

بررسی گسترش زمانی نانوپلانکتون‌های آهکی در اقیانوس میان قاره‌ای جنوب غرب ایران (نئوتتیس)، برش شالو واقع در پهنه ایزه

سعیده سنماری

دانشیار، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، پست الکترونیکی: senemari2004@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۱۹

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۷

چکیده

رخساره اقیانوسی نهشته شده در جنوب غرب ایران (نئوتتیس)، بین دو بلوک ایرانی و عربی جای گرفته است. در این مطالعه بخشی از این رخساره اقیانوسی شامل بخش فوقانی سازند گورپی و بخش تحتانی سازند پابده در برش شالو واقع در جنوب خاور ایزه مورد بررسی قرار گرفت. در این برش بخش فوقانی سازند گورپی اساساً از شیل سبز و خاکستری تیره و بخش تحتانی سازند پابده از شیل ارغوانی تشکیل شده است. به منظور معرفی گونه‌های شاخص، تجمعات فسیلی همراه و زیست‌زون‌ها، ۸۲ نمونه اسلاید در این رخساره مطالعه شد که در نتیجه منجر به تشخیص ۹ زیست‌زون گردید. در نتیجه این مطالعه ۴۱ گونه متعلق به ۲۷ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. بر اساس زیست‌زون‌های به دست آمده بازه زمانی برش مورد مطالعه از اواخر ماسترشتین (late Maastrichtian) تا پالئوسن پسین (Thanetian) است و مرز کرتاسه-پالئوژن پیوسته پیشنهاد می‌گردد. این بازه با زون‌های زیستی CC25 و CC26 و متعاقباً زون‌های زیستی NP1-NP7/ NP 8 همخوانی دارد.

کلمات کلیدی: اقیانوس نئوتتیس، پالئوسن، کرتاسه، زون، نانوپلانکتون‌های آهکی.

۱. مقدمه

گسل میناب منتهی می‌شود (Bordenave, 2002; Alavi, 2004). این پهنه از لحاظ ساختاری و زمین‌شناسی در همه جا ویژگی یکسانی ندارد لذا به مناطق و زون‌های زمین‌شناسی لرستان، ایزه، فارس، خوزستان (فروافتادگی دزفول) تقسیم می‌شود. ناحیه مورد مطالعه در بخشی از حوضه زمین‌ساختی زاگرس تحت عنوان زون ایزه در جنوب باختر ایران قرار دارد. در این زون از جمله مهمترین نهشته‌های رسوبی دوران دوم و سوم زمین‌شناسی (مزوزوئیک-سنوزوئیک)، سازندهای گورپی و پابده است که گسترش زیادی در جنوب غرب ایران دارند (آقانباتی، ۱۳۸۵). بررسی این سازندها از لحاظ اقتصادی با توجه به پتانسیل مناسب آنها که به عنوان سنگ منشأ مواد هیدروکربوری توصیف گردیده‌اند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سازند گورپی

زمین‌شناسان پیدایش ریفت در طول شکستگی اصلی زاگرس را در ارتباط با بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس در موقعیت کنونی البرز و ایجاد نئوتتیس در جنوب غرب ایران می‌دانند (درویش‌زاده، ۱۳۸۲). اقیانوس نئوتتیس مابین دو بلوک عربی و ایرانی قرار داشت. در اثر برخورد دو بلوک مذکور، رشته کوه زاگرس از جنوب شرق ترکیه تا مکران تشکیل شد. حوضه زاگرس از مهم‌ترین حوضه‌های زمین‌شناختی جهان از لحاظ ذخایر هیدروکربوری است (Motiei, 1995). این حوضه از لحاظ زمین‌شناسی با گسترشی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از ارتفاعات جنوب ترکیه شروع شده و پس از عبور از باختر و جنوب باختر ایران به

عرض شمالی است. راه دسترسی به این برش از طریق مسیر جنوب شرقی جاده ایذه به سمت دهدز است. در برش مورد مطالعه، بخش فوقانی سازند گورپی با حدود ۹۷/۵ متر از رسوبات شیلی سبز و خاکستری تشکیل شده است. این سازند بصورت تدریجی و پیوسته به رسوبات شیل ارغوانی سازند پابده منتهی می‌شود. ضخامت مورد مطالعه از بخش تحتانی شیل‌های ارغوانی سازند پابده در این تحقیق ۴۶ متر است. جهت مطالعه نانوفسیل‌ها تعداد ۸۲ نمونه بصورت سیستماتیک از بخش فوقانی سازند گورپی و نیز بخش تحتانی سازند پابده برداشت شد. برداشت نمونه از مرز گورپی و پابده بر اساس شواهد لیتولوژیکی از شیل خاکستری به شیل ارغوانی بود. آماده‌سازی نمونه‌ها طبق روش اسمیر اسلاید انجام شد (Bown & Young, 1998). سپس اسلایدها توسط میکروسکوپ المپوس BH2 در دو نور معمولی (PPL) و پلاریزه (XPL) تحت مطالعه قرار گرفت. به منظور تعیین و شناسایی گونه‌های نانوفسیل‌های آهکی و انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری از منابعی همچون (Perch-Nielsen 1985)، (Burnett 1998) و (Agnini et al. 2014) و نیز مطالعه زون‌بندی-های موجود از جمله (Sissingh 1977) و (Martini 1971) استفاده گردید.

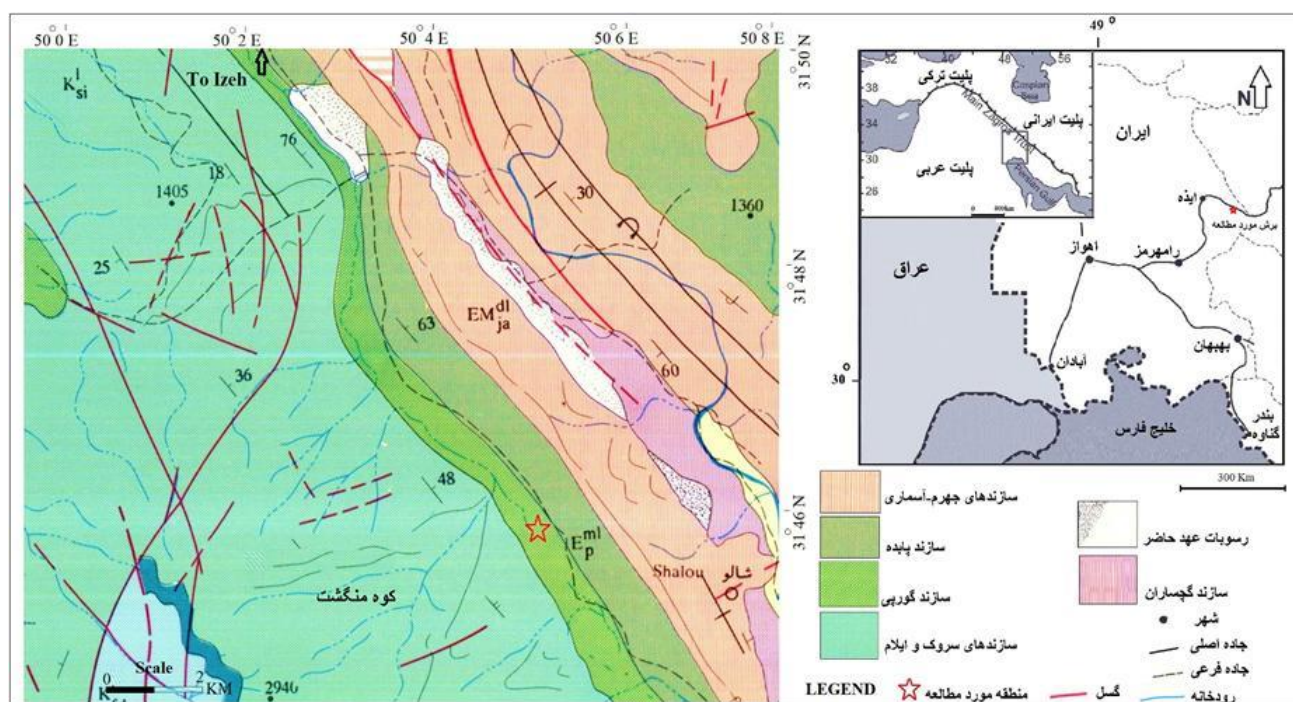
۳. نانوپلانکتون‌های آهکی

این گروه از جانداران دریایی تحت کنترل شرایط زیستی و محیطی نظیر درجه حرارت، نور، میزان مواد غذایی و شوری قرار داشته و محدوده زندگی آنها غالباً در محیط‌های پلاژیک است. از این رو بقایای این موجودات در رسوبات وابسته به مناطق عمیق به عنوان شاخص مناسب و در عین حال دقیق برای رسوبات بازه‌های زمانی تریاس به بعد محسوب می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). در این مطالعه ضمن شناسایی ۴۱ گونه متعلق به ۲۷ جنس از نانوفسیل‌های آهکی با حفظ شدگی خوب به بررسی نحوه گسترش این گروه فسیلی نیز پرداخته شد (شکل ۲). چرا که گسترش جغرافیایی وسیع نانوپلانکتون‌های آهکی و الگوی تکاملی آنها در نواحی اقیانوسی به سودمندی آنها به عنوان ابزاری مهم در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری، بررسی‌های دیرینه بوم‌شناسی و انجام تطابق در رسوبات حاوی آنها کمک می‌نماید (Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985; Burnett, 1998; Lees, 2002; Bralower, 2005; Agnini et al., 2014)

بخشی از رسوبات نهشته شده در زمان پیشروی دریای کرتاسه در حوضه زاگرس است که به علت داشتن مرز کرتاسه به ترشیاری در برخی از مناطق، اهمیت به سزایی در مطالعات زمین‌شناسی داشته و در برخی نقاط تا پالئوسن نهشته شده است (James & wynd, 1965; Zahiri, 1982). برش الگوی سازند گورپی در تنگ پابده در جنوب باختر دامنه کوه پابده قرار دارد که از لحاظ سنگ‌شناسی از مارن، شیل و سنگ آهک مارنی تشکیل شده است. این سازند در برش الگو توسط سازند ایلام در زیر به صورت همساز و با سازند پابده بصورت ناپیوسته در بالا پوشیده شده است (درویش زاده، ۱۳۸۲). سازند پابده نیز به عنوان سنگ منشا از اهمیت ویژه‌ای در مطالعات نفتی برخوردار است و در این رابطه زمین‌شناسان مختلفی آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند (کریمی و پروانه نژاد شیرازی، ۱۳۹۱; Tabatabaei et al., 2012; پرنده‌آور و همکاران، ۱۳۹۲; هداوند خانی، ۱۳۹۳; آهی فر و همکاران، ۱۳۹۴; سنماری و ده بزرگی، ۱۳۹۶). سازند پابده در زمان پالئوژن با پیشروی دریا در نواحی عمیق زاگرس نهشته شد. این سازند در لرستان، خوزستان و فارس گسترش دارد (درویش‌زاده، ۱۳۸۲). برش الگوی سازند پابده در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی با حدود ۸۰۰ متر ضخامت به صورت همشیب و تدریجی به سنگ آهک‌های سازند آسماری می‌رسد (آقاباتی، ۱۳۸۵). در دهه‌های اخیر به منظور تعیین سن سازند-های گورپی و پابده، تعیین مرز کرتاسه-ترشیری، سن‌یابی و تطابق رسوبات مختلف سازندهای مختلف در زاگرس از نانوفسیل‌های آهکی استفاده زیادی شده است (Hadavi & Ezadi, 2007; Hadavi et al., 2007; خاوری و همکاران، ۱۳۹۲; هداوندخانی، ۱۳۹۳; آهی فر و همکاران، ۱۳۹۴; Senemari & Sohrabi Molla Usefi, 2012). در این مطالعه نیز، رسوبات بخش فوقانی سازند گورپی و همچنین رسوبات بخش تحتانی سازند پابده به منظور بررسی‌های دقیق چینه‌نگاری زیستی و تعیین مرز کرتاسه-ترشیری در برش شالو واقع در جنوب خاور ایذه بر اساس نانوفسیل‌های آهکی مورد مطالعه قرار گرفت.

۲. منطقه و روش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در حدود ۳۰ کیلومتری جنوب خاور شهرستان ایذه از پهنه خوزستان قرار داشته (شکل ۱) و مختصات جغرافیایی قاعده آن در موقعیت ۵۰°۰۵' طول شرقی و ۳۱°۴۵'



شکل ۱: راه دسترسی و موقعیت ناحیه مورد مطالعه در جنوب خاور ایذه، برش مطالعه شده در نقشه زمین شناسی که توسط ستاره مشخص شده است (برگرفته شده از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دلدز، سازمان زمین شناسی کشور).

۴. مبنای زیست‌زون‌بندی در برش شالو

Cretaceous) در زون‌بندی (Burnett (1998), علامت اختصاری CNP بیانگر نانوفسیل‌های آهکی پالتوسن (Calcareous Nannofossils Paleocene) در زون‌بندی (Agnini et al. (2014) است. در این مطالعه از رسوبات کرتاسه، زیست‌زون CC25 و از رسوبات پالتوسن CC26 از زون‌بندی (Sissingh (1977) و از رسوبات پالتوسن زیست‌زون‌های NPI تا NP7/8 براساس زون‌بندی (Martini (1971) تشخیص داده شد. در برش مورد مطالعه تعداد ۴۱ گونه از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد (پلیت). نحوه گسترش گونه‌های شاخص نمایش داده شده است (اشکال ۲ و ۳).

همانطور که در منابع مربوط به توصیف نانوفسیل‌های آهکی اشاره شده است این گروه اجزا و صفحات پوششی و در واقع بازمانده‌هایی از نانوپلانکتون‌های آهکی هستند که در زمان‌های گذشته در محیط‌های اقیانوسی می‌زیسته‌اند. علاوه بر این با توجه به خصوصیات منحصر به فرد خود، از لحاظ تنوع و فراوانی از جمله گروه‌های فسیلی مناسب و دقیق در انجام تطابق‌های مربوط به لایه‌های رسوبی محیط‌های اقیانوسی و دریایی در مناطق مختلف جهان هستند (Thierstein, 1976; Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985a,b). در این تحقیق جهت انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری بر اساس نانوفسیل‌های آهکی از زون‌بندی (Sissingh (1977) و (Martini (1971) استفاده شد. اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص به ترتیب با نمادهای FO و LO نشان داده شده است. علامت اختصاری NP، بیانگر نانوفسیل‌های آهکی پالتوسن (Nannoplankton Paleogene) در زون‌بندی (Martini (1971)، علامت اختصاری CC بیانگر کوکولیت‌های کرتاسه (Coccoliths Cretaceous) در زون‌بندی (Sissingh (1977)، علامت اختصاری UC بیانگر کرتاسه فوقانی (Upper

۵. نتایج و بحث

۵-۱ بررسی حوادث زیستی وابسته به نانوفسیل‌های آهکی

اولین رویداد زیستی در برش مورد مطالعه بر اساس نانوفسیل‌های آهکی آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* است. ضمن اینکه آخرین حضور این گونه مبنای انتخاب بخش فوقانی سازند گورپی در برش مورد مطالعه است و این گونه در ضخامت‌های بالاتر ثبت نگردید. حوادث زیستی ثبت شده بعدی، ظهور گونه-

است، می‌باشد. زون‌های زیستی متعلق به این بازه زمانی شامل زون‌های زیر است:

۱-۲-۵ *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 نگردید. لذا تعریف این زون بر اساس آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* (آخرین حضور این گونه مبنای انتخاب قاعده بخش فوقانی سازند گورپی در برش مورد مطالعه است) تا اولین ظهور گونه *Micula murus* (ضخامت ۱۰/۲ متر، نمونه ۱۳) که در زون‌بندی‌های استاندارد جهانی در بخش فوقانی زون *CC25* قرار دارد (شاخصی مهم برای عرض‌های جغرافیایی پائین محسوب می‌گردد) تعریف می‌شود. همچنین در این زون زیستی و در برش مورد مطالعه گونه *Lithraphidites quadratus* (ضخامت ۴/۲، نمونه ۶) ثبت گردید. محققانی همچون Sissingh (1977) و Burnett (1998) پیشنهاد کردند که زون *CC25* را می‌توان توسط اولین حضور گونه‌های *M. murus* و *L. quadratus* تقسیم نمود. این زون زیستی معادل با زون *UC19*^{TP} و زیرزون *UC20a*^{TP} از زون‌بندی Burnett (1998) است. 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* در زون‌بندی Burnett (1998) ادامه دارد. ضخامت این زون ۱۰/۲ متر و سن آن ماستریشین پسین است.

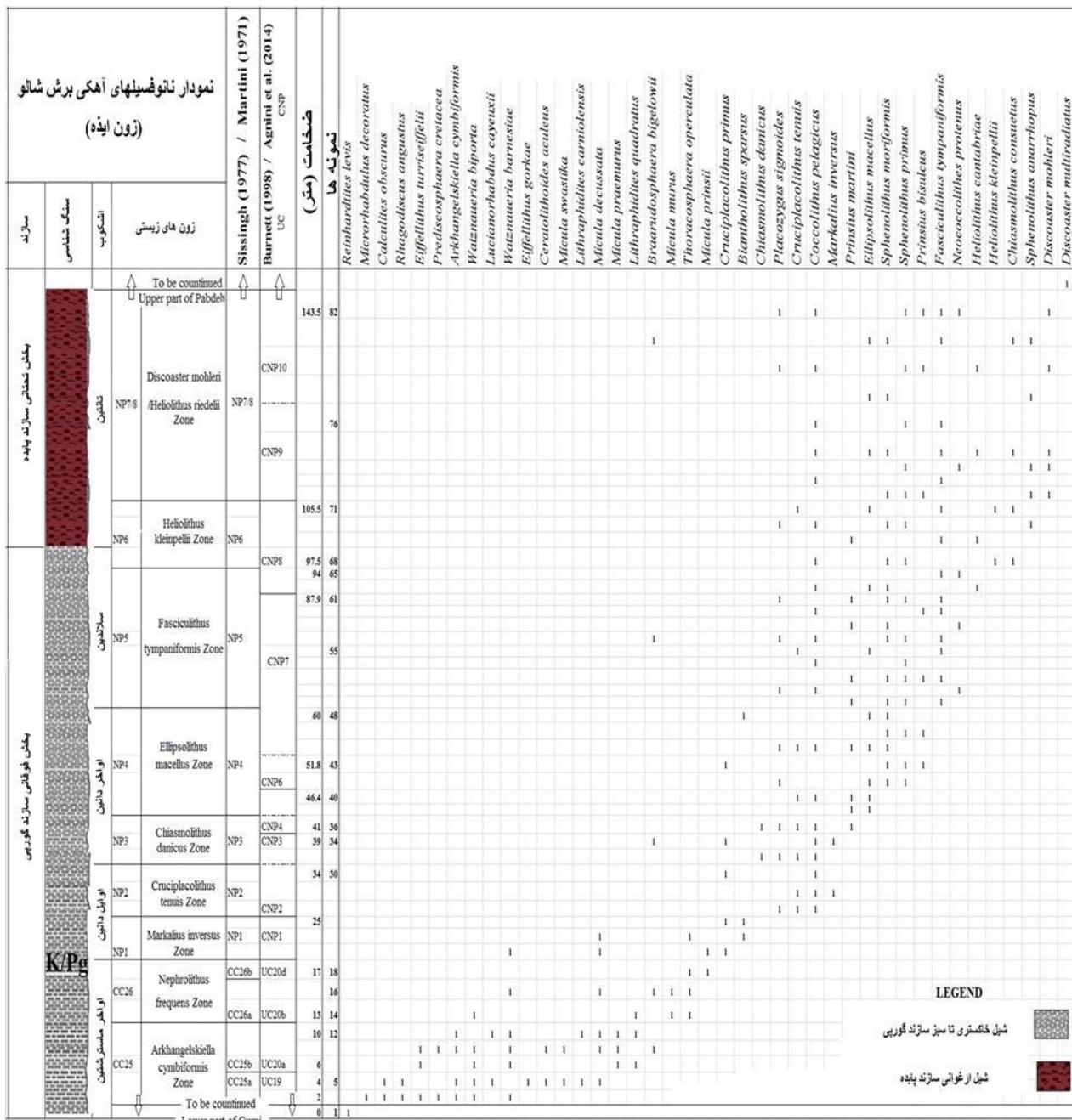
۲-۲-۵ *Nephrolithus frequens* Zone (*CC26/UC20b*^{TP}
UC20d^{TP})

این زون زیستی در عرض‌های جغرافیایی بالا از اولین حضور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens* معرفی می‌شود (Perch-Nielsen, 1985a). همانطور که در بالا اشاره شد در برش مورد مطالعه گونه *Nephrolithus frequens* ثبت نگردید. از این رو قاعده این زون در بخش فوقانی سازند گورپی با ظهور گونه *Micula murus* تعیین گردید. ظهور گونه *M. murus* معادل و بیانگر زیرزون *UC20b*^{TP} از زون‌بندی Burnett (1998) است.

های *Lithraphidites quadratus* و *Micula murus* به ترتیب در ضخامت ۴/۲ متر (نمونه ۶) و ۱۰/۲ متر (نمونه ۱۳) از بخش فوقانی سازند گورپی است که برای تعیین زیرزون‌های *CC25a/b* و نیز مرز بالای زون *CC25* به سن ماستریشین پسین استفاده شده است. بدنبال این حوادث، ظهور گونه *Micula prinsii* در ضخامت ۱۶/۹ متر (نمونه ۱۸) به سن اواخر، اواخر ماستریشین حادثه دیگر قابل مشاهده در برش مورد مطالعه است که برای تعیین زیرزون‌های *CC26a* و *CC26b* استفاده شده است. متعاقباً حوادث بعدی مشاهده شده در بخش فوقانی سازند گورپی آخرین حضور کوکولیت‌های کرتاسه و همچنین حضور گونه *Thoracosphaera operculata* (۱۰/۴ متر، نمونه ۱۳) در مرز کرتاسه - ترشیری است. بدنبال حوادث مذکور در کرتاسه، حوادثی همچون ظهور گونه‌های *Biantholithus sparsus*, *Coccolithus plagicus*, *Cruciplacolithus primus*, *Cruciplacolithus tenuis* از جمله حوادث ثبت شده در شروع ترشیری در رسوبات شیل خاکستری بخش فوقانی گورپی است. حادثه‌های زیستی بعدی به ترتیب ظهور گونه *Chiasmolithus Ellipsolithus macellus*, *Prinsius martini danicus* و *Fasciculithus tympaniformis* و *Sphenolithus moriformis* دانین پسین است. متعاقباً حوادث ثبت شده بعدی در این برش، ظهور گونه‌های *Heliolithus cantabriae* و *Heliolithus late Selandian* - *kleinpellii*, *Discoaster mohleri* به سن Thanetian است. آخرین حادثه زیستی ثبت شده در بازه زمانی پالئوسن پسین، در بخش تحتانی سازند پابده و در راس زون NP8 اولین ظهور گونه *Discoaster multiradiatus* است. بحث و شرح زون‌های شناسایی شده در این برش در زیر آورده شده است:

۲-۵ زون‌های شناسایی شده در بخش فوقانی سازند گورپی در بازه اواخر کرتاسه پسین

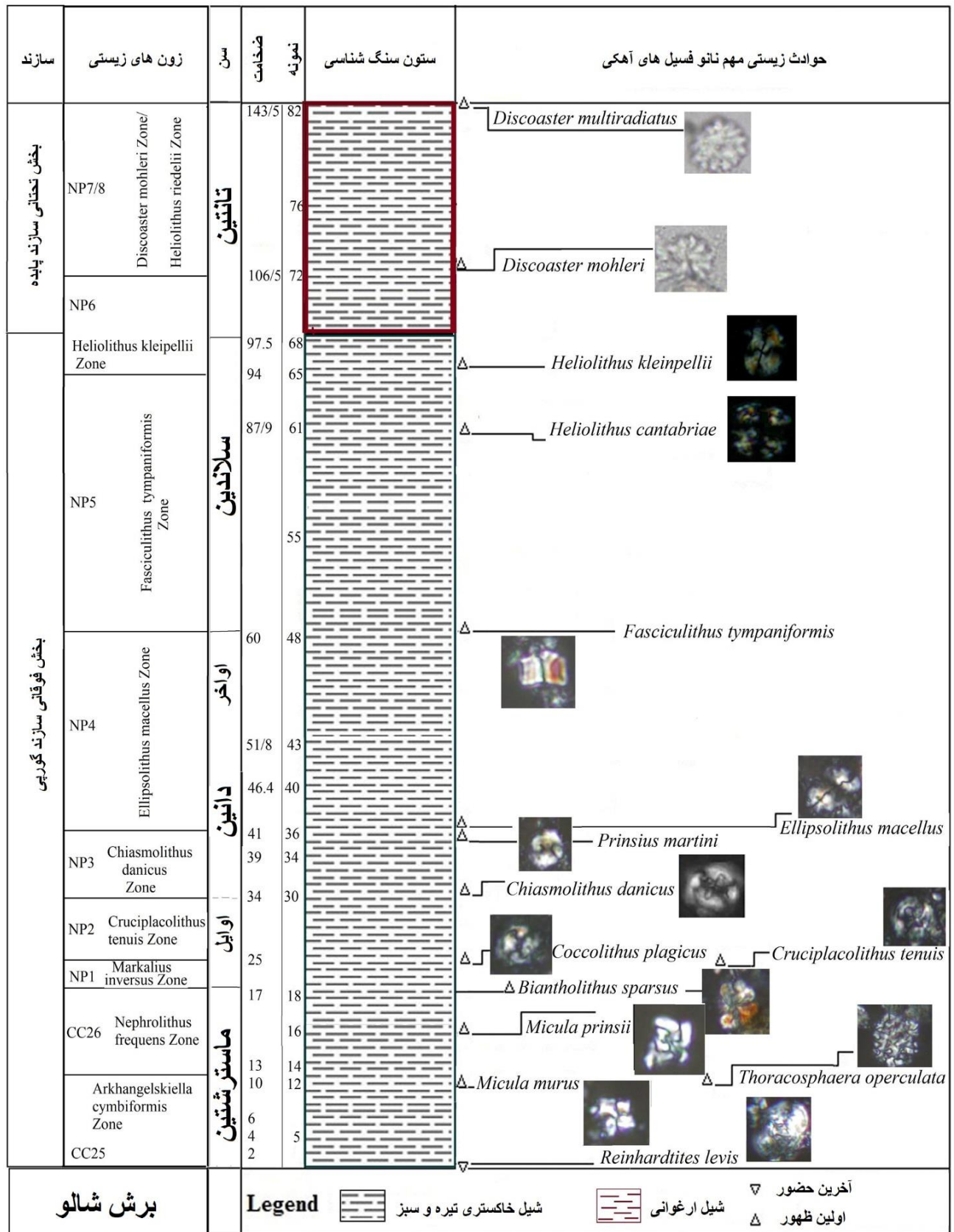
گذر یادشده بازه زمانی تقریبی در حدود ۶۶-۶۹ Ma بر پایه GTS (Gradstein et al., 2012) که حدوداً مقارن با آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* شاخص قاعده زون *CC25* تا آخرین حضور گونه‌های کرتاسه و نیز حضور گونه *Micula prinsii* به عنوان شاخص اواخر ماستریشین پسین که در بخش فوقانی زون *CC26* و بخش فوقانی سازند گورپی به ثبت رسیده



شکل ۲: رنج چارت و بررسی گسترش زمانی نانوپلانکتون‌های آهکی در برش شالو، پهنه ایذه.

زون‌بندی (Burnett 1998) تعیین نگردید و مرز بین زیرزون‌های UC20b,d^{TP} از زون‌بندی (Burnett 1998) در جدول گسترش گونه‌ها بصورت نامشخص می‌باشد. همچنین بخش فوقانی سازند گورپی با پیدایش و ظهور گونه *Thoracosphaera operculata* (نمونه ۱۳/۴) از یکسو و کاهش چشمگیر سایر گونه‌های کرتاسه در ضخامت ۱۷ متر از سوی دیگر مشخص می‌باشد. ضخامت این زون حدود ۶/۸ متر است.

در این زون زیستی اولین ظهور گونه *Micula prinsii* (ضخامت ۱۶/۹ متر، نمونه ۱۸) در بخش فوقانی زون جهت تقسیم این واحد زیستی به دو زیرزون CC26b و CC26a استفاده گردید که معادل زیرزون UC20d^{TP} از زون‌بندی Burnett (1998) است. بازه زمانی این زون اواخر ماستریشتین پسین است که در محدوده مرز کرتاسه-ترشیری قرار گرفته است. در این زون گونه *C. kamptneri* ثبت نشد لذا زیر زون UC20c^{TP} از



شکل ۳: گسترش چینه نگاری سنگی، ضخامت، شماره نمونه‌ها و چینه‌نگاری زیستی بر اساس گونه‌های شاخص تعیین کننده مرز زون‌ها.

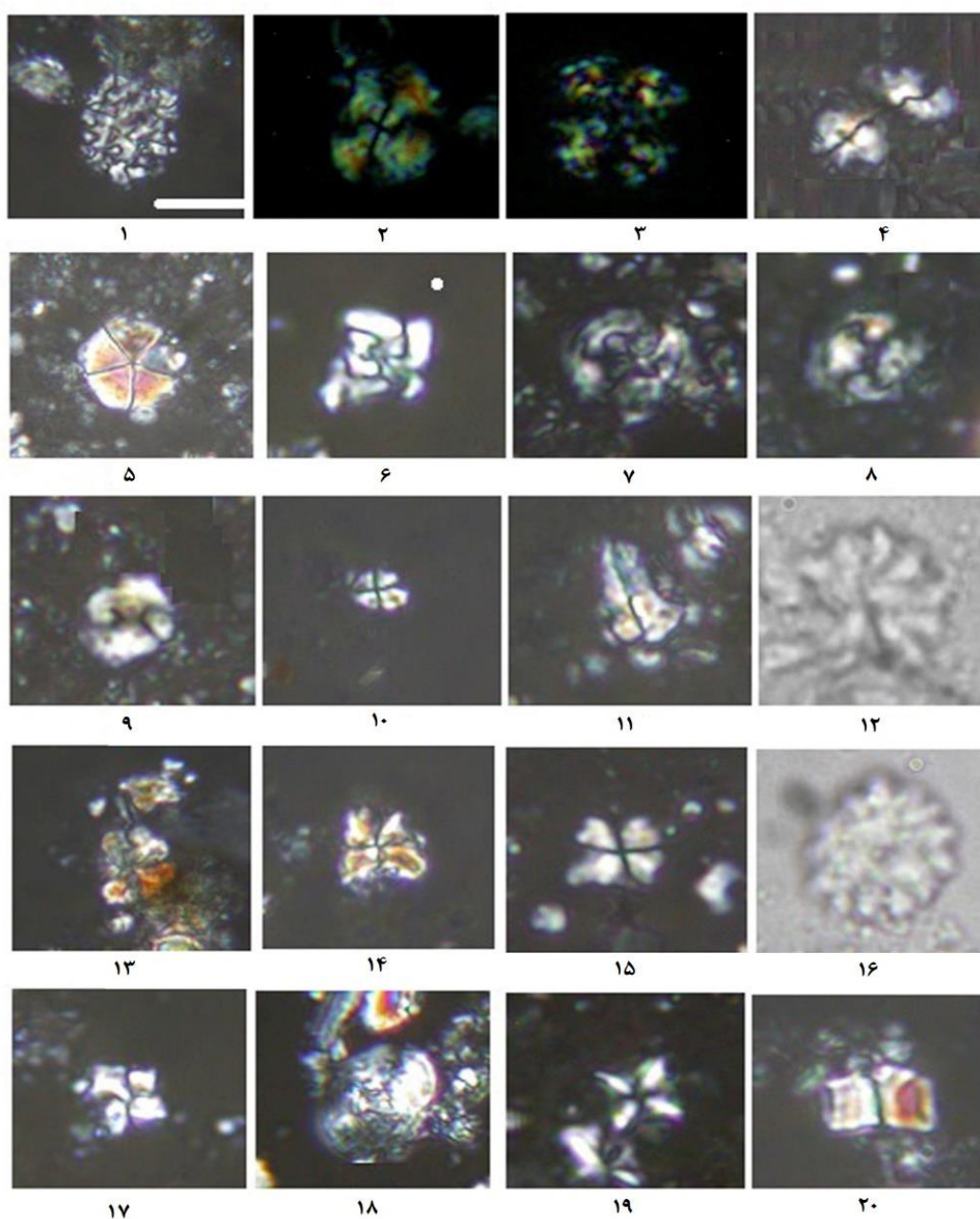


Plate: All figures light micrographs $\times 1000$, the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); scale $5\mu\text{m}$. 1. *Thoracosphaera operculata* Bramlette & Martini 1964, (Sample No. 14), 2. *Heliolithus kleinpellii* Sullivan, 1964, (Sample No. 66), 3. *Heliolithus cantabriae* Perch-Nielsen, 1971, (Sample No. 62), 4. *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sullivan, 1964, (Sample No. 37), 5. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947, (Sample No. 56), 6. *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979, (Sample No. 16), 7. *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967, (Sample No. 20), 8. *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, (Sample No. 21), 9. *Prinsius martinii* (Perch-Nielsen, 1969) Haq, 1971, (Sample No. 35), 10. *Sphenolithus primus* Perch-Nielsen, 1971, (Sample No. 82), 11. *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959, (Sample No. 12), 12. *Discoaster mohleri* Bramlette & Percival, 1971, (Sample No. 73), 13. *Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964, (Sample No. 19), 14. *Sphenolithus anarrhopus* Bukry & Bramlette, 1969, (Sample No. 70), 15. *Sphenolithus moriformis* (Brönnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967, (Sample No. 80), 16. *Discoaster multiradiatus* Bramlette & Riedel, 1954, (Sample No. 82), 17. *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973, (Sample No. 14), 18. *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977, (Sample No. 1), 19. *Micula decussata* Vekshina, 1959, (Sample No. 19), 20. *Fasciculithus tympaniformis* Hay and Mohler in Hay et al., 1967 (Sample No. 65).

۳-۵ زون‌های شناسایی شده در بخش فوقانی سازند گورپی در بازه پالئوسن پیشین (دانین) و پالئوسن میانی (سلاندین)

گذر یادشده با بازه زمانی تقریبی در حدود ۶۶-۵۸ Ma بر پایه GTS (Gradstein et al., 2012) است که حدودا مقارن با آخرین حضور کوکولیت‌های کرتاسه تا ظهور گونه *Heliolithus kleinpellii* شاخص پالئوسن پسین (تانتین) در بخش تحتانی زون NP6 است که در بخش فوقانی سازند گورپی به ثبت رسیده است. زون‌های زیستی متعلق به این بازه زمانی شامل زون‌های زیر است:

۱-۳-۵ *Markalius inversus* Zone (NP1)

اولین واحد زیستی شناسایی شده از بازه زمانی پالئوسن در بخش فوقانی سازند گورپی (در شیل‌های سبز تا خاکستری تیره) زون زیستی NP1 است. این زون از آخرین حضور گونه‌های متعلق به کوکولیت‌های کرتاسه تا اولین حضور گونه *Cruciplacolithus tenuis* (۲۵/۱ متر، نمونه ۲۶) ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985b). در برش مورد مطالعه شناسایی این زیست‌زون با ظهور گونه‌های *Biantholithus sparsus*, *Cruciplacolithus primus* در نهشته-های بخش فوقانی سازند گورپی همراه می‌باشد. سن این زون پالئوسن پیشین (early Danian) است که در محدوده مرز K/Pg قرار دارد. ضخامت این زون ۸/۱ متر است. این زون معادل CNP1 از زون‌بندی (Agnini et al., 2014) است. بازه زمانی زون CNP1 از آخرین حضور فراوان گونه‌های متعلق به نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه تا اولین ظهور گونه *Coccolithus plagicus* (۲۵/۳ متر، نمونه ۲۷) ادامه دارد.

۲-۳-۵ *Cruciplacolithus tenuis* Zone (NP2)

متعاقبا زون زیستی شناسایی شده در بخش فوقانی از شیل‌های خاکستری تیره سازند گورپی، زون زیستی NP2 است که از اولین حضور گونه *Cruciplacolithus tenuis* (ضخامت ۲۵/۱ متر، نمونه ۲۶) تا اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* (ضخامت ۳۴/۴ متر، نمونه ۳۱) ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985b). هر دو شاخص در این مطالعه ثبت گردید. سن این زون دانین (early Danian) از تقسیمات زمانی متعلق به پالئوسن پیشین است. ضخامت این زون ۹/۳ متر است. این زون معادل

زون CNP2 و بخش تحتانی زون CNP3 از زون‌بندی Agnini et al. (2014) است. البته گونه *Praeprinsius dimorphosus* که تعیین کننده مرز بین زون‌های CNP2 و CNP3 است در این مطالعه ثبت نگردید. لذا مرز زون‌های CNP2 و CNP3 تعیین نشد. برخی از مهمترین فسیل‌های همراه این زون گونه‌هایی نظیر *Cruciplacolithus primus*, *Coccolithus pelagicus*, *Cruciplacolithus tenuis* است.

۳-۳-۵ *Chiasmolithus danicus* Zone (NP3)

زون زیستی بعدی شناسایی شده در مطالعه حاضر، از بخش فوقانی گورپی، زونی است که از اولین حضور گونه *Chiasmolithus danicus* در ضخامت ۳۴/۴ متری (نمونه ۳۱) تا اولین حضور گونه *Ellipsolithus macellus* (ضخامت ۴۱/۴، نمونه ۳۷) ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985b). هر دو شاخص تعیین کننده زون در این مطالعه ثبت گردید. ضخامت این زون ۷ متر است. این زون معادل بخش فوقانی زون CNP3 و زون CNP4 از زون‌بندی (Agnini et al., 2014) است. گونه *Prinsius martini* که شاخص تعیین حد فوقانی زون CNP3 است در این مطالعه ثبت شد (ضخامت ۴۱، نمونه ۳۶). اما گونه شاخص *Toweius pertusus* که معرف مرز فوقانی زون CNP4 است شناسایی و ثبت نگردید. سن این زون دانین پسین (late Danian) از تقسیمات زمانی وابسته به پالئوسن پیشین است.

۴-۳-۵ *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4)

این زون در حد فاصل اولین ظهور گونه *Ellipsolithus macellus* (ضخامت ۴۱/۴، نمونه ۳۷) تا اولین ظهور گونه *Fasciculithus tympaniformis* (ضخامت ۶۰/۲، نمونه ۴۹) تعریف می‌شود (Perch-Nielsen, 1985b). گونه‌های مذکور در برش مورد مطالعه ثبت گردید. ضخامت این زون ۱۸/۸ متر (حدود ۱۹ متر) است. این زیست‌زون معادل با زون CNP6 و بخش تحتانی زون CNP7 از زون‌بندی (Agnini et al., 2014) است. شاخص‌های زونی نظیر گونه‌های *Ellipsolithus macellus* و *Sphenolithus moriformis*، *Fasciculithus tympaniformis* در این زون شناسایی شد اما گونه *Fasciculithus ulii* که شاخص مرز زون‌های CNP6 و CNP7 است ثبت نگردید. بنابراین مرز زون‌های CNP6 - CNP7 در این مطالعه مشخص نیست. برخی از فسیل‌های همراه آن گونه‌هایی نظیر *Sphenolithus moriformis*

CNP8 از زون‌بندی ارائه شده توسط Agnini et al., (2014) است. در این مطالعه ضخامتی معادل ۲/۵ متر از این زون در بخش فوقانی سازند گورپی و ضخامتی معادل ۹/۳ متر از این زون در بخش تحتانی سازند پابده در شیل‌های ارغوانی پابده قرار گرفته است. در واقع این زون در مرز دو سازند گورپی و پابده واقع شده است. ضخامت کل زون معادل ۱۱/۸ متر است. لذا بر اساس یافته‌های نانوفسیلهای آهکی مرز بین دو سازند گورپی و پابده پیوسته پیشنهاد می‌شود.

۲-۴-۵ *Discoaster mohleri* Zone/*Heliolithus riedelii* Zone (Combined Zones NP7/8)

این زون ترکیبی (NP7/8)، از ظهور گونه *Discoaster mohleri* (ضخامت ۱۰۶/۹، نمونه ۷۳) تا ظهور گونه *Discoaster multiradiatus* (ضخامت ۱۴۳/۶، نمونه ۸۳) ادامه دارد. در واقع در این مطالعه گونه شاخص و تعیین کننده مرز زون‌های NP7 و NP8 یعنی گونه *Discoaster backmanii* ثبت نگردید. لذا مرز بین دو زون مشخص نمی‌باشد. این زون زیستی معادل با زون‌های CNP9 و CNP10 از زون‌بندی Agnini et al. (2014) است. مرز بین این دو زون نیز به دلیل عدم ثبت گونه مذکور (*D. backmanii*) مشخص نگردید. سن این زون ترکیبی، تانتین از تقسیمات وابسته به زمان پالئوسن پسین و ضخامت آن ۳۶/۷ متر است. در برش تحت بررسی با توجه به حضور گونه‌هایی که از گونه‌های شاخص متعلق به عرض‌های جغرافیایی پایین هستند می‌توان تا حدودی به وضعیت آب و هوایی زمان رسوبگذاری نهشته‌های سازند گورپی و پابده پی برد. در این رابطه مطالعات زیادی توسط افراد مختلف نظیر Thierstein (1976); Wise (1988); Wie & Thierstein (1991); Huber & Watkins (1992); Young & Bown (1998); Watkins (1996); Zachos et al. (2003); Tremolada & Bralower (2004); Erba (2004); Raffi et al. (2009); Speijer et al. (2012) انجام گرفته است.

حضور جنس‌ها و گونه‌هایی مانند *Micula prinsii*, *Micula decussata*, *Lithraphidites quadratus*, *Micula murus*, *Watznaueria barnesiae*, *Discoasters* spp., *Sphenolithus* spp که از جنس‌ها و گونه‌های شاخص متعلق به شرایط اقلیمی گرم هستند می‌تواند بیانگر شرایط آب و هوایی گرم در زمان تانتین رسوبات مورد نظر در محدوده مورد مطالعه باشد.

Sphenolithus primus, *Prinsius martinii* است. سن این زون دانتین پسین (late Danian) است.

۵-۳-۵ *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5)

متعاقباً زیست زون شناسایی شده در شیل‌های خاکستری تیره از بخش فوقانی سازند گورپی زونی است که از اولین ظهور گونه *Fasciculithus tympaniformis* (ضخامت ۶۰/۲، نمونه ۴۹) تا اولین ظهور گونه *Heliolithus kleinpellii* (ضخامت ۹۵/۱، نمونه ۶۶) ادامه دارد. ضخامت این زون ۳۴/۹ متر است. این زون معادل با بخش فوقانی زون CNP7 و بخش تحتانی زون CNP8 از زون‌بندی Agnini et al., (2014) است. سن این زون پالئوسن سelandian) است. در این زون اولین ظهور گونه *Heliolithus cantabriae* یعنی گونه شاخص تعیین مرز زون‌های CNP7 و CNP8 از زون‌بندی Agnini et al., (2014) ثبت گردید (ضخامت ۸۸، نمونه ۶۲).

۴-۵ زون‌های شناسایی شده در بخش تحتانی سازند پابده در بازه پالئوسن پسین (تانتین)

گذر یادشده با بازه زمانی تقریبی در حدود ۵۸-۵۶ Ma بر پایه پایه GTS (Gradstein et al., 2012) است که حدوداً مقارن با اولین ظهور گونه *Heliolithus kleinpellii* شاخص پالئوسن پسین (تانتین) تا اولین ظهور گونه *Discoaster multiradiatus* در بخش فوقانی زون NP8 است که از بخش تحتانی سازند پابده در شیل‌های ارغوانی این سازند به ثبت رسیده است. زون‌های زیستی متعلق به این بازه زمانی شامل زون‌های زیر است:

۱-۴-۵ *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6)

این زون در مطالعه حاضر از ظهور گونه *Heliolithus kleinpellii* (ضخامت ۹۵/۱، نمونه ۶۶) تا ظهور گونه *Discoaster mohleri* (ضخامت ۱۰۶/۹، نمونه ۷۳) ادامه دارد. سن این زون late Selandian-Thonetian است. برخی از مهمترین فسیل‌های همراه آن گونه‌هایی نظیر *Chiasmolithus consuetus*, *Ellipsolithus macellus*, *Fasciculithus tympaniformis*, *Heliolithus cantabriae*, *Placozygus sigmoides*, *Prinsius martinii*, *Sphenolithus anarrhopus*, *Sphenolithus primus* است. این زون معادل بخش فوقانی زون

۶. نتیجه‌گیری

توالی مورد مطالعه بخشی از نهشته‌های اقیانوسی میان قاره‌ای نئوتتیس در برش شالو واقع در زون ایزه است. زیست‌زون‌های تشخیص داده شده در این مطالعه ۹ زیست‌زون (۸ زون تفکیکی و یک زون ترکیبی) است که قابل تطابق با زون‌بندی‌های ارائه شده توسط Sissingh (1977) و Burnett (1998) برای کرتاسه و Martini (1971) و Agnini et al. (2014) برای پالئوژن است. این زیست‌زون‌ها شامل Arkhangelskiella cymbiformis Zone (CC25)- Nephrolithus frequens Zone (CC26)- Markalius inversus Zone (NP1)- Cruciplacolithus tenuis Zone (NP2)- Chiasmoliyhus danicus Zone (NP3)- Ellipsolithus macellus Zone (NP4)- Fasciculithus tympaniformis Zone (NP5)- Heliolithus kleinpellii Zone (NP6)- Discoaster mohleri Zone/Heliolithus riedelii Zone (combined Zones NP7/8) است. در برش حاضر تعداد ۴۱ گونه متعلق به ۲۷ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. بر مبنای حضور گونه‌های شاخص، مرز کرتاسه به پالئوژن (K/Pg) در برش مطالعه شده پیوسته و در نهشته‌های متعلق به بخش فوقانی سازند گورپی قرار دارد. همچنین بر پایه مطالعات انجام گرفته بر اساس نانوفسیل‌های آهکی، مرز بین رسوبات متعلق به سازندهای گورپی و پابده نیز پیوسته پیشنهاد می‌شود. از این رو سن بخش فوقانی رسوبات سازند گورپی از ماستریشتین پسین (late Maastrichtian) تا پالئوسن میانی (Selandian) و سن شروع نهشتگی رسوبات منسوب به شیل‌های ارغوانی در بخش تحتانی سازند پابده بر اساس تعیین زون NP6 که در مرز مشترک دو سازند مذکور قرار گرفته است، اواخر سلاندین-تانتین پیشنهاد می‌شود.

منابع

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

آهی‌فر، آ.، کنی، ا. و امیری بختیار، ح.، ۱۳۹۴. زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در تاقدیس گورپی، فصلنامه علوم زمین، دوره ۲۴، شماره ۹۵، صفحات ۱۰۷-۱۲۰.

پزندآور، م.، ماهانی پور، ا.، آقانباتی، ع. و حسینی، ا.، ۱۳۹۲.

بیواستراتیگرافی نانوفسیلهای آهکی در بخش بالایی سازند گورپی بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال شرقی تاقدیس کوه گورپی. فصلنامه علوم زمین، دوره ۸۹، صفحات ۱۸۷-۱۹۸.

خاوری خراسانی، م.پ.، هادوی، ف. و قاسمی نژاد، ا.، ۱۳۹۲. نواستراتیگرافی و پالئوکولژی سازند پابده در شمال غرب حوضه زاگرس در برش ایلام. نشریه علمی پژوهشی دیرینه‌شناسی، دوره ۱، شماره ۲، صفحات ۱۶۴-۱۴۹.

درویش زاده، ع.، ۱۳۸۲. زمین‌شناسی ایران. انتشارات نشر دانش امروز، ۹۰۲ صفحه.

سنماری، س.، و ده بزرگی، ا.، ۱۳۹۶. بیواستراتیگرافی سازند پابده بر مبنای نانوفسیلهای آهکی در جنوب غرب ایلام، زون ساختاری ایلام. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، دوره ۳۳، شماره ۶۸، صفحات ۷۹-۹۴.

کریمی، ن. و پروانه نژاد شیرازی، م.، ۱۳۹۱. زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش چینه‌شناسی سلامتی (جنوب غرب شیراز) بر مبنای روزن داران پلانکتون، شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۹ صفحه.

هداوندخانی، ن.، ۱۳۹۳. لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازند پابده در زون ایزه (برشهای چهارده، تنگ حتی و یال شمالی تنگ پابده)، رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی، گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، تهران، ۵۱۴ صفحه.

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.

Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the zagros fold thrust belt of iran and its proforland evolution. Ameracan Journal of Science, 304: 1-20.

Bordenave, M.L., 2002. The Middle Cretaceous to Early Miocene Petroleum System in the Zagros Domain of Iran, and its prospect Evaluatio, AAPG Annual Meeting, March 10-13, 2002, Houston, Texas.

Bown, P.R. ; Young, J.R., 1998. Techniques, In: Bown, P.R. (Eds.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman and Hall, London, 16- 28pp.

- Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean: *Cretaceous Research*, 23: 537-634.
- 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.
- Motiei, H., 1995. *Petroleum Geology of Zagros*. Geological Survey of Iran (in Farsi), 589p
- Perch-Nielsen K., 1985a. Mesozoic Calcareous Nannofossils, In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University, 329- 426pp.
- Perch-Nielsen, K., 1985b. Cenozoic Calcareous Nannofossils, In: Bolli, H. M., Saunders, J. B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 427–554pp.
- Raffi, I .; Backman, J .; Zachos, J.C .; Sluijs, A., 2009. The response of calcareous nannofossil assemblages to the Paleocene Eocene Thermal Maximum at the Walvis Ridge in the South Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 70: 201-212.
- Senemari, S .; Sohrabi Molla Usefi, M., 2012. Evaluation of Cretaceous–Paleogene boundary based on calcareous nannofossils in section of Pol Dokhtar, Lorestan, southwestern Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 6: 3615-3621.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton: *Geologie En Minjbouw*, 56: 37-65.
- Speijer, R.P .; Scheibner, C .; Stassen, P .; Abdoel-Mohsen, M .; Morsi, M., 2012. Response of marine ecosystems to deep-time global warming: a synthesis of biotic patterns across the Paleocene-Eocene thermal maximum (PETM). *Australian Journal of Earth Science*, 105 (1): 6-16.
- 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., Premoli Silva and Verga, I. Malone, M.J. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 198, 1–15 pp.
- Burnett, J.A., 1998. Upper cretaceous, In: Bown P.R. (Ed.), *Calcareous nannofossil Biostratigraphy*. Chapman & Hall, London, 132-199pp.
- Dehdez geological map, 1:100000. Geological survey of Iran, Tehran.
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, 52: 85-106.
- Gradstein, F.M .; Ogg, J.G .; Schmitz, M.D .; Ogg, G.M .; eds., 2012. *The Geological Time Scale 2012*, Amsterdam, Elsevier, 2 Vols. 1144 p.
- Hadavi, F .; Ezadi, M., 2007. Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Dare- Shahr section (Zagros basin). The First MAPG International Convention Conference and Exhibition, 28-31p.
- Hadavi, F .; Khosrowtehrani, K .; Senemari, S., 2007. Biostratigraphy of Calcareous Nannofossils of Gurpi Formation in North Gachsaran: *Journal of Geosciences*, 64:14-23.
- Huber, B.T .; Watkins, D.K., 1992. Biostratigraphy of Campanian- Maastrichtian calcareous plankton in the region of Southern Ocean: paleogeographic and paleoclimatic simplifications. In: Ken-nett, J.P., Warnke, D.A. (Eds.), *The Antarctic paleoenvironment a perspective on global change*. AGU, Antarctic Research Series, 56: 31-60pp.
- James, G.A .; Wynd, J.C., 1965. Stratigraphy nomenclature of Iranian Oil consortium Agreement Area. *American association petroleum geologist bulletin*. 49: 2182–2245.

- Wie, W. ; Thierstein, H.R., 1991. Upper Cretaceous and Cenozoic Calcareous Nannofossils of the Kerguelen Plateau (Southern Indian Ocean) and Prydz Bay (East Antarctica). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 119: 467-493.
- Wise, S.W., 1988. Mesozoic-Cenozoic history of calcareous nannofossils in the region of Southern Ocean: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 67: 157-179.
- Young, J.R. ; Bown, P.R., 1998. Cenozoic calcareous nannoplankton classification. *Journal of nannoplankton Research*, 19: 36-47.
- Zachos, J.C. ; Wara, M.W. ; Bohaty, S. ; Delaney, M.L. ; Petrizzo, M.R. ; Brill, A. ; Bralower, T.J. ; Premoli-Silva, I., 2003. A transient rise in tropical sea-surface temperature during the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Science*, 302: 1551-1554.
- Zahiri, A.H., 1982. Maastrichtian microplankton of well Abteymur-1 S.W. Iran: NIOC, Expl. Div. Tech. Note No. 226, Unpublished.
- Tabatabaei, H. ; Motamed, A. ; Soleimani, B. ; Kamali, M.R., 2012. Chemical Variation during Pabdeh Formation Deposition, Zagros Basin: Gurpi-Pabdeh-Asmari Boundaries determination and Paleoenvironmental Condition. *Journal of Geology and Geophysics*, 1 (1):102.doi:10.4172/2329-6755.1000102.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Tremolada, F. ; Bralower, T.J., 2004. Nannofossils Assemblage Fluctuations during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum at Site 213 (Indian Ocean) and 401 (North Atlantic Ocean): Paleooceanographic Implications. *Marine Micropaleontology*, 52: 107-116.
- Watkins, D.K., 1996. Upper cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the southern ocean, In: Moguilevsky, A., Whatley, R. (Eds.), *Microfossils and Oceanic Enviroments*. University of Wales, Aberystwyth-press, 355-381pp.