

مطالعه زون‌های زیستی نانوپلانکتون‌های آهکی به عنوان شاهدی بر تعیین مرز زمانی کرتاسه-پالئوژن در برش چینه‌شناسی گنداب، جنوب خاور ایلام

سعیده سنماری*

دانشیار، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، پست الکترونیکی: s.senemari@ENG.ikiu.ac.ir / senemari2004@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۰

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۴

چکیده

در این مطالعه بخشی از رسوبات اقیانوسی نئوتتیس در جنوب غرب ایران در بخش فوقانی سازند گورپی و بخش تحتانی سازند پابده در برش چینه‌شناسی گنداب واقع در جنوب خاور ایلام مورد بررسی قرار گرفت. در این برش بخش فوقانی سازند گورپی عمدتاً از مارن و آهک آرژیلی و بخش تحتانی سازند پابده از آهک‌های آرژیلی تشکیل شده است. به منظور معرفی گونه‌های شاخص متعلق به نانوپلانکتون‌های آهکی و زون‌های زیستی، ۶۵ نمونه اسلاید در این توالی مطالعه شد که در نتیجه منجر به تشخیص چهار زیست‌زون گردید. در نتیجه این مطالعه ۲۵ گونه متعلق به ۱۸ جنس از نانوپلانکتون‌های آهکی شناسایی شد. بر اساس زیست‌زون‌های به دست آمده بازه زمانی رسوبات از اواخر ماسترشتین (late Maastrichtian) تا پالئوسن پیشین (early Danian) است و مرز کرتاسه-پالئوژن در برش گنداب در رأس سازند گورپی قرار داشته و با پایان زون زیستی (CC26) (UC20b^{TP} - UC20d^{TP}) از نانوپلانکتون‌های آهکی منطبق است.

کلمات کلیدی: اقیانوس نئوتتیس، دانین، کرتاسه، نانوپلانکتون‌های آهکی.

۱. مقدمه

زاگرس فعلی، در جنوب غرب ایران بوجود آمد. سپس مجدداً در اثر برخورد دو بلوک ایرانی و عربی در اواخر مزوزوئیک، اقیانوس نئوتتیس بسته شد و بدین ترتیب رسوبات چین‌خورده رشته کوه زاگرس از جنوب شرق ترکیه تا مکران از این اقیانوس باریک و عمیق تشکیل گردید (Alavi, 2004). حوضه رسوبی زاگرس از لحاظ زمین‌شناسی در همه جا ویژگی زمین‌شناسی یکنواختی نداشته، لذا به زون‌های فارس، فرفادگی دزفول، لرستان و ایده تقسیم می‌گردد (آقانباتی، ۱۳۸۵). برش مورد مطالعه در بخشی از حوضه زاگرس در زون لرستان، واقع در جنوب شرق ایلام قرار دارد. در این زون از جمله مهمترین سازندها، سازندهای گورپی و پابده است که گسترش وسیعی در

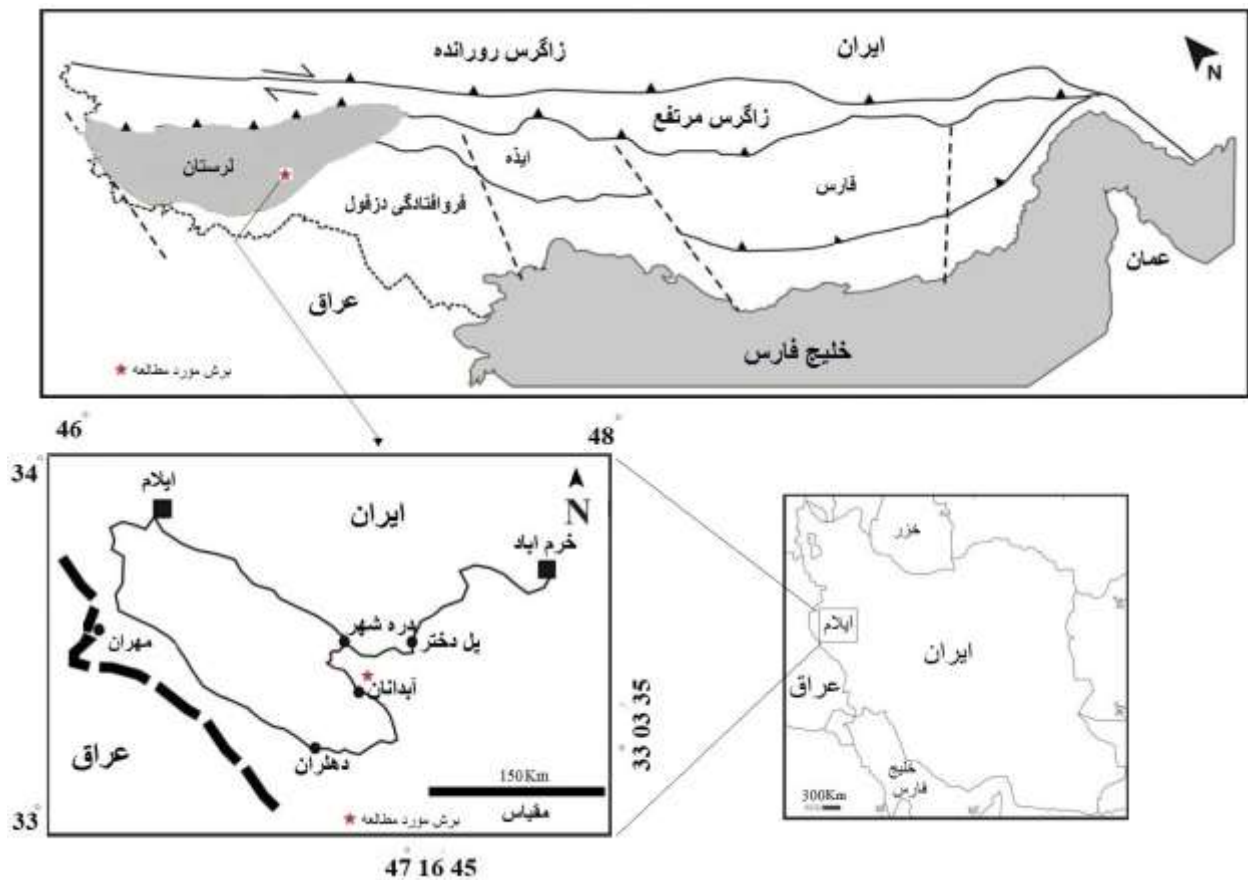
محققان ایجاد اقیانوس نئوتتیس در جنوب غرب ایران (موقعیت کنونی حوضه زاگرس) را ناشی از بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس در شمال ایران در اواخر دوران اول و اوایل دوران دوم زمین‌شناسی می‌دانند. با شکاف عمیقی که در امتداد روراندگی زاگرس فعلی در جنوب غرب ایران بوجود آمد بخشی از جنوب غرب ایران و عربستان به زیر آب رفت. اشتوکلین (Stockline, 1968) اقیانوسی را که در اثر جدایی ایران از عربستان در تریاس بوجود آمد را نئوتتیس نامید. با باز شدن بیشتر این اقیانوس، ایران از گندوانا جدا شد. حداکثر فرونشینی این اقیانوس در ناحیه

طریق مسیر آبدانان به سمت دره شهر است. مختصات جغرافیایی قاعده آن در موقعیت $33^{\circ}15'47''$ طول شرقی و $35^{\circ}05'33''$ عرض شمالی است. در این برش، بخش فوقانی سازند گورپی با حدود ۵۸ متر از رسوبات مازنی و آهک‌های آرژیلی و بخش تحتانی سازند پابده با حدود ۱۷ متر از آهک‌های آرژیلی، مجموعاً به ضخامت ۷۵ متر مورد بررسی قرار گرفت. در این برش سازند گورپی به صورت تدریجی و پیوسته به رسوبات سازند پابده منتهی می‌شود. جهت مطالعه نانوفسیل‌ها تعداد ۶۵ نمونه بصورت سیستماتیک از محدوده هر دو بخش مورد نظر برداشت شد. آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه طبق روش اسمیر اسلاید انجام شد (Bown & Young, 1998). سپس اسلایدها توسط میکروسکوپ المپوس با بزرگنمایی ۱۰۰۰ در دو نور معمولی و پلاریزه تحت مطالعه قرار گرفت و سپس با دوربین نیکون عکسبرداری شد. به منظور شناسایی گونه‌های متعلق به گروه نانوپلانتکتون‌های آهکی و انجام مطالعات زیست چینه نگاری از منابعی همچون (Perch-Nielsen (1985)، (Burnett (1998) و (Agnini et al. (2014) استفاده شد.

حوضه زاگرس دارند. این سازندها در برخی از مناطق، به علت وجود مرز کرتاسه - پالئوژن از اهمیت به سزایی در مطالعات زمین‌شناسی وابسته به ارزیابی چگونگی نهشتگی رسوبات در اقیانوس قدیمی نئوتیس برخوردار است. در دهه‌های اخیر به منظور ارزیابی مرز سازندهای گورپی و پابده و تعیین مرز K/Pg از نانوفسیل‌های آهکی استفاده فراوانی شده است (Hadavi & Hadavi et al., 2007; Ezadi, 2007; پرندآور و همکاران، ۱۳۹۲، خاوری و همکاران، ۱۳۹۲؛ هداوندخانی، ۱۳۹۳؛ آهی فر و همکاران، ۱۳۹۴؛ سنماری و ده بزرگی، ۱۳۹۶). در این تحقیق، بخشی از رسوبات فوقانی سازند گورپی و قاعده سازند پابده به منظور ارزیابی مرز کرتاسه-پالئوژن در برش گنداب واقع در جنوب خاور ایلام بر اساس نانوفسیل‌های آهکی مورد مطالعه قرار گرفت.

۲. منطقه مورد مطالعه و روش تحقیق در گروه زیستی

برش مورد مطالعه در حدود ۳۲۲ کیلومتری جنوب شرق ایلام از پهنه لرستان قرار دارد (شکل ۱). راه دسترسی به این برش از

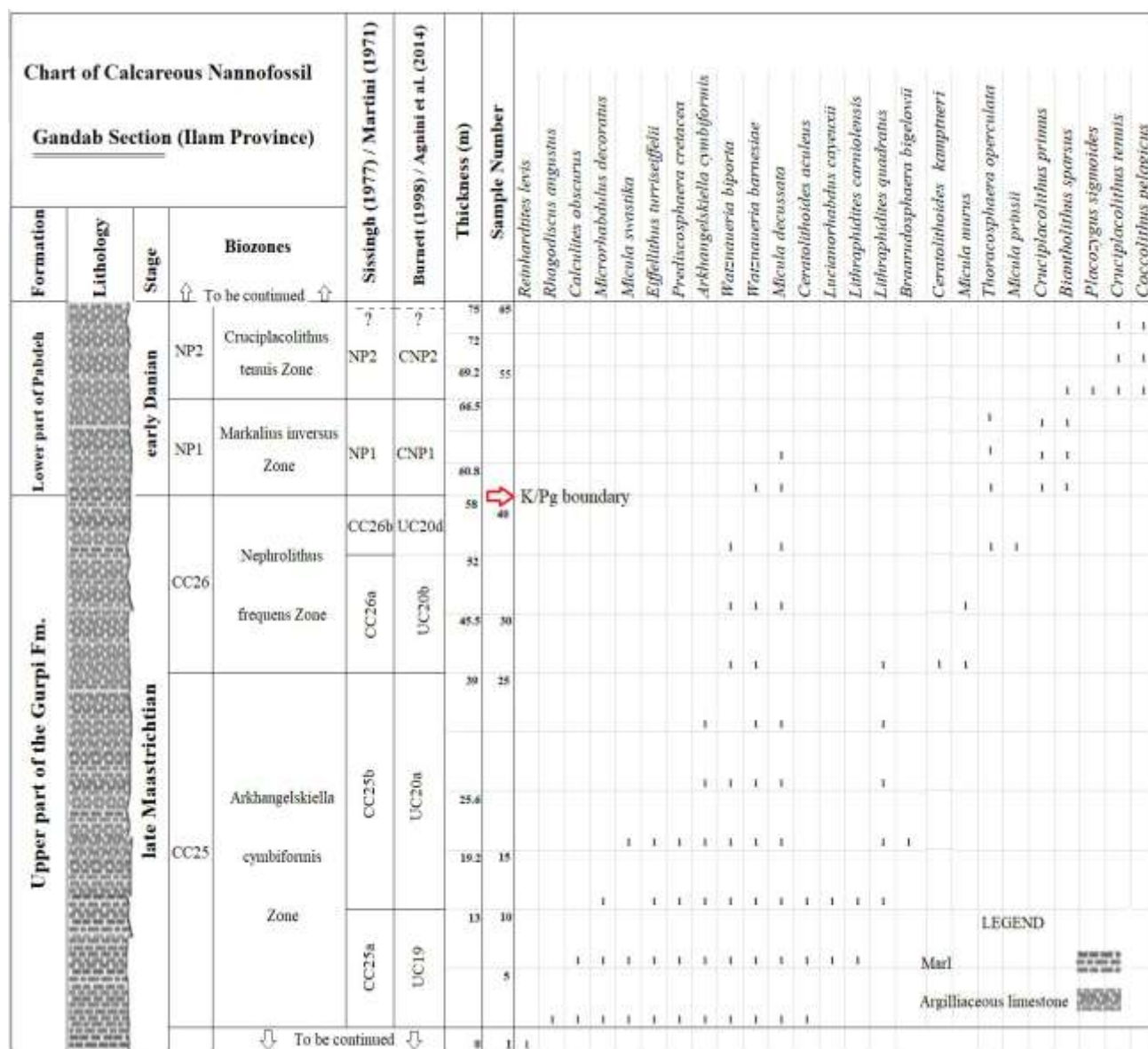


شکل ۱: راه های دسترسی و موقعیت جغرافیایی برش چینه شناسی مورد مطالعه در جنوب خاور ایلام.

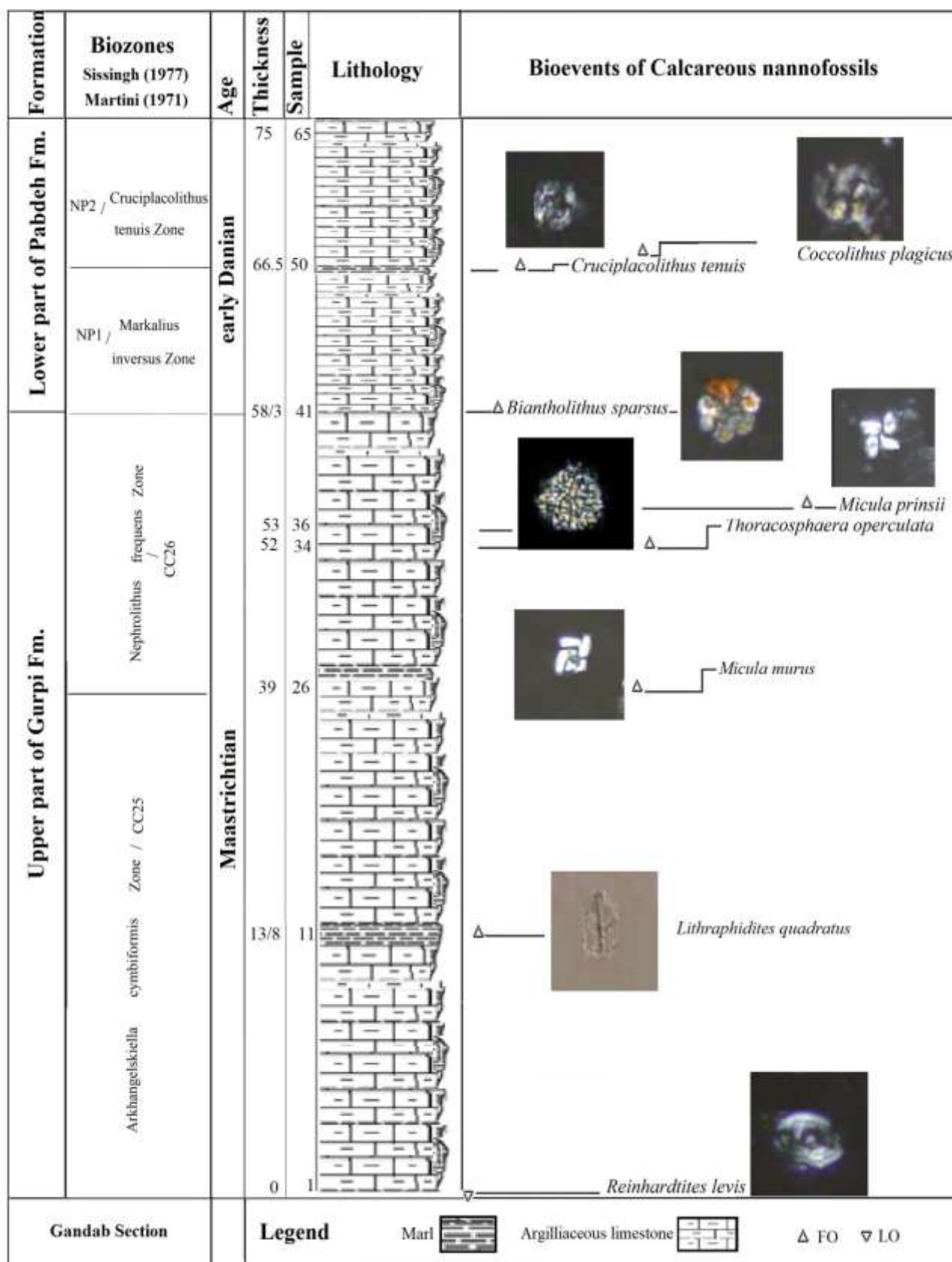
فوقانی در زون بندی (Burnett (1998)، علامت اختصاری NP بیانگر نانوپلانکتون های پالئوژن در زون بندی (Martini (1971)، و علامت اختصاری CNP بیانگر نانوفسیل های آهکی پالئوسن در زون بندی (Agnini et al. (2014) است. در مطالعه حاضر تعداد ۲۵ گونه متعلق به ۱۸ جنس از این گروه شناسایی شد (پلیت). بدنال تشخیص گونه ها، از بخش فوقانی سازند گورپی زون های زیستی CC25 و CC26 و از بخش تحتانی سازند پابده زون های زیستی NP1 و NP2 تعیین گردید. نحوه پراکنندگی گونه ها در رسوبات برش گنداب در اشکال ۲ و ۳ نمایش داده شده است.

۳. زون بندی زیستی نانوپلانکتون های آهکی در برش گنداب

گسترش جغرافیایی وسیع و طرح تکاملی نانوپلانکتون های آهکی در نواحی مختلف اقیانوسی آنها را به عنوان ابزاری مهم در مطالعات زیست چینه نگاری معرفی می نماید (Lees, 2005; Bralower, 2002). در تحقیق حاضر جهت انجام مطالعات نانو استراتیگرافی از زون بندی های استاندارد جهانی (Sissingh (1977) و Martini (1971) استفاده شد. علامت اختصاری CC بیانگر کوکولیت های کرتاسه در زون بندی (Sissingh (1977)، علامت اختصاری UC بیانگر کرتاسه



شکل ۲: گسترش چینه شناسی نانوپلانکتون های آهکی در برش چینه شناسی گنداب، پهنه لرستان.



شکل ۳: نحوه توزیع و گسترش گونه‌های شاخص نانوپلانکتون‌های آهکی در برش چینه‌شناسی گنداب.

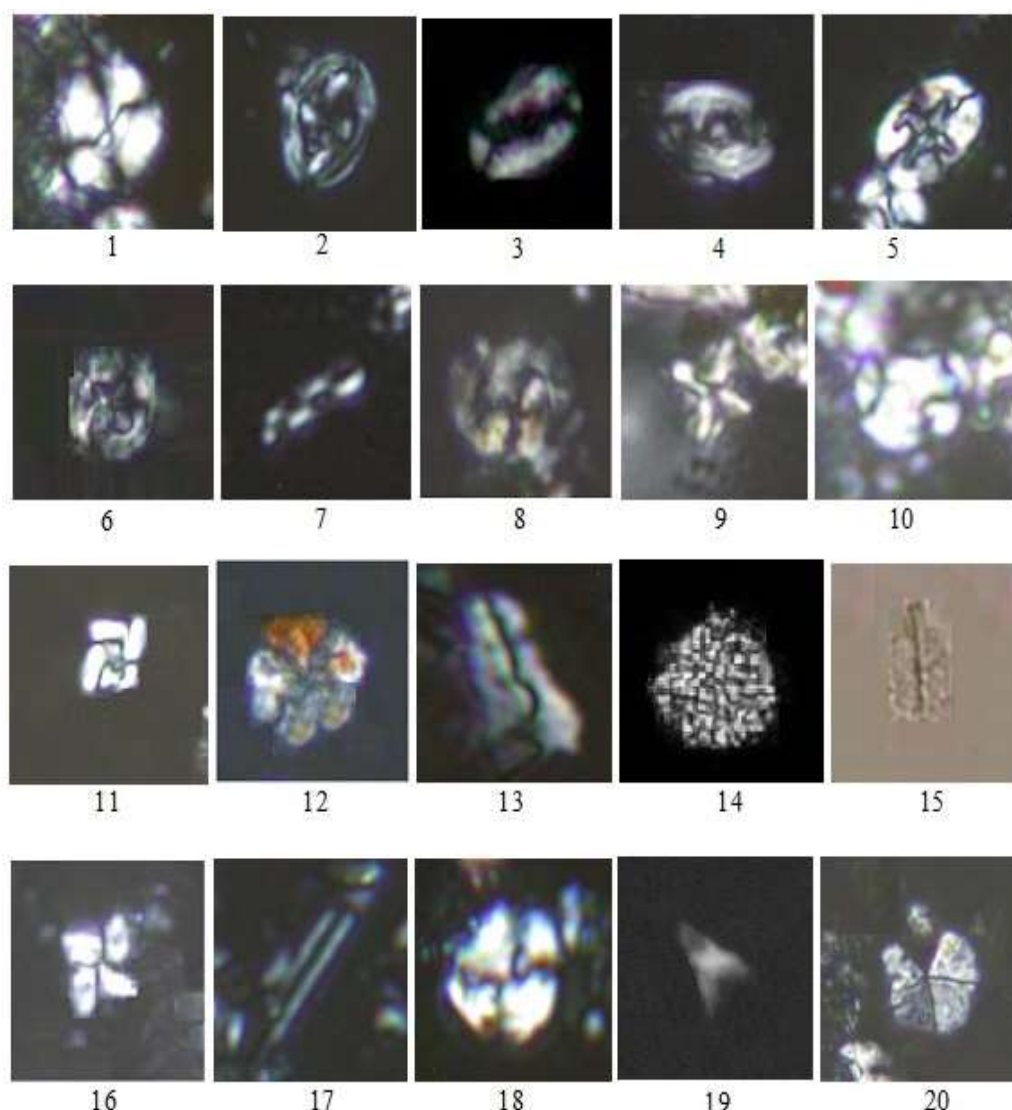


Plate: All figures in XPL, Light micrographs $\times 1000$; the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); 1: *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen (1968); 2: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina (1959); 3: *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt (1971); 4: *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; 5: *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt (1965); 6: *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967; 7: *Microrhabdulus decoratus* Deflandre (1959); 8: *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930; 9: *Micula decussata* Vekshina (1959); 10: *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins and Sissingh in Sissingh (1977); 11: *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973; 12: *Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964; 13: *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959; 14: *Thoracosphaera operculata* Bramlette & Martini (1964); 15: *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964; 16: *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979; 17: a piece of *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963; 18: *Watznaueria biporta* Bukry, 1969; 19: *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; 20: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947.

۴. نتایج و بحث

بعدی است که به ترتیب در ضخامت ۱۳/۸ متر (نمونه ۱۱) و ۳۹/۱ متر (نمونه ۲۶) از بخش فوقانی سازند گورپی رخ داده است. از این حوادث برای تعیین حد فوقانی زون CC25 به سن ماستریشتین پسین استفاده شد. از حوادث دیگر قابل مشاهده در برش چینه شناسی گنداب، ظهور گونه *Thoracosphaera operculata* (۵۲ متر و نمونه ۳۴) از جمله حوادث مهم ثبت شده در مرز کرتاسه - پالئوژن است. متعاقبا حضور گونه *Micula prinsii* در ضخامت ۵۳ متر (نمونه ۳۶) است که برای تعیین مرز زیرزونهای CC26a - CC26b

۱-۴ تعیین حوادث زیستی نانوپلانکتونهای آهکی در مرز کرتاسه-پالئوژن

اولین حادثه زیستی در برش گنداب، ثبت آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* است. ثبت ظهور گونه‌های *Lithraphidites quadratus* و *Micula murus* از جمله حوادث زیستی ثبت شده

محسوب می‌شود تعریف نمود. در برش مورد مطالعه گونه *L. quadratus* در ضخامت ۱۳/۸، نمونه ۱۱ ثبت شد. این زیست زون معادل با زون UC19 TP (از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا اولین ظهور گونه *L. quadratus*) و زیرزون UC20a TP (از اولین ظهور گونه *L. quadratus* تا اولین ظهور گونه *M. murus*) است. ضخامت زون مورد نظر ۳۹/۱ متر و بازه زمانی آن ماستریشترین پسین است.

۲-۲-۴ *Nephrolithus frequens* Zone (CC26) / (UC20b^{TP}- UC20d^{TP})

این زون از اولین ظهور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens* و در حوضه‌های اقیانوسی متعلق به عرض‌های جغرافیایی بالا رایج است (Perch-Nielsen, 1985). در این مطالعه گونه *Nephrolithus frequens* ثبت نشد لذا قاعده زون با ظهور گونه *Micula murus* (معادل با زیرزون UC20b TP) و حد فوقانی زون با ظهور گونه شاخص *Biantholithus sparsus* در ضخامت ۵۸/۳ متر و نمونه ۴۱ تعریف می‌شود. در این مطالعه گونه *Micula prinsii* و *C. kamptneri* ثبت گردید. حادثه زیستی اولین ظهور گونه *Micula prinsii* در ضخامت ۵۳ متر و نمونه ۳۶ و حادثه زیستی اولین ظهور گونه *C. kamptneri* در ضخامت ۳۹/۳ متر و نمونه ۲۶ ثبت شد. افرادی نظیر Sissingh (1977) بیان نمود که از اولین ظهور گونه *Micula prinsii* می‌توان جهت تقسیم زون به دو زیرزون CC26a و CC26b استفاده کرد (این زیرزون‌ها معادل زیرزون‌های UC20c^{TP} و UC20d^{TP} از زون‌بندی Burnett, 1998 است). همچنین اولین ظهور گونه *C. kamptneri* جهت تفکیک دو زون CC25-CC26 (معادل با تفکیک زیرزون‌های UC20b^{TP}-UC20c^{TP}) استفاده می‌شود. بازه زمانی این زون اواخر ماستریشترین پسین است و در محدوده مرز کرتاسه-پالئوژن قرار دارد. علاوه بر این در بخش انتهایی سازند گورپی ظهور گونه *Thoracosphaera operculata* در ضخامت ۵۲ متر و نمونه ۳۴ را شاهد هستیم. ضخامت این زون ۱۹/۲ متر است.

۳-۴ زون‌های شناسایی شده در بازه زمانی پالئوسن پیشین (دائین)، بخش تحتانی سازند پابده

بخش تحتانی سازند پابده با محدوده زمانی در حدود ۶۶Ma-۶۳/۶ بر پایه GTS (Gradstein et al., 2012) است که مقارن با

استفاده شد. بدنبال حوادث اواخر کرتاسه، حوادثی در شروع پالئوژن (دائین پیشین) مانند رخداد زیستی ظهور گونه‌های *Biantholithus sparsus*, *Coccolithus plagicus*, *Cruciplacolithus tenuis* رسوبات متعلق به آهک‌های آرژیلی بخش تحتانی سازند پابده است که در برش مورد مطالعه مشاهده گردید. شرح زون‌های زیستی تعیین شده در این برش به قرار زیر است:

۲-۴ زون‌های شناسایی شده در بازه زمانی کرتاسه پسین، بخش فوقانی سازند گورپی

بخش فوقانی سازند گورپی با محدوده زمانی تقریبی در حدود ۶۶-۶۹ بر پایه GTS (Gradstein et al., 2012) که مقارن با آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* (گونه شاخص قاعده زون CC25) تا حضور گونه *Micula prinsii* به عنوان شاخص اواخر ماستریشترین پسین (CC26 زون) در بخش فوقانی سازند گورپی به ثبت رسیده است، می‌باشد. زون‌های زیستی محدوده زمانی مورد نظر در برش مورد مطالعه در ۵۸/۳ متری از بخش فوقانی سازند گورپی و در محدوده کرتاسه پسین به ثبت رسیده است. حضور جنس‌ها و گونه‌هایی نظیر *Micula prinsii*, *Watznaueria Lithraphidites quadratus*, *Micula murus barnesiae* که از گونه‌های شاخص شرایط اقلیمی گرم هستند می‌تواند بیانگر شرایط آب و هوایی گرم در زمان ته نشینی رسوبات اقیانوسی ذکر شده در محدوده زمانی مذکور است. زون‌های زیستی متعلق به این بازه زمانی شامل زون‌های زیر است:

۱-۲-۴ *Arkhangelsiella cymbiformis* Zone (CC25)/(UC19^{TP}-UC20a^{TP})

این زون زیستی از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* معرفی می‌شود (Perch-Nielsen, 1985a). در برش مورد مطالعه گونه *Nephrolithus frequens* ثبت نشد. افرادی همچون Sissingh (1977) و Burnett (1998) بیان نمودند که زون CC25 را می‌توان توسط اولین حضور گونه‌های *Lithraphidites quadratus* و *Micula murus* تقسیم نمود. بر این اساس، تعریف زون را می‌توان بر اساس آخرین حضور گونه *R. levis* تا اولین ظهور گونه *Micula murus* در ضخامت ۳۹/۱ متر، نمونه ۲۶ که شاخصی مهم برای حوضه‌های اقیانوسی عرض‌های جغرافیایی پائین

CNP2 یا شاخص مرز فوقانی زون CNP1 است. بعلاوه گونه *Praeprinsius dimorphosus* که تعیین کننده مرز زونهای CNP2 - CNP3 از زونبندی (Agnini et al., 2014) است در این مطالعه ثبت نشد از اینرو مرز دو زون اخیر (CNP2 - CNP3) در این مطالعه با علامت سوال و بصورت نامشخص تعیین گردید.

۵. نتیجه گیری

در نهشته‌های برش چینه شناسی گنداب واقع در جنوب شرق ایلام، زون لرستان، که بخشی از رسوبات اقیانوسی نئوتیس می-باشد، تعداد ۲۵ گونه متعلق به ۱۸ جنس از نانوپلانکتون‌های آهکی شناسایی شد. بر این اساس زونهای زیستی تعیین شده در این مطالعه دو زیست‌زون از بخش فوقانی سازند گورپی (*Arkhangelskiella cymbiformis* Zone (CC25), *Nephrolithus* (frequens Zone (CC26) و دو زیست‌زون از بخش تحتانی سازند پابده (*Markalius inversus* Zone (NP1), *Cruciplacolithus tenuis* Zone (NP2) برای تعیین مرز K/Pg شناسایی شد که قابلیت انطباق با زونبندی‌های استاندارد جهانی برای کرتاسه پسین و پالئوسن پیشین را دارد. بر مبنای حضور گونه‌های شاخص، این مرز (K/Pg) در برش مطالعه شده پیوسته و در نهشته‌های حد فاصل دو سازند گورپی-پابده قرار دارد. از این رو سن بخش فوقانی رسوبات سازند گورپی ماستریشتین پسین (late Maastrichtian) و سن آهک‌های آرژیلی بخش تحتانی سازند پابده، دانین پیشین (early Danian) پیشنهاد می‌شود.

منابع

آقاباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی، تهران، ۴۰۱ صفحه.

آهی فر، آ.، کنی، ا. و امیری بختیار، ح.، ۱۳۹۴. زیست چینه نگاری سازند پابده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در تاکدیس گورپی، فصلنامه علوم زمین. ۲۴(۹۵): ۱۰۷-۱۲۰.

پرندآور، م.، ماهانی پور، ا.، آقاباتی، ع. و حسینی، ا.، ۱۳۹۲. زیست چینه نگاری نانوفسیلهای آهکی در بخش بالایی سازند گورپی بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال شرقی تاکدیس کوه گورپی. فصلنامه علوم زمین. ۸۹: ۱۸۷-۱۹۸.

خاوری خراسانی، م.پ.، هادوی، ف. و قاسمی نژاد، ا.، ۱۳۹۲.

ثبت آخرین حضور کوکولیت‌های کرتاسه تا ظهور گونه *Biantholithus sparsus* شاخص پالئوسن پیشین (دانین پیشین) (در زون NP1) و سپس ظهور گونه *Chiasmolithus danicus* در پایان زون NP2 است که به ثبت رسید. زونهای زیستی متعلق به این بازه زمانی شامل زونهای زیر است:

۳-۴-۱ *Markalius inversus* Zone (NP1)/ CNP1

اولین واحد زیستی تعیین شده از بازه زمانی پالئوسن پیشین (دانین) در بخش تحتانی سازند پابده زون زیستی NP1 است. این زون از آخرین حضور گونه‌های متعلق به کوکولیت‌های کرتاسه یا اولین ظهور گونه *Biantholithus sparsus* (ضخامت ۵۸/۳ متر و نمونه ۴۱) تا اولین حضور گونه *Cruciplacolithus tenuis* در ضخامت ۶۶/۵ متر و نمونه ۵۰ تعریف می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). در برش مورد مطالعه شناسایی این زیست‌زون با ظهور گونه‌های *Biantholithus sparsus* و سپس *Coccolithus plagicus* در رسوبات بخش تحتانی سازند پابده همراه است. این زون معادل CNP1 از زونبندی (Agnini et al., 2014) است که از آخرین حضور گونه‌های متعلق به کرتاسه تا اولین ظهور گونه *Coccolithus plagicus* در ضخامت ۶۷/۴ متر و نمونه ۵۲ تعریف می‌شود. بازه زمانی این زون پالئوسن پیشین (دانین پیشین) است که در محدوده مرز کرتاسه-پالئوسن قرار دارد. ضخامت زون ۸/۲ متر است.

۳-۴-۲ *CNP3 - CNP2/ Cruciplacolithus tenuis* Zone (NP2)

دومین زیست‌زون در بخش تحتانی سازند پابده، زون *Cruciplacolithus tenuis* Zone است. این زون مطابق تعریف (Martini 1970) از اولین حضور گونه *Cruciplacolithus tenuis* تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985). در این مطالعه حد فوقانی زون یعنی اولین ظهور گونه *Chiasmolithus danicus* ثبت نشد. از این رو مرز فوقانی زون NP2 در این مطالعه با علامت سوال و بصورت نامشخص می‌باشد. محدوده سن این زون دانین (دانین پیشین) از محدوده زمانی پالئوسن پیشین است. ضخامت زون از اولین ظهور گونه *Cruciplacolithus tenuis* تا پایان توالی مورد مطالعه ۸/۵ متر است. زون مورد مطالعه معادل با زون CNP2 و بخش تحتانی زون CNP3 از زونبندی (Agnini et al., 2014) است. اولین ظهور گونه *Coccolithus plagicus* شاخص قاعده زون

- Amsterdam, Elsevier, 2 Vols. 1144 pp.
- Hadavi, F., Ezadi, M., 2007. Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Dare- Shahr section (Zagros Basin). The First MAPG International Convention Conference and Exhibition: 28-31.
- Hadavi, F., Khosrowtehrani, K., Senemari, S., 2007. Biostratigraphy of Calcareous Nannofossils of Gurpi Formation in North Gachsaran. *Journal of Geosciences*. 64: 14-23.
- Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 23: 537-634.
<https://doi.org/10.1006/cres.2003.1021>
- Martini, E., 1970. Standard Paleogene Calcareous Nannoplankton Zonation. *Nature*, 1: 226-560.
<https://doi.org/10.1038/226560a0>
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci, A. (Ed.), *Proceedings, 2th International Conference on Planktonic Microfossils*. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, 2: 739-785pp.
- Perch-Nielsen K., 1985a. Mesozoic Calcareous Nannofossils, In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University: 329- 426.
- Perch-Nielsen, K., 1985b. Cenozoic Calcareous Nannofossils, In: Bolli, H. M., Saunders, J. B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press: 427-554.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton: *Geologie En Minjbouw*, 56: 37-65.
- Stocklin, J., 1968. Structural History and Tectonics of Iran: A Review. *AAPG Bulletin*, 52 (7): 1229-1258.
<https://doi.org/10.1306/5D25C4A5-16C1-11D7-8645000102C1865D>
- نانواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی سازند پابده در شمال غرب حوضه زاگرس در برش ایلام. نشریه علمی پژوهشی دیرینه شناسی. ۱(۲): ۱۶۴-۱۴۹.
- سنماری، س.، و ده بزرگی، ا.، ۱۳۹۶. زیست چینه نگاری سازند پابده بر مبنای نانوفسیلهای آهکی در جنوب غرب ایلام، زون ساختاری ایلام. پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۳۳(۶۸): ۷۹-۹۴.
- هداوندخانی، ن.، ۱۳۹۳. لیتوستراتیگرافی و بایوستراتیگرافی سازند پابده در زون ایذه (برش‌های چهارده، تنگ حتی و یال شمالی تنگ پابده)، رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی، گرایش چینه شناسی و فسیل شناسی، تهران، ۵۱۴ ص.
- Agnini, C., Fornaciari, E., Raffi, I., Catanzariti, R., Pälike, H., Backman, J., Rio, D., 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*, 47(2): 131-181.
<https://doi.org/10.1127/0078-0421/2014/0042>
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the zagros fold thrust belt of iran and its proforland evolution. *American Journal of Science*, 304: 1-20.
<https://doi.org/10.2475/ajs.304.1.1>
- Bown, P.R., Young, J.R., 1998. Techniques, In: Bown, P.R. (Eds.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Chapman and Hall, London: 16- 28.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-4902-0_2
- Bralower, T.J., 2005. Data report: Paleocene-Early Oligocene calcareous nannofossil biostratigraphy, ODP Leg 198 Sites 1209, 1210, and 1211 (Shatsky Rise, Pasific Ocean). In: Bralower, T.J., I. Premoli Silva and M.J. Malone, (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 198: 1-15
<https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.198.115.2005>
- Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous, In: Bown P.R., (Ed.), *Calcareous nannofossil Biostratigraphy*. Chapman & Hall, London, 132-199 pp.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-4902-0_6
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., Ogg, G.M., eds. 2012. *The Geological Time Scale 2012*,