

زیست چینه نگاری سازند گورپی با تأکید بر نانوفسیل‌های آهکی در برش اوز، جنوب شرق شیراز

سعیده سنماری*

دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

*پست الکترونیک: senemari2004@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۷

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۱۴

چکیده

در مطالعه پیش رو ۹۵ متر از رسوبات سازند گورپی در برش شمال شهر اوز واقع در جنوب شرق شیراز از دیدگاه نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت. در این برش سازند گورپی از مارن، شیل و سنگ آهک رسی تشکیل شده است. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در این قسمت به تشخیص ۲۲ جنس و ۳۳ گونه منجر شد. براساس پراکندگی گونه‌های شاخص نانوفسیلی، بایوزون‌های *Calculites ovalis zone*، *Aspidolithus parvus zone*، *Tranolithus phacelosus* و *Reinhardtites levis zone*، *Quadrum trifidum zone*، *Quadrum sissinghii zone*، *Ceratolithoides aculeus zone* از زون‌بندی Sissingh (1977) تشخیص داده شدند که این بایوزون‌ها با بخش زیرین بایوزون NC18 تا بخش زیرین بایوزون NC21 از زون‌بندی Roth (1978) و بایوزون‌های UC14 تا UC18 از زون‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارند. بر اساس بایوزون‌های به دست آمده بازه زمانی سازند گورپی در این برش از کامپانین پیشین تا اواخر مایستریستین پیشین است. مطالعه در برش اوز نشان می‌دهد که نهشته‌های سازند گورپی با کاهش عمق حوضه رسوبی در اواخر مایستریستین پیشین، به صورت همشیب و ناگهانی به سنگ آهک‌های سازند تاربور ختم می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: بایوزون؛ گورپی؛ زیست چینه نگاری؛ فارس؛ نانوفسیل آهکی.

مقدمه

با ضخامت‌های متفاوت نهشته شده‌اند (Motiei, 2003). در این حوضه رسوبی، وجود سنگ منشأهای متعدد، سنگ مخزن‌های تراوا و پوش سنگ‌های مناسب شرایط منحصر به فردی را برای تولید و انباشت هیدروکربن فراهم کرده است به طوری که این حوضه از نفت خیزترین حوضه‌های رسوبی محسوب می‌شود. از مهم‌ترین توالی‌های رسوبی موجود در این ساختار رسوبی، رسوبات متعلق به سازند گورپی واقع در پهنه فارس است. برش الگوی سازند گورپی در تنگ پابده واقع در جنوب باختر دامنه کوه پابده با ترکیب سنگ شناسی مارن، شیل و سنگ آهک مارنی است (آقنابتی، ۱۳۸۵). تاکنون مطالعات فراوانی بر روی

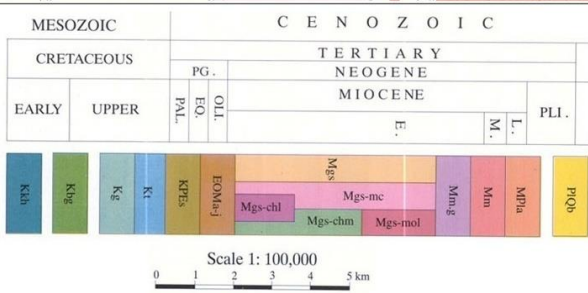
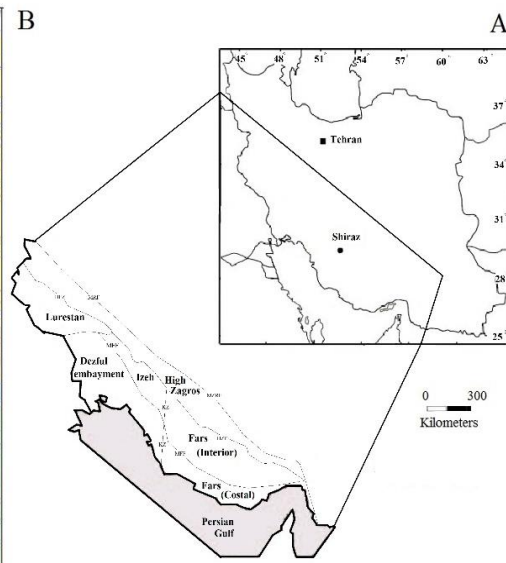
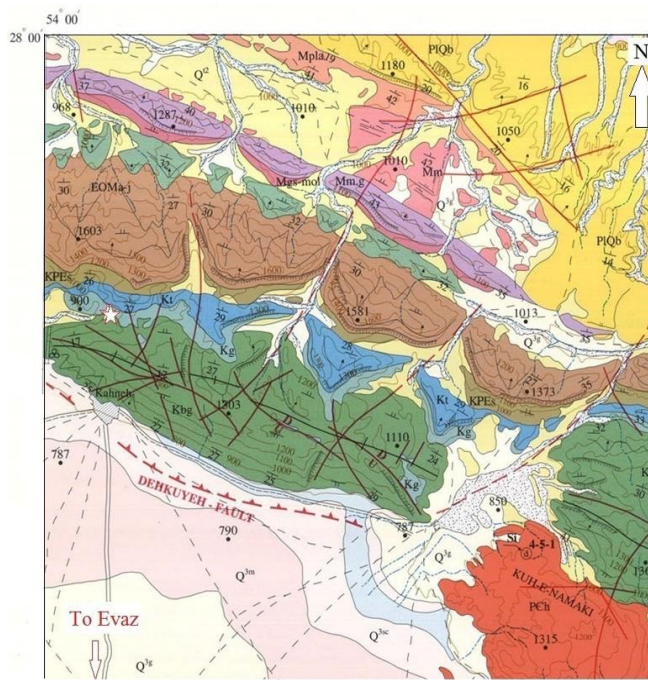
کمرند چین خورده - رورانده زاگرس با روند شمال غرب - جنوب شرق، بخشی از رشته کوه آلپ - هیمالیا محسوب می‌شود. این رشته کوه محصول جدایش ایران از سرزمین گندوانا و سپس فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر خردقاره ایران مرکزی است که در نتیجه آن برخورد بین صفحات عربستان و ایران صورت گرفت و این کمرند تشکیل شد (Alavi, 2007). حوضه رسوبی زاگرس به دلیل تفاوت‌های ساختاری و زمین‌شناسی موجود به زیر پهنه‌های مختلفی نظیر فارس، ایذه، لرستان و فروافتادگی دزفول تقسیم می‌شود. در هر یک از این پهنه‌ها، رسوبات سازندهای دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک

و شیل تشکیل شده است. ردیف رسوبات سازند گورپی با مرز تدریجی بر روی رخساره آهکی سازند ایلام قرار داشته و به صورت همشیب و ناگهانی به رسوبات آهکی سازند تارپور می‌رسد.

موقعیت جغرافیایی

مختصات جغرافیایی قاعده برش، ۳۴° ۲۷' عرض شمالی ۵۳° ۵۴' طول شرقی می‌باشد. این برش در ۳۳۵ کیلومتری جنوب شرق شیراز، در ۴۰ کیلومتری شمال غرب لار از بخش‌های لارستان قرار دارد. جهت دستیابی به این برش می‌توان در مسیر جنوب شرق جاده شیراز به شهرستان اوز رسید. برش مورد مطالعه در ۱۶ کیلومتری شمال شهر اوز فارس، در شمال روستای کهنه قرار دارد (شکل ۱).

سازند گورپی در مکان‌های مختلف انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات انجام شده توسط James & Wynd (1965)، صالحی (۱۳۸۰)، Vaziri-Moghaddam (2002)، حسینی فالجی (۱۳۸۵)، هادوی و رسا ایزدی (۱۳۸۷)، همتی نسب (۱۳۸۷)، هادوی و شکری (۱۳۸۸)، سنماری و همکاران (۱۳۸۹)، Bahrami & Parvanehnezhad Shirazi (2010)، رضائیان Beiranvand & Beiranvand *et al.* (۱۳۹۰)، (2013) Ghasemi-Nejad، فریدونپور و همکاران (۱۳۹۳) و Mahanipour & Najafpour (2016) که در زمینه‌های مختلفی صورت گرفته اشاره کرد. پژوهش حاضر از جمله اولین مطالعات انجام شده بر روی نهشته‌های سازند گورپی، واقع در برش شمال اوز در جنوب شرق شیراز است که به منظور بایوزوناسیون و تعیین سن نسبی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی مورد مطالعه قرار گرفته است. این برش از نظر سنگ شناسی از مارن، سنگ آهک رسی



Legend
 MRF: Main Recent Fault
 MZRF: Main Zagros Reverse Fault
 HZF: High Zagros Fault
 MFF: Mountain Front Fault
 BF: Balrud Fault
 KZ: Kazerun Fault
 Study area

شکل ۱: نقشه ایران و پهنه‌های زون زاگرس برگرفته شده با کمی تغییرات از فریدونپور و همکاران (۱۳۹۳) (B) موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه در شمال اوز، شمال روستای کهنه (موقعیت با ستاره مشخص شده است) و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

روش مطالعه

در این تحقیق برای انجام مطالعات زیست چینه نگاری، نمونه‌برداری از ۹۵ متر توالی رسوبی سازند گورپی به همراه برداشت از بخش بالایی سنگ آهک سازند ایلام و بخش زیرین سازند تارپور جهت مشخص نمودن وضعیت مرزهای زیرین و بالایی سازند گورپی در فواصل حدود ۱ تا ۳ متری و از عمق حدود ۳۰ سانتی‌متری انجام گرفت. در آزمایشگاه از نمونه‌ها، با روش‌های ثقلی و اسمیراسلاید تهیه شد (Bown & Young, 1998). این اسلایدها توسط میکروسکپ پلاریزان با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ مورد مطالعه قرار گرفتند. برای مطالعات تاکسونومی، شناسایی گونه‌ها و بایوزوناسیون از (Nielsen-Perch, 1985)، (Bown, 1998) و (Burnett, 1998) استفاده شده است.

زیست چینه‌نگاری در برش شمال اوز

نانوپلانتکتون‌های آهکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان محیط‌های اقیانوسی متعلق به دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک هستند. رسوبات حاوی اجزای نانوفسیل‌های آهکی در انواع محیط‌های اقیانوسی یافت می‌شوند. فراوانی، محدوده سنی کوتاه و گسترش جغرافیایی وسیع، آن‌ها را به عنوان شاخصی مهم در مطالعات زیست چینه نگاری مطرح می‌سازد (برای مثال: Manivit, 1971؛ Thierstein, 1976؛ Sissingh, 1977؛ Roth, 1978؛ Perch-Nielsen, 1985؛ Bralower et al., 1995؛ Bornemann et al., 2002؛ Lees, 2002؛ Burnett, 1998؛ Watkins & Self-Trail, 2005؛ Bralower, 2005؛ Gradstein et al., 2012؛ Villa et al., 2008). تمامی الگوهای زیست چینه نگاری بر اساس روند تکاملی گونه‌های شاخص ارائه شده است. در این پژوهش، بایوزوناسیون مطالعه شده در برش شمال اوز با بایوزوناسیون (Sissingh, 1977)، (Roth, 1978) و (Burnett, 1998) مطابقت داده شده است.

در این پژوهش ضمن شناسایی نانوفسیل‌های آهکی موجود در ردیف رسوبات مورد مطالعه، ضمن تشخیص ۳۳ گونه (پلیت ۱)، بایوزون‌های *Aspidolithus parvus parvus* Zone تا *Reinhardtites levis* Zone بر اساس الگوی بایوزوناسیون (Sissingh, 1977)، بخش زیرین بایوزون NC18 تا بخش زیرین بایوزون NC21 از بایوزوناسیون (Roth, 1978) و بایوزون UC14 تا UC18 از بایوزوناسیون (Burnett, 1998) شناسایی شدند. اختصارات به کاربرده شده در این مطالعه *Coccolith* Cretaceous (CC)، Upper Cretaceous (UC)، *Nannofossils Cretaceous* (NC)، اولین حضور (First Occurrence = FO) و آخرین حضور (Last Occurrence = LO) می‌باشند. به منظور شناسایی گونه‌ها و انجام مطالعه زیست چینه نگاری، از (Perch-Nielsen, 1985) استفاده شد. با استفاده از گونه‌های شناسایی شده، نمودار زیست چینه نگاری تهیه و در نهایت با بایوزوناسیون‌های استاندارد جهانی مقایسه گردید (شکل ۲). بر این اساس، بایوزون‌های تشخیص داده شده در سازند گورپی در برش شمال اوز به شرح زیر است:

Aspidolithus parvus parvus Zone

در برش شمال اوز، اولین ظهور گونه *Aspidolithus parvus* و آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* بیانگر تعریف این بایوزون است. بایوزون CC18 با بایوزون UC14 از بایوزوناسیون (Burnett, 1998) و با بخش زیرین بایوزون NC18 از بایوزوناسیون (Roth, 1978) مطابقت دارد. شاخص شروع این بایوزون در بایوزوناسیون‌های (Burnett, 1998) و (Roth, 1978) یکسان است. گونه *Aspidolithus parvus* در تمامی نمونه‌های برداشت شده از قاعده سازند گورپی مشاهده شد. همچنین آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* در ۸ متری قاعده سازند گورپی مشاهده گردید. بنابراین ضخامت این بایوزون ۸ متر است.

Lucianorhabdus Lithraphidites carniolensis
Micula Microrhabdulus decorates cayeuxii
Quadrum Micula stramatopora decussate
Reinhardtites Reinhardtites anthophorus gothicum
Tranolithus Rhagodiscus angustus levis
Watznaueria Watznaueria barnesiae phacelosus
 و *Watznaueria barnesiae phacelosus* و *Watznaueria biporta* هستند.

Quadrum sissinghii Zone

شناسایی این بایوزون در برش مورد مطالعه بر اساس ظهور گونه *Quadrum sissinghii* (*Uniplanariu sissinghii*) تا ظهور گونه *Quadrum trifidum* صورت گرفته است. بایوزون CC21 با زیرزون UC15c^{TP} از بایوزوناسیون Burnett (1998) و بخش بالایی بایوزون NC19 از بایوزوناسیون Roth (1978) مطابقت دارد. سن این بایوزون اواخر کامپانین پیشین - ابتدای کامپانین پسین است. Sissingh (1977) بایوزون مذکور را بر اساس بازه زمانی ظهور و انقراض گونه *Ceratolithoides arcuatus* به سه بخش a تا c تقسیم کرد. در این مطالعه نیز گونه مذکور شناسایی و فقط دو بخش a و b بر اساس آن تعیین گردید. بخش c که در حدفاصل آخرین حضور گونه *Ceratolithoides arcuatus* تا اولین ظهور گونه *Quadrum trifidum* قرار دارد، به دلیل عدم برداشت نمونه از این فاصله تعیین نگردید. ضخامت این بایوزون ۱۰ متر است. برخی از نانوفسیل‌های همراه شناسایی شده در این محدوده شامل *Arkhangelskiella*، *Aspidolithus parvus parvus cymbiformis*، *Calculites Aspidolithus parvus constrictus*، *Ceratolithoides Ceratolithoides aculeus obscurus*، *Chiastozygus Ceratolithoides verbeekii arcuatus*، *Eiffellithus Eiffellithus eximius platyrhethus*، *Lithraphidites Eiffellithus turriseiffelii gorkae*

مرز بین بایوزون‌های UC14 و UC15a^{TP} یعنی گونه *Misceomarginatus pleniporus* شناسایی نشد. بنابراین مرز بایوزون‌های UC14 و UC15a^{TP} از بایوزوناسیون Burnett (1998) قابل تفکیک نمی‌باشد. ضخامت این بایوزون ۶ متر و سن آن اواخر کامپانین پیشین است. مهم‌ترین گونه‌های همراه شناسایی شده در این بایوزون شامل *Aspidolithus parvus*، *Calculites Aspidolithus parvus parvus constrictus*، *Ceratolithoides Calculites ovalis obscurus*، *Eiffellithus Chiastozygus platyrhethus verbeekii*، *Eiffellithus Eiffellithus gorkae eximius*، *Lithraphidites carniolensis turriseiffelii*، *Microrhabdulus Lucianorhabdus cayeuxii*، *Micula decussate Micula concave decorates*، *Rhagodiscus angustus Reinhardtites levis* و *Watznaueria barnesiae Tranolithus phacelosus* و *Watznaueria biporta* هستند.

Ceratolithoides aculeus Zone

این بایوزون در برش مورد مطالعه از ظهور گونه *Ceratolithoides aculeus* تا ظهور گونه *Uniplanariu sissinghii* تعیین می‌شود. بایوزون CC20 با زیرزون UC15b^{TP} از بایوزوناسیون Burnett (1998) و بایوزون NC19 از بایوزوناسیون Roth (1978) مطابقت دارد. سن این بایوزون، اواخر کامپانین پیشین و ضخامت آن ۱۳ متر است. تجمعات فسیلی همراه در این بایوزون مشتمل بر *Aspidolithus parvus Arkhangelskiella cymbiformis*، *Aspidolithus parvus constrictus parvus*، *Calculites obscurus Braarudosphaera biglowii*، *Ceratolithoides aculeus Ceratolithoides verbeekii*، *Eiffellithus gorkae Chiastozygus platyrhethus*، *Eiffellithus turriseiffelii Eiffellithus eximius*

Watznaueria *Tranolithus phacelosus decorus*
barnesiae و *Watznaueria biporta* است.

***Tranolithus phacelosus* Zone**

محدوده این بایوزون در برش مورد مطالعه از آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* تا آخرین حضور گونه *Tranolithus orionatus* (*Tranolithus phacelosus*) ادامه دارد. آخرین حضور گونه *Aspidolithus parvus constrictus* در بایوزون CC23 سبب تقسیم این بایوزون می‌شود (Sissingh, 1977). این بایوزون با بخش بالایی بایوزون NC20 و بایوزون‌های UC16-UC17 مطابقت دارد. در این مطالعه بایوزون UC16 براساس آخرین حضور گونه *Aspidolithus Eiffellithus eximius* تا آخرین حضور گونه *Aspidolithus parvus constrictus* براساس آخرین حضور گونه‌های *Tranolithus* و *Quadrum trifidum* حضور گونه‌های *orionatus* شناسایی شد. سن این بایوزون اواخر کامپانین پسین - مایستریشتین پیشین است. ضخامت این بایوزون ۱۸ متر است. مهم‌ترین فسیل‌های همراه در این بایوزون گونه‌های *Aspidolithus parvus*، *Arkhangelskiella cymbiformis*، *Calculites*، *Braarudosphaera biglowii*، *constrictus*، *Chiastozygus*، *Ceratolithoides aculeus obscurus*، *Eiffellithus*، *Eiffellithus gorkae*، *platyrhethus*، *Lithraphidites*، *Eiffellithus eximius turriseiffelii*، *Lucianorhabdus*، *cayeuxii*، *carniolensis*، *Micula concava*، *Microrhabdulus decorates*، *Quadrum*، *Micula stramatopora*، *Micula decussate*، *Quadrum trifidum*، *Quadrum sissinghii*، *gothicum*، *Rhagodiscus*، *angustus*، *Reinhardtites*، *levis*، *Tranolithus*، *Tetrapedorhabdus*، *decorus*

Lucianorhabdus، *cayeuxii*، *carniolensis*، *Micula*، *Micula concave*، *Microrhabdulus decorates*، *Quadrum*، *Micula stramatopora decussata*، *Reinhardtites levis*، *Quadrum sissinghii*، *gothicum*، *Tranolithus phacelosus*، *Rhagodiscus angustus*، *Watznaueria biporta* و *Watznaueria barnesiae* هستند.

***Quadrum trifidum* Zone**

محدوده این بایوزون در برش مورد مطالعه بر اساس حوادث زیستی اولین حضور گونه *Quadrum trifidum* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* تعیین می‌شود. بایوزون CC22 با زیرزون‌های UC15d^{TP} و UC15e^{TP} از بایوزون‌های *Burnett* (1998) و بخش زیرین بایوزون NC20 از بایوزون‌های *Roth* (1978) مطابقت دارد. با توجه به نبود گونه *Eiffellithus parallelus* در این بایوزون، امکان تفکیک زیرزون‌های UC20d^{TP} و UC20e^{TP} وجود ندارد. بنابراین تفکیک مرز بایوزون‌های مذکور از بایوزون‌های *Burnett* (1998) انجام نشد. سن این بایوزون اواخر کامپانین پسین، ضخامت آن ۲۴ متر و مهم‌ترین تجمعات فسیلی همراه آن شامل گونه‌های *Arkhangelskiella cymbiformis*، *Calculites*، *Aspidolithus parvus constrictus*، *Chiastozygus*، *Ceratolithoides aculeus obscurus*، *Eiffellithus*، *Eiffellithus gorkae*، *platyrhethus*، *Lithastrinus grillii*، *Eiffellithus eximius turriseiffelii*، *Lucianorhabdus*، *Lithraphidites carniolensis*، *Micula*، *Microrhabdulus decorates*، *cayeuxii*، *Micula stramatopora*، *Micula decussate*، *concave*، *Quadrum*، *Quadrum gothicum*، *Quadrum sissinghii*، *Reinhardtites*، *Reinhardtites anthophorus*، *trifidum*، *Tetrapedorhabdus*، *Rhagodiscus angustus*، *levis*

در تشخیص شرایط دمایی و تعیین میزان اکسیژن و مواد غذایی در دسترس در آب‌های سطحی گذشته (تعیین شرایط الیگوتروفیک و یوتروفیک) مفید هستند (Mutterlose et al., 2005؛ Linnert & Mutterlose, 2009؛ Linnert et al., 2011). در یک حوضه رسوبی عواملی که فعالیت‌های حیاتی سلول کوکولیتوفر را کنترل می‌کند متنوع بوده و شامل درجه حرارت، عمق، نور و میزان مواد غذایی است (Herrle, 2003؛ Mutterlose et al., 2004؛ Campbell et al., 2004؛ Linnert et al., 2005؛ Shamrock & Watkins, 2009؛ Linnert et al., 2011). در برش مورد مطالعه حضور فراوان گونه‌های مختلف مانند *Ceratolithoides aculeus*، *Lithraphidites carniolensis*، *quadratus*، *Lithraphidites microrhabdulus*، *Lucianorhabdus cayeuxii*، *Quadrum sissinghii*، *Micula decussate decorates* و *Rhagodiscus angustus*، *Quadrum trifidum* و *Watznaueria barnesiae* که شاخص دمای بالا می‌باشند، بیانگر شرایط آب و هوایی گرم در عرض‌های جغرافیایی پایین در حوضه مورد مطالعه است (Thierstein, 1976, 1981؛ Watkins et al., 1992؛ Perch-Nielsen, 1985؛ Friedrich 1996؛ Huber et al., 2002؛ Tantawy, 2002؛ Meier, 2006). در این پژوهش بر اساس ترجیح بوم‌شناسی گونه‌های نانوفسیلی و با توجه به نتایج دیرینه بوم‌شناسی به دست آمده از گزارش‌های پیشین، تفسیر مختصری برای شرایط حوضه رسوبی مورد مطالعه ارائه شده است. به عنوان مثال Thierstein (1976) در مطالعات خود نشان داده است تغییرات فراوانی گونه *Micula decussata* با عمق نسبت مستقیم دارد. در این مطالعه نیز تغییرات حضور گونه *Micula decussata* که معرف عمق حوضه می‌باشد مورد بررسی قرار گرفته است. در بررسی بایوزون‌های سازند گورپی، فراوانی این گونه در بخش‌های میانی سازند یعنی بایوزون‌های CC20-CC23 از فراوانی بیشتری برخوردار بوده، اما در قاعده

Watznaueria و *Watznaueria barnesiae* *phacelosus* *biporta* هستند.

Reinhardtites levis Zone

بایوزون CC24 محدوده آخرین حضور گونه *Tranolithus* *orionatus* *phacelosus* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* را در برمی‌گیرد. این بایوزون با بایوزون UC18 از بایوزوناسیون Burnett (1998) و با بخش زیرین بایوزون NC21 از بایوزوناسیون Roth (1978) مطابقت دارد. شاخص‌های بایوزونی برای بایوزوناسیون‌های Roth (1978)، Burnett (1998) و Sissingh (1977) در این بایوزون مشترک است. محدوده سنی این بایوزون اواخر مایستریشتین پیشین و ضخامت آن ۱۶ متر است. مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده شامل *Arkhangelskiella Calculites*، *Braarudosphaera biglowii*، *cymbiformis*، *Eiffellithus*، *Ceratolithoides aculeus*، *obscurus*، *Lithraphidites carniolensis*، *turriseiffelii*، *Microrhabdulus Lucianorhabdus*، *cayeuxii*، *Micula decussate*، *Micula concave*، *decorates*، *Reinhardtites levis*، *Prediscosphaera cretacea* و *Watznaueria barnesiae*، *Rhagodiscus angustus* می‌باشند.

بنابراین بر اساس بایوزون‌های شناسایی شده، بازه زمانی کامپانین پیشین - اواخر مایستریشتین پیشین برای توالی برش اوز واقع در جنوب شرق شیراز پیشنهاد می‌گردد.

بررسی اجتماعات نانوفسیل‌های آهکی در حوضه رسوبی متعلق به برش اوز

نانوفسیل‌های آهکی شاخص‌های مناسب و دقیق برای درک شرایط دیرینه بوم‌شناسی در بازه‌های زمانی مختلف دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک به ویژه در کرتاسه بوده و

گونه *Rhagodiscus angustus* به عنوان شاخصی دیگر برای آب‌های سطحی گرم در حوضه رسوبی به شمار می‌رود (Herrle et al., 1989؛ Mutterlose, 1989؛ Bralower, 1988) (2003). در مقابل، حضور گونه *Tranolithus orionatus* به عنوان گونه شاخص آب‌های سرد در توالی مورد مطالعه، نادر است. فراوانی این گونه توسط دمای آب‌های سطحی کنترل می‌شود و در آب‌های سرد فراوان‌تر است (Lees, 2002؛ Herrle et al., 2003). از سوی دیگر جنس‌های *Tranolithus orionatus* و *Aspidolithus* که تمایل بیشتری به شرایط مزوتروفیک و یوتروفیک دارند (Linnert et al., 2010؛ Linnert & Mutterlose, 2008) در طول توالی با کاهش فراوانی واضحی روبرو هستند. یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر فراوانی نانوفسیل‌ها، عامل حفظ‌شدگی است (Williams & Bralower, 1995)؛ همچنین فراوانی آن‌ها کم می‌شود. با توجه به فراوانی گونه‌هایی نظیر *Calculites obscurus*، *Quadrum sissinghii* و *Quadrum trifidum* با ناحیه مرکزی مشخص و حفظ‌شدگی خوب می‌توان بیان کرد که به احتمال زیاد شرایط مناسبی از نظر نبود عوامل انحلالی در حوضه رسوبی مورد نظر حاکم بوده است.

نتیجه‌گیری

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در برش مورد مطالعه به شناسایی ۳۳ گونه متعلق به ۲۲ جنس از نانوفسیل‌های آهکی با حفظ‌شدگی خوب منجر گردید. بر اساس این مطالعه، حادثه زیستی ظهور گونه *Aspidolithus parvus* و سپس آخرین حضور گونه

و بخش انتهایی سازند گورپی از فراوانی این گونه به طور چشمگیری کاسته می‌شود. بنابراین شاید کاهش فراوانی گونه‌هایی نظیر گونه *Micula decussata* در بخش بالایی سازند گورپی به دلیل کاهش عمق حوضه رسوبی در زمان مایستریشتین (اواخر مایستریشتین پیشین) نسبت به زمان کامپانین باشد. علاوه بر این بررسی هولوکوکولیت‌هایی نظیر گونه‌های *Calculites obscurus* و *Lucianorhabdus cayeuxii* در برش مورد مطالعه نشان می‌دهد که فراوانی این گونه‌ها در بخش‌های ابتدایی و انتهایی سازند گورپی بیشتر است. گونه‌های مذکور بیانگر محیط‌های حاشیه‌ای و کم‌عمق ساحلی بوده و در این محیط‌ها از فراوانی بالایی برخوردار هستند (Perch-Nielsen, 1985). مطالعه گونه‌های پنتالییتی مانند *Braarudosphaera biglowii* در برش مورد مطالعه نیز نشان می‌دهد که بخش زیرین و بالایی برش اوز در شرایط کم‌عمق نهشته شده است (Roth & Krumbach, 1986). در مقابل، حضور نسبتاً فراوان گونه‌هایی مانند *Eiffellithus eximius* در بایوزون‌های CC19 تا CC22 بیانگر وجود شرایط اقیانوسی است. از سوی دیگر، حضور نسبتاً بالای گونه‌های متعلق به جنس *Watznaueria* (نظیر *Watznaueria barnesiae*) در نمونه‌هایی با حفظ‌شدگی خوب، بیانگر آب‌های سطحی گرم و شرایط الیگوتروفیک (William & Erba, 2004؛ Kessels et al., 2003؛ Bralower, 1995؛ Linnert & Hardas et al., 2008؛ Tremolada et al., 2006؛ et al., 2010) در حوضه رسوبی مورد نظر است. علاوه بر این حضور گونه‌های *Eiffellithus turriseiffelii* و *Microrhabdulus decorates* در برش اوز، می‌تواند بیانگر آب‌های الیگوتروفیک با نرخ کم مواد غذایی باشد (Mutterlose et al., 2002؛ Bralower, 2002)؛ Linnert & Thibault & Gardin, 2007؛ 2005؛ Mutterlose, 2009؛ Thibault & Gardin, 2010؛ Linnert et al., 2011). حضور و فراوانی جنس *Rhagodiscus* (مانند

تعیین شد. همچنین حضور گونه‌های حساس به همراه گونه‌های مقاوم گویای آن است که عوامل انحلال و دیازنز یا در حوضه رسوبی وجود نداشته و یا این که تأثیر آن بسیار اندک بوده است. با توجه به مطالعات صورت گرفته بر روی نانوفسیل‌های آهکی، وجود تجمعات فسیلی معرف آب و هوای گرم و شاخص عرض‌های جغرافیایی پایین مؤید قرار گرفتن برش مورد مطالعه در عرض‌های جغرافیایی پایین با شرایط حاکم آب و هوایی گرم می‌باشد.

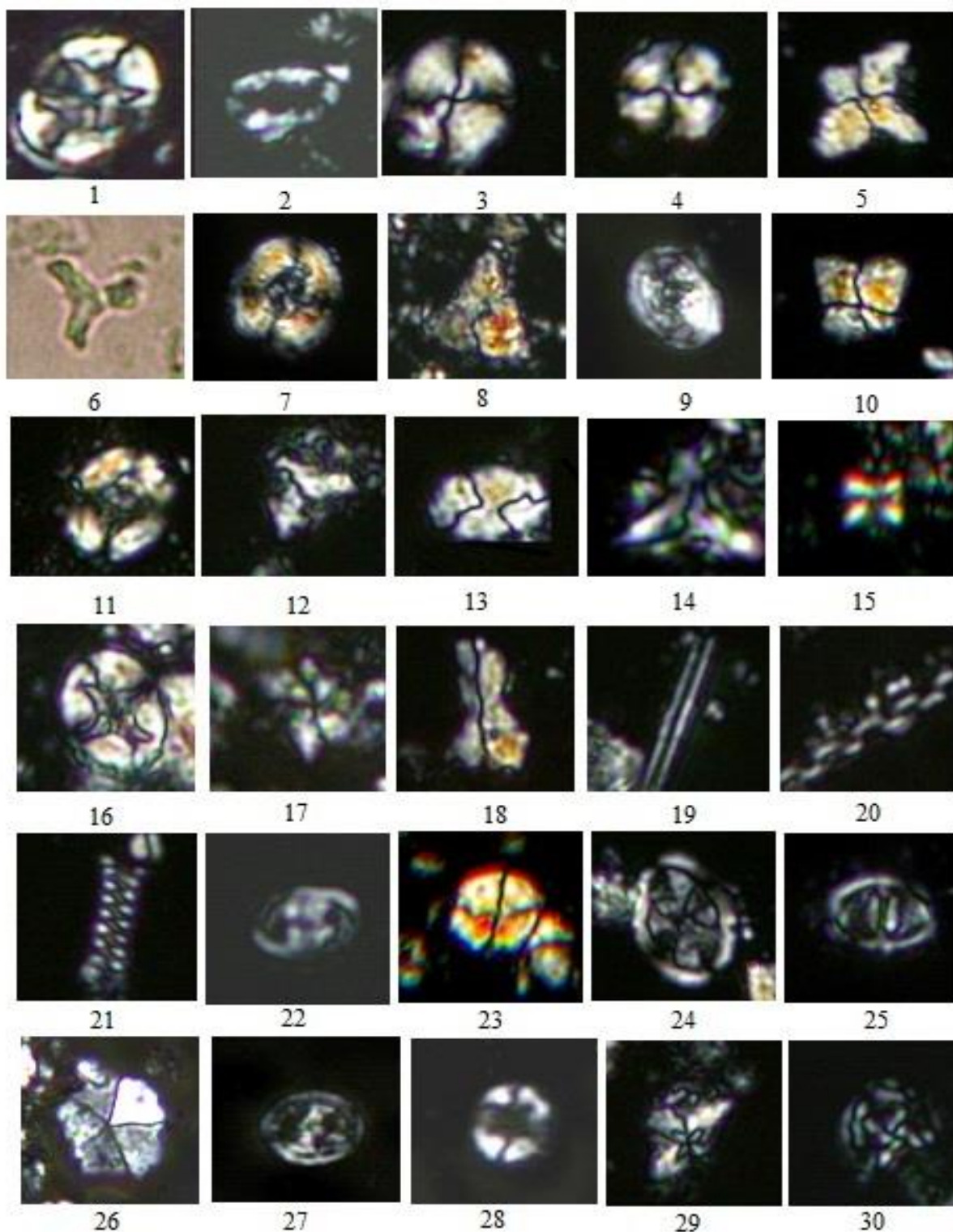
Marthasterites furcatus بیانگر سن کامپانین پیشین در شروع سازند گورپی و همچنین آخرین حضور گونه *Tranolithus orionatus* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* بیانگر بازه زمانی بخش بالایی سازند گورپی با سن اواخر مایستریشتین پیشین است. بنابراین بر اساس گونه‌های شاخص شناسایی شده در توالی رسوبی، بایوزون‌های *Aspidolithus parvus zone* تا *parvus zone* (*Reinhardtites levis* (CC18-CC24)) که با بایوزون‌های NC18-NC21 و نیز UC18-UC14 مطابقت دارد،

Plate 1

All figures magnification of $\times 2000 - 2500$.

- 1) *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965, (XPL);
- 2) *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971, (XPL);
- 3) *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968, (XPL);
- 4) *Watznaueria biporta* Bukry, 1969, (XPL);
- 5) *Quadrum sissinghii* Perch-Nielsen (1984b), (XPL);
- 6) *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflander and Fert, 1954) Deflander, 1959, (PPL);
- 7) *Aspidolithus parvus constrictus* (Hattner et al., 1980) Perch-Nielsen (1984a), (XPL);
- 8) *Quadrum trifidum* (Stradner) Prins & Perch-Nielsen 1977, (XPL);
- 9) *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977, (XPL);
- 10) *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al. (1977);
- 11) *Aspidolithus parvus parvus* (Stradner, 1963) Noel (1969);
- 12) *Ceratolithoides arcuatus* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977, (XPL);
- 13) *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh (1977), (XPL);
- 14) *Ceratolithoides verbeekii* Perch-Nielsen, 1979, (XPL);
- 15) *Micula decussata* Vekshina (1959), (XPL);
- 16) *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968, (XPL);
- 17) *Lithastrinus grillii* Stradner, 1962, (XPL);
- 18) *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959, (XPL);
- 19) *Lithraphidites carniolensis* Deflander, 1963, (XPL);
- 20) *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959, (XPL);
- 21) *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Wind & Wise in Wise & Wind (1977), (XPL);
- 22) *Tranolithus phacelosus* Stover, 1966, (XPL);
- 23) *Calculites ovalis* (Stradner, 1963) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977, (XPL);
- 24) *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959, (XPL);
- 25) *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Burnett in Gale et al., 1996, (XPL);
- 26) *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre 1947, (XPL);
- 27) *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen (1968), (XPL);
- 28) *Eiffellithus gorkae* Reinhardt, 1965, (XPL);
- 29) *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963, (XPL) and
- 30) *Prediscospheara cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner (1968), (XPL).

Plate 1



منابع

- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- حسینی فالچی، ب.، ۱۳۸۵. لیتواستراتیگرافی و ناواستراتیگرافی سازند گورپی در تاقدیس کوه منگشت و برش تاقدیس کمستان (منطقه ایذه). پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۴ ص.
- رضائیان، ه.، ۱۳۹۰. زیست چینه نگاری سازندهای ایلام و گورپی در شرق شهرستان رامهرمز، برش تنگ بوالفارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۱۰ ص.
- سنماری، س.، فضل‌ی، ل.، عمرانی، م.، ۱۳۸۹. بررسی تطابق نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌داران پلانکتون سازند گورپی در خاور بهبهان، علوم زمین، ۷۵: ۱۱۹-۱۲۶.
- صالحی، ف.، ۱۳۸۰. بایواستراتیگرافی سازند گورپی در برش الگو با استفاده از نانوفسیل‌های آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۸ ص.
- فریدونپور، م.، وزیری مقدم، ح.، غیبشاهی، ع.، طاهری، ع.، ۱۳۹۳. چینه نگاری سازند گورپی در برش تاقدیس کوه سیاه و مقایسه آن با برش‌های تنگ بوالفارس و تاقدیس آغار. رخساره‌های رسوبی، ۷(۱): ۸۳-۱۰۶.
- هادوی، ف.، رسالیزدی، م.، ۱۳۸۷. ناواستراتیگرافی سازند گورپی در برش دره شهر (جنوب شرق ایلام). فصلنامه زمین شناسی کاربردی، ۴: ۲۹۹-۳۰۸.
- هادوی، ف.، شکری، ن.، ۱۳۸۸. ناواستراتیگرافی سازند گورپی در جنوب ایلام (برش کاور). رخساره‌های رسوبی، ۲(۲): ۲۱۷-۲۲۵.
- همتی نسب، م.، قاسمی نژاد، ا.، درویش زاده، ب.، ۱۳۸۷. تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای روزن‌داران پلانکتون و بنتیک. مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۴(۱): ۱۵۷-۱۷۳.
- Alavi, M., 2007. Structures of the Zagros Fold-Thrust belt in Iran. *American Journal of Sciences*, 307: 1064-1095.
- Bahrami, M., & Parvanehnezhad Shirazi, M., 2010. Microfacies and sedimentary environments of Gurpi and Pabdeh Formations and the type of Mesozoic-Cenozoic boundary in Fars province, Iran. *Journal of Applied Geology*, 5 (4): 330-335.
- Beiranvand, B., Ghasemi-Nejad, E., & Kamali, M.R., 2013. Palynomorphs response to sea-level fluctuations: a case study from Late Cretaceous-Paleocene, Gurpi Formation, SW Iran. *Journal of Geopersia*, 3 (1): 11-24.
- Beiranvand, B., & Ghasemi-Nejad, E., 2013. High resolution planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Gurpi Formation, K/Pg boundary of the Izeh Zone, SW Iran. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16 (1): 5-26.
- Bornemann, A., Aschwer, U., & Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 199: 187-228.
- Bown, P. R., (ed.), 1998. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. *Chapman and Hall*, London, 315 p.
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. *Chapman and Hall*, London, 16- 28.
- Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R., (ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropalaeontological Society Publication Series, *Chapman and Hall*, London, 132-165.

- Bralower, T.J., 1988. Calcareous nannofossil biostratigraphy and assemblages of the Cenomanian-Turonian boundary interval: implications for the origin and timing of oceanic anoxia. *Paleoceanography*, 3: 275-316.
- Bralower, T.J., Leckie, R.M., Sliter, W.V., & Thierstein, H.R., 1995. An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. *In: Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M.P., & Hardenbol, J., (eds.), Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. SEPM special publication*, 54: 65-79.
- Bralower, T.J., 2002. Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddell Sea. *Paleoceanography*, 17 (2):1-13.
- 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, I., & Malone, M.J., (eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results*, 198: 1-15 .
- Campbell, R.J., Howe, R.W., & Rexilius, J.P., 2004. Middle Campanian-lowermost Maastrichtian nannofossil and foraminiferal biostratigraphy of the northwestern Australian margin. *Cretaceous Research*, 25: 827-864.
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, 52: 85-106.
- Friedrich, O., & Meier, S., 2006. Suitability of stable oxygen and carbon isotopes of calcareous dinoflagellate cysts for paleoclimatic studies: Evidence from the Campanian-Maastrichtian cooling phase. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 239: 456-469.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., & Ogg, G.M., (eds.), 2012. The Geological Time Scale 2012, *Amsterdam, Elsevier*, 2: 1144 p.
- Hardas, P., Mutterlose, J., Friedrich, O., & Erbacher, J., 2008. A major biotic event in the middle Cenomanian equatorial Atlantic. *In: Hardas, P., (ed.), The response of calcareous nannofossils to Oceanic Anoxic Event 2 and the Middle Cenomanian Event in the tropical Atlantic. Biostratigraphy and palaeoceanographic implications*, 84-129.
- Herrle, J.O., 2003. Reconstructing nutricline dynamics of mid-Cretaceous oceans evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology*, 47: 307-321.
- Huber, B.T., Norris, R.D., & MacLeod, K.G., 2002. Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous. *Geology*, 30: 123-126.
- James, G.A., & Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49: 2182-2245.
- Kessels, K., Mutterlose, J., & Ruffel, A., 2003. Calcareous nannofossils from late Jurassic sediments of the Volga Basin (Russian Platform): evidence for productivity-controlled black shale deposition. *International Journal of Earth Sciences*, 92: 743-757.
- Linnert, C., & Mutterlose, J., 2008. Kalkige Nannofossilien des Untercampan (Oberkreide) von Buldern (Stadt Dömen; NRW). *Geologie Paläontologie Westfalen*, 71: 77-101.
- Linnert, C., & Mutterlose, J., 2009. Evidence of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Black Nose). *Marine Micropaleontology*, 73: 26-36.
- Linnert, C., Mutterlose, J., & Erbacher, J., 2010. Calcareous nannofossils of the Cenomanian-Turonian boundary interval from the Boreal Realm (Wunstorf, northwest Germany). *Marine Micropaleontology*, 74: 38-58.
- Linnert, C., Mutterlose, J., & Herrle, J.O., 2011. Late Cretaceous (Cenomanian-Maastrichtian) calcareous nannofossils from Goban Spur (DSDP Sites 549, 551): Implications for the palaeoceanography of the proto North Atlantic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 299: 507-528.

- Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 23: 537-634.
- Mahanipour, A., & Najafpour, A., 2016. Calcareous nannofossil assemblages of the Late Campanian-Early Maastrichtian from Gurpi Formation (Dezful embayment, SW Iran): Evidence of a climate cooling event. *Journal Geo persia*, 6 (1): 129-148.
- Manivit, H., 1971. Les nannofossiles calcaires du Crétacé français (Aptien-Maestrichtien): essai de biozonation appuyée sur les stratotypes. *PhD thesis, Université de Paris*, 187 p.
- Motiei, H., 2003. Stratigraphy of Zagros, Treatise on the geology of Iran. Tehran, Iran. *Geology Survey Press*, 583 p.
- Mutterlose, J., 1989. Temperature-controlled migration of calcareous nannofloras in the north-west European Aptian. In: Crux, J.A., van & Heck, S.E., (eds.), Nannofossils and their Applications. *Proceedings of the International Nannofossil Association Conference*, London, Ellis Horwood, Chichester, 122-142.
- Mutterlose, J., Bornemann, A., & Herrle, J.O., 2005. Mesozoic calcareous nannofossils-state of the art. *Paläontologische Zeitschrift*, 79 (1): 113-133.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), Plankton Stratigraphy. *Cambridge University Press*, 329-426.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 44: 731-760.
- Roth, P.H., & Krumbach, K.R., 1986. Middle Cretaceous calcareous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian oceans: implications for paleoceanography. *Marine Micropaleontology*, 10: 235-266.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie En Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Shamrock, J.L., & Watkins, D.K., 2009. Evolution of the Cretaceous calcareous nannofossil genus Eiffellithus and its biostratigraphic significance. *Cretaceous Research Journal*, 30: 1083-1102.
- Tantawy, A.A.A.M., 2002. Calcareous nannofossil biostratigraphy and palaeoecology of the Cretaceous-Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt. *Marine Micropaleontology*, 47: 323-356.
- Thibault, N., & Gardin, S., 2007. The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. *Marine Micropaleontology*, 65: 163-184.
- Thibault, N., & Gardin, S., 2010. The calcareous nannofossil response to the end-Cretaceous warm event in the Tropical Pacific. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291: 239-252.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton Biostratigraphy of Marine Sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Thierstein, H.R., 1981. Late Cretaceous nannoplankton and the change at the Cretaceous-Tertiary boundary. In: Warme, J.E., Douglas, R.G., & Winterer, E.L., (eds.), The Deep Sea Drilling Project: a decade of progress. *SEPM Special Publication*, 32: 355-394.
- Tremolada, F., Erba, E., & Bralower, T.J., 2006. Late Barremian to early Aptian calcareous nannofossil paleoceanography and paleoecology from the Ocean Drilling Program Hole 641C (Galicja Margin). *Cretaceous Research*, 27: 887-897.
- Vaziri-Moghaddam, H., 2002. Biostratigraphic study of the Ilam and Gurpi Formations based on planktonic foraminifera in SE of Shiraz (Iran). *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 13: 339-356.
- Villa, G., Fioroni, C., Pea, L., Bohaty, S., & Persico, D., 2008. Middle Eocene-late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen Plateau, Site 748. *Marine Micropaleontology*, 69: 173-192.

-
- Watkins, D.K., 1992. Upper Cretaceous nannofossils from Leg 120, Kerguelen plateau, southern ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling program, scientific results*, 120: 343-370.
- Watkins, D.K., Wise Jr, S.W., Pospichal, J.J., & Crux, J., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean. *In: Moguevsky, A., & Whatley, R., (eds.), Microfossils and oceanic environments. University of Wales, Aberystwyth Press*, 55-381.
- Watkins, D.K., & Self-Trail, J.M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 20 (3): 1-9.
- Williams, J. R., & Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginiane-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, 10: 815-864.