

ثبت رخدادهای زیستی و بررسی پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی در رسوبات کرتاسه-پالئوژن در برش جعفرآباد، قلمرو اقیانوس نئوتتیس

سعیده سنماری^{۱*}، بهزاد سعیدی‌رضوی^۲

۱- دانشیار دانشکده فنی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین ایران، پست الکترونیکی: senemari2004@yahoo.com، s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

۲- استادیار پژوهشی، پژوهشکده فناوری و مهندسی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران، پست الکترونیکی: bsaidi@standard.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۲۱

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۲۵

چکیده

در مطالعه حاضر رسوبات سازند گورپی در برش جعفرآباد واقع در جنوب شرق ایلام از نقطه نظر ثبت نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت. رسوبات بخش فوقانی سازند گورپی با ستبرایی در حدود ۴۲ متر از رسوبات مارن آهکی تشکیل شده است. در این پژوهش ۳۵ گونه متعلق به ۲۳ جنس از گروه نانوپلانکتون‌های آهکی شناسایی شد. در این سازند بر مبنای رخدادهای زیستی ثبت شده، زون‌های زیستی (UC19^{TP}-UC20a^{TP}) تا (CC26 NP5 UC20b^{TP}, UC20c^{TP}-UC20d^{TP}) در رسوبات متعلق به بازه زمانی کرتاسه پسین و به دنبال آن زیست زون‌های، NP5 (CNP6-CNP7) (CNP7-CNP8), NP6 (CNP8) از رسوبات متعلق به بازه زمانی پالئوسن در بخش فوقانی سازند گورپی تعیین شد. با توجه به زون‌های زیستی تعیین شده، سن بخش فوقانی سازند گورپی، ماسترشتین پسین (کرتاسه) تا سلاندین پسین (پالئوسن میانی) تعیین گردید. در مطالعه حاضر، بر اساس عدم ثبت زون‌های زیستی (کرتاسه) تا سلاندین پسین (پالئوسن میانی) تعیین گردید. در مطالعه حاضر، بر اساس عدم ثبت زون‌های زیستی NP1, NP2, NP3 و فقدان داده‌های فسیلی، مرز بین کرتاسه و پالئوژن در بخش فوقانی این سازند ناپوسته پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این، بر پایه ثبت رخدادهای زیستی از گروه نانوفسیل‌های آهکی، که موید آب و هوای گرم هستند، شرایط حاکم بر حوضه رسوبی در زمان رسوبگذاری سازند گورپی با آب و هوای گرم استنباط می‌شود.

کلمات کلیدی: ایلام، پالئوژن، رخداد زیستی، زاگرس، کرتاسه، چینه‌نگاری زیستی.

۱. مقدمه

همه جا ویژگی‌های زمانی یکسانی ندارد. در این راستا، لایه‌های زیرین سازند گورپی در نواحی لرستان و ایلام به سن کامپانین (کرتاسه) و مرز فوقانی آن تا پالئوسن ادامه داشته، و در نواحی فارس و خوزستان مرز زیرین این سازند در سانتونین و مرز بالایی آن به ماسترشتین محدود می‌شود (آقانباتی، ۱۳۸۵). در این سازند با توجه به ویژگی‌های خاص رسوبی نظیر دارا بودن خصوصیات سنگ منشأ و همچنین قرارگیری مرز کرتاسه-پالئوژن در بخش فوقانی سازند اهمیت آن دو چندان می‌باشد (آقانباتی، ۱۳۸۵; Motiei, 2003). در دهه‌های اخیر مطالعات

حوضه رسوبی زاگرس، پهنه چین‌خورده و رورنده‌ای در جنوب غرب ایران است که فرونشست‌های مداوم همراه با ضخامت زیاد از رسوبات کربناته، شیل و مارن را طی دوران‌های مزوزوییک و سنوزوییک در خود جای داده است (آقانباتی، ۱۳۸۵). در میان توالی‌های رسوبی و سکانس‌های تشکیل دهنده حوضه زگرس، رسوبات متعلق به سازند گورپی از جمله مهمترین رسوبات در این حوضه رسوبی است که مرزهای آن در

۳. روش تحقیق و مطالعات آزمایشگاهی

ضخامت بخش فوقانی سازند گورپی در برش مورد مطالعه ۴۱٫۹ متر (حدود ۴۲ متر) است که متشکل از رسوبات مارن آهکی است. نمونه‌برداری از این برش در فواصل ۱٫۷۵ متر انجام گرفت. به منظور تعیین حوادث زیستی، زون‌بندی و مطالعه نانوفسیل‌ها تعداد ۳۲ نمونه از بخش فوقانی سازند گورپی برداشت شد. آماده‌سازی نمونه‌ها بر اساس روش اسمیر اسلاید (Smear slide) صورت گرفت (Bown & Young, 1998). سپس اسلایدها توسط میکروسکوپ پلاریزان (المپوس BH2) در دو نور معمولی و پلاریزه با بزرگنمایی ۱۰۰۰ و روغن ایمرسیون مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور شناسایی گونه‌ها، بررسی رخدادهای زیستی و مطالعات تاکسونومی از منابع مختلفی همچون (Burnett 1998)، (Bolli 1985) و (Agnini et al. 2014) استفاده شد. همچنین برای مشخص نمودن تجمعات فسیلی و تعیین زون‌های زیستی، از زون‌بندی‌های ارائه شده توسط (Burnett 1998) و (Sissingh 1977) برای زمان کرتاسه، و زون‌بندی (Martini 1971) و (Agnini et al. 2014) برای پالئوژن استفاده شد.

۴. بحث

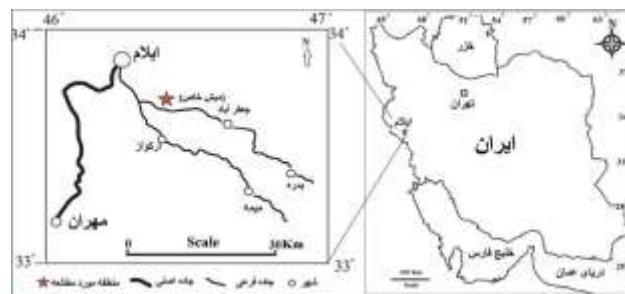
۴-۱ الگوی نئواستراتیگرافی و مطالعه موقعیت مرز کرتاسه-پالئوسن در برش مورد مطالعه

نانوفسیل‌های آهکی به دلیل گسترش جغرافیایی و تکامل سریع، از جمله مهمترین و مناسب‌ترین ابزارهای چینه‌نگاری-زیستی برای تعیین بازه زمانی و تطابق لایه‌های رسوبی در دوران-های مزوزوئیک و سنوزوئیک محسوب می‌شوند (Bown, 1998). در دهه‌های اخیر زون‌بندی‌های مختلفی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی برای دوره‌های کرتاسه و پالئوسن ارائه گردیده (Martini, 1971; Sissingh, 1977; Okada & Bukry, 1980) که در نهایت توسط (Perch-Nielsen 1985) به صورت زون‌بندی جامع جمع-آوری شده است. در این بین، افرادی نظیر (Varol 1991) و (Agnini et al. 2014) نیز زون‌بندی‌هایی را برای زمان پالئوژن ارائه نموده‌اند. در زون‌بندی انجام شده علامت اختصاری NP معرف نانوفسیل‌های پالئوژن (Paleogene Nannofossil) و

زیادی بر روی این سازند از جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی انجام شده است. از بین این تحقیقات می‌توان به مطالعات ایزدی، ۱۳۸۶؛ بدری و همکاران، ۱۳۸۶؛ هادوی و همکاران، ۱۳۸۶؛ همتی نسب و همکاران، ۱۳۸۷؛ سنماری و همکاران، ۱۳۸۹؛ پرنادآور و همکاران، ۱۳۹۲؛ فریدونپور و همکاران، ۱۳۹۳-؛ Razmjooei et al. (2018), Hadavi and Ezadi (2007) Mahanipour & Najafpour (2016), Najafpour et al. (2015), Foroughi & Aryanasab (2018) اشاره نمود. با توجه به گستردگی توالی‌های رسوبی در حوضه رسوبی زاگرس، بویژه در استان ایلام، سکانس‌های کامل رسوبی طی کرتاسه تا پالئوسن وجود دارد که مطالعه آنها منجر به شناسایی کامل‌تر وضعیت حوضه رسوبی زاگرس در زمان گذشته می‌شود. بر این اساس، در مطالعه حاضر توالی رسوبی از بخش فوقانی سازند گورپی در برش جعفرآباد (میش‌خاص) براساس مطالعه نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت تا بر اساس آن پراکندگی و گسترش فونا در زمان رسوبگذاری سازند و نیز موقعیت مرز کرتاسه-پالئوسن در آن تعیین شود.

۲. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش جعفرآباد

برش جعفرآباد در حدود ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی ایلام قرار دارد. دسترسی به برش مورد مطالعه از طریق مسیر جاده ایلام به بدره و سپس دره‌شهر است. در این منطقه، سازند گورپی رخنمون کاملی داشته و بخش فوقانی آن از رسوبات مارن آهکی تشکیل شده است. مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه در موقعیت $33^{\circ}32'$ طول شرقی و $46^{\circ}29'$ عرض شمالی است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت برش جعفرآباد در جنوب شرقی ایلام و راه‌های دسترسی به آن (برش مورد مطالعه با ستاره مشخص شده است).

می‌گیرند. در برش جعفرآباد گونه *Micula murus* به صورت نادر ثبت شد (نمونه ۱۱، ضخامت ۱۰ متر).

در نتیجه مرز فوقانی زون بوسیله ظهور گونه *M. murus* مشخص شد. همچنین زون‌زیستی CC25 با زون UC19 و زیر-زون UC20a^{TP} از زون‌بندی (1998) Burnett مطابقت دارد. محدوده سنی این زیست زون ماسترشتین پسین است (Perch-Nielsen, 1985a). بنابراین از ابتدای محدوده مورد بررسی (قاعده بخش فوقانی سازند گورپی) تا سترای ۱۰ متری، جایی که اولین حضور گونه *Micula murus* ثبت شد، به زون Arkhangelskiella cymbiformis Zone تعلق دارد. بر این اساس ضخامت اندازه‌گیری شده این زون زیستی معادل ۱۰ متر است.

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

زون زیستی CC26 از اولین حضور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens* تعریف می‌شود (Perch-Nielsen, 1985a). این زون اولین بار توسط (1969) Čepék & Hay معرفی شد. همانطور که بیان شد در مطالعه حاضر گونه *Nephrolithus frequens* ثبت نگردید.

مرز تحتانی زیست زون CC26 در بالا بحث شد و مرز فوقانی نیز با استفاده از حضور فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* مشخص گردید (نمونه ۱۷، ضخامت حدود ۱۹ متر). از سویی دیگر اولین ظهور گونه *Micula prinsii* در این زون ثبت شد (نمونه ۱۴، ضخامت ۱۵،۴ متر). لذا این زون با استفاده از اولین ظهور گونه *Micula prinsii* به دو زیرزون *Micula prinsii* و *Micula murus subzone* (CC26a) و زیرزون *Micula murus subzone* (CC26b) قابل تقسیم است. زیرزون *Micula murus subzone* (CC26a) از اولین ظهور گونه *Micula murus* تا اولین ظهور گونه *Micula prinsii* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985a). این زیرزون با بخش زیرین زون زیستی CC26 از زون-بندی (1977) Sissingh و زیرزون UC20c^{TP}- UC20b^{TP} از زون-بندی (1998) Burnett همخوانی دارد و محدود به عرض‌های جغرافیایی پایین است (Romein, 1979).

زیرزون *Micula prinsii subzone* (CC26b) از اولین ظهور گونه *Micula prinsii* تا اولین حضور فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985a).

علامت CNP معرف نانوفسیل‌های آهکی پالئوسن (Calcareous Nannofossil Paleocene) است. در مطالعه حاضر ضمن شناسایی اجزای کامل تشکیل دهنده صفحات نانوفسیل‌های آهکی در بخش فوقانی سازند گورپی، تعداد ۳۵ گونه متعلق به ۲۳ جنس از این گروه فسیلی شناسایی شد که تصاویر برخی از مهمترین آنها در پلایت ارائه شده است. بر اساس گونه‌های ثبت شده، زون‌بندی لایه‌های متعلق به بخش فوقانی سازند گورپی بر مبنای اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص انجام گرفت که در نهایت بر اساس تطابق با زون‌بندی‌های استاندارد جهانی، منجر به شناسایی ۵ زون زیستی در برش مورد بررسی شد (شکل ۲). در مطالعه حاضر حفظ‌شدگی گونه‌ها خوب و عاری از هر نوع خوردگی و رشد ثانویه بود.

۲-۴-۳- معرفی زیست زون‌های تعیین شده در قسمت فوقانی سازند گورپی (بازه زمانی کرتاسه پسین)

گذر یاد شده برای سن کرتاسه فوقانی (ماسترشتین پسین) تقریباً ۴ Ma (معادل با ۷۰-۶۶ بر پایه GTS (Gradstein et al., 2012) است که مقارن با زون‌های CC25 و CC26 می‌باشد. این زون‌های زیستی در برش مورد مطالعه در ۱۸،۸ متری از آغاز بخش فوقانی سازند گورپی و در محدوده زمان ماسترشتین پسین به ثبت رسیده است.

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

این زون از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا اولین ظهور گونه *Nephrolithus frequens* تعریف می‌شود (Perch-Nielsen, 1985a). زون مذکور توسط (1985a) Perch-Nielsen معرفی و توسط (1977) Sissingh تصحیح شده است. در مطالعه حاضر آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* در قاعده توالی مورد مطالعه ثبت شد لکن گونه *Nephrolithus frequens* مشاهده نگردید. با توجه به اینکه گونه *Nephrolithus frequens* شاخص عرض‌های جغرافیایی بالا بوده و در عرض‌های جغرافیایی پایین کمیاب است در بسیاری از مطالعات، اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* را معادل با اولین ظهور گونه *Micula murus* (Perch-Nielsen, 1972; Roth, 1978) و یا اولین ظهور گونه *Ceratolithoides kamptneri* (Tantawy, 2003) در نظر

برای سن اواخر دانین پسین-سلانندین پسین است که مقارن با زون های Fasciculithus , Ellipsolithus macellus Zone (NP4), tympaniformis Zone (NP5), Heliolithus kleinpellii Zone (NP6/CNP8) است.

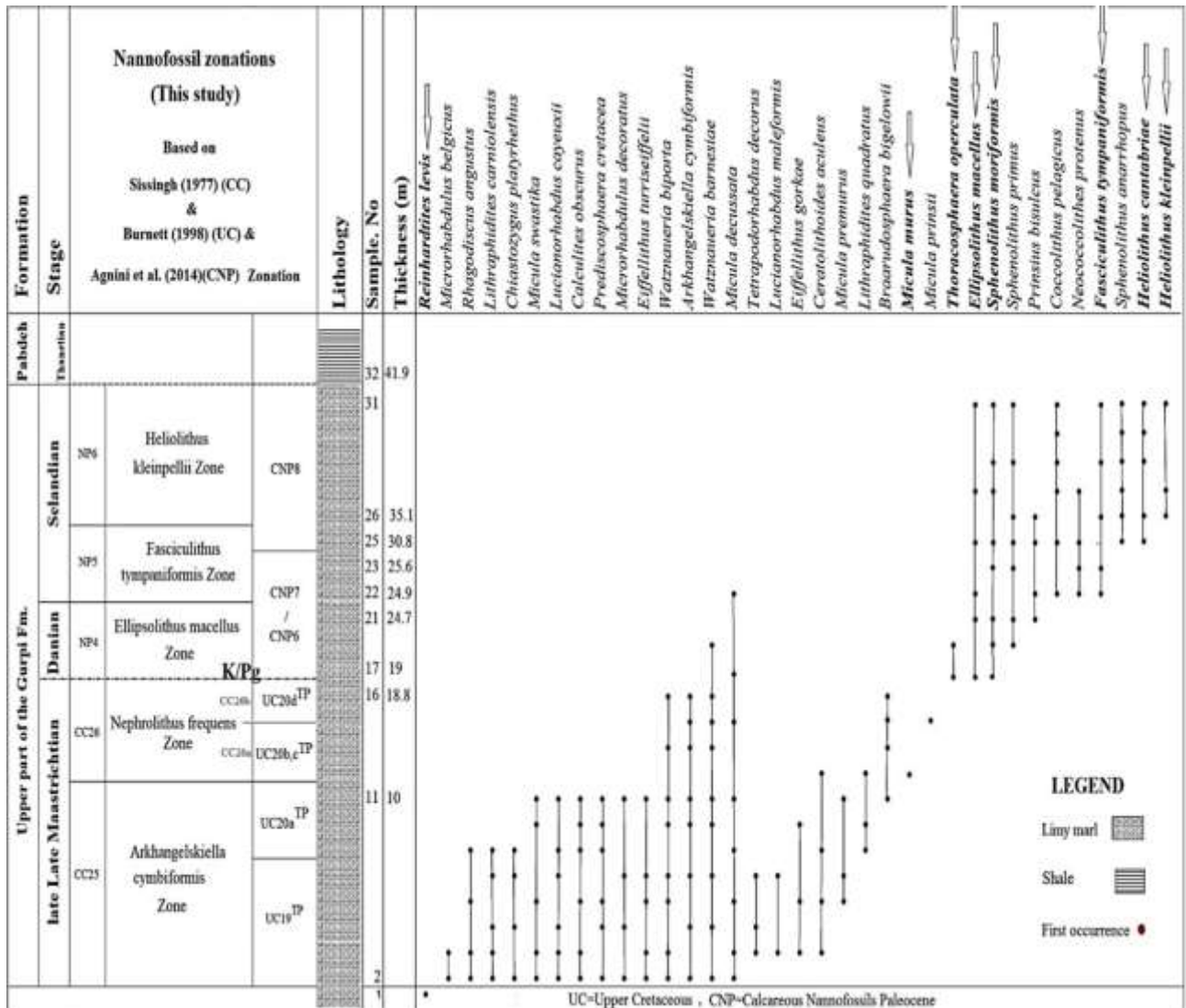
زون های زیستی ثبت شده در برش مورد مطالعه ۲۲,۹ متر از مارن های آهکی بخش فوقانی سازند گورپی را به خود اختصاص می دهند.

در این برش زون های NP1, NP2, NP3 ثبت نگردید. از این رو براساس داده های نانوفسیلی، در بخش فوقانی سازند گورپی در برش جعفرآباد مرز بین کرتاسه-پالئوسن پیوستگی ندارد. شرح زون های زیستی شناسایی شده در این محدوده به قرار زیر است:

(1979). این زیرزون با زیرزون UC20d^{TP} از زون بندی (Burnett 1998) و همچنین با بخش فوقانی زون زیستی CC26 از زون بندی (1977) Sissingh همخوانی دارد (Romein, 1979). محدوده سنی زون تحت بررسی اواخر ماسترشتین پسین است (Perch-Nielsen, 1985a). ضخامت اندازه گیری شده ۹ متر، جایی که اولین ظهور فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* به همراه کاهش گونه های کرتاسه ثبت گردید.

۳-۴ معرفی زیست زون های تعیین شده در قسمت فوقانی سازند گورپی (بازه زمانی پالئوسن)

زون های تعیین شده در بالاترین بخش از سازند گورپی تقریباً ۳,۸ Ma معادل ۶۲,۸-۵۹ بر پایه (GTS (Gradstein et al., 2012



شکل ۲: رخدادهای زیستی، چینه نگاری زیستی در بخش فوقانی سازند گورپی در برش جعفرآباد، جنوب شرق ایلام. (Plate)

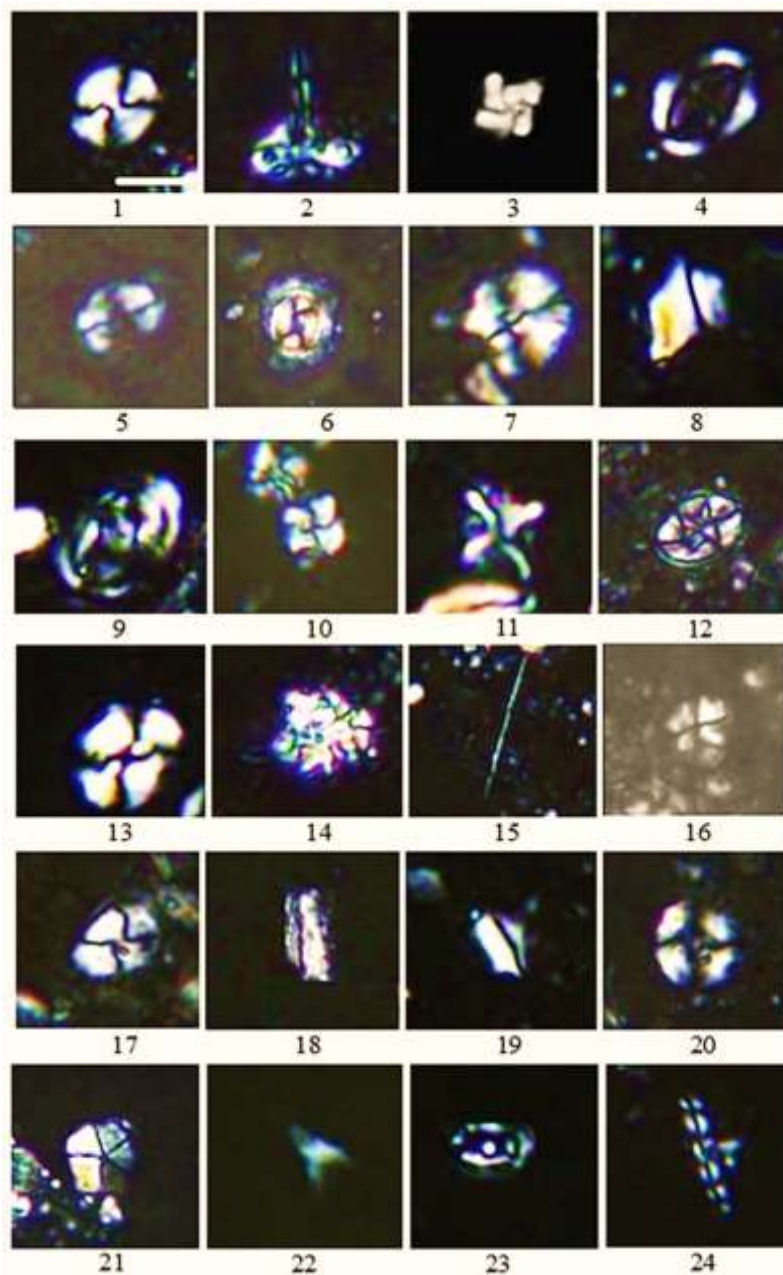


Plate: All figures in Light micrographs $\times 1000$; Scale bar: 5 μm , The taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); 1: *Watznaueria biporta* Bukry, 1969, (XPL); 2: *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968, (XPL); 3: *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979; 4: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959; 5: *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sullivan, 1964 (XPL); 6: *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930, (XPL); 7: *Heliolithus kleinpellii* Sullivan, 1964, (XPL); 8: *Fasciculithus tympaniformis* Hay & Mohler in Hay et al., 1967, (XPL); 9: *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; 10: *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973; 11: *Micula decussata* Vekshina, 1959; 12: *Eiffelithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965; 13: *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968; 14: *Thoracosphaera operculata* Bramlette & Martini 1964; 15: *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963; 16: *Sphenolithus moriformis* (Brönnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967, vertical; 17: *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; 18: *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959; 19: *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964; 20: *Heliolithus cantabriae* Perch-Nielsen, 1971; 21: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud, 1935) Deflandre, 1947; 22: *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977, rotated with about 45° ; 23: *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971; 24: *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959.

۴-۳-۳ Heliolithus kleinpellii Zone (NP6/ CNP8)

آخرین زون‌زیستی شناسایی شده در بخش فوقانی سازند گورپی زون Heliolithus kleinpellii Zone است. این زون توسط Mohler & Hay (1967) معرفی شده است. زون مورد مطالعه از اولین ظهور گونه Heliolithus kleinpellii (نمونه ۲۶، ۳۵، ۱ متر) تا اولین ظهور گونه Discoaster mohleri ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985b). زون مذکور با بخش فوقانی زون CNP8 از زون‌بندی Agnini et al. (2014) همخوانی دارد. شاخص‌های زونی برای بخش فوقانی زون CNP8 در زون‌بندی (Agnini et al. 2014) اولین ظهور گونه‌های Heliolithus kleinpellii و Discoaster mohleri است.

در این مطالعه گونه Discoaster mohleri ثبت نشد از اینرو مرز بالایی زون مشخص نمی‌باشد. بازه زمانی این زون مطابق ثبت گونه شاخص Heliolithus kleinpellii و گونه‌های همراه سلان‌دین پسین است. با توجه به ثبت گونه Heliolithus kleinpellii در فوقانی‌ترین بخش سازند گورپی و حضور پیوسته گونه‌هایی نظیر Ellipsolithus macellus و Heliolithus cantabriae تا پایان محدوده مورد نظر، بخش ابتدایی زیست زون NP6 از اولین ظهور گونه Heliolithus kleinpellii تا پایان محدوده مشخص شد. بنابراین ضخامت این زون زیستی در پایانی‌ترین قسمت سازند گورپی ۶،۸ متر می‌باشد.

۴-۴ بررسی حوادث زیستی در برش جعفرآباد

از مهمترین وقفه‌های زمانی در تاریخ زمین‌شناسی، حادثه انقراض شمار زیادی از گونه‌های مختلف در مرز کرتاسه-ترشیری (K/Pg) است. در این محدوده گروه زیادی از موجودات فسیلی خصوصاً نانوفسیل‌های آهکی منقرض شدند. مطالعه گسترش و پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی در این محدوده موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است (Gardin, 2002; Tantawy, 2003; Bown, 2005).

Gardin در سال ۲۰۰۲ و Bown در سال ۲۰۰۵ معتقدند که تعدادی از گونه‌های کرتاسه که از مرز کرتاسه-پالئوژن عبور کرده‌اند، دستخوش انقراض قرار نگرفته، حتی در این محدوده (K/Pg) افزایش فراوانی گونه‌های مقاوم کرتاسه همچون T. operculata همراه با پیدایش گونه‌های جدید پالئوسن گزارش

۴-۳-۱ Ellipsolithus macellus Zone (NP4/CNP6-CNP7)

این زون از اولین ظهور گونه Ellipsolithus macellus آغاز و تا اولین ظهور گونه Fasciculithus tympaniformis ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985b). زون NP4 توسط Martini (1970) معرفی شده است. در برش مورد مطالعه گونه‌های Ellipsolithus macellus (نمونه ۱۷، ضخامت ۱۹ متر) و Fasciculithus tympaniformis (نمونه ۲۲، ۲۴، ۹ متر) ثبت شدند. سن این زون اواخر دانین پسین - سلان‌دین پیشین و ضخامت آن ۵،۹ متر است. در این مطالعه زون‌زیستی NP4 بلافاصله بعد از زون‌زیستی CC26 قرار گرفته است. زون حاضر با زون CNP6 (شروع زون با اولین ظهور گونه Sphenolithus moriformis) و بخش تحتانی زون CNP7 (تا اولین ظهور گونه Fasciculithus tympaniformis) از زون‌بندی (Agnini et al. 2014) مطابقت دارد. البته در این زون دلیل عدم ثبت گونه Fasciculithus ulii امکان تفکیک مرز بین زون‌های CNP6 و CNP7 میسر نشد. از اینرو این محدوده (زون CNP6 تا بخش تحتانی زون CNP7) به صورت کلی از اولین ظهور گونه Sphenolithus moriformis - (نمونه ۱۷، ضخامت ۱۹ متر) تا اولین ظهور گونه Fasciculithus tympaniformis (نمونه ۲۲، ۲۴، ۹ متر) در نظر گرفته شد.

۴-۳-۲ Fasciculithus tympaniformis Zone (NP5/ CNP7- CNP8)

به طور متوالی پس از زون NP4، زون زیستی شناسایی شده در بخش فوقانی سازند گورپی زون Fasciculithus tympaniformis Zone است (Perch-Nielsen 1985b). این زون توسط Mohler & Hay (1967) معرفی شده است. این زون در برش مورد مطالعه از اولین ظهور گونه Fasciculithus tympaniformis (نمونه ۲۲، ۲۴، ۹ متر) تا اولین ظهور گونه Heliolithus kleinpellii (نمونه ۲۶، ۳۵، ۱ متر) ادامه دارد. همچنین در برش تحت بررسی اولین ظهور گونه Heliolithus cantabriae به عنوان شاخص مرز بالایی زون CNP7 در ضخامت ۳۰،۸ متر در نمونه ۲۵ ثبت شد. این زون زیستی با بخش فوقانی زون CNP7 و بخش تحتانی زون CNP8 (اولین ظهور گونه Heliolithus kleinpellii) از زون‌بندی (Agnini et al. 2014) مطابقت دارد. زون مورد مطالعه معرف سن پالئوسن پسین (سلان‌دین پیشین) و ضخامت آن ۱۰،۲ متر است.

ثبت شد بطوری که ظهور و پیدایش گونه *Ellipsolithus macellus* (نمونه ۱۷، ضخامت ۱۹ متر)، *Sphenolithus primus* (نمونه ۲۰، ۲۳٫۸ متر)، *Sphenolithus moriformis* (نمونه ۲۳، ضخامت ۲۵٫۶ متر) و سپس *Fasciculithus tympaniformis* (نمونه ۲۲، ۲۴٫۹ متر) از جمله حوادث ثبت شده به سن دانین پسین-سلانندین پیشین است که از حوادث قابل مشاهده در برش مورد بررسی در پالتوسن در زون NP4 می‌باشد.

بدنبال این حوادث زیستی، آخرین حوادث واقع شده ظهور گونه *Heliolithus cantabriae* (ضخامت ۳۰٫۸ متر از نمونه ۲۵) و سپس ظهور گونه *Heliolithus kleinpellii* در نمونه ۲۶ و ضخامت ۳۵٫۱ متر با سن سلانندین پسین در زون NP5 است. در این مطالعه بر اساس تطابق که با زون‌بندی‌های استاندارد جهانی انجام گرفته است، مرز کرتاسه به پالتوزن مطابق شاخص‌های نانوفسیلی ثبت شده پیوسته نمی‌باشد. این مرز قابل انطباق با مرز کرتاسه - پالتوزن (K/Pg) در سایر برش‌ها نظیر برش چم-آب در استان ایلام (Senemari & Foroghi, 2019)، برش بوالفارس در زون ایزه (سنماری، ۱۳۹۷)، برش شاه نشین در فارس (Razmjooei et al., 2018) است.

در سایر برش‌ها نظیر زون ایلام (پرن‌آور و همکاران، ۱۳۹۲) و ایزه (سنماری، ۱۳۹۶) این مرز از نظر داده‌های فسیلی به صورت پیوسته گزارش شده است. از سویی دیگر آخرین زون شناسایی شده در بخش فوقانی سازند گورپی (مرز سازند گورپی - سازند پابده) در برش کلچنار زون NP6 (سلانندین)، در برش بوالفارس زون CC25 (ماسترشتین پسین)، در برش شاه نشین زون NP4 (دانین پسین)، در برش چم-آب زون NP3 (دانین پسین)، در برش شیخ‌مکان زون NP4 (دانین پسین) و در برش مورد بررسی (جعفرآباد) زون NP6 (سلانندین) است (شکل ۳).

۵. نتیجه‌گیری

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در رسوبات بخش فوقانی سازند گورپی در برش جعفرآباد منجر به شناسایی ۳۵ گونه متعلق به ۲۳ جنس شد. در برش مورد مطالعه بر اساس ثبت گونه‌های شاخص نانوفسیل‌های آهکی و تطابق با زون‌بندی‌های استاندارد جهانی، زیست‌زون‌های CC25، CC26 از کرتاسه پسین و زون‌های زیستی NP4، NP5 و NP6 از بازه زمانی پالتوسن شناسایی شد.

شده است (Tantawy, 2003; Molina et al., 2006; Bernaola & Monechi, 2007) در این بررسی با توجه به اینکه نانوفسیل‌های آهکی از مهمترین و دقیق‌ترین ابزارهای چینه‌نگاری زیستی برای تعیین سن و نیز تطابق نهشته‌های رسوبی هستند، لذا از این گروه جهت مطالعه در محدوده زمانی مذکور در برش جعفرآباد استفاده شد. در برش مورد نظر بر پایه شواهد مربوط به نانوفسیل‌های آهکی، مرز کرتاسه- پالتوزن در بخش‌های فوقانی سازند گورپی قرار دارد. در این برش، در محدوده K/Pg کاهش چشمگیر در فراوانی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه ثبت شد. متعاقباً به سمت لایه‌های فوقانی‌تر سازند گورپی، به تدریج پیدایش گونه‌های جدید پالتوسن به همراه برخی از گونه‌های کرتاسه نظیر *T. operculata*، *W. barnesiae*، *M. decussata* ثبت گردید.

در این مطالعه جهت بررسی حوادث زیستی نانوفسیل‌های آهکی، از الگوی زون‌بندی (Martini, 1971) استفاده شد، سپس با زون‌بندی ارائه شده توسط (Agnini et al., 2014) و سایر برش‌ها در پهنه زاگرس مطابقت داده شد (شکل ۳). مهمترین رویدادهای زیستی مربوط به نانوفسیل‌های آهکی در بخش فوقانی سازند گورپی در برش مورد مطالعه، ثبت آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* (اولین نمونه از شروع بخش فوقانی سازند گورپی) (نمونه ۱)، به سن ماسترشتین پسین است که از اولین حوادث قابل مشاهده در محدوده مورد بررسی می‌باشد. بدنبال این حادثه زیستی، مهمترین حادثه بعدی ظهور گونه *Micula murus* بعنوان شاخص زیستی تعیین مرز فوقانی زون CC25 با سن ماسترشتین پسین است.

از آنجائیکه گونه *Nephrolithus frequens* شاخص عرض-های جغرافیایی بالا بوده و در عرض‌های جغرافیایی پایین کمیاب است (Perch-Nielsen, 1985) لذا در بسیاری از مطالعات مربوط به عرض‌های جغرافیایی پایین از اولین حضور گونه *Micula murus* برای تعیین مرز فوقانی زون CC25 استفاده شده است. حوادث زیستی بعدی که در بخش فوقانی سازند گورپی مشاهده شد ثبت ظهور گونه *Micula prinsii* به عنوان شاخص زیستی تعیین مرز زیرزون‌های CC26a-b و سپس حضور فراوان گونه *Thoracosphaera operculata* در راس زون CC26 به سن اواخر ماسترشتین پسین است.

قابل ذکر است که در این قسمت با کاهش چشمگیر در فراوانی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه روبرو هستیم. متعاقباً به طرف بالای محدوده مورد بررسی، پیدایش گونه‌های جدید پالتوسن

Age	Itinigh (1977) modified by Perch-Nielsen (1985) (CC) Cretaceous, Martini (1971) (NP)	Burnett (1998) Cretaceous (C) Agnini et al. (2014) (CNP)	سنماری (1996) Kakhkhar section Irsh Zone	سنماری (1997) Sulfars section	Razmjooei et al. (2015) Fars Zone	Cham Ab section Ilam Province Senemari & Foroghi (2019)	Ilam Province Sheykh Maikan section Parandavar et al. (2013)	This work Ilam Province Mishkhas Section
Thanerian	NP9							
	NP8	D. moltradi	D. moltradi					
Selandian	NP7	D. moltradi						
	NP6	H. kaspelli	H. kaspelli					
Danian	NP5	F. gurganensis	F. gurganensis					
	NP4	E. maxillat	E. maxillat					
	NP3	O. dentatus	O. dentatus					
	NP2	O. dentatus	O. dentatus					
Maastrichtian	CC26	M. pruvoti	M. pruvoti					
	CC25	L. quadratus	L. quadratus					
	CC24	R. latus	R. latus					
	CC23	A. constrictus	A. constrictus					
	UC19 ^{TP}							
	UC20a ^{TP}							
Campionian	UC16	R. moltradi	R. moltradi					
	UC17 ^{TP}							

شکل ۳: چینه‌نگاری زیستی در بخش فوقانی سازند گورپی بر مبنای نانوفسیل های آهکی و موقعیت مرز آن با سازند پابده در برش جعفرآباد و مقایسه با برش های دیگر در پهنه زاگرس (خط قرمز) و زون های استاندارد جهانی.

تهران، ۴۰۱ صفحه.

ایزدی، م.، ۱۳۸۶. زیست‌چینه‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی سازند گورپی در بخش دره شهر، شمال تاقدیس کبیرکوه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مشهد فردوسی، ۱۲۸ صفحه.

بدری، ن.، کئی، ا. و اعتماد، م.، ۱۳۸۶. نانو‌استراتیگرافی سازند گورپی در کوه گچ (منطقه لاره)، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.

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

سنماری، س.، ۱۳۹۶. بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی سازند گورپی در برش کلچنار در شمال غرب ایذه، فصلنامه علوم زمین، ۲۶: ۲۸۷-۲۹۴.

سنماری، س.، ۱۳۹۷. بیواستراتیگرافی مرز مزوزوئیک-سنوزوئیک بر

در این مطالعه زیست‌زون‌های مذکور، قابل انطباق با زون‌های زیستی UC19^{TP}, UC20a^{TP}, UC20b-UC20c^{TP}, UC20d^{TP} ارائه شده توسط Burnett (1998) از کرتاسه فوقانی و همچنین زون‌های زیستی NP6, CNP7, CNP8 از زون‌بندی ارائه شده توسط Agnini et al. (2014) در پالئوسن است. بر اساس ارزش چینه‌شناسی زون‌های زیستی معرفی شده، سن بخش فوقانی رسوبات سازند گورپی در برش مورد بررسی ماسترشتین پسین تا سلان‌دین پسین است. در برش حاضر بدلیل فقدان نانوفسیل‌های آهکی و عدم ثبت زون‌های زیستی NP3 و NP2, NP1 مرز بین رسوبات کرتاسه تا پالئوژن دارای ناپیوستگی است.

منابع

آقاباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی،

- nannoplankton from the northwest Pacific Ocean, ODP Leg 198, Shatsky Rise. In: Bralower, T.J., Premoli Silva, I., Malone, M.J. (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, College Station, TX (Ocean Drilling Program), 198, 1–82.
- Burnett, J.A., 1998. Upper cretaceous. In: Bown P.R. (Ed.), *Calcareous nannofossil Biostratigraphy*. Chapman & Hall, London, 132–199.
- Cepek, P., Hay, W. W., 1969. Calcareous Nannoplankton and Biostratigraphic subdivision of the upper Cretaceous, Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., 19: 323–333.
- Foroughi, F., Aryanasab, M.R., 2018. Biostratigraphy and paleoecology of Calcareous nannofossils from upper Gurpi and base of Pabdeh formations in Kuh-e Gurpi anticline, Zagros Basin, SW of Iran for demonstration of Kp/g boundary. The 36th national and the 3th International Geosciences Congress, Tehran, Iran.
- Gardin, S., 2002. Late Maastrichtian to early Danian calcareous nannofossils at Elles (Northwest Tunisia. A tale of one million years across the K-T boundary.
- 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, 28–31.
- Martini, E., 1970. Standard Palaeogene calcareous nannoplankton zonatin. *Nature*, 1: 226–560.
- 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: 739–785.
- Mahanipour, A., Najafpour, A., 2016. Calcareous nannofossil assemblages of the Late Campanian- Early
- اساس نانوفسیل‌های آهکی در برش بوالفارس، جنوب غرب ایران، فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۱۲: ۹–۱.
- سنماری، س.، فضل‌ی، ل. و عمرانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی تطابق نانوپلانکتون‌های آهکی و روزنبرن پلانکتون سازند گورپی در خاور بهبهان، فصلنامه علوم زمین، ۷۵: ۱۱۹–۱۲۶.
- فریدونپور، م.، وزیری‌مقدم، ح.، غبیشاوی، ع.، طاهری، ع.، ۱۳۹۳. چینه‌نگاری سازندگورپی در برش تاقدیس کوه سیاه و مقایسه آن با برش‌های تنگ بوالفارس و تاقدیس آغار، مجله رخساره‌های رسوبی، ۷(۱): ۱۰۶–۸۳.
- هادوی، ف.، خسروتهرانی، خ. و سنماری، س.، ۱۳۸۶. زیست‌چینه‌شناسی سازند گورپی بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در شمال گچساران، فصلنامه علوم‌زمین، ۶۴: ۱۴–۲۳.
- همتی‌نسب، م.، قاسمی‌نژاد، ا.، درویش‌زاده، ب.، ۱۳۸۷. تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای فرامینیفرهای پلانکتونیک و بتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۴(۱): ۱۵۷–۱۷۳.
- Agnini, C., Fornaciari, E., Raffi, I., Catanzariti, R., Palike, H., Backman, J., Rio, D., 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy*, 7 (2): 131–181.
- Bernaola, G., Monechi, S., 2007. Calcareous nannofossil extinction and survivorship across the Cretaceous–Paleogene boundary at Walvis Ridge (ODP Hole 1262C, South Atlantic Ocean (Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 255: 132–156.
- Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K., 1985. *Plankton stratigraphy volume 1 Planktic foraminifera, Calcareous nannofossils and Calpionellids*, Cambridge University press, 599 p.
- Bown, P.R., Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.-R. (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 16–28.
- Bown, P. R., 1998. *Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy*; London; Chapman & Hall; 1–315 pp.
- Bown, P.R., 2005. Early to mid-Cretaceous calcareous

- Nielsen, K. (Eds.), *Plankton stratigraphy*. Cambridge University Press, 427–554.
- Razmjooei, M.J., Thibault, N., Kani, A., Dinares-Turel, J., Puceat, E., Shahriari, S., Radmacher, W., Jamali, A.M., Ullmann, C.V., Voigt, S., Cocquerez, T., 2018. Integrated bio- and carbon-isotope stratigraphy of the Upper Cretaceous Gurpi Formation (Iran): A new reference for the eastern Tethys and its implications for large-scale correlation of stage boundaries. *Cretaceous Research*, 91: 312–340.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the Northwestern Atlantic Ocean. Initial Rep. Deep Sea drill. Project, 44: 731–59.
- Romein, A.J.T., 1979. Lineages in Early Paleocene nannoplankton. *Utrecht Micropaleontology Bull.* 22: 18–22.
- Senemari, S., Foroghi, F., 2019. Calcareous nannofossils biostratigraphy of the Campanian-Danian interval, Gurpi Formation in the Zagros Basin, southwest Iran. *Geopersia*, DOI: 10.22059/GEOPE.2019.269957.648432.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton: *Geologie En Minjbouw*, 56: 37–65.
- Tantawy, A.A., 2003. Calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Cretaceous–Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt. *Marine Micropaleontology*, 47: 323–356.
- Varol, O., 1991. Paleocene calcareous nannofossil biostratigraphy. In: Crux J. A. van Heck S. E. (Eds.), *Nannofossils and their applications*. Chichester: Ellis Hoewood Limited, British Micropaleontological Society Series, 267–310.
- Maastrichtian form Gurpi Formation (Dezful embayment, SW Iran): Evidence of a climate cooling event. *Geopersia*, 6 (1): 129–148.
- Mohler, H.P., Hay, W.W., 1967. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene- Eocene correlations. *Journal Paleontology*, 41: 1505–41.
- Molina, E., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, J. A., Gallala, N., Hardenbol, J., von Salis, K., Steurbaut, E., Vandenberghe, N., Zaghbiturki, D., 2006. The Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, "Tertiary", Cenozoic) at El Kef, Tunisia: Original definition and revision. *Episodes*, 29 (4): 263–273.
- Motiei, H., 2003. *Stratigraphy of Zagros, Treatise on the geology of Iran*. Tehran, Iran, Geology Survey Press, 583 p.
- Najafpour, A., Mahanipour, A., Dastanpour, M., 2015. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Late Campanian-Early Maastrichtian sediments in southwest Iran. *Arabian Journal of Geoscience*, 8: 6037–6046.
- Okada, H., Bukry, D., 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, 5: 321–325.
- Perch-Nielsen, K., 1972. Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the north atlantic. Initial Report Deep Sea drilling Project, 12: 1003–69.
- Perch-Nielsen, K., 1985a. Mesozoic calcareous nannofossils; In: H.M. Bolli, J.B., Saunders, Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton stratigraphy*. Cambridge University Press, 329–426.
- Perch-Nielsen, K., 1985b. Cenozoic Calcareous Nannofossils; In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-