

زیست‌چینه‌شناسی سازند دلیچای بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در اقیانوس تیتیس غربی (برش تپال)

رعنا شیری^۱، فاطمه هادوی^{۲*}، فرشته سجادی هزاوه^۳

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، پست الکترونیکی: rana.shiri@mail.um.ac.ir

۲- هیأت علمی گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران، پست الکترونیکی: fhadavi@um.ac.ir

۳- هیأت علمی گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران، پست الکترونیکی: sajjadi39@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۲۹

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۹

چکیده

در این پژوهش سازند دلیچای در برش تپال بر اساس نانوفسیل‌های آهکی تعیین سن می‌گردد. سازند دلیچای در این برش با ماسه‌سنگ قرمز در قاعده شروع و به ترتیب با لایه‌های مارن و تناوب آهک ماسه‌ای و شیل و شیل‌آهکی پوشیده می‌شود و بطور تدریجی به آهک‌های چرتی سازند لار تبدیل می‌گردد. این سازند بطور ناپیوسته بر روی سیلت‌ستون‌های سازند شمشک قرار می‌گیرد. در این بررسی تعداد ۶۰ نمونه برداشت و به روش اسمیر اسلاید آماده-سازی گردید. بر اساس مطالعه نمونه‌های برداشت شده، ۱۳ جنس و ۳۲ گونه از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد که با زیست‌زون‌های CC1 تا CC5 با بازه زمانی بریازین تا بارمین پیشین مطابقت دارد. علاوه بر نانوفسیل‌های آهکی، ۸ جنس و ۱۳ گونه از (Didemnid Ascidian spicules) شناسایی و معرفی گردید.

کلمات کلیدی: نانوفسیل‌های آهکی، دلیچای، زیست‌چینه‌شناسی، تیتیس غربی، تپال.

۱. مقدمه

- Erni, 1931; Dellenbach, 1964; Assereto et al., 1968; Stöcklin, 1971; 1972; Nabavi & Seyed-Emami, 1977; Alavi- Naini et al., 1982; Seyed-Emami et al., 1985; 1989; 2018; Majidifard, 2004; Wheeler & Sarjeant, 1990; Ghasemi-Nejad et al., 2012; Mafi et al., 2014.

اگرچه مطالعات فوق خود گاهی ناهم‌زمانی‌های جزئی را نشان می‌دهد ولی به نظر می‌رسد که تعیین سن دقیق نهشته‌های مذکور نیاز به مطالعات دقیق‌تر فسیل‌شناسی دارد.

برش مورد مطالعه در البرز شرقی واقع شده است که بخشی از حوضه رسوب‌گذاری البرز در تیتیس غربی بوده است (Stampfli & Borel, 2004). در پرکامبرین، البرز، ایران مرکزی، سندج-سیرجان و زاگرس در شمال قاره گندوانا واقع بوده و توسط اقیانوس تیتیس (اقیانوس پرکامبرین) از قاره اوراسیا جدا بوده

حوضه رسوبگذاری سازند دلیچای در برش تپال یک حوضه رسوب‌گذاری نسبتاً کم‌عمق است که از مارن و تناوب آهک ماسه‌ای و شیل و آهک تشکیل شده است. این سازند بر روی رسوبات رودخانه‌ای-مردابی و گاهی دریایی کم‌عمق و بخشی از گروه شمشک و در زیر سنگ آهک‌های سازند لار قرار می‌گیرد (آقانباتی، ۱۳۸۳). بررسی‌های فسیل‌شناسی انجام شده بر روی این سازند غالباً به شرح زیرند:

- شفیع‌زاد و سیدامامی، ۱۳۸۴؛ شمس، ۱۳۸۶؛ وزیری و همکاران، ۱۳۸۷؛ ۱۳۹۰؛ سربندی فراهانی و کبریائی‌زاده، ۱۳۹۱؛ هاشمی یزدی و همکاران، ۱۳۹۷؛ ده بزرگی و همکاران، ۱۳۹۷.

۳. نتایج و بحث

بورآل (Boreal) بصورت گونه محلی دیده می‌شوند (Erba, 1994). نانوفسیل‌های این خانواده در نمونه‌های اخیر نسبتاً فراوانند و گسترش آنها در برش تپال به شرح زیر است.

گونه‌های *Nannoconus steinmannii* subsp. *steinmannii* و *Nannoconus globulus* subsp. *globulus* از اولین نمونه در سرتاسر برش *Kamptneri* subsp. *Kamptneri* از اولین نمونه در سرتاسر برش دیده می‌شوند. گونه‌های *Nannoconus circularis* و *dolomiticus* از *Nannoconus kamptneri* subsp. *minor* از ۲۱ متری برش حضور دارند و در فواصلی از برش از بین می‌روند. گونه‌های *Nannoconus borealis* و *Nannoconus abundans* در *Nannoconus wassallii* در ۱۵۲ و ۱۶۰ متری از قاعده برش مشاهده شده‌اند.

Watznaueriaceae: خانواده *Watznaueriaceae* مربوط به عرض‌های جغرافیایی پایین و آبهای سطحی گرم می‌باشند (Erba et al., 1987; Erba et al., 1992). گونه‌هایی که از خانواده *Watznaueriaceae* بطور غالب در نمونه‌ها دیده می‌شوند در فاصله ۱۲ متری از قاعده برش یافت شده و در سرتاسر برش مشاهده می‌شوند، عبارتند از:

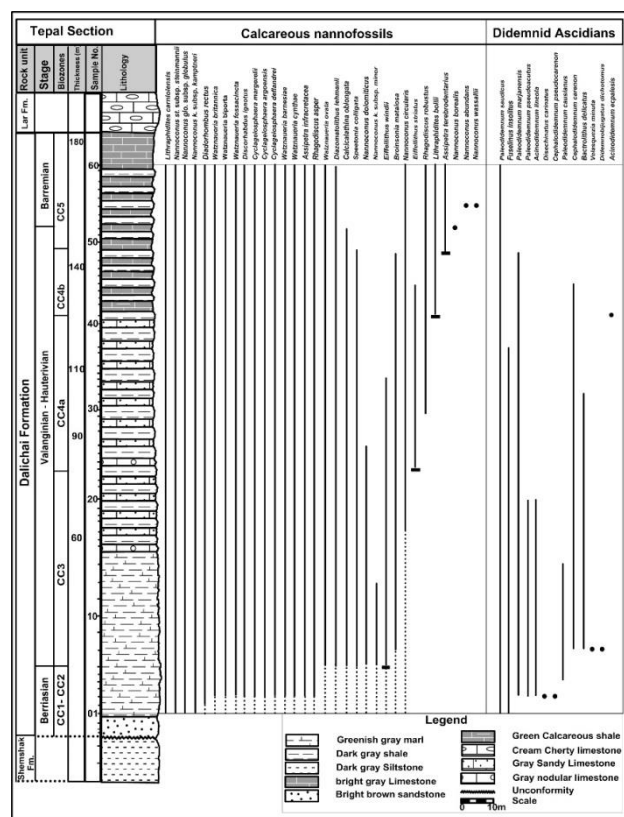
Watznaueria barnesiae, *Watznaueria fossacincta*, *Watznaueria ovata*, *Watznaueria britannica*, *Watznaueria biporta*, *Watznaueria cynthae*, *Cyclagelosphaera argoensis*, *Cyclagelosphaera deflandrei*, *Cyclagelosphaera margerelii*.

اما همانطور که در (شکل ۲) نمایان است، گونه‌های دیگری از نانوفسیل‌های آهکی به شرح زیر مشاهده شده‌اند که به انواع شاخص آنها در مبحث زیست‌چینه‌نگاری اشاره خواهد شد:

Diadorhombus rectus, *Rhagodiscus asper*, *Assipetra infracretacea*, *Lithraphidites carniolensis*, *Eiffellithus windii*, *Diazomatolithus lehmanii*, *Calcicalathina oblongata*, *Broinsonia matalosa*, *Eiffellithus striatus*, *Rhagodiscus robustus*, *Lithraphidites bollii*, *Assipetra terebrodentarius*.

علاوه بر نانوفسیل‌های آهکی، ۸ جنس و ۱۳ گونه از اسپیکول‌های دیدمیدها که از رده *Ascidiacea* (معروف به آبدزدک‌های دریایی یا sea squirts) و جانورانی ثابت و نرم‌تن هستند و در اعماق کم دریاها دیده می‌شوند (Varol & Houghton, 1996)، در نمونه‌های اخیر یافت شده‌اند که

نانوفسیل‌های آهکی برش تپال دارای حفظ‌شدگی، فراوانی و تنوع خوب بوده‌اند و این به دلیل وضوح ساختارهای مرکزی و گونه‌های متعلق به جنس *Watznaueria* و نیز کانال مرکزی گونه‌های جنس *Nannoconus* می‌باشد که جهت شناسایی نانوفسیل‌های مذکور ضروری هستند. بطورکلی در این پژوهش تعداد ۱۳ جنس و ۳۲ گونه شناسایی گردید. در ذیل مختصری به گسترش چینه‌نگاری گونه‌های شناسایی شده (شکل ۲) پرداخته می‌شود.

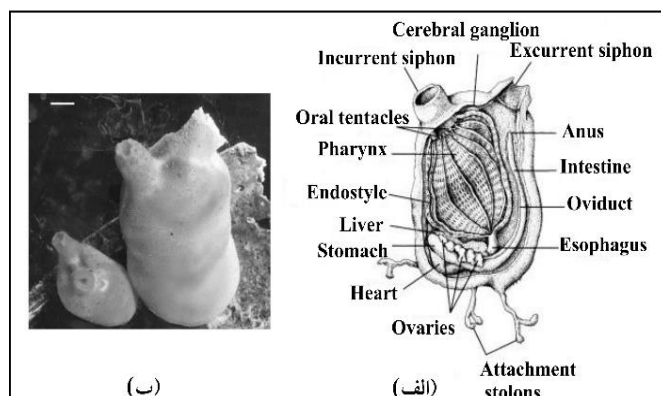


شکل ۲: جدول گسترش زمانی نانوفسیل‌های آهکی سازند دلیچای در برش تپال.

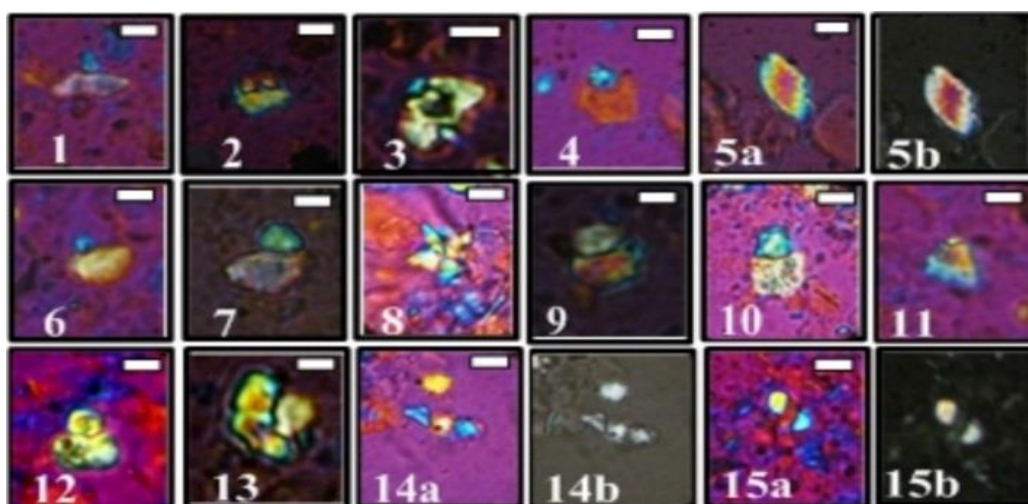
بطورکلی خانواده‌های *Nannoconaceae* و *Watznaueriaceae* از نانوفسیل‌های غالب در این حوضه اقیانوسی می‌باشند که در میان آنها می‌توان به گونه‌هایی از خانواده‌های مذکور اشاره کرد. **Nannoconaceae**: خانواده *Nannoconaceae* که در زون نوری (۲۰۰-۸۰) یافت شده و از نانوفسیل‌های غالب در اقیانوس تپس می‌باشند، نشان‌دهنده آبهای سطحی گرم هستند (Mutterlose & Harding, 1987; Erba, 1994) و در قلمرو

عکس‌های میکروسکوپی برخی از آنها در (پلیت ۲) آمده است. از آنجا که گزارش کنونی با هدف بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری است، از شرح بیشتر اجتناب شده است.

معرف‌های خوبی جهت بوم‌دیرینه‌شناسی حوضه‌ها می‌باشند و بطور جداگانه در کنار گسترش نانوفسیل‌های آهکی آورده شده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳: الف: نمای ازمقطع یک اسیدین (Ascidian); ب: یک اسیدین بزرگ (Scale bar: 1 cm)، اقتباس از (Margulis & Chapman, 2009).



پلیت ۲: نمونه‌هایی از (Didemnid Ascidian spicules) شناسایی شده در برش تپال (scale bar: 5µm)

1: *Acinodidemnum lineola* Varol, 2006 (sample No.3); 2: *Disechinatus carinatus* Varol, 2006 (sample No.3); 3: *Acinodidemnum ecpalesis* Varol, 2006 (sample No.41); 4: *Cephalodidemnum pseudocarenon* Varol, 2006 (sample No.3); 5 a,b: *Fusellinus insolitus* Noël, 1965 (sample No.3); 6,7: *Paleodidemnum pseudoacutus* Varol, 2006 (sample No.3,8); 8: *Velasquezia minuta* (Bonet & Benveniste-Velasquez) Varol, n. comb. (sample No.8); 9,10: *Paleodidemnum caasianus* Varol, 2006 (sample No.4,11); 11: *Paleodidemnum marjanensis* Varol, 2006 (sample No.3); 12,13: *Paleodidemnum saudicus* Varol, 2006 (sample No.1,7); 14 a,b and 15a,b: *Bactrolithus delicatus* Varol, 2006 (sample No.8,32).

۴. زیست‌چینه‌نگاری

پژوهش از زون‌بندی‌های (Thierstein 1971), (Sissingh 1977) و (Applegate & Bergen 1988) استفاده شده است. با توجه به وجود ماسه‌سنگ قرمز در قاعده برش و عدم وجود نانوفسیل آهکی در این لایه، شماره‌گذاری نمونه‌ها از لایه مارنی آغاز گردید. بر این مبنای ۵ زیست‌زون در ضخامت مطالعه شده از برش تپال به شرح زیر مشاهده شده است.

همانطور که قبلاً اشاره شد، بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری متعددی بر مبنای فسیل‌های آمونیت و مطالعات پالینولوژی بر روی سازند دلیچای انجام شده است. تنها مطالعه نانوفسیل‌های آهکی بر روی این سازند در برش ناویا (Hadavi et al., 2015) و برش فریزی (برسان نجار و همکاران، ۱۳۹۵) انجام شده است. در این

Nannoconus steinmannii Zone (CC1) ۱-۴

پسین است (Perch- Nielsen, 1985)، ولی طبق Ogg & Hinnov (2012)، شروع این زیست‌زون نشان‌دهنده شروع والانژینین است. از طرف دیگر، زیست‌زون مذکور توسط Applegate & Bergen (1988) به دو زیرزون CC3a و CC3b تقسیم می‌گردد؛ که CC3a از اولین ظهور *Calcicalathina oblongata* تا اولین ظهور *Eiffellithus windii* و CC3b از اولین ظهور *Eiffellithus windii* تا اولین ظهور *Eiffellithus striatus* تعریف می‌شود. در نمونه‌های مطالعه شده، گونه *Cretarhabdus loriei* که نشان-دهنده مرز انتهایی این زیست‌زون است، مشاهده نگردید.

با توجه به مطالعات انجام شده و عدم حضور گونه *Cretarhabdus loriei* در نمونه‌ها، بخش بالایی این زیست‌زون توسط حضور گونه *Eiffellithus striatus* (در ۸۰ متری از قاعده برش مورد مطالعه) که در حقیقت بخش انتهایی زیست‌زون CC3b را نشان می‌دهد، مشخص می‌گردد. شایان ذکر است که تفکیک دو زیرزون CC3a و CC3b در نمونه‌های مطالعه شده امکان‌پذیر نبود. این زون ضخامتی ۶۰ متری از مارن و تناوب شیل و آهک ماسه‌ای می‌باشد.

Cretarhabdus loriei Zone (CC4) ۴-۴

این زیست‌زون توسط Sissingh (1977) از اولین ظهور *Cretarhabdus loriei* تا LO (آخرین ظهور یا Last occurrence) گونه *Speetonia colligata* و به سن والانژینین پسین تا هوتریون پیشین تعریف می‌شود (Perch- Nielsen, 1985). همانطور که قبلاً ذکر شد، گونه *Cretarhabdus loriei* در نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده نگردید، اما طبق Applegate & Bergen (1988)، این زیست‌زون از اولین حضور *Eiffellithus striatus* تا آخرین حضور *Speetonia colligata* است و (Applegate & Bergen, 1988) معتقدند که اولین ظهور *Lithraphidites bollii* این زیست‌زون را به دو زیرزون CC4a و CC4b تقسیم می‌کند.

با توجه به اینکه CC4a از اولین حضور *Eiffellithus striatus* (در حدود ۸۰ متری) تا اولین حضور *Lithraphidites bollii* (در حدود ۱۲۷ متری) تعریف شده است؛ CC4a ضخامتی ۴۷ متری از تناوب شیل و آهک ماسه‌ای را شامل می‌شود. CC4b از اولین حضور *Lithraphidites bollii* (در حدود ۱۲۷ متری) تا آخرین حضور *Speetonia colligata* (در ۱۴۵ متری) است و بنابراین، زیرزون CC4b ضخامتی ۱۸ متری از تناوب شیل و شیل آهکی

این زیست‌زون از FO (اولین ظهور یا First occurrence) گونه *Nannoconus steinmannii* تا اولین ظهور *Stradneria crenulata* و به سن انتهای تیتونین پسین تا بریازین پیشین تعریف می‌شود (Perch- Nielsen, 1985). طبق نظر Thierstein (1976) و (Perch- Nielsen, 1979a; 1983)، اولین حضور *Lithraphidites carniolensis* و *Nannoconus steinmannii* شروع کرتاسه است و Thierstein (1976) اولین حضور *Nannoconus colomii* و *Lithraphidites carniolensis* را شروع کرتاسه می‌داند (Perch- Nielsen, 1985). در برش تپال، در اولین نمونه از لایه مارنی، وجود گونه‌هایی همچون *Nannoconus steinmannii* subsp. *steinmannii* و *Lithraphidites carniolensis* دلیل بر شروع سن کرتاسه در قاعده برش می‌باشد که بر خلاف گزارشات سابق در مورد قاعده این سازند است که سن قاعده دلیچای را ژوراسیک میانی معرفی می‌کنند (بعنوان مثال، Stöcklin, 1971; 1972; Mafi et al., 2014). شایان ذکر است که در نمونه‌های بررسی شده *Stradneria crenulata* مشاهده نگردید.

Stradneria crenulata Zone (CC2) ۲-۴

این زیست‌زون توسط Thierstein (1971) از اولین ظهور *Stradneria crenulata* تا اولین ظهور *Calcicalathina oblongata* و به سن بریازین پسین تا والانژینین پیشین تعریف می‌شود (Perch- Nielsen, 1985). در حالیکه، Ogg & Hinnov (2012)، سن این زیست‌زون را بریازین پیشین تا پسین می‌دانند. در بررسی کنونی، اولین حضور *Calcicalathina oblongata* در ۲۰ متری برش مورد مطالعه ثبت گردید. با توجه به عدم مشاهده *Stradneria crenulata*، که بخش انتهایی زیست‌زون CC1 را نشان می‌دهد، زیست‌زون‌های CC1 و CC2 با هم تلفیق شده و به صورت CC1-CC2 نوشته شده است (شکل ۲) که ضخامتی ۲۰ متری از ماسه‌سنگ و مارن را شامل می‌شود.

Calcicalathina oblongata Zone (CC3) ۳-۴

این زیست‌زون توسط Thierstein (1971) و Sissingh (1977) از اولین ظهور *Calcicalathina oblongata* تا اولین ظهور *Cretarhabdus loriei* تعریف می‌شود و سن آن والانژینین

(1977) شناسایی گردید که سن بریازین تا بارمین پیشین را برای سازند دلیچای مشخص می‌کند. در ضمن، مجموعه فسیلی به دست آمده در این بررسی که غالباً شامل *Watznaueriaceae* و *Nannoconaceae* می‌باشد نشان می‌دهد حوضه تتیس در زمان بریازین تا بارمین پیشین در عرض‌های جغرافیایی پایین واقع بوده و واجد آب‌های سطحی گرم بوده است.

منابع

آقائاتی، ع، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.

برسان نجار، م؛ هادوی، ف؛ نطقی مقدم، م، ۱۳۹۵. زیست‌چینه‌نگاری سازند دلیچای بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در برش فریزی. دهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه فرهنگیان نیشابور، صفحه ۱۵۹.

ده‌بزرگی، ا؛ هاشمی یزدی، ف؛ سجادی هزاوه، ف، ۱۳۹۷. پالینواستراتیگرافی و محیط رسوبی دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی پل‌دختر. مجله رسوب‌شناسی کاربردی، دوره ۶، شماره ۱۱، صفحات ۴۸-۳۵.

سربندی فراهانی، ط؛ کبریائی‌زاده، م.ر، ۱۳۹۱. تطابق زیستی پریسفنکتیده‌های ژوراسیک پسین در البرز مرکزی و زون بینالود. ششمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، کرمان، دانشگاه پیام نور مرکز کرمان، ۶ صفحه.

شفیع‌زاد، م؛ سیدامامی، ک، ۱۳۸۴. سنگ‌چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در باختر شاهرود (البرز شرقی). فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین، شماره ۵۵، صفحات ۹۸-۱۱۳.

شمس، م، ۱۳۸۶. مطالعه چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند دلیچای در منطقه پرور، شمال سمنان، البرز مرکزی، با توجه خاص به فون آمونیتی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۲۶۴ صفحه.

شهرابی، م، ۱۳۶۹. نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.

وزیری، س.ح؛ مجیدی‌فرد، م.ر؛ جهانی، د؛ جمشیدی، ا، ۱۳۸۷. چینه‌نگاری سنگی و زیستی سازند دلیچای در شمال باختری امام‌زاده هاشم (برش فیل زمین)، البرز مرکزی. فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین، سال سوم، شماره ۴، صفحات ۹۶-۸۳.

می‌باشد. یادآوری می‌شود که آخرین حضور *Speetonia colligata* (در ۱۴۵ متری) نشان‌دهنده اتمام زیست‌زون CC4 است.

۴-۵ Lithraphidites bollii Zone (CC5)

این زیست‌زون طبق تعریف (Thierstein و Sissingh 1971) از آخرین ظهور *Speetonia colligata* تا آخرین ظهور *Calcicalathina oblongata* و به سن هوتریون پسین تا بارمین پیشین مشخص می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). در نمونه‌های بررسی شده، آخرین حضور *Speetonia colligata* و اولین حضور *Assipetra terebrodentarius* (که سن آن هوتریون پسین است)، در ۱۴۵ متری از قاعده برش ثبت شده‌اند، که نشان‌دهنده شروع زیست‌زون CC5 می‌باشند. از طرف دیگر، آخرین حضور *Calcicalathina oblongata* در ۱۵۱ متری است که نشانگر مرز بالایی زیست‌زون مذکور است. اما از آن‌جا که گونه‌های *Nannoconus borealis* و نیز *Nannoconus abundans* و *Nannoconus wassallii* تا افق‌های بالاتر هم دیده می‌شوند، می‌توان گفت که زیست‌زون CC5 تا انتهای سازند دلیچای در برش مطالعه شده ادامه دارد. بر اساس شواهد مذکور، سن بخش فوقانی سازند دلیچای در این برش بارمین پیشین تعیین می‌شود. این زیست‌زون ۳۹ متر شیل و شیل آهکی است.

بر اساس زیست‌زون‌های شناسایی شده، سن سازند دلیچای در برش تپال، بریازین تا بارمین پیشین تعیین می‌گردد. حوضه تتیس در زمان بریازین تا بارمین پیشین در عرض‌های جغرافیایی پایین واقع بوده است (Scotese, 2014) و مجموعه فسیلی بدست آمده در این بررسی نیز که غالباً شامل *Watznaueriaceae* و *Nannoconaceae* می‌باشند، نشان‌دهنده حوضه تتیس و آب‌های سطحی گرم و نیز عرض‌های جغرافیایی پایین می‌باشند (Mutterlose & Harding, 1987; Erba, 1994; Erba et al., 1987; Erba et al., 1992).

۵. نتیجه‌گیری

در مطالعات کنونی تعداد ۱۳ جنس و ۳۲ گونه از نانوفسیل‌های آهکی با حفظ‌شدگی خوب در سازند دلیچای (برش تپال) شناسایی و عکس‌برداری شد. بر مبنای بررسی‌های انجام شده، زیست‌زون‌های CC1 تا CC5 بر اساس زون‌بندی Sissingh

- Erba, E., 1994. Nannofossils and superplumes—The Early Aptian nannoconid crisis. *Paleoceanography*, 9: 483–501. <https://doi.org/10.1029/94PA00258>
- Erni, A., 1931. Découverte du Bathonien fossilifère dans l'Elbourz (Perse du Nord). *Eclogae geologicae Helvetiae*, 24(2): 164-165.
- 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. *Asian Earth Sciences*, 43(1): 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2011.08.006>
- Hadavi, F.; Moheghi, M.; Ghadamagahi, M., 2015. Nannostratigraphy of Dalichai Formation in Naviya section of Kopet-Dagh Mountain range in Iran. 15th International Nannoplankton Association.
- Ogg, J.G.; Hinnov, L.A., 2012. Chapter 27, Cretaceous. In: Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M.D.; Ogg, G.M. (Eds.), *The Geological Time Scale*. Elsevier, Amsterdam, 793–853. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00027-5>
- Mafi, A.; Ghasemi-Nejad, E.; Ashouri, A.; Vahidi-Nia, M., 2014. Dinoflagellate cysts from the Upper Bajocian-Lower Oxfordian of the Dalichai Formation in Binalud Mountains (NE Iran): their biostratigraphical and biogeographical significance. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(9): 3683-3692. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0976-4>
- Majidifard, M.R., 2004. Biostratigraphy, lithostratigraphy, ammonite taxonomy and microfacies analysis of the Middle and Upper Jurassic of northeastern Iran. Ph.D. thesis. der Bayerischen JuliusMaximilians-Universität Würzburg, Würzburg, 201p.
- Margulis, L.; Chapman, M.J., 2009. *Kingdoms and domains: an illustrated guide to the phyla of life on Earth*. Academic Press, 659p.
- Mutterlose, J.Ö.R.G.; Harding, I., 1987. Phytoplankton وزیر، ح؛ مجیدی‌فرد، م.ر؛ جهانی، د؛ طهماسبی، م.، ۱۳۹۰. چینه‌نگاری سنگی، چینه‌نگاری زیستی و محیط رسوبی سازند دلیچای در ناحیه آینه‌ورزان، البرز مرکزی. فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین، شماره ۱۹، صفحات ۹۹–۱۱۷.
- هاشمی یزدی، ف؛ سجادی هزاوه، ف؛ هاشمی شیخ، ح.، ۱۳۹۷. پالینواستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک میانی (دوگر) البرز مرکزی و شرقی. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب-شناسی دانشگاه اصفهان، دوره ۳۴، شماره ۳، صفحات ۲۱–۳۶.
- Alavi- Naini, M.; Hajian, J.; Ahmadi, M.; Bolourchi, H., 1982. *Geology of Takab–Sain-Qaleh 1:250000*. Geological Survey of Iran, Report, No. 50: 1-99.
- Applegate, J.L.; Bergen, J.A., 1988. Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103. In *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 103: 293-348. <https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.103.144.1988>
- Assereto, R.; Barnard, P.D.W.; Fantini Sestini, N., 1968. Jurassic stratigraphy of Central Elburz. *Rivista Italiano Paleontologia Stratigraphia*, 74: 1-21.
- Bown, P.R.; Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown P.R. (Ed.)- *Calcareous nannofossil biostratigraphy*. Chapman & Hall, London, 132-199. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-4902-0>
- Dellenbach, J., 1964. Contribution á létude géologique de la region située á lest de Teheran (Iran). Ph.D. Thesis. Strasbourg Universite de Strasbourg, 117 p.
- Erba, E., 1987. Mid Cretaceous Cycling Pelagic Facies From the Umbrian- Marche Basin: What do calcareous nannofossil suggest? *International nannoplankton association Newsletters*, 9(4): 52-53.
- Erba, E.; Castradori, D.; Guasti, G.; Ripepe, M., 1992. Calcareous nannofossil and Milankovich cycles: The example of the Gault Clay Formation (Southern England). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 74(1-2): 75-86. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(92\)90183-6](https://doi.org/10.1016/0031-0182(92)90183-6)

- Seyed-Emami, K.; Raoufian, A.; Zand-Moghadam, H., 2018. Late Bajocian and Bathonian (Middle Jurassic) ammonites from the Dalichai Formation north of Damghan (Alborz, North Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 288(2): 183-203.
<https://doi.org/10.1127/njgpa/2018/0732>
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Minbouw*, 56: 37-65.
- Stampfli, G.M.; Borel, G.D., 2004. The TRANSMED transects in space and time: constraints on the paleotectonic evolution of the Mediterranean domain. In *The TRANSMED Atlas, The Mediterranean region from crust to mantle*. Springer, Berlin, Heidelberg, 53-80. https://doi.org/10.1007/978-3-642-18919-7_3
- Stöcklin, J., 1971. Stratigraphic Lexicon of Iran. Part I: Central North and East Iran. Geological Survey of Iran, Report No 18: 1-338.
- Stöcklin, J., 1972. *Lexique Stratigraphique International*. 3: 1-238.
- Thierstein, H.R., 1971. Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation. *eclogae geologicae helvetiae*, 64: 459-488.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic Calcareous Nannoplankton, *Micropaleontology*, 1: 325-362.
[https://doi.org/10.1016/0377-8398\(76\)90015-3](https://doi.org/10.1016/0377-8398(76)90015-3)
- Varol, O.; Houghton, S.D., 1996. A review and classification of fossil didemnid ascidian spicules. *Micropalaeontology*, 15(2): 135-149.
<https://doi.org/10.1144/jm.15.2.135>
- Wheeler, J.W.; Sarjeant, W.A.S., 1990. Jurassic and Cretaceous palynomorphs from the Central Alborz Mountains, Iran: Their significance in biostratigraphy and paleogeography. *Modern Geology*, 14: 267-353.
- from the anoxic sediments of the Barremian (Lower Cretaceous) of north-west Germany, *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 39: 177-215.
- Mutterlose, J.; Bornemann, A.; Herrle, J.O., 2005. Mesozoic calcareous nannofossils—state of the art. *Paläontologische Zeitschrift*, 79(1): 113-133.
<https://doi.org/10.1007/BF03021757>
- 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: 70-85.
- Perch-Nielsen, K., 1979a. Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. *Aspekte der Kreide Europas*, 6: 223-272.
- Perch-Nielsen, K. 1983. Recognition of Cretaceous stage boundaries by means of calcareous nannofossils. *Symposium on Cretaceous Stage boundaries*, Copenhagen, 152-156.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Cenozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, HM, Saunders, JB & Perch-Nielsen, K. (eds) *Plankton Stratigraphy*, 329-426.
- Scotese, C.R., 2014. Atlas of early Cretaceous Paleogeographic maps. *Paleomap atlas for ArcGIS*, 2: 23-31.
- 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) östlich von Semnan (SE - Alborz, Iran). *Munchener Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A, 15: 79-91.