

## پالینوستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل دختر، البرز مرکزی

افسانه ده‌بزرگی<sup>۱\*</sup>، فیروزه هاشمی یزدی<sup>۲</sup> و فرشته سجادی‌هزاوه<sup>۳</sup>

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

نویسنده مسئول: \*Dehbozorgi@SCLikiu.ac.ir

دریافت: ۹۶/۱/۲۶ پذیرش: ۹۷/۴/۱۲

### چکیده

پالینومورف‌های متنوعی با حفظ‌شدگی نسبتاً خوب، شامل میوسپورها (اسپور و پول‌ها)، سیست داینوفلاژله‌ها، اسکلوکودونت‌ها، پوسته داخلی فرامینیفرها و آکریتارک‌ها در رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل دختر در البرز مرکزی وجود دارد. بر اساس گسترش چینه‌شناسی داینوسیست‌ها در نهشته‌های مذکور پالینوزون‌های *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین - کالوین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone (کالوین پیشین - میانی)، و *Subzone a* (باتونین پیشین - میانی) معرفی شده‌اند. وجود داینوفلاژله‌های شاخص باژوسین پسین مانند *Cribroperidinium crispum*، *Meiourogonyaualax valensii* و حضور *Carpatodinium predae* (با بازه زمانی باتونین پیشین - میانی)، و *Ctenidodinium combazii* (با گسترش چینه‌شناسی باتونین - کالوین پیشین) در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، سن باژوسین پسین - کالوین را برای رسوبات سازند دلیچای پیشنهاد می‌کند. نسبت عناصر پالینولوژی و پالینوفاسیس در نهشته‌های مورد مطالعه، حاکی از 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، تشکیل شده‌اند.

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

### مقدمه

قلوه‌های لیمونیتی و ترک‌های گلی فراوان است. مرز بالایی این سازند با سازند لار تدریجی است (سوسلی، ۱۹۷۶؛ آنلز و همکاران، ۱۹۷۵؛ آلباخ، ۱۹۶۶) و در محل حذف لایه‌های مارنی و آغاز لایه‌های چرت‌دار سازند لار قرار دارد (آقباتی، 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 کالوین گزارش شده است (نویدی ایزد، ۱۳۹۲؛ ده‌بزرگی، ۱۳۹۲؛ هاشمی یزدی، 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

پس از رویداد سیمین 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.

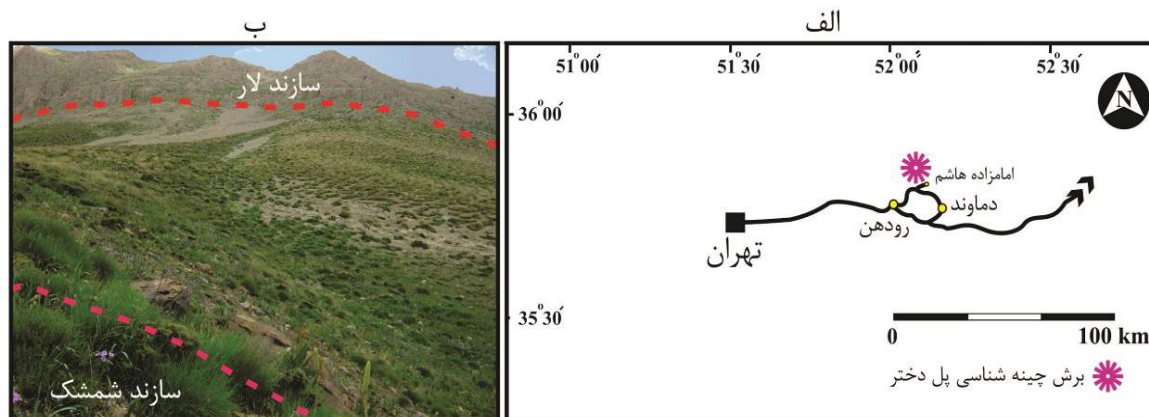
سازند دلیچای در بیش‌تر نقاط از مارن، آهک‌های آرژیلی نازک لایه و شیل‌های مارنی تشکیل شده است. ریخت‌شناسی پشته مانند و رنگ سبز- خاکستری روشن این سازند، آن را از ردیف‌های تیره رنگ زغالدار زیرین (گروه شمشک) و صخره‌های کربناته ستبر رویی (سازند لار) جدا می‌کند. مرز زیرین سازند دلیچای در نواحی فیروزکوه (اشتایگر، ۱۹۶۶) و سمنان (نبوی و سیدامامی، ۱۹۷۷) با افق کنگلومرایی کوارتزی سفید رنگ آغاز می‌شود و گاهی نیز لایه‌های آغازین این سازند دارای

است. عرض جغرافیایی برش چینه‌شناسی مذکور  $35^{\circ} 48' 82'' N$  و طول جغرافیایی آن  $52^{\circ} 01' 87'' E$  می‌باشد (شکل ۱- الف). مرز بالایی سازند دلیچای با سازند لار در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، تدریجی است ولی مرز زیرین این سازند با سازند شمشک به صورت ناپیوستگی می‌باشد (شکل ۱- ب).

آدابی، ۱۳۷۹؛ نیک‌نهاد، ۱۳۸۶)، آبگرم همدان (سیدامامی و همکاران، ۱۹۸۵) و جنوب‌شرق دریاچه ارومیه (شهرابی، ۱۳۷۳) نیز مشاهده گردیده است.

### موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی برش چینه‌شناسی مورد مطالعه

برش چینه‌شناسی پل‌دختر در جاده هراز، در مسیر تهران به آمل و نرسیده به تونل امامزاده هاشم (ع) قرار گرفته



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

خوب برای عکسبرداری انتخاب گردید. پس از شناسایی پالینومورف‌ها، گسترش چینه‌شناسی داینوسیست‌های موجود در اسلایدهای پالینولوژی مورد مطالعه قرار گرفت.

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

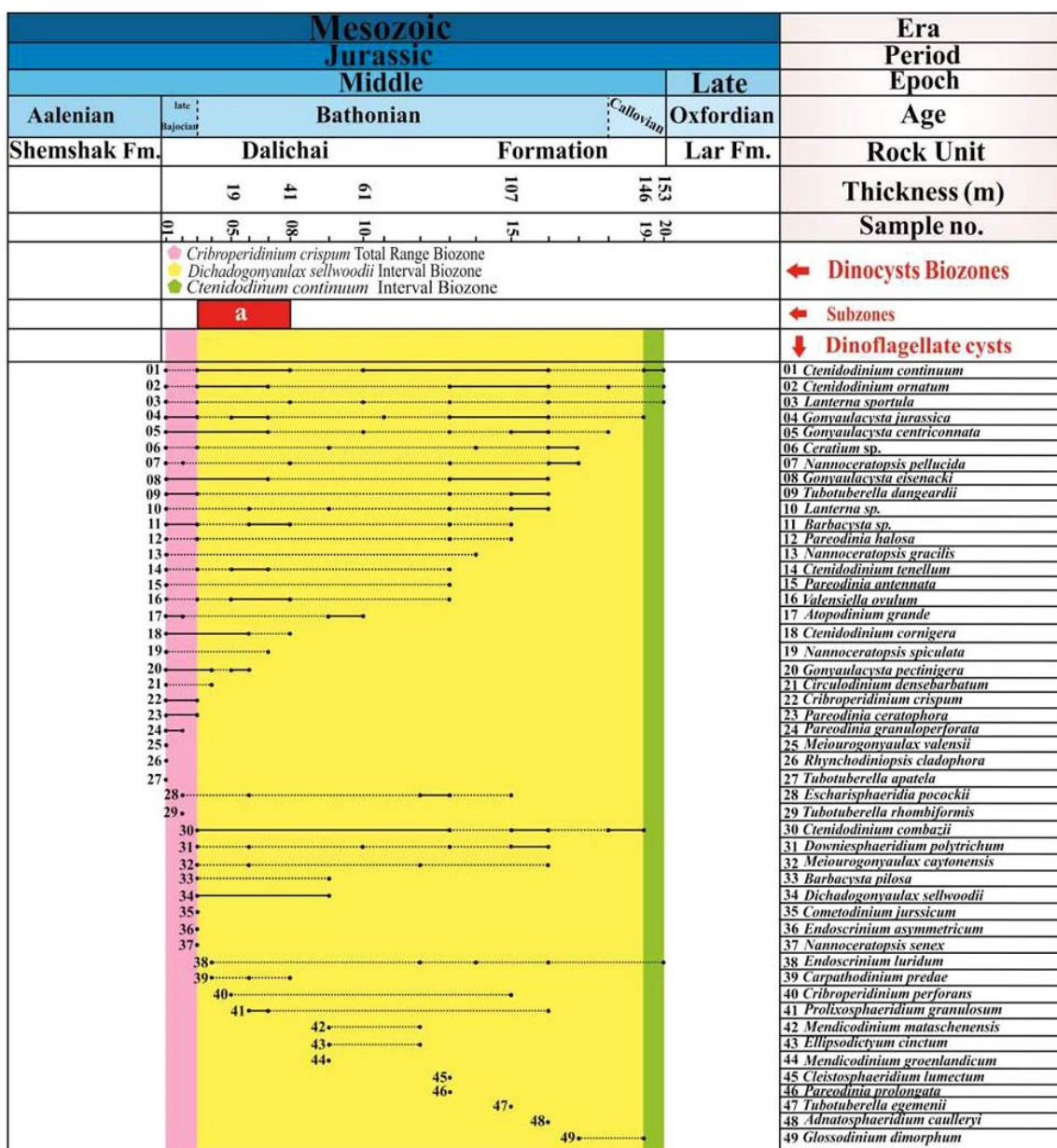
پالینومورف‌های متنوعی مانند میوسپورها، سیست داینوفلاژله‌ها، اسکلوکودونت‌ها، پوسته داخلی فرامینیفرها و آکریتارک‌ها با حفظ‌شدگی نسبتاً خوب در برش چینه‌شناسی پل‌دختر سازند دلیچای وجود دارند (Plate 1).

پس از مطالعه پالینومورف‌های موجود در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، تعیین سن و پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای بر اساس داینوسیست‌ها انجام پذیرفت. نهشته‌های سازند مذکور در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه حاوی ۴۹ گونه داینوفلاژله متعلق به ۲۶ جنس می‌باشد (شکل ۲).

### روش کار

به منظور مطالعه پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، ۲۰ نمونه از افق‌های مناسب جهت انجام مطالعات پالینولوژی برداشت گردید. سپس عمل آماده‌سازی<sup>۱</sup> نمونه‌ها با استفاده از روش فیپس و پلی فورد (۱۹۸۴) به منظور تهیه اسلایدهای پالینولوژی انجام گردید. به منظور انحلال ترکیبات کربناته و اکسیدهای آهن، از اسیدکلریدریک ۵۰٪ و جهت حذف ترکیبات سیلیکاته از اسید فلوئوریدریک ۳۳٪ استفاده شد. برای جلوگیری از تشکیل ژل سیلیکاته نمونه‌ها با اسید کلریدریک ۱۰٪ جوشانده شدند. سپس جهت جداسازی پالینومورف‌ها از کانی‌های سنگین و سایر مواد زائد نمونه‌ها با محلول کلرور روی با وزن مخصوص  $1/9 \text{ gr/cm}^3$  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 مطالعه شدند و پالینومورف‌های با حفظ‌شدگی متوسط تا

<sup>۱</sup>Maceration



شکل ۲. گسترش چینه‌شناسی داینوسیست‌های سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل دختر

### *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone

بیوزون مذکور بر اساس اولین ظهور (FAD) و آخرین ظهور (LAD) داینوسیست *Acanthaulax crista* (*Cribroperidinium crispum*) تعریف شده است. این بیوزون در برش چینه‌شناسی پل دختر 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

گسترش جغرافیایی وسیع بسیاری از داینوفلاژله‌های ژوراسیک در نیمکره شمالی منجر به استفاده از آن‌ها به عنوان ابزار مناسب جهت مطالعات زیست‌چینه‌نگاری شده است. بر اساس گسترش زمانی (ظهور و انقراض) نمونه‌های کلیدی داینوسیست‌ها در برش چینه‌شناسی پل دختر سه پالینوزون قابل انطباق با بیوزون‌های استاندارد (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲؛ پولسن و رایدینگ، ۲۰۰۳) برای سازند دلیچای در این برش چینه‌شناسی معرفی گردید.

مذکور در اصل (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲) بر مبنای فاصله بین آخرین حضور *Ctenidodinium combazii* و اولین حضور *Scriniodinium crystallinum* معرفی گردیده است ولی در برش چینه‌شناسی پل‌دختر به دلیل عدم وجود *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 حداکثر باتونین پیشین - میانی)، هم‌چنین گونه *Ctenidodinium combazii* (با محدوده زمانی باتونین - کالوین پیشین) در برش چینه‌شناسی پل‌دختر، سن باژوسین پسین - کالوین سازند دلیچای را در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه تایید می‌کند.

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

همانطور که ذکر شد داینوسیست‌های موجود در برش چینه‌شناسی پل‌دختر با مجموعه‌های گزارش شده از شمال غربی 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 اساس پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر بر اساس مطالعات مذکور 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 مذکور معرفی نمودند *Nanoceratopsis gracilis* می‌باشد که این داینوسیست در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه وجود دارد.

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

باژوسین پسین *Meiourogonyaulax valensii* تایید کننده سن مذکور است (رایدینگ و توماس، ۱۹۹۲). سایر گونه‌های دیگر این بیوزون عبارتند از:

*Nannaoaceratopsis 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 به ضخامت 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 کالوین پیشین می‌باشد. به جز گونه‌های *Pareodinia ceratophora*, *P. granuloperforata*, *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 مذکور 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).

#### *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone

بیوزون مذکور به ضخامت ۷ متر مشخص کننده زمان کالوین 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

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 کالوین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone، (کالوین پیشین تا میانی) و یک زیر زون Subzona a (باتونین پیشین تا میانی) را معرفی کردند. بیوزون‌های معرفی شده کاملاً با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه 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. pectiniger*, *Meiourogonayaulax caytonensis*, *M. valensii*, *Mendicodinium groenlandicum*, *Pareodinia prolongata*, *P. ceratophora*, *P. halosa*, *P. antennata*, *Adnatospaeridium 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 مطالعه قرار دادند که فرم‌های داینوسیستی مشترک آن با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه عبارتند از:

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

مافی و همکاران (۲۰۱۳) برای سازند دلیچای در رشته کوه‌های بینالود شمال‌شرق ایران چهار بیوزون *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین تا کالوین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone، (کالوین 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. centricornata*, *Escharisphaeridia pocockii*, *Meiourogonayaulax caytonensis*, *M.*

کردند. گونه‌های مشترک حوضه مذکور با برش چینه‌شناسی پل‌دختر عبارتند از:

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

محمود و معاود (۲۰۰۰) بر اساس مطالعه داینوفلاژله‌ها در صحرای غرب 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 - محدوده زمانی باتونین - آکسفوردین تا حدودی با برش چینه‌شناسی مورد مطالعه قابل انطباق می‌باشد. داینوسیست‌های مشترک با این حوضه عبارتند از:

*Ctenidodinium tenellum*, *Gonyaulacysta jurassica*.

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

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

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

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

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

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

توصیف کیفی و کمی تمامی باقی‌مانده‌های ارگانیکی مقاوم در برابر اسید به کاربرد. طبق نظر 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 مشاهده می‌شوند. به دلیل ارتباطی که بین پالینوفاسیس و محیط رسوب‌گذاری وجود دارد از پالینوفاسیس‌ها می‌توان در تعیین شرایط محیط رسوب‌گذاری و پتانسیل هیدروکربورزایی رسوبات استفاده 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 مشخص می‌شود (تراورس، ۲۰۰۷).

در این مطالعه به پیروی از تایسون (۱۹۹۵) سه گروه عمده مواد آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژی در نظر گرفته شده است: فیتوکلاست<sup>۱</sup> (PH)، پالینومورف دریایی<sup>۲</sup> (MP) و مواد ارگانیکی بی‌شکل یا آمورف<sup>۳</sup> (AOM).

**۱- فیتوکلاست‌ها:** این گروه شامل مواد آلی با ساختمان مشخص می‌باشد که از محیط‌های خشکی منشا گرفته و پس از حمل و نقل وارد حوضه رسوبی شده‌اند. این ذرات، 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<sup>۴</sup> به حساب می‌آیند. بنابراین می‌توان به اختصار گفت تمامی ذرات منسوب به گیاهان خشکی را شامل می‌شوند. وجود مقادیر بالای فیتوکلاست‌ها معرف 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 جمله قطعات برجها<sup>۵</sup> به حساب می‌آیند شامل داینوفلاژله‌ها (Dinoflagellates)، کیتینوزوا (Chitinozoans)، آستر داخلی پوسته فرامینیفرها (Foraminiferal test lining)،

*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 مطالعه پالینومورف‌های نهشته‌های شمال‌غرب 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.

مطالعات پالینولوژی انجام شده در مورد سازند دلچای 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 دلچای در این دو حوضه رسوبی می‌باشد. هم‌چنین همانطور که ذکر شد بیوزون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسیست‌ها در سازند دلچای، با بیوزون‌های ارائه شده در شمال‌غربی اروپا و شمال‌غرب تیس مطابقت دارد که این موضوع دلالت بر وجود ارتباط دریایی در بازه زمانی ژوراسیک میانی بین شمال و شمال‌شرق ایران با شمال‌غربی اروپا و شمال‌غرب تیس دارد. این موضوع به واسطه فونای آمونیتی نیز تایید گردیده است (سیدامامی و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین موقعیت ایران در زمان ژوراسیک میانی در نقشه‌های پالئوژئوگرافی (تیری، ۲۰۰۰) نیز تاییدی بر این موضوع می‌باشد (ویلسمن و همکاران، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰).

**بازسازی محیط دیرینه سازند دلچای در برش**

**چینه‌شناسی پل دختر با استفاده از پالینوفاسیس**

اصطلاح پالینوفاسیس (Palynofacies) اولین بار توسط کومباز (۱۹۶۴) بیان شد. وی این اصطلاح را برای

<sup>1</sup> Phytoclast

<sup>2</sup> Marine Palynomorphs

<sup>3</sup> Amorphous Organic Matter

<sup>4</sup> Allochthonus

<sup>5</sup> Autochthonus

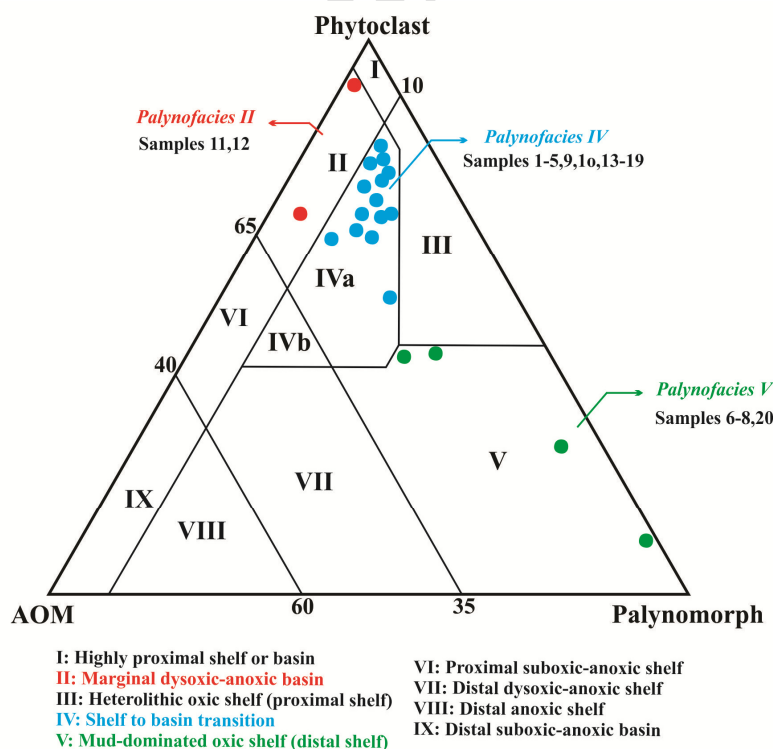


هواری با استفاده از اکسیژن محلول در آب تشکیل می‌شود. پس حضور فراوان آن معرف یک محیط اکسیژن‌دار با نرخ رسوب‌گذاری بالا می‌باشد (بومباردیر و گورین، ۲۰۰۰).

به منظور بازسازی محیط دیرینه برش چینه‌شناسی پل‌دختر بر اساس محتوای ارگانیکی، بررسی آماری عناصر موجود در اسلایدهای پالینولوژی صورت گرفت. به همین منظور از هر نمونه سه اسلاید و در هر اسلاید ۱۵ میدان دید به طور اتفاقی انتخاب و مورد مطالعه قرار گرفت. در این بررسی عناصر پالینولوژی تفکیک و شمارش شده و درصد فراوانی هریک از گروه‌های پالینومورفی (Plate 2) شامل اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها، قطعات چوب، اکریتارک‌ها و مواد ارگانیکی بی‌شکل تعیین گردید. 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 از پالینوفاسیس‌های معرفی شده توسط تایسون، سه نوع پالینوفاسیس (V, IV, II) تشخیص داده شد:

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

۳- مواد ارگانیکی بی‌شکل (آمورف): به مواد ارگانیکی فاقد 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 ضعیف حفظ شده است. در مجموع مواد ارگانیکی بی‌شکل (AOM) به دو دسته AOM شفاف (Transparent AOM: T AOM) و AOM تیره (Opaque AOM: O AOM) تقسیم‌بندی می‌شوند (بتن، ۱۹۹۶). AOM شفاف از تجزیه پالینومورف‌های دریایی حاصل می‌گردد که مقادیر زیاد آن معرف حفظ‌شدگی بالای فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های فاقد اکسیژن یا با اکسیژن کم و نرخ رسوب‌گذاری پایین می‌باشد (تایسون، ۱۹۹۵). زیرا پالینومورف‌های دریایی در رسوب‌گذاری با نرخ بالا حفظ شده و رسوب‌گذاری با نرخ پایین باعث عدم حفظ شدگی پالینومورف‌ها و تبدیل آن‌ها به AOM می‌شود (ون واورن و ویسچر، ۱۹۹۴). بنابراین AOM تیره از محیط خشکی نشأت گرفته و تحت تأثیر باکتری‌های



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

یک باشد نشان از شرایط کم اکسیژن و احتمالاً سرعت رسوب‌گذاری پایین در حوضه مورد مطالعه دارد (بوماردیر و گورین، ۲۰۰۰؛ بتن، ۱۹۹۶؛ زونولد و همکاران، ۱۹۹۷). مقادیر بیش‌تر از یک در این نسبت، معرف شرایط دیس اکسیک - انوکسیک<sup>۳</sup> و مقادیر کمتر از یک معرف شرایط اکسیژن‌دار<sup>۴</sup> می‌باشد. نسبت AOM شفاف به AOM تیره در طول ستون چینه‌شناسی برش چینه‌شناسی پل‌دختر در اکثر ضخامت‌ها بیش از یک می‌باشد (شکل ۴) و این امر حکایت از شرایط کم اکسیژن و نرخ رسوب‌گذاری پایین دارد. البته همین نسبت در حد فاصل نمونه‌های ۵-۸ و ۱۹-۲۰ یعنی در ضخامت‌های ۱۹-۴۱ و ۱۴۶-۱۵۳ متری کاهش یافته که نشان از افزایش عمق حوضه رسوبی و بالا رفتن میزان اکسیژن محیط در این فواصل می‌نماید که این امر محیط دیرینه پیشنهادی بر اساس نوع پالینوفاسیس را تأیید می‌نماید.

استفاده از نسبت جورشدگی و گرد شدگی پالینوماسرال‌های اپک که خود به دو دسته هم‌بعد<sup>۵</sup> و تیغه‌ای شکل<sup>۶</sup> تقسیم می‌شوند می‌تواند نشان‌دهنده میزان انرژی محیط باشد. پالینوماسرال‌ها با شکل تیغه‌ای شناوری بهتری نسبت به پالینوماسرال‌های هم‌بعد داشته و نسبت آن‌ها معرف روند پروکسیمال - دیستال محیط رسوب‌گذاری می‌باشد و اصولاً فراوانی پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای شکل در مناطق دور از ساحل افزایش یافته و افزایش نسبت پالینوماسرال‌های اپک هم‌بعد نیز نشانه‌ای از عمق کم حوضه رسوب‌گذاری می‌باشد (ون در زوان، ۱۹۹۰؛ تاپسون، ۱۹۹۵). به طور کلی، همان گونه که در نمودار (شکل ۴) مشاهده می‌گردد نسبت بالای پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای در حوضه رسوبی مذکور، نشان‌دهنده عمق نسبی حوضه رسوب‌گذاری می‌باشد. این نسبت در حد فاصل نمونه‌های ۵-۸ و ۱۹-۲۰ (ضخامت‌های ۱۹-۴۱ و ۱۴۶-۱۵۳ متری) برش چینه‌شناسی پل‌دختر بسیار افزایش یافته و بدین ترتیب باز هم مؤید محیط دیرینه پیشنهادی تاپسون می‌باشد. کاهش پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای و افزایش پالینوماسرال‌های اپک هم‌بعد در حد فاصل نمونه‌های

**پالینوفاسیس II:** در حد فاصل نمونه‌های ۱۰-۱۲ یعنی در ۶۱-۸۰ متر از برش چینه‌شناسی پیشنهاد می‌گردد. تاپسون (۱۹۹۳) این پالینوفاسیس را یک محیط کم اکسیژن تا فاقد اکسیژن و کم عمق 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 مطالعه قرار دارد. این پالینوفاسیس یک محیط دیرینه حد واسط بین مناطق کم عمق تا عمیق را مشخص می‌نماید. در این محدوده افزایش نسبی فرم‌های کوریت نسبت به پروکسیمیت و پروکسیموکوریت مشاهده می‌شود که مؤید پیشروی کوتاه مدت و افزایش عمق حوضه رسوب‌گذاری می‌باشد.

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

برای دقت نظر در تعیین محیط رسوبی دیرینه حوضه‌های مذکور، بررسی سایر فاکتورهای موثر در تفسیر محیطی نیز صورت می‌گیرد. از جمله این فاکتورها نسبت AOM شفاف به AOM تیره، نسبت ماسرال‌های قهوه‌ای<sup>۱</sup> به ماسرال‌های تیره<sup>۲</sup> و میزان پالینوماسرال‌های اپک هم‌بعد به پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای شکل (P1/P2) می‌باشند. در راستای تحقق این نتیجه نمودار درصد فراوانی فاکتورهای مذکور نیز برای برش چینه‌شناسی مورد مطالعه رسم گردید (شکل ۴).

فراوانی AOM شفاف نشان‌دهنده شرایط بدون اکسیژن یا کم اکسیژن و فراوانی AOM تیره حکایت از شرایط اکسیژن‌دار می‌نماید. در مطالعات پالینولوژی نسبت AOM شفاف به AOM تیره منعکس‌کننده میزان اکسیژن در محیط رسوبی می‌باشد. اگر این نسبت در ستون چینه‌شناسی برش مورد مطالعه همواره بیش از

<sup>3</sup> dysoxic-anoxic

<sup>4</sup> oxic

<sup>5</sup> equidimensional Opaque Palynomacerals

<sup>6</sup> blade-shaped Opaque Palynomacerals

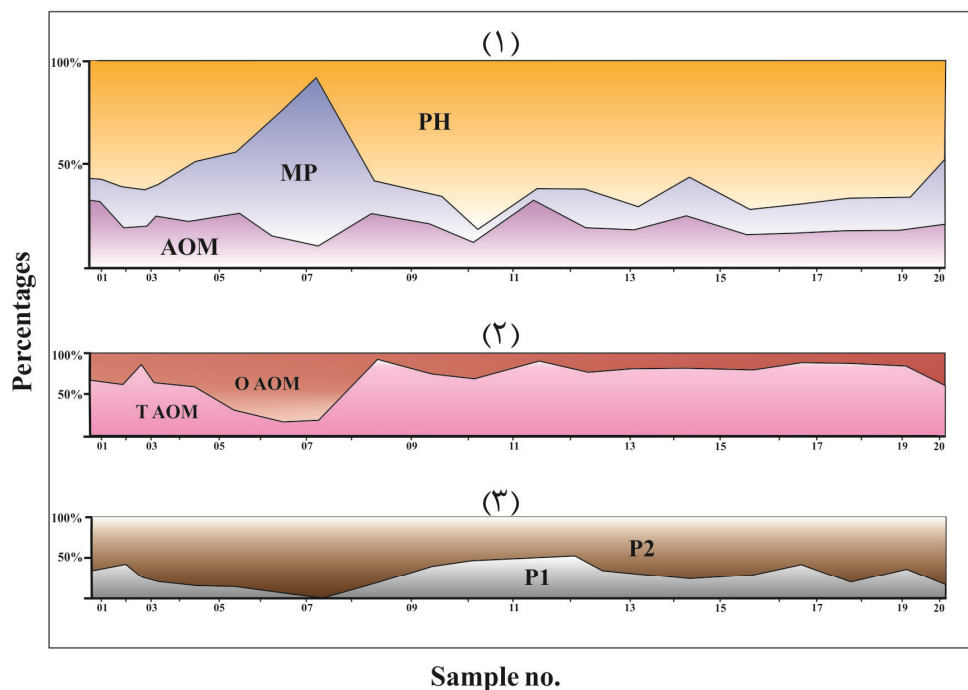
<sup>1</sup> Brown Palynomacerals

<sup>2</sup> Opaque Palynomacerals



رسوب‌گذاری پایین و نسبتاً عمیق که گاهی شاهد کاهش عمق حوضه رسوبی بوده است پیشنهاد می‌گردد (شکل ۵).

۱۰-۱۲ یعنی در ضخامت ۶۱-۸۰ متری این برش چینه‌شناسی نیز بیانگر پسروی کوتاه مدت دریا و کاهش نسبی عمق حوضه رسوب‌گذاری در این فاصله می‌باشد. در مجموع برای سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پلدختر یک محیط دیرینه کم اکسیژن با نرخ



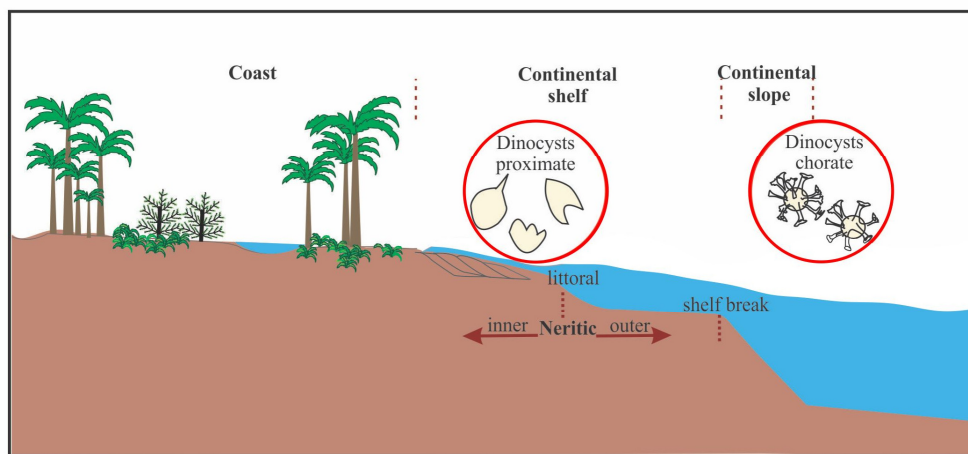
PH: Phytoclasts  
 AOM: Amorphous Organic Matters  
 MP: Marine Palynomorphs  
 T AOM: Transparent AOM  
 O AOM: Opaque AOM  
 P1: Equidimensional Opaque Palynomacerals  
 P2: Blade-shaped Opaque Palynomacerals

(۱): منحنی تغییرات سه گروه اصلی پالینولوژیکی

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

(۳): منحنی تغییرات پالینوماسرال های هم بعد نسبت به پالینوماسرال های ایک تیغه ای

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



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

## Plate 1

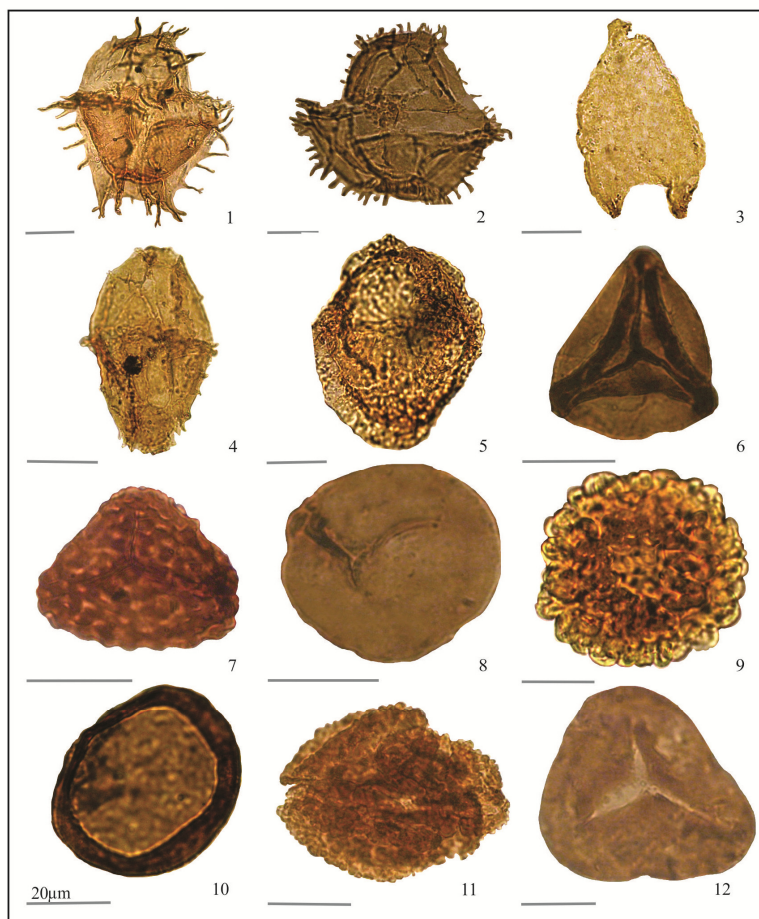


Fig. 1 *Ctenidodinium combazii* Dupin, 1968. Fig. 2 *Dichadogonyaulax sellwoodii* (Sarjeant) Stover & Evitt, 1978. Fig. 3 *Nannoceratopsis pellucida* (Deflandre) emend. Evitt, 1961. Fig. 4 *Carpathodinium predae* (Beju) Drugg, 1978. Fig. 5 *Cribroperidinium crispum* (Wetzel) Fenton, 1981. Fig. 6 *Dictyophyllidites 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.

داینوسپیست‌های شاخص شناسایی شده، باژوسین پسین - کالوین تشخیص داده شد. شباهت نزدیک داینوسپیست‌های شناسایی شده در نهشته‌های سازند دلیچای در حوضه رسوبی البرز و حوضه رسوبی بینالود حکایت از ارتباط بین این دو حوضه رسوبی با یکدیگر در ژوراسیک میانی می‌نماید. همچنین بیوزون‌های ارائه شده بر مبنای داینوسپیست‌ها در این دو حوضه، با بیوزون‌های ارائه شده در شمال غربی اروپا و شمال غرب تئیس مطابقت دارد که این موضوع دلالت بر وجود ارتباط دریایی در محدوده زمانی ژوراسیک میانی

## نتیجه‌گیری

بر اساس گسترش چینه‌شناسی داینوسپیست‌ها در برش چینه‌شناسی پل‌دختر پالینوزون‌های *Cribroperidinium crispum* Total Range Biozone (باژوسین پسین)، *Dichadogonyaulax sellwoodii* Interval Biozone (باتونین - کالوین پیشین)، *Ctenidodinium continuum* Interval Biozone (کالوین پیشین - میانی)، و Subzone a (باتونین پیشین - میانی) برای سازند دلیچای معرفی گردید. در مجموع سن سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه بر اساس

پل‌دختر نیز، یک محیط دریایی کم اکسیژن با نرخ رسوب‌گذاری پایین و نسبتاً عمیق که گاهی شاهد پایین آمدن نسبی سطح آب حوضه رسوب‌گذاری بوده است را برای سازند دلیچای پیشنهاد می‌کند.

بین شمال و شمال شرق ایران با شمال غرب اروپا و شمال غرب تیس دارد. مطالعه تغییرات فاکتورهای تفسیر محیطی و عناصر اصلی پالینولوژی نسبت به یکدیگر در برش چینه‌شناسی

### Plate 2

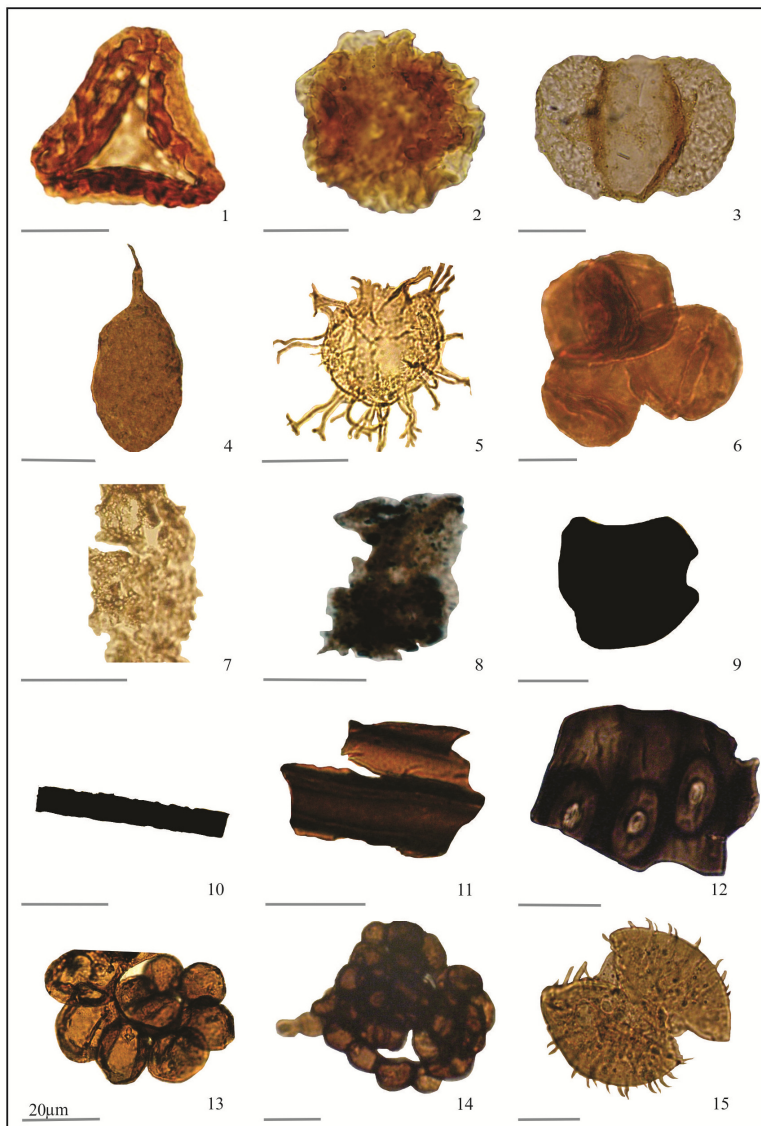


Fig. 1. Trilete Spore, Fig. 2. Monosaccate pollen, Fig. 3. Bisaccate pollen, Fig. 4. Proximate dinocyst, Fig. 5. Chorate dinocyst, Fig. 6. Spore tetrad, Fig. 7. Transparent AOM, Fig. 8. Opaque AOM, Fig. 9. Equidimensional Opaque palynomaceral, Fig. 10. Blade-shaped Opaque palynomaceral, Figs. 11, 12.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

- 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: Paleocological inferences. *Science China Earth Sciences*, 56: 2107-2115.
- 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.
- 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
- منابع**
- آقائباتی، 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 شمال غرب مراغه، فشرده مقالات چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تبریز، صفحه ۱۶۴ تا ۱۶۵.
- ده‌بزرگی، ا (۱۳۹۲) پالینولوژی و پالتواکولوژی 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 پالتواکولوژی نهشته‌های ژوراسیک میانی در جنوب شرقی 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.
- نویدی‌ایزدی، ن (۱۳۹۲) پالینوستراتیگرافی سازند دلیچای در برش دیکتاش، شمال شرق سمنان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- نیک‌نهاد، م (۱۳۸۶) مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در جنوب‌خاوری مراغه (البرز باختری) با توجه ویژه به فون آمونیتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- هاشمی‌یزدی، ف (۱۳۹۴) پالینولوژی و پالتواکولوژی 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*,

- 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 Eidgenossischen Technischen Hochschule und der Universität 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. Central 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 from a high-productivity area (Banda Sea, Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 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). *Munchener 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 Historische 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., Fürsich, 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.

Archive of SID