

حضور *Klukisporites variegatus* که از گونه‌های شاخص ژوراسیک میانی است و *Striatella seebergensis* (با بازه زمانی تریاس پسین - ژوراسیک میانی) و همچنین فراوانی جنس *Callialasporites* (به‌ویژه گونه *Callialasporites dampieri*) که از جمله پول‌های متعلق به ژوراسیک است. مؤید سن ژوراسیک میانی (دوگر) برای برش چینه‌شناسی آهوانو است. داینوفلاژله‌های شاخص باژوسین پسین

کتابنگاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۷۱، معرفی رویداد زمین‌شناسی ساختی کیمبرین میانی (ژوراسیک میانی)، فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، صفحات ۵-۲.
- آقاباتی، س. ع.، ۱۳۷۷، چینه‌شناسی ژوراسیک ایران، جلد اول، چاپ اول (۳۵۵ ص)، انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، تهران.
- حداد توکلی، ا.، ۱۳۸۴، پالئواستراتیگرافی سازند کشف‌رود در برش قلعه سنگی شرق مشهد، شمال شرق ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۰ ص.
- ده‌بزرگی، ا.، ۱۳۸۳، پالئواستراتیگرافی سازند کشف‌رود در برش سنج‌دک جنوب شرق مشهد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۹ ص.
- ده‌بزرگی، ا.، ۱۳۹۲، پالئولوژی و پالئواکولوژی رسوبات ژوراسیک میانی (سازند دلیچای و بغم‌شاه)، شرق سمنان (منطقه جام)، پایان‌نامه دکتری، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، ۳۲۰ ص.
- ده‌بزرگی، ا.، هاشمی‌زیدی، ف. و سجادی، ف.، ۱۳۹۷، پالئواستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل دختر، البرز مرکزی، رسوب‌شناسی کاربردی، بهار و تابستان ۱۳۹۷، شماره ۱۱، دوره ۶.
- سجادی، ف. و درمنکی فراهانی، س.، ۱۳۹۶، پالئواستراتیگرافی و پالئواکولوژی نهشته‌های ژوراسیک میانی در جنوب شرقی مراغه، براساس پالئومورف‌های خشکی، مجله علمی- پژوهشی پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، (۲): ۶۴-۴۱. JSSR.2017.21622/10.22108.
- شاهسونی، م.، ۱۳۸۲، پالئواستراتیگرافی، پالئوفاسیس و محیط دیرینه سازند چمن بید در برش جاجرم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۰۹ ص.
- صباغیان، ج.، ۱۳۸۸، پالئواستراتیگرافی سازند دلیچای در کوه راه‌بند مهدی‌شهر، البرز مرکزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران.
- محمدخانی، خ. و زارعی، ا.، ۱۳۹۷، پالئواستراتیگرافی سازند دلیچای در برش درجین در شمال سمنان، مجله علمی و پژوهشی چینه‌شناسی و رسوب‌شناسی، دوره ۳۴، شماره ۴. JSSR.2019.112088.1062/10.22108.
- نادریان، م.، زارعی، ا. و یوسفی، س.، ۱۳۹۸، الف، زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای در برش پریخان در غرب شاهرود بر مبنای پالئومورف‌ها و روزن‌داران، رخساره‌های رسوبی، بهمن ۹۸، SED.FACIES.V1311.84527062/10.22067.
- نادریان، م.، زارعی، ا. و یوسفی، س.، ۱۳۹۸، ب، تحلیل محیطی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پریخان در غرب شاهرود بر مبنای داده‌های پالئومورف و فرامینیفرها و میکروفاسیس، رسوب‌شناسی کاربردی، بهار و تابستان ۹۸، شماره ۱۳، PSJ.2020.20779.1230/10.22084.
- نادریان، م.، زارعی، ا. و محمدخانی، خ.، ۱۳۹۹، تفسیر محیط رسوبی سازند دلیچای بر مبنای مطالعات پالئولوژیکی و میکروفاسیس در برش درجین در استان سمنان، فصلنامه علوم زمین، پاییز ۹۹، شماره ۱۳۷، GSJ.2020.205415.1716/10.22071.
- نویدی‌ایزد، ن.، ۱۳۹۲، پالئواستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی دیکتاش، شمال شرق سمنان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه تهران، ۱۹۷ صفحه.
- هاشمی‌زیدی، ف.، ۱۳۹۴، پالئولوژی و پالئواکولوژی سازند دلیچای در حوضه البرز مرکزی- شرق و سازند هجدک در شرق ایران مرکزی، پایان‌نامه دکتری، دانشکده زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۳۸۸ صفحه.

References

- 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. [10.1016/0899-5362\(90\)90089-W](https://doi.org/10.1016/0899-5362(90)90089-W).
- Arjang, B., 1975. Mikroflora der rätö-jurassischen Ablagerungen des Kermaner Beckens (Zentral-Iran). *Palaeontographica, Abteilung B*, 152: 85-148.
- Arkell, W.J. 1956. *Jurassic Geology of the world*. . 806 pp.; Edinburgh (Oliver and Boyd)(<https://www.cambridge.org/core/journals/geological-magazine/article/abs/jurassic-geology-of-the-world-by-w-j-arkell-1956-oliver-and-boyd-edinburgh-pp-806-28-tables-102-textfigures-46-plates-price-5-5s/F6765A0F71B5891469D2413FD9399D67>).
- Batten, D.J., and Koppelhus, E., 1996. Biostratigraphic significance of uppermost Triassic and Jurassic miospores in Northwest Europe; In: J. Jansonius and D.C. Mc. Gregor (eds.), *Palynology: Principles and Applications*. -American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 2, 795-806.
- Beisel, A.L., Zanin, Yu.N., Zamirailova, A.G., Lebedeva, N.K., Levchuk, L.K., Levchuk, M.A., Meledina, S.V., Nikitenko, B.L., Shurygin, B.N., and Yan, P.A. 2002. Reference section for the upper Jurassic and Callovian in northern west Siberia; *Russian Geology and Geophysics*. Vol. 43, No. 9, pp. 811-825. (<http://www.ipgg.sbras.ru/science/publications/publ-jurassic-paleogeography-of-the-west-siberian-sedimentary-046975>).
- Bellen, R.C. VAN, Dunnington, H.V., Wetzei, R., and Morton, D. M., 1960. *Lexique stratigraphique international*. 3. Asie. Fascicule 10 a, Iraq. Paris.
- BouDagher-Fadel, M.K., Banner, F.T., and Whittaker, J.E. 1997. *Early Evolutionary History of Planktonic Foraminifera*, British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall, 269p. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(99\)80038-2](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(99)80038-2).
- Filatoff, J., 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Palaeontographica, Abteilung B*, 154(1-4): 1-113. https://www.schweizerbart.de/papers/palab/detail/154/72175/Jurassic_palynology_of_the_Perth_Basin_Western_Australia
- Filatoff, J., and 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.
- Jefferies, R.P.S., and Minton, P., 1965. The mode of life of two Jurassic species of *Posidonia* (Bivalvia). *Palaeontology* 8(1):156-185. <https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/>
- Hallam, A., 1978. Eustatic cycles in the Jurassic. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 23, 1-32. Haug, E., 1892. *Les chaines subalpines entre gap at Digne*. *Bull. Carte geol. Fr.* 3(21), 1-197, pl. 1-4, 1907, *Traite de geologie*, 1. paris.
- Helby, R., Morgan, R., and 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.
- Ghasemi-Nejad, E., Sabbaghiyan, H., and 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. DOI:10.1016/j.jseas.2011.08.006.
- Kalantari, A., 1969. Foraminifera from the middle Jurassic-Cretaceous successions of KopperDagh region (N.E. IRAN). National Iranian Oil Company, Publication no.3.298p.
- Kaminski, M. A., Gradstein, F. M., Berggren, W. A., Geroch, S., and Beckmann, J. P., 1988. Agglutinated foraminiferal assemblages from Trinidad: taxonomy, stratigraphy and paleobathymetry. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 41: 155-228.
- Kling, S.A., 1978. Radiolaria, in Haq, B.U., and Boersma, A., eds., *Introduction to Marine Micropaleontology*: New York, Elsevier, p. 203-244. DOI: https://doi.org/10.1007/3-540-31078-9_118.
- Lentin, J.K., and Williams, G.L., 2004. Index of fossil dinoflagellates. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series* 42, 909 pp. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2018.09.003>.
- 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. DOI:10.1007/s12549-017-0279-y.
- Mafi, A., Ghasemi-Nejad, E., Ashouri, A., and Vahidi-Nia, M., 2013. 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*, Online paper. DOI:10.1007/s12517-013-0976-4.
- 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 *Microcachryditites* 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.
- Poulsen, N.E., and Riding, J.B., 2003. The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe. In: Ineson, J.R. and Surlyk, F. (eds). The Jurassic of Denmark and Greenland. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin, 1:115-144. DOI:10.34194/geusb.v1.4650.
- Riding, J.B., 1984. Dinoflagellate cyst range-top biostratigraphy of the uppermost Triassic to lowermost Cretaceous of northwest Europe. *Palynology* 8, 195–210. DOI:10.1080/01916122.1984.9989277.
- Riding, J.B., 1987. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Nettleton Bottom Borehole (Jurassic: Hettangian to Kimmeridgian), Lincolnshire, England. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 46, 231-66.
- Riding, J.B., and 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.
- Robin, C., Gorican, S., Guillocheau, F., Razin, P., Dromart, G., and Mosaffa, H., 2011. Mesozoic deep-water carbonate deposits from the southern Tethyan passive margin in Iran (Pichakun nappes, Neyriz area): biostratigraphy, facies sedimentology and sequence stratigraphy, From: LETURMY, P. & ROBIN, C. (Eds) Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran during the Mesozoic–Cenozoic. Geological Society, London, Special Publications, 330, 179–210. DOI:10.1144/SP330.10.
- Seyed-Emami, K., 2003. Triassic in Iran. *Facies*. 48: 91–106. DOI:10.1007/BF02667532
- Sultan, I. Z. and Solaiman, H.A., 1978. Palynostratigraphie du Bathonian – Callovian du puits no. 3 de Barga, Sinai nord, Egypte. *Revue Micropalaeontologie*, 20: 222- 229.
- Traverse, A., 2007. *Paleopalynology*. Topics in Geobiology, second ed. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 813 pp.
- Tripathi, A., and Ray, A., 2005. Palynostratigraphy of the Dubrajpur Formation (Early Triassic to Early Cretaceous), Rajmahal Basin, India. *Palynology*, 30: 133-149. <https://doi.org/10.2113/gspalynol.30.1.133>.
- Vigran, J.O. and 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.
- Wever, P., Baudin, F., Azéma, J. and Fourcade, E., 1995. The Ocean Basins anil Mareins, volume 8: The Tethys Ocean, edited by A E. M. Naim et al. Plenum Press, New York. 1995. Patrick De W., Baudin, F., Azéma, J. and Fourcade, Eric. 1995. The Ocean Basins anil Mareins, volume 8: The Tethys Ocean, edited by A E. M. Naim et al. Plenum Press, New York. 1995. <https://geologie.mnhn.fr/PDW/De%20Wever%20Baudin%20Azema%201995%20Plenum.pdf>.
- Woollam, R., and Riding, J.B., 1983. Dinoflagellate cyst zonation of the English Jurassic. Institute of Geological Sciences Report 83/2. DOI:10.34194/geusb.v1.4650.
- Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian Oil Consortium Agreement area: Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division, Report 1082, 89 pp.
- Zarei, E., 2017. Palynofacies analysis and paleoenvironmental interpretation of the Dalichai Formation, northeast of Semnan, Geopersia, 7(1). DOI: 10.22059/GEOPE.2017.224223.648291.

Original Research Paper

Paleogeography and biostratigraphy of Dalichai Formation in North of Damghan (Ahavanu section), based on palynomorphs and foraminifera

Elahe Zarei*

¹Geology Department, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran**ARTICLE INFO***Article history:*

Received: 2021 May 24

Accepted: 2021 October 23

Available online: 2022 June 22

Keywords:

Paleogeography

Biostratigraphy

Dalichai Formation

Palynomorphs

Foraminifera

ABSTRACT

The Dalichai Formation in Ahvanu section in the north of Damghan city with a thickness of 78 meters consisting of an alternation of bluish-gray marls and limestone, was studied. Based on the presence and stratigraphic distribution of miospore, *Klukisporites variegatus* and *Callialasporites dampieri* of pollen are identified (Middle Jurassic) and presence of some index dinoflagellate species led to the identification of three biozones in the Dalichai Formation. These include in ascending order, *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (late Bajocian), *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (Bathonian - early Callovian), *Ctenididinium continuum* Interval Biozone (early to middle Callovian). Also, this Formation was divided into two biozone on the basis of *Lenticulina varians*-*Ophtalmidium* Assemblage zone and *Globigerina bathoniana* Taxon range zone. The close similarities of fauna assemblages of Dalichai Formation in this region (eastern Alborz ((dinoflagellate cyst, foraminifera, posidonia and radiolar) with assemblages recorded from different parts of Iran (such as central and eastern, western Alborz and Binalud and south of Iran) and other parts of world (northwest of Europe, and the northwestern Tethys and ...) confirm the marine connection and faunal exchange between the mentioned basins during Middle Jurassic.

* Corresponding author: Elahe Zarei; E-mail: ezarei@du.ac.ir

E-ISSN: 2645-4963; Copyright©2021 G.S. Journal & the authors. All rights reserved.

 doi: 10.22071/GSJ.2021.283800.1902 dor: 20.1001.1.10237429.1401.32.2.4.6