پالینوستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، البرز مرکزی

افسانه ده‌بزرگی*[۱]، فیروزه هاشمی‌یزدی[۲] و فرشته سجادی‌هزاوه[۳]

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین
۲ و ۳- دانشکده زمین‌شناسی، پردیس‌علوم، دانشگاه تهران، تهران

نویسنده مسئول: *Dehbozorgi@SCI.ikiu.ac.ir*

دریافت: ۹۶/۱/۲۶ پذیرش: ۹۷/۴/۱۲

چکیده

پالینومورف‌های متنوعی با حفظ‌شدگی نسبتا خوب، شامل میوسپورها (اسپور و پولن‌ها)، سیست دینوفلاژله‌ها، اسکلوکودونت‌ها، پوسته داخلی فرامینیفرها و آکریتارک‌ها در رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر در البرز مرکزی وجود دارد. بر پایه گسترش چینه‌شناسی دینوسیست‌ها در نهشته‌های یادشده پالینوزون‌های *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین - کالووین پیشین)، *Ctenidodinum continuum* Interval Biozone (کالووین پیشین - میانی)، و Subzone a (باتونین پیشین – میانی) معرفی شده‌اند. وجود دینوفلاژله‌های شاخص باژوسین پسین مانند *Cribroperidinium crispum*, *Meiourogonyaulax valensii* و حضور *Carpatodinium predae* (با بازه زمانی باتونین پیشین - میانی)، و *Ctenidodinium combazii* (با گسترش چینه‌شناسی باتونین - کالووین پیشین) در برش چینه‌شناسی مورد بررسی، سن باژوسین پسین-کالووین را برای رسوبات سازند دلیچای پیشنهاد می‌کند. نسبت عناصر پالینولوژی و پالینوفاسیس در نهشته‌های مورد بررسی، نشانگر آن است که این رسوبات در محیط دیرینه دریایی کم اکسیژن با نرخ رسوب‌گذاری پایین، که گاهی شاهد پایین آمدن نسبی سطح آب حوضه رسوب‌گذاری بوده، ساخته شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: پالینومورف، پالینوستراتیگرافی، سازند دلیچای، ژوراسیک میانی، البرز مرکزی

پیشگفتار

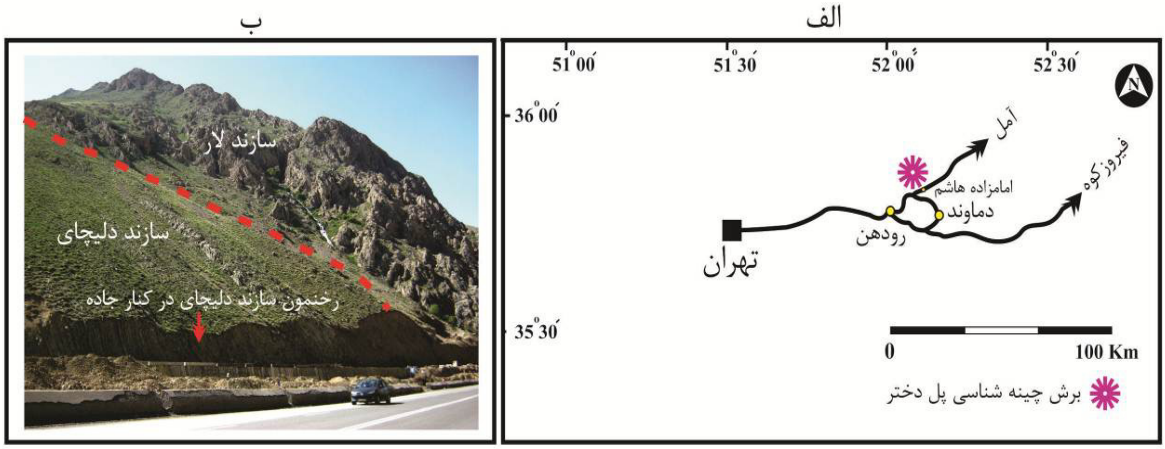
پس از رویداد سیمرین میانی، رسوبات زغالدار گروه شمشک در البرز جنوبی، توسط نهشته‌های دومین چرخه رسوبی، که بیش‌تر رسوبات دریایی بوده و شامل مارن و سنگ‌آهک‌های مارنی سازند دلیچای به سن ژوراسیک میانی و سنگ‌آهک‌های سازند لار به سن ژوراسیک پسین می‌باشد، پوشیده می‌شوند.

سازند دلیچای در بیش‌تر نقاط از مارن، آهک‌های آرژیلی نازک لایه و شیل‌های مارنی ساخته شده است. ریخت‌شناسی پشته مانند و رنگ سبز- خاکستری روشن این سازند، آن را از ردیف‌های تیره رنگ زغالدار زیرین (گروه شمشک) و سنگ‌های کربناته ستبر رویی (سازند لار) جدا می‌کند. مرز زیرین سازند دلیچای در نواحی فیروزکوه (اشتایگر، ۱۹۶۶) و سمنان (نبوی و سیدامامی، ۱۹۷۷) با افق کنگلومرایی کوارتزی سفید رنگ آغاز می‌شود و گاهی نیز لایه‌های آغازین این سازند دارای قلوه‌های لیمونیتی و ترک‌های گلی فراوان است. مرز بالایی این سازند با سازند لار تدریجی است (سوسلی، ۱۹۷۶؛ آنلز و همکاران، ۱۹۷۵؛ آلنباخ، ۱۹۶۶) و در محل حذف لایه‌های مارنی و آغاز لایه‌های چرت‌دار سازند لار قرار دارد (آقانباتی، ۱۳۷۷؛ اشتوکلین و ستوده‌نیا، ۱۹۹۱). به طور کلی سن سازند دلیچای با توجه به سنگواره‌های آمونیتی (سیدامامی و همکاران، ۱۹۸۵، ۱۹۸۹، ۱۹۹۵، ۱۹۹۶) و پالینومورف‌های (قاسمی‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۲؛ مافی و همکاران، ۲۰۱۳؛ ده‌بزرگی و همکاران، ۲۰۱۳) موجود در آن از باژوسین پسین تا کالووین گزارش شده است (نویدی ایزد، ۱۳۹۲؛ ده‌بزرگی، ۱۳۹۲؛ هاشمی‌یزدی، ۱۳۹۴؛ سجادی‌هزاوه و درمنکی فراهانی، ۱۳۹۶). گسترش جغرافیایی این سازند محدود به البرز (دماوند، کرج، آبیک، شمال قزوین، دره هراز، سمنان، جام، و شاهرود) نبوده و در کوه‌های سلطانیه زنجان (اشتوکلین و همکاران، ۱۹۶۵)، مراغه (ابرقانی و

آدابی، ۱۳۷۹؛ نیک‌نهاد، ۱۳۸۶)، آبگرم همدان (سیدامامی و همکاران، ۱۹۸۵) و جنوب‌خاور دریاچه ارومیه (شهرابی، ۱۳۷۳) نیز دیده شده است.

جایگاه جغرافیایی و راه‌های دسترسی برش چینه‌شناسی مورد بررسی

برش چینه‌شناسی پل‌دختر در جاده هراز، در مسیر تهران به آمل و نرسیده به تونل امامزاده هاشم قرار گرفته است. عرض جغرافیایی برش چینه‌شناسی یادشده "۸۲ ′۴۸ °۳۵ N و طول جغرافیایی آن "۸۷ ′۰۱ °۵۲ E می‌باشد (شکل ۱- الف). مرز بالایی سازند دلیچای با سازند لار در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، تدریجی است (شکل ۱- ب) ولی مرز زیرین این سازند با سازند شمشک به صورت ناپیوستگی می‌باشد.



شکل ۱ . الف) جایگاه جغرافیایی و راه‌های دسترسی به سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، ب) نمای شمالی - جنوبی سازندهای دلیچای و لار

روش کار

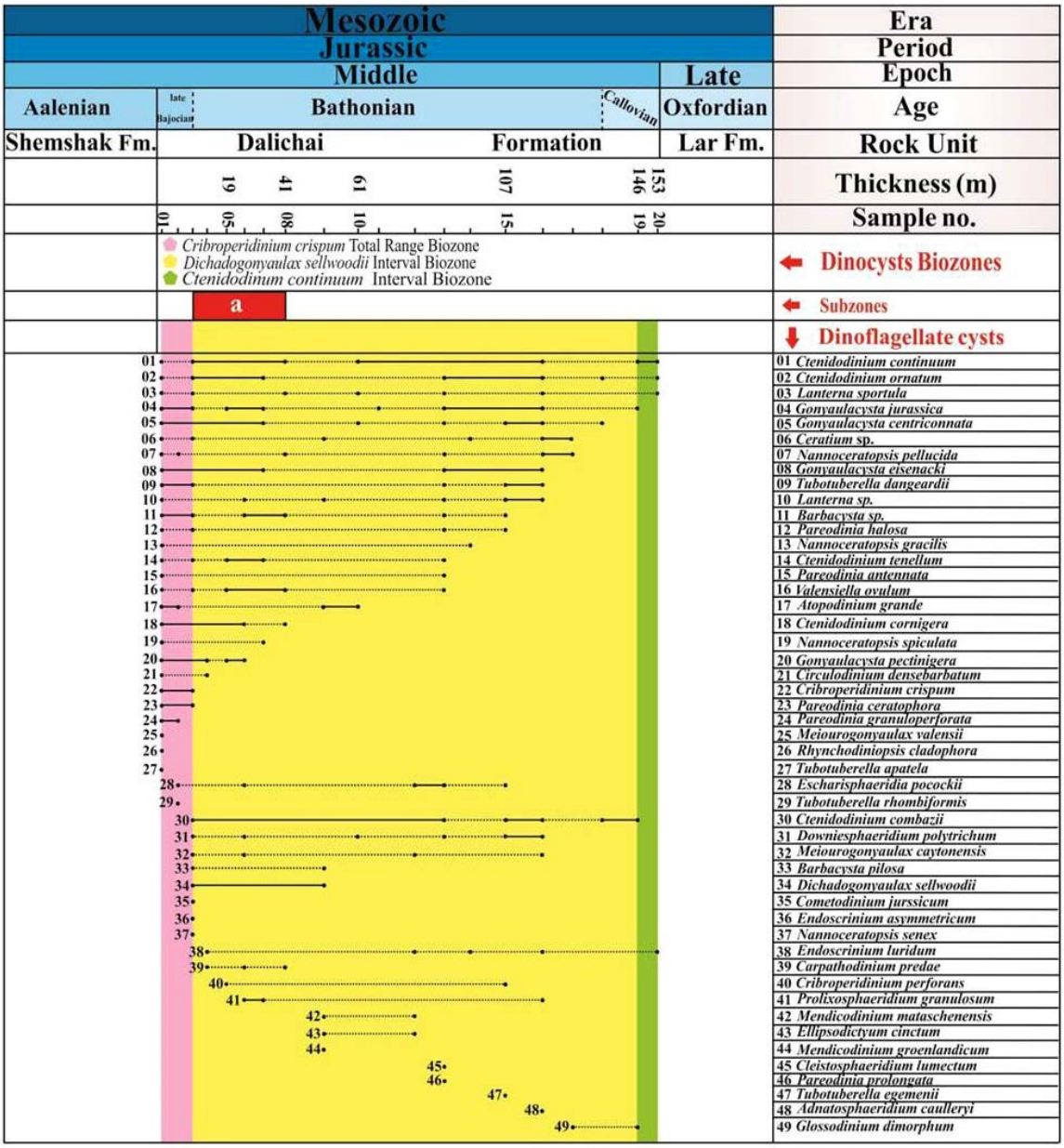
به منظور بررسی پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، ۲۰ نمونه از افق‌های مناسب برداشت شد. سپس عمل آماده‌سازی[1] نمونه‌ها با بهره گیری از روش فیپس و پلی فورد (۱۹۸۴) برای تهیه اسلایدهای پالینولوژی انجام شد. برای انحلال ترکیبات کربناته و اکسیدهای آهن، از اسیدکلریدریک ۵۰٪ و برای حذف ترکیبات سیلیکاته از اسید فلوئوریدریک ۳۳٪ بهره گیری شد. برای پیشگیری از ساخت ژل سیلیکاته نمونه‌ها با اسید کلریدریک ۱۰٪ جوشانده شدند. سپس برای جداسازی پالینومورف‌ها از کانی‌های سنگین و سایر مواد زائد نمونه‌ها با محلول کلرور روی با وزن مخصوص $1/9 gr/cm^3$ سانتریفیوژ گردیده و پس از عبور از الک ۲۰ میکرون اسلایدهای دائمی تهیه شدند. اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکوپ نوری با لنزهای ۴۰ و ۱۰۰ بررسی شدند و پالینومورف‌های با حفظشدگی متوسط تا خوب برای عکسبرداری انتخاب گردید. پس از شناسایی پالینومورف‌ها، گسترش چینه‌شناسی داینوسیست‌های موجود در اسلایدهای پالینولوژی مورد بررسی قرار گرفت.

پالینوستراتیگرافی و تعیین سن سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر بر پایه داینوسیست‌ها

پالینومورف‌های متنوعی مانند میوسپورها، سیست داینوفلاژله‌ها، اسکلوکودونت‌ها، پوسته داخلی فرامینیفرها و آکریتارک‌ها با حفظشدگی نسبتا خوب در برش چینه‌شناسی پل‌دختر سازند دلیچای وجود دارند (Plate 1).

پس از بررسی پالینومورف‌ها در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، شناسایی سن و پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای بر پایه داینوسیست‌ها انجام پذیرفت. نهشته‌های سازند یادشده در برش چینه‌شناسی مورد بررسی دارای ۴۹ گونه داینوفلاژله متعلق به ۲۶ جنس می‌باشد (شکل ۲).

[1] Maceration



شکل ۲. گسترش چینه‌شناسی داینوسیست‌های سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر

گسترش جغرافیایی وسیع بسیاری از داینوفلاژله‌های ژوراسیک در نیمکره شمالی منجر به بهره گیری از آن‌ها به عنوان ابزار مناسب برای بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری شده است. بر پایه گسترش زمانی (ظهور و انقراض) نمونه‌های کلیدی داینوسیست‌ها در برش چینه‌شناسی پل‌دختر سه پالینوزون قابل انطباق با بایوزون‌های استاندارد (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲؛ پولسن و رایدینگ، ۲۰۰۳) برای سازند دلیچای در این برش چینه‌شناسی معرفی گردید.

Cribroperidinium crispum Total Range Biozone

بیوزون یادشده بر پایه نخستین ظهور (FAD) و آخرین ظهور (LAD) داینوسیست *Acanthaulax crispa* (*Cribroperidinium crispum*) تعریف شده است. این بیوزون در برش چینه‌شناسی پل‌دختر از قاعده برش با حضور *Cribroperidinium crispum* آغاز و تا نمونه شماره ۳ (۹ متری از قاعده برش) با آخرین حضور این گونه خاتمه می‌یابد. در این بیوزون حضور گونه کلیدی

باژوسین پسین *Meiourogonyaulax valensii* تایید کننده سن یادشده است (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲).

سایر گونه‌های دیگر این بیوزون عبارتند از:

Nannaoceratopsis pellucida, *N. gracilis*, *N. spiculata*, *Pareodinia ceratophora*, *P. halosa*, *P. antennata*, *P. granuloperforata*, *Ctenidodinium ornatum*, *C. continuum, C. tenellum*, *C. cornigera*, *Ceratium* sp., *Escharisphaeridia pocockii*, *Gonyaulacysta centriconnata*, *G. eisenacki*, *G. jurassica*, *G. pectinigera*, *Valensiella ovulum*, *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Lanterna* sp., *L. sportula*, *Barbacysta* sp., *Tubotuberella rhombiformis*, *T. apatela*, *Atopodinium grande*, *Circulodinium densebarbatum.*

Dichadogonyaulax sellwoodii Interval Biozone

این بیوزون با ستبرای ۱۳۷ متر در فاصله بین آخرین حضور *Cribroperidinium crispum* در نمونه ۳ (۹ متری از قاعده برش) و آخرین حضور *Ctenidodinium combazii* در نمونه ۱۹ (۱۴۶ متری از قاعده برش) قرار دارد و مشخص کننده باتونین تا کالووین پیشین می‌باشد. به جز گونه‌های *Pareodinia ceratophora*, *P. granuloperforat*, *Cribroperidinium crispum*, *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Tubotuberella rhombiformis*, *T. apatela*, *Escharisphaeridia pocockii* سایر گونه‌های زون اول به این بیوزون ادامه یافته‌اند. ظهور گونه‌های *Ctenidodinium combazii*, *Downiesphaeridium polytrichum*, *Meiourogonyaulax caytonensis*, *Barbacysta pilosa*, *Cometodinium jurassicum*, *Dichadogonyaulax sellwoodii*, *Endoscrinium luridum*, *Adnatosphaeridium caulleryi*, *Glossodinium dimorphum*, *Tubotuberella egemenii*, *Pareodinia prolongata* در این پالینوزون می‌باشد.

زیر زون a (Subzone a): اینتروال زون یادشده با سن باتونین پیشین - میانی در حد فاصل بین آخرین حضور *Cribroperidinium crispum* در نمونه ۳ (۹ متری از قاعده برش) و آخرین حضور *Carpathodinium predae* در نمونه ۸ (۴۱ متری از قاعده برش) قرار دارد (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲).

Ctenidodinum continuum Interval Biozone

بیوزون یادشده به ستبرای ۷ متر مشخص کننده زمان کالووین پیشین تا میانی می‌باشد و از نمونه شماره ۱۹ (۱۴۶ متری از قاعده برش) تا نمونه شماره ۲۰ (۱۵۳ متری از قاعده برش) را در بر می‌گیرد. اگرچه بیوزون یادشده در اصل (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲) بر مبنای فاصله بین آخرین حضور *Ctenidodinium combazii* و نخستین حضور *Scriniodinium crystallinum* معرفی گردیده است ولی در برش چینه‌شناسی پل‌دختر به دلیل نبود *Scriniodinium crystallinum* تنها انقراض گونه *Ctenidodinium combazii* مورد توجه قرار گرفته است، دیگر گونه‌های همراه این بیوزون عبارتند از:

Ctenidodinium ornatum, *C. continuum*, *Lanterna sportula*, *Endoscrinium luridum.*

در مجموع وجود داینوفلاژله‌های شاخص باژوسین پسین مانند *Cribroperidinium crispum, Meiourogonyaulax valensii* و حضور گونه *Carpatodinium predae* (با بازه زمانی بیشینه باتونین پیشین - میانی)، هم‌چنین گونه *Ctenidodinium combazii* (با محدوده زمانی باتونین - کالووین پیشین) در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، سن باژوسین پسین - کالووین سازند دلیچای را در این بُرش تایید می‌کند.

مقایسه پالینوستراتیگرافی بر مبنای داینوسیست‌های سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر با پالینوزون‌های هم زمان معرفی شده در سایر مناطق

داینوسیست‌های برش چینه‌شناسی پل‌دختر با مجموعه‌های گزارش شده از شمال باختری اروپا (اسملرور، ۱۹۹۳؛ پولسن و رایدینگ، ۲۰۰۳)، انگلستان (وولام و رایدینگ، ۱۹۸۳؛ رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲) و اسپانیا (اسملرور و همکاران،۱۹۹۱) قابل مقایسه بوده و بر این پایه پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر بر پایه پژوهش‌های یادشده انجام شده است.

بتن و کوپل‌هاس (۱۹۹۶) برای نهشته‌هایی با محدوده زمانی ژوراسیک پیشین تا میانی در دانمارک بیوزونی را بر مبنای میوسپورها معرفی نمودند ولی تنها داینوسیستی که در حوضه یادشده معرفی نمودند *Nanoceratopsis gracilis* می‌باشد که این داینوسیست در برش چینه‌شناسی مورد بررسی وجود دارد.

مائو و بیان (۲۰۰۰) با بررسی داینوفلاژله‌ها در حوضه‌ای (Qiagtang) در چین سن باتونین تا کالوین پیشین را برای آن شناسایی نمودند. آن‌ها به علت شباهت گونه‌های داینوسیستی، ارتباط این حوضه را با حوضه اروپا پیشنهاد

کردند. گونه‌های مشترک حوضه یادشده با برش چینه‌شناسی پلدختر عباتند از:

Ctenidodinium combazii, *C. continuum*, *Gonyaulacysta pectinigera*, *G. jurassica*, *Pareodinia ceratophora*, *Tubotuberella dangeardii*.

محمود و معاود (۲۰۰۰) بر پایه بررسی داینوفلاژله‌ها در صحرای باختر مصر در محدوده زمانی ژوراسیک میانی تا کرتاسه میانی، پنج زون تجمعی محلی را معرفی نمودند. در این میان بیوزون *Gonyaulacysta jurassica* - *Korystocysta kettonensis* Assemblage Zone با محدوده زمانی باتونین - آکسفوردین تا حدودی با برش چینه‌شناسی مورد بررسی قابل انطباق می‌باشد. داینوسیست‌های مشترک با این حوضه عبارتند از:

Ctenidodinium tenellum, *Gonyaulacysta jurassica*.

بیزل و همکاران (۲۰۰۲) نهشته‌های متعلق به ژوراسیک میانی (کالووین) و ژوراسیک پسین را در شمال سیبری بررسی نمودند. داینوسیست‌های مشترک مربوط به کالووین عبارتند از:

Ctenidodinium continuum, *Gonyaulacysta jurassica*, *Mendicodinium groenlandicum*, *Pareodinia ceratophora*, *Nannoceratopsis pellucida*.

ابراهیم و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی داینوفلاژله‌ها نهشته‌هایی با محدوده زمانی باژوسین تا کالووین پیشین در قطر چهار پالینوزون را معرفی نمودند:

Mancodinium semitabulatum-Pareodinia ceratophora Assemblage Zone I (باژوسین پیشین)
Gonyaulacysta pectinigera-Escharisphaeridia pocockii Assemblage Zone II (باژوسین پسین)
Ctenidodinium continuum-Dichadogonyaulax sellwoodii Assemblage Zone III (باتونین)
Chlamydophorella ectotabulata-Rhynchodiniopsis cladophora Assemblage Zone IV (باتونین پسین - کالووین پیشین)

بیوزون‌های تجمعی Zone II, Zone III و Zone IV با برش چینه‌شناسی مورد بررسی قابل انطباق می‌باشد. داینوسیست‌های مشترک بین برش چینه‌شناسی مورد بررسی با این بیوزون‌ها عبارت است از:

Ctenidodinium continuum, *Cribroperidinium crispum*, *Dichadogonyaulax sellwoodii*, *Gonyaulacysta jurassica*, *G. pectinigera*, *Mendicodinium groenlandicum*, *Pareodinia ceratophora*, *Valensiella ovulum*.

قاسمی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۲) برای سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی راهبند مهدیشهر سه بیوزون *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین تا کالووین پیشین)، *Ctenidodinum continuum* Interrval Biozone (کالووین پیشین تا میانی) و یک زیر زون Subzona a (باتونین پیشین تا میانی) را معرفی کردند. بیوزون‌های معرفی شده کاملا با برش چینه‌شناسی مورد بررسی سازند دلیچای در حوضه البرز مرکزی قابل انطباق می‌باشد. داینوسیست‌های مشترک بین این برش چینه‌شناسی با سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی راهبند عبارتند از:

Ctenidodinium combazii, *C. ornatum*, *C. continuum*, *Cribroperidinium crispum*, *Carpathodinium predae*, , *Dichadogonyaulax sellwoodii*, *Gonyaulacysta jurassica*, *G. pectinigera*, *Meiourogonyaulax caytonensis*, *M. valensii*, *Mendicodinium groenlandicum*, *Pareodinia prolongata*, *P. ceratophora*, *P. halosa*, *P. antennata*, *Adnatosphaeridium caulleryi*, *Endoscrinium luridum*, *Escharisphaeridia pocockii*, *Tubotuberella dangeardii*, *T. apatela*, *Valensiella ovulum*, *Nannoceratopsis spiculata*, *N. gracilis*, *N. senex*, *Rhynchodiniopsis cladophora*.

مانتل و رایدینگ (۲۰۱۲) پالینومورف‌های چندین حوضه استرالیا را در ژوراسیک میانی (باژوسین - باتونین) مورد بررسی قرار دادند که فرم‌های داینوسیستی مشترک آن با برش چینه‌شناسی مورد بررسی عبارتند از:

Acanthaulax (*Cribroperidinium*), *Ctenidodinium*, *Meiourogonyaulax*, *Nannoceratopsis*, *Pareodinia*, *Valensiella*.

مافی و همکاران (۲۰۱۳) برای سازند دلیچای در رشته کوه‌های بینالود شمال‌خاور ایران چهار بیوزون *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین تا کالووین پیشین)، *Ctenidodinum continuum* Interval Biozone (کالووین پیشین تا پسین) و *Ctenidodinium tenellum* (آکسفوردین پیشین) را معرفی کردند. سه بیوزون اول کاملاً با برش چینه‌شناسی پل‌دختر قابل انطباق می‌باشد. داینوسیست‌های مشترک عبارتند از:

Ctenidodinium ornatum, *C. continuum*, *C. tenellum*, *C. combazii*, *Cribroperidinium crispum*, *Dichadogonyaulax sellwoodii*, *Gonyaulacysta jurassica*, *G. centriconnata*, *Escharisphaeridia pocockii*, *Meiourogonyaulax caytonensis*, *M.*

valensii, *Mendicodinium groenlandicum*, *Pareodinia prolongata*, *P. ceratophora*, *Tubotuberella dangeardii*, *Valensiella ovulum*, *Carpathodinium predae, Endoscrinium asymmetricum, Barbacysta* sp., *Nannoceratopsis pellucida, Rhynchodiniopsis cladophora.*

زوبا و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی پالینومورف‌های نهشته‌های شمال‌باختر صحرای مصر، دو بیوزون *Systematophora penicillata – Escharisphaeridia pocockii* Assemblage Zone (ژوراسیک میانی تا پسین) و *Cretacaeiporites densimurus - Elateroplicites Africaensis - Reyrea polymorpha* Assemblage Zone (کرتاسه میانی) را معرفی نمودند. بیوزون اول تا حدودی با برش چینه‌شناسی قابل انطباق می‌باشد. داینوسیست‌های مشترک عبارتند از:

Ctenidodinium combazii, *Gonyaulacysta* sp., *Escharisphaeridia pocockii, Adnatosphaeridium caulleryi*.

آن‌ها معتقدند با توجه به حضور *Ctenidodinium combazii* با محدوده زمانی باژوسین پسین - کالووین پیشین زمان بیوزون اول جوان‌تر از کالووین نمی‌باشد.

بررسی پالینولوژی انجام شده در مورد سازند دلیچای در دو حوضه رسوبی البرز و بینالود حکایت از ارتباط این دو حوضه با یکدیگر در زمان باژوسین پسین - کالووین پسین می‌نماید. این نتیجه‌گیری به علت شباهت نزدیک گونه‌های داینوسیستی شناسایی شده از سازند دلیچای در این دو حوضه رسوبی می‌باشد. هم‌چنین همانطور که گفته شد بیوزون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسیست‌ها در سازند دلیچای، با بیوزون‌های ارائه شده در شمال-باختری اروپا و شمال‌باختر تتیس مطابقت دارد که این موضوع دلالت بر وجود ارتباط دریایی در بازه زمانی ژوراسیک میانی بین شمال و شمال‌خاور ایران با شمال-باختری اروپا و شمال‌باختر تتیس دارد. این موضوع به واسطه فونای آمونیتی نیز تایید گردیده است (سیدامامی و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین جایگاه ایران در زمان ژوراسیک میانی در نقشه‌های جغرافیای دیرینه (تیری، ۲۰۰۰) نیز تاییدی بر این موضوع می‌باشد (ویلمسن و همکاران، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰).

بازسازی محیط دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر با بهره گیری از پالینوفاسیس

واژه پالینوفاسیس (Palynofacies) نخستین بار توسط کومباز (۱۹۶۴) گفته شد. وی این واژه را برای توصیف کیفی و کمّی تمامی باقی‌مانده‌های ارگانیکی مقاوم در برابر اسید به کاربرد. بر پایه دیدگاه وی پالینوفاسیس دربر دارنده تمامی محتوای مواد ارگانیکی رسوبات یا سنگ‌های رسوبی می‌باشد که در طی فرایند آماده‌سازی پالینومورف‌ها به صورت اسلاید تهیه و زیر میکروسکوپ نوری دیده می‌شوند. به دلیل ارتباطی که بین پالینوفاسیس و محیط رسوب‌گذاری وجود دارد از پالینوفاسیس‌ها می‌توان در شناسایی محیط رسوب‌گذاری و پتانسیل هیدروکربورزایی رسوبات بهره گیری نمود. پالینوفاسیس‌ها به ترکیب و حفظ‌شدگی محتوای ارگانیکی یک واحد سنگی یا رسوبات سست مرتبط می‌باشند (بتن، ۱۹۹۶). هر رخساره پالینولوژی یا پالینوفاسیس توسط مواد ارگانیکی موجود در آن شناخته می‌شود (تراورس، ۲۰۰۷).

در این پژوهش به پیروی از تایسون (۱۹۹۵) سه گروه عمده مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژی در نظر گرفته شده است: فیتوکلاست[1] (PH)، پالینومورف دریایی[2] (MP) و مواد ارگانیکی بی‌شکل یا آمورف[3] (AOM).

۱- فیتوکلاست‌ها: این گروه شامل مواد آلی با ساختمان مشخص می‌باشد که از محیط‌های خشکی منشا گرفته و پس از ترابری وارد حوضه رسوبی شده‌اند. این دانه‌ها، اجزای گیاهان خشکی همانند پوسته‌های گیاهی مانند پوست درخت، بافت‌های چوبی، خرده‌های برگ، ریشه، کوتیکول و اسپور و پولن‌ها را شامل می‌شوند که از محیط خشکی وارد حوضه رسوبی شده و از جمله قطعات نابرجا[4] به حساب می‌آیند. بنابراین می‌توان گفت تمامی دانه‌های منسوب به گیاهان خشکی را در بر می‌گیرد. وجود مقادیر بالای فیتوکلاست‌ها نشانگر محیط نزدیک به ساحل است که توسط رودخانه‌ها در محیط‌های دلتایی و خلیج دهانه‌ای رسوب‌گذاری می‌شوند (کاروالهو و همکاران، ۲۰۰۶).

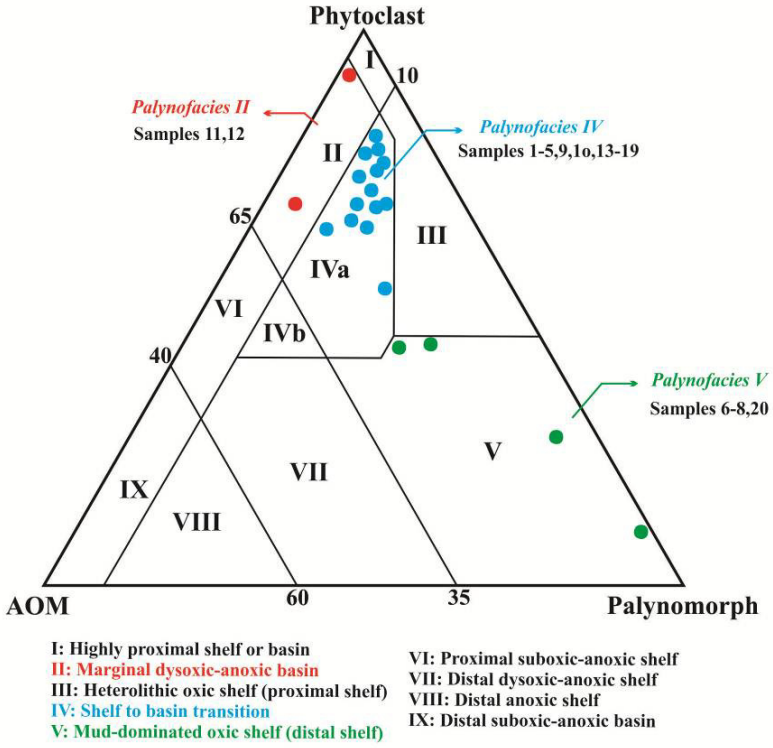
۲- پالینومورف‌های دریایی: این گروه که از قطعات برجا[5] به حساب می‌آیند شامل داینوفلاژله‌ها (Dinoflagellates)، کیتینوزوآ (Chitinozoans)، آستر داخلی پوسته فرامینیفرها (Foraminiferal test lining)،

[1] Phytoclast
[2] Marine Palynomorphs
[3] Amorphous Organic Matter
[4] Allochthonus
[5] Autochthonus

آکریتارک‌ها (Acritarchs)، تاسمانیت‌ها (Tasmanites) و اسکلوکودونت‌ها (Scolecodonts) می‌باشد (تایسون، ۱۹۹۵؛ بتن، ۱۹۹۶).

۳- مواد ارگانیکی بی‌شکل (آمورف): به مواد ارگانیکی بدون شکل مشخص گفته می‌شود که حاصل از تجزیه شیمیایی، باکتریایی و یا دیگر عوامل تجزیه کننده مواد آلی می‌باشند. ساختمان سلولی این مواد از بین رفته یا بطور بسیار کم حفظ شده است. در مجموع مواد ارگانیکی بی‌شکل (AOM) به دو دسته AOM روشن (Transparent AOM: T AOM) و AOM تیره (Opaque AOM: O AOM) دسته‌بندی می‌شوند (بتن، ۱۹۹۶). AOM روشن از تجزیه پالینومورف‌های دریایی پدید می‌آید که مقادیر زیاد آن نشانگر حفظ‌شدگی بالای فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های بدون اکسیژن یا با اکسیژن کم و نرخ رسوب‌گذاری پایین است (تایسون، ۱۹۹۵). زیرا پالینومورف‌های دریایی در رسوب‌گذاری با نرخ بالا حفظ شده و رسوب‌گذاری با نرخ پایین باعث تبدیل آن‌ها به AOM می‌شود (ون واورن و ویسچر، ۱۹۹۴). بنابراین AOM تیره از محیط خشکی نشأت گرفته و زیر تأثیر باکتری‌های هوازی با بهره گیری از اکسیژن محلول در آب ساخته می‌شود. پس حضور فراوان آن نشانگر یک محیط اکسیژن‌دار با نرخ رسوب‌گذاری بالا می‌باشد (بومباردیر و گورین، ۲۰۰۰).

برای بازسازی محیط دیرینه برش چینه‌شناسی پل‌دختر بر پایه محتوای ارگانیکی، بررسی آماری عناصر موجود در اسلایدهای پالینولوژی انجام گرفت. برای همین، از هر نمونه سه اسلاید و در هر اسلاید ۱۵ میدان دید به طور اتفاقی انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی عناصر پالینولوژی جدا و شمارش شده و درصد فراوانی هریک از گروه‌های پالینومورفی (Plate 2) مانند اسپورها، پولن‌ها، سیست دایونوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها، قطعات چوب، اکریتارک‌ها و مواد ارگانیکی بی‌شکل شناسایی شد. سپس نتایج حاصل به دیاگرام سه‌گانه تایسون (۱۹۹۳) منتقل شد (شکل ۳). همان گونه که این دیاگرام (شکل ۳) منسوب به برش چینه‌شناسی پل‌دختر نشان می‌دهد، سه نوع پالینوفاسیس (V, IV, II) شناسایی شد:



شکل ۳. نمایش جایگاه نمونه‌های بررسی شده در برش‌های چینه‌شناسی سازند دلیچای روی نمودار سه‌گانه تایسون (۱۹۹۳)

پالینوفاسیس II: در حد فاصل نمونه‌های ۱۲-۱۰ یعنی در ۸۰-۶۱ متر از برش چینه‌شناسی پیشنهاد می‌گردد. تایسون (۱۹۹۳) این پالینوفاسیس را یک محیط کم اکسیژن تا بدون اکسیژن و کم ژرفا معرفی می‌نماید.

پالینوفاسیس IV: در حد فاصل نمونه‌های ۵-۱، ۱۰-۸ و ۱۹- ۱۲ یعنی در ۱۹ متر اول و ۶۱- ۴۱ و ۱۴۶-۸۰ متر از برش چینه‌شناسی مورد بررسی قرار دارد. این پالینوفاسیس یک محیط دیرینه حد واسط میان مناطق کم ژرفا تا ژرف را نشان می‌دهد. در این محدوده افزایش نسبی فرم‌های کوریت نسبت به پروکسیمیت و پروکسیموکوریت دیده می‌شود که نشانه پیشروی کوتاه مدت و افزایش ژرفای حوضه رسوب‌گذاری است.

پالینوفاسیس V: که در حد فاصل نمونه‌های ۸-۵ و ۲۰-۱۹ یعنی در ۴۱-۱۹ و ۱۵۳-۱۴۶ متر از برش چینه‌شناسی می‌باشد. این نوع پالینوفاسیس، یک محیط اکسیژن‌دار دور از ساحل را پیشنهاد می‌کند (تایسون، ۱۹۹۳). در این فواصل شاهد پیشروی آب و ژرف‌تر شدن حوضه رسوبی می‌باشیم. در پالینوفاسیس یادشده، کاهش ورودی ماده خشکی و افزایش پالینومورف‌های دریایی دیده می‌شود. پالینوفاسیس یادشده نشانگر یک محیط دیرینه دیستال شلف اکسیژن‌دار می‌باشد (تایسون، ۱۹۹۳).

برای دقت نظر در شناسایی محیط رسوبی دیرینه حوضه‌های یادشده، بررسی سایر فاکتورهای موثر در تفسیر محیطی نیز انجام می‌گیرد. از جمله این فاکتورها نسبت AOM روشن به AOM تیره، نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای[1] به ماسرال‌های تیره[2] و میزان پالینوماسرال‌های اپک هم بعد به پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای شکل (P1/P2) می‌باشند. در راستای تحقق این نتیجه، نمودار درصد فراوانی فاکتورهای یادشده نیز برای برش چینه‌شناسی رسم شد (شکل ۴).

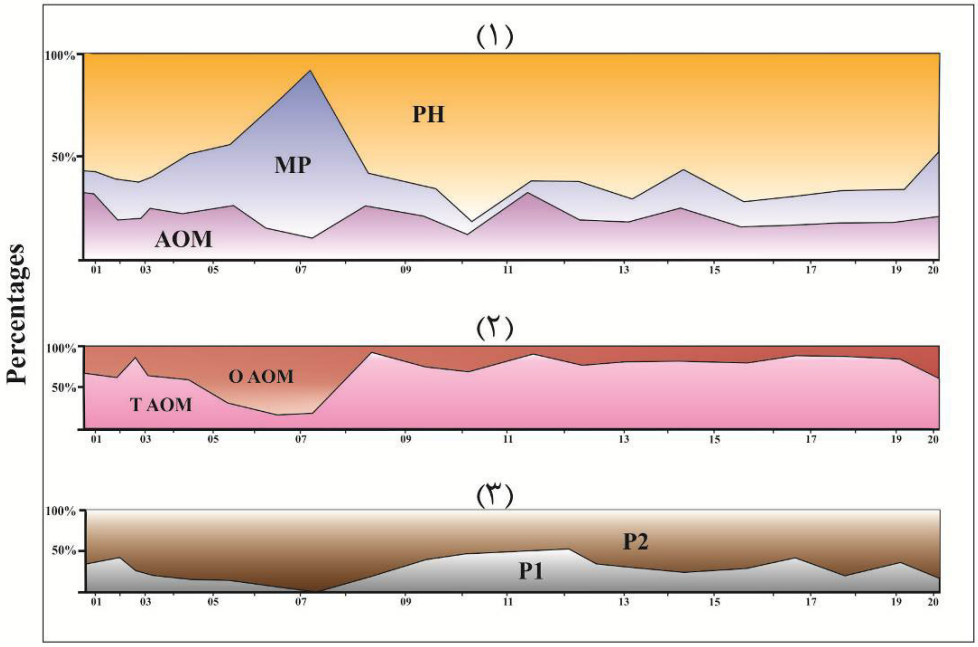
فراوانی AOM شفاف نشان‌دهنده شرایط بدون اکسیژن یا کم اکسیژن و فراوانی AOM تیره نشانگر شرایط اکسیژن‌دار است. در پالینولوژی، نسبت AOM روشن به AOM تیره میزان اکسیژن محیط رسوبی را نشان می‌دهد. اگر این نسبت در ستون چینه‌شناسی برش مورد بررسی همواره بیش از یک باشد نشان از شرایط کم اکسیژن و احتمالاً سرعت رسوب‌گذاری پایین در حوضه را دارد (بومباردیر و گورین، ۲۰۰۰؛ بتن، ۱۹۹۶؛ زونولد و همکاران، ۱۹۹۷). مقادیر بیش‌تر از یک در این نسبت، نشانگر شرایط دیس اکسیک - انوکسیک[3] و مقادیر کمتر از یک نشانگر شرایط اکسیژن‌دار[4] می‌باشد. نسبت AOM روشن به AOM تیره در طول ستون چینه‌شناسی برش چینه‌شناسی پل‌دختر در اکثر ستبرای‌ها بیش از یک می‌باشد (شکل ۴) و نشان از شرایط کم اکسیژن و نرخ رسوب‌گذاری پایین دارد. البته همین نسبت در حد فاصل نمونه‌های ۸-۵ و ۲۰-۱۹ یعنی در ستبرای‌های ۴۱-۱۹ و ۱۵۳-۱۴۶ متری کاهش یافته که نشان از افزایش ژرفای حوضه رسوبی و بالا رفتن میزان اکسیژن محیط در این فواصل دارد که این امر محیط دیرینه پیشنهادی بر پایه نوع پالینوفاسیس را تأیید می‌نماید.

بهره گیری از نسبت جورشدگی و گرد شدگی پالینوماسرال‌های اپک، که خود به دو دسته هم‌بعد[5] و تیغه‌ای شکل[6] تقسیم می‌شوند، می‌تواند نشان‌دهنده میزان انرژی محیط باشد. پالینوماسرال‌ها با شکل تیغه‌ای شناوری بهتری نسبت به پالینوماسرال‌های هم‌بعد داشته و نسبت آن‌ها نشانگر روند پروکسیمال - دیستال محیط رسوب‌گذاری می‌باشد. فراوانی پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای شکل در مناطق دور از ساحل و افزایش نسبت پالینوماسرال‌های اپک هم‌بعد نیز نشانه‌ای از ژرفای کم حوضه رسوب‌گذاری دارد (ون در زوان، ۱۹۹۰؛ تایسون، ۱۹۹۵). به طور کلی، همان گونه که در نمودار (شکل ۴) مشاهده می‌گردد نسبت بالای پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای در حوضه رسوبی یادشده، نشان‌دهنده ژرفای نسبی حوضه رسوب‌گذاری است. این نسبت در حد فاصل نمونه‌های ۸-۵ و ۲۰-۱۹ (ستبرای‌های ۴۱-۱۹ و ۱۵۳-۱۴۶ متری) برش چینه‌شناسی پل‌دختر بسیار افزایش یافته و بدین ترتیب باز هم نشانگر محیط دیرینه پیشنهادی تایسون می‌باشد. کاهش پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای و افزایش پالینوماسرال‌های اپک هم‌بعد در حد فاصل نمونه‌های ۱۲-۱۰، یعنی در ستبرای ۸۰-۶۱ متری این برش چینه‌شناسی، نیز نشانگر پسروی کوتاه

[1] Brown Palynomacerals
[2] Opaque Palynomacerals
[3] dysoxic-anoxic
[4] oxic
[5] equidimensional Opaque Palynomacerals
[6] blade-shaped Opaque Palynomacerals

مدت دریا و کاهش نسبی ژرفای حوضه رسوب‌گـذاری در این فاصله است.

در مجموع برای سازند دلیچای در برش چـینه‌شناسی پل‌دختر یک محیط دیـرینه کـم اکـسیژن با نـرخ رسوب‌گذاری پایین و نسبتا ژرف که گاهی شاهد کاهش عمق حوضه رسوبی بوده است پیشنهاد می‌شود (شکل ۵).



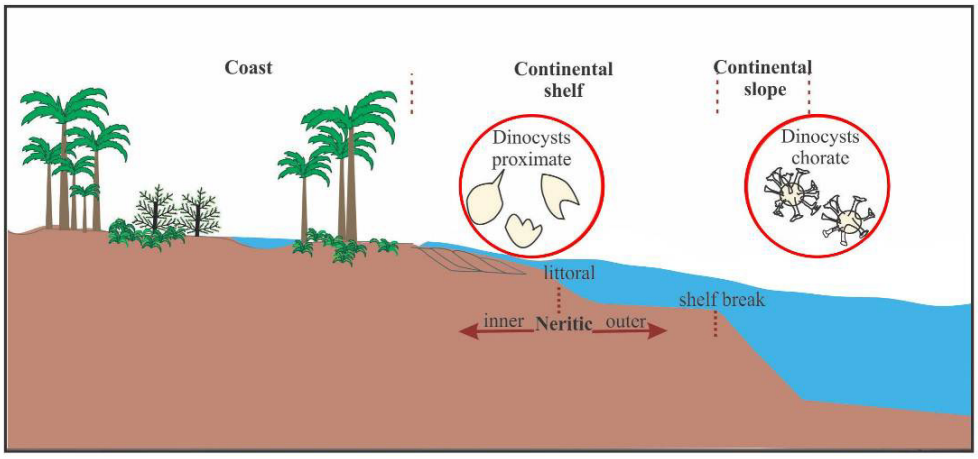
(1): منحنی تغییرات سه گروه اصلی عناصر پالینولوژیکی

(2): منحنی تغییرات AOM شفاف نسبت به AOM تیره

(3): منحنی تغییرات پالینوماسرال های هم بعد نسبت به پالینوماسرال های اپک تیغه ای

PH: Phytoclasts
AOM: Amorphous Organic Matters
MP: Marine Palynomorphs
T AOM: Transparent AOM
O AOM: Opaque AOM
P1:Equidimensional Opaque Palynomacerals
P2: Blade-shaped Opaque Palynomacerals

شکل ۴ . تغییر فاکتورهای محیطی و عناصر اصلی پالینولوژی در برش چینه‌شناسی پل‌دختر



شکل ۵ . نمایش شماتیک محیط دیرینه ته‌نشینی رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر

Plate 1

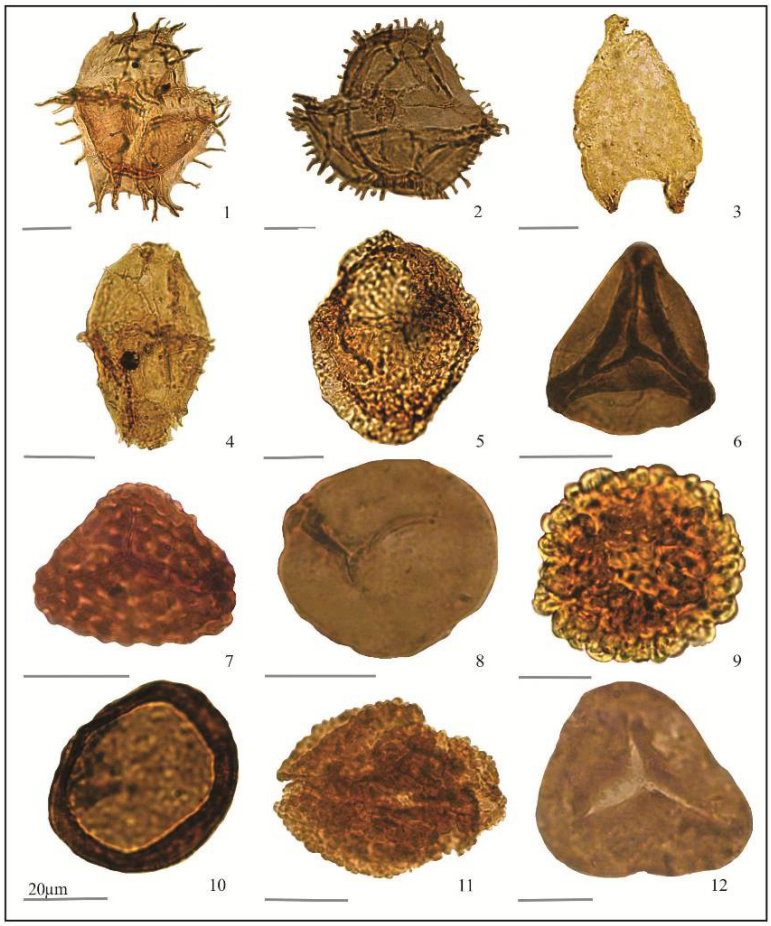


Fig. 1 *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968. Fig. 2 *Dichadogonyaulax sellwoodii* (Sarjeant) Stover & Evitt, 1978. Fig. 3 *Nannoceratopsis pellucida* (Deflandre) emend. Evitt, 1961. Fig. 4 *Carpathodinium predae* (Beju) Drugg, 1978. Fig. 5 *Cribroperidinium crispum* (Wetzel) Fenton, 1981. Fig. 6 *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey) Playford & Dettmann, 1965; proximal focus. Fig. 7 *Klukisporites variegatus* Couper, 1958; proximal focus. Fig. 8 *Todisporites major* Couper, 1958; proximal foci. Fig. 9 *Cerebropollenites macroverrucosus* (Thiergart) Schulz, 1967; median focus. Fig. 10 *Chasmatosporites apertus* (Rogalska) Nilsson, 1958; distal focus. Fig. 11 *Ricciisporites tuberculatus* Lundblad, 1954; median focus. Fig. 12 *Cyathidites australis* Couper, 1953; proximal focus.

نتیجه‌گیری

بر پایه گسترش چینه‌شناسی دینوسیست‌ها در برش چینه‌شناسی پل‌دختر پالینوزون‌های *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین - کالووین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone (کالووین پیشین - میانی)، و Subzone a (باتونین پیشین - میانی) برای سازند دلیچای معرفی شد. در مجموع سن سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مورد بررسی بر پایه دینوسیست‌های شاخص شناسایی شده، باژوسین پسین - کالووین شناسایی شد.

شباهت نزدیک دینوسیت‌های شناسایی شده در نهشته‌های سازند دلیچای در حوضه رسوبی البرز و حوضه رسوبی بینالود نشان از ارتباط بین این دو حوضه رسوبی با یکدیگر در ژوراسیک میانی می‌نماید. هم‌چنین بیوزون‌های ارائه شده بر مبنای دینوسیستها در این دو حوضه، با بیوزون‌های ارائه شده در شمال باختری اروپا و شمال باختر تتیس مطابقت دارد که این موضوع دلالت بر وجود ارتباط دریایی در محدوده زمانی ژوراسیک میانی

بین شمال و شمال خاور ایران با شمال باختر اروپا و شمال باختر تتیس دارد. بررسی تغییرات فاکتورهای تفسیر محیطی و عناصر اصلی پالینولوژی نسبت به یکدیگر در برش چینه‌شناسی پل‌دختر نیز، یک محیط دریایی کم اکسیژن با نرخ رسوب‌گذاری پایین و نسبتا عمیق که گاهی شاهد پایین آمدن نسبی سطح آب حوضه رسوب‌گذاری بوده است را برای سازند دلیچای پیشنهاد می‌کند.

Plate 2

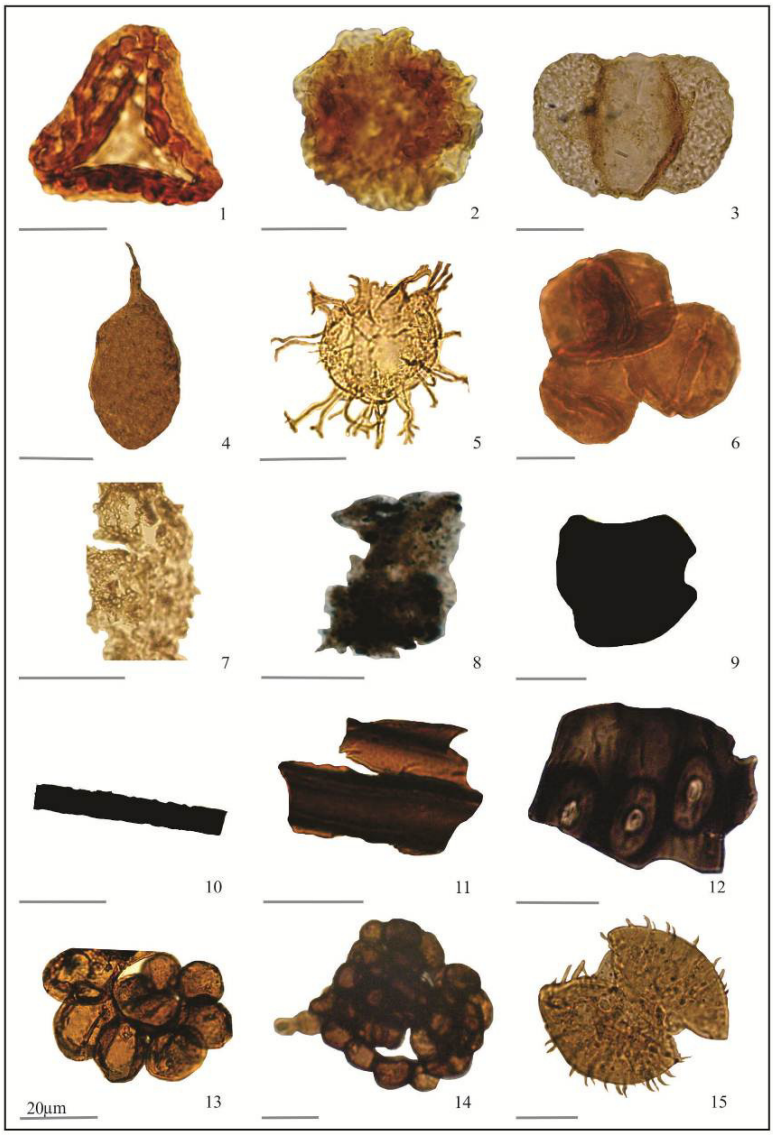


Fig. 1. Trilete Spore, Fig. 2. Monosaccate pollen, Fig. 3. Bisaccate pollen, Fig. 4. Proximate dinocyst, Fig. 5. Chorate dinocyst, Fig. 6. Spore tetrad, Fig. 7. Transparent AOM, Fig. 8. Opaque AOM, Fig. 9. Equidimensional Opaque palynomaceral, Fig. 10 Blade-shaped Opaque palynomaceral, Figs. 11, 12. Plant tissues, Fig. 13. Foraminiferal test lining, Fig. 14. Fungal spore, Fig. 15. Acritarch.

منابع

آقانباتی، ع (۱۳۷۷) چینه‌شناسی ژوراسیک ایران. جلد اول و دوم، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۷۴۶ ص.

ابرقانی، آ.، آدابی، م. ح (۱۳۷۹) استفاده از شواهد ژئوشیمیایی (عناصر فرعی و ایزوتوپ‌های اکسیژن و کربن) برای شناخت کانی‌شناسی اولیه سازندهای دلیچای و لار در شمال‌غرب مراغه، فشرده مقالات چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تبریز، صفحه ۱۶۴ تا ۱۶۵.

ده‌بزرگی، ا (۱۳۹۲) پالینولوژی و پالئواکولوژی ژوراسیک میانی (سازندهای دلیچای و بغمشاه) در شرق سمنان، منطقه جام، رساله دکتری، دانشگاه تهران.

سجادی‌هزاوه، ف و سمیه درمنکی فراهانی، س (۱۳۹۶) پالینوستراتیگرافی و پالئواکولوژی نهشته‌های ژوراسیک میانی در جنوب‌شرقی مراغه، بر اساس پالینومورف‌های خشکی. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی شماره ۶۷، صفحه ۴۱ تا ۶۴.

شهرابی، م (۱۳۷۳) شرح نقشه زمین‌شناسی چهار گوش ارومیه، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره B3، ۹۰ ص.

نویدی‌ایزد، ن (۱۳۹۲) پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش دیکتاش، شمال‌شرق سمنان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران.

نیک‌نهاد، م (۱۳۸۶) مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در جنوب‌خاوری مراغه (البرز باختری) با توجه ویژه به فون آمونیتی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، پژوهشکده علوم‌زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

هاشمی‌یزدی، ف (۱۳۹۴) پالینولوژی و پالئواکولوژی سازند دلیچای در حوضه البرز مرکزی-شرقی و سازند هجدک در شرق ایران مرکزی، رساله دکتری، دانشگاه تهران.

Allenbach, P (1966) Geologie und petrographie des Damavand und seiner Umgebung (Zentral-Elburz), Iran. Geologisches Institute der Eidgenosischen Technischen Hochschule und der Universitat Zürich, 63: 144pp.

Annelles, R. N., Arthurton, R. S., Bazley, R. A. & Davies, R. G (1975) Explanatory text of the Qazvin and Rasht Quadrangles Map, 1:250000; Geological Survey of Iran, Quadrangles E3, E4: 1-94.

Batten, D. J (1996) Upper Jurassic and Cretaceous miospores. Chapter 26A, Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. In: Jansonius, J. and McGregor, D. C. (eds.): Palynology: Principles and Application, American Association Stratigraphic Palynologists Foundation, 3: 1011-1064.

Batten, D. J. & Koppelhus, E. B (1996) Biostratigraphic significance of uppermost Triassic and Jurassic miospores in northwest Europe. Chapter 20, Mesozoic-Tertiary spores and pollen. In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (eds.): Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2: 795-806.

Beisel A. L., Zanin Yu. N., Zamirailova A. G., Ilyina V. I., Lebedeva N. K., Levchuk L. K., Levchuk M. A., Meledina S. V., Nikitenko B. L., Shurygin B. N. & Yan P. A (2002) Reference section for the Upper Jurassic and Callovian in Northern West Siberia. Russian Geol. Geophys, 43(9): 763-777.

Bombardiere, L. & Gorin, G. E (2000) Stratigraphical and lateral distribution of sedimentary organic matter in Upper Jurassic carbonates of SE France. Sedimentary Geology, 132: 177-203.

Carvalho, M. A., Mendonca Filho, J. G. & Menezes, T. R (2006) Paleoenvironmental reconstruction based on palynofacies analysis of the Aptain-Albian succession of the Sergipe Basin, North eastern Brazil, Marin Micropaleontology, 59: 56-81.

Combaz, A (1964) Les palynofaciès. Revue de Micropaléontologie, 7: 205-218.

Dehbozorgi, A. Sajjadi F. & Hashemi, H (2013) Middle Jurassic palynomorphs of the Dalichai Formation, central Alborz Ranges, northeastern Iran: Paleoecological inferences. Science China Earth Sciences, 56: 2107-2115.

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.

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.

Mafi, A., Ghasemi-Nejad, E., Ashouri, A. & 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, 6 (127): 1-12.

Mahmoud, M. S. & Moawad, A. M. M (2000) Jurassic-Cretaceous (Bathonian to Cenomanian) palynology and stratigraphy of the West Tiba-1 borehole, northern Western

palaeobiogeographical and biostratigraphical importance. Acta Palaeontologica Polonica, 53(2): 237-260.

Smelror, M., Århus, N., Meléndez, G. L. M., Lardies, M. D (1991) A reconnaissance study of Bathonian to Oxfordian (Jurassic) dinoflagellates and acritarchs from the Zaragoza region (NE Spain) and Figueira da Foz (Portugal). Revista Española de Micropaleontología 23, 47-82.

Smelror, M (1993) Biogeography of Bathonian to Oxfordian (Jurassic) dinoflagellates: arctic, NW Europe and circum Mediterranean regions. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 102: 121-160.

Steiger, R (1966) Die Geologie der West-Firuzkuh-Area (Zentral Elburz/Iran). Geologisches Institute der Eidgenosischen Technischen Hochschule und der Universitat Zürich, 68: 1-145.

Stöcklin, J., Nabavi, M., & Samimi, M (1965) Geology and mineral resources of the Soltanieh Mountains (North West Iran). Geological Survey of Iran, Report No. 2: 47 pp.

Stöcklin, J. & Setudehnia, A (1991) Stratigraphic Lexicon of Iran. Part I, Central, North and East Iran. Geological Survey of Iran, Report No. 18: 338 pp.

Sussli, P. E (1976) The geology of the lower Haraz Valley Area. Centeral Alborz, Iran. Geological Survey of Iran. Report No. 38: 1-118.

Thierry, J (2000) Middle Callovian (157-155 Ma). In: Dercourt, J., Gaetani, M., et al. (eds), Atlas Peri - Tethys, Palaeogeographical Maps. CCGM/CGMW, Paris: 1-97.

Traverse, A (2007) Paleopalynology. 2nd ed. Springer, Dordrecht, Netherlands: 813 pp.

Tyson, R. V (1993) Palynofacies analysis. In: Jenkins D. G. (ed.), Applied Micropaleontology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 153-172.

Tyson, R. V (1995) Sedimentary organic matter; organic facies and palynofacies. Chapman and Hall, London: 615 pp.

van der Zwan, C. J (1990) Palynostratigraphy and Palynofacies reconstruction of the Upper Jurassic to lowermost Cretaceous of the Draugen Field, offshore Mid Norway. Review of Palaeobotany and Palynology, 62: 157-186.

van Waveren, I. & Visscher, H (1994) Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediment form a high-productivity area (Banda Sea, Indonesia). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology, 112: 85-111.

Wilmsen, M., Fürsich, F. T., Seyed-Emami, K. & Majidifard, M. R (2009) An overview of the stratigraphy and facies development of the Desert, Egypt. Journal of African Earth Sciences, 30 (2): 401-416.

Mantle, D. J., & Riding, J. B (2012) Palynology of the Middle Jurassic (Bajocian-Bathonian) Wanaea verrucosa dinoflagellate cyst zone of the North West Shelf of Australia. Review of Palaeobotany and Palynology, 180: 41-78.

Mao, Sh. & Bian, L (2000) Middle Jurassic dinoflagellate cysts from Qiangtong, northern Tibet. Geoscience, (Journal of the Graduate School, University of Geosciences, China) 14(2): 115-122.

Nabavi, M. H. & Seyed-Emami, K (1977) Sinemurian ammonites from the Shemshak Formation of North Iran (Semnan area, Alborz). Neues Jahrbuch für und Geologie Palaeontologie, Abhandlungen 153 (1): 70-85.

Phipps, D., & Playford, G (1984) Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. Department of Geology, University of Queensland, Papers, 11(1): 1-23.

Poulsen, N. E. & 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.

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.

Seyed-Emami, K., Schairer, G. & Bolourchi, M. H (1985) Ammoniten aus der unteren Dalichy - Formation (oberes Bajocium bis unteres Bathonium) der Umgebung von Abe - Garm (Avaj, NW - Zentraliran), Zitteliana, 12: 57-85.

Seyed-Emami, K., Schairer, G. & Alavi-Naini, M (1989) Ammoniten aus der unteren Dalichy - Formation (Unterbathon) ostlich von Semnan (SE - Alborz, Iran). Muncher Geowiss. Abhandlungen, A, 15: 79-91.

Seyed-Emami, K., Schairer, G. & Zeiss, A (1995) Ammoniten aus der Dalichai - Formation (Mittlerer bis Oberer Jura) und der Lar - Formation (Oberer Jura) N Emamzadeh - Hashem (Zentralalborz, Nordirn). Mitteilungen der Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Historiche Geologie, 35: 39-52.

Seyed-Emami, K., Schairer, G. & Alavi-Naini, M (1996) Ammoniten aus dem oberen Bajoc (Mittlerer Jura) des SE-Koppeh dagh und SEAlborz (NE-Iran).

Seyed-Emami, K., Fürisch, F. T., Wilmsen, M., Majidifard, M.R. & Skekarifard, A (2008) Lower and Middle Jurassic ammonoids of the Shemshak Group in Alborz, Iran and their

Jurassic System on the Tabas Block, east - central Iran. Geological Society London. Special Publication, 312: 323-343.

Wilmsen, M., Fürsich, F. T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M. R. & Zamani-Pedram, M (2010) Facies analysis of a large-scale Jurassic shelf-lagoon: the Kamar-e-Mehdi Formation of east-central Iran. Facies, 56: 59-87.

Woollam, R. & Riding, J. B (1983) Dinoflagellate cyst zonation of the English Jurassic. Institute of Geological Sciences, Report No. 83/2, 42 p.

Zobaa, M. K., El Beialy, S. Y, El-Sheikh, H. A., & El-Beshtawy, M. K (2013) Jurassic-Cretaceous palynomorphs, palynofacies, and petroleum potential of the Sharib - 1X and Ghoroud - 1X wells, north Western Desert, Egypt. Journal of African Earth Sciences, 78: 51-65.

Zonneveld, K. A. F., Versteegh, G. J. M. & Lange, G. J (1997) Preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in different oxygen regimes: a 10000 year natural experiment. Marine Micropaleontology, 29: 393-405.