

زیست چینه نگاری سازند گورپی در برش تاقدیس آغار واقع در جنوب غرب شیراز بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی

سعیده سنماری

دانشیار گروه معدن، دانشکده مهندسی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

*پست الکترونیک: s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱۳

چکیده

نانوفسیل‌های آهکی از گروه‌های فسیلی شاخص و مفید در تعیین سن نسبی ردیف رسوبات کرتاسه بالایی هستند. در این مطالعه ۱۴۳ متر از سازند گورپی در یال جنوب غربی تاقدیس آغار در جنوب غرب شیراز مورد بررسی قرار گرفت و ۲۱ جنس و ۴۰ گونه نانوفسیل آهکی در توالی سازند گورپی شناسایی شد. بر اساس پراکنندگی شاخص‌های نانوفسیلی ده زیست‌زون تشخیص داده شد که شامل زیست‌زون‌های *Lucianorhabdus cayeuxii* Zone (CC16) به سن سانتونین پسین تا *Arkhangelskiella cymbiformis* Zone (CC25b) به سن مایستریشتین میانی از زیست‌پهنه‌بندی (Sissingh 1977) شد. این زیست‌زون‌ها با زیست‌زون‌های NC17 تا NC22 از زیست‌پهنه‌بندی (Roth 1978) و زیست‌زون‌های UC13 تا UC19 از زیست‌پهنه‌بندی (Burnett 1998) مطابقت دارند. مطالعه سازند گورپی در برش تاقدیس آغار نشان می‌دهد رسوب‌گذاری در زمان سانتونین پسین آغاز شده و تا مایستریشتین میانی ادامه داشته و سپس با کاهش ناگهانی عمق در اواخر مایستریشتین میانی، حوضه رسوبی از آب خارج شده است. نوسانات عمق حوضه رسوبی در این بخش از ایران می‌تواند متأثر از تغییرات جهانی سطح آب دریا باشد.

واژه‌های کلیدی: نانوفسیل آهکی؛ زیست‌زون؛ زاگرس؛ کرتاسه.

مقدمه

نبود فعالیت‌های آذرین، وجود سنگ مادرهای متعدد و غنی از مواد آلی، سنگ مخزن‌های متخلخل و تراوای متعدد با سنگ پوش‌های مناسب، شرایط منحصر به فردی را برای تولید و انباشت هیدروکربور در زاگرس فراهم کرده تا این پهنه از نفت‌خیزترین حوضه‌های رسوبی دنیا باشد. این پهنه در همه جا ویژگی‌های زمین‌شناختی یکسانی ندارد و لذا به زیرپهنه‌های مختلف فارس، ایذه، لرستان، خوزستان و فروافتادگی دزفول تقسیم می‌شود. یکی از مهمترین نهشته‌های رسوبی دوران مزوزوئیک در این پهنه، سازند

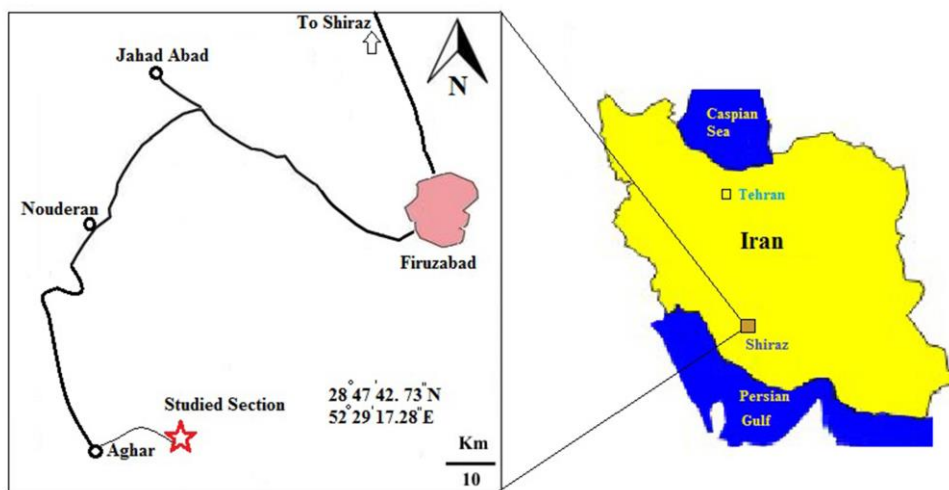
حوضه رسوبی زاگرس یکی از مهمترین پهنه‌های ساختاری - رسوبی ایران طی مزوزوئیک و سنوزوئیک است که توالی‌های رسوبی ضخیمی در آن انباشته شده است (مطیعی، ۱۳۷۲). تشکیل کمربند چین خورده زاگرس نتیجه برخورد صفحات عربی و اوراسیا بوده که بخشی از سیستم آلپ - هیمالیا محسوب می‌شود (Alavi, 2004). پهنه چین خورده - رورانده زاگرس به دلیل داشتن پتانسیل بالا در حفظ و نگهداری منابع طبیعی از قبیل نفت و گاز از دیرباز مورد توجه بسیاری از زمین شناسان بوده است.

گورپی است که گسترش زیادی در جنوب غرب ایران دارد (آقنابتی، ۱۳۸۵). این سازند به علت برخورداری از استعداد سنگ منشأ مواد هیدروکربوری، دارای اهمیت زیادی است. برش الگوی سازند گورپی که بخشی از رسوبات نهشته شده در زمان پیش‌روی دریای عمیق کرتاسه در حوضه رسوبی زاگرس است، در تنگ پابده در جنوب باختر دامنه کوه پابده واقع گردیده که از نظر سنگ شناسی از مارن، شیل و سنگ آهک مارنی تشکیل شده است. بنابراین با توجه به پتانسیل سازند گورپی به عنوان سنگ منشأ نفت، بررسی این سازند از لحاظ اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

از کارهای انجام شده بر روی سازند گورپی می‌توان به تحقیقات Vaziri & Wynd (1965)، Moghaddam (2002)، همتی‌نسب (۱۳۸۷)، Bahrami & Beiranvand *et al.* (2010)، Parvanehzhad Shirazi (2013)، Beiranvand & Ghasemi-Nejad (2013) و فریدونپور و همکاران (۱۳۹۳) اشاره نمود. همچنین از جمله مطالعات انجام شده بر روی این سازند بر اساس نانوفسیل‌های آهکی می‌توان به مطالعات انجام شده توسط Hadavi & Ezadi (2007)، Hadavi *et al.* (2007)، پرنده‌آور و همکاران (۱۳۹۱)، هادوی و ثبوت (۱۳۹۱)، Senemari & Sohrabi Molla Usefi (2012) و

موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در پهنه فارس داخلی، در عرض جغرافیایی $28^{\circ} 47' 47''$ شمالی و طول جغرافیایی $52^{\circ} 29' 29''$ شرقی و به فاصله ۲۴ کیلومتری جنوب شهرستان فیروزآباد در جنوب غرب شیراز قرار دارد. جهت دسترسی به سازند گورپی در منطقه مورد مطالعه می‌توان از قسمت غربی جاده فیروزآباد به روستای موشکان رسید و سپس در مسیر جاده فیروزآباد - جم به سمت جنوب روستای ده‌بین حرکت کرد تا در یال جنوب غربی تاقدیس آغار به برش مورد مطالعه رسید (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه در جنوب غرب فیروزآباد و راه‌های دسترسی به آن

روش مطالعه

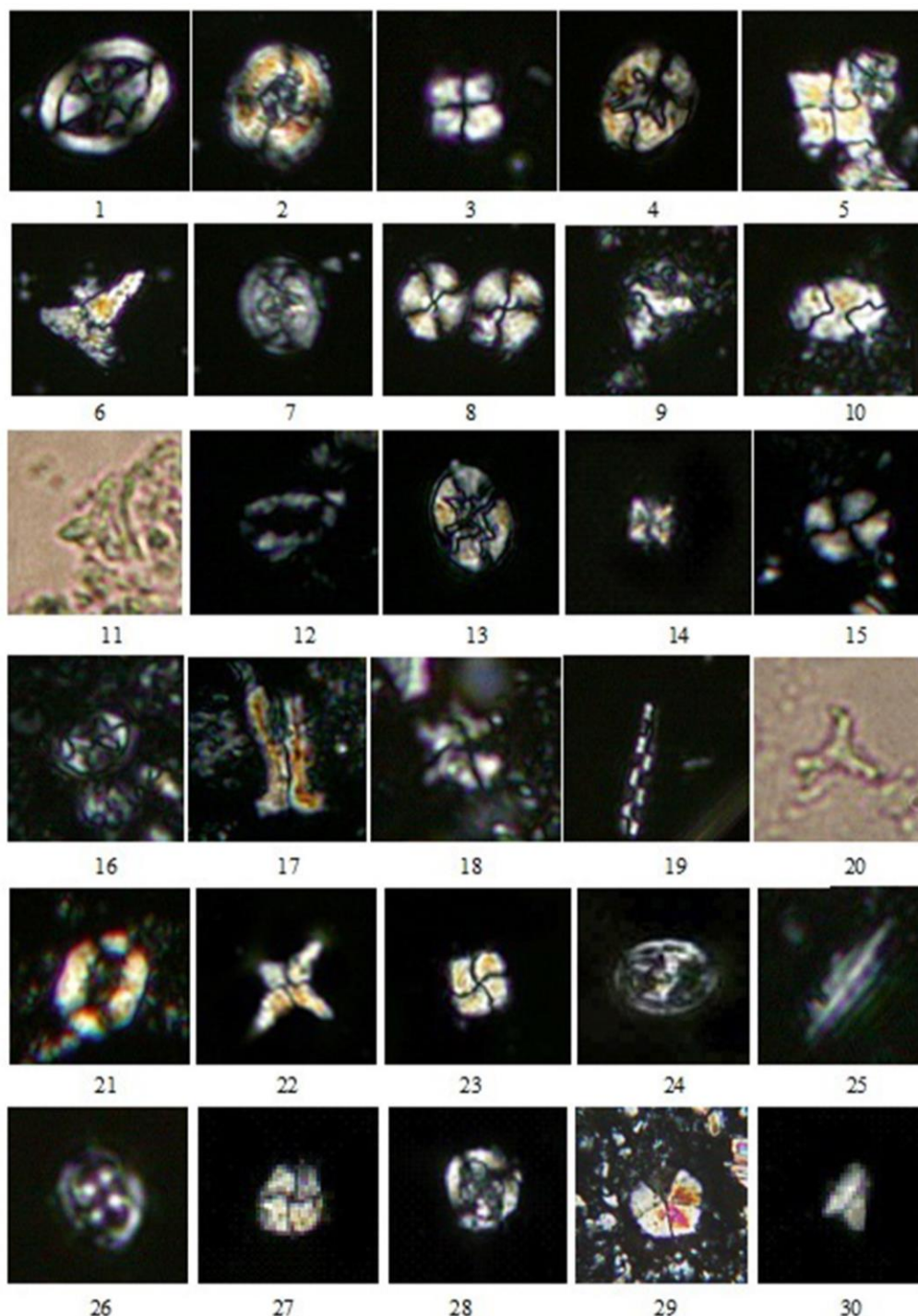
در این پژوهش برای زیست چینه نگاری و تعیین سن نسبی سازند گورپی در برش تاقدیس آغار، ۱۴۳ متر از توالی این سازند به همراه بخش بالایی سازند ایلام و بخش زیرین سازند پابده جهت مشخص نمودن مرزهای زیرین و بالایی سازند گورپی برداشت و مورد بررسی گرفت. از مجموع این توالی ۷۳ نمونه به طور سیستماتیک برداشت شد. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه با روش اسمیراسلاید (Bown & Young, 1998) آماده‌سازی و سپس توسط میکروسکپ پلاریزان با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ برابر در نور پلاریزه و نور معمولی تحت مطالعات کمی و کیفی قرار گرفتند. بررسی اسلایدها جهت شناسایی جنس و گونه‌ها، بر اساس منابعی همچون Perch-Nielsen (1985) صورت گرفته است. برای تعیین سن نسبی دقیق توالی، زیست‌زون‌های شناسایی شده با زیست‌زون‌های معرفی شده توسط Sissingh (1977)، Roth (1978) و Burnett (1998) مقایسه شدند. برای تعیین فراوانی نسبی گونه‌ها در این مطالعه، حدود ۳۰۰ نانوفسیل در هر اسلاید شمارش شد تا بر اساس آن گسترش دیرینه بوم‌شناسی گونه‌ها بررسی گردد. آنالیزهای نیمه کمی بر اساس فراوانی زیاد (A) برای بیش از ۱۰ گونه در هر میدان دید، معمولی (C) برای بین ۱ تا ۹ گونه در هر میدان دید، کم (F) برای بین ۱ تا ۹ گونه در ۱ تا ۹ میدان دید، نادر (R) برای یک گونه در ۱۰ میدان دید صورت گرفت.

زیست‌چینه‌نگاری در برش تاقدیس آغار

نانوپلانکتون‌های آهکی نوعی جلبک تک سلولی و یکی از مهمترین تولیدکنندگان اولیه محیط‌های دریایی یا اقیانوسی محسوب شده که تحت کنترل شرایط زیستی مشخص نظیر درجه حرارت، شدت نور، شوری، عمق و تمرکز مواد غذایی زیست می‌کنند (Bornemann et al.,

2003؛ Watkins & Self-Trail, 2005). ویژگی شناوری نانوپلانکتون‌ها در نواحی جغرافیایی وسیع به سودمندی آنها به عنوان ابزاری مهم در مطالعات چینه‌نگاری زیستی کمک می‌کند (Perch-Nielsen, 1985؛ Bralower et al., 1995؛ Burnett, 1998؛ Lees, 2002؛ Bralower, 2005؛ Villa et al., 2008). این گروه با تولید صفحات کلسیتی که صفحاتی به شکل‌های گوناگون هستند، یکی از اجزای اصلی رسوبات محیط‌های دریایی را در اعماق کمتر از ۴۰۰۰ متر تشکیل می‌دهند. با جدا شدن صفحات آهکی پوشاننده نانوپلانکتون‌های آهکی پس از مرگ موجود زنده و ریزش آنها به کف حوضه رسوبی، این صفحات در رسوبات تجمع و غالباً حفظ می‌شوند. رسوبات حاوی اجزای نانوفسیل‌های آهکی در انواع محیط‌های دریایی یا اقیانوسی متعلق به دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک یافت می‌شوند (Perch-Nielsen, 1985). زیست‌پهنه‌بندی نانوفسیل‌های آهکی توسط افراد مختلفی نظیر Manivit (1971)، Worsley (1971)، Thierstein (1976)، Sissingh (1977)، Roth (1978) انجام شده و سپس توسط Perch-Nielsen (1985) جمع‌آوری و ارائه شده است. در این تحقیق، زیست‌پهنه‌بندی مطالعه شده در برش آغار با زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) مقایسه شده و در برخی از موارد با زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) نیز مطابقت داده شده است.

در این مطالعه، با شناسایی اجزای تشکیل دهنده ساختمان نانوفسیل‌های آهکی در رسوبات، ضمن تشخیص ۴۰ گونه از آنها، زیست‌زون‌های *Lucianorhabdus cayeuxii* Zone (CC16) (ساتونین پسین) تا *Arkhangelskiella cymbiformis* Zone (CC25/CC25b) (ماسترشتین میانی) بر اساس زیست‌پهنه‌بندی استاندارد جهانی تشخیص داده شد. اختصارات به کار برده شده در این مطالعه شامل *Coccolith Cretaceous* (CC) از زیست‌پهنه‌بندی



شکل ۳: تصاویر منتخبی از برخی نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در این پژوهش

All figures light micrographs X1000-2500, the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); 1: *Arkhangelskiella specillata* Vekshina (1959); 2: *Aspidolithus parvus constrictus* (Hattner et al., 1980) Perch-Nielsen (1984a), (X1250); 3: *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al. (1977); 4: *Eiffellithus turrisseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt (1965), (X1250); 5: *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al. (1977); 6: *Quadrum trifidum* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al., (1977); 7: *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; 8: *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen (1968); 9: *Ceratolithoides arcuatus* Prins & Sissingh in Sissingh (1977); 10: *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh (1977); 11: *Ceratolithoides verbeekii* Perch-Nielsen (1979a); 12: *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt (1971), (X1250); 13: *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968; 14: *Micula decussate* Vekshina (1959); 15: *Watznaueria biporta* Bukry (1969); 16: *Eiffellithus gorkae* Reinhardt (1965); 17: *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre (1959); 18: *Lithastrinus grillii* Stradner (1962), (X1250); 19: *Microrhabdulus decoratus* Deflandre (1959), (X1250); 20: *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre (1959); 21: *Aspidolithus parvus parvus* (Stradner, 1963) Noel (1969); 22: *Quadrum sissinghii* Perch-Nielsen (1984b); 23: *Micula preamurus* (Bukry, 1973) Stradner & Steinmetz (1984); 24: *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen (1968); 25: *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini (1964); 26: *Tranolithus phacelosus* Stover (1966); 27: *Calculites ovalis* (Stradner, 1963) Prins & Sissingh in Sissingh (1977); 28: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina (1959); 29: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947); 30: *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh (1977).

Calculites و *Lucianorhabdus cayeuxii* و *obscurus* بیانگر وجود زیست‌زون CC16 و NC16 در شروع سازند گورپی است. تعیین زیست‌زون UC13 در این بخش از سازند به دلیل عدم شناسایی شاخص زیستی Burnett (1998) یعنی گونه *Arkhangelsiella cymbiformis* امکان‌پذیر نشد. از این رو سن این زیست‌زون بر اساس شاخص زیستی Sissingh (1977)، سانتونین پسین و ضخامت آن ۳/۹ متر است. برخی از مهمترین گونه‌های همراه شناسایی شده در این زیست‌زون شامل *Calculites ovalis*, *Braarudosphaera biglowii*, *Eiffellithus eximius*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Lithastrinus grillii*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Lucianorhabdus Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus maleformis*, *cayeuxii*, *Microrhabdulus*, *Marthasterites furcatus*, *Micula decussate*, *Micula concave*, *decorates*, *Quadrum gartneri*, *Micula staurophora*, *Rhagodiscus*, *Reinhardtites anthophorus*, *Watznaueria*, *Tranolithus phacelosus angustus* و *Watznaueria biporta* و *barnesiae* است.

Calculites obscurus Zone (CC17)

زیست‌زون CC17 بر اساس تعریف ارائه شده توسط Sissingh (1977) از ظهور گونه *Calculites obscurus* تا ظهور گونه *Aspidolithus parvus* ادامه دارد. در برش تاقدیس آغار، حادثه زیستی ظهور گونه *Calculites obscurus* و سپس ظهور گونه *Aspidolithus parvus* بیانگر وجود زیست‌زون CC17 است. زیست‌زون CC17 با زیست‌زون NC17 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون، سانتونین پسین - کامپانین پیشین و ضخامت آن ۴/۲ متر است. مهمترین گونه‌های

Quadrum trifidum در حدود ۳۷ متری برش مورد مطالعه است که به ترتیب برای تعیین مرزهای بالایی زیست‌زون‌های CC20 و CC21/NC19 به سن اواخر کامپانین پیشین و اوایل کامپانین پسین به ترتیب استفاده شده است.

حوادث زیستی بعدی در برش مورد مطالعه به ترتیب آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* در متر ۹۳ متر در بخش بالایی زیست‌زون CC22 به سن اواخر کامپانین پسین و آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* در متر ۱۳۲ متری در بخش بالایی زیست‌زون CC23/NC20 به سن اواخر کامپانین پسین - شروع ماسترشتین پیشین است. آخرین حضور گونه شاخص *Reinhardtites levis* در بخش بالایی زیست‌زون CC24/UC18 به سن ماسترشتین پیشین و اولین حضور گونه *Lithraphidites quadratus* در شروع زیرزون CC25b و مرز زیست‌زون‌های NC21/NC22 از تقسیم‌بندی Roth (1978) به سن ماسترشتین میانی از آخرین حوادث زیستی مشاهده شده در برش تاقدیس آغار در سازند گورپی است. در برش آغار، از نمونه‌های مربوط به سازند ایلام نانوفسیلی ثبت نشد، اما از اولین نمونه برداشت شده از سازند پابده در برش مطالعه شده، گونه‌های مربوط به اشکوب دانین پسین (اولین حضور گونه شاخص *Ellipsolithus macellus*) مربوط به شروع زیست‌زون NP4 ثبت شد. زیست‌زون‌های شناسایی شده در این مطالعه از قاعده به سمت رأس سازند گورپی به شرح زیر می‌باشند:

Lucianorhabdus cayeuxii Zone (CC16)

زیست‌زون CC16 بر اساس تعریف ارائه شده توسط Sissingh (1977) از ظهور گونه *Lucianorhabdus cayeuxii* تا ظهور گونه *Calculites obscurus* ادامه دارد. در برش مورد مطالعه، حادثه زیستی ظهور گونه‌های

Lithraphidites, *Lithastrinus grillii*, *turriseiffelii*,
Lucianorhabdus cayeuxii, *carniolensis*,
Microrhabdulus, *Marthasterites furcatus*,
Tranolithus Micula staurophora, *decorates*
 و *Watznaueria barnesiae*, *phacelosus*
Watznaueria biporta است.

Calculites ovalis Zone (CC19)

این زیست‌زون از آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* تا ظهور گونه *Ceratolithoides aculeus* ادامه دارد. حادثه زیستی اولین حضور گونه *Ceratolithoides aculeus* بعد از آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* بیانگر وجود زیست‌زون CC19 در برش مورد مطالعه است. زیست‌زون CC19 با زیست‌زون NC18 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون، اواخر کامپانین پیشین و برخی از مهمترین گونه‌های همراه شناسایی شده در آن شامل *Aspidolithus parvus*, *Arkhangelskiella specillata*, *Aspidolithus parvus parvus*, *constrictus*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Calculites ovalis*, *Eiffellithus gorkae*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Lithraphidites*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *carniolensis*, *Micula concave*, *Microrhabdulus decorates*, *Rhagodiscus angustus*, *Micula decussate* و *Watznaueria barnesiae*, *Tranolithus phacelosus* و *Watznaueria biporta* است. در زیست‌زون‌های CC16 تا CC19 گونه‌هایی نظیر *Micula decussata* فراوان بوده (فراوانی این گونه با عمق رابطه مستقیم دارد)، اما از فراوانی گونه‌هایی مانند *Watznaueria barnesiae* و *Calculites obscures* در این زیست‌زون‌ها کاسته شده است (شکل ۴).

همراه شناسایی شده در این زیست‌زون شامل *Calculites obscurus*, *Braarudosphaera biglowii*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Calculites ovalis*, *Eiffellithus gorkae*, *Eiffellithus eximius*, *Lithastrinus grillii*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Lucianorhabdus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus maleformis*, *cayeuxii*, *Microrhabdulus*, *Marthasterites furcatus*, *Micula*, *Microrhabdulus decorates*, *Belgicus*, *Micula staurophora*, *Micula decussate*, *concave*, *Quadrum gothicum*, *Quadrum gartneri*, *Rhagodiscus*, *Reinhardtites anthophorus*, *Watznaueria*, *Tranolithus phacelosus*, *angustus* و *Watznaueria biporta* و *barnesiae* است.

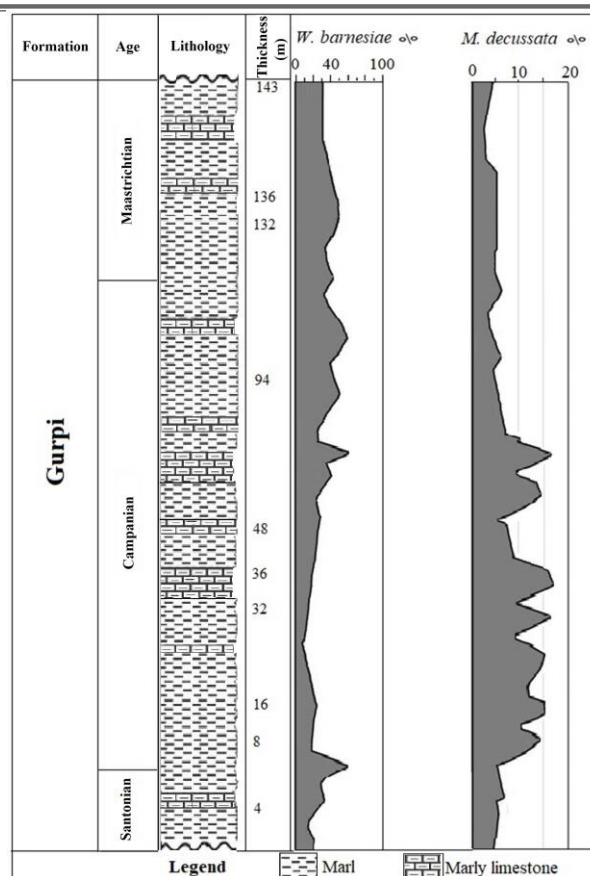
Aspidolithus parvus Zone (CC18)

این زیست‌زون بر اساس تعریف ارائه شده توسط Sissingh (1977) از ظهور گونه *Aspidolithus parvus* تا آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* ادامه دارد. حادثه زیستی ظهور گونه *Aspidolithus parvus* و سپس آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* بیانگر وجود این زیست‌زون در برش مورد مطالعه است. زیست‌زون CC18 با زیست‌زون NC18 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون UC14 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون، کامپانین پیشین و مهمترین گونه‌های همراه شناسایی شده در این زیست‌زون شامل گونه‌های *Aspidolithus parvus* (*constrictus* (*Broinsonia parva constricta*), *Calculites obscurus*, *Aspidolithus parvus parvus*, *Chiastozygus*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Eiffellithus*, *Eiffellithus eximius*, *platyrhethus*

Ceratolithoides, *Calculites obscurus*, *biglowii*
Chiastozygus, *Ceratolithoides verbeekii*, *aculeus*
Eiffellithus, *Eiffellithus eximius*, *platyrhethus*
Lithraphidites carniolensis, *turriseiffelii*
Lucianorhabdus, *Lucianorhabdus cayeuxii*
Micula, *Microrhabdulus decorates*, *maleformis*
Reinhardtites, *Quadrum gothicum*, *decussate*
Tranolithus, *Rhagodiscus angustus*, *anthophorus*
 و *Watznaueria barnesiae*, *phacelosus*
Watznaueria biporta است.

Quadrum sissinghii Zone (CC21)

این زیست‌زون از ظهور گونه *Quadrum sissinghii* تا ظهور گونه *Uniplanarius trifidum* *Quadrum trifidum* ادامه دارد. Sissingh (1977) زیست‌زون مذکور را بر اساس بازه زمانی گونه *Ceratolithoides arcuatus* به سه قسمت تقسیم نموده است. زیست‌زون CC21 با زیست‌زون NC19 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون UC15 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون ابتدای کامپانین پسین است. شناسایی این زیست‌زون در برش مورد مطالعه بر اساس ظهور گونه *Quadrum sissinghii* تا ظهور گونه شاخص *Quadrum trifidum* است. ضخامت این زیست‌زون ۴/۴ متر و مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده در آن شامل گونه‌های *Arkhangelskiella specillata*, *cymbiformis*, *Calculites*, *Aspidolithus parvus*, *constrictus*, *Ceratolithoides aculeus*, *obscurus*, *Ceratolithoides arcuatus*, *Eiffellithus*, *Chiastozygus platyrhethus*, *verbeekii*, *Lithraphidites*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *eximius*



شکل ۴: مقایسه فراوانی نسبی گونه‌های *Watznaueria barnesiae* و *Micula decussata* در برش آغار

Ceratolithoides aculeus Zone (CC20)

زیست‌زون *Ceratolithoides aculeus* (CC20) بر اساس تعریف ارائه شده توسط Sissingh (1977) از ظهور گونه *Ceratolithoides aculeus* تا ظهور گونه *Uniplanarius sissinghii* *Quadrum sissinghii* ادامه دارد. این زیست‌زون در برش مورد مطالعه بر اساس ظهور گونه‌های مذکور شناسایی گردید. زیست‌زون CC20 با زیست‌زون NC19 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون UC15 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون اواخر کامپانین پیشین و ضخامت آن ۱۵/۶ متر است. برخی از گونه‌های همراه در این زیست‌زون شامل گونه‌های *Arkhangelskiella*, *Aspidolithus parvus*, *constrictus*, *specillata*, *Braarudosphaera*, *Aspidolithus parvus*, *parvus*

Ceratolithoides، *Calculites obscurus*، *biglowii*
Eiffellithus، *Chiastozygus platyrhethus*، *aculeus*
Lithastrinus، *Eiffellithus turriseiffelii*، *eximius*
Lithraphidites، *carniolensis*، *grillii*
Microrhabdulus، *Lucianorhabdus cayeuxii*
Micula decussate، *Micula concave*، *decorates*
Quadrum gothicum، *Micula staurophora*
Quadrum trifidum، *Quadrum sissinghii*
Reinhardtites levis، *Reinhardtites anthophorus*
Tetrapedorhabdus، *Rhagodiscus angustus*
Watznaueria و *Tranolithus phacelosus*، *decorus*
barnesiae است.

***Tranolithus phacelosus* Zone (CC23)**

این زیست‌زون از آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* تا آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* (ادامه *orionatus*) دارد. طبق نظر Sissingh (1977)، آخرین حضور گونه *Aspidolithus parvus* سبب تقسیم زیست‌زون CC23 می‌شود. زیست‌زون CC23 با زیست‌زون NC20 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون‌های UC16-UC17 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون اواخر کامپانین پسین - ماستریشتین آغازی است. شناسایی این زیست‌زون در برش مورد مطالعه بر اساس آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* تا آخرین حضور گونه شاخص *Tranolithus phacelosus* صورت گرفته است. ضخامت این زیست‌زون ۳۸ متر و مهم‌ترین فسیل‌های همراه در این زیست‌زون گونه‌هایی نظیر *Arkhangelskiella cymbiformis*، *maastrichtiana*، *specillata*، *Aspidolithus parvus*، *Arkhangelskiella specillata*

Lucianorhabdus cayeuxii، *carniolensis*
Microrhabdulus، *Lucianorhabdus maleformis*
Micula decussate، *Micula concave*، *decorates*
Quadrum gothicum، *Micula staurophora*
Rhagodiscus angustus، *Quadrum sissinghii*
 و *Watznaueria barnesiae*، *Tranolithus phacelosus*
Arkhangelskiella گونه *Watznaueria biporta* است. گونه *cymbiformis* هر چند در کامپانین هم مشاهده می‌شود، اما از نظر زمانی بیشتر در اواخر ماستریشتین حضور داشته و از لحاظ اندازه بزرگتر و دارای دیواره ضخیم‌تر می‌باشد. از این رو با گونه *Arkhangelskiella specillata* (کامپانین) که اندازه کوچکتر دارد و دارای حالت آسیاب بادی در مرکز می‌باشد، فرق می‌کند.

***Quadrum trifidum* Zone (CC22)**

این زیست‌زون از ظهور گونه *Quadrum trifidum* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* ادامه دارد. تمامی مؤلفین با حضور گونه *Quadrum trifidum* در قاعده زیست‌زون CC22 موافق هستند، اما برای قسمت بالایی زیست‌زون از شاخص‌های دیگری استفاده می‌کنند. زیست‌زون CC22 با زیست‌زون NC20 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون UC15 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. سن این زیست‌زون اواخر کامپانین پسین است. شناسایی این زیست‌زون در برش مورد مطالعه بر اساس حوادث زیستی ظهور گونه *Quadrum trifidum* تا آخرین حضور گونه شاخص *Reinhardtites anthophorus* صورت گرفته است. ضخامت این زیست‌زون تقریباً ۵۷ متر و مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده در آن شامل *Arkhangelskiella cymbiformis*، *specillata*، *Arkhangelskiella*، *Braarudosphaera*، *Aspidolithus parvus*، *constrictus*

Eiffellithus, *Chiastozygus platyrhethus aculeus*
Lithraphidites, *Eiffellithus turriseiffelii*, *gorkae*
Lucianorhabdus cayeuxii, *carniolensis*
Micula, *Micula concave*, *Microrhabdulus decorates*
Reinhardtites, *Prediscosphaera cretacea*, *decussate*
Watznaueria, *Rhagodiscus angustus*, *levis*
Watznaueria biporta و *barnesiae* هستند.

Arkhangelsiella cymbiformis Zone (CC25)

این زیست‌زون مطابق تعریف Perch-Nielsen (1985) از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا ظهور گونه *Nephrolithus frequens* ادامه دارد. البته از آن جا که گونه *Nephrolithus frequens* فقط در عرض‌های جغرافیایی بالا حضور داشته و در برش مورد مطالعه نیز شناسایی نشد، تشخیص حد بالایی *Arkhangelsiella cymbiformis* Zone تا زیرزون CC25b در برش تاقدیس آغار بر اساس ظهور گونه *Lithraphidites quadratus* صورت گرفت. Sissingh (1977) پیشنهاد کرد که زیست‌زون CC25 را می‌توان به وسیله اولین حضور گونه *Lithraphidites quadratus* تقسیم نمود (-Perch Nielsen, 1985). بنابراین سن زیست‌زون پایانی شناسایی شده سازند گورپی در برش تاقدیس آغار، ماستریشتین میانی و ضخامت آن ۷ متر است. زیست‌زون CC25 با زیست‌زون NC21 و NC22 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون UC19 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. مهمترین فسیل‌های همراه شناسایی شده در این زیست‌زون شامل گونه‌های *Arkhangelskiella*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Braarudosphaera biglowii*, *maastrichtiana*, *Eiffellithus gorkae*, *Ceratolithoides aculeus*, *Lithraphidites*, *Eiffellithus turriseiffelii*

Calculites, *Braarudosphaera biglowii*, *constrictus*
Chiastozygus, *Ceratolithoides aculeus*, *obscurus*
Eiffellithus, *Eiffellithus gorkae*, *platyrhethus*
Lithraphidites carniolensis, *turriseiffelii*
Microrhabdulus, *Lucianorhabdus cayeuxii*
Micula staurophora, *Micula decussate*, *decorates*
Quadrum sissinghii, *Quadrum gothicum*
Reinhardtites levis, *Quadrum trifidum*
Tetrapedorhabdus, *Rhagodiscus angustus*
Watznaueria, *Tranolithus phacelosus*, *decorus*
Watznaueria biporta و *barnesiae* می‌باشند.

Reinhardtites levis Zone (CC24)

این زیست‌زون که در عرض‌های جغرافیایی پایین و بالا قابل تشخیص است، از آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* ادامه دارد. بر اساس موقعیت زیست‌زون‌های NC20 و NC22 به نظر می‌رسد که زیست‌زون CC24 با زیست‌زون NC21 از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) و زیست‌زون UC18 از زیست‌پهنه‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. البته این پیشنهاد به دلیل عدم شناسایی گونه شاخص *Lithraphidites praequadrates* از زیست‌پهنه‌بندی Roth (1978) می‌باشد. سن این زیست‌زون ماستریشتین آغازین و شناسایی این زیست‌زون در برش آغار بر اساس آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* صورت گرفته است. ضخامت این زیست‌زون ۴ متر و مهمترین فسیل‌های همراه شناسایی شده در آن گونه‌هایی نظیر *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Braarudosphaera*, *Arkhangelskiella maastrichtiana*, *Ceratolithoides*, *Calculites obscurus*, *biglowii*

Quadrum trifidum, *Quadrum sissinghii*, *decussata* و *Watznaueria barnesiae* که از گونه‌های شاخص آب و هوای گرم می‌باشند، می‌تواند دلیلی بر وجود شرایط آب و هوایی گرم در زمان ته نشینی حوضه باشد (Thierstein, 1976, 1981؛ Perch-Nielsen, 1985؛ Watkins et al., 1996؛ Friedrich & Meier, 2006). در میان گونه‌های ذکر شده، گونه *Watznaueria barnesiae* گونه‌ای مقاوم در برابر فرآیند دیاژنز و با پراکندگی جهانی است که در تمامی نهشته‌های حاوی نانوفسیل‌های آهکی متعلق به دوران مزوزوئیک دیده می‌شود (Tantawy, 2002؛ Herrle, 2003). این گونه در عرض‌های جغرافیایی بالا، کمپاب و برعکس در عرض‌های جغرافیایی پایین و آب‌های گرم حضور فراوان دارد (Huber et al., 2002). همچنین طبق نظر Bukry (1973) فراوانی این گونه با عمق نسبت عکس دارد به طوری که یکی از شاخص‌های مهم شناسایی کاهش عمق، تغییر فراوانی گونه مذکور است. در برش مورد مطالعه، از شروع سازند گورپی تا انتهای زیست‌زون CC19 فراوانی این گونه به تدریج کاهش یافته و سپس فراوانی آن از زیست‌زون CC20 به طرف بالای سازند (بازه زمانی اواخر کامپانین پیشین تا ماستریشین میانی) به تدریج افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، فراوانی گونه *Watznaueria barnesiae* در بخش‌های ابتدایی برش مورد مطالعه زیاد (CC16 و CC17)، سپس دارای روند نزولی تا زیست‌زون CC19 و دوباره تا پایان سازند دارای روند افزایشی می‌شود (شکل ۴). در نقطه مقابل گونه مذکور، نتایج بررسی الگوی فراوانی گونه *Micula decussata* نشان می‌دهد فراوانی این گونه با عمق آب نسبت مستقیم دارد (Thierstein, 1976). با توجه به حضور فراوان گونه *Micula decussata* در کامپانین نسبت به زمان ماستریشین، می‌توان نتیجه گرفت که عمق حوضه رسوبی در زمان کامپانین بیشتر از ماستریشین بوده است

Lithraphidites quadratus, *carniolensis*, *Microrhabdulus*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Micula praemurus*, *Micula decussate decorates*, *Rhagodiscus angustus*, *Prediscosphaera cretacea*, *Watznaueria*, *Thoracosphaera operculata* و *barnesiae* است.

دیرینه بوم شناسی

در پژوهش حاضر بر اساس مطالعات زیست چینه‌نگاری انجام شده و تعیین سن صورت گرفته، می‌توان به تحلیل وضعیت دیرینه بوم شناختی حوضه در زمان رسوب گذاری سازند گورپی پی برد. دیرینه بوم شناسی نانوفسیل‌ها به ویژه در کرتاسه پسین توسط افراد زیادی نظیر Huber & Watkins (1992)، Watkins et al. (1996)، Campbell et al. (2004)، Erba (2004) و Shamrock & Watkins (2009) مطالعه شده است. از جمله عوامل بوم شناختی که فعالیت‌های حیاتی کوکولیتوفر را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند می‌توان به دما، شدت نور و مواد غذایی اشاره کرد. از این رو بیشترین حد فراوانی کوکولیتوفرها، در پهنه نورانی و بیشترین مقدار تجمع آنها در عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی، جنوبی و خط استوا است. در مطالعات Erba (2004) مشخص شد که پهنه نورانی به علت وجود جریان‌های همگرا دارای بیشترین میزان مواد غذایی است. در برش مورد مطالعه نیز گونه‌های مختلفی که متعلق به نواحی با آب و هوای گرم می‌باشند نظیر *Ceratolithoides*, *Lithraphidites carniolensis*, *aculeus*, *Quadrum sissinghii*, *Lithraphidites quadratus* و *Quadrum trifidum* شناسایی شد (شکل‌های ۴ و ۵). حضور گونه‌هایی مانند *Lithraphidites*, *Ceratolithoides aculeus* و *Micula*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *carniolensis*

در برش مورد مطالعه نشان دهنده آن است که نرخ انحلال در حوضه رسوبی بسیار پایین بوده است.

نتیجه گیری

بررسی نانوفسیل های آهکی در برش مورد مطالعه به شناسایی ۴۰ گونه از ۲۱ جنس از نانوفسیل های آهکی با حفظ شدگی خوب در نمونه های سازند گورپی منجر شد. براساس مطالعات انجام شده، اولین حضور گونه *Lucianorhabdus cayeuxii* و سپس حضور گونه *Calculites obscurus* بیانگر سن سانتونین پسین در قاعده برش و همچنین آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* و سپس اولین حضور گونه *Lithraphidites quadratus* نیز بیانگر سن مایستریشتین میانی در رأس برش واقع در تاقدیس آغار است. با توجه به عدم ثبت بعضی از گونه های شاخص در بخش زیرین برش نظیر گونه *Arkhangelskiella cymbiformis* تعیین زیست زون UC13 از زیست پهنه بندی Burnett (1998) و همچنین

عدم ثبت گونه شاخص *Lithraphidites praequadratus* در شروع زون NC21، تعیین مرز زیست زون های NC20 و NC21 از زیست پهنه بندی Roth (1978) امکان پذیر نبود. بنابراین، براساس جنس و گونه های شاخص ثبت شده، برش مورد مطالعه زیست زون های CC16 تا زیرزون CC25/CC25b از زیست پهنه بندی Sissingh (1977)، زیست زون های NC17 تا NC22 از زیست پهنه بندی Roth (1978) و زیست زون های UC13 تا UC19 از زیست پهنه بندی Burnett (1998) را در برمی گیرد. همچنین با توجه به مطالعات انجام شده بر روی نانوفسیل های آهکی، حضور و فراوانی برخی از گونه های معرف آب و هوای گرم و شاخص عرض های جغرافیایی پایین می تواند بیانگر شرایط الیگوتروفیک غالب در حوضه رسوبی در زمان نهشته شدن سازند گورپی در این بخش از ایران در جنوب غرب شیراز باشد.

منابع

- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- پرندآور، م.، ماهانی پور، ا.، آقانباتی، ع.، حسینی، س.، ۱۳۹۱. بررسی مرز کرتاسه - پالئوژن بر اساس شواهد مربوط به نانوفسیل های آهکی در یال شمال شرقی تاقدیس کوه گورپی. شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.
- فریدونپور، م.، وزیری مقدم، ح.، غبیشاوی، ع.، طاهری، ع.، ۱۳۹۳. چینه نگاری سازند گورپی در برش تاقدیس کوه سیاه و مقایسه آن با برش های تنگ بوالفارس و تاقدیس آغار. رخساره های رسوبی، ۷(۱): ۸۳-۱۰۶.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲. زمین شناسی ایران: چینه شناسی زاگرس. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ ص.
- همتی نسب، م.، قاسمی نژاد، ا.، درویش زاده، ب.، ۱۳۸۷. تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای فرامینفرهای پلانکتونیک و بنتیک. مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۴(۱): ۱۵۷-۱۷۳.
- هادوی، ف.، ثبوت، م.، ۱۳۹۱. نانو استراتیگرافی مرز سازندهای گورپی پابده در برش تنگ دوراهک (جنوب تاقدیس کنگان). شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، صص ۸-۱.

Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American journal of Science*, 304: 1-20.

- Bahrani, 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.
- Bornemann, A., Pross, J., Reichelt, K., Herrle, J. O., Hemleben, Ch. & Mutterlose, J., 2005. Reconstruction of short-term palaeoceanographic changes during the formation of the Late Albian Niveau Breistroffer black shales (Oceanic Anoxic Event 1d, SE France). *Journal of the Geological Society*, London, 162: 623-639.
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Chapman and Hall, London, 16-28.
- Bukry, D., 1973. Coccolith stratigraphy, eastern equatorial Pacific, Leg 16, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 16: 653-711.
- Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R. (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*, British Micropalaeontological Society Publication Series. Chapman and Hall Ltd. Kluwer Academic Publisher, London, 132-165.
- 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, Pacific 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.
- Hadavi, F., Khosrowtehrani, K., & Senemari, S., 2007. Biostratigraphy of Calcareous Nannofossils of Gurpi Formation in North Gachsaran. *Journal of Geosciences*, 64: 14-23.
- Hadavi, F.M. & Ezadi, 2007. Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Dare-Shahr section (Zagros basin). *The First MAPG International Convention Conference and Exhibition*, 28-31.
- 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., & Watkins, D.K., 1992. Biogeography of Campanian- Maastrichtian calcareous plankton in the region of the Southern Ocean: Paleogeographic and Paleoclimatic implications. In: Kennett, J.P., & Warnke, D.A. (eds.), *The Antarctic Paleoenvironment: A Perspective on Global Change*. *American Geophysical Union, Antarctic Research Series 56*, Washington, 31-60.
- 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 (AAPG)*, 49: 2182–2245.
- 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., & 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. *Geopersia*, 6 (1): 129-148.
- Manivit, H., 1971. Les nannofossiles calcaires du Crétacé français (Aptien-Maestrichtien): essai de biozonation appuyée sur les stratotypes. *Ph.D thesis, Université de Paris*, 187 p.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Cenozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press*, 427-554.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 (4): 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., Wise Jr., S.W., Pospichal, J.J., & Crux, J., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean. In: Mokuilevsky, 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*, 20 (3): 1-9.
- Williams, J.R., & Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, 10 (4): 815-839.
- Worsley, T.R., 1971. Calcareous nannofossil zonation of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments from the Western Atlantic. *Proceeding of the second Planktonic Conference Roma*, 2: 1301-1322.

Calcareous nannofossil biostratigraphy in the Gurpi Formation Aghar anticline section located in SW Shiraz

Senemari, S.^{1*}

1- Associate Professor, Department of Mining Engineering, Faculty of Technical & Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

* Email: s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

Introduction

One of the most extensive Cretaceous strata is the marine strata of the Gurpi Formation in Zagros, which was studied based on paleontology studies. The Gurpi Formation type section is located in Tang-e Pabdeh, North of Masjed Soleyman city (James & Wynd, 1965). One of the most important achievements obtained from the Gurpi Formation is the evaluation of stage boundary and biostratigraphy of it. In this section, the Gurpi Formation consists of 143 m thick which mainly consists of marl and marly limestone.

Materials and Methods

In this study, 73 samples from the Gurpi Formation interval have been studied. Samples were prepared following the standard smear slide method (Bown & Young 1998). All the slides were examined under the polarized light microscope at $\times 1000$ magnification. The nomenclature of calcareous nannofossil follows the taxonomic schemes of Perch-Nielsen (1985) and Burnett (1998).

Discussion and Results

To study biostratigraphy based on calcareous nannofossils, the Gurpi Formation succession in the southwest of the Aghar anticline, SW Shiraz, was selected. In this section, the Gurpi Formation with 143 m thickness mainly consists of marly limestones and marl. For introducing index species, calcareous nannofossil assemblages, and bio-zones, slides have been studied at the Gurpi Formation, which led to the determination of 40 species and 21 genera of calcareous nannofossils. In this study, ten biozones were recognized in the Gurpi Formation. Bio-zones including *Lucianorhabdus cayeuxii* Zone (CC16), *Calculites obscurus* Zone (CC17), *Aspidolithus parvus* Zone (CC18), *Calculites ovalis* Zone (CC19), *Ceratolithoides aculeus* Zone (CC20), *Quadrum sissinghii* Zone (CC21), *Quadrum trifidum* Zone (CC22), *Tranolithus phacelosus* Zone (CC23), *Reinhardtites levis* Zone (CC24) and *Arkhangelisella cymbiformis* Zone (CC25) with Late Santonian - middle Maastrichtian in age. According to the first and last occurrence of index species the following bio-zones are identified:

1- *Lucianorhabdus cayeuxii* Zone

This bio-zone is recorded from the FO of *Lucianorhabdus cayeuxii* to the FO of *Calculites obscurus*. The age of this zone is Late Santonian. The thickness of this zone has been measured approximately 4 m.

2- *Calculites obscurus* Zone

The second zone is recorded from the FO of *Calculites obscurus* to the FO of *Aspidolithus parvus*. The age of this zone is Late Santonian - Early Campanian. The thickness of this zone is 4 m.

3- *Aspidolithus parvus* Zone

This zone spans the interval from the FO of *Aspidolithus parvus* to the last occurrence of *Marthasterites furcatus*. The age of this zone is Early Campanian.

4- *Calculites ovalis* Zone

The next nannofossil unit recorded in this study is the CC19. This zone spans the interval from the LO of *Marthasterites furcatus* to the FO of *Ceratolithoides aculeus*. The age of this zone is late Early Campanian.

5- *Ceratolithoides aculeus* Zone

The next bio-zone recorded is CC20. This zone spans the interval from the FO of *Ceratolithoides aculeus* to the FO of *Quadrum sissinghii*. The age of this zone is late Early Campanian. The thickness of this zone was measured at about 15/6 m.

6- *Quadrum sissinghii* Zone

This zone spans the interval from the FO of *Quadrum sissinghii* to the FO of *Quadrum trifidum*. The age of this zone is early Late Campanian. The thickness of this zone was measured at about 4/4 m.

7- *Quadrum trifidum* Zone

This zone spans the interval from the FO of *Quadrum trifidum* to the LO of *Reinhardtites anthophorus*. The age of this zone is late Late Campanian. The thickness of this zone was measured at about 57 m.

8- *Tranolithus phacelosus* Zone

This zone spans the interval from the LO of *Reinhardtites anthophorus* to the LO of *Tranolithus phacelosus*. The age of this zone is late Late Campanian- Early Maastrichtian. The thickness of this zone was measured at about 38 m.

9- *Reinhardtites levis* Zone

This zone spans the interval from the LO of *Tranolithus phacelosus* to the LO of *Reinhardtites levis*. The age of this zone is Early Maastrichtian. The thickness of this zone was measured at about 4 m.

10- *Arkhangelsiella cymbiformis* Zone

The last nannofossil unit recorded in this study is the CC25. This zone spans the interval from the LO of *Reinhardtites levis* to the FO of *Nephrolithus frequens*. The age of this zone is middle Maastrichtian.

So, as a result of this study and according to the identified bio-zones, the age of the Gurpi Formation is Late Santonian - middle Maastrichtian.

Keywords: Calcareous nannofossils; Biozones; Zagros; Cretaceous.

References

- 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 Ltd. Kluwer Academic Publisher*, London, 132-165.
- James, G.A., & Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin (AAPG)*, 49: 2182-2245.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Cenozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K., (eds.), Plankton Stratigraphy. *Cambridge University Press*, 427-554.